

Sistem *Monitoring Air Compressor* pada Sistem Pendistribusian Udara Berbasis IoT

Author:

Mohammad Syafri
Hidayat
Dwi Sasmita Aji
Pambudi
Anggara Trisna Nugraha

Afiliation:

Marine Electrical
Engineering,
Shipbuilding Institute of
Polytechnic Surabaya,
Surabaya;

Corresponding email

syafri.hidayat@student.
ppns.ac.id
dwi.sasmita@ppns.ac.id
anggaranugraha@ppns.a
c.id

Histori Naskah:

Submit: 2022-12-19
Accepted: 2022-12-19
Published: 2022-12-19



This is an Creative Commons
License This work is licensed
under a Creative Commons
Attribution-NonCommercial 4.0
International License

Abstrak:

Dengan berkembangnya teknologi otomasi di dunia industri, sistem monitoring operasional mesin industri merupakan sistem yang penting agar setiap mesin dapat dipantau kondisi dan tetap terjaga performanya, sehingga kegiatan industri tetap berjalan dan keselamatan pekerja dapat terjaga. Pada Workshop PT. X, terdapat mesin bantu yang memiliki peran penting dalam pengerjaan di setiap divisi adalah air compressor. Tangki kompresor telah dimodifikasi yang menjadi dua tangki sehingga kapasitas penyimpanan udara meningkat, karena itu membuat mesin kompresor bekerja 2-3 kali lebih lama dengan intensitas penggunaan yang tinggi dapat menjadikan penurunan performa kompresor lebih cepat hingga menimbulkan permasalahan yang fatal. Dari permasalahan yang ada, penulis ingin membuat sistem monitoring dan proteksi berbasis IoT, untuk pemantauan kondisi dari air compressor melalui beberapa parameter pada *interface* panel dan website. Fitur pada website selain memonitoring secara realtime juga terdapat fungsi data record untuk mengetahui histori monitoring dengan jangka waktu yang dapat ditentukan. Untuk memudahkan perencanaan dan pelaksanaan tugas akhir ini memerlukan gambaran yang sistematis. Tahapan penyusunan penelitian ini adalah dengan mengidentifikasi masalah berdasarkan masalah yang timbul dilapangan. Tahap kedua adalah studi literatur mengenai *air compressor* dan sistem *monitoring* berbasis IoT. Lalu terdapat tahapan perencanaan, penyiapan komponen, perancangan sistem pada *hardware* dan *software*, kemudian pengukuran dan pengambilan data dan yang terakhir adalah tahapan dalam analisa serta pembahasan data. Nilai pembacaan yang ditunjukkan oleh alat ukur terhadap media monitoring dari pressure gate (gauge) dengan sensor pressure pada tampilan display panel dan website memiliki selisih yang kecil pada hasil pembacaan air pressure. Nilai pembacaan yang ditunjukkan oleh alat ukur multimeter terhadap media monitoring dari dengan power meter PM1200 pada tampilan display panel dan website memiliki selisih yang kecil pada hasil pembacaan arus dan voltase. Selisih tersebut disebabkan karena eror nilai akurasi dari sensor dan juga terdapat delay pengiriman data. Nilai eror yang terbaca pada sensor kecil, sehingga dapat diimplementasikan pada industri secara riil.

Kata kunci: Air Compressor, Internet of Think, Power Meter, Pressure Transmitter

Pendahuluan

Sistem monitoring atau sistem pengawasan adalah upaya sistematis untuk menetapkan standar kinerja dalam perencanaan sistem umpan balik informasi, untuk membandingkan kinerja aktual dengan standar yang telah ditetapkan, untuk menentukan apakah penyimpangan telah terjadi atau tidak dan mengambil tindakan korektif yang diperlukan untuk memastikan bahwa semua sumber daya industri atau perusahaan digunakan seefisien dan seefektif mungkin untuk mencapai tujuan industri atau perusahaan. (Widiastuti & Susanto, 2014). Pada PT. X memiliki workshop atau bengkel untuk peralatan kapal, setiap peralatan kapal yang membutuhkan perbaikan maupun perawatan atau pemeliharaan hingga pembuatan baru part peralatan kapal ditempatkan pada divisi sesuai dibutuhkan. Terdapat mesin bantu yang memiliki peran penting dalam pengerjaan di setiap divisi adalah air compressor. Air compressor atau kompresor udara berfungsi sebagai penghasil udara bertekanan yang distribusi udaranya dialirkan ke setiap divisi. Udara bertekanan tersebut sering dimanfaatkan sebagai cleaning alternator, mesin kapal, part – part mesin kapal dan disupply ke mesin yang bekerja membutuhkan angin bertekanan. Pada sistem distribusi udara bertekanan, selain tangki utama kompresor terdapat tangki penyimpanan udara bertekanan tambahan untuk memenuhi kebutuhan udara bertekanan keseluruhan titik output di setiap divisi. Dari modifikasi tersebut dapat diketahui kapasitas penyimpanan udara bertambah, sehingga membuat mesin kompresor yang digerakkan oleh elektromotor 3 fasa bekerja 2-3 kali lebih lama dibandingkan saat hanya menggunakan tangki utama pada kompresor. Hal ini dapat menyebabkan penurunan performa kompresor lebih cepat melalui permasalahan yang ada pada mesin kompresor hingga pada elektromotornya. Karena peran dari kompresor sangat penting dalam sistem distribusi udara bertekanan, maka dari permasalahan tersebut dibutuhkan suatu sistem untuk memonitoring kondisi pada mesin kompresor maupun motor penggerakannya, sehingga penulis tertarik untuk membuat sistem monitoring berbasis IoT dengan interface pada panel dan website yang dapat memudahkan dalam pemantauan kondisi kompresor udara.

Studi Literatur

Air Compressor

Air Compressor adalah perangkat yang mengubah listrik menjadi energi kinetik dengan mengompresi atau menekan udara. Pada penelitian ini, kompresor udara yang digunakan adalah kompresor piston jenis direct driven. Kompresor udara piston merupakan tipe kompresor yang paling lama dan paling umum. Pada dasarnya, mekanisme kompresor piston berisi sistem katup dan dua cakram katup. Saat piston bergerak ke bawah, udara ditarik ke tabung. Salah satu cakram katup terlipat ke bawah sehingga udara dapat melewatinya. Saat piston bergerak ke atas, cakram besar juga dapat dilipat ke atas, dan tertutup. Udara kompresi kemudian dikirim ke proses akhir. (Atlas Copco, 2022) Kompresor udara penggerak langsung adalah kompresor yang menggunakan sistem penggerak langsung, yaitu motor penggerak, dan terhubung langsung ke pompa udara yang ada.



Gambar 1. Compressor Piston Direct Driven

Gambar 2. Name Plate Air Compressor



Gambar 3. Name Plate Motor Air Compressor

Pada gambar 2. dapat diketahui spesifikasi mesin air compressor yang digunakan dan pada gambar 3 merupakan name plate yang berisi spesifikasi motor yang digunakan pada air compressor.

IoT (Internet of Things)

Internet of Things adalah sekumpulan hal dalam bentuk perangkat fisik (hardware/embedded system) atau sebuah sistem yang terdiri dari device, sensor, actuator, mikrokontroler yang dapat bertukar data melalui jaringan internet. Sehingga dapat dikatakan sebagai Internet of Things (IoT) Ketika menyambungkan sesuatu hal (things) yang bekerja secara otomatis melalui internet (Hardyanto, 2017). Konsep IoT sebenarnya sangat sederhana karena memiliki cara kerja yang mengacu pada 3 elemen utama dari rancangan IoT, yaitu:

1. Hardware yang dilengkapi modul IoT
2. Perangkat koneksi internet
3. Cloud Data Center sebagai tempat untuk menyimpan aplikasi serta data base

Setiap barang yang terkoneksi ke internet akan menyimpan data, lalu data yang terkumpul disebut sebagai big data yang selanjutnya dapat diolah untuk Analisa pada pihak yang memiliki akses data tersebut. Selain menggunakan penghubung wireless atau nirkabel berupa modul WiFi, juga dapat melalui Etherne atau LAN.

Power Meter

Power Logic PM1000 atau bisa disebut PM1200 merupakan salah satu produk dari Schneider Electric bertipe power meter yang berfungsi sebagai pengukur daya digital pada instrument listrik 3 phase. PM1200 akan menampilkan nilai parameter yang terukur pada beban secara digital, terdapat beberapa parameter dan nilai akurasi pengukuran yang dapat dibaca PM1200, sebagai berikut:

1. Power, 1%
2. Current, 1%
3. Voltage, 1%

4. Frequency, 0,1%
5. Power factor, 1%
6. Apparent power, 1%

Nilai akurasi pengukuran tersebut merupakan kesalahan persentase parameter dari nilai parameter asli. Selain tampilan nilai parameter yang dapat dilihat pada layar PM1200, juga support komunikasi protokol Modbus RTU RS485, maka dapat ditampilkan melalui monitor tambahan atau menggunakan sistem IoT sehingga memonitoring dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja.



Gambar 4. Power Meter PM1200

Pressure Transmitter

Pressure transmitter adalah alat yang berguna untuk mengubah perubahan sensing element sensor menjadi sinyal yang dapat dibaca oleh controller. Transmitter saling berhubungan dengan komponen sensor, sensor yang berguna untuk mengukur tekanan akan memberikan sinyal output dalam bentuk sinyal elektrik, selanjutnya sinyal tersebut dikirim oleh transmitter menuju ke controller.

Pressure transmitter digunakan sebagai sensor tekanan udara pada kompresor. Output dari sensor yang digunakan ini adalah 0,5 – 4,5Vdc dengan kapasitas tekanan kerja 12bar, kapasitas tekanan maksimal 24bar dan akurasi pengukuran 0,5%, input yang diperlukan pada sensor ini sebesar 5Vdc

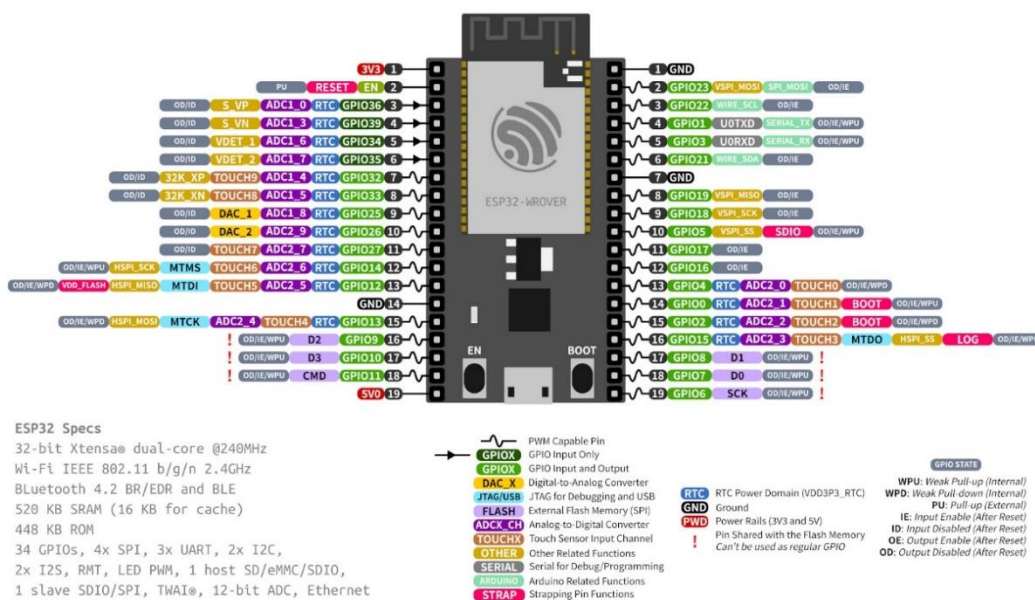


Gambar 5 Pressure Transmitter

Node MCU ESP32

Node MCU ESP-WROOM-32S adalah mikrokontroler yang diperkenalkan oleh Espressif System, penerus mikrokontroler ESP8266. Mikrokontroler ini sudah memiliki modul WiFi dan Bluetooth dalam chip yang sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi IoT. ESP32 ini memiliki tegangan operasi 3,3V dan 5,0V. Jika tegangan operasi yang diberikan melebihi 3,3V pada pinout 3,3V, hal tersebut dapat merusak ESP32. Gambar 6 menunjukkan pin out dari ESP32. Pin ini dapat digunakan sebagai input atau output untuk menyalakan LCD, membaca sensor, menggerakkan aktuator dan sebagainya. Pada pin out tersebut terdiri dari:

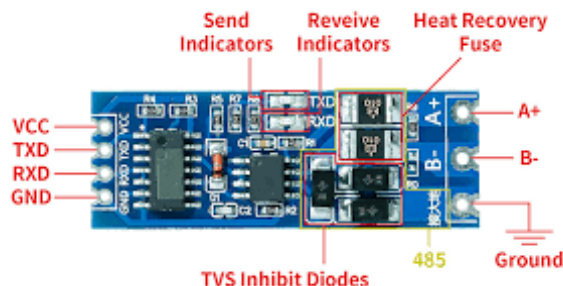
1. 16 ADC (Analog Digital Converter)
2. 2 DAC (Digital Analog Converter)
3. 32 GPIO
4. 10 sensor touch
5. Pin antarmuka, I2C, I2S, dan SPI



Gambar 6. NodeMCU ESP32

Module Modbus RTU RS485

Pada penelitian ini komunikasi Modbus RTU yang digunakan adalah komunikasi serial RS485 (TTL to RS485). Modul RS485 (TTL to RS485) adalah modul yang memungkinkan TTL interface dari mikrokontroler ditransfer ke modul RS485. Mendukung komunikasi antara beberapa mikrokontroler, memungkinkan hingga 128 device di bus.



Gambar 7. Module TTL – RS485

Struktur format pengiriman data dari master berupa alamat perangkat adalah alamat dari slave yang akan menerima data, dan function code adalah kode yang menentukan fungsi atau tindakan yang akan dilakukan. Berikut adalah beberapa contoh fungsi:

Read DO (Digital Output)

Read DI (Digital Input)

Read AO (Analog Output)

Read AI (Analog Input)

Write single DO (Digital Output)

Write single AO (Analog Input)

Write multiple DO (Digital Output)

Write multiple AO (Analog Input)

Modbus memiliki frame data yang berbeda disetiap jenisnya. Komunikasi serial pada modbus RTU menggunakan representasi nilai data biner yang dikompresi menjadi protocol komunikasi. Bingkai data Modbus RTU mengikuti perintah atau permintaan transfer data menggunakan mekanisme pengecekan kesalahan untuk memastikan bahwa data yang dikirimkan sudah benar (Elmech Technology, 2019). Format frame data protokol komunikasi Modbus RTU sebagai berikut

Address Field

Bidang alamat bingkai pesan berisi dua karakter (ASCII) atau delapan bit (RTU). Perangkat slave individu diberikan alamat dalam kisaran 1 ... 247.

Function Field

Bidang Kode Fungsi memberi tahu slave yang dituju fungsi apa yang harus dilakukan.

Fungsi berikut didukung oleh polling Modbus

01 Read Coil Status

02 Read Input Status

03 Read Holding Registers

04 Read Input Registers

05 Write Single Coil

06 Write Single Register

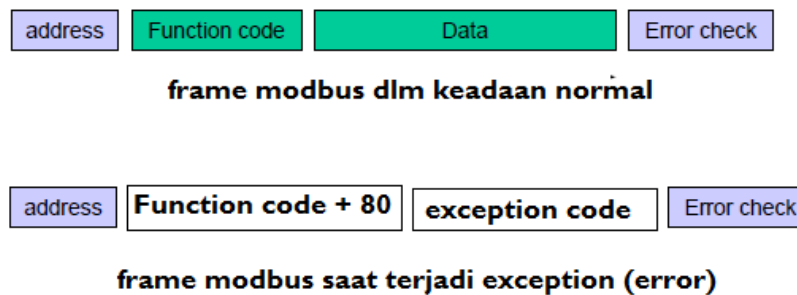
15 Write Multiple Coils

16 Write Multiple Registers

Bidang data berisi data yang diminta atau dikirim.

Contents of the Error Checking Field

Dua jenis metode pemeriksaan kesalahan digunakan untuk jaringan Modbus standar. Isi bidang pemeriksaan kesalahan tergantung pada metode yang digunakan.



Gambar 8. Frame Modbus RTU

Module ADS1115

Module ADS1115 merupakan module yang berfungsi sebagai pembacaan Analog Digital Converter (ADC) dengan range tegangan pengukuran berbagai sinyal mulai dari 2V hingga 5V, menggunakan komunikasi I2C yang memiliki resolusi hingga 16 bit yang menjadikan nilai ketelitian pengukuran lebih baik dari pada resolusi bit dibawahnya dan terdapat fitur Programable Gain Amplifier (PGA) yang memungkinkan dapat memperkuat sinyal pada input analog . Pemanfaatan modul ini untuk menambah kebutuhan fitur ADC dengan akses menggunakan komunikasi I2C. ADS1115 memiliki pin ADDR yang bertanggung jawab untuk mengatur alamat perangkat pada bus I2C dan terdapat 4 alamat berbeda.

Spesifikasi module ADS1115

Terdapat 4 Channel ADC (A0, A1, A2, A3)

Memiliki resolusi ADC – 16 Bit

Menggunakan komunikasi antarmuka I2C (SDA, SCL)

Range Tegangan operasional pada 2.0 – 5.5 Vdc

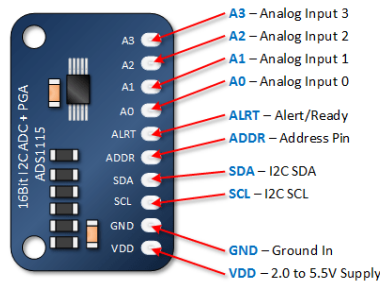
Range Tegangan masuk pada channel adc : 0 ~ VDD

Continuous Mode: Only 150 uA

Memiliki sampling rate dengan range antara 8 ~ 860 sps (sampling per second)

Alamat I2C 7-bit pada 0x48 ~ 0x4B

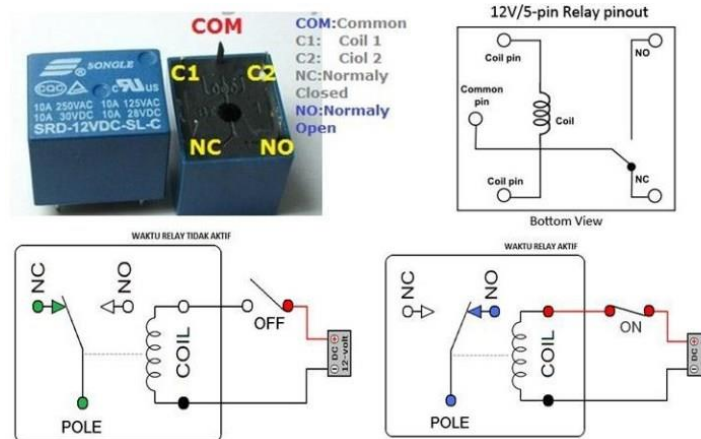
Single-Shot Mode: Auto Shut-Down



Gambar 9 Module ADS1115

Relay

Relay adalah saklar yang dikendalikan oleh arus listrik. Relai memiliki kumparan tegangan rendah yang dililitkan disebuah inti. Terdapat armatur besi yang terpasang pada sebuah tuas pegas, armature akan tertarik ke inti ketika arus mengalir melalui kumparan. Menarik armature ke inti menyebabkan kontak pada jalur yang berubah posisi dari kontak NO (Normaly Open) menjadi kontak NC (Normaly Close) dan sebaliknya.



Gambar 10. Relay

Relay dapat digunakan untuk mengendalikan motor AC dengan rangkaian kendali DC atau untuk mengendalikan beban lain yang menggunakan sumber tegangan yang berbeda, antara tegangan beban dengan tegangan rangkaian kendali. Penerapan relay yang dapat ditemui adalah relay sebagai kontrol on/off pada beban yang berbeda sumber tegangan, relay sebagai selector, relay sebagai pelaksana rangkaian tunda (delay), relay sebagai protector dengan memutus hubungan atau jalur dari power supply ke beban dalam artian pemutus arus pada kondisi tertentu. Sifat – sifat relay sebagai berikut :

Impedansi kumparan ditentukan oleh tebal kawat serta banyak lilitan, untuk memperoleh daya hantar yang baik nilai impedansi berkisar 1- 50k Ω

Daya yang diperlukan untuk menggerakkan relai adalah tegangan dikalikan arus.

Jumlah kontak jangkar dapat membuka dan menutup dua atau lebih kontak secara bersamaan, tergantung pada jenis kontak dan relay. Jarak antara kontak menentukan tegangan maksimum yang diijinkan antara kontak. (Turang, 2015)

Pada penelitian ini, relay yang digunakan adalah relay 5 kaki, 1 kaki untuk common, 2 kaki untuk coil (c1 dan c2), 1 kaki untuk kontak NC (Normaly Close), dan 1 kaki untuk kontak NO (Normaly Open). Kapasitas daya yang diperlukan coil sebesar 12Vdc. Pada Gambar 10 dapat diketahui relay pinout dan kondisi relay ketika coil diberikan sumber atau dalam kondisi on dan ketika dalam kondisi off .

Miniature Circuit Breaker (MCB)

MCB adalah komponen kelistrikan yang berfungsi untuk memutus aliran listrik jika terjadi arus lebih atau korsleting. Pemutusan saluran listrik terjadi secara otomatis, dimaksudkan untuk memperpanjang umur beban elektronik yang satu saluran instalasi dan yang paling penting keselamatan pengguna listrik di rumah, kantor atau lokasi lainnya. MCB memiliki fungsi utama dalam penggunaannya, sebagai berikut:

1. Pemutus arus
2. Proteksi beban lebih (overload)
3. Proteksi hubungan singkat (short circuit)



Gambar 11. MCB 1 Phase

Current Transformer (CT)

Current Transformer (CT) atau trafo arus adalah instrument listrik yang digunakan untuk pengukuran nilai atau besaran arus pada instalasi listrik dengan mengurangi arus tegangan tinggi ke arus tegangan rendah secara akurat dan teliti untuk keperluan monitoring dan proteksi. (Pancoro, 2009)

Fort Current Transformer dengan type MSQ-30 yang digunakan pada instalasi sistem monitoring dan proteksi pada kompresor ini memiliki kapasitas pengukuran maksimal input dan output arus dengan nilai 30/5A (6:1), nilai akurasi kesalahan pengukuran sebesar 0,5%. Nilai output (arus) pada belitan sekunder yang akan dikirimkan ke PM1200 sebanding dengan nilai (arus) pada belitan primer, sehingga ketika arus yang terbaca pada belitan primer 30A akan diturunkan oleh belitan sekunder menjadi sebesar 5A, agar nilai arus dapat terbaca oleh PM1200.



Gambar 12. Current Transformer

Kontaktor

Kontaktor dapat disebut sebagai relay contactor adalah komponen kelistrikan yang dapat digunakan untuk menyambung atau memutuskan arus bolak-balik (AC). Kontaktor memanfaatkan sistem kerja elektromagnet, ketika coil diberi arus listrik maka akan menimbulkan medan magnet yang menyebabkan kontak NO (Normally Open) tertutup dan NC (Normally Close) terbuka, saat coil tidak diberi arus, maka medan magnet akan hilang dan terdapat spring sehingga secara otomatis kembali pada posisi kontak awal, kontak NO terbuka dan kontak NC tertutup (Sinaupedia, 2020). Pada penelitian ini kontaktor digunakan sebagai starting DOL elektromotor penggerak kompresor. Terdapat bagian – bagian kontaktor sebagai berikut:

Kontak Utama

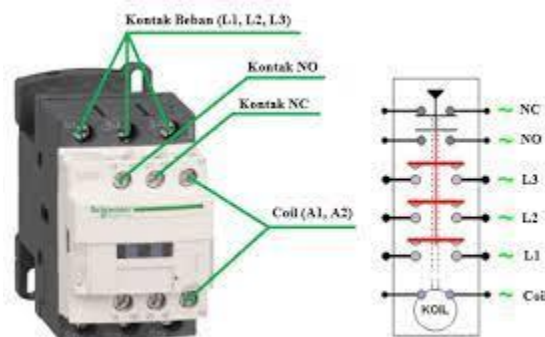
Terdiri dari tiga kontak NO atau kontak beban 3 phase (L1, L2 dan L3) yang diberi angka 1 sampai 6 yang saling berpasangan

Kontak Bantu

Kontak tambahan selain kontak utama, terdiri dari kontak NO dan kontak NC. Dapat digunakan sebagai kontrol arus listrik pada beban lain yang diberikan angka 13 sampai 22.

Kumparan tembaga (Coil)

Kumparan tembaga yang memiliki sifat elektromagnetik ketika dialiri arus, sehingga dapat mengubah kontak menjadi close atau open, diberi simbol A1 dan A2



Gambar 13 Kontaktor

Metode Penelitian

Untuk memudahkan perencanaan dan pelaksanaan penelitian ini, penyusunan tugas akhir ini memerlukan gambaran yang sistematis. Metode penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi masalah di lingkungan industri. Setelah masalah diidentifikasi, studi literatur dilakukan untuk memahami masalah dan menemukan solusi untuk masalah tersebut. Setelah studi literatur menghasilkan solusi yang tepat, langkah selanjutnya adalah menganalisis kebutuhan sistem untuk menentukan komponen dan aplikasi teknologi yang akan digunakan. Kemudian melakukan desain dan perancangan sistem sebagai panduan perancangan hardware dan prinsip kerja sistem.

Tahap implementasi dilakukan melalui perancangan hardware, program dan website. Setelah perancangan selesai, hardware, program dan website disinkronkan untuk memastikan bahwa seluruh sistem beroperasi sebelum pengujian. Jika pengujian berhasil pada tahap pengujian, maka langkah selanjutnya adalah membuat laporan data hasil pengujian yang selanjutnya akan dibuat kesimpulan dari hasil data pengujian tersebut. Namun, jika pengujian gagal, hardware, program dan website harus diperbaiki dan diuji ulang.

Hasil

Pengambilan data dan pengujian alat dilaksanakan di lokasi workshop PT. X, Perak, Surabaya. Pengujian alat dilakukan dengan pengambilan data sebanyak 10 data pengulangan, data terdiri dari hasil pembacaan sensor pressure yang ditampilkan pada display panel dan website dengan pembacaan pada pressure gate/gauge pada compressor, kemudian data dari pembacaan power meter PM1200 yang ditampilkan pada display panel dan website dengan pembacaan pada multimeter / avometer. Berikut merupakan table data hasil dari pengambilan data dan pengujian alat.

Table 1. Nilai Pressure Air Compressor

Pengujian ke	Tekanan Terukur (Pressure Gate)	Tekanan Terbaca (Display Panel)	Tekanan Terbaca (Display Website)
1	6 bar	6,05 bar	6,04 bar
2	7	7,31	7,30
3	8	8,23	8,25
4	9	9,34	9,35

5	9,5	9,54	9,52
6	10	10,21	10,23
7	10,5	10,52	10,53
8	11	11,12	11,18
9	11,5	11,54	11,53
10	12	12,34	12,4

Table 2 Nilai Voltase Motor Penggerak Air Compressor

Pengujian ke	Tegangan Terukur (Multimeter)	Tegangan Terbaca (Display Panel)	Tegangan Terbaca (Display Website)
1	381,2	381,4	381,4
2	381,1	381,5	381,2
3	384,8	384,3	384,7
4	381,4	381,3	381,3
5	380,1	380,0	380,0
6	383,2	383,0	383,2
7	380,0	380,2	380,4
8	382,2	382,5	382,7
9	383,1	383,2	383,7
10	383,4	383,3	383,2

Table 3. Nilai Arus Motor Penggerak Air Compressor

Pengujian ke	Arus Terukur (Multimeter)	Arus Terbaca (Display Panel)	Arus Terbaca (Display Website)
1	15,96	15,87	15,94
2	14,12	14,17	14,18

3	14,40	14,34	14,39
4	15,49	15,47	15,46
5	15,11	15,19	15,24
6	15,56	15,57	15,56
7	15,64	15,65	15,52
8	14,61	14,61	14,64
9	15,84	15,74	15,84
10	15,35	15,39	15,33

Pembahasan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, sistem alat bekerja dengan sesuai pada konsep awal dibuatnya, dari data tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai pembacaan yang ditunjukkan oleh alat ukur terhadap media monitoring dari pressure gate (gauge) dengan sensor pressure pada tampilan display panel dan website memiliki selisih yang kecil pada hasil pembacaan air pressure. Nilai pembacaan yang ditunjukkan oleh alat ukur multimeter terhadap media monitoring dari dengan power meter PM1200 pada tampilan display panel dan website memiliki selisih yang kecil pada hasil pembacaan arus dan voltase. Selisih tersebut disebabkan karena eror nilai akurasi dari sensor dan juga terdapat delay pengiriman data.

Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian dapat disimpulkan bahwa nilai eror yang didapatkan dari pengukuran alat ukur dengan pembacaan dari sensor pressure dan power meter PM1200 memiliki nilai eror yang kecil, sehingga alat ini dapat di implementasikan pada industry secara riil.

Referensi

Adani, M. R., 2020. *Mengenal Apa Itu Internet of Things dan Contoh Penerapannya*.

Arifin, A., 2021. *8 Perbedaan dan 5 Persamaan Relay Dan Kontaktor*. [Online] Available at: <https://www.carailmu.com/2021/06/persamaan-perbedaan-relay-kontaktor.html> [Accessed 14 Januari 2022].

Atlas Copco, 2022. *Kompresor piston*. [Online] Available at: <https://www.atlascopco.com/id-id/compressors/products/air-compressor/piston-compressor/professional-piston-compressor> [Accessed 15 January 2022].

- Angga, Anggara Trisna Nugraha, et al. "Solutions For Growing the Power Factor Prevent A Reactive Electricity Tariff And Decrease Warmth On Installation With Bank Capacitors." *Applied Technology and Computing Science Journal* 4.1 (2021): 35-46.
- Destiarini & Kumara, P. W., 2019. ROBOT LINE FOLLOWER BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO ATMEGA328. *Informatika*, Volume 5 No. 1, p. 23.
- Elcrow, 2022. *UART TTL TO RS485 TWO-WAY CONVERTER*. [Online] Available at: <https://www.elcrow.com/uart-ttl-to-rs485-twoway-converter-p-1545.html> [Accessed 09 Januari 2022].
- Elmech Technology, 2019. *Monitoring Power Meter Online Using Website LAN Arduino RS485 and Modbus RTU*. [Online] Available at: <https://elmechtechnology.com/blog/monitoring-power-meter-pm5500-online-using-website-lan-arduino-rs485-and-modbus-rtu> [Accessed 09 Januari 2022].
- Firmansyah, F. A., 2019. *Pengertian MCB Beserta Fungsi, Cara Kerja dan Macam-Macamnya*. [Online] Available at: <https://www.nesabamedia.com/pengertian-mcb/> [Accessed 11 Januari 2022].
- Hardyanto, R. H., 2017. *Konsep Internet of Things pada Pembelajaran Berbasis Web*, Volume 6 No. 1, p. 87.
- Lumenta, A. S., Rindengan, Y. D. & Lumenta, A. S., 2015. Rancangan Sistem Informasi Keuangan Gereja Berbasis Web Di Jemaat GMIM Bukit Moria Malalayang. *Teknik Elektro dan Komputer*, Volume 4 No. 7, pp. 2-3.
- mobnasesemka.com, 2016. *internet-of-things*. [Online] Available at: <https://mobnasesemka.com/internet-of-things/> [Accessed 9 Januari 2022].
- Pancoro, B., 2009. *Current Transformer (CT)*.
- Rifa'i, S., 2021. *Relay 5 Kaki*. [Online] Available at: <https://riverspace.org/relay-5-kaki/> [Accessed 09 Januari 2022].
- Ruddianto, Ruddianto, et al. "The Experiment Practical Design of Marine Auxiliary Engine Monitoring and Control System." *Indonesian Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics* 3.4 (2021): 148-155.
- Shining E&E Industrial Co.,Ltd., 2022. *TB-1512 Panel Mounted Fixed Barrier 15A 12 Pole Terminal Block*. [Online] Available at: <https://www.terminalsblocks.com/id/product/TB-1512-Panel-Mounted-Fixed-Barrier-15A-12-Pole-Terminal-Block/TB-1512.html> [Accessed 14 Januari 2022].
- Sinaupedia, 2020. *Pengertian Kontaktor*. [Online] Available at: <https://sinaupedia.com/pengertian-kontaktor/> [Accessed 14 Januari 2022].

-
- Turang, D. A. O., 2015. *Pengembangan Sistem Relay Pengendalian dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis Mobile* .
- Utomo, Agung Prasetyo, and Anggara Trisna Nugraha. "Speed Adjustment on Variable Frequency Induction Motor Using PLC for Automatic Polishing Machine." *Indonesian Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics* 3.2 (2021): 70-75.
- Widiastuti, N. I. & Susanto, R., 2014. *Kajian Sistem Monitoring Dokumen Akreditasi Teknik Informatika UNIKOM*, Volume 12 no. 2, p. 195.
- Zakaria, C. M., Kurniawan, E. & Habiby, J. S., 2020. *Sistem Monitoring Instrument Air Compressor (IAC)*