

Rancang Bangun *Remote Control Desk* Dengan *Human Machine Interface* Infor U pada Laboratorium *Airfield Lighting System (AFL) Simulator*

Suhanto¹, Setiyo², Kustori³, Prasetyo Iswahyudi⁴

^{1,2,3,4}Teknik Listrik Bandar Udara, Politeknik Penerbangan Surabaya

Jl. Jemur Andayani I Nomor 73 Surabaya

Email: suhanto@poltekpensby.ac.id

ABSTRAK

Airfield Lighting System (ALS) merupakan fasilitas dari peralatan di bandar udara yang memiliki peranan yang sangat penting. Para teknisi bandara pada umumnya adalah alumni Politeknik Penerbangan (Poltekpen) Surabaya, dimana mereka harus memiliki kemampuan yang memadai dalam memahami dan menangani saat terjadi permasalahan terkait ALS. Poltekpen Surabaya telah memiliki sebuah miniatur fasilitas ALS dengan pengendali PLC dan Control desk sebagai sarana pembelajaran bagi para taruna agar lulusannya memiliki kompetensi yang baik terkait dengan ALS. Miniatur tersebut digunakan sebagai modul praktikum pembelajaran dasar kontrol ALS dan pengaturan konfigurasi lampu-lampu visual aids. Lampu - lampu pada visual aids tersebut di atur menggunakan sebuah Constant Current Regulator (CCR) dan sebuah Programmable Logic Controller (PLC). Ada beberapa perangkat yang keberadaannya di lapangan ada tetapi belum ada di dalam miniatur, perangkat tersebut misalnya sistem pemantau arah angin dan kondisi cuaca. Oleh karena itu pada penelitian ini telah diimplementasikan sebuah sistem monitoring arah dan kecepatan angin beserta cuaca yang meliputi kelembaban dan suhu lingkungan. Displai monitoring sistem tambahan ini diintegrasikan ke dalam HMI sistem ALS yang telah ada, hal ini bertujuan agar perangkat HMI menjadi ringkas dan taruna dapat belajar mengintegrasikan antara HMI dan mikrokontroler. Sistem monitoring angin dan cuaca ini menggunakan pengolah data berupa mikrokontroler jenis AVR ATmega 328 dengan komunikasi ke HMI menggunakan jaringan ethernet dengan protokol Modbus TCP dengan software HMI yang digunakan adalah Info U. Jenis PLC yang digunakan untuk mengendalikan ALS adalah XG5000 merupakan produk LG corporation. Hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan tingkat keberhasilan pengukuran dan komunikasi data hingga 100%.

Kata Kunci: *Control desk, Human Machine Interface, InfoU, Xg 5000, Programmable Logic Controller, Constant Current Regulator, Visual Aids.*

I. PENDAHULUAN

Sistem penerangan bandar udara (*Airfield Lighting System*) adalah alat bantu pendaratan visual yang berfungsi membantu dan melayani pesawat udara yang melakukan tinggal landas, mendarat dan melakukan taxi agar dapat bergerak secara efisien dan aman yang berpedoman pada ANNEX 14 (*Aerodrome*).

Kemampuan teknisi bandara dalam mengoperasikan, merawat dan mengembangkan ALS menjadi sangat penting karena berkaitan dengan keselamatan penerbangan. Kemampuan tersebut tidak lepas dari proses pendidikan yang harus mengutamakan kualitas lulusan dengan keterampilan dan kreatifitas yang matang. Untuk mencapai tujuan tersebut Poltekpen Surabaya telah memiliki sebuah miniatur ALS yang terdiri atas lampu - lampu visual aids, control desk dan sistem kendali dengan Programmable Logic Controller (PLC). Jenis lampu visual aids cukup lengkap dan telah mewakili jenis lampu yang ada, misalnya Runway, Taxi dan sebagainya. Pada sistem control desk menggunakan seperangkat personal computer (PC) dengan tampilan HMI yang mencerminkan kondisi

lampu visual aids. Kendali lampu visual menggunakan sebuah Constant current regulator (CCR) yang di kendalikan oleh sebuah PLC. Saat ini tampilan pada HMI sangatlah sederhana, karena hanya memonitoring kondisi lampu dalam kondisi menyala atau tidak dan tidak ada menu untuk mengendalikan CCR yang jumlahnya ada 4 buah serta memonitoring tingkat kecerahan lampu visual aids. Selama ini miniatur ALS tersebut digunakan sebagai perangkat modul praktikum dasar kontrol ALS dan pengaturan konfigurasi lampu-lampu visual aids. Selain praktikum dasar ALS, taruna teknik listrik bandara juga diajarkan tentang PLC dan mikrokontroler, sehingga dengan adanya miniatur ALS tersebut mereka dapat mengimplementasikan keilmuan dasar kendali menggunakan PLC dan mikrokontroler tersebut pada miniatur tersebut.

Oleh karena itu untuk mengembangkan dan melengkapi sistem kendali dan monitoring miniatur ALS agar sesuai dengan yang ada di lapangan maka pada penelitian ini telah direncanakan dan diimplementasikan beberapa pengembangan yang meliputi pengembangan

HMI dan penambahan perangkat simulator angin dan suhu. Sistem perangkat simulator angin dan suhu menggunakan perangkat mikrokontroler dengan komunikasi menggunakan jaringan ethernet. Sistem HMI dikembangkan sehingga ALS dapat dikendalikan baik tingkat kecerahan maupun kelompok fungsional lampu visual aids, juga tampilan arah angin dan level suhu lingkungan. Tampilan HMI tersebut dibuat sederhana mungkin agar para taruna lebih mudah dalam memahami dan mengembangkan control desk.

II. DASAR TEORI

Berikut beberapa penjelasan mengenai perangkat yang digunakan pada penelitian ini. Perangkat tersebut meliputi perangkat keras dan perangkat lunak yang membentuk sebuah sub sistem dari ALS.

2.1. Control Desk

Control Desk adalah kontrol tampilan yang digunakan untuk mengoperasikan lampu-lampu visual aids sebagai bagian dari penerangan bandara. *Control Desk* dilengkapi dengan beberapa tombol untuk mengatur konfigurasi, warna dan intensitas cahaya dari lampu-lampu khusus yang akan di fokuskan ketika pesawat akan melakukan tinggal landas maupun pendaratan. *Control Desk* yang masih manual hanya terdiri atas tombol-tombol lampu yang masih baku dan sistem pengoperasiannya yang kurang efisien. Pada *Control Desk* yang lebih modern memiliki tampilan yang lebih dinamis dengan layar sentuh, sehingga lebih efisien dan fleksibel. Dari Sistem ini memudahkan teknisi ketika monitoring dan mengontrol lampu-lampu visual aids. Salah satu contoh tampilan control desk yang menggunakan penampil layar monitor komputer adalah seperti pada miniatur ALS yang ada di laboratorium *Airfield Lighting System* di Poltekpen Surabaya seperti pada gambar 1.



Gambar 1 Control Desk

2.2. Airfield Lighting System (ALS)

Sistem penerangan bandar udara (*Airfield Lighting System*) adalah alat bantu pendaratan visual yang berfungsi membantu dan melayani pesawat udara yang melakukan tinggal landas, mendarat dan melakukan taxi agar dapat bergerak secara efisien dan aman yang

berpedoman dari ANNEX 14 (*Aerodrome*). Fasilitas ini terdiri dari lampu-lampu khusus, yang memberikan isyarat dan informasi visual kepada penerbang terutama pada waktu penerbang akan melakukan pendaratan atau tinggal landas.



Gambar 2 Airfield Lighting System

Syarat dan informasi visual ini disediakan dengan mengatur konfigurasi, warna dan intensitas cahaya dari lampu-lampu khusus tersebut. Posisi lampu visual aids pada miniatur ALS di Poltekpen Surabaya seperti pada foto di gambar 2.

2.3. CONSTANT CURRENT REGULATOR (CCR)

Constant Current Regulator (CCR) merupakan suatu power supply yang digunakan di dalam dunia penerbangan untuk pemberian power pada *airport lighting system*. Jenis power supply pada CCR merupakan constant current, yaitu akan selalu mempertahankan arusnya meskipun beban rangkaian berubah ubah. Karena lokasi jarak antar lampu sangat jauh maka nilai hambatan kabel menjadi sangat besar, sehingga jika menggunakan jenis voltage source maka pada lampu yang semakin jauh dari sumber akan memiliki tingkat kecerahan yang rendah serta tidak seragam. Pada sistem yang menggunakan jenis constant current, karena rangkain beban disusun seri maka arus yang mengalir pada tiap beban akan sama dan hal ini menyebabkan tingkat kecerahan untuk semua lampu akan seragam. Sistem ALS di Poltekpen Surabaya ini menggunakan CCR dengan merk Augier. Jenis CCR ini mampu menangani beban hingga 4KW. Adapun spesifikasi CCR yang digunakan pada penelitian ini seperti pada gambar 3.



Gambar 3 CCR Augier Energy di Poltekpen Surabaya

2.4. Modbus Protokol

Protokol Modbus merupakan aturan-aturan komunikasi data dengan teknik Master-Slave. Dalam komunikasi tersebut hanya terdapat satu Master dan satu atau beberapa Slave yang membentuk sebuah jaringan. Komunikasi Modbus selalu diawali dengan query dari Master, dan Slave memberikan respon dengan mengirimkan data atau melakukan aksi sesuai perintah dari Master. Master hanya melakukan satu komunikasi dalam satu waktu. Slave hanya akan melakukan komunikasi jika ada perintah (query) dari Master dan tidak bisa melakukan komunikasi dengan Slave yang lain. Pada saat mengirimkan query ke Slave, Master menggunakan 2 mode pengalamatan, yaitu :

• Unicast mode.

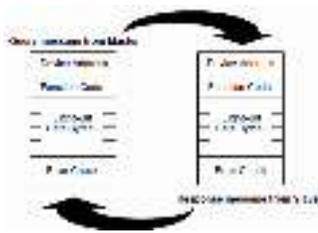
Master mengirimkan query kepada satu Slave. Setelah menerima dan memproses query, Slave akan memberikan jawaban berupa respon kepada Master.

• Broadcast mode.

Master mengirimkan perintah (query) kepada semua Slave. Pada mode pengalamatan ini Slave tidak mengirimkan respon kepada Master.

Protokol Modbus membentuk sebuah format pesan untuk query Master dan respon Slave.

Adapun siklus pengiriman query-respon ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Siklus pengiriman query-respon pada protokol Modbus.

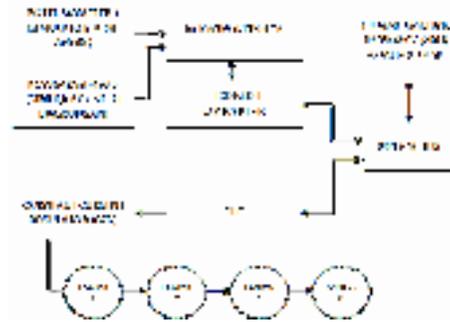
III. PERANCANGAN SISTEM

Rancangan penambahan menu pengendalian ALS dan sistem monitoring angin meliputi bagian perangkat keras dan perangkat lunak.

3.1. Diagram Blok Sistem

Sistem monitoring angin dan suhu lingkungan dikendalikan oleh mikrokontroler. Tampilah data arah angin dan suhu diintegrasikan pada HMI pada control desk ALS. Komunikasi dari mikrokontroler ke control desk menggunakan jaringan ethernet dengan protokol komunikasi Modbus TCP. Selain penambahan sistem monitoring arah angin dan suhu, pada sistem ALS

ditambahkan menu untuk mengendalikan lampu visual aids baik pada aktivasinya maupun tingkat kecerahannya.

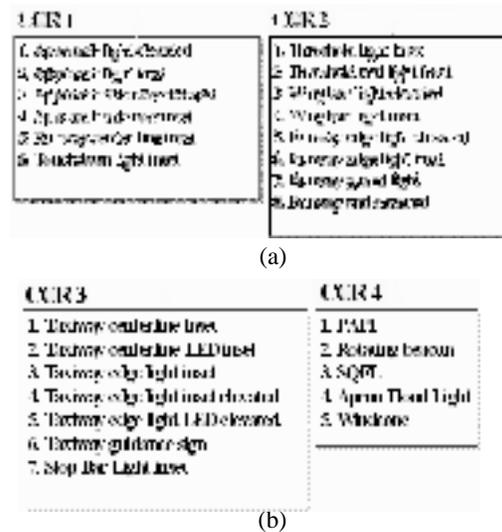


Gambar 5 Diagram blok sistem monitoring dan kontrol ALS.

Pada tambahan menu pengendalian ini tidak memerlukan penambahan perangkat keras tetapi modifikasi algoritma pada PLC dan HMI di control desk. Adapun diagram blok sistem pada penelitian ini seperti pada gambar 5

3.2. Rancangan Kendali CCR dengan PLC

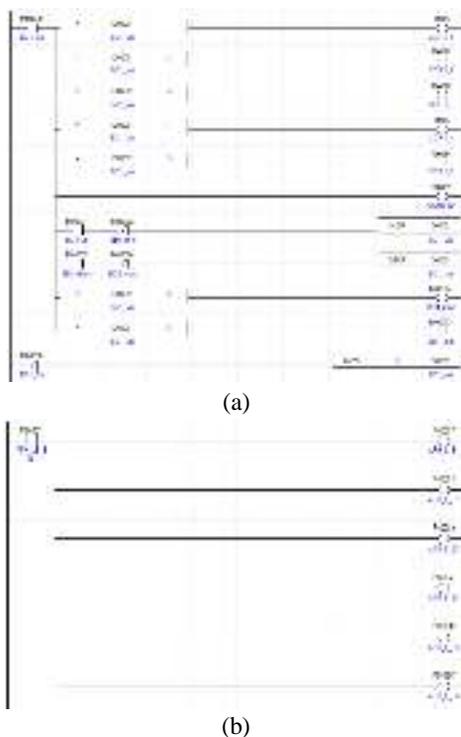
Prinsip utama ALS adalah pengendalian penyalan lampu visual aids beserta tingkat kecerahannya. Sistem ALS di Poltekpen Surabaya terdiri atas 4 buah CCR dimana masing - masing CCR akan menangani sekelompok lampu. Pembagian kelompok lampu tersebut seperti pada gambar 6



Gambar 6 Diagram blok sistem monitoring dan kontrol ALS.

Pengaturan penyalan lampu - lampu visual aids dikendalikan oleh 2 buah PLC, dimana masing - masing PLC memiliki peran yang berbeda. PLC pertama dengan alamat IP 192.168.19.13 berfungsi untuk mengatur tingkat

kecerahan penyalan lampu visual aids. Pengaturan tersebut dengan cara menseting saklar pemilihan output constant current pada CCR mulai dari level 0 hingga level 5. PLC yang kedua dengan alamat IP 192.168.19.14 berfungsi untuk mengatur koneksi arus dari CCR ke lampu. Pengaturan tersebut dengan cara mengaktifkan relay yang terpasang secara seri antara lampu dan CCR, karena tiap - tiap CCR mengendalikan beberapa group lampu visual aids. Adapun potongan ladder diagram untuk satu buah pengendalian CCR yang berada pada PLC pertama terlihat seperti pada gambar 7a Potongan ladder diagram PLC kedua sebagai pengendali relay lampu seperti pada gambar 7b



Gambar 7 Ladder diagram pada, a) Pengaturan kecerahan dengan CCR kendali PLC, b) Aktivasi lampu visual aids.

Variable D00001 dan M00000 merupakan internal memory PLC yang dapat diubah dari control desk melalui protokol Modbus.

3.3. Rancangan Menu Kontrol ALS pada HMI

Penambahan tampilan HMI pada ALS bertujuan agar masing-masing CCR dapat dikendalikan secara terpisah.



(a)



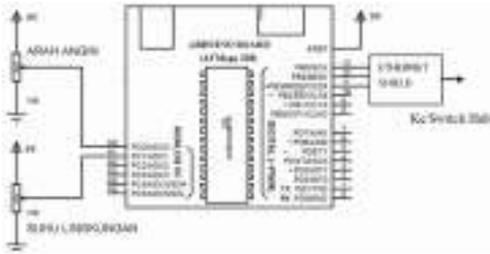
(b)

Gambar 8 a) Tampilan HMI pada kendali group lampu.
b) Tampilan HMI pada kendali group CCR.

Desain tampilan yang telah dimodifikasi adalah seperti pada gambar 8 Terdapat 2 bagian tampilan HMI yang digunakan untuk mengatur ALS. Pertama adalah tampilan menu untuk menyalakan group lampu misalnya group lampu runway center line atau Taxy centerline, sehingga jika tombol tersebut diaktifkan maka semua lampu pada group tersebut akan aktif dan dapat diatur tingkat kecerahannya. Kedua adalah tampilan menu untuk mengatur tingkat kecerahan lampu. Pengaturan ini dilakukan dengan memberikan nilai kecerahan mulai level 1 hingga 5, sehingga PLC akan mengatur saklar kendali pada CCR dan CCR akan mengeluarkan nilai arus sesuai standart.

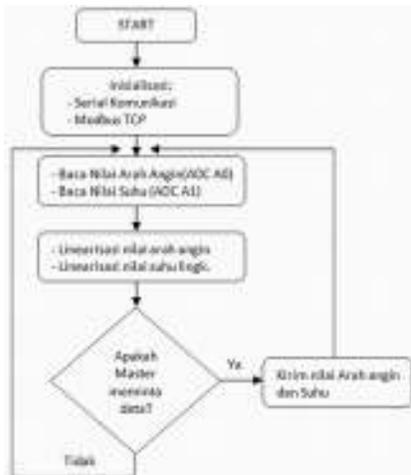
3.4. Rancangan Sistem Monitoring Arah Angin dan Suhu Lingkungan.

Sistem monitoring arah angin terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras sebagai simulator data akuisisi arah angin dan suhu lingkungan. Adapun skematik rangkaian mikrokontroler ATmega 328 dan perangkat pendukung seperti pada gambar 9



Gambar 9. Rangkaian mikrokontroler sebagai simulator arah angin dan suhu lingkungan.

Alamat memori arah angin pada modbus slave yaitu %MWO dan alamat suhu lingkungan pada %MW1 dengan alamat IP 192.168.19.15. Adapun algoritma program pada mikrokontroler seperti pada flowchart di gambar 10



Gambar 10 Flowchart algoritma program monitoring arah angin dan suhu pada mikrokontroler.

3.5. Rancangan Sistem Monitoring Arah Angin

HMI pada sistem monitoring arah angin dan suhu lingkungan terintegrasi dengan menu HMI pada monitoring dan pengendalian AFL. Tampilan menu HMI monitoring arah angin seperti pada gambar 11



Gambar 11 Tampilan HMI sistem monitoring arah angin dan suhu lingkungan.

Informasi arah angin menggunakan sebuah gauge yang menunjuk pada sumber arah angin dengan 0 derajat pada posisi Utara, sedangkan suhu lingkungan ditampilkan dalam bentuk bar dengan range 0 - 100 derajat celcius.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

Pengujian pada sistem hasil perancangan dan telah diimplementasikan bertujuan untuk mengetahui karakteristik kinerja sistem.

4.1. Pengujian dan analisa tag management HMI yang terkoneksi dengan PLC dan mikrokontroler.

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan komunikasi antara HMI dengan PLC atau mikrokontroler. Pengujian ini dilakukan dengan mengaktifkan tombol kendali pada HMI dan mengamati output PLC yang terhubung dengan CCR. Status koneksi antara HMI dengan PLC dan mikrokontroler dapat dilihat pada Tag manager yang merupakan bagian dari OPC di software Info U. Hasil pengujian menunjukkan komunikasi berhasil dengan status di Tag Name AFL_PLC_ReadSuccess dalam kondisi Read OK. Tampilan Tag Manager tersebut terlihat seperti pada gambar 12.

Name	Data Type	Units	Status
AFL_PLC_ReadSuccess	Bool	Bool	Read OK
AFL_PLC_ReadTemp	Real	°C	Read OK
AFL_PLC_ReadWindDir	Real	°	Read OK
AFL_PLC_ReadWindSpd	Real	m/s	Read OK
AFL_PLC_ReadWindDirRaw	Real	°	Read OK
AFL_PLC_ReadWindSpdRaw	Real	m/s	Read OK
AFL_PLC_ReadWindDirRaw2	Real	°	Read OK
AFL_PLC_ReadWindSpdRaw2	Real	m/s	Read OK
AFL_PLC_ReadWindDirRaw3	Real	°	Read OK
AFL_PLC_ReadWindSpdRaw3	Real	m/s	Read OK
AFL_PLC_ReadWindDirRaw4	Real	°	Read OK
AFL_PLC_ReadWindSpdRaw4	Real	m/s	Read OK
AFL_PLC_ReadWindDirRaw5	Real	°	Read OK
AFL_PLC_ReadWindSpdRaw5	Real	m/s	Read OK
AFL_PLC_ReadWindDirRaw6	Real	°	Read OK
AFL_PLC_ReadWindSpdRaw6	Real	m/s	Read OK
AFL_PLC_ReadWindDirRaw7	Real	°	Read OK
AFL_PLC_ReadWindSpdRaw7	Real	m/s	Read OK
AFL_PLC_ReadWindDirRaw8	Real	°	Read OK
AFL_PLC_ReadWindSpdRaw8	Real	m/s	Read OK
AFL_PLC_ReadWindDirRaw9	Real	°	Read OK
AFL_PLC_ReadWindSpdRaw9	Real	m/s	Read OK
AFL_PLC_ReadWindDirRaw10	Real	°	Read OK
AFL_PLC_ReadWindSpdRaw10	Real	m/s	Read OK

Gambar 12 Tag Manager pada HMI Info U

Pengujian selanjutnya adalah dengan memberikan masukan berupa aktivasi tombol pada HMI dan mengamati kondisi output PLC. Hasil pengujian ini terlihat seperti pada tabel 1.

Tabel 1 Hasil pengujian kendali dan respon antara HMI dan PLC

NO	NAMA TOMBOL HMI	STATUS HMI	OUTPUT PLC
1	CCR 1	ON	ON
2	CCR 2	ON	ON
3	CCR 3	ON	ON
4	CCR 4	ON	ON
5	Approach Light, elevated	ON	ON
6	Approach Light, inset	ON	ON
7	Approach Side Row, elevated	ON	ON
8	Approach Side Row, inset	ON	ON
9	Runway Centerline, inset	ON	ON
10	Touchdown Light, inset	ON	ON
11	Threshold Light, Inset	ON	ON
12	Threshold End Light, Inset	ON	ON
13	Wing Bar Light, elevated	ON	ON
14	Wing Bar Light, inset	ON	ON
15	Runway Edge Light, elevated	ON	ON
16	Runway Edge Light, inset	ON	ON
17	Runway Guard Light	ON	ON
18	Runway End , elevated	ON	ON
19	Taxiway Centerline, inset	ON	ON
20	Taxiway Centerline LED, inset	ON	ON
21	Taxiway Edge Light, inset	ON	ON
22	Taxiway Edge Light, elevated	ON	ON
23	Taxiway Edge Light LED, elevated	ON	ON
24	Taxiway guidance Sign	ON	ON
25	Stop Bar Light, inset	ON	ON
26	PAPI (precision approach path indicator)	ON	ON
27	Sequence Flasher, elevated	ON	ON

Terlihat dari tabel 1 tersebut, semua komponen peralatan lampu visual aids dapat dikendalikan dari HMI dengan baik.

4.2. Pengujian dan Analisa pengaturan brightness CCR

Pengujian pengaturan kecerahan atau brightness dilakukan untuk mengetahui kinerja CCR dan keberhasilan pengendalian CCR dari HMI. Pengujian ini dilakukan dengan mengubah nilai setting CCR pada HMI mulai dari brightness level 0 hingga level 5, kemudian diamati nilai output CCR. Hasil Pengujian ini terlihat pada tabel 2

Tabel 2 Hasil pengujian brightness lampu dari HMI

NO	Nilai Level HMI	Output arus CCR1 (A)	Output arus CCR2 (A)	Output arus CCR3 (A)	Output arus CCR4 (A)
1	1	2,81	2,80	2,78	2,81
2	2	3,39	3,40	3,40	3,39
3	3	4,10	4,10	4,10	4,11
4	4	5,21	5,21	5,21	5,22
5	5	6,6	6,6	6,6	6,6

Hasil pengujian pada tabel 2 menunjukkan output CCR sesuai dengan seting yang dilakukan di HMI. Hal ini menunjukkan sistem bekerja berhasil 100% .

4.3. Pengujian dan Analisa Monitoring Arah Angin dan suhu lingkungan.

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan komunikasi antara HMI dengan mikrokontroler. Pengujian ini dilakukan dengan mengubah nilai arah angin melalui potensiometer 1 dan nilai suhu lingkungan melalui potensiometer 2, kemudian nilai yang di mikrokontroler (tampilan LCD) dibandingkan dengan nilai yang ditampilkan di HMI. Hasil pengujian yang dilakukan diperoleh hasil seperti pada tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengujian komunikasi antara HMI dan mikrokontroler

NO	Nilai di Mikrokontroler		Nilai di HMI		Kesalahan (%)
	Arah angin (Derajat)	Suhu Lingk. (°C)	Arah angin (Derajat)	Suhu Lingk. (°C)	
1	0	25	0	25	0
2	60	30	60	30	0
3	120	40	120	40	0
4	270	50	270	50	0
5	350	80	350	80	0
Rerata					0

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 3 terlihat komunikasi antara mikrokontroler dengan HMI bekerja dengan baik dengan tingkat keberhasilan 100%. Hal ini karena dalam komunikasi modbus terdapat proses verifikasi data, sehingga jika terjadi kehilangan data akibat noise atau yang lain, data tersebut tidak diproses dan master akan mengirimkan perintah untuk mengirim ulang.

V. PENUTUP

Simpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari perencanaan hingga pengujian sistem adalah sebagai berikut:

1. Control desk yang dilengkapi HMI mampu melakukan monitoring dan kontrol pada sistem ALS dan simulator arah angin menggunakan mikrokontroler.
2. Pengaturan CCR melalui HMI pada control desk bekerja dengan baik dengan tingkat keberhasilan 100%.
3. Simulator arah angin dan suhu lingkungan mampu berkomunikasi dengan HMI di control desk dengan tingkat keberhasilan 100%.
4. Komunikasi antara HMI dan PLC menggunakan protokol modbus TCP sangat efektif dan mampu menangani slave dengan jumlah yang cukup banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sharma, Nutan; Pande, Tanuja; Shukla. 2011. "Survey of Power Line Communication". Kanpur, India.
- [2] Lestari, Jati dan Grace Gata. 2011. "Webcam monitoring ruangan menggunakan sensor gerak PIR (Passive Infra Red)". Vol 8, no.2, hlm 3.
- [3] Gifson, Albert dan Slamet. 2009. "Sistem Pemantau Ruang Jarak Jauh Dengan Sensor Passive Infra Red Berbasis Mikrokontroler AT89S52". Jurnal telkomnika, Vol 7, no.3, hlm 202-203.
- [4] Radius Dwiatmojo. Meningkatkan Kinerja Infrared Optocoupler Dengan Teknik Modulasi Cahaya. Jurnal Kolaborasi Elektrika. Universitas Negeri Jakarta, 2010.
- [5] Li, Mingfu dan Hung-Ju Lin. 2015. "Design and Implementation of Smart Home Control Systems Based on Wireless Sensor Networks and Power Line Communications". IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 62 No. 7, Hal. 4430 – 4442.