

Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Runway Threshold Identifier Light Berbasis Mikrokontroler di Bandar Udara Haluoleo

Harlan ^{1)*}, Luther Pagiling ¹⁾, Achmad Nur Aliansyah ¹⁾, Nita Zelfia Dinianti Luzi Mulyawati ¹⁾

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo, Jl. HEA Mokodompit Kendari, Indonesia

Diterima : 5 November 2023

Direvisi : 15 November 2023

Disetujui : 28 November 2023

Abstrak

Dalam transportasi udara dikenal Airfield Lighting System yang merupakan salah satu instrument keselamatan standar penerbangan yang harus ada di setiap bandar udara yang beroperasi di dunia. Terkait dengan perlunya instrument pendukung AFL terutama Approach Light System yang merupakan peralatan navigasi pada ke 2 ambang landasan untuk meningkatkan pergerakan pesawat udara dan keselamatan penerbang, maka seluruh fasilitas listrik dan elektronika di bandar udara harus mempunyai kualitas yang memadai baik di tinjau dari aspek teknis hingga aspek operasional. Untuk dapat membantu teknisi dalam melakukan perawatan di landasan pacu khususnya pada peralatan penunjang penerbangan dalam hal ini Runway Threshold Identifier Light dilakukan penelitian yang bertujuan untuk membangun sebuah alat yang dapat memonitoring lampu RTIL yang berada di landasan pacu Bandar Udara Haluoleo. Alat ini terdiri atas Arduino mega 2560 yang dilengkapi dengan Ethernet shield agar dapat terhubung ke jaringan internet, PZEM 004-T untuk mengetahui nilai arus dan tegangan pada lampu RTIL, Relay untuk menyalakan dan mematikan lampu RTIL, dan TP-link untuk pengiriman data dengan sistem point to point. System ini juga dilengkapi dengan aplikasi web yang akan digunakan untuk menampilkan hasil monitoring besar arus dan tegangan dimana nilai arus ini akan mendeskripsikan kondisi lampu RTIL di lapangan serta aplikasi ini juga memiliki kontrol terhadap lampu RTIL. Penelitian ini menghasilkan sebuah rancangan alat yang dapat memudahkan teknisi dalam melakukan monitoring di landasan pacu bandar udara haluoleo.

Kata kunci: Arduino, PZEM 004-T, RTIL, Sistem Monitoring.

Design of Prototype Control and Monitoring System Runway Threshold Identifier Light based on Mikrokontroler in Haluoleo Airpiort

Abstract

In air transportation, the Airfield Lighting System is known which is one of the standard flight safety instruments that must exist at every airport operating in the world. In relation to the need for AFL supporting instruments, especially the Approach Light System which is navigation equipment on the 2 thresholds of the runway to improve aircraft movement and pilot safety, all electrical and electronic facilities at the airport must have adequate quality both from the technical aspect to the technical aspect. operational. To be able to assist technicians in carrying out maintenance on the runway, especially on flight support equipment, in this case Runway Threshold Identifier Light, a study was carried out which aims to build a device that can monitor RTIL lights on the runway at Haluoleo Airport. This tool consists of an Arduino mega 2560 which is equipped with an Ethernet shield to connect to the internet network, PZEM 004-T to determine the current and voltage values for the RTIL lamp, a relay to turn the RTIL lamp on and off, and a TP-link for sending data with the system. point to point. This system is also equipped with a web application that will be used to display the results of monitoring the magnitude of current and voltage where this current value will describe the condition of the RTIL lamp in the field and this application also has control over the RTIL lamp. This research resulted in a design tool that can facilitate technicians in monitoring on the runway of haluoleo airport.

Keywords: Arduino, PZEM 004-T, RTIL, Monitoring System

PENDAHULUAN

Bandar udara merupakan Kawasan yang digunakan sebagai lokasi untuk pesawat mendarat, lepas landas, naik turunnya penumpang pesawat, dan tempat perpindahan intra serta antar moda transportasi, dimana bandara dilengkapi dengan fasilitas keselamatan, keamanan penerbangan dan fasilitas untuk menunjang kegiatan lainnya. Bagian utama dari bandar udara adalah landasan pacu (*runway*), daerah manuver, dan landasan penghubung

* Korespondensi penulis, e-mail: harlanelektro012@gmail.com

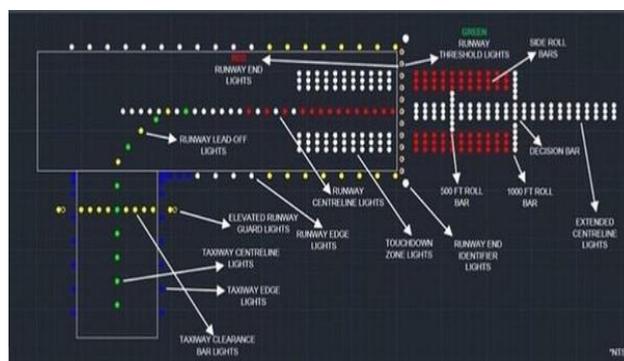
(taxiway). Daerah ini menjadi tempat untuk pergerakan pesawat yg digunakan untuk tinggal landas (take off) dan mendarat (landing) (Najamudin, 2019). Dalam hal menunjang proses tinggal landas dan mendarat pesawat maka perlu diperhatikan prosedur keselamatan yang telah di tetapkan oleh Undang-Undang, hal ini diperlukan untuk menunjang keselamatan pengguna transportasi jalur udara. Dalam transportasi udara dikenal Airfield Lighting System yang merupakan salah satu instrument keselamatan standar penerbangan yang harus ada di setiap bandar udara yang beroperasi di dunia. Ada 3 instrumen utama dalam pengoperasian AFL (airfield Lighting System), yaitu lighting and configuration, sistem kontrol AFL, serta instalasi AFL. Instrumen pendukung ini terdiri atas jenis lampu, catu daya, dan komponen proteksi serta sistem control dan prosedur instalasi lapangan.

Terkait dengan perlunya instrument pendukung AFL terutama Approach Light System yang merupakan peralatan navigasi pada ke 2 ambang landasan untuk meningkatkan pergerakan pesawat udara dan keselamatan penerbang, maka seluruh fasilitas listrik dan elektronika di bandar udara harus mempunyai kualitas yang memadai baik di tinjau dari aspek teknis hingga aspek operasional. Salah satu persyaratan agar suatu peralatan listrik dapat terpenuhi yaitu melalui standar persyaratan Precision Approach Light System pada ke 2 ambang landasan pacu sesuai dengan ketentuan yang berlaku (Agustini, 2012).

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan selama mengikuti kerja praktek elektrik di bandar udara Haluoleo, peralatan penunjang untuk Precision Approach Light System masih memiliki kekurangan, yaitu belum adanya Approach sebagai penunjang bagi penerbang untuk melakukan pendekatan ke runway. Bandar udara Haluoleo ini menggunakan RTIL (RUNWAY THRESHOLD IDENTIFIER LIGHT) sebagai navigasi bahwa area tersebut adalah ambang batas landasan. Tidak seperti lampu runway lainnya yang supply daya listriknya melalui CCR (Constant Current Regulator), RTIL yang ada di bandara ini disuplai langsung dari PH (Power House) tanpa melalui CCR.

Teknisi yang bekerja dilapangan melakukan monitoring pada RTIL dengan cara manual dimana teknisi melakukan checking terhadap RTIL dengan meninjau secara langsung ke tempat lampu tersebut berada. Berdasarkan pengamatan yang saya lakukan teknisi kesulitan dalam melakukan monitoring pada RTIL yang lokasinya jauh yaitu berada dia ambang batas landasan pacu sehingga apabila dilakukan checking pada RTIL membutuhkan waktu yang lama. Sehingga penelitian ini berfokus pada perancangan prototype sistem kontrol dan monitoring RTIL berbasis mikrokontroler. Rancangan ini akan menunjang pengontrolan dan monitoring arus dan tegangan RTIL sehingga adanya masalah pada RTIL dapat diketahui secara langsung tanpa harus melakukan pengecekan di area runway.

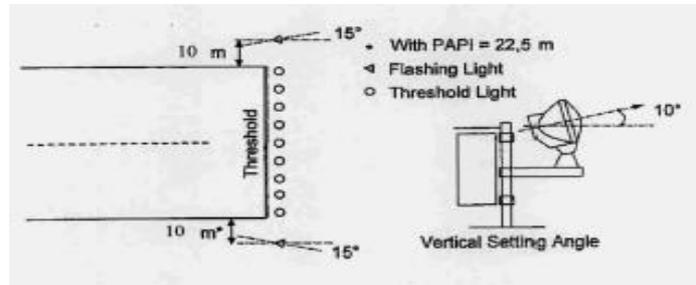
Airfield lighting system merupakan alat bantu pendaratan visual yang berfungsi untu membantu dan melayani pesawat terbang selama tinggal landas, mendarat dan melakukan taxi agar pesawat dapat bergerak secara aman dan efisien. AFL terdiri atas susunan jenis lampu yang memberikan pencahayaan sehingga penerbang dapat mengetahui lokasi dan keadaan suatu runway. Pencahayaan bandara adalah fitur keselamatan penting yang diperlukan di setiap titik untuk memfasilitasi penerbangan ketika melakukan pendaratan. Lampu landasan pacu lapangan terbang terdiri dari berbagai jenis lampu dengan fungsinya masing-masing. Lampu landasan pacu bandara memberikan sinyal cahaya kepada pilot untuk pesawat lepas landas, mendarat dan meluncur (Basharudin et al, 2016).



Gambar 1. Dena pencahayaan landasan pacu

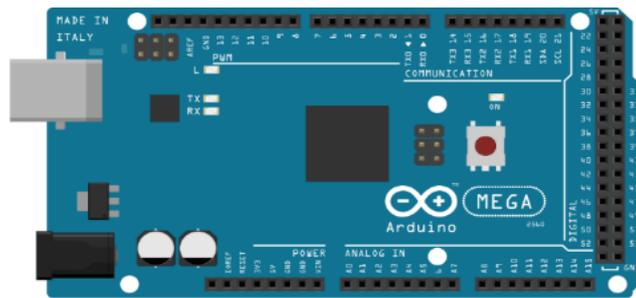
Runway Threshold Identification Lights (RTIL) adalah lampu yang dipasang sebagai navigasi visual untuk memberikan petunjuk kepada penerbang letak posisi ambang batas landasan pacu. RTIL hendaknya dipasang pada non-precision approach runway untuk menambah kontras/kejelasan sebuah ambang batas suatu landasan, atau ketika tidak memungkinkan untuk memberikan alat bantu approach lighting lainnya. RTIL haruslah terletak simetris terhadap garis tengah runway, selaras dengan ambang batas landasan pacu dan sekitar 10 m diluar setiap

garis dari runway edge lights. RTIL memancarkan cahaya putih berkedip dengan frekuensi kedipan 60 sampai 120 kali perment. Pusat sorotan lampu ini masing-masing 15° ke luar dari garis yang paralel dengan runway center line dan miring dengan sudut 10° secara horizontal (Wiratama et al, 2019).



Gambar 2. Runway Threshold Identification Lights (RTIL)

Arduino merupakan board berbasis mikrokontroler atau papan dengan rangkaian elektronik open source dimana di dalam board ini terdapat komponen utama berupa sebuah chip mikrokontroler jenis AVR yang dikembangkan oleh perusahaan Atmel. Mikrokontroler merupakan chip atau IC (integrated circuit) yang dapat diprogram menggunakan computer. Tujuan menyimpan program pada mikrokontroler adalah untuk membuat rangkaian elektronik dapat membaca inputan, kemudian memproses input tersebut sehingga menghasilkan output sesuai dengan yang diinginkan. Jadi mikrokontroler dapat disebut sebagai otak yang akan mengendalikan proses input serta output sebuah rangkaian elektronik (Vimal et al, 2017).



Gambar 3. Arduino Mega 2560

Ethernet Shield W5100 merupakan modul yang berfungsi untuk menghubungkan board Arduino dengan jaringan internet. hal ini didasari dengan adanya chip ethernet Wiznet W5100 yang menyediakan sebuah jaringan (IP) stack yang dapat melakukan TCP/UDP. Apabila dilihat dari datasheet-nya yang bisa di download di internet. perangkat ini juga bisa mendukung koneksi socket simultan (TCP, UDP, IPv4, ARP, ICMP, IGMP, PPPoE). Modul ethernet shield ini juga memiliki slot mikro SD yang dapat berfungsi sebagai tempat penyimpanan file yang dapat diakses melalui jaringan. Apabila ingin menggunakan mikro SD card maka harus menggunakan library SD. Ethernet shield W5100 ini dapat dipasangkan langsung ke Arduino uno dan Arduino Mega (Khumaidi, 2019).



Gambar 4. Ethernet Shield W5100

Relay merupakan saklar mekanik yang dapat di kendalikan dan dikontrol secara elektronik. Saklar yang terdapat pada relay akan mengalami perubahan posisi OFF dan On Ketika armature pada relay diberikan energi elektro magnetik. Pada dasarnya relay terdiri atas dua bagian utama yaitu saklar mekanik dan sistem pembangkit elektromagnetik. Relay dapat digunakan untuk mengontrol motor AC dengan rangkaian control DC atau jenis beban lain dengan sumber tegangan berbeda antara tegangan beban dengan tegangan rangkaian control. Relay

sering kali diaplikasikan untuk kontrol ON/OFF beban, selector pemilih hubungan, rangkaian delay dan pemutus arus pada kondisi tertentu (Abdullah, 2019).



Gambar 5. Relay

Berdasarkan prinsip kerjanya relay adalah tuas saklar dengan lilitan kawat pada solenoid (batang besi) di dekatnya. Ketika solenoid dialiri oleh arus listrik, tuas saklar akan mendapat tarikan medan magnet yang bersumber dari solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. ketika arus listrik tidak diterima oleh solenoid maka gaya magnet akan hilang, kemudian saklar akan kembali terbuka.

PZEM-004T merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur tegangan rms, arus rms, frequency, dan daya aktif yang dapat dihubungkan melalui berbagai jenis microcontroller seperti Arduino dan open source lainnya. Model ini dibundel dengan kumparan trafo arus diameter 3mm, dapat digunakan untuk mengukur arus maksimal sebesar 100 A.



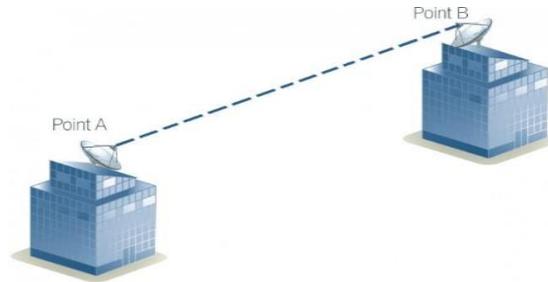
Gambar 5. Module PZEM-004T

Web browser merupakan perangkat lunak yang dapat digunakan untuk mengakses halaman web untuk memperoleh informasi yang jelas dan mudah di baca. Sumber informasi akan diidentifikasi dengan Uniform Resource Identifier (URI) dan akan menjadi halaman web, gambar, video, dan konten lainnya. Pada saat ini banyak sekali tersedia berbagai engine browser yang ada dalam perangkat lunak. Diantaranya yang biasa digunakan adalah, chrome, Firefox, Seamonkey Safari dan Opera. Web browser mampu mengirim dan menerima email , mengelola HTML, sebagai input dan menjadikan halaman web sebagai halaman output yang informative (Aryani et al, 2015)

Layanan web merupakan layanan yang tersedia melalui internet dan menggunakan sistem pesan dengan standar XML dan tidak terikat pada suatu sistem operasi atau Bahasa pemrograman. Untuk menjalankan XML ada beberapa alternatif yang dapat digunakan diantaranya Remote Procedure Calls XML (XML-RPC) atau SOAP atau bisa menggunakan HTTP GET/POST dimana sistem ini dapat menjalankan dokumen XML. Dalam penggunaannya diantaranya web server yang merupakan perangkat lunak yang dapat memberikan layanan HTTP atau HTTPS dari klien yang dikenal dengan web browser dan mengirimkan hasilnya dalam bentuk halaman-halaman web yang umumnya dalam bentuk dokumen HTML. Protocol TCP/IP yang ada pada browser memungkinkan semua computer dapat berkomunikasi satu dengan yang lainnya. Ketika browser meminta data web page ke browser maka permintaan data oleh browser dikemas dalam TCP yang merupakan protocol transport dan dikirim ke alamat dengan menggunakan protocol berikutnya yaitu hypertext transfer protocol (HTTP). HTTP ini adalah protocol yang digunakan dalam WORLD WIDE WEB (WWW) antara seluruh computer yang terhubung di seluruh jaringan. Data yg di passing dari browser ke web server disebut sebagai HTTP request. Data yg dikirim dari server ke browser disebut sebagai HTTP response. Jika data yg diminta oleh browser tidak ditemukan oleh si Web server maka akan menampilkan error yg sering anda lihat di web page yaitu Error : 404 Page Not Found (Yogiswara, 2015).

Jaringan merupakan sebuah sistem yang terdiri atas dua computer dan perangkat jaringan lainnya yang terhubung untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Jaringan juga sering diartikan sebagai himpunan interkoneksi yang terhubung dengan media transmisi kabel atau tanpa kabel. Point to point jaringan nirkabel merupakan cara untuk menghubungkan dua jaringan yang sulit untuk dilewati kabel jaringan dan berada dilokasi yang berbeda (Prabowo et al, 2016). Point to point wireless adalah arsitektur jaringan yang sangat sederhana untuk menghubungkan dua lokasi dengan menggunakan jaringan nirkabel. Point to point link nirkabel ini bisa digunakan dengan jarak pendek dengan jarak hanya beberapa ratus meter, namun dengan point to point wireless

mampu mengirim data di lokasi yang berbeda dengan jarak hingga puluhan mil. Penggunaan point to point dapat dipengaruhi oleh lokasi sekitar diantaranya ketinggian terutama bangunan yang berada di area tersebut dan juga tingkat daya serat frekuensi dari perangkat radio ethernet. Point to point sering diaplikasikan untuk aplikasi telekomunikasi, keamanan, dan jaringan. Biasanya untuk penempatan point to point ini berada di lokasi yang terbuka sehingga kinerja dari link nirkabel bisa lebih maksimal (Bhakti et al, 2017).

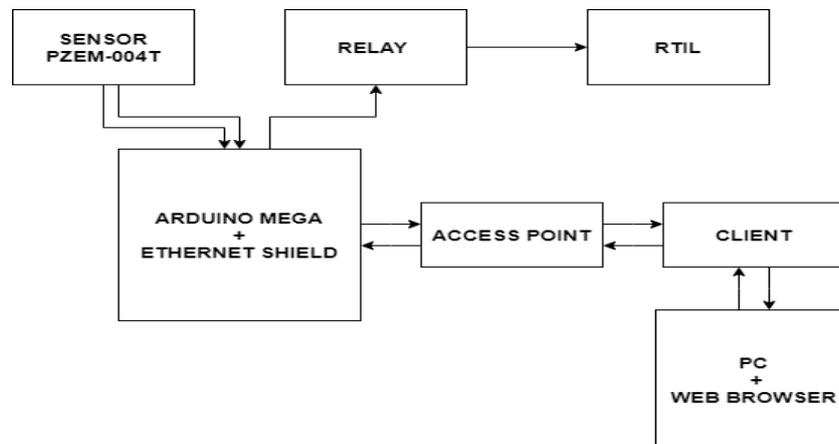


Gambar 7. Point to Point

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk memudahkan operator dalam memonitoring kondisi RTIL. Mengingat fungsi RTIL dalam penerbangan sangat penting dalam memberikan informasi kepada pilot saat melakukan pendaratan.

METODE

Perancangan pembuatan prototype sistem kontrol dan monitoring RTIL mengacu pada blok diagram yang ditunjukkan pada Gambar 8. Sistem yang dibuat bertujuan untuk mengontrol RTIL dan memonitoring nilai tegangan dan arus pada RTIL. RTIL memiliki 1 2 inputan yaitu arus dan tegangan yang berasal dari pembacaan sensor PZEM-004T dan output berupa relay yang akan mengontrol arus listrik yang menuju ke miniatur RTIL.

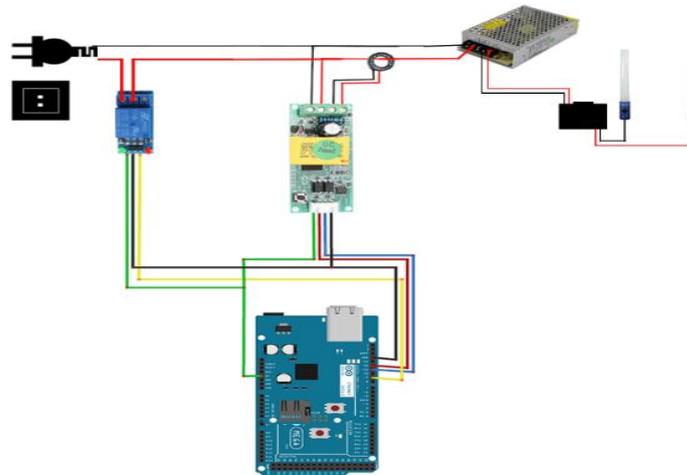


Gambar 8 Diagram Blok Perancangan Sistem

Gambar 8 dapat dilihat bahwa sistem ini menggunakan sensor PZEM-004T sebagai input dan relay sebagai output pada mikrokontroler. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino mega yang digabungkan dengan ethernet shield agar komunikasi data dapat dilakukan melalui internet dengan mengakses IP dari ethernet shield. Sensor PZEM-004T akan memberikan inputan berupa nilai arus dan tegangan dari RTIL yang kemudian data tersebut dikirimkan dari jarak jauh dengan menggunakan WIFI yang di seting sebagai access point, dimana access point ini memberikan sinyal yang ditangkap oleh WIFI yang telah di seting sebagai client. Client yang telah terhubung langsung dengan PC membuat kita dapat terhubung langsung dengan IP dari ethernet shield sehingga kita dapat melakukan komunikasi data dengan mikrokontroler. Dari IP yang di akses melalui web browser bisa mengirimkan request pada mikrokontroler untuk dapat mengontrol arus RTIL dengan menggunakan module relay.

Rancangan perangkat keras keseluruhan meliputi perancangan penggunaan sensor PZEM-004T dan module relay sebagai pengontrol arus listrik dengan menggunakan mikrokontroler. Sistem kontrol pada RTIL memanfaatkan module relay untuk memutus arus listrik. Hal ini berfungsi untuk mematikan dan menghidupkan lampu Ketika sedang tidak ada pesawat yang mendekati runway. Untuk sensor PZEM-004T digunakan untuk mengetahui nilai arus dan tegangan yang ada pada RTIL. Sensor PZEM-004T dan relay ini dikontrol langsung menggunakan Arduino mega yang dihubungkan langsung dengan ethernet shield sehingga layanan yang

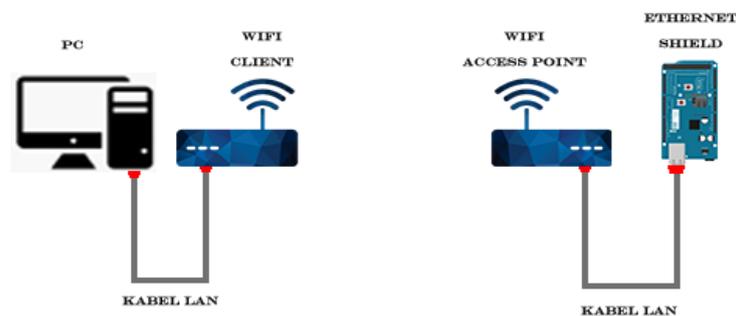
diberikan dapat diakses melalui internet, mikrokontroler akan melakukan request pada sensor PZEM-004T untuk mendapatkan nilai arus dan tegangan dimana hasil pembacaan arus dan tegangan ini akan dikirimkan menggunakan sistem point to point yang dapat mengirimkan data dari jarak jauh. Kemudian data yang didapatkan akan ditampilkan dan dikelola oleh web browser. Gambar 9 menunjukkan rancangan perangkat keras.



Gambar 9 Rancangan perangkat keras

Pada perancangan perangkat lunak ini berupa proses pembuatan program. Perancangan program ini terbagi menjadi dua yaitu pemrograman pada mikrokontroler dan pemrograman web. Pemrograman pada sistem mikrokontroler menggunakan aplikasi Arduino IDE dengan menggunakan Bahasa C. pada perancangan program di aplikasi Arduino akan memuat seluruh program yang akan mengontrol secara langsung mikrokontroler sehingga dapat membaca arus dan tegangan serta mengontrol module relay berdasarkan logika perintah yang diberikan. Untuk sistem yang menampilkan data hasil monitoring yaitu web browser menggunakan Bahasa markah yaitu HTML dan bahasa pemrograman web yaitu JavaScript dan CSS, Bahasa pemrograman CSS digunakan untuk memberikan tampilan yang menarik, Bahasa pemrograman JavaScript untuk menampilkan kondisi miniatur RTIL berdasarkan nilai arus dan tegangan.

Perancangan sistem komunikasi dibangun agar sistem dapat dikendalikan dari jarak jauh. Sistem komunikasi ini merupakan sistem point to point yang mana sistem ini terdiri atas WIFI sebagai access point dan WIFI sebagai client. WIFI sebagai access point dimaksudkan dapat ditempatkan di miniatur runway sedangkan client ditempatkan pada PC.



Gambar 10. Perancangan Sistem komunikasi point to point

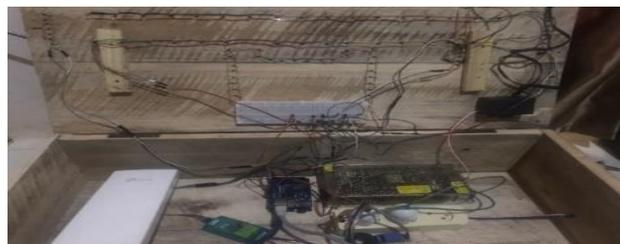
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan prototype dilakukan dengan menyesuaikan hasil perancangan perangkat keras yang telah di buat. Mulai dari pembuatan kerangka body dari prototype, pemasangan lampu RTIL, menghubungkan lampu RTIL dengan sensor PZEM-004T dan relay, menghubungkan sensor PZEM-004T dan relay dengan mikrokontroler.



Gambar 10. Miniatur RTIL

Konfigurasi relay sebagai saklar pada kabel RTIL untuk mematikan dan menyalakan RTIL. Relay di setting sesuai dengan rancangan dimana keadaan awal pada relay adalah normally open. Pin vcc relay dihubungkan dengan pin 5 Volt Arduino dan pin GND relay dihubungkan pada GND Arduino serta pin input pada relay dihubungkan pada pin digital 2 Arduino. Sementara untuk sensor PZEM004-T memiliki current transformer (CT) yang berbentuk lingkaran bulat dimana di tengahnya memiliki sela yang digunakan untuk memasukan kabel fase dari RTIL. sensor PZEM-004T terhubung dengan mikrokontroler Arduino melalui Pin VCC dihubungkan dengan pin 5-volt Arduino, pin GND PZEM-004T dihubungkan dengan GND Arduino dan pin RX dan TX PZEM-004T dihubungkan dengan pin 11 dan 12 pin digital Arduino.



Gambar 11. Rangkaian Keseluruhan

Pembuatan aplikasi web sebagai interface antara pengguna dan mikrokontroler. Aplikasi ini dibangun dengan menggunakan bahasa markah HTML, bahasa pemrograman CSS dan bahasa pemrograman Javascript. Pembuatan aplikasi ini disesuaikan dengan hasil rancangan program perangkat lunak yang mana aplikasi ini dapat digunakan untuk mengontrol dan menampilkan hasil pembacaan arus dan tegangan dari RTIL. Agar aplikasi bisa berjalan di web browser maka digunakan bahasa markah HTML untuk menuliskan teks. Pengkodean pada HTML sangat penting agar dapat menggunakan struktur kode sederhana tag dan atribut untuk memberikan markah pada halaman situs web. Struktur kode, seperti tag pada HTML ini merupakan pembangun utama dari aplikasi. Tag ini juga akan digunakan dalam pengimplementasian JavaScript dan CSS agar aplikasi ini lebih hidup. CSS dan JavaScript akan menggunakan dom selection dimana mengambil nama tag atau nilai atribut dari HTML. Untuk membuat tampilan dari aplikasi ini lebih menarik digunakan bahasa pemrograman CSS dimana bahasa pemrograman ini akan memberikan style yang lebih menarik pada tampilan aplikasi website. Program CSS disini dibangun di dalam tag head HTML dengan tag style sebagai tag CSS.

JavaScript digunakan untuk membuat halaman web dinamis, JavaScript disini digunakan untuk melakukan request dan respon. melalui Asynchronous JavaScript and XML (ajax) Yang mana ajax ini terdiri jadi JavaScript dan XML yang bekerjasama. JavaScript bertugas untuk membuat konten web menjadi lebih dinamis sedangkan XML (extensible Markup Language) digunakan untuk memuat data dari server ke browser dan mengirimkan data dari browser ke server.



Gambar 12. Tampilan Aplikasi

Sistem komunikasi digunakan untuk menghubungkan antara letak RTIL dengan perangkat komputer tanpa terhubung oleh kabel jaringan. Dalam sistem ini digunakan sistem point to point dimana sistem point to point hanya terdiri dari 1 access point dan 1 client. access point dan client ini akan menjembatani perangkat komputer terhubung dengan mikrokontroler yang berada di lapangan. Untuk bisa menggunakan sistem point to point dibutuhkan dua router yang akan sebagai client dan access point.

TP-link CPE 220 adalah aplikasi jaringan wireless outdoor yang bisa di seting baik sebagai client maupun access point. TP-link CPE 220 yang baru digunakan memiliki default seting sebagai access point. Untuk di seting sebagai client maka perlu masuk ke pengaturan TP-link CPE 220. Untuk dapat menghubungkan antara access point, client, Ethernet dan perangkat komputer maka Perlu seting IP terlebih dahulu. IP yang digunakan adalah IP privat dengan kelas C yang memiliki 8bit porsi host diambil dari oktet ke4 dengan subnet 255.255.255.0. berikut adalah daftar IP yang digunakan.

Tabel 1. Daftar IP

NO	PERANGKAT	IP
1	COMPUTER	192.168.1.1
2	ACCESS POINT	192.168.1.2
3	CLIENT	192.168.1.3
4	ETHERNET	192.168.1.4

Untuk mengaplikasikan sistem ini maka access point dihubungkan pada ethernet dan diletakkan pada prototype sedangkan client dihubungkan dengan perangkat komputer.



Gambar 13. Access point yang dihubungkan pada Prototype

Perangkat TP-LINK CPE220 Client dihubungkan dengan perangkat komputer menggunakan kabel jaringan dengan konektor RJ45 yang di cramping crossfar begitupun juga dengan access point dihubungkan dengan ethernet shield menggunakan kabel jaringan.



Gambar 14. Client yang dihubungkan pada perangkat komputer

Pengujian yang dilakukan untuk sensor PZEM-004T dilakukan langsung dengan mengaplikasikannya pada beban listrik. Untuk mengetahui keakuratan pembacaan sensor ini maka dilakukan pengukuran pada beban listrik seperti solder, cas laptop dan lampu dengan menggunakan alat ukur multimeter sebagai pembandingan dengan nilai arus dan tegangan yang dibaca oleh sensor PZEM-004T.

Tabel 2. pengukuran nilai arus

Jenis Beban	Alat Ukur	PZEM-004T
-------------	-----------	-----------

	Volt	Ampere	Volt	Ampere
Solder	219,9	0,34	220,2	0,35
Lampu	220,3	0,08	220,5	0,10
Laptop	220,1	0,26	219,8	0,28

Berdasarkan hasil pembacaan nilai tegangan dan arus dari tabel 4.2 dapat dilihat bahwa nilai arus dan tegangan yang terbaca oleh sensor PZEM-004T dan alat ukur tidak memiliki range perbedaan yang jauh, ini artinya sensor ini dapat digunakan untuk membaca nilai arus dan tegangan.

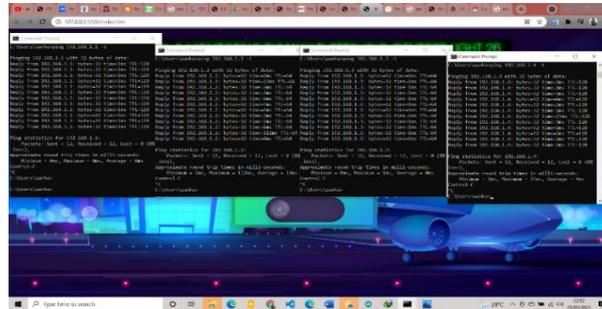
Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui apakah aplikasi ini berjalan dengan baik dilakukan dengan memberi inputan tegangan dan arus yang berbeda, aplikasi web akan memberikan respon apabila mendapatkan nilai arus yang berbeda, respon ini memberikan informasi terkait kondisi dari lampu RTIL, respon yang diberikan berupa perubahan keterangan dari lampu RTIL juga termaksud perubahan warna pada tampilan monitoring kondisi RTIL. perubahan juga dilihat pada tombol-tombol yang digunakan untuk menyalakan lampu RTIL, serta tombol reset yang menyimpan kondisi nilai arus dan tegangan yang memiliki nilai tinggi dan terendah. Untuk mengetahui hasil pengujian tampilan aplikasi web diamati untuk melihat terjadinya perubahan sesuai dengan rancangan yang telah dilakukan.

Tabel 3. Pengujian aplikasi WEB

Aktivitas Pengujian	Realisasi Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	kesimpulan
Masuk halaman monitoring	Muncul nilai arus dan tegangan	Nilai tegangan dan arus ditampilkan	[x] Diterima [] Ditolak
Menekan tombol lampu	Lampu pada prototype menyalamenyala	Lampu prototype menyalamenyala	[x] Diterima [] Ditolak
Menekan tombol lampu	Nilai arus yang ditampilkan berubah	Arus yang ditampilkan pada aplikasi berubah	[x] Diterima [] Ditolak
Menekan tombol lampu	Lampu pada Prototype Mati	Lampu prototype mati	[x] Diterima [] Ditolak
Merubah nilai arus dan tegangan	Kondisi yang ditampilkan mendefinisikan kondisi lampu	Kondisi yang ditampilkan berubah sesuai nilai arus dan tegangnaya	[x] Diterima [] Ditolak
Menekan Tombol Reset	Nilai arus dan tegangan tersimpan di reset	Nilai arus dan tegangan berubah sesuai kondisi terkini	[x] Diterima [] Ditolak
Tampilan Halaman monitoring	Menyimpan nilai arus dan tegangan tertinggi dan terendah	nilai arus dan tegangan tertinggi dan terendah tersimpan	[x] Diterima [] Ditolak

Berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan pada tabel dapat diketahui bahwa ketika masuk halaman monitoring maka akan memunculkan nilai arus dan tegangan awal, menekan tombol lampu pada aplikasi monitoring dapat menyalakan lampu pada prototype dan juga nilai arus berubah, nilai arus yang berubah membuat keterangan pada monitoring juga ikut berubah sesuai dengan kondisi RTIL. nilai arus dan tegangan tertinggi dan terendah tersimpan pada tabel aplikasi kemudian ketika tombol reset di tekan nilai arus dan tegangan tertinggi dan terendah akan kembali ke nilai awal. Terakhir ketika tombol pada aplikasi monitoring kembali ditekan maka membuat lampu prototype RTIL mati dan nilai arus yang ditampilkan pada aplikasi

monitoring berubah menjadi 0. Untuk melakukan pengujian pada sistem komunikasi yang dibangun menggunakan sistem point to point yaitu dengan menggunakan perintah ping pada CMD. Perintah Ping digunakan untuk menguji kecepatan koneksi ke simpul jaringan dimana hal ini dilakukan untuk memberitahu kekuatan, jarak, dan ketersediaan sambungan antara perangkat computer, client, access point dan ethernet shield.



Gambar 15. Perintah ping pada CMD

Dari gambar 15 dapat diketahui bahwa koneksi antara perangkat computer, client, access point dan ethernet shield terhubung dengan sangat baik. Dari perintah ping yang dilakukan ke 4 IP address memberikan respon. Packet lost = 0 menunjukan bahwa tidak ada data yang hilang dari jaringan ini.

KESIMPULAN DAN SARAN

Rancang bangun system control dan monitoring Runway Threshold Identifier Light (RTIL) menggunakan mikrokontroler pada Bandar Udara Haluoleo telah berhasil dibuat. Dari hasil pengujian yang dilakukan aplikasi yang dibuat mampu mengontrol lampu RTIL. Selain itu dalam aplikasi yang dibuat juga menampilkan hasil pembacaan sensor PZEM 004 yang dipasang dilapangan. Sehingga teknisi tidak perlu lagi melakukan pengukuran setiap saat dilapangan namun dapat melihat hasil pembacaannya melalui aplikasi yang dibuat. Untuk pengembangan kedepannya, system dapat dibuat lebih kompleks agar keseluruhan RTIL dapat dimonitoring.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. H. (2019). Rancang Bangun Sistem Kontrol Lampu Listrik Menggunakan Remote Berbasis Mikrokontroler ATMega 8535. *J. Ilm. Ilk. - Ilmu Komput. Inform.*, 2(1), 40–47. <https://doi.org/10.47324/ilkominfo.v2i1.19>
- Agustini, Endang Dwi. (2012). Kebutuhan Approach Light System pada Kedua Ambang Landasan Bandara Sultan Hasanuddin-Makassar untuk Meningkatkan Kapasitas Pergerakan Pesawat Udara. *Jurnal Penelitian Perhubungan Udara Warta Ardhia*, 38(2), 168–179.
- Aryani, D., Wahyudin, M., & Fazri, M. (2015). Prototype robot cerdas pemotong rumput berbasis raspberry pi b+ menggunakan web browser. *J. Cerita*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.33050/cerita.v1i1.121>
- Basharudin, N. W., Azir, K. N. F. K., & Yaakob, N. (2017). Smart airfield lighting system (SALS) based on ARM7 for airport ground lighting. In 2016 3rd Int. Conf. Electron. Des. ICED 2016 (pp. 255–258). <https://doi.org/10.1109/ICED.2016.7804648>
- Bhakti, Z. M., Raharjo, S., Sholeh, M., Studi, P., Informatika, T., & Industri, F. T. (2017). Jurnal JARKOM Vol. 3 No. 2 Desember 2017 E-ISSN: 2338-6304 analisis kinerja wireless point to point multipoint client bridge dan repeater pada frekuensi 2.4 ghz. *Jurnal JARKOM*, 3(2), 12–21.
- F. Systems & Guidance, A. (1975). Airfield lighting. *Appl. Ergon.*, 6(1), 49. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(75\)90228-8](https://doi.org/10.1016/0003-6870(75)90228-8)
- Khumaidi, A. (2019). Pemanfaatan Internet of Things Untuk Monitoring Dan Penghematan Peralatan Listrik Pada Gedung. *Semin. Nas. Teknol. Fak. Tek. Univ. Krisnadwipayana*.
- Najamudin, I. (2019). Prosedur Pemeliharaan Landas Pacu (Runway) Bandar Udara SM. Badaruddin II. Palembang (Mengacu Pada Prosedur Teknis). *War. Penelit. Perhub.*, 24(5), 462. <https://doi.org/10.25104/warlit.v24i5.1026>
- Prabowo, D. S., & Irwansyah. (2016). Pengembangan Jaringan Wlan Point-To-Point Dari Dinas Kominfo Ke Dinas Dukcapil. In *Semin. Has. Penelit. Vokasi* (pp. 9–14).

- Vimal, P. V., & Shivaprakasha, K. S. (2018). IOT based greenhouse environment monitoring and controlling system using Arduino platform. In 2017 Int. Conf. Intell. Comput. Instrum. Control Technol. ICICICT 2017 (Vol. 2018-Janua, pp. 1514–1519). <https://doi.org/10.1109/ICICICT1.2017.8342795>
- Wiratama Oryza Tito Fernando, S., & Kustori. (2019). Rancangan kontrol dan monitoring runway threshold identifier light menggunakan radio link berbasis.
- Yogiswara. (2015). Rekayasa Perangkat Lunak Kinerja Web Service pada Web Server Apache, Ngin-X dan IIS-7. In Kinerja Web Serv. pada Web Serv. Apache, Ngin-X dan IIS-7 (pp. 175–179).