



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - IS184853

***IMPLEMENTASI SMART ENERGY PADA
PENERANGAN JALAN UMUM BERBASIS ARDUINO.
IMPLEMENTATION OF ARDUINO-BASED SMART
ENERGY SYSTEM FOR STREET LIGHTING.***

**BAGUS PAMBUDI
NRP. 0521154000046**

**Dosen Pembimbing
Dr.Eng. Febriliyan Samopa, S.Kom., M.Kom.**

**DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020**



TUGAS AKHIR - IS184853

IMPLEMENTASI SMART ENERGY PADA PENERANGAN JALAN UMUM BERBASIS ARDUINO.

**BAGUS PAMBUDI
NRP. 0521154000046**

**Dosen Pembimbing
Dr.Eng. Febriliyan Samopa, S.Kom., M.Kom.**

**DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020**

Halaman ini sengaja dikosongkan



UNDERGRADUATE THESIS - IS184853

IMPLEMENTATION OF ARDUINO-BASED SMART ENERGY SYSTEM FOR STREET LIGHTING.

BAGUS PAMBUDI
NRP. 0521154000046

Supervisor
Dr.Eng. Febriliyan Samopa, S.Kom., M.Kom.

DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEMS
Faculty of Electrical and Intelligent Information Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN**IMPLEMENTASI SMART ENERGY PADA PENERANGAN
JALAN UMUM BERBASIS ARDUINO****TUGAS AKHIR**

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
pada
Departemen Sistem Informasi

Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas (ELECTICS)
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh

Bagus Pambudi

05211540000046

Surabaya, 14 Agustus 2020

Kepala Departemen Sistem Informasi

Dr. Muljahidin, ST., MT.
NIP. 197010102003121001



Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PERSETUJUAN

IMPLEMENTASI SMART ENERGY PADA PENERANGAN JALAN UMUM BERBASIS ARDUINO

TUGAS AKHIR

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada
Departemen Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

BAGUS PAMBUDI
NRP. 0521154000046

Disetujui Tim Penguji :
Tanggal Ujian : 17 Juli 2020
Periode Wisuda : September 2020

Dr.Eng. Febriliyan Samopa, S.Kom., M.Kom. (Pembimbing I)

Nisfu Asrul Sani, S.Kom., M.Sc. (Pengaji I)

Bambang Setiawan, S.Kom., M.T. (Pengaji II)

Halaman ini sengaja dikosongkan

IMPLEMENTASI SMART ENERGY PADA PENERANGAN JALAN UMUM BERBASIS ARDUINO

Nama : Bagus Pambudi
NRP : 0521154000046
Departemen : Sistem Informasi ITS
Pembimbing I : Dr.Eng. Febriliyan Samopa, S.Kom., M.Kom.

ABSTRAK

Penerangan jalan umum merupakan kebutuhan penting bagi pengguna jalan yang melintas. Tujuan dari penerangan jalan umum sendiri yaitu untuk menerangi jalan ketika pada malam hari sehingga pengendara dapat melintas dengan aman tanpa takut terjadi kecelakaan maupun kejadian buruk lainnya. beberapa penerangan jalan umum sudah menggunakan lampu LED namun masih menggunakan tombol manual atau dinyalakan secara manual di pusat kontrol dari jalan raya tersebut. Untuk itu diperlukan sebuah sistem yang dinamakan sistem Smart Energy agar mempermudah petugas dalam mengoperasikan penerangan jalan umum.

Sistem Smart Energy pada penerangan jalan umum merupakan sebuah sistem dimana penerangan jalan umum menggunakan Arduino sebagai controller untuk mengontrol seluruh sistem penerangan jalan umum tersebut mulai dari menyalakan lampu, mematikan lampu, mengirim data sensor ke server, dan lain sebagainya. Metode pengerjaan Tugas Akhir ini menggunakan metode SDLC model Waterfall yaitu sebagai berikut: Studi Literatur, Pengumpulan alat dan bahan, Perakitan, Implementasi, Testing, serta Dokumentasi.

Pada pengerjaan Tugas Akhir ini didapatkan hasil bahwa sistem smart energy ini dapat bekerja dengan baik namun terdapat sedikit kendala pada bagian tertentu. Semoga dengan hasil yang didapat bisa membantu memecahkan masalah khususnya pada penerangan jalan umum.

Kata Kunci :

x

*Listrik, Smart Energy, Sensor, Internet of Things, Arduino,
API*

IMPLEMENTATION OF ARDUINO-BASED SMART ENERGY SYSTEM FOR STREET LIGHTING

Name : Bagus Pambudi
NRP : 0521154000046
Department : Information Systems ITS
Supervisor I : Dr.Eng. Febriliyan Samopa, S.Kom., M.Kom.

ABSTRACT

Public street lighting is an important requirement for road users who cross. The purpose of public street lighting itself is to illuminate the road when at night so motorists can safely cross without fear of accidents or other bad events. some public street lighting has used LED lights but still uses manual buttons or is turned on manually at the control center of the highway. For this reason, a system called the Smart Energy system is needed to make it easier for officers to operate public street lighting.

The Smart Energy system on public street lighting is a system where public street lighting uses Arduino as a controller to control the entire public street lighting system from turning on the lights, turning off the lights, sending sensor data to the server, and so on. This Final Assignment method uses the Waterfall model SDLC method, which is as follows: Literature Study, Collection of tools and materials, Assembly, Implementation, Testing, and Documentation.

In this final project, the results show that this smart energy system can work well, but there are a few obstacles in certain parts. Hopefully the results obtained can help solve the problem, especially in public street lighting.

Keywords : Electrics, Smart Energy, Sensor, Internet Of Things(IoT), Arduino, API

Halaman ini sengaja dikosongkan

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Bagus Pambudi
NRP : 0521154000046
Tempat/Tanggal lahir : Surabaya / 11 Desember 1996
Fakultas/Departemen : Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas /
Departemen Sistem Informasi
Nomor Telp/Hp/email : 083856371928 / baguspambudi96@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian/makalah/tugas akhir saya yang berjudul

IMPLEMENTASI SMART ENERGY PADA PENERANGAN JALAN UMUM BERBASIS ARDUINO

Bebas Dari Plagiarisme Dan Bukan Hasil Karya Orang Lain.

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian penelitian/makalah/tugas akhir tersebut terdapat indikasi plagiarisme, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan dan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 08 Agustus 2020



BAGUS PAMBUDI
NRP.0521154000046

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, Tuhan Semesta Alam yang telah memberikan kekuatan serta hidayah-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang merupakan salah satu syarat kelulusan di Departemen Sistem Informasi Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Terima kasih penulis sampaikan kepada pihak-pihak yang telah mendukung, memberikan saran, motivasi, semangat, dan bantuan baik berupa materiil maupun moril demi tercapainya tujuan pembuatan tugas akhir ini. Secara khusus penulis akan menyampaikan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Segenap keluarga besar terutama kedua orang tua dan kakak penulis, Bapak Ari Winardi, Ibu Nining Prasasti, dan Mas Ainur Rilo Taqwa yang senantiasa mendoakan, memberikan motivasi dan semangat, sehingga penulis mampu menyelesaikan pendidikan sarjana ini dengan baik.
2. Bapak Dr. Mudjahidin, S.T., M.T. selaku Kepala Departemen Sistem Informasi ITS, Bapak Nisfu Asrul Sani, S.Kom., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Sarjana Departemen Sistem Informasi ITS, serta seluruh dosen pengajar beserta staf dan karyawan Departemen Sistem Informasi ITS selama penulis menjalani perkuliahan.
3. Ibu Hanim Maria Astuti, S.Kom., M.Sc. sebagai dosen wali penulis selama menempuh pendidikan di Departemen Sistem Informasi ITS.
4. Bapak Dr.Eng. Febriliyan Samopa, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu untuk membimbing, mengarahkan, dan mendukung dengan memberikan ilmu, petunjuk, dan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Bapak Nisfu Asrul Sani, S.Kom., M.Sc. dan Bapak Hatma Suryotrisongko, S.Kom, M.Eng. selaku dosen

penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyempurnaan tugas akhir ini.

6. Venda Putri Ekasari yang senantiasa mendengar keluh kesah pengerjaan tugas akhir serta memotivasi dan memberikan semangat kepada penulis.
7. Teman-teman Sistem Informasi angkatan 2015 (Lannister) yang senantiasa menemani dan memberikan motivasi bagi penulis selama perkuliahan hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Rekan-rekan Garda Muda Bibit Unggul Kota Surabaya, terutama Risnawang Erdi Damara, Rizal Riswanto, Khoirul Anam, dan pembina Achmad Hidayat yang selalu memberikan semangat dan motivasi kepada penulis.
9. Teman-teman Pejuang 121 yang selalu memberikan informasi terbaru terkait perkuliahan.
10. Para penghuni Djoedjoegan, yang selalu menerima keberadaan saya dalam mengerjakan tugas akhir.
11. Seluruh pihak-pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu penulis selama perkuliahan hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Penyusunan laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga penulis menerima adanya kritik maupun saran yang membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang. Semoga buku tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Surabaya, Juli 2020

Penulis

Bagus Pambudi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	V
LEMBAR PERSETUJUAN	VII
ABSTRAK	IX
ABSTRACT	XI
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	XIII
KATA PENGANTAR	XV
DAFTAR ISI	XVII
DAFTAR GAMBAR	XIX
DAFTAR TABEL	XXI
1 BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	4
1.6. Relevansi	4
2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Studi Literatur.....	5
2.2. Dasar Teori	6
2.2.1. Smart Grid	6
2.2.2. Internet of Things (IoT).....	6
2.2.3. Penerangan Jalan Umum	7
2.2.4. Arduino.....	8
2.2.5. Self Healing	8
2.2.6. Panel Surya.....	9
2.2.7. Solar Charger Controller	10
2.2.8. Baterai(Aki).....	10
2.2.9. Lampu LED.....	11
2.2.10. Sensor	12
3 BAB III METODOLOGI	15
3.1. Gambaran Umum Sistem	15
3.2. Tahapam Pengerjaan Tugas Akhir	18
3.2.1. Studi Literatur.....	18
3.2.2. Pengumpulan Alat dan Bahan	18

3.2.3.	Perakitan	19
3.2.4.	Testing	19
3.2.5.	Dokumen Tugas Akhir.....	26
3.3.	Jadwal Kegiatan	26
4	BAB IV PERANCANGAN	27
4.1.	Desain Use Case	27
4.2.	Desain Sistem	28
4.2.1.	Desain Rangkaian Perangkat Keras	28
4.2.2.	Desain Sistem	29
4.2.3.	Desain Jaringan Sistem	31
4.2.4.	Desain Basis Data	31
4.2.5.	Desain State Machine Diagram.....	33
4.2.6.	Desain Uji Skenario	33
5	BAB V IMPLEMENTASI	37
5.1.	Lingkungan Implementasi	37
5.2.	Implementasi Sistem	39
5.2.1.	Implementasi Rangkaian Perangkat Keras.....	39
5.2.2.	Kalibrasi Sensor	40
5.2.3.	Implementasi Kode Program Perangkat Keras Smart Energy	44
5.2.3.	Implementasi Basis Data.....	55
5.2.4.	Implementasi Server	56
5.2.5.	Implementasi Uji Skenario	59
5.3.	Implementasi <i>Deployment</i>	61
6	BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN	63
6.1.	Dashboard	63
6.2.	Rangkaian Prototipe Smart Energy.....	64
6.3.	Kondisi ketika Malam Hari	65
6.4.	Kondisi ketika Siang Hari.....	67
6.5.	Kondisi Power Supply Dinyalakan	68
7	BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....	71
7.1.	Kesimpulan	71
7.2.	Saran.....	71
	DAFTAR PUSTAKA.....	73
	BIODATA PENULIS.....	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Desain awal PJU Smart Energy	7
Gambar 2.2. Arduino UNO	8
Gambar 2.3. Panel Surya	9
Gambar 2.4. Solar Charger Controller	10
Gambar 2.5. Baterai (Aki)	10
Gambar 2.6. Lampu LED	11
Gambar 2.7. Sensor Tegangan	12
Gambar 2.8. Sensor Arus.....	13
Gambar 2.9. Sensor Cahaya	13
Gambar 3.1. Rancangan Dasar Smart Energy	15
Gambar 3.2. Sistem Smart Energy dan Monitoring melalui Web Service.....	16
Gambar 3.3. Sistem Monitoring berbasis Web Service	17
Gambar 3.4. Tahapan Pengerjaan Tugas Akhir	18
Gambar 4.1. Desain Use Case Admin	27
Gambar 4.2. Use case Arduino	28
Gambar 4.3. Desain Arduino Smart Energy	29
Gambar 4.4. Desain Sistem.....	30
Gambar 4.5. Desain Jaringan Sistem.....	31
Gambar 4.6. Desain Database	32
Gambar 5.1. Penempatan sensor cahaya.....	38
Gambar 5.2. Penempatan lampu penerangan	39
Gambar 5.3. Implementasi Perangkat Keras.....	40
Gambar 5.4. proses kalibrasi sensor cahaya	41
Gambar 5.5. kalibrasi sensor tegangan pada panel surya dan aki	42
Gambar 5.6. kalibrasi sensor arus	43
Gambar 5.7. Library Arduino Smart Energy	44
Gambar 5.8. Inisiasi variabel cahaya, vsignalaki, dan vsignalpanel	44
Gambar 5.9. Inisiasi sensor tegangan	45
Gambar 5.10. Inisiasi sensor arus	45
Gambar 5.11. Pembacaan dan kalibrasi tegangan oleh sensor .	46
Gambar 5.12. Pembacaan dan kalibrasi sensor arus dan cahaya	46

Gambar 5.13. rumus perhitungan arus sesungguhnya dari sensor arus..... 47

Gambar 5.14. State machine smart energy case 0 48

Gambar 5.15.State machine smart energy case 1 49

Gambar 5.16. State machine smart energy case 2 50

Gambar 5.17. State machine smart energy case 3 51

Gambar 5.18. State machine smart energy case 4 52

Gambar 5.19.State machine smart energy case 5 dan 6 53

Gambar 5.20. mengirim data ke server dengan method GET ... 55

Gambar 5.21. Implementasi basis data (tabel readsensor) 56

Gambar 5.22. kode program post data dari arduino ke database 57

Gambar 5.23. fungsi showbyarduino(\$arduino_id) 57

Gambar 5.24. fungsi showrecord() 58

Gambar 5.25. fungsi dashboard()..... 58

Gambar 5.26. fungsi tables()..... 59

Gambar 6.1. Tampilan dashboard 63

Gambar 6.2. Tampilan riwayat monitoring 64

Gambar 6.3. Rangkaian Prototipe Smart Energy 64

Gambar 6.4. Lampu menyala saat kondisi malam hari 65

Gambar 6.5. Kondisi malam hari saat uji sensor cahaya..... 66

Gambar 6.6. kondisi ketika siang hari 67

Gambar 6.7. Kondisi power supply dinyalakan pada malam hari 68

Gambar 6.8. kondisi power supply dinyalakan pada siang hari 69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Studi Literatur	5
Tabel 4.1. Rancangan uji skenario.....	33
Tabel 5.1. Lingkungan Implementasi	37
Tabel 5.2. Teknologi Pengembangan	37
Tabel 5.3. Implementasi uji skenario.....	59

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bagian ini akan diuraikan proses identifikasi masalah penelitian yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan relevansi terhadap pengerjaan tugas akhir. Berdasarkan uraian pada bagian ini, harapannya gambaran umum permasalahan dan pemecahan masalah pada tugas akhir ini dapat dipahami.

1.1. Latar Belakang

Dewasa ini, perkembangan teknologi sangat pesat sehingga manusia dapat dengan mudah melakukan aktivitasnya dalam kehidupan sehari-hari. Tidak hanya itu, sistem elektronik juga pasti mengikuti perkembangan zaman yang tentunya mengurangi pekerjaan manusia namun berdampak pada masalah baru yaitu masalah lingkungan.

Perkembangan teknologi mandiri sudah mulai dicanangkan. Namun pada penerapannya masih belum merata dikarenakan keterbatasan infrastruktur yang ada. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah sistem smart energy yang dapat digunakan secara mandiri dan terdistribusi dibandingkan dengan sistem energi terpusat. Sistem smart energy yang digunakan salah satunya adalah Smart Grid, yang mana Smart Grid ini mampu menjawab kebutuhan energi dimasa mendatang dan dapat diaplikasikan di lokasi manapun, terutama pada lokasi yang sangat jauh dari sumber energi[1].

Sistem Penerangan Jalan Umum (PJU) Kota Surabaya kini sudah menggunakan teknologi LED yang dikenal hemat daya dan tahan lama, namun sistem PJU tersebut belum *smart*. Dengan demikian, penggunaan sistem PJU berbasis LED ini hanya dilakukan untuk menghemat anggaran. Menurut Chalid Buchari(2016), setidaknya sudah terpasang PJU di 90.000 titik di Kota Surabaya namun belum seluruhnya menggunakan

teknologi LED. Beliau menambahkan, setiap tahun jumlah PJU akan terus ditambah oleh Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau(DKRTH)[14].

Oleh karena itu, sistem smart energy diperlukan untuk diaplikasikan pada penerangan jalan umum mengingat biaya perawatan penerangan jalan umum ini sangatlah besar. Sistem penerangan jalan umum dengan berkonsep smart energy ini akan menggunakan Arduino sebagai kontrollernya[8]. Dengan adanya sistem smart energy pada penerangan jalan umum, diharapkan dapat menghemat lagi energi listrik yang digunakan. Sehingga menghemat anggaran pula untuk biaya listrik PLN.

Kelebihan sistem smart energy yang penulis ajukan untuk topik Tugas Akhir ini adalah dapat bekerja secara berkelompok. Sistem ini dapat melakukan self healing dalam makna lain yaitu pada satu kesatuan dari seluruh sistem yang terlibat. Untuk memantau kondisi tegangan dan arus pada sistem smart energy ini, pembacaan sensor akan menggunakan teknologi REST API yang menjadi perantara antara Arduino dengan aplikasi berbasis web yang akan menampilkan data pembacaan dari sensor sehingga dapat diketahui riwayat dari masing-masing perangkat. Penggunaan REST API dikarenakan kemudahan melakukan integrasi REST API dengan aplikasi web lainnya [13]. Pada pengembangan REST API, aspek keamanan merupakan suatu hal yang harus diperhatikan untuk melindungi sistem[6]. Kebebasan pengguna dalam menggunakan API dapat memberikan dampak terganggunya sistem. Pengamanan untuk REST API dapat menggunakan JSON Web Token (JWT) untuk melakukan otentikasi dan otorisasi terhadap pengguna yang mengakses API.

Penulis berharap dengan diajukannya topik Tugas Akhir tersebut, sistem ini dapat diimplementasikan di penerangan jalan umum yang sesungguhnya sehingga ketergantungan

terhadap listrik negara dapat diminimalisasi, *eco-friendly*, dan dapat dikatakan sebagai *renewable energy*.

1.2. Rumusan Masalah

Beberapa masalah yang diselesaikan pada Tugas Akhir ini adalah :

- a. Se jauh mana prototipe sistem penerangan jalan umum ini bekerja secara *smart*?
- b. Bagaimana sebuah sistem dapat berkomunikasi dengan sistem lainnya?
- c. Bagaimana sistem dapat melaporkan segala aktivitas, termasuk kerusakan beserta penanggulangnya?

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya, adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Sistem yang akan dirancang menggunakan Arduino sebagai kontrollernya.
- b. Sistem akan dirancang dalam bentuk prototipe, namun secara mendasar dapat memenuhi spesifikasi di lapangan.
- c. Perancangan antarmuka berbasis web menggunakan Bahasa PHP.

1.4. Tujuan

Beberapa tujuan yang ingin dicapai dari Tugas Akhir ini antara lain:

- a. Mengetahui sejauh mana prototipe sistem penerangan jalan umum ini bekerja secara *smart*.
- b. Mengetahui bagaimana sistem ini dapat berkomunikasi dengan sistem lainnya.
- c. Mengetahui cara kerja sistem untuk dapat melaporkan segala aktivitas, termasuk kerusakan beserta penanggulangnya, ke server.

1.5. Manfaat

Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat-manfaat sebagai berikut:

- a. Menjadi bahan pembelajaran untuk dilakukan penelitian lebih lanjut tentang Internet of Things di sektor *smart energy* ini.
- b. Agar sistem ini dapat diimplementasikan pada penerangan jalan umum sesungguhnya dengan beberapa penyesuaian.
- c. Penggunaan energi terbarukan dapat tercapai untuk menunjang revolusi industri 4.0.

1.6. Relevansi

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat kelulusan pada Departemen Sistem Informasi Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas (FTEIC) Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Tugas Akhir ini sesuai dengan penerapan mata kuliah dari laboratorium Infrastruktur dan Keamanan Teknologi Informasi (IKTI) Departemen Sistem Informasi FTEIC ITS, yaitu Internet untuk Segala (IuS).

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini akan menjelaskan mengenai studi literatur terhadap penelitian sebelumnya dan dasar teori yang dijadikan acuan atau landasan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

2.1. Studi Literatur

Dalam proses pengerjaan dari pengembangan perangkat lunak pada tugas akhir ini, dilakukan pencarian penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebagai referensi dalam pengerjaan dari pengembangan perangkat lunak pada tugas akhir ini, seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Studi Literatur

1) Pemantauan Parameter Panel Surya berbasis Arduino Secara Realtime
Penulis; Tahun M. Rizal F., Ira D. S., Yuwaldi A.,; 2015 [11]
Pembahasan Penelitian ini membuat sistem smart parking berbasis Arduino di area parkir tidak bertingkat menggunakan visualisasi LED untuk membantu pengendara mencari lot parkir[5].
2) Car Parking System Using IR Sensor
Penulis; Tahun Divyansh Thakur, Yugal Kumar, Arvind Kumar, Pradeep Kumar, dan Vijendra Singh; 2018 [10]
Pembahasan Penelitian ini membuat sistem smart parking menggunakan microcontroller dibantu dengan sensor inframerah untuk mendeteksi lot parkir yang kosong. Informasi tersebut kemudian ditampilkan ke layar LCD[6].

Keterkaitan

Penelitian tugas akhir yang dilakukan berkaitan dengan pengembangan *Real Time Monitoring* menggunakan *wireless module* untuk mengirim data dari sensor ke aplikasi yang akan ditampilkan kepada pengguna.

2.2. Dasar Teori

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai teori-teori ataupun konsep yang digunakan untuk mendukung penelitian tugas akhir ini.

2.2.1. Smart Grid

Smart Grid merupakan sebuah system dimana seluruh sumber energi diintegrasikan dalam satu sistem dan dipantau secara realtime pada pusat kontrol teknologi informasi.[4] Smart Grid merupakan bagian dari smart energy dimana smart grid menawarkan solusi penghematan energi dengan mengintegrasikan jaringan listrik dengan *renewable energy*. [2] Seluruh jaringan listrik tersebut dipantau secara *realtime* pada pusat kontrol teknologi informasi. Keuntungan dari smart grid salah satunya adalah *self healing*, dimana sistem smart grid dapat mendeteksi, merespon, dan mengantisipasi setiap gangguan pada sistem.[3] Oleh karena itu diperlukan standar dalam membangun sistem smart grid. Salah satunya adalah standar IEEE[5].

2.2.2. Internet of Things (IoT)

Internet of Things adalah sebuah teknologi yang dikembangkan di era Revolusi Industri 4.0, dimana seluruh perangkat akan saling terintegrasi dan berjalan sesuai fungsi masing-masing yang terhubung ke dalam jaringan baik internet maupun jaringan lokal. Perkembangan IoT pada era ini sangat pesat dikarenakan kebutuhan akan otomasi semakin banyak serta akses yang dapat dilakukan secara realtime dimana internet berperan penting dalam IoT. Namun akan menjadi masalah jika

aspek keamanan dan privasi diabaikan. Dengan adanya IoT, informasi apapun terkait pengguna internet dapat diakses melalui internet. Seperti contoh lokasi pengguna, jika diakses oleh orang yang tidak bertanggung jawab maka dapat mengganggu privasi pengguna yang bersangkutan. Oleh karena itu, keamanan dan privasi pengguna menjadi *challenge* tersendiri bagi perkembangan IoT[6].

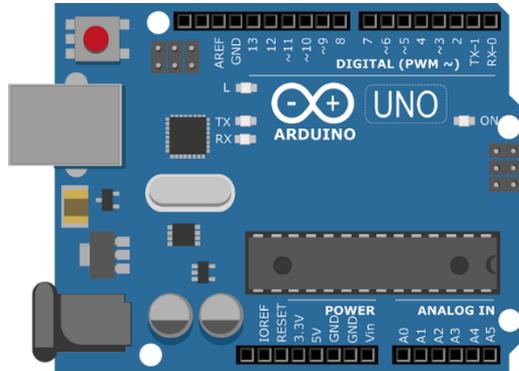
2.2.3. Penerangan Jalan Umum



Gambar 2.1. Desain awal PJU Smart Energy

Penerangan Jalan Umum merupakan fasilitas yang sangat dibutuhkan oleh pengguna jalan. Kegunaan dari penerangan jalan umum adalah untuk memberikan penerangan pada jalan umum sehingga mengurangi risiko terjadinya kecelakaan dan risiko kejahatan di jalan umum. Beberapa penerangan jalan umum sudah menggunakan teknologi LED dimana keunggulannya lebih terang dari lampu penerangan jalan umum yang lama. Selain itu konsumsi daya LED lebih sedikit sehingga lebih hemat dan tahan lama sehingga menghemat biaya *maintenance*.

2.2.4. Arduino



Gambar 2.2. Arduino UNO

Arduino merupakan sebuah platform elektronik yang bersifat *open-source* baik dari segi hardware maupun software. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk menjalankan Arduino adalah Bahasa C++ yang disederhanakan, beberapa orang menyebut Java Like dikarenakan ada kemiripan dengan Bahasa Java. Untuk memberikan perintah kepada microcontroller Arduino, perlu sebuah perangkat lunak untuk mengetikkan kode program, perangkat lunak ini biasa disebut Arduino IDE. Dengan Arduino dapat membantu hasil pembacaan dari perangkat masukan seperti sensor, antena, infrared receiver, dan lain sebagainya. Selain itu Arduino juga dapat digunakan untuk mengontrol perangkat luaran seperti LCD Screen, Motor, Lampu LED, dan lain sebagainya[8]. Arduino pada Tugas Akhir ini digunakan untuk memantau arus dan tegangan pada panel surya, lampu, serta pada baterai. Selain itu, Arduino ini digunakan untuk berkomunikasi dengan Arduino pada sistem yang lainnya menggunakan *data line*.

2.2.5. Self Healing

Self Healing merupakan suatu kondisi dimana sebuah sistem memiliki kemampuan untuk menyembuhkan dirinya sendiri secara otomatis dengan algoritma tertentu. Self Healing pada Tugas Akhir ini memiliki makna lain yaitu sebuah sistem dapat disembuhkan oleh sistem lainnya untuk jangka waktu tertentu.[15]

2.2.6. Panel Surya



Gambar 2.3. Panel Surya

Panel surya merupakan sebuah komponen elektronik yang berfungsi untuk menghasilkan daya dengan mengubah sinar matahari menjadi energi listrik yang akan disimpan kedalam baterai.[11] Pada gambar 2.2.5. panel surya yang digunakan berukuran 120x85 cm yang menghasilkan daya hingga 100 WP pada tegangan 12 Volt DC.

2.2.7. Solar Charger Controller



Gambar 2.4. Solar Charger Controller

Solar Charger Controller merupakan perangkat elektronik yang berfungsi untuk mengalirkan daya dari panel surya ke baterai maupun ke lampu. Selain itu, perangkat ini juga berfungsi sebagai stabilisator tegangan pada panel surya, baterai, dan lampu.

2.2.8. Baterai(Aki)



Gambar 2.5. Baterai (Aki)

Baterai merupakan sebuah komponen listrik yang berguna untuk menyimpan daya listrik, dalam hal ini listrik yang digunakan adalah arus DC(Direct Current). Baterai yang digunakan adalah baterai aki dengan kapasitas 100Wh(Watt Hour) 12 Volt DC yang memungkinkan lampu dapat menyala dalam 12 jam.

2.2.9. Lampu LED



Gambar 2.6. Lampu LED

Lampu LED merupakan komponen elektronik yang berguna untuk menerangi jalan umum. Lampu LED saat ini sudah banyak digunakan untuk penerangan jalan umum. Keunggulan yang dimiliki oleh lampu jenis ini adalah hemat daya dan tahan lama, sehingga bagi pemerintah setempat dapat menghemat biaya *maintenance*. Lampu LED yang digunakan adalah lampu

LED yang sudah memiliki sertifikasi IP66 dengan daya 50 watt DC 12 Volt.

2.2.10. Sensor

Sensor yang digunakan untuk Tugas Akhir ini yaitu sensor tegangan, sensor arus dan sensor cahaya.

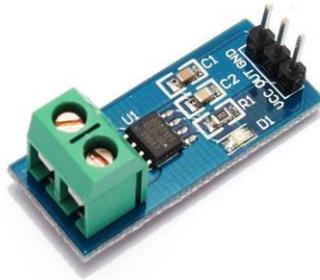
2.2.10.1. Sensor Tegangan



Gambar 2.7. Sensor Tegangan

Sensor tegangan merupakan sebuah komponen elektronika yang digunakan untuk mengukur tegangan sebuah perangkat elektronik dimana sensor tersebut akan mendeteksi seberapa kuat tegangan yang dihasilkan.[10]

2.2.10.2. Sensor Arus



Gambar 2.8. Sensor Arus

Sensor arus merupakan sebuah komponen elektronika yang digunakan untuk mengukur arus listrik dalam sebuah jaringan elektronik. Sensor tersebut bekerja dengan cara mendeteksi seberapa besar aliran arus listrik yang mengalir dalam jaringan listrik tersebut.[11]

2.2.10.3. Sensor Cahaya



Gambar 2.9. Sensor Cahaya

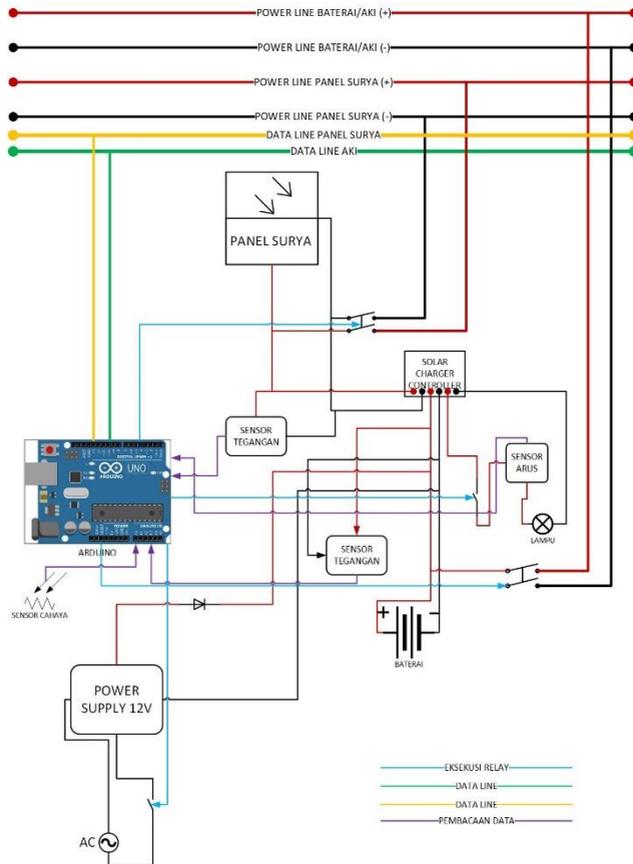
Sensor cahaya merupakan sebuah komponen elektronika yang digunakan untuk mengukur tingkat hambatan dalam sistem kelistrikan dimana komponen ini menggunakan tingkat intensitas cahaya untuk mempengaruhi besaran nilai hambatan suatu kelistrikan. Contoh dari sensor cahaya yaitu Light Depending Resistor atau biasa disingkat menjadi LDR. LDR ini

merupakan pengembangan dari resistor pada umumnya. Biasanya nilai sebuah resistor telah ditentukan sebelumnya berdasarkan warna gelang pada resistor tersebut. Sedangkan LDR sendiri nilai resistansinya bergantung pada intensitas cahaya, semakin terang cahaya maka semakin besar nilai resistansinya. Pada sistem smart energy ini, LDR digunakan untuk mengetahui apakah kondisi sekitar menunjukkan waktu siang atau malam.

BAB III METODOLOGI

Pada bab ini dijelaskan mengenai metodologi yang akan digunakan dalam penyelesaian tugas akhir yang akan dilakukan.

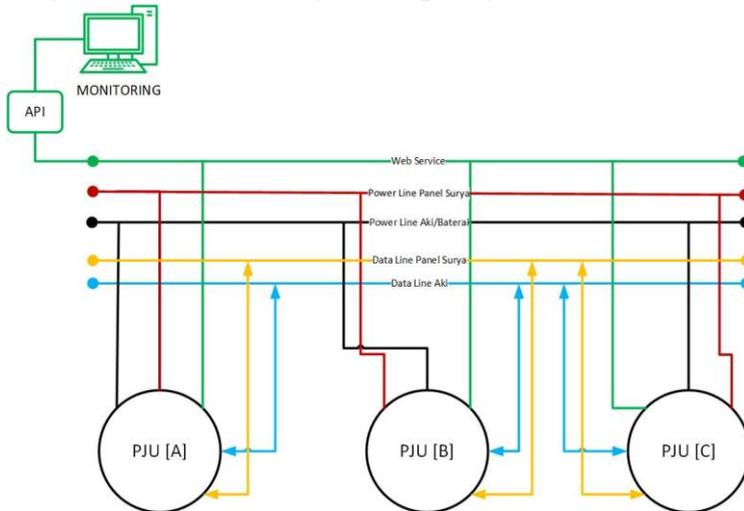
3.1. Gambaran Umum Sistem



Gambar 3.1. Rancangan Dasar Smart Energy

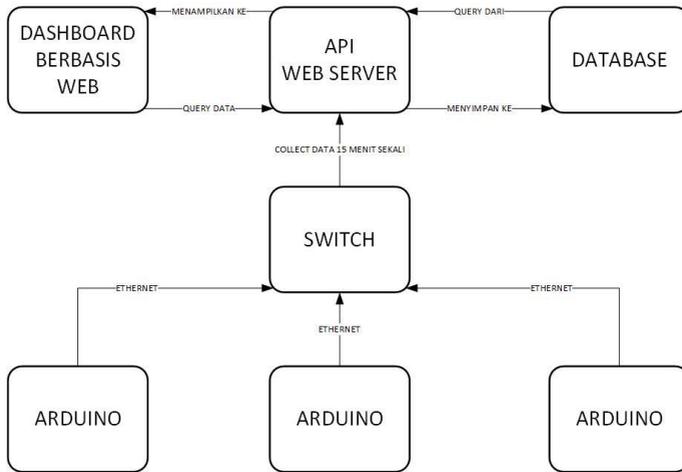
Pada gambar 3.1 dijelaskan bahwa Arduino menggunakan sensor tegangan dan arus untuk membaca tegangan dan arus

pada panel surya, lampu, serta baterai. Pada dasarnya, rancangan dasar sistem ini berbasis pada pembacaan sensor dan melakukan perintah untuk sistem itu sendiri. Pada sistem tersebut disediakan power supply sebagai pilihan terakhir untuk dinyalakan jika saat sistem tersebut berkomunikasi dengan sistem lain, sistem lain tersebut tidak sanggup memberi daya pada sistem yang meminta daya. Untuk perintah berkomunikasi dengan sistem lain akan dijelaskan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Sistem Smart Energy dan Monitoring melalui Web Service

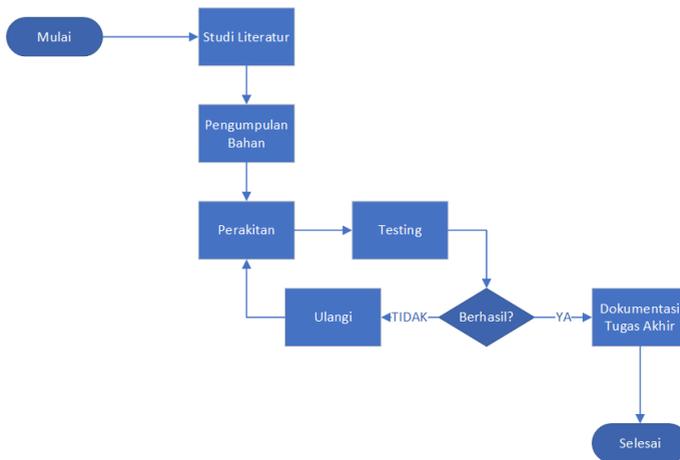
Pada gambar 3.2 merupakan jalur antar sistem smart energy ini, dimana satu sistem dapat berkomunikasi dengan sistem yang lainnya melalui *Data Line*. Sistem Informasi pada Smart Energy ini terletak pada kemampuan pada ketiga sistem tersebut yang dapat bekerja dalam tim. Self Healing dalam sistem ini memiliki makna lain yaitu sebuah sistem saling membantu satu sama lain.



Gambar 3.3. Sistem Monitoring berbasis Web Service

Pada gambar 3.3 merupakan mekanisme sistem monitoring pada smart energy ini, dimana pada masing-masing Arduino dapat melaporkan status mulai dari kondisi lampu, panel surya, hingga baterai kepada web server melalui jaringan ethernet. Web server mengumpulkan data dari masing-masing Arduino sekitar 15 menit sekali dan menyimpannya ke database. User menggunakan dashboard untuk melihat status terkini pada masing-masing sistem dengan melakukan *query* pada database melalui API. Kemudian API akan menampilkan data dari database kepada user melalui dashboard sesuai dengan permintaan user.

3.2. Tahapam Pengerjaan Tugas Akhir



Gambar 3.4. Tahapan Pengerjaan Tugas Akhir

3.2.1. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan literatur yang mendukung dalam penyelesaian tugas akhir ini. Literatur yang digunakan adalah penjelasan konsep-konsep atau penelitian sebelumnya yang terkait dengan tugas akhir yang akan dijalani dan didokumentasikan dalam buku, jurnal, ataupun situs web. Keluaran dari studi literatur adalah pemahaman terhadap konsep yang akan diterapkan pada tugas akhir serta perbedaan yang ada antara penelitian sebelumnya dengan tugas akhir yang akan dikerjakan.

3.2.2. Pengumpulan Alat dan Bahan

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan bahan-bahan yang dibutuhkan untuk merancang sistem Smart Energy ini. Dimulai dari kebutuhan alat dan bahan seperti Arduino, sensor, panel

surya, dan lain sebagainya. Pada proses ini pula, dilakukan desain prototipe PJU untuk mengetahui ukuran tiang yang sesuai untuk rangkaian sistem smart energy ini.

3.2.3. Perakitan

Pada tahap ini dilakukan perakitan untuk membuat sistem smart energy ini sesuai dengan desain rancangan sistem yang telah dibuat. Perakitan ini langsung dipasangkan ke tiang prototipe PJU yang telah dibuat untuk memastikan prototipe ini siap diuji.

3.2.4. Testing

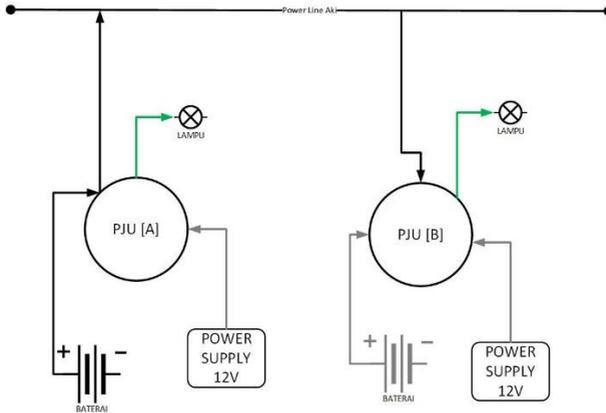
Pada tahap ini dilakukan pengujian sistem smart energy pada PJU ini dengan skenario yang telah dibuat. Sebelum menjalankan skenario pada ketiga sistem, terdapat beberapa catatan yang harus diperhatikan sebagai berikut:

- Panel Surya memiliki daya 100WP(Watt Peak)
- Baterai/Aki memiliki kapasitas 100Ah(Ampere Hour) 12Volt. jika dihitung maka:
Total daya yang didapatkan = $100\text{Ah} \times 12\text{V} = 1200\text{ Wh(Watt hour)}$
Dimana ketahanan baterai = $1200\text{Wh}/100\text{W(lampu)} = 12\text{ hour (jam)}$ = $1200\text{Wh}/50\text{W(lampu)} = 24\text{ hour (jam)}$
- Secara default, sistem membaca data line aki dan panel surya masing-masing dengan digital read = 0/LOW.
- Secara default power supply pada masing-masing sistem dalam posisi OFF.
- Secara default, switch pada masing-masing sistem yang tersambung ke power line aki maupun panel surya dalam posisi OFF.

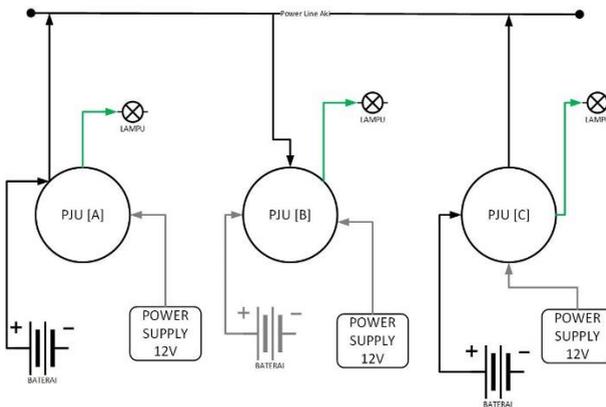
Setelah ketiga hal tersebut sudah diperhatikan, maka dapat dilakukan pengujian skenario yang terbagai dalam dua kategori di bawah ini:

- Skenario Secara Umum

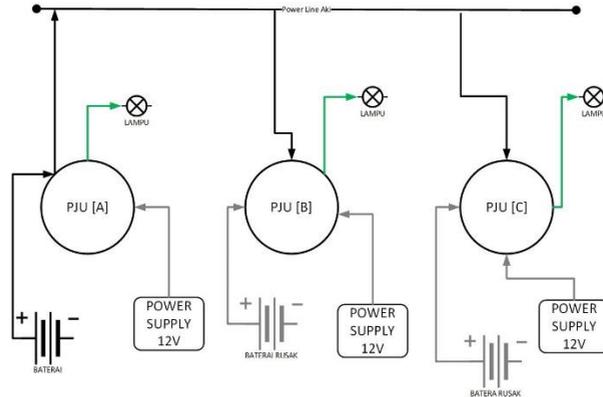
1. Jika terdiri dari 2 sistem lampu, dimana terdapat kerusakan pada salah satu baterai, maka satu baterai lain dapat memberi daya untuk 2 lampu maksimal 12 jam seperti gambar di bawah ini.



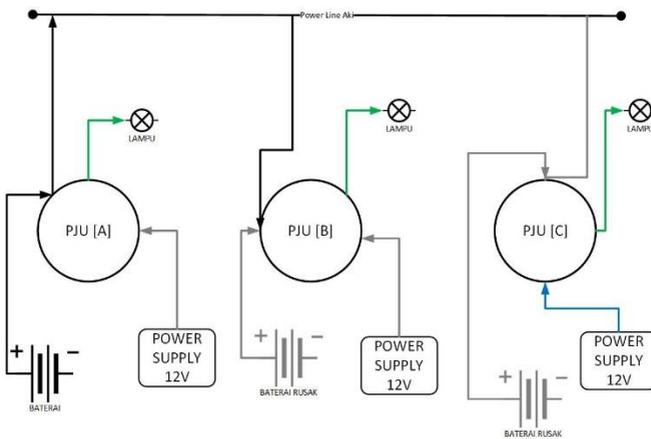
2. Jika terdiri dari 3 sistem lampu, dimana terdapat kerusakan pada salah satu baterai, maka 2 baterai lain dapat memberi daya untuk 3 lampu tersebut maksimal 16 jam seperti gambar di bawah ini.



3. Jika terdiri dari 3 sistem lampu, dimana terdapat kerusakan pada 2 baterai, maka 1 baterai lain dapat memberi daya untuk 3 lampu tersebut maksimal 8 jam seperti gambar di bawah ini.

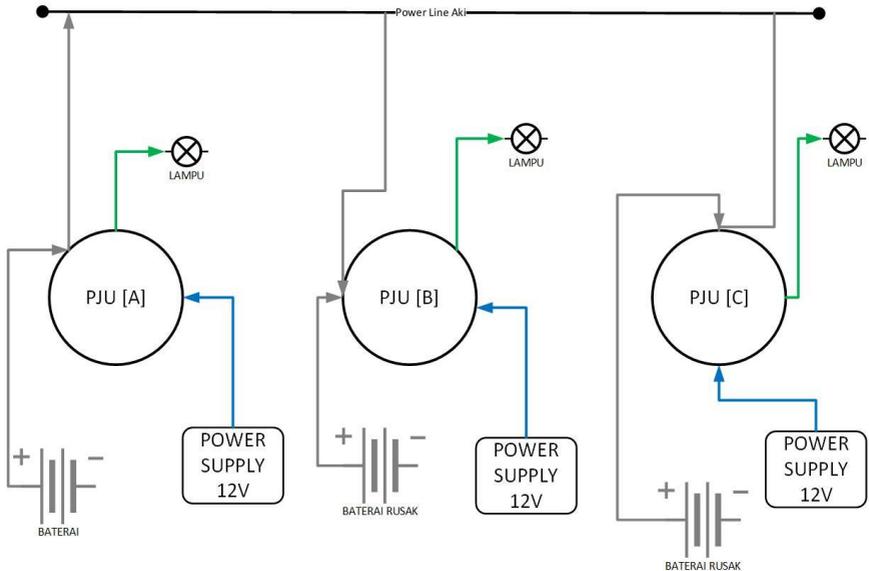


Alternatif lainnya yaitu mengaktifkan power supply untuk menyuplai satu sistem lampu saja, namun 2 sistem lampu lainnya menggunakan 1 baterai yang tersisa untuk menyuplai selama 12 jam seperti gambar di bawah ini.

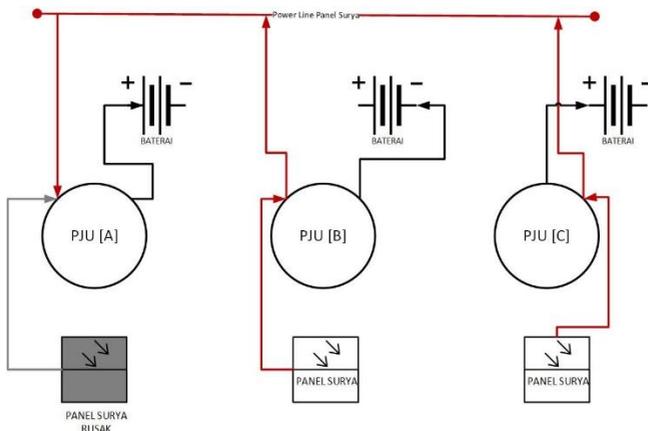


4. Jika terdapat 3 sistem lampu dan terjadi kerusakan pada ketiga baterai, maka power supply dinyalakan pada masing-

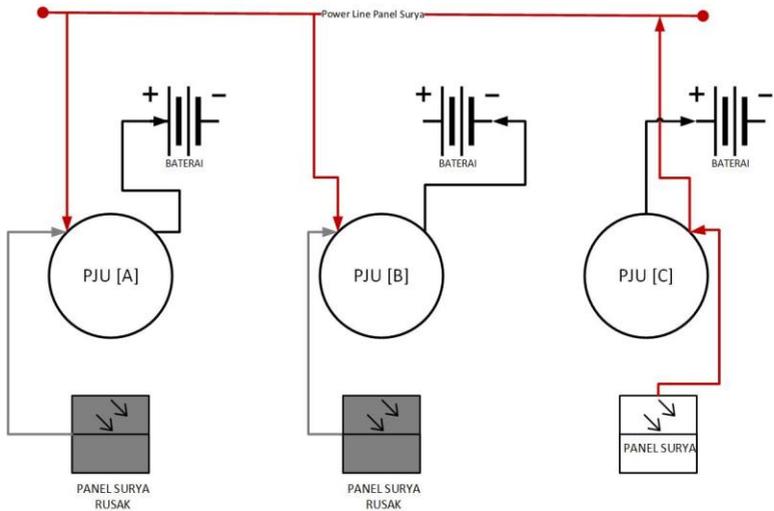
masing sistem untuk menyuplai daya pada lampu seperti gambar di bawah ini.



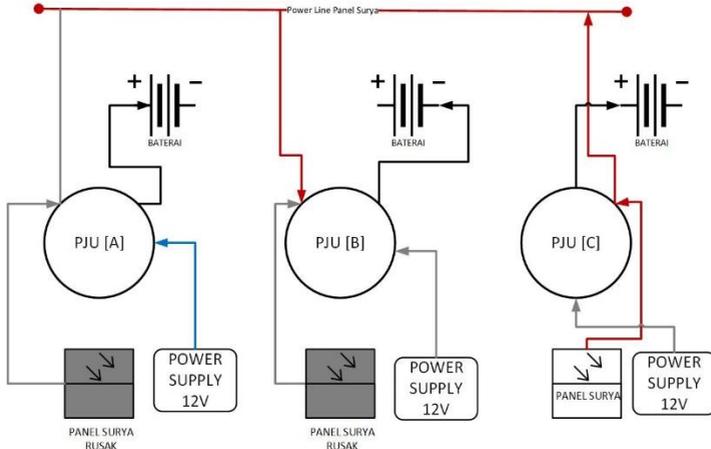
5. Jika terdiri dari 3 sistem lampu, dimana terdapat kerusakan pada salah satu panel surya, maka 2 panel surya lainnya cukup untuk melakukan *charge* baterai seperti gambar di bawah ini.



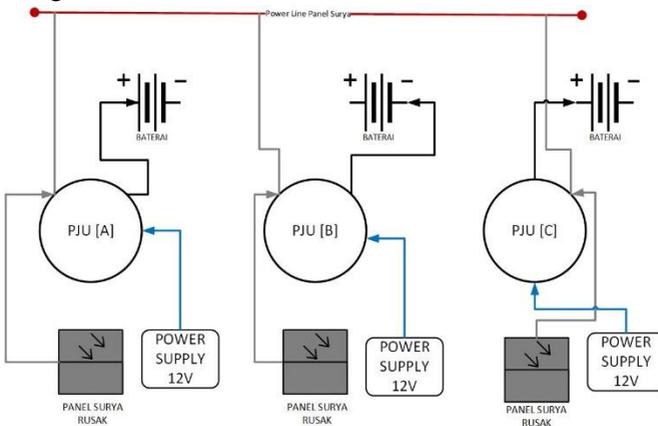
6. Jika terdiri dari 3 sistem lampu, dimana terdapat kerusakan pada dua panel surya, maka 1 panel surya yang tersisa dapat melakukan *charge* pada baterai seperti gambar di bawah ini.



Alternatif lainnya yaitu pada salah satu sistem mengaktifkan power supply untuk *charge* baterai yang satu sistem dengannya. Sedangkan dua sistem lainnya menggunakan 1 panel surya yang tersisa untuk melakukan *charge* pada 2 baterai seperti gambar di bawah ini.



7. Jika terdiri dari 3 sistem lampu dan terjadi kerusakan pada ketiga panel surya, maka power supply dinyalakan pada masing-masing sistem untuk melakukan *charge* pada baterai seperti gambar di bawah ini.



- Skenario Cara Kerja Sistem

1. Skenario 1

Pada skenario ini kondisi malam hari namun lampu tidak menyala. Jika kondisi aki penuh, maka sistem akan memberi peringatan bahwa lampu dinyatakan tidak berfungsi.

2. Skenario 2

Pada skenario ini kondisi malam hari namun lampu tidak menyala, sensor arus juga tidak mendeteksi adanya arus yang mengalir ke lampu. Sistem 1 akan melakukan pengecekan kondisi aki. Jika sensor tegangan membaca tidak ada tegangan pada aki, sistem 1 akan mengirimkan sinyal darurat ke data line aki(digital write = 1) dan mengeksekusi switch ke posisi ON. Kemudian sistem 2 dan 3 akan menerima sinyal tersebut (digital read = 1) dan menyalakan switch ke posisi ON. Sistem 1 akan melakukan pengecekan lagi apakah sudah ada tegangan atau tidak. Jika sensor tegangan tetap tidak mendeteksi adanya tegangan, maka sistem 1 akan menyalakan switch power supply ke posisi ON sebagai solusi terakhir. Seluruh hal tersebut akan direkam dan dilakukan reporting pada komputer melalui web service.

3. Skenario 3

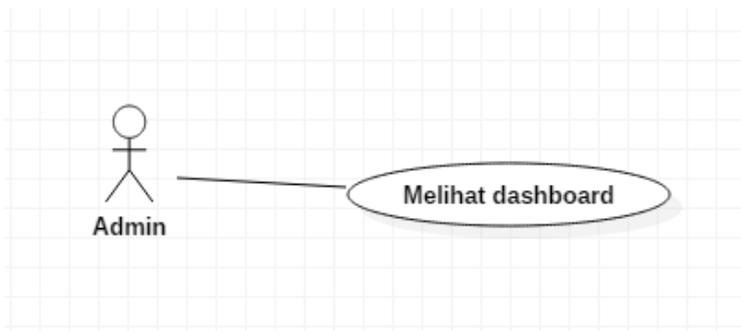
Pada skenario ini kondisi siang hari dengan aki kosong(dibuktikan dengan hasil pembacaan pada sensor tegangan bahwa tidak ada tegangan pada aki tersebut). Sistem 1 akan melakukan pengecekan pada aki, jika setelah 1 jam aki tidak terisi(sensor membaca tidak ada tegangan), maka sistem 1 memberi peringatan bahwa panel surya tidak berfungsi. Lalu sistem 1 akan mengirimkan sinyal darurat ke data line panel surya(digital write = 1) dan menyalakan switch ke posisi ON. Kemudian sistem 2 dan 3 akan menerima sinyal tersebut (digital read = 1) dan mengeksekusi switch ke posisi ON. Sistem 1 akan melakukan pengecekan lagi apakah sudah ada tegangan atau tidak. Jika sensor tegangan tetap tidak mendeteksi adanya

BAB IV PERANCANGAN

Pada bagian ini akan menjelaskan mengenai proses perancangan terhadap sistem yang akan digunakan sebagai acuan dalam proses implementasi.

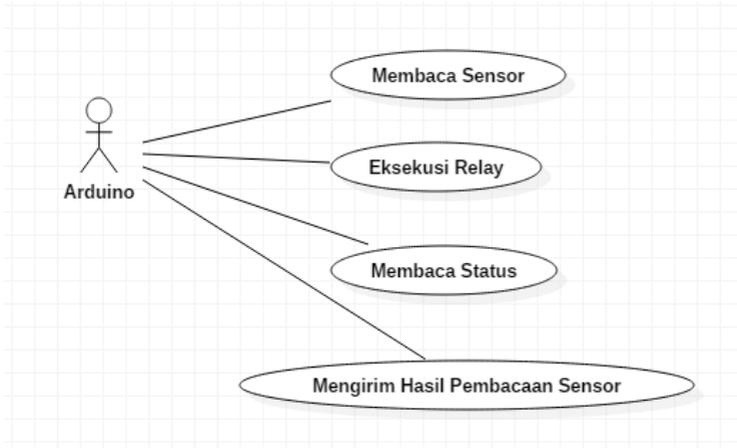
4.1. Desain Use Case

Pada sub bagian ini akan dijelaskan mengenai desain *use case* diagram pada sistem yang dapat digunakan oleh pengguna yang disebut sebagai *Admin*. Berikut perancangan atau desain dari *use case* untuk sistem secara keseluruhan yang akan diperlihatkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Desain Use Case Admin

Kemudian berikut adalah use case untuk Arduino tersebut, dimana Arduino dapat melakukan tugas membaca sensor, eksekusi relay, membaca status, dan mengirim data ke server



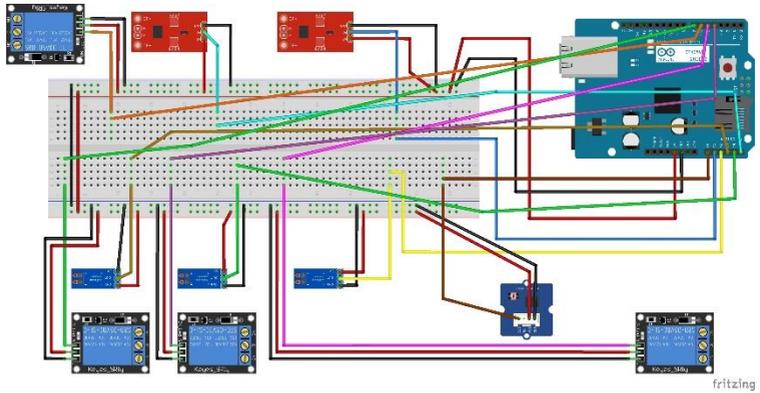
Gambar 4.2. Use case Arduino

4.2. Desain Sistem

Pada desain sistem akan dijelaskan bagaimana gambaran dari sistem yang akan dibuat serta aliran informasi berupa data dari Arduino hingga dapat dimunculkan dalam aplikasi *client* berbasis *web*.

4.2.1. Desain Rangkaian Perangkat Keras

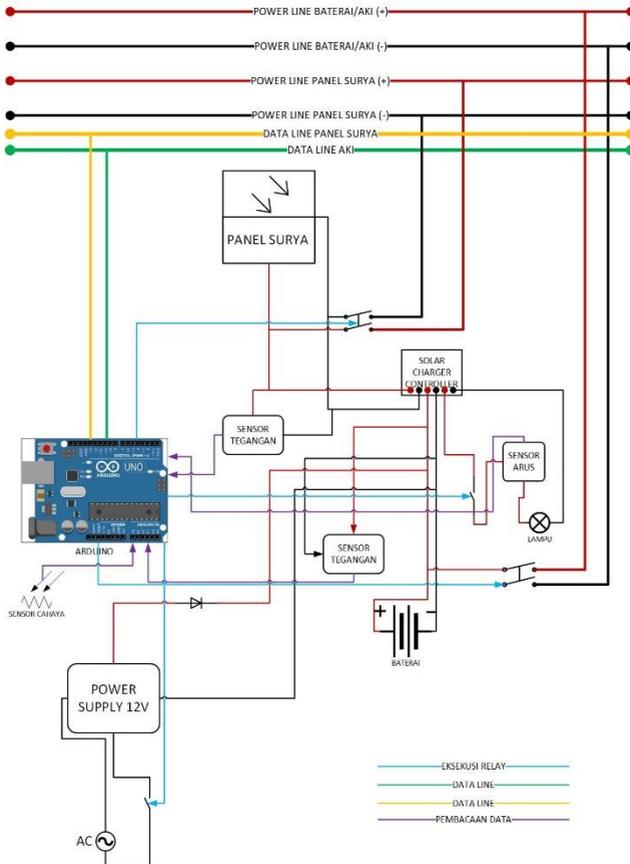
Desain Arduino yang akan digunakan dalam sistem Smart Energy menggunakan tiga perangkat Arduino. Tiga perangkat tersebut didesain dengan fungsi yang sama. Berikut desain rangkaian Arduino:



Gambar 4.3. Desain Arduino Smart Energy

Gambar 4.3 menggambarkan desain Arduino Smart Energy untuk satu sistem penerangan jalan umum, beberapa komponen yang tersambung pada Arduino terdiri dari 1 sensor cahaya yang terhubung pada pin A0, 3 sensor tegangan dan 2 sensor arus yang terhubung berurutan pada pin A1 sampai dengan A5, serta 4 buah relay yang terhubung pada pin digital 4 hingga 7. Relay berfungsi sebagai saklar otomatis yang menerima perintah dari Arduino, seperti menyalakan lampu, menghubungkan dengan sistem lainnya serta menyalakan catu daya.

4.2.2. Desain Sistem

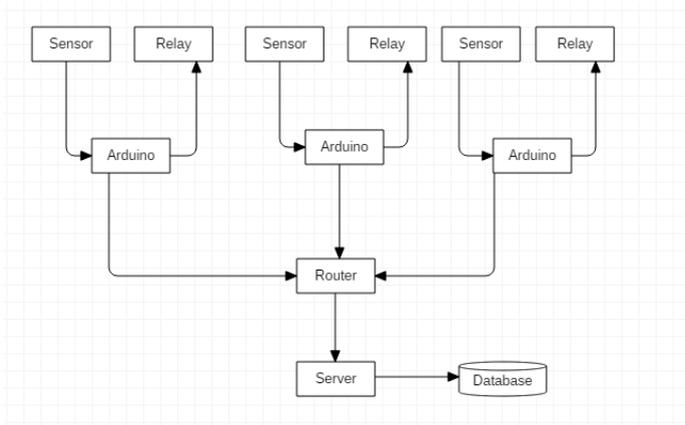


Gambar 4.4. Desain Sistem

Gambar 4.5 menunjukkan desain sistem. Bagaimana sistem secara keseluruhan akan bekerja berikut dengan elemen-elemen di dalamnya. Arduino akan mengambil data dari sensor arus dan tegangan yang dipasang di setiap komponen. Lalu memberikan perintah ke relay berdasarkan data yang dibaca dari sensor-sensor tersebut.

4.2.3. Desain Jaringan Sistem

Pada sub bagian ini digambarkan desain jaringan sistem.



Gambar 4.5. Desain Jaringan Sistem

Sensor arus, sensor tegangan dan Relay akan terhubung dengan Arduino melalui kabel jumper, lalu terhubung dengan server lokal dengan kabel ethernet. Server lokal yang terpasang router akan mengirimkan data melalui interface yang disediakan oleh web server, yang kemudian akan disimpan ke database. Aplikasi berbasis web akan meminta data melalui API di web server.

4.2.4. Desain Basis Data

Pada sub bagian ini akan menjelaskan mengenai desain dari basis data yang akan digunakan oleh sistem. Untuk desain dari basis data dijelaskan pada Gambar 4.7



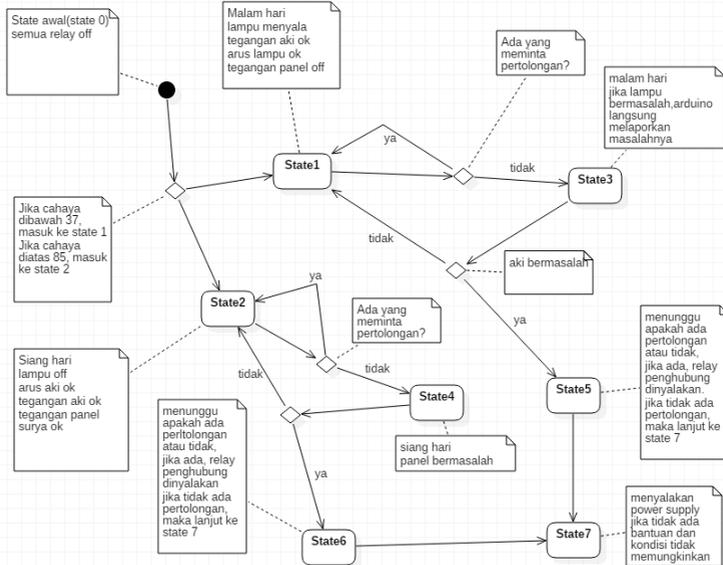
The image shows a screenshot of a database table definition for a table named 'smart readsensor'. The table has the following columns and data types:

Column Name	Data Type
id	int(11)
arduino_id	float
al	float
vl	float
va	float
vs	float
picktime	datetime

Gambar 4.6. Desain Database

Basis data sistem hanya menggunakan tabel readsensor. Tabel readsensor digunakan untuk menyimpan data dari hasil pembacaan sensor sesuai dengan posisi tiang dan sensor apa saja yang digunakan. Kolom arduino_id menandakan id dari arduino mana yang mengirim data.

4.2.5. Desain State Machine Diagram



Pada tahap ini merupakan desain State Machine Diagram untuk menentukan sebuah kondisi dalam sistem smart energy. Penentuan kondisi menggunakan metode switch case agar lebih mudah dalam maintenance.

4.2.6. Desain Uji Skenario

Tahap ini merupakan perancangan uji skenario terhadap sistem. Uji skenario dilakukan untuk memastikan fungsional dari sistem. Berikut adalah rancangan uji scenario di bawah ini:

Tabel 4.1. Rancangan uji skenario

Use Case	Skenario	Ekspektasi
Kondisi normal sistem	menyalakan perangkat setiap hari dengan kondisi normal	Jika pada malam hari, lampu dalam keadaan menyala, jika pada siang hari,

		lampu dalam keadaan mati dan baterai dalam proses pengisian daya
Kondisi lampu tidak normal	Mencabut kabel lampu pada malam hari, sensor tegangan mendeteksi tegangan pada aki namun tidak mendeteksi arus dari lampu	Jika pada malam hari lampu tidak menyala dan sensor tegangan membaca tegangan dari aki, namun tidak ada arus yang mengalir ke lampu, maka sistem melaporkan bahwa lampu rusak.
Kondisi aki tidak normal	Mencabut kabel dari aki pada siang hari maupun malam hari.	Arduino dapat mendeteksi bahwa tegangan aki di bawah batas minimal pada malam hari. Pada siang hari Arduino dapat mendeteksi bahwa tidak adanya arus yang mengalir ke aki
	Aki rusak dengan ditandainya sensor arus mendeteksi tidak adanya arus yang mengalir pada aki	Sistem memberitahukan ke server bahwa aki mengalami kerusakan Arduino menyalakan relay penghubung ke aki lainnya untuk menerima suplai daya
Kondisi panel surya tidak normal	Mencabut kabel dari panel surya dan sensor tegangan	Sistem melaporkan bahwa panel surya tidak berfungsi

	mendeteksi tidak adanya tegangan pada panel surya	Arduino menyalakan relay penghubung ke panel surya lainnya untuk menerima suplai daya dan diteruskan ke aki
Menyalakan power supply	Jika Arduino telah meminta pertolongan namun tidak ada tegangan aki yang masuk atau masih dibawah minimum	Sistem melaporkan bahwa tidak ada pertolongan pada aki tersebut dan power supply dinyalakan
	Jika Arduino telah meminta pertolongan namun tidak ada tegangan yang masuk pada panel surya atau tegangan masih dibawah batas minimum	Sistem melaporkan bahwa tidak ada pertolongan pada panel surya dan power supply dinyalakan
Testing integrasi Arduino dengan server dan database	Menghubungkan Arduino dengan komputer melalui Ethernet	Arduino dapat mengirim hasil rekam data dari sensor ke server dan masuk ke database

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V IMPLEMENTASI

Pada bagian ini akan menjelaskan mengenai proses implementasi terhadap sistem Smart Parking sesuai dengan *output* dari proses perancangan yang telah dibuat.

5.1. Lingkungan Implementasi

Pengembangan sistem smart energy menggunakan komputer dengan spesifikasi yang tertera pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Lingkungan Implementasi

<i>Processor</i>	AMD Quad Core A10-9600P
<i>Memory (RAM)</i>	12 GB
<i>Sistem Operasi</i>	Windows 10 Pro 64-bit
<i>Graphic Card</i>	AMD Radeon™ R8 M445DX

Rancangan sistem dikembangkan dengan bantuan teknologi seperti Arduino IDE, *framework* PHP Laravel, database, *editor*, dan *library* yang terdapat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Teknologi Pengembangan

<i>Web Server</i>	Apache
<i>Hardware</i>	Arduino Uno, Sensor Arus, Sensor Tegangan, Sensor Cahaya, Relay, Panel Surya, Solar Charger Controller, Aki 12V 100Ah, Lampu DC 12V 50W
<i>Bahasa Pemrograman</i>	PHP ver. 7.1, C/C++
<i>Framework</i>	Laravel 5.5
<i>Database</i>	MySQL

<i>Editor (IDE)</i>	Arduino IDE
<i>Library</i>	SPI, Ethernet

Untuk lingkungan implementasi selanjutnya merupakan posisi peletakan sensor, lampu penerangan jalan, serta komponen-komponen pendukung smart energy tersebut.



Gambar 5.1. Penempatan sensor cahaya

Sensor cahaya pada sistem smart energy ini diletakkan di bawah panel surya dan membelakangi posisi lampu penerangan jalan. Tujuan dari posisi peletakan sensor cahaya tersebut yaitu untuk melindungi sensor dari air hujan serta sensor jauh dari sumber cahaya yaitu lampu penerangan jalan itu sendiri.



Gambar 5.2. Penempatan lampu penerangan

Lampu penerangan jalan pada sistem smart energy ini diletakkan di bawah panel surya. Tujuan dari posisi lampu tersebut agar terlindung dari air hujan. Posisi tersebut juga membelakangi sensor cahaya sehingga cahaya lampu tidak mengenai sensor cahaya yang menyebabkan sensor cahaya terganggu pembacaannya.

5.2. Implementasi Sistem

Pengembangan sistem parkir cerdas dibagi menjadi tiga bagian, yaitu implementasi perangkat keras, implementasi implementasi server lokal, dan implementasi aplikasi.

5.2.1. Implementasi Rangkaian Perangkat Keras

Untuk dapat mengimplementasi sistem, perlu perangkaian perangkat keras. Perangkaian perangkat keras dilaksanakan

dengan desain purwarupa sistem sebagai representasi perangkat aslinya di lapangan. Perangkaian menggunakan tiang dengan komponen yang mirip aslinya . Gambar 5.3. adalah tampilan dari tiang lampu smart energy.



Gambar 5.3. Implementasi Perangkat Keras

5.2.2. Kalibrasi Sensor

Seluruh sensor pada sistem smart energy ini harus dilakukan kalibrasi terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai yang akurat dari sebuah sensor.

```

#define ldr A0
int cahaya;

int getCahaya(int anaPin)
{
  int anaValue = 0;
  for(int i = 0; i < 10; i++) // read sensor 10X ang get th
  {
    anaValue += analogRead(anaPin);
    delay(50);
  }
  anaValue = anaValue/10; //Light under 300; Dark over 800
  anaValue = map(anaValue, 1024, 0, 0, 100); //LDRDark:0 ==
  return anaValue;
}

```

Gambar 5.4. proses kalibrasi sensor cahaya

Pada proses kalibrasi sensor cahaya menggunakan method `getCahaya(int anaPin)`, sensor membaca input sebanyak 10 kali pada pin “anaPin” yang di *define* sebagai “ldr” untuk menghasilkan nilai rata-rata pada sensor cahaya. Kemudian nilai rata-rata tersebut disimpan ke variabel “anaValue” yang selanjutnya dibagi 10 untuk menyederhanakan nilai cahaya dari 0 ke 100 yang juga disimpan ke variabel “anaValue”. Hasil dari kalibrasi tersebut ditampilkan sebagai nilai cahaya pada variabel “cahaya”.

```

float Volt1=00;//Volt1 merupakan nilai adc dari
float Voltaki;//Volt aki yang sesungguhnya
float Voltpanel;//Volt panel yang sesungguhnya
float Volt2=00;//Volt2 merupakan nilai adc dari

void readTeganganaki() {
    Volt1=analogRead(A1);
    Voltaki=((Volt1*0.00489)*5);
    //    Serial.print(Voltaki);
    //    Serial.println("V");
}

void readTeganganpanel() {
    Volt2=analogRead(A2);
    Voltpanel=((Volt2*0.00489)*5);
    //    Serial.print(Voltpanel);
    //    Serial.println("V");
}

```

Gambar 5.5. kalibrasi sensor tegangan pada panel surya dan aki

Pada proses kalibrasi sensor tegangan pada panel surya dan aki, menggunakan method “readTeganganaki()” untuk aki dan method “readTeganganpanel()” untuk panel surya. Inisiasi variabel untuk membaca nilai adc pada aki yaitu pada variabel “Volt1” yang dipasang pada pin A1, kemudian dilakukan perhitungan tegangan sesungguhnya dengan rumus dalam method tersebut sehingga menghasilkan tegangan sesungguhnya pada aki yang disimpan pada variabel “Voltaki”. Inisiasi variabel untuk membaca nilai adc pada panel surya yaitu pada variabel “Volt2” yang dipasang pada pin A2, kemudian dilakukan perhitungan tegangan sesungguhnya dengan rumus dalam method tersebut sehingga menghasilkan tegangan sesungguhnya pada panel surya yang disimpan pada variabel “Voltpanel”.

```

int sensitivitas = 66; //tegantung sensor arus yang digunak
int nilaiadc= 00;//nilai adc saat pembacaan arus yang menuj
int teganganoffset = 2500; //nilai pembacaan offset saat ti
double tegangan = 00;
double nilaiarus = 00;//nilai arus sesungguhnya pada lampu
void readArus() {
    nilaiadc = analogRead(A4);
    tegangan = (nilaiadc / 1024.0) * 5000;
    nilaiarus = ((tegangan - teganganoffset) / sensitivitas);
}

```

Gambar 5.6. kalibrasi sensor arus

Pada proses kalibrasi sensor arus digunakan method “readArus()”. Beberapa variabel diperlukan untuk melakukan kalibrasi sensor arus seperti “nilaiadc”, “sensitivitas”, “tegangan”, “teganganoffset”, serta “nilaiarus”. Pertama, sensor arus membaca nilai adc dari saat ada arus mengalir melewati sensor arus tersebut. Kemudian dilakukan kalibrasi dengan menghitung tegangan yang masuk dengan rumus di bawah ini:

$$tegangan = \frac{nilai\ adc}{1024.0} * 5000$$

Hasil dari perhitungan rumus tersebut disimpan ke variabel “tegangan”. Kemudian dilakukan kalibrasi selanjutnya yaitu menghitung nilai arus sesungguhnya dengan rumus di bawah ini:

$$nilai\ arus = \frac{tegangan - tegangan\ offset}{sensitivitas}$$

Hasil dari perhitungan nilai arus tersebut disimpan ke variabel “nilaiarus”.

5.2.3. Implementasi Kode Program Perangkat Keras Smart Energy

Agar arduino dan sensor dapat mengambil data dari sistem smart energy, perlu baris program yang ditulis dengan bahasa pemrograman yang dikenal.

```
1 #include <SPI.h>
2 #include <Ethernet.h>
```

Gambar 5.7. Library Arduino Smart Energy

Gambar 5.2 menunjukkan library yang digunakan untuk arduino lot. Penjelasan singkat adalah sebagai berikut :

1. Ethernet : Digunakan untuk membuka server pada arduino. Hal ini berguna agar server dapat mengambil dan set data terkait ke arduino melalui endpoint yang disediakan oleh arduino.

```
int cahaya;
int vsignalaki;
int vsignalpanel;
```

Gambar 5.8. Inisiasi variabel cahaya, vsignalaki, dan vsignalpanel

Pada gambar 5.3 dilakukan inisiasi variabel pada Arduino Smart Energy. “cahaya” adalah nilai cahaya yang merupakan perolehan dari kalibrasi sensor cahaya yang ditangani oleh Arduino dengan “ldr” sebagai pembaca nilai cahaya yang belum terkalibrasi (nilai adc). Pada variabel “vsignalaki” dan “vsignalpanel” merupakan hasil yang diterima pada Arduino *digitalRead* dari pin “aki” dan “panel” yang dikirim (*digitalWrite*) oleh Arduino lainnya. Masing-masing Arduino dapat melakukan perintah *digitalRead* pada pin ”vsignalaki” dan “vsignalpanel” juga melakukan perintah *digitalWrite* pada pin “aki” dan “panel”.

```
float Volt1=00;//Volt1 merupakan nilai adc dari
float Voltaki;//Volt aki yang sesungguhnya
float Voltpanel;//Volt panel yang sesungguhnya
float Volt2=00;//Volt2 merupakan nilai adc dari
```

Gambar 5.9. Inisiasi sensor tegangan

Gambar 5.6 adalah inisiasi variabel sensor tegangan pada sistem smart energy. Variabel Volt1 merupakan nilai adc dari pembacaan sensor tegangan untuk aki, yang kemudian dikalibrasi agar dapat menghasilkan nilai tegangan yang sebenarnya pada aki dan disimpan pada variabel voltaki. Variabel volt2 merupakan nilai adc dari pembacaan sensor tegangan untuk panel surya, yang kemudian dikalibrasi agar dapat menghasilkan nilai tegangan nilai tegangan yang sebenarnya pada panel surya dan disimpan pada variabel voltpanel.

```
int sensitivitas = 66; //tegantung sensor arus yang digunak
int nilaiadc= 00;//nilai adc saat pembacaan arus yang menuj
int teganganoffset = 2500; //nilai pembacaan offset saat ti
double tegangan = 00;
double nilaiarus = 00;//nilai arus sesungguhnya pada lampu
```

Gambar 5.10. Inisiasi sensor arus

Gambar 5.4. merupakan inisiasi variabel pada sensor arus dimana terdapat lima variabel yang digunakan untuk pembacaan arus mulai dari membaca nilai adc yang disimpan pada variabel nilaiadc, kemudian menghitung tegangan dari pembacaan nilai adc tersebut untuk disimpan pada variabel tegangan. Selanjutnya nilai arus sesungguhnya akan dihitung dari hasil tegangan tersebut sehingga menghasilkan nilai arus yang sesungguhnya dan disimpan pada variabel nilaiarus.

```

void readTeganganaki() {
    Volt1=analogRead(A1);
    Voltaki=((Volt1*0.00489)*5);
    //    Serial.print(Voltaki);
    //    Serial.println("V");
}

void readTeganganpanel() {
    Volt2=analogRead(A2);
    Voltpanel=((Volt2*0.00489)*5);
    //    Serial.print(Voltpanel);
    //    Serial.println("V");
}

```

Gambar 5.11. Pembacaan dan kalibrasi tegangan oleh sensor

Gambar 5.9 merupakan kode program untuk pembacaan dan kalibrasi tegangan menggunakan sensor tegangan. Kode program tersebut digunakan untuk membaca tegangan masing-masing pada aki dan panel surya.

```

void readArus() {
    nilaiadc = analogRead(A4);
    tegangan = (nilaiadc / 1024.0) * 5000;
    nilaiarus = ((tegangan - teganganoffset) / sensitivitas);
}

int getCahaya(int anaPin)
{
    int anaValue = 0;
    for(int i = 0; i < 10; i++) // read sensor 10X ang get th
    {
        anaValue += analogRead(anaPin);
        delay(50);
    }
    anaValue = anaValue/10; //Light under 300; Dark over 800
    anaValue = map(anaValue, 1024, 0, 0, 100); //LDRDark:0 ==
    return anaValue;
}

```

Gambar 5.12. Pembacaan dan kalibrasi sensor arus dan cahaya

Gambar 5.8. merupakan kode program untuk pembacaan arus menggunakan sensor arus dan pembacaan intensitas cahaya menggunakan sensor cahaya, juga kalibrasi pada kedua sensor tersebut. Untuk kalibrasi sensor arus, harus melalui pembacaan nilai adc terlebih dahulu. Kemudian dilakukan perhitungan dengan rumus di bawah ini untuk mendapatkan nilai arus sesungguhnya. Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung arus pada lampu:

$$\text{tegangan} = \frac{\text{nilai adc}}{1024.0} * 5000$$

$$\text{nilai arus} = \frac{\text{tegangan} - \text{tegangan offset}}{\text{sensitivitas}}$$

Gambar 5.13. rumus perhitungan arus sesungguhnya dari sensor arus

Setelah melalui perhitungan seperti pada gambar 5.12. diatas, nilai arus disimpan pada variabel nilai arus.

```
switch(state){
  case 0:
    //kondisi awal, semua perangkat mati

    digitalWrite(relamp,HIGH);
    digitalWrite(akiplus,HIGH);
    digitalWrite(akimin,HIGH);
    digitalWrite(panelplus,HIGH);
    digitalWrite(panelmin,HIGH);
    digitalWrite(psu,HIGH);
    digitalWrite(aki,LOW);
    digitalWrite(panel,LOW);

    delay(1000);
    siangmalam();
    if(cahaya<37)
      {state=1;}
    else if(cahaya>85)
      {state=2;}
  break;
}
```

Gambar 5.14. State machine smart energy case 0

```

case 1:
    //kondisi malam hari, normal, pengecekan apakah ada yang m
    vsignalaki=0;
    pinMode(aki, INPUT);
    vsignalaki=digitalRead(aki);
    if(vsignalaki==1)//jika ada yg minta pertolongan
    {
        if(Voltaki>10){
            pinMode(aki, OUTPUT);
            digitalWrite(akiplus, LOW);//relay penghubung nyala
            digitalWrite(akimin, LOW);//relay penghubung nyala
            digitalWrite(aki, LOW);
//            state=5;//memberi pertolongan
        }
        else if(Voltaki<10){
            //menolak pertolongan
            digitalWrite(akiplus, HIGH);//relay penghubung putus
            digitalWrite(akimin, HIGH);//relay penghubung putus
        }
    }
    else {
        state=3;
    }
}

break;

```

Gambar 5.15.State machine smart energy case 1

```

case 2:
    //kondisi siang hari, normal dan pengecekan apakah ada yang
    vsignalpanel=0;

    pinMode(panel, INPUT);

    vsignalpanel=digitalRead(panel);
    if(vsignalpanel==1)//jika ada yg minta pertolongan
    {
        if(Voltpanel>12){
            digitalWrite(panelplus, LOW);//relay penghubung nyala
            digitalWrite(panelmin, LOW);//relay penghubung nyala
            Serial.println("ditolong");
        }
        else if(Voltpanel<12){
            digitalWrite(panelplus, HIGH);//relay penghubung nyala
            digitalWrite(panelmin, HIGH);//relay penghubung nyala
        }
    }
    else {

        state=4;
    }
    break;

```

Gambar 5.16. State machine smart energy case 2

Untuk menjalankan sistem smart energy pada penerangan jalan umum ini, Arduino menggunakan konsep *state machine (switch case)* untuk membantu dalam pengoperasiannya. State 0 adalah state saat perangkat dalam kondisi mati. Pada state ini diberi waktu delay selama 3 detik dan apakah kondisi menunjukkan siang hari atau malam hari. Jika kondisi menunjukkan waktu malam hari, maka akan diteruskan ke state 1. Jika kondisi menunjukkan waktu siang hari, maka akan dialihkan ke state 2. State 1 adalah dimana kondisi pada malam hari, dilakukan pengecekan apakah ada sinyal minta tolong dari sistem lain. Jika ada, sistem akan melakukan pengecekan kondisi aki pada sistem tersebut, apakah sanggup untuk menolong sistem lain atau tidak. State 2 adalah dimana kondisi pada siang hari, dilakukan pengecekan apakah ada sinyal minta tolong dari

sistem lain. Jika ada, sistem akan melakukan pengecekan kondisi aki pada sistem tersebut, apakah sanggup untuk menolong sistem lain atau tidak.

case 3:

```

    if(nilaiarus<1 && Voltaki>10)
    {
        Serial.println("Lampu rusak, segera diganti");
    }
    if(Voltaki < 10 && Watt<1.2)
    {
        Serial.println("Help");
        for (int w=0; w<10000; w++){
            pinMode(aki,OUTPUT);
            digitalWrite(aki,HIGH);//mengirim sinyal minta tolong
            digitalWrite(akiplus, LOW);//relay penghubung nyala
            digitalWrite(akimin, LOW);//relay penghubung nyala
        }
        state=5;
    }
    else
    {
        digitalWrite(statusaki,LOW);//tidak minta tolong
        digitalWrite(akiplus, HIGH);//relay penghubung nyala
        digitalWrite(akimin, HIGH);//relay penghubung putus
        state=1;
    }
    break;

```

Gambar 5.17. State machine smart energy case 3

```

case 4:
    if (Voltpanel < 12)
    {
        Serial.println("Help");
        for (int w=0; w<10000; w++){
            pinMode(panel,OUTPUT);
            digitalWrite(panel,HIGH); //mengirim sinyal minta tolong
            digitalWrite(panelplus, LOW); //relay penghubung nyala
            digitalWrite(panelmin, LOW); //relay penghubung nyala

        }
        state=6;
    }
    else{
        pinMode(panel,OUTPUT);
        digitalWrite(panel,LOW); //mengirim sinyal tidak minta tolong
        digitalWrite(panelplus, HIGH); //relay penghubung nyala
        digitalWrite(panelmin, HIGH); //relay penghubung nyala
        state=2;
    }
    break;

```

Gambar 5.18. State machine smart energy case 4

Untuk state 3 pada gambar 5.13. dan 4 pada gambar 5.14. merupakan state dimana sistem mengalami kendala. Untuk state 3 adalah state di mana kondisi pada malam hari. Pada state ini lampu dinyalakan. Pada state ini juga dilakukan pengecekan tegangan pada aki dan arus yang mengalir pada lampu. Apabila terdapat masalah pada aki maupun lampu, sistem dapat melaporkan masalah tersebut pada server. Sistem juga dapat mengirim sinyal pertolongan berikut menyalakan relay penghubung agar dapat ditolong oleh sistem lainnya dan diteruskan ke state 5. State 4 adalah ketika kondisi menunjukkan waktu siang hari. Pada state ini, lampu dipadamkan. Kemudian dilakukan pengecekan tegangan pada aki dan panel surya. Jika terdapat masalah pada aki maupun panel surya, sistem akan melaporkan pada server serta mengirimkan sinyal pertolongan berikut menyalakan relay penghubung agar dapat ditolong oleh sistem lainnya dan diteruskan ke state 6.

```

case 5:
    //kondisi malam hari, aki tidak ada tegangan
    for(int t;t<5000 ;t++){
        delay(1);
        readTeganganaki();
    }
    if(Voltaki>10)
    {
        digitalWrite(akiplus, LOW);//relay penghubung nyala
        digitalWrite(akimin, LOW);//relay penghubung nyala
        Serial.println("sedang ditolong");
    }
    if(Voltaki<10)
    digitalWrite(akiplus, HIGH);//relay penghubung mati
    digitalWrite(akimin, HIGH);//relay penghubung mati
    state=7;

break;

case 6:// state pada saat siang hari, panel tidak ada tegangan
for(int t;t<5000 ;t++){
    delay(1);
    readTeganganpanel();
}
if(Voltpanel>12)
{
    digitalWrite(panelplus, LOW);//relay penghubung nyala
    digitalWrite(panelmin, LOW);//relay penghubung nyala
    Serial.println("sedang ditolong");
}
if(Voltpanel<12)
{
    digitalWrite(panelplus, HIGH);//relay penghubung nyala
    digitalWrite(panelmin, HIGH);//relay penghubung nyala
    state=7;
}

break;

case 7://state menyalakan power supply
    digitalWrite(psu,LOW);
break;

```

Gambar 5.19.State machine smart energy case 5 dan 6

Untuk state 5 dan 6 pada gambar diatas merupakan state dimana sistem dalam fase menunggu apakah ada bantuan atau tidak. Pada state 5 dan 6 membuat waktu tunggu selama 5 detik untuk membaca tegangan aki apakah ada pertolongan dari sistem lain atau tidak. Jika ada pertolongan dengan bukti tegangan aki normal, maka sistem melaporkan ke server bahwa dia sedang ditolong. Jika tidak ada pertolongan dan tegangan aki tidak kunjung membaik, maka relay penghubung dimatikan dan dilanjutkan ke state 7 sebagai pilihan terakhir yaitu menyalakan power supply.

```

void printData() {

Serial.print("Connecting from ");
Serial.print(ip);
Serial.print(" to ");
Serial.println(server);

if (client.connect(server, 80)) {

client.print("GET /pambudi/sensor.php?arduino_id=");
client.print(arduino_id);
client.print("&al=");
client.print(nilaiarus);|
client.print("&va=");
client.print(Voltaki);
client.print("&vs=");
client.print(Voltpanel);
client.println(" HTTP/1.1");
client.print("Host: ");
client.println(server);
client.println("Connection: close");
client.println();
} else {
    Serial.println("connection failed");
}
}

```

```

while (client.connected()) {
  int len = client.available();
  if (len > 0) {
    byte buffer[80];
    if (len > 80) len = 80;
    client.read(buffer, len);
    if (printWebData) {
/      Serial.write(buffer, len);
    }
  }
}

if (!client.connected()) {
  Serial.println("Disconnecting...");
  Serial.println();
  client.stop();
  delay(5000);
}
}

```

Gambar 5.20. mengirim data ke server dengan method GET

Pada gambar 5.15. merupakan kode program untuk mengirim data ke server dengan method GET dimana arduino memanggil php untuk GET data dari sensor-sensor pada arduino.

5.2.3. Implementasi Basis Data

Implementasi basis data menggunakan MySQL. Berikut adalah daftar tabel yang terdapat pada basis data.



Gambar 5.21. Implementasi basis data (tabel readsensor)

Tabel readsensor menyimpan informasi tentang hasil rekam data dari sensor yaitu sensor arus dan tegangan pada masing-masing Arduino. Pada tabel readsensor terdapat kolom `arduino_id` yang menandakan arduino mana yang mengirim data sensor ke server. Masing-masing arduino mengirim data berupa data tegangan dan arus dari panel surya, aki, dan lampu.

5.2.4. Implementasi Server

Server diperlukan untuk mengambil data dari Arduino dan visualisasi data yang diambil oleh Arduino. Server dibangun di lingkungan PHP dengan framework Laravel. Begitu juga dengan web client untuk menampilkan dashboard dari database juga dibangun di lingkungan PHP dengan framework Laravel.

```

sensor.php X
sensor.php
1  <html>
2  <body>
3
4  <?php
5  $servername = "localhost";
6  $username = "root";
7  $password = "";
8  $dbname = "smart";
9
10
11 $conn = mysqli_connect($servername, $username, $password, $dbname);
12
13 if (!$conn) {
14     die("Connection failed: " . mysqli_connect_error());
15 }
16
17 echo "Connection success!<br><br>";
18
19 $arduino_id = $_GET["arduino_id"];
20 $al         = $_GET["al"];
21 $vl         = $_GET["vl"];
22 $va         = $_GET["va"];
23 $vs         = $_GET["vs"];
24
25
26 $sql = "INSERT INTO readsensor (arduino_id, al, vl, va, vs)
27 VALUES ('$arduino_id', '$al', '$vl', '$va', '$vs')";
28
29
30 $result = mysqli_query($conn,$sql);
31
32 echo "Insert Success<br>";
33
34 ?>
35
36 </body>
37 </html>

```

Gambar 5.22. kode program post data dari arduino ke database

Pada gambar diatas merupakan kode program untuk melakukan pengambilan data sensor dari arduino dan dikirimkan ke database menggunakan php mysqli.

```

public function showbyarduino($arduino_id){
    $data = ModelSmart::where('arduino_id',$arduino_id)->orderBy('id','desc')->get();
    return response()->json($data);
}

```

Gambar 5.23. fungsi showbyarduino(\$arduino_id)

Selanjutnya adalah fungsi `showbyarduino($arduino_id)` pada `SmartController.php` dimana API menampilkan dashboard rekam data sensor terbaru dari masing-masing Arduino. `$arduino_id` merupakan id dari arduino mana yang mengirim data ke server.

```
public function showrecord(){
    $data = ModelSmart::record();
    return response()->json($data);
}
```

Gambar 5.24. fungsi `showrecord()`

Pada gambar diatas merupakan fungsi `showrecord()` pada `SmartController.php` dimana API menampilkan semua hasil rekam data dari sensor setiap arduino.

```
public function dashboard()
{
    $request1 = $this->client->get('http://192.168.137.1:8000/sensor/arduino_id/1');
    $request2 = $this->client->get('http://192.168.137.1:8000/sensor/arduino_id/2');
    $request3 = $this->client->get('http://192.168.137.1:8000/sensor/arduino_id/3');
    $response1 = $request1->getBody()->getContents();
    $response2 = $request2->getBody()->getContents();
    $response3 = $request3->getBody()->getContents();
    $readsensor1= json_decode($response1, true);
    $readsensor2= json_decode($response2, true);
    $readsensor3= json_decode($response3, true);
    $data['sensor1'] = $readsensor1;
    $data['sensor2'] = $readsensor2;
    $data['sensor3'] = $readsensor3;
    // var_dump($data);
    return view('home', ['data'=>$data] );
}
```

Gambar 5.25. fungsi `dashboard()`

Pada gambar diatas merupakan fungsi `dashboard()` pada `MonitorController.php` dimana Client menerima perintah dari API untuk menampilkan data rekam terbaru seluruh sensor pada setiap arduino. Hasil dari perintah tersebut akan ditampilkan pada view 'home'.

```

public function tables()
{
    $request = $this->client->get(['http://192.168.137.1:8000/recsensor']);
    $response = $request->getBody()->getContents();
    $readsensor= json_decode($response, true);
    // print_r($readsensor);
    return view('table', [ 'recsensor'=>$readsensor] );
}

```

Gambar 5.26. fungsi tables()

Pada gambar diatas merupakan fungsi tables() pada MonitorController.php dimana Client menerima perintah dari API untuk menampilkan seluruh riwayat data rekam dari seluruh sensor pada setiap arduino. Hasil dari perintah tersebut akan ditampilkan pada view 'table'.

5.2.5. Implementasi Uji Skenario

Metode pengujian pada sistem dilakukan dengan uji *black-box* yang telah dirancang sebelumnya. Implementasi uji black-box dilakukan dengan cara melakukan checklist terhadap setiap poin yang terdapat pada daftar uji, dan cek apakah hasil luaran sesuai atau tidak. Tabel 5.1 menunjukkan hasil uji black-box.

Tabel 5.3. Implementasi uji skenario

Test Case	Skenario	Ekspektasi	Hasil luaran
Nyala/mati lampu	Memberikan kondisi siang maupun malam	Jika kondisi gelap maka lampu menyala, jika kondisi terang maka lampu mati	Sesuai
Kondisi lampu tidak normal	Mencabut kabel lampu pada malam hari,	Jika pada malam hari lampu tidak menyala dan	sesuai

	sensor tegangan mendeteksi tegangan pada aki namun tidak mendeteksi arus dari lampu	sensor tegangan membaca tegangan dari aki, namun tidak ada arus yang mengalir ke lampu, maka sistem melaporkan bahwa lampu rusak.	
Kondisi aki tidak normal	Mencabut kabel dari aki pada siang hari maupun malam hari.	Arduino dapat mendeteksi bahwa tegangan aki di bawah batas minimal pada malam hari. Pada siang hari Arduino dapat mendeteksi bahwa tidak adanya arus yang mengalir ke aki	sesuai
	Aki rusak dengan ditandainya sensor arus mendeteksi tidak adanya arus yang mengalir pada aki	Sistem memberitahukan ke server bahwa aki mengalami kerusakan Arduino menyalakan relay penghubung ke aki lainnya untuk menerima suplai daya	tidak
Kondisi panel surya tidak normal	Mencabut kabel dari panel surya dan sensor tegangan	Sistem melaporkan bahwa panel	tidak

	mendeteksi tidak adanya tegangan pada panel surya	surya tidak berfungsi Arduino menyalakan relay penghubung ke panel surya lainnya untuk menerima suplai daya dan diteruskan ke aki	
Testing integrasi Arduino dengan server dan database	Menghubungkan Arduino dengan komputer melalui Ethernet	Arduino dapat mengirim hasil rekam data dari sensor ke server dan masuk ke database	sesuai

Dari hasil tabel 5.1, didapatkan bahwa hasil uji tidak semuanya memenuhi ekspektasi.

5.3. Implementasi *Deployment*

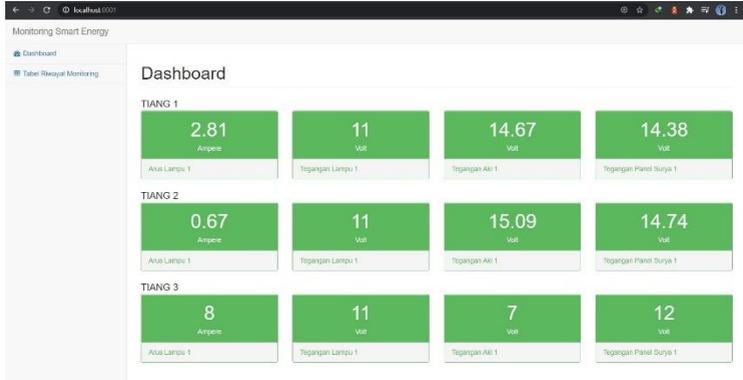
Tahap deployment merupakan tahap terakhir dari keseluruhan proses pengembangan dari sistem yang ada. Proses deployment menggunakan bantuan framework Laravel untuk memulai server API. Menggunakan command “php -S localhost:8000 -t public/” pada command prompt (cmd) ataupun Windows Powershell, maka server API terbuka pada alamat <http://127.0.0.1:8000/>. Untuk deployment web client menggunakan command “php -S localhost:8001 -t public/” pada command prompt (cmd) ataupun Windows Powershell, maka web client terbuka pada alamat <http://127.0.0.1:8001/>.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN

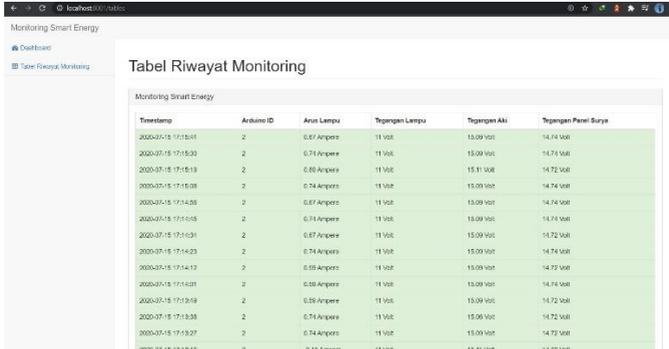
Pada bagian ini akan menjelaskan mengenai hasil dan pembahasan dari pengembangan sistem parkir cerdas yang telah dibuat dalam pengerjaan tugas akhir ini.

6.1. Dashboard



Gambar 6.1. Tampilan dashboard

Gambar 6.1 adalah tampilan Dashboard. Admin dapat melihat status dari sistem smart energy pada masing-masing tiang dengan melihat hasil rekam dari sensor-sensor pada sistem smart energy.



Timestamg	Arsitek ID	Arus Lampu	Tegangan Lampu	Tegangan Aki	Tegangan Panel Surya
2020-07-18 17:13:01	2	0.67 Ampere	11 Volt	15.09 Volt	14.74 Volt
2020-07-18 17:13:03	2	0.74 Ampere	11 Volt	15.09 Volt	14.72 Volt
2020-07-18 17:13:19	2	0.85 Ampere	11 Volt	15.11 Volt	14.72 Volt
2020-07-18 17:13:38	2	0.74 Ampere	11 Volt	15.09 Volt	14.74 Volt
2020-07-18 17:14:08	2	0.67 Ampere	11 Volt	15.09 Volt	14.74 Volt
2020-07-18 17:14:35	2	0.74 Ampere	11 Volt	15.09 Volt	14.74 Volt
2020-07-18 17:14:55	2	0.74 Ampere	11 Volt	15.09 Volt	14.72 Volt
2020-07-18 17:15:23	2	0.67 Ampere	11 Volt	15.09 Volt	14.72 Volt
2020-07-18 17:15:23	2	0.74 Ampere	11 Volt	15.09 Volt	14.74 Volt
2020-07-18 17:15:43	2	0.65 Ampere	11 Volt	15.09 Volt	14.72 Volt
2020-07-18 17:16:01	2	0.58 Ampere	11 Volt	15.09 Volt	14.74 Volt
2020-07-18 17:16:19	2	0.58 Ampere	11 Volt	15.09 Volt	14.72 Volt
2020-07-18 17:16:38	2	0.74 Ampere	11 Volt	15.06 Volt	14.72 Volt
2020-07-18 17:16:57	2	0.74 Ampere	11 Volt	15.09 Volt	14.72 Volt
2020-07-18 17:17:16	2	<0.10 Ampere	11 Volt	15.11 Volt	14.72 Volt

Gambar 6.2. Tampilan riwayat monitoring

Gambar 6.2. adalah tampilan Tabel Riwayat Monitoring. Admin dapat melihat riwayat hasil rekam data dari sensor-sensor pada sistem smart energy beserta waktu pengambilannya.

6.2. Rangkaian Prototipe Smart Energy



Gambar 6.3. Rangkaian Prototipe Smart Energy

Pada gambar 6.3. merupakan rangkaian smart energy dimana sistem dipasangkan ke tiang-tiang yang merepresentasikan tiang lampu jalan. Kemudian komponen-komponen lain seperti Arduino, solar charger, relay, breadboard, kabel-kabel dan powerbank dipasang di dalam *box panel outdoor*.

6.3. Kondisi ketika Malam Hari



Gambar 6.4. Lampu menyala saat kondisi malam hari

Pada gambar 6.4. di atas merupakan kondisi lampu jika malam hari, sensor mendeteksi bahwa nilai cahaya kurang dari 37 yang menandakan hari sudah mulai gelap, sehingga secara otomatis lampu menyala. Walaupun terdapat lampu ruangan menyala di atasnya, tidak merubah hasil pembacaan sensor tersebut dikarenakan batas nilai cahaya untuk kondisi terang yaitu sebesar 85, serta sensor membaca cahaya *ambient* sehingga tidak akan naik nilai cahaya nya kecuali jika terpapar cahaya langsung seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 6.5. Kondisi malam hari saat uji sensor cahaya

Gambar 6.5. di atas merupakan kondisi pada malam hari serta terdapat suatu kondisi dimana saat sensor cahaya mendapatkan paparan cahaya langsung dari lampu penerangan dibelakangnya. Sensor cahaya pada tiang 2 membaca nilai cahaya lebih dari 85 sehingga mendeteksi kondisi siang hari. Berdasarkan kondisi tersebut maka lampu penerangan di tiang 2 otomatis padam.

6.4. Kondisi ketika Siang Hari



Gambar 6.6. kondisi ketika siang hari

Pada gambar 6.6. di atas merupakan kondisi ketika siang hari dimana sensor membaca nilai cahaya lebih dari 85 yang menandakan hari sudah terang. jika kondisi demikian, maka secara otomatis lampu padam.

6.5. Kondisi Power Supply Dinyalakan



Gambar 6.7. Kondisi power supply dinyalakan pada malam hari

Gambar 6.7. di atas merupakan kondisi dimana power supply dinyalakan saat terjadi permasalahan pada aki yang tidak ada tegangan namun tiang lain tidak dapat menolong untuk memberi tegangan pada aki tersebut sehingga relay penghubung dimatikan dan power supply akhirnya dinyalakan.



Gambar 6.8. kondisi power supply dinyalakan pada siang hari

Gambar 6.8. di atas merupakan kondisi dimana power supply dinyalakan saat terjadi permasalahan pada panel surya yang tidak ada tegangan namun tiang lain tidak dapat menolong untuk memberi tegangan pada panel surya tersebut sehingga relay penghubung dimatikan dan power supply akhirnya dinyalakan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian ini akan menjelaskan mengenai kesimpulan dari pengerjaan tugas akhir ini dan saran untuk pengembangan perangkat lunak selanjutnya yang relevan.

7.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pembahasan pada bab IV, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem smart energy pada penerangan jalan umum dapat dikatakan sebagai sistem yang *smart* dengan kemampuan Arduino untuk mengontrol sistem smart energy tersebut.
2. Sistem smart energy pada penerangan jalan umum ini masih mengalami kekurangan dalam hal komunikasi antar tiang yang menyebabkan Arduino memutuskan untuk menyalakan power supply sebagai pilihan terakhir jika terjadi masalah pada sistem smart energy.
3. Sistem smart energy pada penerangan jalan umum dapat berkomunikasi dengan server melalui jaringan ethernet dengan server lokal berbasis PHP dan database MySQL dengan mengirim data sensor menggunakan HTTP GET.

7.2. Saran

Berikut merupakan saran untuk pengembangan lebih lanjut yang dapat dilakukan dalam menyempurnakan pengembangan perangkat lunak.

1. Penyempurnaan kode program untuk komunikasi antar tiang sehingga dapat menolong satu sama lain ketika terjadi masalah pada sistem smart energy.
2. Pengiriman notifikasi masalah pada server untuk diketahui oleh admin sebagai pemberitahuan jika terjadi masalah pada sistem smart energy.

3. Penggunaan jaringan nirkabel dan daring untuk memudahkan pemantauan kondisi sistem smart energy dari mana saja dan kapan saja.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lund, Henrik & Østergaard, Poul & Connolly, David & Mathiesen, Brian. (2017). Smart Energy and Smart Energy Systems. Energy. 10.1016/j.energy.2017.05.123.
- [2] J. Zheng, D. W. Gao and L. Lin, "Smart Meters in Smart Grid: An Overview," 2013 IEEE Green Technologies Conference (GreenTech), Denver, CO, 2013, pp. 57-64.
- [3] V. Preethi and G. Harish, "Design and implementation of smart energy meter," 2016 International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT), Coimbatore, 2016, pp. 1-5.
- [4] H. Farhangi, "The path of the smart grid," in IEEE Power and Energy Magazine, vol. 8, no. 1, pp. 18-28, January-February 2010.
- [5] V. C. Gungor et al., "Smart Grid Technologies: Communication Technologies and Standards," in IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 7, no. 4, pp. 529-539, Nov. 2011.
- [6] P. McDaniel and S. McLaughlin, "Security and Privacy Challenges in the Smart Grid," in IEEE Security & Privacy, vol. 7, no. , pp. 75-77, 2009.
- [7] A. Rafika, M. Hadi Putra, and W. Larasati, "SMART HOME AUTOMATIC MENGGUNAKAN MEDIA BLUETOOTH BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA 328", ccit, vol. 8, no. 3, pp. 215-222, Feb. 2018.
- [8] Introduction of Arduino[Online], Available: <https://www.arduino.cc/en/guide/introduction> , [Diakses pada: 5-Feb-2019]
- [9] M. Rizal, F., "Rancangan dan Analisis Data Logger Multichannel untuk Menentukan Performansi Panel Surya," Tesis, Unsyiah, Banda Aceh, Indonesia, 2015.
- [10] Arduino, Februari 2019, "Voltage Sensor Module", [Online]: <http://www.emartee.com/product/42082/Voltage%20Sensor%20Module%20%20Arduino%20Compatible>.

- [Diakses pada: 7-Feb-2019]
- [11] M. Rizal F., Ira D. S., Yuwaldi A., “Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis Arduino secara Real Time”, *Jurnal Rekayasa Elektroika* Vol. 11, No. 4, Agustus 2015, hal. 123-128.
 - [12] Mumtaz, Zain & Ullah, Dr. Saleem & Ilyas, Zeeshan & Liu, Shuo & Aslam, Naila & Arshad, Jehangir & Ahmad Madni, Hamza.” Automatic streetlights that glow on detecting night and object using Arduino”, 2018.
 - [13] D. Guinard and V. Trifa, “Towards the Web of Things : Web Mashups for Embedded Devices,” 2009.
 - [14] Nurwawati, Rorry, “DKP Kota Surabaya : Penerangan Tercukupi hingga Perkampungan”[Online], Available: <http://surabaya.tribunnews.com/2016/09/08/dkp-kota-surabaya-penerangan-tercukupi-hingga-perkampungan>[Diakses pada: 20-Feb-2019]
 - [15] Trehan, Amitabh. (2013). *Algorithms for Self-Healing Networks*.

BIODATA PENULIS

Penulis bernama lengkap Bagus Pambudi, lahir di Surabaya, 11 Desember 1996. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis saat ini berdomisili di Surabaya, dan pada waktu buku ini ditulis sedang mengambil studi S-1 Institut Teknologi Sepuluh Nopember di Departemen Sistem Informasi.

Halaman ini sengaja dikosongkan