

PROTOTYPE PENERANGAN JALAN UMUM (PJU) PINTAR BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN SOLAR PANEL, SENSOR HC-SR04 DAN SENSOR LDR

Dadan Somadani, Ade Heri Ginanjar

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Majalengka, Majalengka,
Jl. Universitas Majalengka No.103, Majalengka Kulon, Majalengka 45418
dshomadani@gmail.com

Abstrak

Semakin pesatnya perkembangan di Indonesia menuntut pembangunan infrastruktur yang semakin baik. Salah satu yang menjadi prioritas adalah pembuatan dan perbaikan jalan umum untuk mendukung mobilitas masyarakat yang semakin tinggi akibat kemajuan teknologi transportasi yang berkembang pesat. Salah satu perlengkapan jalan yang sangat dibutuhkan adalah Penerangan Jalan Umum (PJU). Dengan di terapkannya penerangan jalan umum pintar dapat mengurangi penggunaan energi listrik karena penerangan jalan umum pintar menggunakan panel surya sebagai sumber energi yang didapat dari mengubah panas matahari menjadi energi listrik kemudian disimpan pada baterai. Pada kondisi malam hari, lampu akan menyala terang ketika sensor ultrasonik mendeteksi benda dan ketika tidak ada benda, lampu akan menyala redup. Metode *Prototyping* adalah proses iterative dalam pengembangan sistem dimana *requirement* diubah ke dalam sistem yang bekerja (*working system*) yang secara terus menerus diperbaiki melalui kerjasama antara user dan analis. Pada metodologi *Prototype* terdiri dari beberapa tahap, yaitu: Analisis Kebutuhan Sistem, Desain Sistem, Pengujian Sistem, Implementasi. Prototipe penerangan jalan umum pintar dapat mengatur tingkat redup atau terangnya penerangan secara otomatis berdasarkan situasi dan kondisi dilapangan.

Kata Kunci : PJU, *Prototyping*, Arduino, Solar Panel, Sensor HC-SR04, Sensor LDR.

Abstract

The more rapid development in Indonesia demands better infrastructure development. One of the priorities is the creation and improvement of public roads to support the increasingly high mobility of society due to the rapid development of transportation technology. One of the most needed road equipment is Public Street Lighting (PJU). With the implementation of smart public street lighting can reduce the use of electricity because smart public street lighting uses solar panels as a source of energy obtained from converting solar heat into electrical energy then stored on batteries. At night conditions, the lights will light up when the ultrasonic sensor detects objects and when there are no objects, the lights will turn dim. Prototyping method is an iterative process in developing a system where requirements are changed into a working system (continuous system) which is continuously improved through the collaboration between the user and analyst. The Prototype methodology consists of several stages, namely: System Requirements Analysis, System Design, System Testing, Implementation. Smart public street lighting prototypes can automatically adjust the brightness or brightness level based on the situation and conditions in the field.

Keywords: PJU, *Prototyping*, Arduino, Solar Panel, HC-SR04 Sensor, LDR Sensor.

PENDAHULUAN

Penerangan jalan umum (PJU) sangat penting di jaman sekarang, dimana segala aktifitas dan kegiatan tidak hanya pada siang hari

yang rutinitas dilakukan oleh siapapun tapi kegiatan dan pekerjaan apapun bisa dilaksanakan pada malam hari. Mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.392/PRT/M/2005

Pasal 3 Standar Pelayanan Minimal Jalan, mencakup kondisi jalan, kecepatan tempuh rata-rata, aksesibilitas, mobilitas, keselamatan, unit pertolongan dan bantuan pelayanan. Pada salah satu komponen Standar Pelayanan Minimal Jalan yaitu keselamatan.

Terbatasnya ketersediaan energi yang ada menyebabkan efisiensi menjadi hal yang penting. Menteri Energi dan Suber Daya Mineral Republik Indonesia mengeluarkan peraturan nomor 13 Tahun 2012 tentang penghematan pemakaian tenaga listrik termasuk untuk penerangan jalan umum. Penggunaan lampu jalan adalah salah satu bentuk penggunaan energi listrik yang cukup besar dan kurang efisien.

Penggunaan energi listrik semakin meningkat setiap tahun seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan pembangunan, peningkatannya bisa dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1 Konsumsi tenaga listrik per kapita dan per pelanggan (Tribisono, 2016)

Tahun	Jumlah Penduduk	Konsumsi Tenaga Listrik	Konsumsi Tenaga Listrik Per Kapita
2011	241.990.700	178.279.,00	0,74
2012	245.425.200	194.289,00	0,79
2013	248.818.100	208.935,00	0,84
2014	252.164.800	221.296,00	0,88
2015	255.461.700	232.520,00	0,91

Desa kudangwangi terletak jauh dari pusat pemerintahan kota dengan jarak ± 43 km membuat kurangnya pengadaan infrastruktur yang layak, akses jalan ke desa masih rusak dan berlubang sehingga di musim hujan menyebabkan genangan air bahkan hampir menutupi seluruh badan jalan dan ditambah lagi dengan tidak adanya penerangan di sepanjang jalan. Menurut warga setempat di desa kudangwangi belum ada infrastruktur penerangan jalan umum yang layak, mereka hanya mengandalkan cahaya dari lampu luar rumah warga dan itu pun kalau rumahnya berdekatan dengan jalan.

Menurut Iqbal yang bekerja di Dinas Perhubungan bagian Penerangan Jalan Umum mengatakan “ada dua sistem cara kerja Penerangan Jalan Umum yaitu menggunakan sensor cahaya dan menggunakan timer”. Penggunaan sensor cahaya yaitu untuk membedakan antara malam dan siang dimana ketika sensor cahaya mendeteksi tingkat cahaya yang rendah maka lampu penerangan jalan akan

menyala dan sebaliknya ketika sensor cahaya mendeteksi cahaya yang tinggi maka lampu penerangan jalan umum akan mati. Sistem penerangan jalan umum menggunakan timer yaitu nyala dan padam lampu diatur sesuai waktu yang ditentukan. Dikutip dari Tanjungpinang Pos, kelamahan menggunakan timer yaitu ketika terjadi pemadaman listrik selama di atas empat jam, maka time switch perlu kembali disetel ulang. Kalau tidak dilakukan, maka lampu PJU akan hidup tidak sesuai waktu yang di tentukan. Hendry selaku kepala seksi PJU mengatakan “Biasa lampu PJU hidup jam 7. Ini molor jadi jam 6 atau jam 8. Ya, tergantunglah”.

Dengan dibuatnya prototipe penerangan jalan umum pintar dapat mengurangi penggunaan energi listrik karena penerangan jalan umum pintar menggunakan panel surya sebagai sumber energi yang didapat dari mengubah panas matahari menjadi energi listrik kemudian disimpan pada baterai. Pada kondisi malam hari, lampu akan menyala terang ketika sensor ultrasonik mendeteksi benda dan ketika tidak ada benda, lampu akan menyala redup.

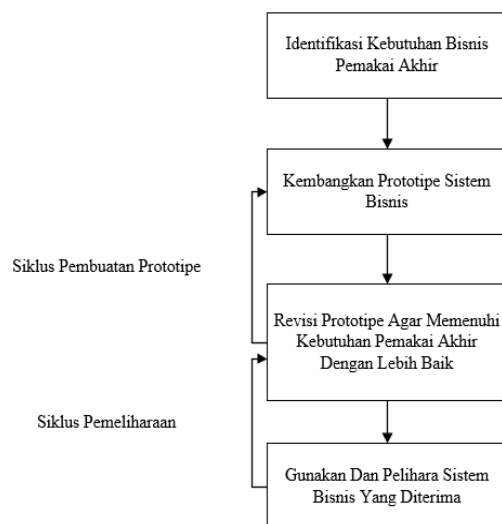
METODE

Metode Prototyping

Proses pengembangan sistem seringkali menggunakan pendekatan prototipe (*prototyping*). Metode ini sangat baik digunakan untuk menyelesaikan masalah kesalahpahaman antara *user* dan analis yang timbul akibat *user* tidak mampu mendefinisikan secara jelas kebutuhannya (Mulyanto, 2009).

Prototyping adalah pengembangan yang cepat dan pengujian terhadap model kerja (prototipe) dari aplikasi baru melalui proses interaksi dan berulang-ulang yang biasa digunakan ahli sistem informasi dan ahli bisnis. *Prototyping* disebut juga desain aplikasi cepat (*rapid application design/RAD*) karena menyederhanakan dan mempercepat desain sistem (O'Brien, 2005).

Sebagian *user* kesulitan mengungkapkan keinginannya untuk mendapatkan aplikasi yang sesuai dengan kebutuhannya. Kesulitan ini yang perlu diselesaikan oleh analis dengan memahami kebutuhan *user* dan menerjemahkannya ke dalam bentuk model (prototipe). Model ini selanjutnya diperbaiki secara terus menerus sampai sesuai dengan kebutuhan *user*.



Gambar 1 Langkah-Langkah Prototyping

1. Analisis Kebutuhan Sistem

Pembangunan sistem informasi memerlukan penyelidikan dan analisis mengenai alasan timbulnya ide atau gagasan untuk membangun dan mengembangkan sistem informasi. Analisis dilakukan untuk melihat berbagai komponen yang dipakai sistem yang sedang berjalan meliputi *hardware*, *software*, jaringan dan sumber daya manusia. Analisis juga mendokumentasikan aktivitas sistem informasi meliputi *input*, pemrosesan, *output*, penyimpanan dan pengendalian (O'Brien, 2005). Selanjutnya melakukan studi kelayakan (*feasibility study*) untuk merumuskan informasi yang dibutuhkan pemakai akhir, kebutuhan sumber daya, biaya, manfaat dan kelayakan proyek yang diusulkan (Mulyanto, 2009).

Tahap analisis kebutuhan sistem memerlukan evaluasi untuk mengetahui kemampuan sistem dengan mendefinisikan apa yang seharusnya dapat dilakukan oleh sistem tersebut kemudian menentukan kriteria yang harus dipenuhi sistem. Beberapa kriteria yang harus dipenuhi adalah pencapaian tujuan, kecepatan, biaya, kualitas informasi yang dihasilkan, efisiensi dan produktivitas, ketelitian dan validitas dan kehandalan atau reliabilitas (Mulyanto, 2009).

2. Desain Sistem

Analisis sistem (*system analysis*) mendeskripsikan apa yang harus dilakukan sistem untuk memenuhi kebutuhan informasi pemakai. Desain sistem (*system design*) menentukan bagaimana sistem akan memenuhi tujuan tersebut. Desain sistem terdiri dari

aktivitas desain yang menghasilkan spesifikasi fungsional.

Desain sistem dapat dipandang sebagai desain *interface*, data dan proses dengan tujuan menghasilkan spesifikasi yang sesuai dengan produk dan metode *interface* pemakai, struktur *database* serta pemrosesan dan prosedur pengendalian (Ioanna, dkk., 2007).

3. Pengujian Sistem

Paket *software* prototipe diuji, diimplementasikan, dievaluasi dan dimodifikasi berulang-ulang hingga dapat diterima pemakainya (O'Brien, 2005). Pengujian sistem bertujuan menemukan kesalahan-kesalahan yang terjadi pada sistem dan melakukan revisi sistem. Tahap ini penting untuk memastikan bahwa sistem bebas dari kesalahan (Mulyanto, 2009).

Menurut Sommerville (2001) pengujian sistem terdiri dari:

- Pengujian unit untuk menguji komponen individual secara independen tanpa komponen sistem yang lain untuk menjamin sistem operasi yang benar.
- Pengujian modul yang terdiri dari komponen yang saling berhubungan.
- Pengujian sub sistem yang terdiri dari beberapa modul yang telah diintegrasikan.
- Pengujian sistem untuk menemukan kesalahan yang diakibatkan dari interaksi antara subsistem dengan interfacenya serta memvalidasi persyaratan fungsional dan non fungsional.
- Pengujian penerimaan dengan data yang dientry oleh pemakai dan bukan uji data simulasi.
- Dokumentasi berupa pencatatan terhadap setiap langkah pekerjaan dari awal sampai akhir pembuatan program.

Pengujian sistem informasi berbasis *web* dapat menggunakan teknik dan metode pengujian perangkat lunak tradisional. Pengujian aplikasi *web* meliputi pengujian tautan, pengujian *browser*, pengujian usabilitas, pengujian muatan, tegangan dan pengujian malar (Simarmata, 2009).

Penerimaan pengguna (*user*) terhadap sistem dapat dievaluasi dengan mengukur kepuasan *user* terhadap sistem yang diujikan. Pengukuran kepuasan meliputi tampilan sistem, kesesuaian dengan kebutuhan *user*, kecepatan dan ketepatan sistem untuk menghasilkan informasi yang diinginkan *user*. Ada beberapa model pengukuran kepuasan *user* terhadap sistem, diantaranya adalah *Technology Acceptance*

Model (TAM), End User Computing (EUC) Satisfaction, Task Technology Fit (TTF) Analysis dan Human Organizational Technology (HOT) Fit Model.

Salah satu model pengukuran yang telah diterjemahkan ke dalam beberapa bahasa berbeda dan tidak menunjukkan perbedaan hasil pengukuran yang signifikan adalah *End User Computing (EUC) Satisfaction*. Model ini menekankan kepuasan *user* terhadap aspek teknologi meliputi aspek isi, keakuratan, format, waktu dan kemudahan penggunaan sistem (Chin & Mathew, 2000).

4. Implementasi

Setelah prototipe diterima maka pada tahap ini merupakan implementasi sistem yang siap dioperasikan dan selanjutnya terjadi proses pembelajaran terhadap sistem baru dan membandingkannya dengan sistem lama, evaluasi secara teknis dan operasional serta interaksi pengguna, sistem dan teknologi informasi.

Metode Lapangan (*Field Research*)

Metode ini dilakukan penulis secara langsung dengan mengumpulkan data yang berhubungan permasalahan pada penerangan jalan umum. Data-data tersebut penulis kumpulkan dengan cara :

1. Observasi (Pengamatan Langsung)

Penulis melakukan pengamatan langsung ketempat objek pembahasan yang ingin diperoleh bagian-bagian terpenting yaitu Desa Kudangwangi. Informasi yang didapat berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Gambaran Umum;
 - b. Sejarah Desa;
 - c. Struktur Organisasi;
 - d. Sistem penerangan jalan umum yang berjalan;
- ##### 2. Interview (Wawancara)

Interview (Wawancara) untuk mendapatkan penjelasan dari masalah-masalah yang sebelumnya kurang jelas dan untuk meyakinkan bahwa data yang diperoleh atau dikumpulkan benar benar akurat, maka dilakukanlah interview kepada Dinas Perhubungan dan perangkat desa kudangwangi;

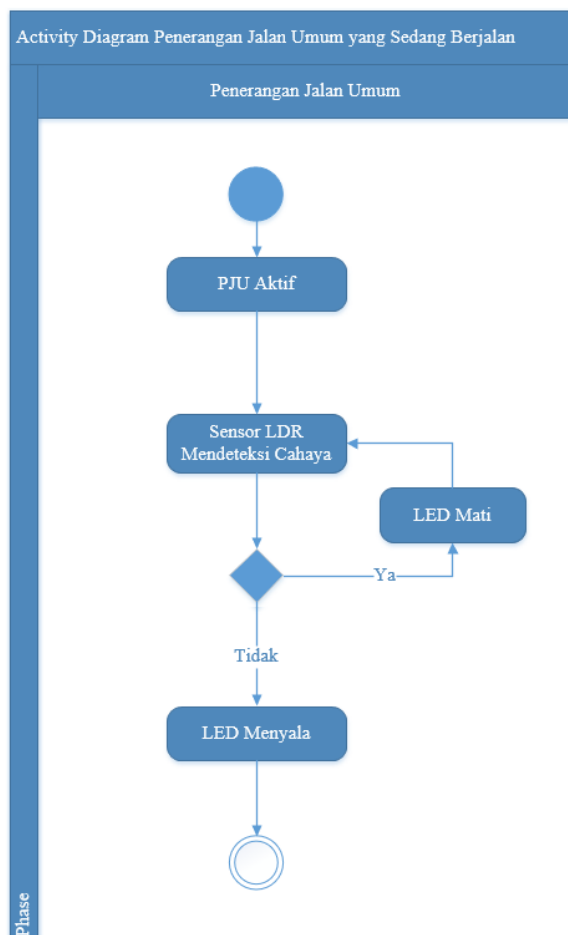
Dalam metode ini penulis mengutip dari beberapa bacaan yang berkaitan dengan pelaksanaan kerja praktik tentang penerangan jalan umum. Dengan metode perpustakaan ini telah diambil jurnal-jurnal terkait tentang penerangan jalan umum yang telah dibahas di BAB II untuk menjadi referensi dalam melakukan penelitian ini. Selain itu dari jurnal-jurnal terkait, juga mengutip teori-teori tentang segala sesuatu yang berhubungan dengan penelitian ini baik itu dari buku-buku atau literatur yang tersedia diperpustakaan, baik berupa bahan-bahan kuliah dan buku yang berhubungan dengan penulisan kerja praktik ini. Dan pengumpulan data dengan menggunakan fasilitas internet melalui mesin pencari (*Search Engine*).

Analisis Sistem Yang Sedang Berjalan

Sistem yang sedang berjalan diartikan sebagai sistem sedang berjalan, sedangkan analisis sistem yang sedang berjalan diartikan sebagai cara untuk memahami terlebih dahulu masalah yang dihadapi oleh sistem, seperti mendefinisikan kebutuhan fungsional dari sistem sehingga dapat diketahui apa saja kebutuhan pemakai yang belum terpenuhi oleh sistem yang sedang berjalan. Tujuan untuk menentukan bentuk dari rancangan sistem yang akan diterapkan. Analisa tersebut juga dapat menentukan langkah perancangan yang akan dibuat sehingga rancangan sistem sesuai kebutuhan pemakai dan sistem mempunyai kinerja yang efektif dan efisien.

Ada dua cara kerja sistem Penerangan Jalan Umum yaitu menggunakan sensor cahaya dan menggunakan timer. Penggunaan sensor cahaya yaitu untuk membedakan antara malam dan siang dimana ketika sensor cahaya mendeteksi tingkat cahaya yang rendah maka lampu penerangan jalan akan menyala dan sebaliknya ketika sensor cahaya mendeteksi cahaya yang tinggi maka lampu penerangan jalan umum akan mati. Sistem penerangan jalan umum menggunakan timer yaitu nyala dan padam lampu diatur sesuai waktu yang ditentukan.

Metode Perpustakaan (*Library Research*)



Gambar 2 Activity Diagram Penerangan Jalan Umum yang Sedang Berjalan

Analisis Sistem Yang Diusulkan

Sistem yang diusulkan yaitu dengan membuat sebuah sistem perangkat keras (*hardware*) yang mampu mengubah energi panas matahari menjadi energi listrik dan menyimpannya pada baterai sebagai sumber energi untuk menyalakan lampu penerangan jalan. Apabila solar panel mendeteksi panas matahari maka secara otomatis energi panas matahari akan dikonversi menjadi energi listrik dan disimpan kedalam baterai. Untuk mengotomatiskan nyala lampu, maka digunakan LDR sensor. Jika LDR mendeteksi cahaya dengan intensitas tinggi, maka aliran energi listrik dari baterai ke lampu penerangan jalan akan diputus. Kemudian jika LDR sensor mendeteksi cahaya rendah atau tidak mendeteksi sama sekali, maka aliran listrik dari baterai akan dialirkan pada lampu penerangan jalan namun selama sensor HC-SR04 tidak mendeteksi benda, cahaya yang dihasilkan oleh lampu akan redup

dan apabila sensor HC-SR04 mendeteksi benda maka lampu akan menyala terang.

Berdasarkan dari pemaparan diatas, maka *prototype* penerangan jalan umum pintar berbasis Arduino UNO R3 menggunakan Solar Panel, Sensor HC-SR04 dan LDR sensor memerlukan analisis. Terutama analisis kebutuhan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

Analisis Fungsional

Sistem yang dibangun adalah sistem penerangan jalan umum pintar berbasis Arduino UNO R3 menggunakan Solar Panel, Sensor HC-SR04 dan Light Dependent Resistor (LDR Sensor). Sistem ini memiliki fungsi untuk membantu mengurangi penggunaan energi listrik khususnya pada sistem penerangan jalan umum. Sistem ini dapat mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik dan menyimpannya kedalam baterai, bahkan sistem ini bisa menghematan penggunaan listrik dari baterai dengan sistem menyala redup dan menyala terang pada lampu berdasarkan ada atau tidaknya benda yang terdeteksi oleh sensor HC-SR04.

Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak (*Software*)

Secara keseluruhan, sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3 yang sudah ditanamkan program kedalamnya menggunakan Bahasa Pemrograman C. Perangkat lunak yang dibutuhkan dalam *prototype* sistem penerangan jalan umum pintar ini sebagai berikut :

1. Arduino IDE 1.8.2, untuk membuat program pengendali sistem;
2. Fritzing, untuk membuat blok diagram rangkaian *hardware* dalam tahap perancangan sistem.

Analisis Kebutuhan Perangkat Keras (*Hardware*)

Dalam pembuatan *prototype* penerangan jalan umum pintar berbasis Arduino Uno R3 menggunakan solar panel, sensor HC-SR04 dan *light dependent resistor* (LDR Sensor) membutuhkan perangkat keras. Kebutuhan perangkat keras yang digunakan dalam pembuatan *prototype* ini sebagai berikut :

1. Arduino Uno R3 dengan mikrokontroler Atmega328
Arduino Uno R3 sebagai pengontrol *prototype* penerangan jalan umum yang akan dibangun;

2. Solar Panel

Listrik tenaga surya memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber penghasil listrik energi matahari. Hasil dari aliran elektron-elektron akan menjadi listrik DC yang dapat langsung dimanfaatkan untuk mengisi baterai / aki sesuai tegangan dan ampere yang diperlukan.

3. Sensor HC-SR04

Sensor HC-SR04 adalah sensor pengukur jarak berbasis gelombang ultrasonik. Prinsip kerja sensor ini mirip dengan radar ultrasonik. Gelombang ultrasonik di pancarkan kemudian di terima balik oleh receiver ultrasonik. Jarak antara waktu pancar dan waktu terima adalah representasi dari jarak objek. Benda yang terdeteksi oleh sensor HC-SR04 digunakan sebagai *input*/masukan ke sistem yang akan diteruskan ke lampu sebagai *output*/keluaran berupa nyala terang dan nyala redup;

4. Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*)

Naik turunnya nilai hambatan akan sebanding dengan jumlah cahaya yang diterimanya. Pada umumnya, Nilai Hambatan LDR akan mencapai 200 Kilo Ohm ($k\Omega$) pada kondisi gelap dan menurun menjadi 500 Ohm (Ω) pada Kondisi Cahaya Terang;

5. Breadboard;

6. LED;

7. Baterai;

8. *Lithium battery charger*

9. Kabel Jumper;

10. Resistor;

11. Dioda;

Dan lain-lain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Komponen Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras ini adalah untuk menemukan kesalahan atau kekurangan dalam *prototype* penerangan jalan umum pintar berbasis Arduino menggunakan Solar Panel, sensor HC-SR04 dan LDR sensor khususnya pada komponen perangkat keras yang digunakan dalam membangun *prototype* tersebut.

1. Pengujian Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*)

Tujuan pengujian dan analisis atau pembahasan yang dilakukan pada sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah untuk

mendapatkan parameter tentang keakuratan intensitas cahaya yang dideteksi oleh sensor LDR (*Light Dependent Resistor*). Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang maksimal terhadap intensitas cahaya yang dideteksi. Sehingga hasil pengujian sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah sebagai berikut :

Tabel 2 Pengujian sensor LDR (*Light Dependent Resistor*)

No	Level Terukur (cm)	Intensitas Cahaya
1	5	604
2	10	506
3	15	416
4	20	352
5	25	307

Berdasarkan hasil pengujian sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) pada tabel 5.1 di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa sensor mendeteksi intensitas cahaya berdasarkan dari level terukur yaitu semakin terang cahaya yang dideteksi, maka semakin besar intensitas cahaya yang dihasilkan.

2. Pengujian Sensor HC-SR04

Tujuan pengujian dan analisis atau pembahasan yang dilakukan pada sensor HC-SR04 adalah untuk mendapatkan parameter tentang keakuratan gerak yang dideteksi oleh sensor HC-SR04. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang maksimal terhadap gerak yang dideteksi. Sehingga hasil pengujian sensor HC-SR04 adalah sebagai berikut :

Tabel 3 Pengujian sensor HC-SR04

No	Sensor HC-SR04	
	Jarak(cm)	Status Sensor PING
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5

Berdasarkan hasil pengujian sensor HC-SR04, dapat diambil kesimpulan bahwa sensor mendeteksi benda berdasarkan dari level terukur.

3. Pengujian Solar Panel

Tujuan pengujian dan analisis atau pembahasan yang dilakukan pada Solar Panel adalah untuk mendapatkan parameter tentang keakuratan Solar Panel dalam menyimpan energi listrik. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan

hasil yang maksimal terhadap cahaya yang di terima oleh solar panel. Sehingga hasil pengujian solar panel adalah sebagai berikut :

Tabel 4 Pengujian Solar Panel

No	Kondisi Solar Panel	
	Input (volt)	Waktu pengujian (menit)
1	0,1	10.47
2	0,2	10.34
3	0,3	10.38
4	0,4	10.18
5	0,5	10.51

Berdasarkan hasil pengujian solar panel pada tabel 5.3 di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa solar panel bisa menghasilkan energi

listrik dengan rata-rata 10.06 menit dengan kenaikan 0,1 volt.

Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian ini dilakukan terhadap *prototype* penerangan jalan umum pintar berbasis Arduino menggunakan solar panel, sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) dan Sensor HC-SR04 berupa keseluruhan sistem yang terlibat dalam sistem tersebut.

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari *prototype* penerangan jalan umum pintar berbasis Arduino menggunakan solar panel, sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) dan Sensor HC-SR04 dengan berbagai macam *scenario* pengujian supaya didapatkan kekurangan-kekurangan yang kemudian hari dapat diperbaiki. Pengujian keseluruhan sistem dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 5 Pengujian Keseluruhan Sistem

Kasus Uji	Skenario Uji	Hasil Yang Diharapkan	Ketercapaian	
			Ya	Tidak
Solar panel menyimpan energi listrik kedalam baterai	Menyimpan solar panel di tempat yang terkena sinar matahari	Baterai terisi dan LED pada modul <i>battery charger</i> menyala	✓	
LED mati	Jika intensitas cahaya yang dideteksi oleh sensor LDR (<i>Light Dependent Resistor</i>) > 20	LED mati	✓	
LED Menyala Redup	Jika intensitas cahaya yang dideteksi oleh sensor LDR (<i>Light Dependent Resistor</i>) < 20	LED menyala redup dengan intensitas cahaya 40%	✓	
Mendeteksi Benda	Sensor HC-SR04 mendeteksi benda dengan jarak < 15cm	LED menyala terang 100%	✓	
	Sensor HC-SR04 tidak mendeteksi benda atau benda dengan jarak > 15cm	LED menyala redup dengan intensitas cahaya 40%	✓	

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil kesimpulan dan pembahasan yang telah dilakukan, maka kesimpulan dengan judul “Prototipe Penerangan Jalan Umum pintar berbasis Arduino menggunakan solar panel, Sensor HC-SR04 dan LDR Sensor” yaitu sebagai berikut :

1. *Prototype* penerangan jalan umum pintar ini menggunakan solar panel sebagai sumber energi listrik, dimana listrik yang dihasilkan oleh solar panel disimpan kedalam baterai untuk menghidupkan lampu penerangan jalan umum;
2. Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) dan Sensor HC-SR04 diintegrasikan dengan mikrokontroler Arduino UNO R3 dengan

menggunakan bahasa pemrograman C, sehingga mampu mendeteksi intensitas cahaya dan jarak benda ke sensor HC-SR04. Nilai dari LDR sensor dan sensor HC-SR04 menjadi parameter untuk mengatur LED.

Saran

Dalam membuat *prototype* penerangan jalan umum pintar berbasis Arduino menggunakan solar panel, sensor HC-SR04 dan LDR sensor ini masih banyak kekurangan serta harus dikembangkan lebih lanjut ke arah yang lebih baik. Terdapat beberapa saran untuk meningkatkan kualitas dan fungsional dari sistem ini, yaitu :

1. Menggunakan mikrokontroler dengan spesifikasi yang lebih besar untuk mendukung kinerja sistem yang lebih baik;
2. Menggunakan sistem keamanan;
3. *Prototype* penerangan jalan umum pintar ini alangkah lebih baik dikembangkan menggunakan konsep IoT (*Internet of Thing*) sehingga kondisi lampu penerangan jalan umum bisa termonitoring via internet.

DAFTAR PUSTAKA

- Abas, A. (2017, Juni 6). *Mayooritas PJU Tak Berfungsi*. Diambil kembali dari Tanjungpinang Pos: tanjungpinangpos.id
- Hamdani, R. (2017, 1 18). *Unified Modeling Language (UML)*. Diambil kembali dari Ayoo Belajar: ritahamdani.com
- Haviluddin. (2011). Memahami Penggunaan UML (Unified Modelling Language) . *Jurnal Informatika Mulawarman*, 1-15.
- Herman. (2015). Simulasi Rumah Pintar Dengan Android Sebagai Pengendali . *Jurnal TIMES*, 45-48.
- Irwansyah, M., & Istardi, D. (2013). Pompa Air Aquarium Menggunakan Solar Panel . *Jurnal Integrasi* , 85-90.
- Kho, D. (2017, November 15). *Pengertian LDR (Light Dependent Resistor) dan Cara Mengukurnya*. Diambil kembali dari Teknik Elektronika: www.teknikelektronika.com
- Pare, S. (2013). Desain Dan Implementasi E-Commerce Pada Toko AS 88 Celluler Merauke. *Jurnal Ilmiah Mustek Anim*, 222-229.
- Pressman, P. R. (2010). *Pendekatan Praktis Rekayasa Perangkat Lunak*. Yogyakarta: Andi.

- Renstra C. G. Tangdiongan, E. K. (2017). Rancang Bangun Alat Bantu Mobilitas Penderita Tunanetra Berbasis Microcontroller Arduino Uno. *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer* , 79-86.
- Santoso, H. (2015). *Panduan Praktis Arduino Untuk Pemula*. Trenggalek.
- Siswaja, H. D. (2008). Prinsip Kerja Dan Klasifikasi Robot. *Media Informatika*, 147-157.
- Sutono. (2010). Perancangan Sistem Aplikasi Otomatisasi Lampu Penerangan Menggunakan Sensor Gerak Dan Sensor Cahaya Berbasis Arduino Uno (ATMEGA 328). *Majalah Ilmiah UNIKOM* , 223-232.
- Tri, A. (2017, Mei 22). *Pengenalan Komponen Arduino Uno*. Diambil kembali dari IPlus: iplus.blog.pcr.ac.id
- Tribisono, A. (2016). *Statistik Ketenaga Listrikan Tahun 2015*. Jakarta: Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral.