



SISTEM KONTROL SMART AHU MENGGUNAKAN PLC DAN HMI DI RUANG OPERASI RSUD SITI FATIMAH PALEMBANG

Masri Surya Maulana^{1*}, Marfin¹

¹Fakultas Teknik, Teknik Elektro, Universitas Pamulang, Jl. Witana Harja No.18b, Pamulang Bar., Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15417, Indonesia

Email: ¹masrisurya24@gmail.com, ²dosen00929@unpam.ac.id

(* : coresponding author)

Abstrak– "Sistem Kontrol Smart AHU menggunakan PLC dan HMI di Ruang Operasi" adalah sebuah sistem yang memanfaatkan teknologi PLC (Programmable Logic Controller) dan HMI (Human-Machine Interface) untuk mengontrol suhu dan kelembaban udara di ruang operasi secara otomatis. Sistem ini dapat memonitor kondisi ruang operasi secara real-time dan memberikan feedback ke operator melalui antarmuka HMI. Dengan menggunakan sistem ini, operator dapat dengan mudah mengatur suhu dan kelembaban udara di ruang operasi sesuai dengan kebutuhan dan kondisi yang diinginkan, sehingga menjamin kenyamanan dan keselamatan pasien serta tim medis selama proses operasi. Sistem ini juga memiliki fitur self-diagnosis yang dapat mendeteksi dan memberikan peringatan terhadap masalah yang mungkin terjadi pada sistem, sehingga membantu menjamin kinerja yang optimal dan mengurangi downtime. Nilai galat dari pengukuran sensor XY-MD02 pada suhu adalah 0.81% sedangkan nilai galat pada kelembaban adalah 2.29%.

Kata Kunci: PLC, HMI, Sensor XY-MD0, Ruang Operasi, AHU

Abstract– "Smart AHU Control System using PLC and HMI in Operating Room" is a system that utilizes PLC (Programmable Logic Controller) and HMI (Human-Machine Interface) technology to automatically control temperature and humidity in the operating room. This system can monitor the conditions in the operating room in real-time and provide feedback to the operator through the HMI interface. By using this system, the operator can easily adjust the temperature and humidity in the operating room according to the desired needs and conditions, ensuring the comfort and safety of patients and medical staff during the operation. This system also has a self-diagnosis feature that can detect and provide warning for problems that may occur in the system, helping to ensure optimal performance and reduce downtime. The error value of XY-MD02 sensor for temperature is 0.81% and the error value for humidity is 2.29%.

Keywords: PLC, HMI, XY-MD0 Sensor, Operating room, AHU

1. PENDAHULUAN

Pengkondisian udara di area rumah sakit terutama Ruang Operasi memiliki peranan yang jauh lebih penting dari promosi kenyamanan. Di beberapa kasus, pengkondisian udara yang baik dan benar merupakan faktor terapi pasien dan dalam beberapa kasus lainnya merupakan pengobatan utama. Walaupun pengkondisian udara memiliki peranan penting dalam pencegahan dan pengobatan penyakit, masih banyak rumah sakit yang tidak menerapkan sistem tata udara yang baik dan benar untuk ruang operasi mereka. Sistem HVAC di lingkungan Rumah sakit memiliki fungsi untuk mengatur Suhu, Kelembapan udara Relatif, kebersihan udara, dan tekanan udara. Hal ini guna mencegah berkembang biaknya mikroorganisme, terutama di ruangan khusus seperti ruang operasi (Kemenkes, 2019).

Merujuk kepada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2019 Tentang Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit. Ruang operasi harus memenuhi parameter di bawah ini:

- | | |
|--|-------------------------|
| 1. Mikrobiologi udara ruang operasi kosong | = 35CFU/m ³ |
| 2. Mikrobiologi udara ruang operasi dengan aktifitas | = 180CFU/m ³ |
| 3. Mikrobiologi udara ruang operasi ultraclean | = 10 CFU/M ³ |
| 4. Suhu Ruangan | = 22-27 C |
| 5. Kelembapan Relatif | = 40-60 % |
| 6. Tekanan Udara | = Positif |

Maka dari itu diperlukan alat pengatur udara yang mampu memenuhi parameter diatas, selain daripada itu diperlukan juga controller yang dapat memantau kebersihan filter udara, memantau suhu, dan kelembapan ruangan. Selain bisa memantau kontroler itu juga harus dapat mengatur

suhu, kelembapan, dan tekanan ruangan agar sesuai dengan yang di atur oleh Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2019 Tentang Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit (Kemenkes, 2019).

Kontroller untuk mengatur suhu dan kelembapan sudah pernah di buat oleh Okta Dwi Suprpto (2020) dengan judul “Prototype Simulator Pengatur Suhu dan Kelembapan Ruang Operasi”, namun pada penelitian tersebut penulis masih menggunakan Prototype untuk melakukan pengujian. Sehingga data yang di dapatkan bisa saja berbeda dengan data di lapangan. Terkait dengan hal itu penulis ingin menyempurnakan dengan menambahkan Pengontrol tekanan Ruang, Data logger Suhu, Kelembapan, dan tekanan, serta dilengkapi dengan indikator alarm.

Bedasarkan hasil identifikasi masalah tersebut, penulis ingin merancang alat **“Sistem Kontrol Smart AHU menggunakan PLC di Ruang Operasi RSUD Siti Fatimah Palembang”**.

2. METODOLOGI PENELITIAN

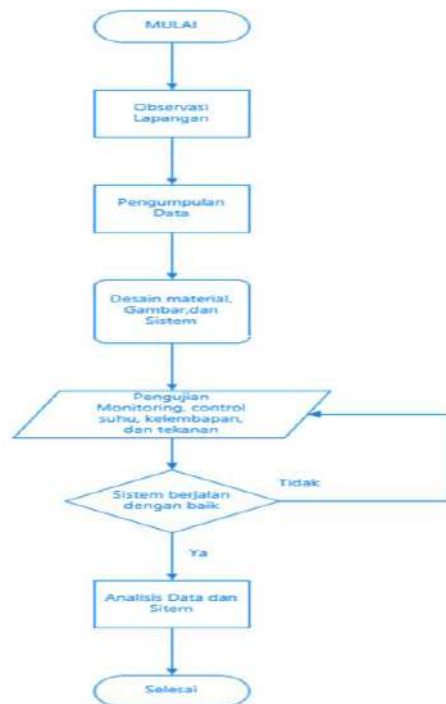
2.1 Metode Pengumpulan Data

Berikut adalah cara membahas hal-hal yang berkaitan dengan penyusunan naskah tugas akhir:

1. Kajian Sastra
Kajian sastra yang dimaksud adalah, membaca buku, majalah, internet, dan artikel terkait untuk mengumpulkan informasi tentang topik tersebut
2. Penelitian di lapangan
Penelitian ini dilakukan dengan pengetahuan dan pemahaman langsung tentang situasi di lapangan dalam kaitannya dengan analisis yang relevan.
3. Eksperimen
Eksperimen ini bertujuan untuk mendapatkan sebuah metode inti dari penelitian yang menggunakan pendekatan kuantitatif.

2.2 Tahapan Penelitian

Didalam penelitian ini, perancangan sistem kontrol Smart AHU menggunakan PLC dan HMI di RSUD Siti Fatimah Palembang dapat di gambarkan dengan flowchart dibawah ini:



Gambar 1. Flowchart Penelitian

1. Blok Mulai : tahapan pertama terjadinya project
2. Blok observasi lapangan : merumuskan judul, serta merumuskan metode yang akan dilakukan
3. Blok pengumpulan data : mencari sumber informasi yang berhubungan dengan judul tugas akhir
4. Blok Desain material, Gambar dan Sistem : merencanakan project sesuai dengan informasi yang di dapat dari pengumpulan data
5. Blok Pengujian monitoring, Control, Suhu, Kelembapan, dan Tekanan : melakukan analisa agar mendapatkan hasil maksimal untuk project yang kita kerjakan
6. Blok sistem berjalan dengan baik.
7. Blok analisa data : menganalisa data yang di dapatkan dari project yang kita tentukan
8. Blok Selesai : Tahapan selesainya project yang telah dijalankan

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

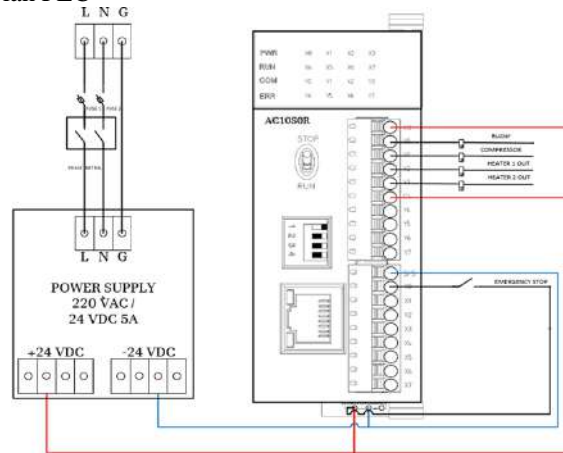
3.1 Perancangan Alat

Pada tahap ini membahas mengenai perancangan sistem alat yang akan digunakan, mulai dari design kontruksi, elektrikl dan juga diagram blok tiap-tiap komponen yang digunakan serta menjelaskan alur kerja dari diagram blok tersebut.

3.1.1 Perancangan Kelistrikan

Perancangan kelistrikan disini akan dijelaskan pengkabelan diagram tiap tiap komponen yang tersambung pada panel kontrol.

1. Pengkabelan PLC



Gambar 2. Wiring PLC

Pada Gambar 2 menunjukkan wiring input dan output PLC, dimana input PLC hanya diisi oleh Emergency Stop, dan Digital Output berisikan Buzzer, Compressor, Heater 1, dan Heater 2.

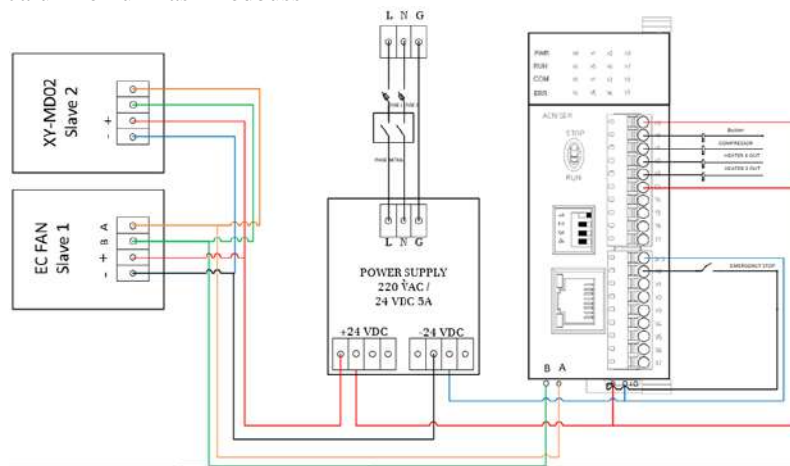
2. Jalur Komunikasi PLC dan HMI



Gambar 3. Jalur komunikasi PLC dan HMI

Jalur komunikasi antara PLC dan HMI hanya menggunakan 1 kabel yaitu kabel LAN.

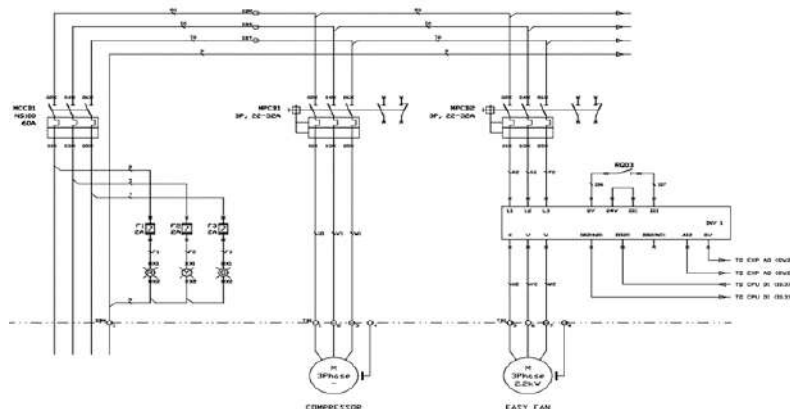
3. Jalur Komunikasi Modbus



Gambar 4. Jalur Komunikasi Modbus

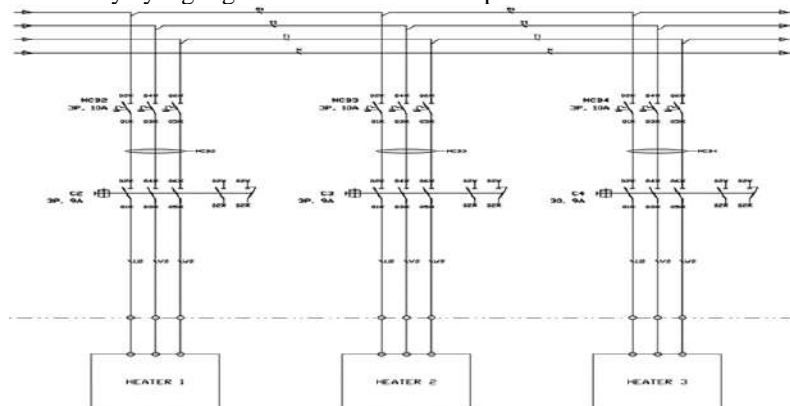
Pada Gambar 4, menunjukan jalur kabel antara XY-MD02, ECFan, dan PLC. Jalur kabel A dari XY-MD02 digabungkan dengan port A yang terdapat pada ECFan dan PLC. Begitu juga dengan kabel B.

4. Jalur rangkaian daya



Gambar 5. Jalur Rangkaian Kompresor Dan Motor

Pada gambar 5, menunjukan gambar rangkaian daya untuk kompresor dan juga ec fan motor. daya yang digunakan adalah listrik 3 fasa.



Gambar 6. Jalur Rangkaian Heater

Pada gambar 6, menunjukan gambar rangkaian daya untuk heater. daya yang digunakan adalah listrik 3 fasa.

3.1.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan dan Alat yang dipergunakan untuk perancangan alat sistem kontrol smart AHU menggunakan PLC dan HMI di ruang operasi RSUD Siti Fatimah Palembang adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Bahan dan Alat Penelitian

| No | Nama alat dan bahan | Jumlah | Fungsi bahan |
|----|------------------------|--------|--------------------------------------|
| 1 | Personal Computer (PC) | 1 Unit | Untuk membuat program |
| 2 | PLC Haiwell AC10S0R | 1 Pcs | Sebagai Controlleer |
| 3 | HMI Haiwell B7S | 1 Pcs | Sebagai interface |
| 4 | Power Supply 24VDC | 1 Pcs | Sebagai catu daya alat |
| 5 | Sensor XY-MD02 | 1 Pcs | Sebagai pembaca suhu dan kelembapan |
| 6 | Buzzer | 1 Pcs | Sebagai pertanda alarm |
| 7 | Emergency Stop | 1 Pcs | Sebagai tombol darurat |
| 8 | Box Panel | 1 Pcs | Sebagai tempat komponen |
| 9 | Tang potong | 1 unit | Untuk memotong kabel |
| 10 | Obeng +- | 1 unit | sebagai pembuka dan pengencang baud |
| 11 | Bor Tangan | 1 Unit | Untuk melubangi bagian kerangka |
| 12 | Gerinda Tangan | 1 Unit | Sebagai pemotong rail dan cable duct |
| 13 | AVO Meter | 1 Unit | Sebagai pembaca tegangan dan ampere |
| 14 | Kabel 1X0,75 | 20 m | Sebagai penyambung komponen |

3.2 Perancangan Software

3.2.1 Haiwell Happy

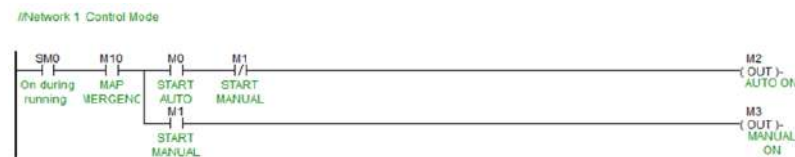
1. Program Mapping Input/Output



Gambar 7. Program Mapping Input/Output

Program Mapping Input/Output adalah program yang digunakan untuk mengelompokan Digital Input dan Output sehingga dapat mempermudah dalam proses pemrograman selanjutnya.

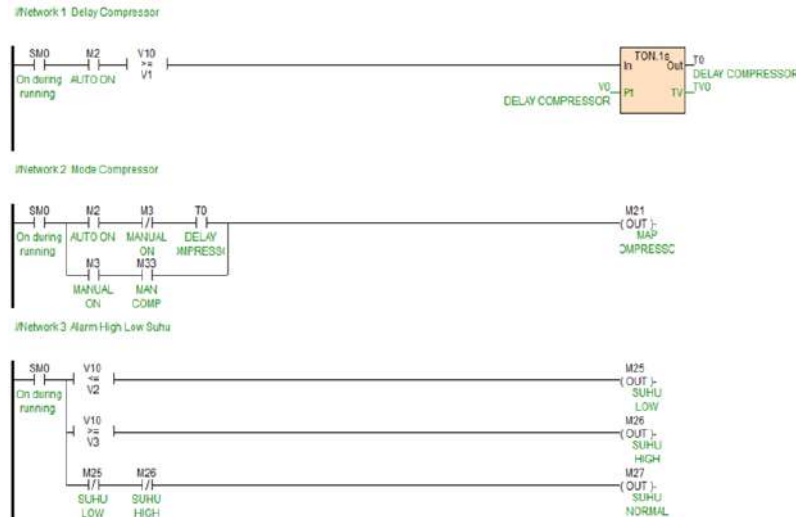
2. Program Control Mode



Gambar 8. Program Control Mode

Program *Control Mode* adalah program yang berisikan pilihan *mode* antara *Auto* dan *Manual*, sehingga *user* dapat memilih *mode* mana yang akan digunakan. Pada *mode auto* sistem akan berjalan sesuai dengan *parameter* yang sudah di *setting*, lalu *mode manual* adalah *mode* yang dimana *user* bebas mengaktifkan dan mematikan aktuator tanpa terpaksa dengan *setting parameter*.

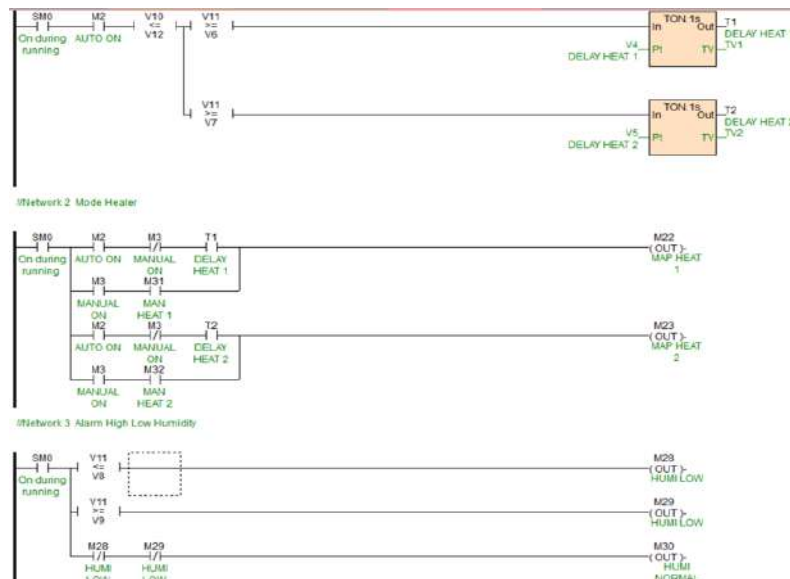
3. Program Control Compressor



Gambar 9. Program Control Compressor

Program *Control Compressor* adalah program yang berisikan delay untuk mencegah kerusakan *compressor* yang dikarenakan menyala dan mati dalam waktu yang singkat. Kemudian terdapat *function compare Equal Or Large* yang digunakan untuk *setpoint Compressor*, terdapat pula *mode auto* dan *manual compressor* yang dapat dipilih oleh *user*. Dan yang terakhir merupakan program untuk *Alarm suhu High*, dan *Low*.

4. Program Control Heater



Gambar 10. Program Control Heater

Sama seperti program *control compressor* dimana terdapat *delay* untuk pengaman agar tidak menyala dan mati dalam waktu yang singkat, terdapat juga *mode* yang dapat dipilih oleh *user*, dan terdapat pula *alarm Humidity High* dan *Low*.

5. Program Control Fan (Modbus)



Gambar 11. Program Control ECFan

Program *Control ECFan* menggunakan *Function ModbusRead* dan *ModbusWrite*, dimana EC Fan Rosenberg memiliki konfigurasi modbus sebagai berikut :

Baudrate : 19200

Paity : Even

Slave : 1

StopBit : 1

Function Code : 6 Write

Fucntion Code : 4 Read

Register : start fan 29

Register : Set Freq 43

Register : Read Speed 52

6. Program pembacaan Sensor (Modbus)



Gambar 12. Program Sensor

Program pembacaan suhu dan kelembapan berisikan Function ModbusRead dengan konfigurasi berikut ini ;

Suhu

Slave : 1

Code : 4

Register : 1

Baudrate : 9600

Stopbit : 1

Parity : None

Kelembapan

Slave : 1

Code : 4

Register : 2

Baudrate : 9600

Stopbit : 1

Parity : none

7. Program Scalling Sensor



Gambar 13. Program Scalling

Program *Scalling Sensor* adalah program yang memiliki fungsi untuk mengurangi nilai *error* yang terbaca pada sensor yang terpasang dengan sensor pembanding.

3.3 Perancangan Design HMI

1. Konfigurasi Alamat PLC dan HMI

Tabel 2. Tabel Address PLC

| NO. | Variable Name | Adress | NO. | Variable Name | Adress |
|-----|----------------|--------|-----|----------------|--------|
| 1 | Emergency | X0 | 23 | Humi Sensor | V33 |
| 2 | Spare 1 | X1 | 24 | Cal Suhu | V30 |
| 3 | Spare 2 | X2 | 25 | Cal humi | V31 |
| 4 | Buzzer | Y0 | 26 | Start auto | M0 |
| 5 | Compressor | Y1 | 27 | Start Manual | M1 |
| 6 | Heater 1 | Y2 | 28 | Map Emergency | M10 |
| 7 | Heater 2 | Y3 | 29 | Map Spare 1 | M11 |
| 8 | Delay Comp | V0 | 30 | Map Spare 2 | M12 |
| 9 | Set Compressor | V1 | 31 | Map Buzzer | M20 |
| 10 | Set Low Suhu | V2 | 32 | Map Compressor | M21 |
| 11 | Set High Suhu | V3 | 33 | Map Heat 1 | M22 |
| 12 | Delay Heater 1 | V4 | 34 | Map Heat 2 | M23 |
| 13 | Delay Heater 2 | V5 | 35 | Suhu low | M25 |
| 14 | Set Heat 1 | V6 | 36 | Suhu high | M26 |
| 15 | Set Heat 2 | V7 | 37 | Suhu normal | M27 |
| 16 | Set Humi Low | V8 | 38 | Humi low | M28 |
| 17 | Set Humi High | V9 | 39 | Humi high | M29 |
| 18 | Suhu Aktual | V10 | 40 | Humi normal | M30 |
| 19 | Humi Aktual | V11 | 41 | Man heat 1 | M31 |
| 20 | Safety Heater | V12 | 42 | Man heat 2 | M32 |
| 21 | Set Speed Fan | V22 | 43 | Man compressor | M33 |
| 22 | Suhu Sensor | V32 | | | |

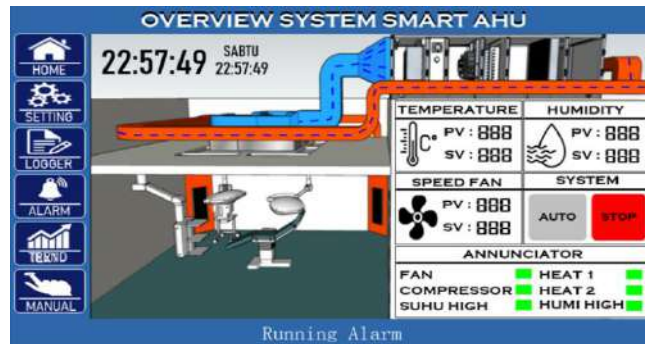
2. Interface Main Display



Gambar 14. Main Display

Pada gambar 14, merupakan tampilan awal pada saat sistem mendapatkan aliran listrik, pada layar ini user dapat memilih menu yang akan digunakan mulai dari *home, HVAC Overview, Trend View, Data Logger, Manual Mode, Setting, Alarm, and Information.*

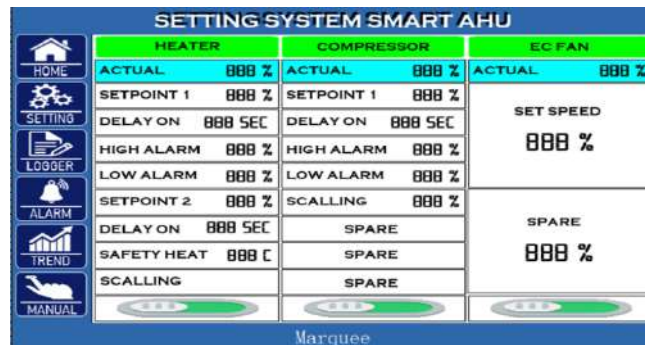
3. Interface Overview System



Gambar 15. Display Overview System

Pada Gambar 15, merupakan tampilan dari *Overview Sytem Smart AHU* dimana di dalamnya terdapat tombol untuk menyalakan dan mematikan sistem, selain itu terdapat pula pilihan *mode* yang bisa digunakan oleh user, terdapat pula pembacaan dan sepoint suhu, kelembapan dan kecepatan ECFan, dan yang terakhir terdapat *Annunciator* yang didalamnya berisikan informasi tentang Aktuator dan Kondisi Ruang.

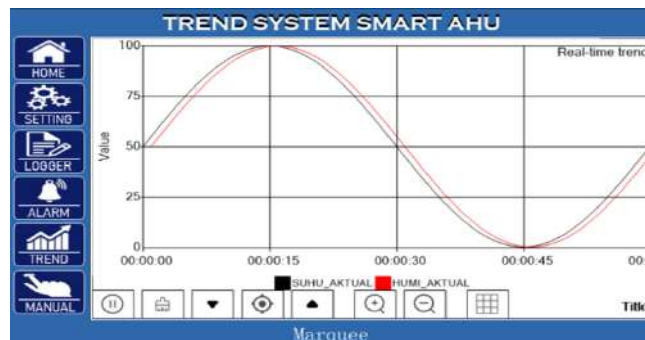
4. Interface Setting Parameter



Gambar 16. Display Setting

Pada menu *Setting* ini user dapat melakukan *setting parameter* untuk *ECFan, Compressor, dan Heater.* Terdapat pengaturan *setpoint, delay, dan alarm.*

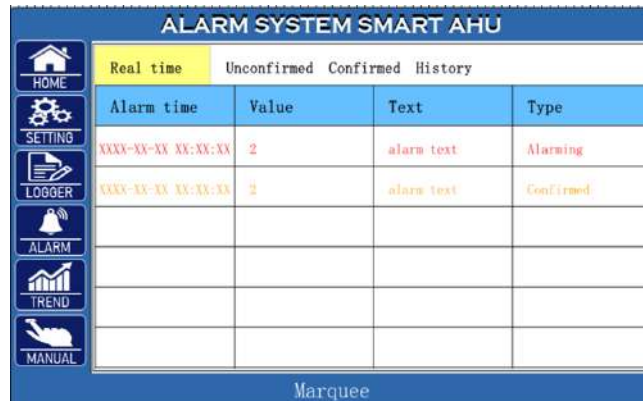
5. Interface Trend Viewer



Gambar 17. Display Trend Viewer

Pada menu *Trend View* User dapat melihat pergerakan grafik dari suhu dan kelembapan.

6. Interface Alarm



| ALARM SYSTEM SMART AHU | | | | |
|------------------------|-------------|------------|-----------|--|
| Real time | Unconfirmed | Confirmed | History | |
| Alarm time | Value | Text | Type | |
| XXXX-XX-XX XX:XX:XX | 2 | alarm text | Alarming | |
| XXXX-XX-XX XX:XX:XX | 2 | alarm text | Confirmed | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Marquee

Gambar 18. *Display Alarm*

Pada menu alarm user dapat melihat *alarm* yang sedang terjadi secara *realtime*, dan bisa juga melihat *history alarm*. Selain itu terdapat pula fitur *Confirmation Alarm and Unconfirmation Alarm*.

7. Interface Data Logger



| LOGGER SYSTEM SMART AHU | | | | | |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| Time | Variable1 | Variable2 | Variable3 | Variable4 | |
| Content0 | Content1 | Content2 | Content3 | Content4 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Marquee

Gambar 19. *Display Data Logger*

Pada menu *logger*, *user* dapat melihat data suhu dan kelembapan di setiap detiknya, selain bisa dilihat data ini pula bisa di unduh dengan hasil excell melalui *Flashdisk*.

8. Interface Information



CRAFTED BY MASRI S.M
ELECTRICAL ENGINEERING

VERSION 1.0.0 (2022.12.01) RELEASE
 IP ADDRESS HMI : 189.168.1.111
 IP ADDRESS PLC : 189.168.1.110
 SUBNET MASK : 255.255.255.0
 DEFAULT GATEWAY : 192.198.0.1
MASRISURYAZAR@GMAIL.COM
 089527822444

INSTAGRAM WHATSAPP

Gambar 20. *Display Information*

Pada menu information, terdapat informasi mengenai *Versi*, *IP adress*, dan informasi tentang penulis selaku pembuat sistem.

4. IMPLEMENTASI

4.1 Pengujian dan Analisa Alat

Pengujian alat sangat diperlukan untuk mengetahui sejauh mana alat yang telah dibuat dapat berjalan dengan baik atau masih terdapat kekurangan secara fungsi kerja yang telah dibuat. Jika alat sudah berfungsi secara baik maka alat tersebut dapat melakukan otomatisasi pada sistem tata udara. Untuk menghitung persentase kesalahan pada alat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Error = \frac{Nilai\ Terukur - Nilai\ Sebenarnya}{Nilai\ Sebenarnya} \times 100\%$$

4.1.1 Pengujian Sensor XY-MD02

Pegujian sensor XY-MD02 dilakukan untuk mengetahui seberapa akuratnya pembacaan dari sensor tersebut dalam membaca suhu dan kelembapan yang akan diukur, data yang diambil nantinya akan di *compare* dengan hasil data pengukuran suhu dan kelembapan dari sensor LM-81HT yang sudah terkalibrasi. Percobaan ini dilakukan dengan mengambil data yang dilakukan percobaan sebanyak 10 kali pada periode waktu 15 menit sekali. Berikut tabel hasil pengujian sensor XY-MD02 sebagai alat pengukur suhu dan kelembapan.

Tabel 3. Pengujian Suhu

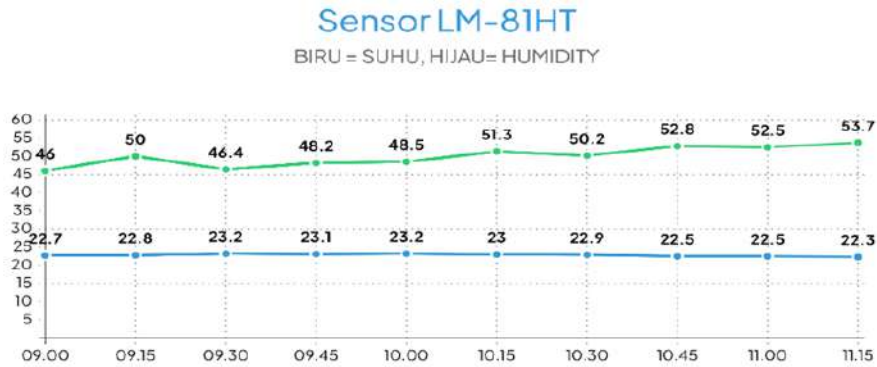
| No | Waktu | Sensor LM-81HTC | Sensor XY-MD02C' | Selisih C [C - C'] | Persentase Error % |
|--------------------|-------|-----------------|------------------|----------------------|--------------------|
| 1 | 09.00 | 22.7 | 23.0 | 0.3 | 1,3 % |
| 2 | 09.15 | 22.8 | 23.0 | 0.2 | 0.8 % |
| 3 | 09.30 | 23.2 | 23.2 | 0 | 0 % |
| 4 | 09.45 | 23.1 | 23.3 | 0.2 | 0,8 % |
| 5 | 10.00 | 23.2 | 23.6 | 0.4 | 1.7% |
| 6 | 10.15 | 23.0 | 23.1 | 0.1 | 0,4 % |
| 7 | 10.30 | 22.9 | 23.0 | 0.1 | 0.4% |
| 8 | 10.45 | 22.5 | 22.5 | 0 | 0% |
| 9 | 11.00 | 22.5 | 22.2 | 0.3 | 1.3 % |
| 10 | 11.15 | 22.3 | 22.0 | 0.3 | 1.3 % |
| Rata – Rata | | | | 0.19 c | 0,81 % |

Pada tabel pengujian 3 didapatkan data bahwa rata rata selisih pembacaan suhu adalah 0.19 Celcius dengan nilai error sebesar 0.81%.

Tabel 4. Pengujian Kelembapan

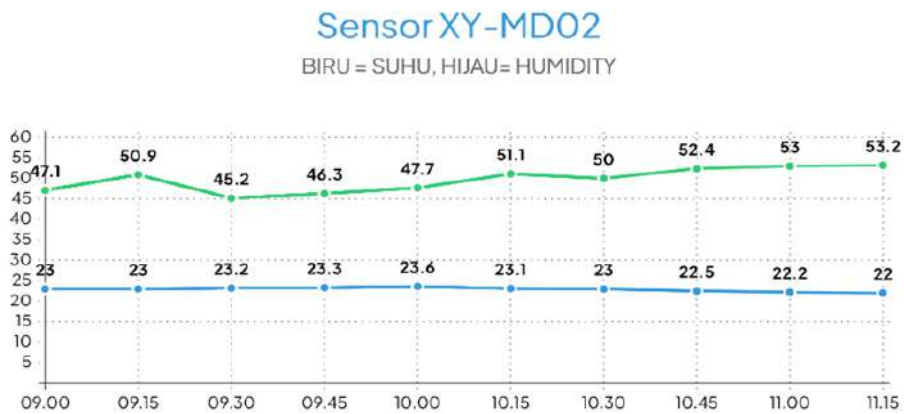
| No | Waktu | Sensor LM-81HT% | Sensor XY-MD02%' | Selisih C [% - %'] | Persentase Error % |
|--------------------|-------|-----------------|------------------|----------------------|--------------------|
| 1 | 09.00 | 46.0 | 47.1 | 1.1 | 2,3 % |
| 2 | 09.15 | 50.0 | 50.9 | 0.9 | 1.8 % |
| 3 | 09.30 | 46.4 | 45.2 | 1.2 | 2.5 % |
| 4 | 09.45 | 48.2 | 46.3 | 1.9 | 3.9 % |
| 5 | 10.00 | 48.5 | 47.7 | 0.8 | 1.6% |
| 6 | 10.15 | 51.3 | 51.1 | 0.2 | 0,3 % |
| 7 | 10.30 | 50.2 | 50.0 | 0.2 | 0.3% |
| 8 | 10.45 | 52.8 | 52.4 | 0.4 | 0.7% |
| 9 | 11.00 | 52.5 | 53.0 | 0.5 | 0.9 % |
| 10 | 11.15 | 53.7 | 53.2 | 0.5 | 0.9 % |
| Rata – Rata | | | | 0.77 % | 2.29 % |

Pada tabel pengujian 4. didapatkan data bahwa rata rata selisih pembacaan kelembapan adalah 0.77 %RH dengan nilai error sebesar 2.29%.



Gambar 21. Grafik Suhu dan Kelembapan LM-81HT

Gambar 21, menunjukkan grafik dari pembacaan suhu dan kelembapan pada sensor LM-81HT.



Gambar 22. Grafik Suhu dan Kelembapan XY-MD02

Gambar 22, menunjukkan grafik dari pembacaan suhu dan kelembapan pada sensor XY-MD02.



Gambar 23. Pengujian Dengan Sensor LM-81HT

Gambar 23, menunjukkan foto pada saat pengambilan sample di ruang operasi RSUD Siti Fatimah Palembang.

4.1.2 Pengujian Program PLC

Pengujian Program PLC ini dilakukan guna melihat hasil dari Pemrograman PLC dengan aktuator, disini ditunjukkan sistem sudah berjalan dengan baik.

Tabel 5. Pengujian Program PLC

| Pembacaan sensor | Setpoint PLC | Aktuator | Hasil uji |
|------------------|--------------|-----------------------|-----------|
| 22.5 | 21.0 | <i>Compressor ON</i> | OK |
| 22.1 | 25.0 | <i>Compressor OFF</i> | OK |
| 50.7 | 45.0 | <i>Heater 1 ON</i> | OK |
| 50.2 | 55.0 | <i>Heater 1 OFF</i> | OK |
| 51.5 | 50.0 | <i>Heater 2 ON</i> | OK |
| 51.1 | 60.0 | <i>Heater 2 OFF</i> | OK |

Pada tabel 5. menunjukkan tabel pengujian yang dilakukan kepada *compressor* dan *heater* dengan perbandingan setpoint dan hasil pembacaan sensor

4.1.3 Pengujian Display HMI

Pengujian *Display* HMI ini adalah guna memastikan tidak terdapat kesalahan yang terjadi di setiap menu nya.

Tabel 6. Pengujian *Display* HMI

| No. | Menu | Hasil uji |
|-----|--------------------------|-----------|
| 1. | <i>Main Display</i> | OK |
| 2. | <i>Overview System</i> | OK |
| 3. | <i>Setting Parameter</i> | OK |
| 4. | <i>Trend Viewer</i> | OK |
| 5. | <i>Alarm</i> | OK |
| 6. | <i>Data Logger</i> | OK |
| 7. | <i>Information</i> | OK |

Pada tabel 6 menunjukkan tabel pengujian yang dilakukan kepada interface hmi, hal ini dilakukan guna memperbaiki bug pada system.

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan perencanaan, perancangan hingga pengujian sistem kontrol smart AHU menggunakan PLC dan HMI di Ruang operasi RSUD Siti Fatimah Palembang dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat sistem kontrol yang dibuat dapat melakukan otomatisasi tata udara di ruang operasi RSUD Siti Fatimah Palembang.
2. Alat sistem kontrol yang dibuat dapat melakukan pencatatan otomatis untuk data suhu dan kelembapan kemudian di konversi menjadi data excell.
3. Hasil pembacaan suhu terdapat error sebesar 0.81 % dengan selisih rata-rata sebanyak 0.19 Celcius.
4. Hasil pembacaan Kelembapan terdapat error sebesar 2.29 % dengan selisih pengukuran rata-rata 0,77 %Rh.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil yang didapat dari pembuatan alat ini dan telah dilakukan pengujian, berikut saran yang diberikan penulis untuk penyempurnaan alat ini :

1. Dalam pemilihan sensor harus lebih di perhatikan akurasi dari sensor yang akan di teliti agar nilai error tidak terlalu besar.
2. Sebaiknya ditambahkan kontrol tekanan udara agar sistem otomasi tata udara semakin sempurna.
3. Sebaiknya ditambahkan fitur deteksi kejenuhan filter, agar mempermudah dalam melakukan perawatan AHU.

REFERENCES

- Kemenkes, (2019). "Permenkes 31 Tahun 2019," pp. 1–19, 2019.
- M. Suhu and R. Operasi, (2016). "Seminar Tugas Akhir Mei 2016 Jln Pucang Jajar Timur No. 10 Surabaya Seminar Tugas Akhir Mei 2016," pp. 19–24. "0317071.pdf."
- Puput Dani Prasetyoadi, (2016). "Menggunakan Mikrokontroler Arduino Dan Metode Logika Fuzzy Studi Kasus : Rumah Sakit Umum Nabire Papua," *Fateska*, vol. 1, no. 1, pp. 11–20.
- M. S. Nashir, W. Kartika, and S. A. Wibowo, (2022). "Pemantauan Suhu Kelembaban dan Tekanan Udara Terpusat pada Ruang Operasi Menggunakan Aplikasi Blynk," *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 3, no. 2, pp. 49–58. doi: 10.18196/mt.v3i2.12401.
- A. Saputra, (2020). "Efisiensi Penggunaan Energi Listrik pada Sistem HVAC (Heating, Ventilation, Air Conditioning)," *UIB J.*, p. 13.
- "Temperature Adalah: Pengertian, Arti dan Definisinya." [Online]. Available: <https://www.depkes.org/blog/temperature/>
- "KELEMBAPAN ~ Pusat Ilmu Pengetahuan." [Online]. Available: http://p2k.unkris.ac.id/id3/1-3065-2962/Lembap_23853_p2k-unkris.html
- "Humidity Guide." <https://www.higienis.com/blog/humidity-guide/> (accessed Dec. 06, 2022).
- "STERILISASI & DESINFEKSI KAMAR BEDAH - ppt download." [Online]. Available: <https://slideplayer.info/slide/12009624/>
- "Hygenitas dan Sterilitas Udara Ruang Operasi/OK." [Online]. Available: <https://id.linkedin.com/pulse/hygenitas-dan-sterilitas-udara-ruang-operasiok-andri-khaidir>
- "Ruang Operasi - Prima Medika Hospital." <https://www.primamedika.com/id/fasilitas-prima-medika/ruang-operasi> (accessed Dec. 06, 2022).
- "Tata Udara Ruang Operasi - PT. CDS." [Online]. Available: <https://klikcentro.com/service/hvac/tata-udara-ruang-operasi/>
- P. Irawan, H. Sumarna, and Kartini, (2019). "Perencanaan Air Handling Unit (Ahu) Pada Gedung Serbaguna Desa Lumpatan I," *Petra*, vol. 6, no. 2, pp. 43–52, 2019.
- A. Rosyada, A. R. Anhar, and I. Silanegara, (2017). "Analisis Kinerja Kondensor Unit Iv Sebelum Dan Sesudah Overhaul," *Politeknologi*, vol. 16, no. 3, pp. 233–238.
- Jumadi, A. Aziz, and R. I. Mainil, (2016). "Pengaruh penggunaan katup ekspansi jenis kapiler dan termostatik terhadap tekanan dan temperatur pada mesin pendingin siklus kompresi uap hibrida menggunakan refrigeran R22," *Jom FTEKNIK*, vol. 3, no. 2, pp. 1–4.
- "Pre-Filter / Primary Filter | DEKATECH." [Online]. Available: <https://www.dekafilter.com/produk/ahu/pre-filter/>
- "Medium Filter Industri, Rumah Sakit, Distributor Medium Filter." [Online]. Available: <https://www.dekafilter.com/produk/ahu/medium-filter/>
- "Mengenal HEPA Filter yang Banyak Digunakan Air Purifier, Apa Fungsinya?" [Online]. Available: <https://www.momsmoney.id/news/mengenal-hepa-filter-yang-banyak-digunakan-air-purifier-apa-fungsinya>
- "Komponen Penting di Dalam Air Handling Unit (AHU)." [Online]. Available: <https://www.sentrakalibrasiindustri.com/komponen-penting-di-dalam-air-handling-unit-ahu/>
- "DUCTING AC Volume Dampers Kontraktor HVAC Indonesia." [Online]. Available: <https://kontraktorhvac.com/ducting-ac-volume-dampers>
- "Apa itu Ducting? Pengertian, Fungsi, Jenis & Komponen Sistem." [Online]. Available: <https://nimbus9.tech/blog/ducting-adalah/>
- "prinsip kerja hvac Archives - PT. Titis Cahaya Sejahtera." [Online]. Available: <https://www.titiscayahasejahtera.com/tag/prinsip-kerja-hvac/>
- "Kata kunci : Sistem kontrol, HVAC system, PLC." [Online]. Available: <https://123dok.com/document/y9217wwz-kata-kunci-sistem-kontrol-hvac-system-plc.html>
- "Apa itu HMI (Human Machine Interface)? - PT Mitrainti Sejahtera Eletrindo." [Online]. Available: <https://misel.co.id/apa-itu-hmi/>