

## Penerapan IoT untuk Sistem Pemantauan Lampu Penerangan Jalan Umum

Adam<sup>1</sup>, Muharnis<sup>1</sup>, Ariadi<sup>1</sup>, Jefri Lianda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Elektro Politeknik Negeri Bengkalis  
E-mail: adam@polbeng.ac.id

### ABSTRACT

Public Street Lighting (PSL) is used to illuminate the road, so that road users support comfort and safety at night. There are limitations to the inspection and reporting system for damage to PSL lamps. This article discusses the application of Internet of Things (IoT) technology to monitor damage to PSL lamps. The methods used in the development of the monitoring system are literatures study, needs analysis, design, manufacture and testing. This system is equipped with ZMPT101B sensor, ACS 712, and ESP 8266-01 WiFi Module. The ZMPT101B sensor is used to measure the PLN voltage value, while the ACS 712 sensor is a sensor used to measure the current in street lights. ESP8266-01 is a wifi module that can connect directly to WiFi and create a TCP / IP connection so that it can send data from the Arduino Mega2560 microcontroller to the internet. The PSL light monitoring system can then be accessed using the ThingSpeak interface with either a cellphone or laptop. The results of the voltage sensor test show an accuracy rate of 96.7%, the voltage and current parameters of the lamp are displayed in graphs and indicators. These results indicate that the system can be used to monitor the condition of the PSL lamp. This can be used as the basis for the further development of a smart system based system to support PSL lamps according to standards in Indonesia and have energy efficiency.

**Keywords:** IoT, WiFi, Public Light Street, ESP8266-01, ThingSpeak

### ABSTRAK

Penerangan jalan umum (PJU) digunakan untuk menerangi jalan, sehingga pengguna jalan mendukung kenyamanan dan keselamatan di malam hari. Terdapat keterbatasan sistem pemeriksaan dan pelaporan kerusakan lampu PJU. Artikel ini membahas penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk memantau gangguan kerusakan pada lampu PJU. Metode yang digunakan dalam pengembangan sistem pemantauan tersebut yaitu, kajian literatur, analisis kebutuhan, perancangan, pembuatan dan pengujian. Sistem ini dilengkapi dengan sensor ZMPT101B, ACS 712, dan Modul WiFi ESP 8266-01. Sensor ZMPT101B digunakan untuk mengukur nilai tegangan PLN, sedangkan sensor ACS 712 merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur arus pada lampu jalan. ESP8266-01 merupakan modul wifi yang dapat terhubung langsung dengan WiFi dan membuat koneksi TCP/IP sehingga dapat mengirim data dari mikrokontroler Arduino Mega2560 ke internet. Sistem pemantauan lampu PJU ini kemudian dapat diakses menggunakan antarmuka *ThingSpeak* baik dengan ponsel maupun laptop. Hasil pengujian sensor tegangan menunjukkan tingkat akurasi sebesar 96,7%, parameter tegangan dan arus lampu ditampilkan dalam bentuk grafik dan indikator. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem dapat digunakan untuk memantau kondisi lampu PJU. Hal tersebut dapat dijadikan sebagai dasar pengembangan sistem selanjutnya berbasis sistem cerdas untuk mendukung lampu PJU sesuai SNI dan memiliki efisiensi energi.

**Kata kunci:** IoT, WiFi, Penerangan Jalan Umum, ESP8266-01, ThingSpeak

### PENDAHULUAN

Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) merupakan salah satu infrastruktur yang mendukung kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan di malam hari. Lampu tersebut merupakan bagian dari bangunan pelengkap jalan terdiri atas sumber cahaya, elemen optik, elemen elektrik, struktur penopang dan pondasi tiang lampu yang digunakan untuk menerangi jalan dan lingkungan di sekitar jalan yang membutuhkan penerangan dengan pemasangan

di kiri atau kanan dan atau di tengah jalan [1]. Pada kawasan perkotaan, lampu PJU difungsikan untuk; (1) memberikan kontras antara obyek dan permukaan jalan; (2) membantu navigasi pemakai jalan; (3) mempertinggi tingkat keselamatan dan kenyamanan pemakai jalan, khususnya pada malam hari; (4) memberikan kontribusi pada keamanan lingkungan; dan (5) mendukung keindahan lingkungan jalan [1].

Pengendalian lampu PJU secara konvensional dengan saklar tidak efektif dalam konsumsi daya, sumber daya manusia dan kesulitan pengoperasian (menyalakan dan mematikan). Beberapa metode untuk mengatasi masalah tersebut adalah: (1) metode pengendalian waktu untuk menghidupkan dan mematikan lampu pada waktu-waktu tertentu; dan (2) metode pengendalian intensitas cahaya (sensor cahaya tertentu) untuk menghidupkan dan mematikan lampu sesuai kondisi pencahayaan tertentu. Akan tetapi kedua metode tersebut belum terintegrasi dengan sistem terkait, misalnya untuk pemantauan dan pemeliharaan.

Pemeriksaan rutin diperlukan untuk mengetahui kondisi lampu PJU. Kondisi lampu PJU yang rusak dapat mengganggu memastikan kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan. Beberapa perolehan temuan dari hasil evaluasi pengelolaan PJU adalah penggunaan teknologi yang tidak efisien dengan beberapa permasalahan teknis diantaranya berupa pencahayaan yang kurang dan ketiadaan lampu pada titik-titik tertentu [2]. Apabila proses monitoring lampu jalan tidak dapat diketahui petugas secara cepat maka akan memperlambat proses perbaikan masalah tersebut. Hal ini akan mengakibatkan kerugian pada masyarakat, yaitu meningkatnya angka kerawanan sosial, baik itu kecelakaan lalu lintas maupun tindakan kriminal [3].

Sistem informasi geografis (SIG) menyajikan data yang berisi informasi tentang lokasi alat pemantauan dan informasi tentang data nilai-nilai pada sensor. Apabila terjadi gangguan pada lampu penerangan jalan umum seperti lampu mati dan kabel terputus, akan ada penurunan nilai pada sensor, jika nilai sensor yang dibaca di bawah dari yang sudah ditentukan maka *mark* yang ada pada map web pemantauan akan berganti, menandakan terjadinya gangguan pada lampu penerangan jalan umum [4].

Penelitian sebelumnya terkait sistem pemantauan PJU adalah: (1) kendali lampu jalan berdasarkan sinar matahari dan deteksi objek menggunakan Arduino Uno dengan LDR, sensor

inframerah dengan kinerja lampu menyala otomatis dengan status DIM pada malam hari dan beralih ke status “tinggi” pada deteksi objek, sedangkan disianghari lampu jalan mati. Sistem tersebut dikembangkan di lab menggunakan komunikasi secara serial [5]; (2) pemantauan dan pengendalian lampu PJU untuk memonitoring arus dan tegangan pada saat terjadi dan tidak terjadinya gangguan [6]. Selanjutnya terdapat sistem pemantauan lampu PJU berbasis SMS yaitu: (1) pemantauan lampu PJU untuk mendeteksi kerusakan lampu dengan informasi pemantauan yang dikirim ke ponsel melalui SMS dengan penggunaan modul GSM [7]; dan (3) pemantauan lampu PJU menggunakan Arduino dengan sensor LDR untuk mendeteksi cahaya dan modul GSM untuk mengirim notifikasi SMS [8][9].

Penggunaan modul *ethernet* dalam hal ini Arduino sebagai sistem komunikasi data dan smartphone android sebagai pemantau dan pengendali. Aplikasi android akan mengirimkan dan menerima sinyal informasi melalui jaringan internet menggunakan modem ke website sehingga data diterima modul *ethernet shield* yang kemudian diolah oleh arduino untuk mengendalikan lampu penerangan jalan [6]. Sistem kerja pada lampu PJU dikontrol oleh sebuah mikrokontroler yaitu Arduino [7][8]. Sensor cahaya memberi masukan pada mikrokontroler arduino untuk diproses jika malam hari maka akan mengaktifkan relay dan menyalakan lampu namun sebaliknya jika siang hari akan memadamkan lampu secara otomatis dan solar panel mengisi ulang daya baterai.

Penggunaan sensor LDR ini hanya dapat mendeteksi kondisi lampu dalam keadaan hidup atau mati, namun belum dapat mendeteksi kerusakan dari aspek lainnya. Untuk mendeteksi kerusakan karena putusnya arus listrik diperlukan sensor arus dan tegangan [9]. Sensor arus SCT013-030 untuk mengetahui besaran arus yang mengalir pada lampu penerangan jalan umum, dan sensor tegangan yang digunakan indikator untuk mengetahui putusnya sumber tegangan.

Sistem pemantauan PJU berbasis website yaitu: (1) monitoring dengan photodiode untuk mendeteksi cahaya dan sensor arus untuk mendeteksi nilai arus yang masuk pada lampu PJU sehingga diperoleh informasi ada tidaknya gangguan lampu PJU menggunakan modul ESP8266 dalam sistem SIG pada website sistem monitoring [4]; dan (2) monitoring lampu jalan menggunakan Arduino Mega 2560, LDR, Modul Sensor PZEM-004T dan aplikasi web ThingSpeak pada PC [10] [11]. Aplikasi *ThingSpeak* digunakan untuk penampil data tegangan, suhu ruangan dan parameter sensor PIR [12]. ThingSpeak adalah platform pada *Internet of Things* (IoT) yang menggunakan protocol HTTP untuk penyimpanan dan pengolahan data. Lampu PJU dapat dikontrol nyala padam dengan ponsel pintar *android* serta pemantauan tegangan solar panel secara *realtime* [13]. Pemantauan dapat dilakukan pada laptop dan ponsel. Hasil pemantauan dapat dilihat di website channel *ThingSpeak* dan aplikasi *ThingView* di ponsel pintar [14].

Alat penerangan jalan dapat menggunakan sistem interkoneksi yang memiliki sistem komunikasi yang dapat diatur secara terpusat dengan perangkat lunak cerdas (*smart lighting system*) baik koneksi dengan WiFi maupun LiFi [15]. Sistem tersebut memiliki kemampuan untuk melakukan kendali berupa intensitas pencahayaan, konsumsi daya listrik, unjuk kerja perangkat, kendali jarak jauh, pencatatan data lingkungan dan kerusakan lampu penerangan. Artikel ini membahas mengenai *smart lighting system* untuk memantau kerusakan lampu PJU melalui pengiriman data arus dan tegangan.

Berpijak kebutuhan pengembangan perangkat dan penelitian-penelitian sebelumnya, artikel ini mendeskripsikan mengenai pengembangan sistem pemantauan lampu PJU berbasis IoT. Sistem pemantauan ini terdiri dari perangkat keras dan lunak yang saling terkoneksi sehingga data lampu PJU berupa arus dan tegangan dapat diakses secara langsung. *ThingSpeak* digunakan untuk menampilkan data tegangan dan arus berbentuk grafik dan indikator.

## METODE

Metode ilmiah yang digunakan dalam pengembangan sistem pemantauan lampu PJU berbasis IoT terdiri atas kajian literatur, analisis kebutuhan, perancangan, pembuatan dan pengujian. Kajian literatur digunakan untuk mengetahui berbagai permasalahan dan alternatif solusi yang memungkinkan untuk menyelesaikan permasalahan. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan analisis kebutuhan. Analisis kebutuhan diturunkan dari analisis kinerja sistem yang dikembangkan terkait kebutuhan komponen pengembangan sistem. Perancangan memuat blok diagram dan diagram alir kinerja sistem. Perancangan selanjutnya direalisasikan pada tahap pembuatan. Terakhir, untuk mengetahui efektifitas sistem yang digunakan maka dilakukan pengujian sistem. Gambar 1 menunjukkan tahapan penelitian yang dilakukan untuk pengembangan sistem pemantauan lampu PJU berbasis IoT.



Gambar 1. Tahapan pengembangan sistem pemantauan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

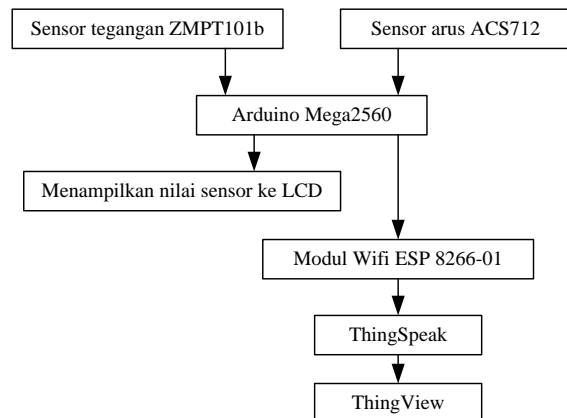
Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa diperlukannya *smart lighting system* sesuai Peraturan Menteri Perhubungan. Berbagai macam sensor pendeteksi kerusakan lampu, teknologi komunikasi, platform komunikasi dan fungsi pemantauan telah digunakan pada penelitian pengembangan sistem pemantauan lampu PJU sebelumnya. Artikel ini membahas

kemampuan *smart lighting system* untuk menginformasikan kerusakan lampu lampu penerangan secara otomatis dari jarak jauh. Indikasi kerusakan pada lampu PJU dapat dilihat melalui pengukuran nilai tegangan dan arus. Selanjutnya data tersebut dikirim menggunakan jaringan internet secara otomatis.

Analisis kebutuhan dilakukan dengan melakukan analisis kebutuhan komponen pada unjuk kinerja secara umum. Analisa tersebut dilakukan untuk mendapatkan spesifikasi yang dibutuhkan [16]. Spesifikasi yang dimaksud adalah komponen sensor, modul WiFi, pemroses dan platform IoT yang diperlukan. Sistem pemantauan penerangan jalan umum ini dapat memudahkan petugas untuk mengetahui kondisi lampu pada malam hari. Kondisi lampu yang dimaksud diperoleh dari data nilai tegangan dan arus lampu PJU. Sensor Tegangan ZMPT101B dihubungkan langsung dengan sumber (PLN) [17], sedangkan untuk sensor arus di hubungkan secara seri. Nilai arus dan tegangan yang telah dibaca oleh arduino akan ditampilkan di LCD. ESP8266-01 akan mengirimkan ke internet [18].

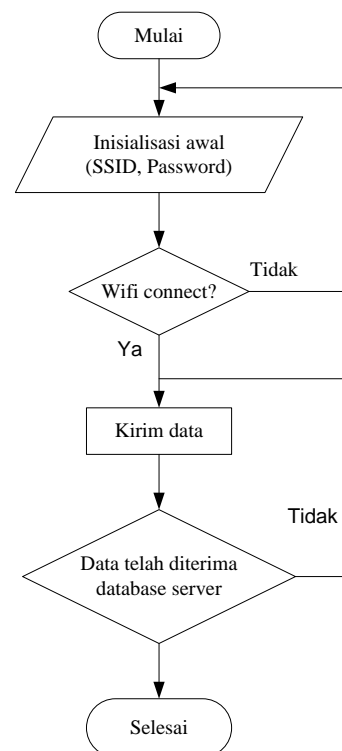
Server penyimpanan data ini menggunakan *internet of thing platform* dengan alamat website yaitu [api.ThingSpeak.com](http://api.ThingSpeak.com). Selanjutnya data yang tersimpan tersebut diteruskan ke sebuah I/O platform (*input output platform*) yaitu berupa grafik dan indikator untuk menyajikan atau menampilkan data tegangan dan arus. Sistem ini memerlukan koneksi jaringan internet. Modul ESP8266-01 digunakan sebagai penyedia jaringan komunikasi data antara Arduino Mega 2560 dengan *web server*. Arduino Mega 2560 akan mengelola dan mengirim data ke *ThingSpeak*. Data yang diolah seperti data dari sensor tegangan ZMPT101b dan sensor arus ACS712. Dengan demikian komponen-komponen yang diperlukan adalah: (1) sensor untuk mengukur tegangan PLN yaitu sensor ZMPT101B; (2) sensor untuk mengukur arus pada lampu jalan yaitu sensor ACS 712; (3) modul WiFi yaitu ESP 8266-01; (4) rangkaian pemroses menggunakan mikrokontroler Arduino Mega2560; dan (5) antarmuka untuk menampilkan grafik data pada

ponsel dan laptop yaitu *ThingSpeak*. Selanjutnya dilakukan perancangan. Blok diagram sistem ditunjukkan pada Gambar 2.



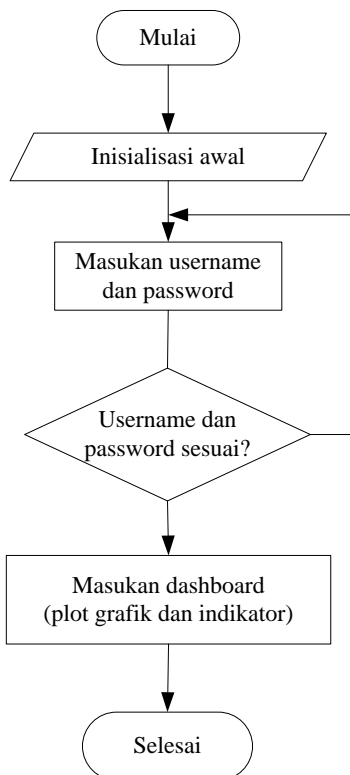
Gambar 2. Blok diagram sistem

Tahap awal adalah membaca nilai sensor arus, kemudian membaca sensor tegangan, setelah kedua sensor selesai membaca, Arduino Mega 2560 akan menghitung nilai tegangan dan arus kemudian mikrokontroler akan mengirim data LCD, sedangkan data yang dikirim internet berbentuk grafik, nilai yang dikirim akan otomatis di tersimpan dalam ID *ThingSpeak*, dan bisa di unduh.



Gambar 3. Proses *database server*

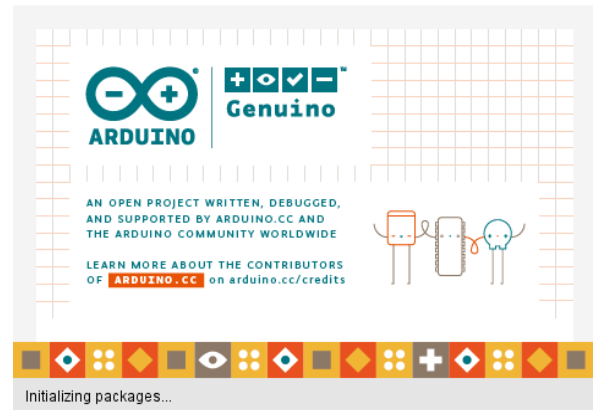
Gambar 3 adalah tahap awal dari sistem ini adalah melakukan inisialisasi awal yaitu dengan *hotspot*, setelah itu memastikan modul WiFi apakah terhubung atau tidak, jika tidak terhubung lakukan penghubungan ulang, dan jika sudah terhubung modul Wifi akan mengirmkan data ke database server *ThingSpeak*, jika data telah terkirim ke database server maka proses selesai. Gambar 4 merupakan proses mengakses *api.ThingSpeak.com*. Tahap awal dari proses ini adalah melakukan inisialisasi awal berupa username dan password, setelah itu apakah username dan password cocok? jika tidak masukkan ulang username dan password, dan jika cocok akan masuk ke *dashboard* yang dapat menampilkan grafik hasil monitoring, dan proses selesai.



Gambar 4. Proses akses *api.ThingSpeak.com*

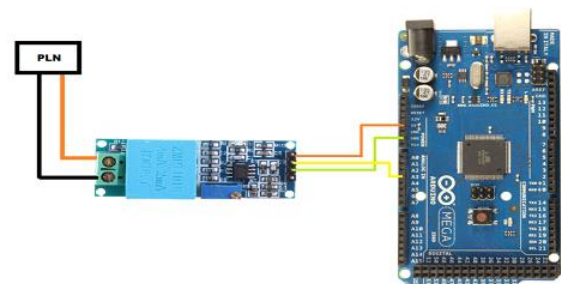
Perangkat lunak yang dibutuhkan tentunya adalah *compiler* bahasa pemrograman C untuk embed program di mikrokontroler. Compiler tersebut terdapat dalam sebuah perangkat lunak yaitu Arduino IDE (*integrated development environment*) untuk menjalankan

kebutuhan monitoring. Mikrokontroler akan membaca output Sensor Tegangan ZMPT101B dan Sensor Arus ACS712 kemudian akan menghitung nilai yang telah diprogram untuk ditampilkan ke *liquid crystal display* (LCD). Tampilan *Start Up* seperti pada Gambar 5.



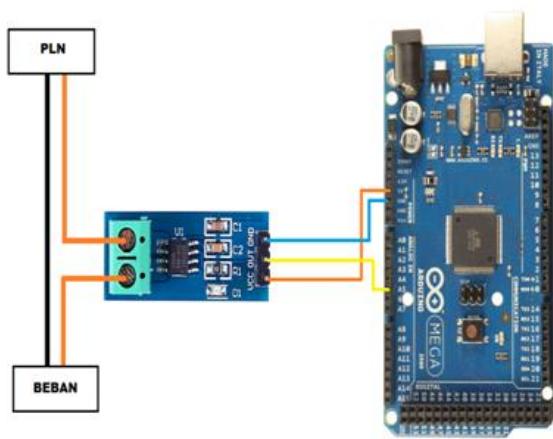
Gambar 5. *Start-up* Arduino IDE (*integrated development environment*)

Sensor tegangan ZMPT101B mempunyai 2 terminal yang terhubung langsung dengan tegangan AC, dan 3 pin yang harus dihubungkan ke mikrokontroler yaitu VCC (input +5V DC), out (output ke pin analog mikrokontroler), pin analog yang digunakan yaitu pin A3 (Analog 3), dan Gnd (input -5V DC). Gambar rangkaian sensor tegangan ZMPT101B seperti pada Gambar 6.



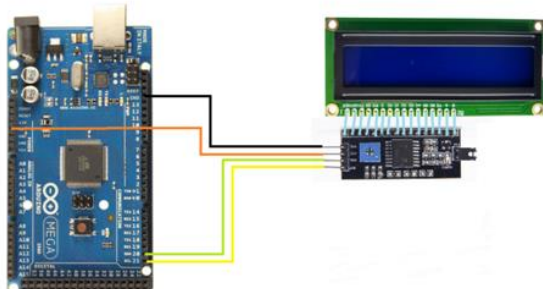
Gambar 6. Rangkaian sensor ZMPT101B

Sensor ACS712 mempunyai 2 buah terminal yang dihubungkan langsung secara seri ke sumber tegangan AC, dan 3 pin yang harus dihubungkan ke mikrokontroler yaitu VCC (input +5V DC), out (output ke pin analog mikrokontroler) pin analog yang digunakan yaitu pin A5 (Analog 5), dan Gnd (input -5V DC). Gambar rangkaian sensor arus ACS712 ditunjukkan seperti Gambar 7.

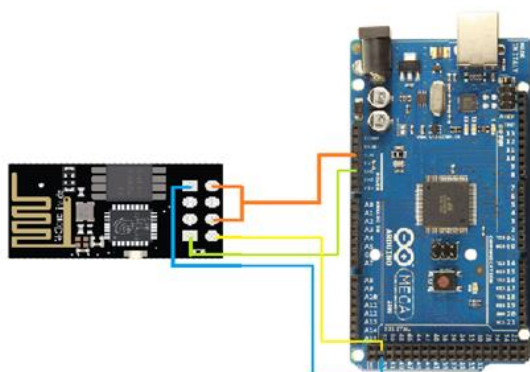


Gambar 7. Rangkaian sensor ACS712

LCD yang digunakan adalah 16x2 dengan IIC, 16 pin LCD dihubungkan langsung ke IIC, kemudian 4 pin dari IIC yang dihubungkan ke arduino Mega2560, 4 pin yang digunakan yaitu SCL (output ke pin SCL atau A4), SDA (output ke pin SDA atau A5), VCC (output ke pin +5V DC), dan Gnd (output ke -5V DC). Gambar rangkaian ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Rangkaian LCD ke arduino Mega2560

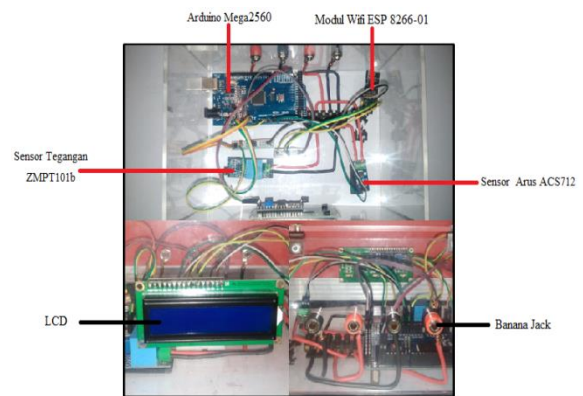


Gambar 9. Rangkaian Modul Esp 8266-01

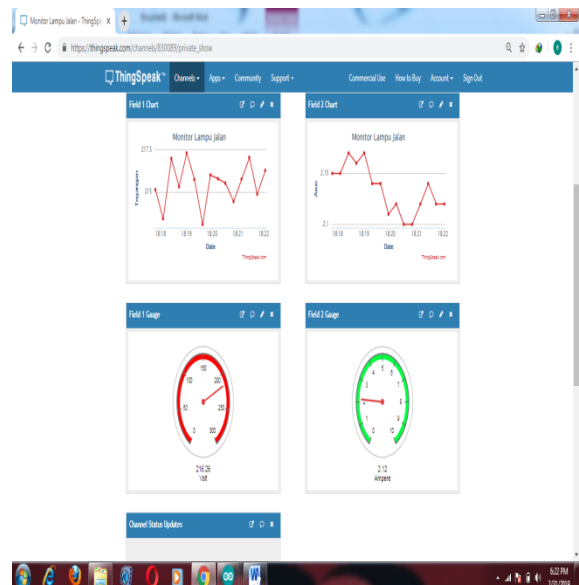
Gambar 9 merupakan rangkaian modul WiFi. ESP8266-01 merupakan modul wifi yang dapat terhubung langsung dengan WiFi dan

membuat koneksi TCP/IP. ESP 8266-01 mempunyai 8 pin, pin yang digunakan dalam pembuatan prototype ini adalah Vcc (+3.3 volt arduino), Chpd (+3.3.volt arduino), Gnd (-3.3 volt arduino), TX ( pin Tx-01 arduino), dan RX (pin RX-01 arduino).

Gambar 10 merupakan bentuk alat dari hasil keseluruhan perancangan yang di buat dalam bentuk kotak persegi panjang yang berisi perangkat keras seperti, Arduino mega2560, modul WiFi ESP8266-01, sensor tegangan ZMPT101B, sensor arus ACS712, *Liquid Crystal Display* (LCD) dan banana jack.



Gambar 10. Hasil rancangan alat

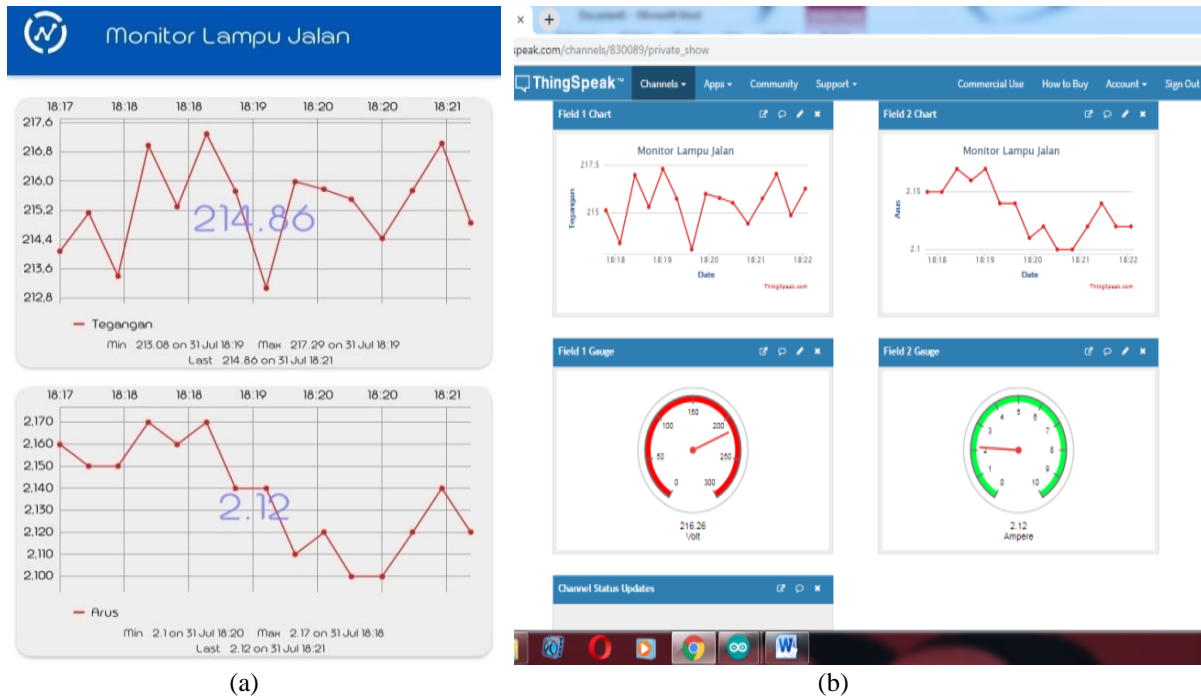


Gambar 11. Tampilan pada program *ThingSpeak*

ThingSpeak merupakan sebuah *platform* IoT yang bisa digunakan untuk mengambil dan menyimpan data dari sensor ke dalam *cloud* dan

mengembangkan aplikasi IoT tersebut[3]. Data dari sensor bisa dikirim ke *ThingSpeak* dari Arduino, *Raspberry Pi*, *BeagleBone Black* dan perangkat keras lainnya. Gambar 11 merupakan tampilan keseluruhan pada program *ThingSpeak*, data yang di tampilkan oleh *ThingSpeak* yaitu

data tegangan dan arus dalam bentuk grafik dan indikator. Tampilan pada *ThingSpeak* dikirim ke android berupa tampilan hasil dari nilai tegangan dan nilai arus. Data yang ditampilkan dalam bentuk grafik.



Gambar 12. (a) Tampilan *ThingSpeak* pada *android*; (b) Tampilan *ThingSpeak* pada *laptop*

Gambar 12(a) menampilkan bentuk dari *ThingSpeak* pada jam 18:17 WIB. Nilai tegangan yang terbaca rata-rata sebesar 214,86 volt. Nilai arus yang digunakan untuk menghidupkan lampu jalan sebesar 2,12 ampere. Tampilan keseluruhan pada *ThingSpeak* juga bisa dikirim ke laptop berupa hasil nilai tegangan dan nilai arus. Data yang ditampilkan dalam bentuk grafik dan indikator. Gambar 12(b) Tampilan pada *ThingSpeak* yang dikirim ke laptop berupa nilai tegangan dan nilai arus pada jam 18:17 WIB.

Pada sensor tegangan ZMPT101B digunakan rangkaian konverter yaitu mengubah tegangan AC ketegangan DC. Dengan perbandingan tegangan pada tranformator, input tegangan dari 250 volt dan output 5 volt, kemudian disearahkan menggunakan jembatan dioda lalu menggunakan kapasitor untuk memfilter tegangan. Selanjutnya masuk dalam rangkaian pembagi tegangan. Tegangan yang

masuk pada mikrokontroler merupakan tegangan DC yang tidak melebihi 5 volt. *Analog to digital converter* (ADC) adalah perangkat elektronika yang berfungsi untuk mengubah sinyal analog (sinyal kontinu) menjadi sinyal digital. Pin analog arduino dapat menerima nilai hingga 10 bit sehingga dapat mengkonversi data analog menjadi 1024 keadaan ( $2^{10} = 1024$ ). Artinya nilai 0 merepresentasikan tegangan 0 volt dan nilai 1023 merepresentasikan tegangan 1023 volt, karena dimulai dari angka 0 bukan angka 1, sehingga nilai terbesar adalah 1023. Tabel 1 merupakan keluaran sensor tegangan variabel dependen (Y) adalah input tegangan AC dan variabel independen (X) adalah output dari sensor.

Sensor arus ACS712 memiliki keluaran arus dengan maksimal hanya 5A. Untuk nilai kalibrasinya digunakan regresi linier dengan pengambilan beberapa sampel arus yang akan

diuji. Tabel 2 adalah pengujian dengan 2 beban untuk pengambilan nilai data sensor arus dan rumus untuk *sketch* yang digunakan dalam pemrograman sensor ACS712. Dari Tabel 2 diperoleh nilai kalibrasi dengan  $y = 1,3453x - 0,0112$  dengan  $R^2=1$ .

Tabel 1. Data kalibrasi Sensor ZMPT101B

No	VAC (Y)	Output Sensor (X)
1	0	0
2	10	0.02
3	20	0.04
4	30	0.05
5	40	0.07
6	50	0.09
7	60	0.11
8	70	0.13
9	80	0.14
10	90	0.16
11	100	0.18
12	110	0.2
13	120	0.22
14	130	0.23
15	140	0.25
16	150	0.27
17	160	0.29
18	170	0.31
19	180	0.33
20	190	0.34
21	200	0.36
22	210	0.38
23	220	0.4
24	230	0.42
25	240	0.44

Tabel 2. Data Kalibrasi sensor Arus ACS712

No	Arus (X)	Data Sensor (Y)
1	0	0
2	1,5 A	1,12
3	3 A	2,24

Tabel 3 Data perbandingan tegangan di *ThingSpeak* dan alat ukur

No	Waktu	<i>ThingSpeak</i>	Alat ukur	Persentase galat
1	18:17	214,86	221	3,2%
2	21:00	211,23	219	3,6%
3	22:00	218,57	225	2,9%
4	03:00	219,27	227	3,4%

Pengujian ini dilaksanakan untuk membandingkan nilai tegangan yang ditampilkan pada *ThingSpeak* dengan tegangan

alat ukur. Tabel 3 memperlihatkan perbandingan pengukuran tegangan pada *ThingSpeak* dengan alat ukur mendapatkan hasil pengukuran pada tegangan dengan nilai yang tidak terlalu jauh akurasi dibandingkan dengan hasil pengukuran dari alat ukur. Rata-rata galat pada pengujian tegangan adalah 3,3%.

Dari berbagai hasil pengujian yang dilakukan dapat diketahui bahwa sistem pemantauan lampu PJU berbasis menunjukkan tingkat akurasi sebesar 96,7%, parameter tegangan dan arus lampu ditampilkan dalam bentuk grafik dan indikator. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem dapat digunakan untuk memantau kondisi lampu PJU. Dengan demikian sistem tersebut memiliki salah satu kemampuan *smart lighting system* berupa pendeteksian kerusakan lampu PJU dari jarak jauh. Penelitian ke depan perlu menambahkan kemampuan lain pada *smart lighting system*, yaitu terkait intensitas pencahayaan, konsumsi daya listrik, unjuk kerja perangkat, kendali jarak jauh, dan pencatatan data lingkungan.

Pengembangan sistem pemantauan dan pengendalian lampu PJU kedepan perlu mempertimbangkan sistem berbasis cerdas untuk menghemat energi. Sistem PJU konvensional identik dengan pemborosan energi, sehingga diperlukan mekanisme penyalan PJU berdasarkan keberadaan orang dan kendaraan agar terhindar dari pencahayaan berlebih dan silau menggunakan Raspberry Pi, SCADA dan IoT (Cayyane untuk indicator sensor dan ThingSpeak untuk tampilan data berbentuk grafik [19]. Pengembangan penerangan lampu penerangan jalan cerdas yang memperhatikan kebutuhan pemakaian jalan, yaitu mematikan lampu saat tidak ada pengguna jalan dan menyalakan lampu ketika ada pengguna jalan. Hal tersebut bermanfaat untuk menghemat konsumsi listrik, meningkatkan usia pemakaian lampu dan mengurangi polusi. VANET dapat menjadi metode yang dapat digunakan dalam pengembangan lampu penerangan jalan yang cerdas [20]. Pengurangan konsumsi listrik dan emisi CO2 melalui pemanfaatan cahaya bulan purnama [21].



Penelitian pengembangan lampu PJU sesuai spesifikasi SNI 7391:2008 [22], akan tetapi belum diintegrasikan dengan sistem kendali dan pemantauan berbasis cerdas. Dalam melakukan perencanaan penerangan terdapat hal-hal yang perlu diperhatikan adalah: (1) volume lalu lintas yang terdiri atas kendaraan dan lingkungan terkait seperti pejalan kaki, pengendara sepeda dan sebagainya; (2) karakteristik jalan; (3) geometri jalan; (4) hal-hal yang mempengaruhi pantulan cahaya penerangan; (5) pemilihan lampu dan lokasi; (6) tingkat kebutuhan dan pembiayaan; (7) rencana jangka panjang pengembangan jalan dan daerah sekitar; dan (8) data kerawanan lokasi. Terkait iluminansi dan luminansi perlu memperhatikan daerah penerangan yang terbagi atas ruas jalan, tempat parker, rambu lalu lintas, terowongan. Sistem penempatan lampu terbagi atas sistem menerus, menerus bergradasi, dan parsial. Jenis dan kualitas lampu penerangan, terkait efisiensi, usia serta kontras permukaan jalan dan objek [1]. Hal-hal tersebut menjadi pijakan untuk mengembangkan *smart lighting system* sebagai satu kesatuan karena memuat unsur, pengembangan sesuai standar serta pengendalian, pemeliharaan dan pemantauan.

## SIMPULAN

Implementasi Peraturan Menteri Perhubungan tentang *smart lighting system* telah dapat direalisasikan dalam pengembangan sistem yang menerapkan IoT untuk sistem pemantauan lampu PJU dengan fungsi untuk mengetahui kondisi (kerusakan) lampu diindikasikan dari data tegangan dan arus. Sensor yang digunakan adalah ZMPT101B dan ACS 712. Modul Wifi yang digunakan adalah ESP 8266-01. Rangkaian pemroses menggunakan mikrokontroler Arduino Mega2560. Platform IoT yang digunakan untuk menampilkan data tegangan dan arus berbentuk grafik adalah *ThingSpeak*. Data sensor tegangan dan sensor arus telah dapat dilihat di laptop dan ponsel android dalam bentuk grafik dan indikator. Data pada grafik selalu berubah setiap detiknya, disebabkan tegangan tidak bisa

stabil dan sering terjadi drop tegangan. Sistem ini menghasilkan tingkat akurasi sekitar 96.7%. Sistem yang dikembangkan dapat dijadikan pijakan untuk pengembangan *smart lighting system* dengan fungsi yang lebih komprehensif dan sebagai satu kesatuan sistem yang memuat unsur, pengembangan sesuai standar serta pengendalian, pemeliharaan dan pemantauan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. S. Nasional, *Spesifikasi penerangan jalan di kawasan perkotaan SNI 7391:2008*. Jakarta: BSN.
- [2] R. Ferza and M. A. Pranasari, "Inovasi Kebijakan Pengelolaan Penerangan Jalan Umum (PJU) di Kabupaten Sidoarjo: Isu dan Tantangan," *Matra Pembaruan*, vol. 4, no. 1, pp. 1–11, May 2020.
- [3] R. Ramdhoni, S. Supriyadi, and N. Nugraha, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Dan Monitoring Lampu Otomatis Menggunakan Arduino Dengan Metode Fuzzy Logic Berbasis Android (Studi Kasus Koridor Lantai 1 dan 2 Fakultas Ilmu Komputer)," *J. Nuansa Inform.*, vol. 12, no. 1, pp. 44–52, 2018.
- [4] P. V. A. Wibawa, O. S. Komang, and A. A. N. Amrita, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Lampu Penerangan Jalan Umum Berbasis Web," *J. Spektrum*, vol. 6, no. 4, pp. 51–57, 2019.
- [5] Z. Mumtaz *et al.*, "An Automation System for Controlling Streetlights and Monitoring Objects Using Arduino," *Sensors*, vol. 18, no. 10, p. 3178, Sep. 2018.
- [6] D. P. Buwana, S. Setiawidayat, and M. Mukhsin, "Sistem Pengendalian Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) Melalui Jaringan Internet Berbasis Android," *JOINTECS (Journal Inf. Technol. Comput. Sci.)*, vol. 3, no. 3, pp. 287–292, Dec. 2018.
- [7] Norazizi and Adam, "Sistem Monitoring Lampu Penerangan Jalan Umum berbasis SMS," *J. Ilm. Flash*, vol. 5, no. 1, pp. 23–28, 2019.
- [8] E. Ihsanto and M. Dawud, "Sistem Monitoring Lampu Penerangan Jalan Umum Menggunakan Mikrokontroler Arduino dan Sensor LDR dengan Notifikasi SMS," *J. Teknol. Elektro*, vol. 7, no. 2, May 2016.
- [9] I. G. A. Putra, A. A. N. Amrita, and I. M. A. Suyadnya, "Rancang Bangun Alat Monitoring Kerusakan Lampu Penerangan Jalan Umum Berbasis Mikrokontroler dengan Notifikasi SMS," *J. Comput. Sci. Informatics Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 90–99, Dec. 2018.
- [10] A. Romadlan, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Lampu Jalan berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan Arduino Mega 2560," Universitas Mercu Buana, 2019.

- [11] A. Adriansyah, S. Budiyo, J. Andika, A. Romadlan, and N. Nurdin, "Public street lighting control and monitoring system using the internet of things," in *AIP Conference Proceedings 2217, 030103*, 2020.
- [12] A. F. Jaya, M. A. Murti, and R. Mayasari, "Monitoring dan Kendali Perangkat pada Ruang Kelas Berbasis Internet Of Things (IOT)," *eProceedings Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 22–31, 2018.
- [13] S. R. Hikmawan and E. A. Suprayitno, "Rancang Bangun Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) Menggunakan Solar Panel Berbasis Android (Aplikasi di Jalan Parkiran Kampus 2 Umsida)," *Elinvo (Electronics, Informatics, Vocat. Educ.)*, vol. 3, no. 1, pp. 9–17, Jul. 2018.
- [14] S. A. Akbar, D. B. Kalbuadi, and A. Yudhana, "Online Monitoring Kualitas Air Waduk berbasis ThingSpeak," *Transmisi*, vol. 21, no. 4, pp. 109–115, 2019.
- [15] M. P. RI, *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 27 Tahun 2018 tentang Alat Penerangan Jalan*. Jakarta, Indonesia, 2018.
- [16] P. Utami, F. Pahlevi, D. Santoso, N. Fajaryati, B. Destiana, and M. Ismail, "Android-based applications on teaching skills based on TPACK analysis," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, vol. 535, p. 012009.
- [17] J. Lianda, D. Handarly, and A. Adam, "Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Jarak Jauh Berbasis Internet of Things," *JTERA (Jurnal Teknol. Rekayasa)*, vol. 4, no. 1, p. 79, May 2019.
- [18] D. Parida, A. Behera, J. K. Naik, S. Pattanaik, and R. S. Nanda, "Real-time Environment Monitoring System using ESP8266 and ThingSpeak on Internet of Things Platform," in *2019 International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICCS)*, 2019, pp. 225–229.
- [19] M. Dwiyaniti, K. M. Nitisasmita, and Tohazen, "Energy Efficiency On Smart Street Lighting Using Raspberry Pi Based On Scada And Internet Of Things (IoT)," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, vol. 1364, pp. 012034 (1--12).
- [20] S. A. E. Mohamed, "Smart Street Lighting Control and Monitoring System for Electrical Power Saving by Using VANET," *Int. J. Commun. Netw. Syst. Sci.*, vol. 06, no. 08, pp. 351–360, 2013.
- [21] Y. M. Jagadeesh, S. Akilesh, S. Karthik, and Prasanth, "Intelligent Street Lights," *Procedia Technol.*, vol. 21, pp. 547–551, 2015.
- [22] N. Febrianto, W. Sunanda, and R. F. Gusa, "Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya: Studi Kasus di Kota Pangkalpinang," *J. Presipitasi*, vol. 16, no. 2, pp. 33–39, 2019.