

Rancang Bangun Prototipe Sistem Pemantauan dan Pemetaan Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) Berbasis Arduino UNO

Aleksander Bima Sakti Wibowo Tansri¹, Mochamad Subianto², Romy Budhi Widodo³, Yusuf Giovanni⁴, Octaviani Intan Randi⁵

^{1,2,3,4,5} Universitas Machung

¹311510005@machung.ac.id, ²mochamad.subianto@machung.ac.id, ³romy.budhi@machung.ac.id,

⁴311510028@student.machung.ac.id, ⁵311610014@student.machung.ac.id

ABSTRAK

Penerangan jalan umum (PJU) merupakan fasilitas yang digunakan masyarakat untuk beraktifitas pada malam hari. Dinas Perumahan dan Permukiman (DISPERKIM) merupakan badan yang bertugas melakukan perbaikan dan pengaturan PJU. Namun, petugas DISPERKIM masih mengalami keterlambatan dalam melakukan perbaikan PJU, karena pemantauan dan pengaturan PJU masih dengan mendatangi setiap lokasi PJU. Oleh sebab itu, perlu dikembangkan sebuah sistem yang memberikan informasi secara detail mengenai pemetaan lokasi PJU, kontrol PJU otomatis, pemantauan PJU, dan histori kondisi PJU bagi petugas DISPERKIM. Hasil percobaan menunjukkan, dalam percobaan pengiriman data selama 100 percobaan dari GSM Shield SIM900 mendapatkan hasil 1,55 detik, sedangkan perangkat NRF24L01 1,69 detik. Berdasarkan hasil uji coba pada pengiriman data menunjukkan delay pengiriman data bagi prototipe Induk sebesar 50,7 detik, dan 56,4 detik. Sedangkan pada pengujian *delay* pengiriman data bagi prototipe anak sebesar 147,8 detik atau 02:27 menit, dan sebesar 143,5 detik atau 02:23 menit. Uji coba tersebut dilakukan, karena membantu petugas (DISPERKIM) dalam mendapatkan data-data yang berguna dalam perhitungan atau prediksi terhadap kondisi PJU di setiap daerah. Berdasarkan perancangan pengujian sistem dapat dinyatakan berjalan dengan baik, karena sistem dapat melakukan pemantauan dan pemetaan jarak jauh secara online.

Kata Kunci: GSM Shield SIM900, NRF24L01, penerangan jalan umum, pemantauan, pemetaan

ABSTRACT

Public road lighting (PRL) is a facility used by the community to work at night. Dinas Perumahan dan Permukiman (DISPERKIM) department is a tasked with making improvements and regulating PRL. However, DISPERKIM officers are still experiencing delays in making PRL improvements, because PRL monitoring and regulation is still by visiting each PRL location. The experimental results show, the trial of sending data with 100 experimental from GSM Shield SIM900 gets 1.55 seconds, while the NRF24L01 device is 1.69 seconds. Based on the results of trials on sending data shows the delay of sending data for the prototype parent by 50.7 seconds, and 56.4 seconds. Whereas the testing delay of sending data for child prototypes was 147.8 seconds or 02:27 minutes, and by 143.5 seconds or 02:23 minutes. The function of experimental is helping officer (DISPERKIM) to get a data for calculation and prediction about PJU condition on every area. Based on the design of the test system can be stated to run well, because the system can do remote monitoring and mapping.

Keywords: GSM Shield SIM900, NRF24L01, public road lighting, monitoring, mapping

1. PENDAHULUAN

Penerangan jalan umum (PJU) merupakan lampu yang digunakan untuk penerangan jalan di malam hari sehingga mempermudah pejalan kaki, pesepeda dan pengendara kendaraan dapat melihat dengan lebih jelas kondisi jalan atau medan yang akan dilalui pada malam hari. PJU termasuk salah satu dari kebutuhan masyarakat dalam kehidupan sehari-hari, khususnya pada malam hari. Hal tersebut berguna bagi masyarakat dalam melakukan aktivitas pada malam hari, sehingga masyarakat dapat merasa aman dalam beraktivitas maupun berkendara.

Dinas Perumahan dan Kawan Permukiman (DISPERKIM) merupakan badan yang mempunyai tugas dalam melakukan perbaikan dan pengaturan PJU. Berdasarkan keterangan DISPERKIM kota

Malang, menyatakan bahwa dalam melakukan perbaikan dan pengaturan PJU di kota Malang, pihak DISPERKIM harus melakukan kontrol secara konvensional, yaitu dengan melakukan pengecekan disetiap titik lampu dengan mendatangi lokasi, dan meminta bantuan kepada masyarakat dalam mengambil andil terhadap kondisi PJU yang mati dengan cara menghubungi pihak DISPERKIM melalui nomor telepon yang tersedia untuk melaporkan kondisi PJU tersebut. Hal tersebut membuat ketidak efisien waktu dan tenaga bagi pihak DISPERKIM dan masyarakat dalam mengatur kondisi PJU. Beserta data terbaru, pada tahun 2018, kota Malang memiliki target 36.000 titik PJU sebagai bentuk tugas pemerintah kota Malang dalam menerangi secara keseluruhan kota Malang.

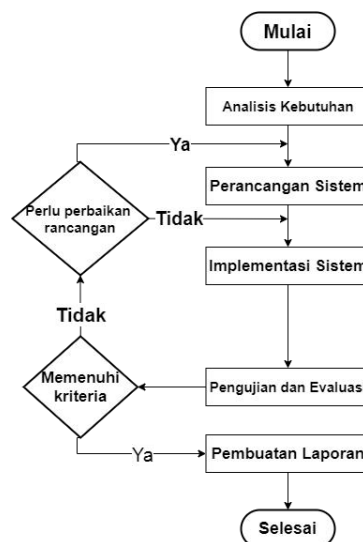
Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Yulian (2018), membahas tentang perancangan *monitoring* dan *controlling* sistem penerangan lampu jalan memanfaatkan Arduino untuk melakukan *controlling* lampu jalan yang lebih hemat. Penelitian ini menghasilkan sistem lampu cerdas dengan Arduino sebagai peralatan utama untuk mengatur pemanfaatan listrik terhadap lampu jalan sehingga lampu dapat otomatis menyala pada malam hari.

Selain penelitian tersebut, terdapat penelitian terdahulu yang dilakukan Maryana (2014), membahas tentang perancangan pemantauan dan pengendalian penerangan jalan tol Jakarta-Merak menggunakan SMS *Gateway*. Penelitian tersebut menghasilkan suatu sistem pengendalian jarak jauh dan pemantauan kondisi lampu. Pengendalian tersebut dilakukan dengan menggunakan web yang dapat mengatur hidup dan menyala lampu secara online menggunakan TCP atau IP pada perangkat di setiap jalan tol Jakarta-Merak.

Berdasarkan latar belakang di atas, tujuan dari penelitian ini adalah merancang sebuah prototipe pemetaan lokasi PJU dan pemantauan kondisi PJU jarak jauh berbasis Arduino Uno sebagai media bagi para petugas PJU untuk mendapatkan informasi mengenai kondisi lampu penerangan pada daerah tersebut.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini akan dibuat sebuah prototipe sistem *monitoring* dan pemetaan lampu penerangan jalan umum berbasis Arduino Uno. Dalam sebuah penelitian dibutuhkan perencanaan dan persiapan yang matang. Dengan perencanaan tersebut, proses penelitian ini diharapkan dapat berjalan dengan baik dan sistematis. Sehingga proses penelitian ini dirancang sedemikian rupa agar penelitian ini dapat menghasilkan sebuah aplikasi yang optimal. Tahapan penelitian yang digunakan untuk merancang prototipe sistem *monitoring* dan pemetaan lampu penerangan jalan umum berbasis Arduino. Gambar 1 merupakan tahapan penelitian pada sistem prototipe PJU berbasis Arduino Uno.



Gambar 1. Tahapan penelitian

Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi permasalahan-permasalahan yang ada pada sistem serta menentukan kebutuhan dari sistem yang akan dibangun. Dengan melihat permasalahan yang ada serta menyelesaikan dan memberikan solusi atas permasalahan yang ada merupakan tujuan dari sebuah penelitian.

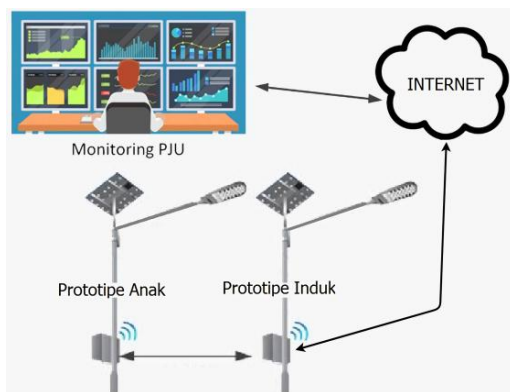
Fasilitas penerangan jalan perlu dipastikan bekerja dengan baik, untuk itu diperlukan pemantauan agar dapat diketahui lampu yang mana yang tidak dapat menyala atau mengalami kerusakan. Saat ini pemantauan dilakukan setiap hari dengan cara langsung mendatangi ke lokasi tempat lampu penerangan tersebut dipasang. Hal tersebut dirasa kurang efektif dan efisien, karena harus mendatangi lokasi lampu penerangan jalan satu persatu sepanjang lokasi jalan, sehingga memerlukan waktu yang lama untuk melakukan patrol dan memerlukan biaya operasional yang tinggi.

Jumlah kendaraan di kota Malang yang selalu meningkat setiap tahunnya menyebabkan kebutuhan informasi tentang kondisi layanan umum juga meningkat, khususnya informasi mengenai lampu penerangan jalan umum. Hal tersebut belum ditambah dengan jumlah pendatang yang menggunakan kendaraan bermotor. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dibuat sebuah prototipe sistem *monitoring* dan pemetaan lampu penerangan jalan umum berbasis Arduino Uno.

Perancangan Prototipe

Berdasarkan perancangan sistem di atas, diambil kesimpulan bahwa dibutuhkan perancangan topologi sistem yang mencakup aspek yang memudahkan penerapan sistem di lapangan. Pada perancangan topologi sistem ini merupakan bagian dari komponen-komponen pada perangkat keras

yang akan mendukung realisasi prototipe pada sistem. Prototipe yang dibuat terbagi menjadi dua bagian, yaitu prototipe Induk (SIM900 + NRF24L01 Receiver) dan prototipe Anak (NRF24L01 Transmitter). Prototipe Induk yang berisi komponen utama, yaitu SIM900 dan NRF24L01 Receiver merupakan bagian utama pada sistem ini yang menerima data dari setiap tiang lampu yang terpasang dengan NRF24L01 Transmitter, kemudian data yang sudah diolah dan didapat pada setiap tiang akan dimasukkan kedalam array dan data akan dikirim ke Internet melalui GPRS SIM900 yang sudah terkoneksi dengan kartu Internet berbasis GSM. Prototipe Anak yang berisi komponen utama, yaitu NRF24L01 Transmitter merupakan bagian utama pada sistem ini yang berfungsi untuk mengirimkan data setiap komponen lampu ke lampu lain secara estafet hingga mencapai prototipe Induk yang terkonfigurasi dengan NRF24L01 Receiver. Gambar 2 merupakan topologi penerapan sistem penerangan jalan umum.



Gambar 2. Topologi penerangan sistem penerangan jalan umum

Implementasi Sistem

Implementasi ini dilakukan dengan membuat sebuah prototipe perangkat keras menggunakan Arduino Uno yang berfungsi sebagai sistem monitoring lampu penerangan jalan, serta kemampuan sistem dalam memberikan informasi mengenai informasi lampu, kondisi lampu dan status lampu. Pada lampu penerangan jalan akan terpasang prototipe sesuai dengan Gambar 2. Dengan jarak antar tiang sepanjang 5-10 meter. Hal tersebut telah menyesuaikan dengan kondisi PJU secara nyata di lapangan, serta NRF24L01 dapat menjangkau sinyal antar perangkat NRF24L01 sepanjang maks. 30 meter. Selain perangkat keras, implementasi yang dilakukan adalah membuat website menggunakan bahasa pemrograman PHP dan MySQL sebagai pengolah sistem basis data tersebut.

Pengujian dan Evaluasi

Pada perancangan sistem ini menggunakan perangkat yang bekerja secara otomatis. Pengujian yang dilakukan untuk sistem merupakan pengujian yang mencakup perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) dengan tujuan untuk mengetahui keberhasilan sistem atau alat dalam menjalankan fungsi sesuai dengan rancangan. Pengujian kinerja perangkat pengujian terhadap akurasi perangkat sebagai berikut:

Tabel 1. Perancangan Pengujian

No	Jenis Pengujian	Jumlah Pengujian	Toleransi
1	Akurasi Sensor Voltage	10	Latency 10%
2	Pengujian GSM Shield SIM900	20	Latency 10 detik
3	Pengujian NRF24L01	20	Latency 10 detik
4	Delay Pengiriman Data	10	60 detik

Pembuatan Laporan

Tahap terakhir dalam proses pembuatan sistem prototipe monitoring dan pemetaan lampu penerangan jalan umum berbasis Arduino Uno ini adalah pembuatan laporan untuk mendokumentasikan hasil dari pembuatan prototipe ini. Pembuatan laporan ini bertujuan agar proses pada setiap tahap pembuatan sistem hingga sistem selesai dibuat dapat menjadi ilmu yang bermanfaat bagi para pembaca yang masih awam dengan dengan pembuatan sistem berbasis Arduino Uno maupun bagi pembaca yang ingin mengembangkan dan menyempurnakan sistem ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian pada penelitian ini meliputi bagian pengujian akurasi pada data sensor voltage, pengujian pengiriman data pada GSM Shield SIM900, dan NRF24L01, perhitungan delay pengiriman data pada prototipe, dan pengujian fitur pada web. Berdasarkan tabel 1., jenis pengujian yang dilakukan adalah menghitung nilai latency (error) pada perangkat sensor voltage, GSM Shield SIM900, dan NRF24L01. Perhitungan tersebut dilakukan untuk mendapatkan data mengenai kemampuan perangkat terhadap mendapat data secara *real-time*.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Voltage pada Baterai

No	Vinput Sensor Voltage (dalam V)	Vinput Multitester (dalam V)	Nilai Sensor Voltage (dalam %)	Nilai Multitester (dalam %)	Rata-rata Latency (dalam %)
1	0,95V	0,94V	9%	8%	11,11%
2	1,76V	1,73V	18%	16%	11,11%
3	2,42V	2,39V	26%	23%	11,59%
4	3,91V	3,87V	41%	38%	7,32%
5	4,35V	4,33V	45%	44%	2,22%
6	5,24V	5,20V	54%	52%	3,70%

No	Vinput Sensor Voltage (dalam V)	Vinput Multimeter (dalam V)	Nilai Sensor Voltage (dalam %)	Nilai Multimeter (dalam %)	Rata-rata Latency (dalam %)
7	6,34V	6,32V	65%	64%	1,54%
8	7,67V	7,64V	77%	75%	2,59%
9	8,21V	8,91V	93%	92%	1,08%
10	≥8,25V	0,94V	100%	96%	4,00%
Rata-rata latency (dalam detik)					5,63%

Pada tabel 2 terlihat bahwa rata-rata *latency* pada sensor voltage pada baterai sebesar 5,63%. Hal tersebut menunjukkan bahwa sensor voltage pada baterai bekerja dengan baik karena masih dalam toleransi rata-rata *latency* kurang dari 10%.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor Voltage pada Panel Surya

No	Nilai Sensor Voltage (dalam V)	Nilai Multimeter (dalam V)	Rata-rata Latency (dalam %)
1	0,00V	0,00V	0,00%
2	1,20V	1,24V	3,33%
3	2,32V	2,35V	1,29%
4	3,27V	3,30V	0,92%
5	4,16V	4,18V	0,48%
6	5,73V	5,75V	0,35%
7	6,91V	6,92V	0,14%
8	7,50V	7,53V	0,4%
9	8,09V	8,14V	0,62%
10	8,25V	8,22V	0,36%
Rata-rata Latency (dalam %)			0,79%

Pada tabel 3 terlihat bahwa rata-rata *latency* pada sensor voltage pada panel surya sebesar 0,79%. Hal tersebut menunjukkan bahwa sensor voltage pada panel surya bekerja dengan baik karena masih dalam toleransi rata-rata *latency* kurang dari 10%.

Tabel 4. Hasil pengujian rata-rata *latency* GSM Shield SIM900

No	Pengujian	Rata-rata latency (dalam detik)
1	1	1,30
2	2	1,35
3	3	1,35
4	4	2,05
5	5	1,70
Rata-rata latency (dalam detik)		1,55

Pada tabel 4 terlihat bahwa pengujian pengiriman data menggunakan GSM Shield SIM900 menunjukkan rata-rata *latency* sebesar 1,55 detik. Hal tersebut menunjukkan bahwa GSM Shield SIM900 bekerja dengan baik dalam melakukan pengiriman data, karena masih dalam toleransi rata-rata *latency* kurang dari 10 detik.

Tabel 5. Hasil pengujian rata-rata *latency* NRF24L01

No	Pengujian	Rata-rata latency (dalam detik)
1	1	1,40
2	2	1,80
3	3	1,30
4	4	1,40
5	5	2,55
Rata-rata latency (dalam detik)		1,69

Pada tabel 5 terlihat bahwa pengujian pengiriman data menggunakan NRF24L01 menunjukkan rata-rata *latency* sebesar 1,69 detik. Hal tersebut menunjukkan bahwa NRF24L01 bekerja dengan baik karena masih dalam toleransi rata-rata *latency* kurang dari 10 detik.

Tahap pengujian *delay* pada prototipe dalam mengirimkan data dilakukan dengan mengaktifkan kedua prototipe secara bersamaan untuk menguji *delay* data yang masuk ketika terjadi perubahan kondisi lampu.

Pada kondisi pada lampu dibedakan dalam 2 indikator, yaitu lampu menyala dan lampu tidak menyala. Perubahan kondisi lampu tersebut disebabkan oleh panel surya yang mendapatkan sinar matahari. Gambar 3 merupakan hasil pengiriman data dalam 1 menit.

<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1838	2	68	on	0,27	2019-12-26 21:46:48
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1837	1	68	on	0,02	2019-12-26 21:46:30
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1836	2	68	on	0,27	2019-12-26 21:46:12
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1832	2	68	on	0,27	2019-12-26 21:44:59
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1831	1	68	on	0,00	2019-12-26 21:44:41
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1830	2	68	on	0,27	2019-12-26 21:44:23
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1829	1	68	on	0,02	2019-12-26 21:44:04

Gambar 3. Hasil Pengiriman Data dalam 1 menit

Tabel 5. Hasil Pengujian *Delay* Lampu Tidak Menyala pada Prototipe Induk

No	Waktu Lampu Tidak Menyala (Jam:Menit:Detik)	Waktu Lampu Tidak Menyala (Jam:Menit:Detik)	Delay Lampu (dalam detik)
1	13:10:44	13:11:44	56 detik
2	05:23:22	05:24:15	53 detik
3	05:35:31	05:36:22	51 detik
4	05:47:03	05:47:54	51 detik
5	05:57:22	05:58:13	59 detik
6	06:08:45	06:09:44	89 detik
7	06:20:23	06:21:51	51 detik
8	06:34:58	06:35:49	51 detik
9	06:44:04	06:44:55	52 detik
10	06:56:10	06:57:02	52 detik
Rata-rata			56,4 detik

Pada tabel 5 terlihat bahwa pengujian *delay* lampu tidak menyala pada prototipe induk menunjukkan rata-rata sebesar 56,4 detik. Hal tersebut menunjukkan bahwa *delay* pengiriman data pada data lampu ke database dapat bekerja dengan baik karena masih dalam toleransi rata-rata kurang dari 60 detik.

Tabel 6. Hasil Pengujian *Delay* Lampu Tidak Menyala pada Prototipe Anak

No	Waktu Lampu Tidak Menyala (Jam:Menit:Detik)	Waktu Lampu Tidak Menyala (Jam:Menit:Detik)	Delay Lampu (dalam detik)
1	13:05:40	13:08:12	152 detik
2	05:39:17	05:41:32	135 detik
3	05:51:27	05:53:39	132 detik
4	05:58:27	06:00:56	149 detik
5	06:01:26	06:03:59	153 detik
6	06:13:16	06:15:30	134 detik
7	06:27:52	06:30:04	132 detik
8	06:37:09	06:39:45	156 detik
9	06:47:38	06:50:04	146 detik
10	06:59:09	07:01:35	146 detik
Rata-rata			143,5 detik

Pada tabel 6 terlihat bahwa pengujian *delay* lampu tidak menyala pada prototipe anak menunjukkan rata-rata sebesar 143,5 detik atau 02:23 menit. Hal tersebut menunjukkan bahwa *delay* pada data lampu ke database bekerja dengan kurang baik karena memiliki toleransi rata-rata lebih dari 60 detik.

Tabel 7. Hasil Pengujian *Delay* Lampu Menyala pada Prototipe Induk

No	Waktu Lampu Tidak Menyala (Jam:Menit:Detik)	Waktu Lampu Tidak Menyala (Jam:Menit:Detik)	Delay Lampu (dalam detik)
1	07:08:54	07:09:46	52 detik
2	07:20:27	07:21:18	51 detik
3	07:30:08	07:31:00	52 detik
4	07:40:32	07:41:18	46 detik
5	07:49:32	07:50:24	52 detik
6	07:58:39	07:59:30	51 detik
7	08:08:58	08:09:49	51 detik
8	08:17:28	08:18:18	50 detik
9	08:26:34	08:27:23	49 detik
10	08:36:12	08:37:05	53 detik
Rata-rata			50,7 detik

Pada tabel 7 terlihat bahwa pengujian *delay* lampu menyala pada prototipe induk menunjukkan rata-rata sebesar 50,7 detik. Hal tersebut menunjukkan bahwa *delay* data lampu ke database bekerja dengan baik karena masih dalam toleransi rata-rata kurang dari 60 detik.

Tabel 8. Hasil Pengujian *Delay* Lampu Menyala pada Prototipe Anak

No	Waktu Lampu Tidak Menyala (Jam:Menit:Detik)	Waktu Lampu Tidak Menyala (Jam:Menit:Detik)	Delay Lampu (dalam detik)
1	07:13:49	07:16:09	140 detik
2	07:21:54	07:24:38	164 detik
3	07:34:14	07:36:09	144 detik
4	07:43:14	07:45:51	157 detik
5	07:52:20	07:54:57	143 detik
6	08:02:53	08:05:16	158 detik
7	08:11:43	08:14:21	149 detik
8	08:20:22	08:22:51	149 detik
9	08:30:32	08:32:34	127 detik
10	08:38:43	08:41:02	139 detik
Rata-rata			147,8 detik

Pada tabel 8 terlihat bahwa pengujian *delay* lampu menyala pada prototipe anak menunjukkan

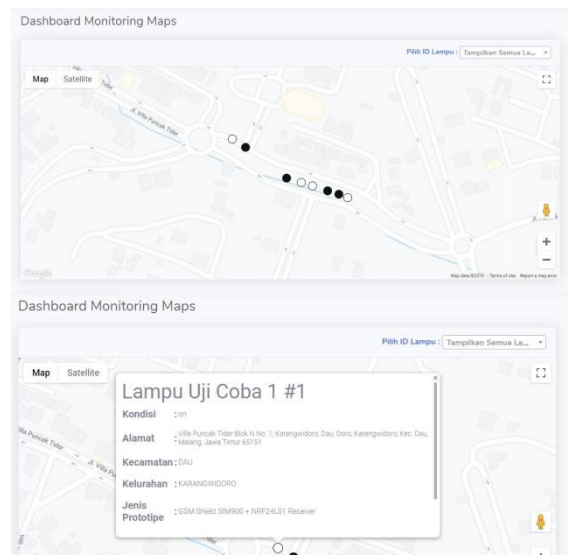
rata-rata sebesar 147,8 detik atau 02:27 menit. Hal tersebut menunjukkan bahwa *delay* pada data lampu ke database bekerja dengan kurang baik karena memiliki toleransi rata-rata lebih dari 60 detik.

Pada implementasi prototipe, penulis membuat sebuah prototipe yang digunakan sebagai media riset pada penelitian ini. Gambar 4. merupakan hasil rangkaian prototipe penerangan jalan umum.



Gambar 4. Hasil rangkaian prototipe penerangan jalan umum

Pada pembuatan prototipe tersebut, peneliti membuat sebuah web yang digunakan sebagai media pemetaan dan pemantauan pada PJU. Pembuatan web tersebut merupakan bagian dari penelitian yang dilakukan, karena semua data-data yang didapat dari PJU akan tersimpan didatabase dan akan ditampilkan pada web. Gambar 5. merupakan antarmuka pada web.



ID Lampu	Nama	Waktu	Status Lampu	Kondisi Baterai (%)	Kondisi Panel Surya (V)	Action
1	Lampu Uji Coba 1	2019-12-19 03:29:24	on	100%	12.00	[icon]
2	Lampu Uji Coba 2	2019-12-19 03:42:01	on	100%	12.00	[icon]
3	Lampu Dummy 3	2019-12-19 03:42:06	off	100%	12.00	[icon]
4	Lampu Dummy 4	2019-12-19 03:42:49	off	100%	12.00	[icon]
5	Lampu Dummy 5	2019-12-19 03:43:27	on	100%	12.00	[icon]
6	Lampu Dummy 6	2019-12-19 03:43:42	bahaya	100%	12.00	[icon]
7	Lampu Dummy 7	2019-12-19 03:43:17	on	100%	12.00	[icon]

Gambar 5. Antarmuka pada *web*

Pada gambar 5. merupakan tampilan pada *web* yang digunakan dalam menampilkan data-data PJU yang didapat. Tampilan-tampilan pada gambar 5. terbagi atas *mapping* PJU, detail data PJU seperti nama, kondisi lampu, alamat, dan detail data sensor pada PJU. *Mapping* PJU merupakan tampilan utama pada *web*. Tampilan ini digunakan sebagai media melihat kondisi menyala atau tidak menyala lampu pada perangkat prototipe PJU. Setelah tampilan tersebut, terdapat tampilan detail data PJU. Detail data PJU merupakan data lengkap pada setiap PJU dengan menekan *icon* lampu pada *web*. Pada tampilan terakhir terdapat tampilan detail data sensor pada setiap PJU. Tampilan tersebut digunakan sebagai media petugas dalam mendapatkan data-data sensor baik dari waktu *update* terbaru, kondisi lampu, dan data sensor *voltage* pada baterai dan panel surya.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil perancangan dan pengujian sistem prototipe dalam pengerjaan tugas akhir, hasil simpulan adalah berhasil merancang sebuah prototipe pemetaan lokasi PJU dan pemantauan kondisi PJU jarak jauh berbasis Arduino Uno sebagai media bagi para petugas PJU untuk mendapatkan informasi mengenai kondisi lampu penerangan jalan umum dengan baik berdasar sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengujian aplikasi web yang dilakukan, fitur-fitur pada aplikasi web telah berjalan dengan baik. Hal tersebut ditunjukkan dengan aplikasi web dapat menampilkan lokasi PJU yang sudah didaftarkan dan melakukan pemantauan jarak jauh menggunakan aplikasi web.
2. Hasil pengujian pada GSM *Shield* SIM900 mendapat hasil rata-rata *latency* (dalam detik) 1,55 detik. Hasil tersebut menunjukkan akurasi yang dikatakan baik, karena memiliki toleransi rata-rata *latency* (dalam detik) kurang dari 10 detik.
3. Hasil pengujian pada NRF24L01 mendapat hasil rata-rata *latency* (dalam detik) 1,69 detik. Hasil tersebut menunjukkan akurasi yang

dikatakan baik, karena memiliki toleransi rata-rata *latency* (dalam detik) kurang dari 10 detik.

4. Hasil pengujian *delay* pengiriman data pada perangkat prototipe mendapatkan hasil yang cukup signifikan dalam perbedaan waktu pengiriman data. Bagi prototipe induk, *delay* pengiriman data saat kondisi lampu berubah menjadi tidak menyala memerlukan waktu sebesar 56,4 detik, sedangkan *delay* pengiriman data saat kondisi lampu berubah menjadi menyala memerlukan waktu sebesar 50,7 detik. Hal tersebut dapat disimpulkan *delay* pengiriman data dapat dikatakan baik, karena memiliki toleransi rata-rata (dalam detik) kurang dari 1 menit.
5. Hasil pengujian bagi prototipe anak menunjukkan, *delay* pengiriman data saat kondisi lampu berubah menjadi tidak menyala memerlukan waktu sebesar 143,5 detik atau 02:23 menit, sedangkan *delay* pengiriman data saat kondisi lampu berubah menjadi menyala memerlukan waktu sebesar 147,8 detik atau 02:27 menit. Hal tersebut dapat disimpulkan *delay* pengiriman data dapat dikatakan kurang baik, karena memiliki toleransi rata-rata (dalam detik) lebih dari 1 menit. Hal tersebut disebabkan karena prototipe induk masih mengolah 2 sampai 3 data sebelum data dari kondisi lampu terbaru.

Saran

Berdasarkan hasil pengujian penelitian ini, berikut merupakan saran yang dapat dilakukan dalam mengembangkan sistem *monitoring* dan *controlling* lampu penerangan jalan umum, antara lain:

1. Menggunakan prototipe Anak sebagai pendeteksi kondisi PJU, dan menggunakan prototipe Induk sebagai server yang berfungsi hanya mengirimkan data PJU ke *database*,
2. Bila sistem diimplementasikan secara langsung pada perangkat PJU yang asli, perlu dilakukan pergantian komponen minimum, seperti mengganti lampu dengan lampu berkapasitas diatas 20 watt, baterai dengan kapasitas diatas 65 Ah 12V, panel surya dengan kapasitas diatas 80 WP, menambahkan regulator baterai charger dengan kapasitas diatas 10A 12V, dan *Inverter* DC to AC untuk energi listrik prototipe Induk-Anak.

5. REFERENSI

- [1] Clark, R.V.G., 2008, *Improving Street Lighting Reduce Crime in Residential Area, Problem-Oriented Guides for Police*, United States, Department of Justice.

- [2] Yulian, C., 2018, Perancangan *Monitoring dan Controlling* Sistem Penerangan Lampu Jalan Energi Panel Surya Berbasis Logika Fuzzy dan Wireless Sensor Network, Institut Teknologi Nasional (ITN), Malang.
- [3] Ardiansyah, I., 2015, Sensor Tegangan, diakses pada tanggal 10 Februari 2019, <<http://dokumen.tips/documents/sensor-tegangan.html>>
- [4] Aryanti, R.I. & Kanedi, I., 2015, Pemanfaatan Google Maps API pada Sistem Informasi Geografis Direktori Perguruan Tinggi di Kota Bengkulu, *ISSN*, vol. 11, no. 2. Hh. 119-129.
- [5] Maryana, A., 2014, Membangun Aplikasi Pemantauan dan Pengendalian Penerangan Jalan Umum pada Tol Jakarta-Merak, Universitas Komputer Indonesia, Bandung.
- [6] Arwani, M., 2018, Perancangan Sistem *Tracking* Panel Surya Menggunakan Metode Kendali Logika *Fuzzy*, Universitas Jember, Jember.
- [7] Shobrina, U.J., Primananda, R. & Maulana, R., 2018, Analisis Kinerja Pengiriman Data Modul *Transceiver* NRF24L01, Xbee dan Wifi ESP8266 Pada *Wireless Sensor Network*, Universitas Brawijaya, Malang.
- [8] Lee, S., Tewolde, G. & Kwon, J., 2014, *Design and Implementation of Vehicle Tracking System Using GPS/GSM/GPRS/Technology and Smartphone Application*.
- [9] Widyaningtyas, A., 2014, Sistem Informasi Akademik Berbasis SMS *Gateway* Menggunakan Metode Prototipe, Universitas Dian Nuswantoro, Semarang.
- [10] Sumardi 2013, Mengenal Mikrokontroler, Andi Offser, Jakarta.
- [11] Mayangsari, M., 2014, Rancang Bangun Alar Penyemprot Nyamuk Berdasarkan Pengaturan *Real Time Clock* (RTC) dan *Remote Control* Menggunakan Mikrokontroller, Universitas Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- [12] Syahwil, M., 2013, Panduan Mudah Simulasi dan Praktik Mikrokontroler Arduino, Yogyakarta.
- [13] Sugeng, AA., 2012, Perancangan dan Pembuatan Deteksi Jarak Benda Sebagai Alat Bantu *Mobilitas* untuk Tunanetra dengan *Output* Suara, Perguruan Tinggi Raharja, Tangerang.
- [14] Guntoro, Helmi, Yoyo S., & Erik H., 2013, Rancang Bangun *Magnetic Door Lock* Menggunakan *Keypad* dan *Solenoid* Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno, *Electrans*, vol. 12, no. 1. hh 40.
- [15] Mardhika WK., 2016, Rancang Bangun Sistem Pakan Ikan Terjadwal dan Pasang Surut Air pada Akuaponik Berbasis Arduino Mega, Universitas Ma Chung, Malang.