



Rancang bangun Kontrol dan Monitoring pada *Prototype Emergency Solar Runway Edge Light*

Design of Control dan Monitoring Prototype of Emergency Solar Runway Edge Light

Castro Van Bronson¹, Taryana²

castrobronsonaee19@gmail.com, ppi@ppicurug.ac.id

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

ABSTRAK

Kebutuhan sistem Remote Kontrol semakin meningkat, memudahkan manusia untuk dapat mengoptimalkan kinerja pada pekerjaan setiap waktu. Tujuan penelitian ini adalah merancang sistem kontrol lampu seperti pada kasus runway di salah satu bandara Indonesia yang terjadi short pada kedua sirkuitnya. akibatnya sejumlah penerbangan bandara itu dialihkan ke bandara yang lainnya, biasanya kita menggunakan lampu emergency darurat. Penelitian ini bertujuan untuk mengontrol lampu prototype emergency solar runway edge light dengan menggunakan alat komunikasi jarak jauh radio frekuensi dengan dua arah. Mikrokontroler Arduino Nano 328 dimanfaatkan sebagai alat untuk memproses data dari sistem yang berfungsi untuk mengirim perintah ke modul client dan mengirim data sensor arus dan tegangan ke modul console untuk ditampilkan di sistem monitoring. Metodologi yang digunakan adalah metode Pustaka, Observasi serta rancangan alat, Bahasa Pemrograman yang digunakan adalah bahasa C. dengan sistem ini mempermudah untuk pengoperasian lampu yang lebih praktis.

Kata kunci: Remote Kontrol; Sistem Monitoring; Mikrokontroler Arduino Nano 328; Prototype Emergency Solar Runway Edge Light

ABSTRACT

The need for remote control systems is increasing, making it easier for humans to be able to optimize performance on the job at any time. The purpose of this study is to design a light control system as in the case of the runway at one of Indonesia's airports that occurred short on both circuits. As a result, a number of airport flights were diverted to other airports, usually, we use emergency lights. This research aims to control the prototype emergency solar runway edge light by using a long-distance radio frequency communication tool in two directions. Arduino Nano 328 microcontroller is used as a tool to process data from the system that serves to send commands to the client module and send current and voltage sensor data to the console module to be displayed in the monitoring system. The methodology used is the method of Literature, Observation, and tool design, the Programming language used is C. with this system makes it easier for more practical operation of lights.

Keywords: Remote Control; Monitoring System; Arduino Nano 328 Microcontroller; Prototype Emergency Solar Runway Edge Light

1. PENDAHULUAN

Perkembangan dalam dunia teknologi menyebabkan peningkatan kebutuhan alat untuk membantu manusia, diantaranya kebutuhan sistem remote kontrol yang dapat memudahkan manusia untuk dapat mengoptimalkan kinerja pada pekerjaan disetiap waktu.

Kemajuan teknologi di bidang elektronika dan instrumentasi yang memasuki segala bidang kehidupan, diantaranya pada teknologi pengoperasian jarak jauh dan sistem monitoring.

Seperti yang disebutkan dalam *Aerodrome Design Manual Part 5 Electrical System* bagian *separation of lighting facilities* menyebutkan bahwa adanya CCR *standby* tetapi saat ini kondisi di bandar udara tersebut belum memiliki fasilitas CCR *spare*. Karena hal tersebut ada sembilan penerbangan pada malam itu ditunda dan pesawat yang akan mendarat di Batam dialihkan ke Bandara Pekanbaru. Kemudian setelah kejadian tersebut pihak bandar udara meminta kepada Kementerian Perhubungan agar menggunakan alat bantu penerangan *runway portabel* dengan tujuan meminimalisir dampak kerugian penerbangan di Bandara Hang Nadim Batam. di sisi udara dimana jangkauanya sangat luas, nantinya pengoperasiannya pada alat ini mencapai ± 2 KM dan di dalamnya terdapat komponen *potensimeter slider* yang dapat mengatur tingkat kecerahan lampu. [ANEX, ICAO, 2016]

Kemudian untuk sistem monitoringnya sendiri menggunakan LCD character yang dapat menampilkan status pengoperasian pada lampu, seperti indikator tegangan dan arus pada prototype tersebut. Yang nantinya rancangan ini berbentuk portable agar memudahkan para teknisi memonitoring pengoperasian, salah satu peralatan visual aids ketika dalam keadaan emergency.

2. METODE

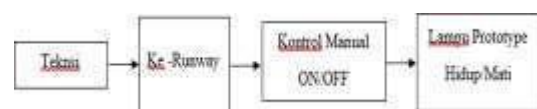
Tahap ini, penulis menggunakan alat bantu pendukung teori, buku – buku Pustaka, sumber dari internet dan jurnal, refrensi – refrensi atau sumber lain yang berkaitan dengan sistem kontrol lampu menggunakan remote kontrol dan tambahan sistem monitoring. Berdasarkan hasil studi literatur penulis mendapatkan materi – materi yang akan digunakan untuk penelitian ini, yaitu cara – cara merancang alat dan komponen – komponen yang harus digunakan dalam merangkai alat, Hal ini dilakukan untuk memberikan gambaran umum secara tidak langsung dari perencanaan. Selain dari konsep perencanaan yang akan dibuat, bagian ini akan membahas mengenai waktu dan lokasi perencanaan, Desain Perencanaan serta cara kerja Perancangan ini.

Metode Pengumpulan Data

1. Desain Perancangan

Perlu diketahui pada bagian ini penulis akan menjelaskan konsep dari rancangan yang akan dibuat. Berkaitan dengan hal ini, penulis menginginkan agar terdapat pengoperasian jarak jauh dan tambahan sistem monitoring pada lampu *Prototype Emergency Solar Runway Edge Light* memudahkan para teknisi untuk pengoperasiannya. Rancang bangun yang akan dibuat adalah kontrol dan monitoring dimana pengoperasiannya menggunakan radio frekuensi dengan tambahan sistem monitoring LCD character 2×16 . [U. J. Shobrina, R. Primananda, And R. Maulana, 2018]

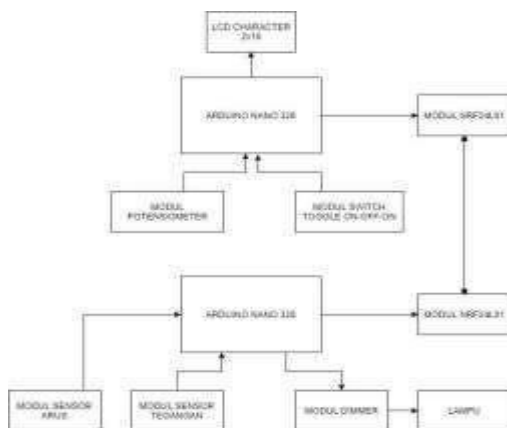
Berdasarkan kondisi yang akan dibuat pada lampu *prototype* masih dioperasikan secara manual



Gambar.1 Blok Diagram Kondisi Saat Ini
(Sumber: Dokumen Pribadi)

Berdasarkan kondisi tersebut, penulis menginginkan pengoperasian otomatis. Kondisi dengan adanya rancangan ini adalah sebuah pengoperasian remote kontrol jarak jauh yang menggunakan radio frekuensi dengan tambahan sistem monitoring LCD character, yang nantinya berbentuk *portable*. Perancangan sistem secara keseluruhan terdapat modul pemancar atau disebut modul *console* dan modul penerima disebut modul *client*.

Pada rancangan ini terdapat dua modul Arduino Nano 328 yang berfungsi sebagai otak dalam rancangan ini dengan memproses data dan mengirim data dan modul NRF24L01 sebagai alat komunikasi jarak jauh yang saling memancarkan radio frekuensi. Dalam rangkaian modul utama yaitu modul *console* terdapat modul switch toggle ON- OFF-ON dan modul potensiometer untuk mengatur tingkat kecerahan lampu kemudian ada Arduino Nano 328 dan LCD 2 × 16 sebagai penampil aksi kendali dengan adanya modul sensor, bersamaan dengan modul penerima, yang didalamnya terdapat modul NRF24L01, Arduino Nano, modul sensor dan modul dimmer.



Gambar 2. Wiring komponen
(Sumber: Dokumen Pribadi)

Pada proses penentuan alat dan bahan, membuat rancangan pengoperasian dengan alat komunikasi jarak jauh dan tambahan sistem monitoring, terdiri dari modul utama

yang disebut modul *console* dan modul *client* yang didalamnya terdapat modul-modul dan komponen pendukung sebagai berikut:

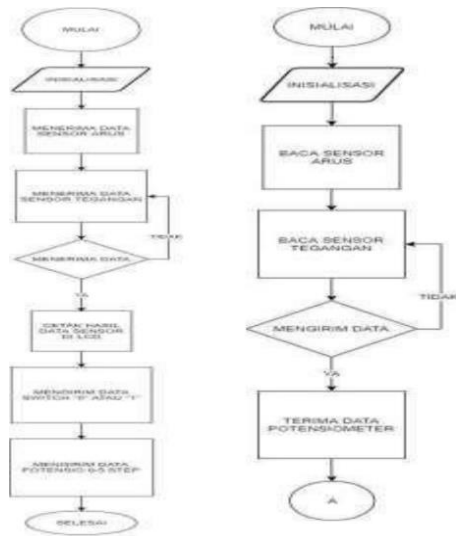
- Modul NRF24L01.
- Modul Arduino Nano 328.
- LCD (*Liquid Crystal Display*) 2×16.
- Modul *Voltage Sensor Module For Arduino*.
- Modul ACS712 Current Sensor 20 A.
- Mosfet Power Switch DC 400W.
- Holder Battery Kotak 9V.
- Potensiometer Stereo 100K WH148.
- Knop Cap Rotary Encoder Potensiometer.
- Saklar Toggle MTS-203 Switch DPDT ON-OFF-ON.
- PCB Lubang Prototype PCB Bolong 13× 25 cm.

2. Cara Kerja Perancangan

Pada rancang bangun ini, memiliki beberapa tahapan pada cara kerja perancangan dimulai dari rancang bangun instrument lalu pemrograman pada arduino nano 328 yang sudah disetting dari computer ke Arduino kemudian dilanjutkan dengan perancangan elektronik skala kecil. Sebuah rancangan pengoperasian jarak jauh dengan dua arah yang menggunakan alat modul komunikasi jarak jauh disebut modul NRF24L01 yang ditempatkan pada kedua modul utama yaitu modul *console* dan modul *client* begitu juga untuk modul Arduino Nano 328 di kedua modul utama tersebut yang berfungsi sebagai pengolah data.

Dimulai dari sebuah modul *console* yang dipegang atau dikendalikan oleh operator untuk memberi perintah kepada modul *client*, yang dipasang pada lampu *prototype emergency solar runway edge light* dengan *menjumper* rangkaian saklar manual. Lalu proses inialisasi dimana mikrokontroler yang digunakan, memanggil library (mempersiapkan perintah-perintah saat menggunakan mikrokontroler Arduino), kemudian sensor arus dan tegangan pada modul *client* mendeteksi dan membaca status lampu *prototype* tersebut kemudian diterima oleh modul *console*, dan diolah oleh arduino nano 328 untuk dikirim ke LCD *character* 2×16 sebagai tampilan proses pengoperasian. Dan modul ini memberikan perintah switch toggle ON-OFF-ON dan ada juga modul potensiometer untuk mengatur tingkat

kecerahan lampu yang dioperasikan oleh operator atau teknisi. nano 328 untuk dikirim ke LCD *character* 2×16 sebagai tampilan proses pengoperasian.



Gambar 3. Flowchart Modul Console

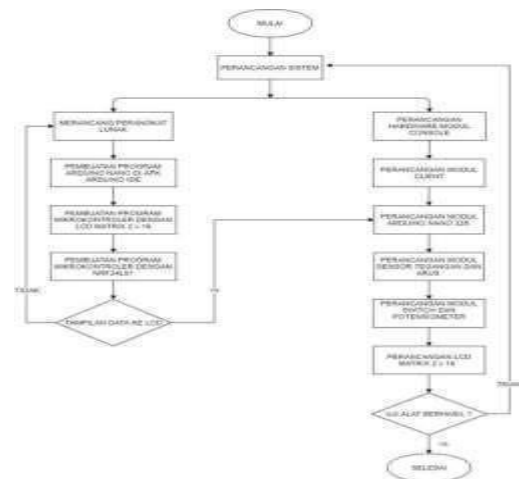


Gambar 4. Flowchart Modul Client

pada *Prototype Emergency Solar Runway Edge Light* yang nantinya dipasang pada lampu *prototype* tersebut untuk pengoperasian jarak jauh. Dengan kondisi yang ada saat ini masih manual dalam pengoperasiannya, pada rancangan ini penulis menggunakan perangkat keras (*Hardware*) dan juga perangkat lunak (*Software*) dimana proses pemrograman mikrokontroler dilakukan pada software Arduino IDE dan untuk perangkat keras (*Hardware*) yang digunakan remote kontrol dua arah yang fisiknya berbentuk portable.

Komponen-komponen yang digunakan terdiri dari modul *transmitter* atau disebut modul *console*, LED *character* 2×16, modul *receiver* atau disebut modul *client* yang di dalamnya ada modul NRF24L01, yang berfungsi untuk komunikasi jarak jauh yang dipasang juga dirangkaian pada modul *console* kemudian modul switch ON-OFF-ON pengoperasian lampu dan modul potensiometer sebagai pengatur tingkat kecerahan lampu, lalu ada modul sensor arus, modul tegangan dan terakhir modul Arduino Nano 328 yang dipasang juga pada rangkaian modul *console* mengolah proses pengiriman data dan di modul client inputnya diperoleh dari hasil baca sensor arus dan tegangan dan *output* dari arduino nano 328.

Tahapan Pembuatan Rancangan



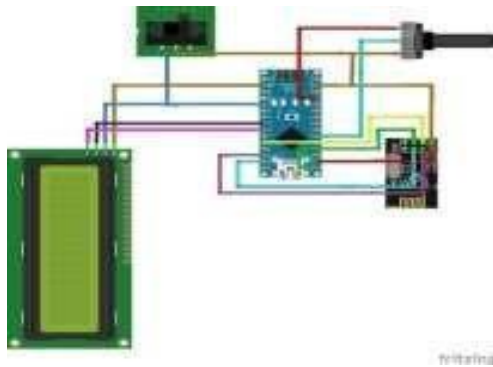
Gambar 5. Flowchart Tahapan Pembuatan Rancangan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

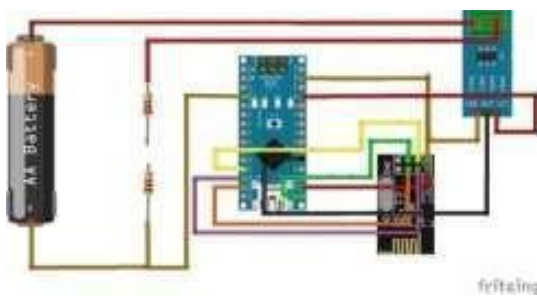
Perangkat Keras (*Hardware*)

Gambaran Umum Sistem Rancangan Dengan mengacu pada teori-teori dasar yang digunakan dalam perancangan, khususnya menjelaskan proses perancangan kontrol dan monitoring pada tahap pembuatan rancangan hardware, alat ini terdiri dari dua rancangan utama yaitu modul console dan modul client yang didalamnya terdiri

dari beberapa modul lagi.



Gambar 6. Rancangan Modul Console



Gambar 7. Rancangan Modul Client

Pada tahapan ini penulis melakukan beberapa pengujian pada beberapa modul yang ada pada modul utama yaitu modul *console* dan modul *client*. Adapaun beberapa modul yang ada pada modul utama yang ingin dilakukan pengujian

a. Baterai sebagai catu daya 9V

Pada rancangan alat yang dibuat ini membutuhkan baterai sebagai sumber catu daya mikrokontroler. Untuk *console* dan LCD *character* 2x6 tidak memerlukan catu daya sendiri, melainkan mendapat catu daya dari mikrokontroler. Catu daya yang digunakan yaitu baterai yang keluarannya menghasilkan tegangan 9 VDC, tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui keluaran, sudah stabil atau belum.



Gambar 8. Pengujian Catu Daya

Cara pengujian:

- Siapkan baterai yang akan diuji.

- Hubungkan baterai ke input mikrokontroler *console*.
- Ukur output dari mikrokontroler *console* menggunakan Avometer.

Hasil pengukuran pada catu daya ini bisa dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1 Hasil Pengujian Catu Daya

<i>Uji ke-</i>	<i>Tegangan Input</i>	<i>Tegangan Output</i>
1	9 VDC	9 VDC
2	9.1 VDC	9 VDC
3	9 VDC	9 VDC

Dari hasil pengujian, didapatkan kesimpulan bahwa baterai berada pada kondisi baik. Dari 3 percobaan yang telah dilakukan, keluaran baterai sebagai catu daya terbilang stabil.

b. Arduino Nano 328

Arduino Nano 328 dapat menghubungkan modul pengontrolan untuk pengoperasian dan sistem monitoring ke LCD *character* 2x16. Tujuan dari pengujian pada Arduino Nano 328 berfungsi untuk mengecek kesiapan kondisi modul mikrokontroler *console* dan mikrokontroler *client*.

Didalam arduino nano terdapat beberapa *pin* (masukan) dan *port* (keluaran).

Pada *pin* yang mendapat data yang dikirim dari modul *console* ke modul *client* dan data tersebut diolah untuk ditampilkan pada LED *character* 2 x 16.

Tujuan dari pengujian pada arduino nano ini untuk mengecek kesiapan kondisi *board* arduino nano dalam menerima perintah



Gambar 9. Pengujian Arduino Nano 328 Pada Modul Console (Sumber: Dokmen Pribadi)

Cara pengujian:

- Hubungkan Arduino Nano dengan *power supply* dengan menjalankan program kerja alat dengan status ON.
- Lihat tampilan status pengoperasian lampu *prototype* pada LED.
- Tempelkan *probe* merah AVO meter pada pin *Vcc* dan *probe* hitam pada *pin Ground*.
- Cek tegangan yang mengalir.

Hasil pengujian arduino nano ini bisa dilihat pada tabel dibawah:

Tabel 2. Hasil Pengujian Arduino Nano 328 pada modul Console

Uji ke-	Tegangan Input	Tegangan Output
1	9 VDC	4.9 VDC
2	9 VDC	5 VDC
3	9 VDC	5. VDC

Dari hasil pengujian, didapatkan kesimpulan bahwa Arduino Nano 328 berfungsi dengan baik. Hal ini dibuktikan dengan tegangan yang mengalir pada arduino sebesar $\pm 5Vdc$. Selain itu dilihat juga dari indikator monitoring yang menampilkan status pengoperasian di LCD 2×16 yang telah dihubungkan dengan arduino nano maka arduino nano masih berfungsi dengan baik.

Dari hasil pengujian, didapatkan kesimpulan bahwa Arduino Nano 328 berfungsi dengan baik. Hal ini dibuktikan dengan tegangan yang mengalir pada arduino sebesar $\pm 5Vdc$. Selain itu dilihat juga dari indikator monitoring yang menampilkan status pengoperasian di LCD *character* 2×16 yang telah dihubungkan dengan arduino nano maka arduino nano masih berfungsi dengan baik

c. Modul NRF24L01 Pada Console

Sebuah modul komunikasi jarak jauh yang bekerja pada gelombang RF 2,4-2,5 GHz. Dalam rancangan ini dibuat remote pengoperasian jarak jauh dengan dua arah. Modul ini menggunakan *Serial Peripheral Interface* (SPI) untuk komunikasi Tegangan kerja dari modul ini adalah 5 Vdc. Konsumsi arus pada modul ini sangat rendah yaitu 9 mA. Pin yang terdapat pada modul NRF24L01 adalah VCC, GND, CSN, CE, MOSI, MISO, IRQ.

Pin VCC atau pin power pada modul NRF24L01 yang berfungsi untuk input tegangan sebesar 3,3 V. Pin GND atau disebut *pin ground* pada modul berfungsi untuk menghubungkan modul ke *ground* pada sistem ini. Pin CE atau disebut pin *Chip Enable* pada modul berfungsi untuk mengaktifkan komunikasi SPI (*Serial Peripheral Interface*). Pin CSN atau disebut *Chip Select Not* pada modul berfungsi untuk mengaktifkan input *high* atau memastikan SPI pada keadaan selain High. Pin SCK atau disebut *Serial Clock* pada modul berfungsi untuk memasukan *input clock* pada komunikasi SPI.



Gambar 10. Pengujian Program pada Arduino IDE
 (Sumber: Dokmen Pribadi)

Tabel 3. Hasil Pengujian NRF24L01 pada Modul Console

Uji ke-	Tegangan Input	Output NRF24L01
1	3.4 VDC	BAIK
2	3.5 VDC	BAIK
3	3.4 VDC	BAIK

Cara pengujian:

- Hubungkan modul NRF24L01 ke Arduino Nano 328.
- Sambungkan Arduino Nano dengan PC.
- Buka *Software* Arduino IDE.
- Klik pada program untuk modul NRF24L01.
- Upload program ke board Arduino Nano 328.
- Klik icon Serial Monitor pada pojok kanan atas Arduino IDE.
- Kemudian Cek tegangan Input Pada Modul tersebut
- Tempelkan *probe* merah AVO meter pada pin *Vcc* dan *probe* hitam pada *pin Ground*.



Gambar 12. Pengujian NRF24L01 pada Modul Client. (Sumber: Dokmen Pribadi)

Cara pengujian :

- Hubungkan NRF24L01 pada modul *client* dengan sudah tersambung catu daya.
- Tempelkan *probe* merah AVO meter pada pin *Vcc* dan *probe* hitam pada *pin Ground*.
- Cek tegangan yang mengalir

d. Modul NRF24L01 Pada Client

Pada rancangan ini modul NRF24L01 digunakan untuk modul client. Tujuan dari pengujian ini untuk mengecek kesiapan modul NRF24L01 dalam kesiapan komunikasi jarak jauh dalam pengoperasian. [J. Shobrina. R, Primananda And R. Maulana, 2018]

Dari hasil pengujian, didapatkan kesimpulan bahwa NRF24L01 pada modul *client* berfungsi dengan baik. Hal ini dibuktikan dengan tegangan yang mengalir pada NRF24L01 3.5 Vdc.

Tabel 5. Hasil Pengujian NRF24L01 pada Modul Client

Uji ke-	Tegangan Input	Output
1	3.5 VDC	BAIK
2	3.5 VDC	BAIK
3	3.5 VDC	BAIK

e. LCD Character 2 × 16

LCD untuk memonitoring yang telah dirangkai sedemikian rupa, perlu dilakukan uji coba. Pada pengujian tampilan LCD Character 2 × 16 ini untuk memastikan pengolahan data yang diterima dan ditampilkan pada komponen tersebut sudah bekerja dengan baik.

Cara pengujian:

- Hidupkan tombol ON pada switch toggle pada modul *console* dengan sudah tersambung catu daya.
- Tempelkan *probe* merah AVO meter pada pin *Vcc* dan *probe* hitam pada *pin Ground*.
- Cek tegangan yang mengalir.

Tabel 6. Hasil Pengujian LCD Character 2 × 16

Uji ke-	Tegangan Input	Output DMD
1	5 VDC	MENYALA
2	4.9 VDC	MENYALA



Gambar 11. Pengujian LCD Character 2×16 (Sumber: Dokmen Pribadi)

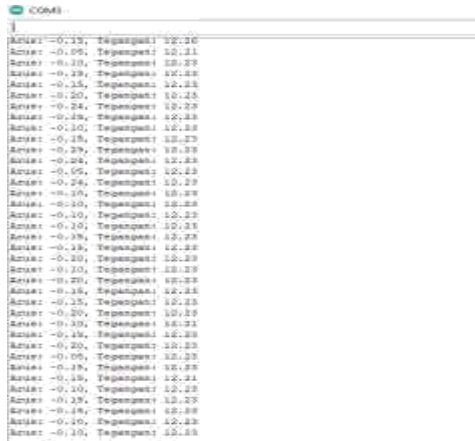
Dari hasil pengujian, didapatkan kesimpulan bahwa komponen tersebut dapat berfungsi dengan baik. Hal ini dibuktikan dengan 2 kali percobaan yang menunjukkan bahwa LCD *character* 2×16 dalam kondisi baik

f. Modul Sensor Arus

Modul sensor arus pada rancangan ini menggunakan sensor arus ACS712 sensor yang berfungsi membaca arus pada lampu prototype lalu diproses oleh arduino nano dan dikirim ke LCD character 2×16. Sensor arus terdiri dari

dari rangkaian elektronik yang berfungsi mengubah arus menjadi tegangan listrik sensor arus yang digunakan dalam rancangan ini ACS712 20 A

Pada pengujian modul ini dilakukan untuk memastikan modul berfungsi agar dapat ditampilkan di modul LCD character 2x16 sudah bekerja dengan baik. Pada pengujian ini didapatkan data yang telah dibaca oleh sensor tersebut sebagai berikut



Gambar 13. Pengujian Modul Sensor Arus Dengan Hasil Data (Sumber: Dokumen Pribadi)

Cara pengujian:

- Hubungkan modul sensor arus dengan arduino nano 328.
- Hubungkan arduino nano 328 ke PC.
- Buka software Arduino IDE
- Klik pada program untuk modul sensor arus dan tegangan
- Upload program dari PC ke Arduino Nano 328.

Tabel 7. Hasil Pengujian Modul Sensor Arus

Uji ke-	Input Arus	Output Arus
1	20 A	20 A
2	20 A	20.1 A
3	20 A	20 A

Dari hasil pengujian didapatkan kesimpulan bahwa modul sensor arus berfungsi dengan baik. Hal ini dibuktikan dengan 3 kali percobaan yang menunjukkan bahwa modul tersebut dalam keadaan baik.

Modul Sensor Tegangan

Pada rancangan ini penulis menggunakan sensortegangan sebagai sensor yang dapat

membaca tegangan pada lampu prototype tersebut lalu diproses oleh arduino nano dan dikirim ke LCD character 2x16 untuk ditampilkan. Sensor tegangan umumnya merupakan rangkaian pembagi tegangan atau pembagi tegangan konvensional. Pada pengujian modul ini dilakukan untuk memastikan modul berfungsi agar dapat ditampilkan di modul LCD character 2x16 sudah bekerja dengan baik.

Tabel 8. Hasil Pengujian Modul Sensor Tegangan

Uji ke-	Input Tegangan	Output Tegangan
1	12 A	12.23 VDC
2	12 A	12.22 VDC
3	12 A	12.22 VDC

Dari hasil pengujian didapatkan kesimpulan bahwa modul sensor tegangan berfungsi dengan baik. Hal ini dibuktikan dengan 3 kali percobaan yang menunjukkan bahwa modul tersebut dalam keadaan baik.

2. Perangkat lunak (Software)

Pada rangkaian alat ini, perangkat lunak (software) yang digunakan adalah Arduino Integrated Development Environment (IDE). Hasil pengujian pada pemrograman mikrokontroler dengan Arduino IDE bisa dilihat pada tabel berikut:

Tabel 9. Hasil Pengujian Pemrograman Pada Arduino IDE

Uji ke-	Program	Status Verify
1	Modul Console pada Arduino Nano 328	DONE
2	Modul Client pada Arduino Nano 328	DONE
3	Modul LCD character 2x16 pada Arduino Nano 328	DONE

Pengujian

Deskripsi Pengujian

Setelah melakukan perancangan langkah berikutnya menguji serta menganalisa rancangan pengoperasian jarak jauh yang telah dibuat. Pengujian ini bertujuan apakah rancangan sudah sesuai dengan pengoperasian yang diinginkan atau belum serta mengetahui apa saja kekurangan yang harus diperbaiki.

Untuk melakukan pengujian tersebut diperlukan beberapa alat bantu diantaranya:

- a. Google Maps
- b. Handphone untuk merekam pengujian
- c. Kabel NYMHYO
- d. Tang
- e. Multitester

Prosedur Pengujian

Proses pengujian dilakukan setelah semua rangkaian telah siap. Dan langkah pengujian sebagai berikut

- Menyambungkan sumber tegangan 12 VDC dari aki ke modul client dengan cara menjumper rangkaian
- pengoperasian manual dengan kabel NYMHYO
- dan pastikan penyambungan tidak terbalik, tetapi dalam hal ini dilakukan pada catu daya replika *prototype* tersebut

Interpretasi Hasil Pengujian

Dari hasil uji coba rancang bangun kontrol dan monitoring pada *emergency solar runway edge light*, dapat bekerja dengan baik secara keseluruhan tetapi dikarenakan keadaan masih pandemi maka diuji coba menggunakan sejenis lampu *prototype* tersebut. Dan pada rancangan ini dapat mengoperasikan lebih dari satu lampu, dengan syarat terdapat modul *client* disetiap lampu dengan cara membedakan alamat disetiap kedua modul tersebut.

Tetapi pada rancangan ini masih terdapat kekurangan pada jarak yang bisa ditempuh yaitu ± 2 KM, ketika dilakukan pengujian hanya dapat mengoperasikan dengan jarak 1200 M seperti pada hasil pengujian yang dapat dilihat pada table uji coba keempat. Lalu ketika dilakukan uji coba kelima dengan jarak ± 1300 lampu tidak dapat dioperasikan. Hal ini diharapkan kedepannya ada pengembangan lebih lanjut, sehingga bisa diaplikasikan pada dunia penerbangan salah satunya wilayah sisi udara

4. KESIMPULAN

1. Sistem monitoring yang digunakan pada rancangan ini untuk pengoperasian jarak jauh memudahkan teknisi atau operator dalam mengoperasikan lampu.
2. Dengan melihat status lampu ketika nyala dan tampilan data sensor arus dan tegangan. Hasil tampilan di layer LCD character 2×16

3. Sebagai referensi pengembangan pengoperasian lebih dari satu lampu.

Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah diuraikan, rancang bangun kontrol dan monitoring *prototype emergency solar runway edge light* ini masih memiliki kekurangan. Maka penulis memiliki beberapa saran terhadap rancangan yang dibuat, sebagai berikut

1. Di karenakan dengan jarak ± 2 KM dalam status pengoperasiannya masih kurang ketika diterapkan di runway dari unit PH, penulis memiliki saran dengan mengatasi kendala dengan cara mengirim data secara estafet dari satu lampu ke lampu lain contohnya lampu 60 ke 59 dengan data yang sudah di programkan di Arduino IDE sehingga untuk pengoperasiannya tetap satu modul *console*.
2. Menggunakan LCD dengan ukuran yang lebih besar agar dapat memuat data – data banyak yang dibutuhkan digunakan pada pengoperasian lebih dari satu lampu.
3. Pendalaman lebih lanjut agar pengoperasian dengan kendali komunikasi jarak jauh dengan dua arah mencapai target yang sesuai untuk pengoperasiannya yaitu ± 2 KM.
4. Mencari referensi tentang pengoperasian jarak jauh dengan rancangan dua arah agar dapat diaplikasikan di dunia penerbangan

Daftar Pustaka

B. W. Utomo, 2010 “Pintu Otomatis Menggunakan Remote Control “
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Mencapai Gelar Ahli Madya PrograM Diploma III Ilmu Komputer.

International Civil Aviation Organization (ICAO) 2016, *Aerodromes Design & Operations - Annex 14*, Vol. I, No. July. 2016.

M. Intensity, 2016 “Sp-401 Solar Runway Edge Light,” Pp. 1– 2,

- U. J. Shobrina, R. Primananda, And R. Maulana, 2018 “Analisis Kinerja Pengiriman Data Modul Transceiver NRF24101 , Xbee Dan Wifi ESP8266 Pada Wireless Sensor Network,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. Dan Ilmu Komput.*, Vol. 2, No. 4, Pp. 1510–1517, 2018.
- Y. B. Yonanda, “Monitoring Arus Beban Yang Tersalurkan Pada Gardu Induk PLTU Gresik Dengan Android Menggunakan Bluetooth HC-O5 Berbasis Mikrokontroler ARM,” *Gresik*, Pp. 6–16, 2017
- N. Jenggawah, S. Pada, K. Berpikir, K. Dan, And M. Belajar, Digital Digital repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Jember Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember.