

**PROTOTIPE PENERANGAN JALAN PERUMAHAN HEMAT
ENERGI MEMANFAATKAN ENERGI SURYA BERBASIS
PENGENDALI MIKRO DAN INTERNET**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



Disusun oleh:

RUDI PURNAMA

19011137029

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK & ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA**

2021

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UUNo. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Depok, 25 Februari 2021

Mahasiswa,

A handwritten signature in black ink is written over a yellow 1000 Rupiah postage stamp. The stamp features a portrait of a man and the text '1000', 'METERAI TEMPEL', and '47DD2AJX088092027'.

Rudi Purnama

19011137029

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Rudi Purnama
NIM : 19011137029
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : PROTOTYPE PENERANGAN JALAN
PERUMAHAN HEMAT ENERGI
MEMANFAATKAN ENERGI SURYA
BERBASIS PENGENDALI MIKRO DAN
INTERNET

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Strata satu pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik & Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Mauludi Manfaluty, ST., MT ()

Pembimbing 2 : Arie Jaenul, S.Pd, M.Sc. Eng ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 25 Februari 2021

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Rudi Purnama
NIM : 19011137029
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : PROTOTIPE PENERANGAN JALAN
PERUMAHAN HEMAT ENERGI
MEMANFAATKAN ENERGI SURYA
BERBASIS PENGENDALI MIKRO DAN
INTERNET

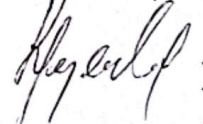
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Strata satu pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PENGUJI

Penguji 1 : Sinka Wilyanti, S.T., M.T.

()

Penguji 2 : Legenda Prameswono, S.S.T., M.Sc.Eng

()

Penguji 3 : Braivendra Widi D., S.S.T., M.Sc.Eng

()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 25 Februari 2021

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Allah SWT, karena dengan rahmat dan ridha-Nya peneliti bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik
- 2) Bapak Mauludi Manfaluthy, ST., M.T. dan Bapak Arie Jaenul, SPD., S.Pd., M.Sc. Eng. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini
- 3) Keluarga tercinta yang telah menyemangati saya dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini
- 4) Sahabat – sahabat saya jurusan Teknik Elektro di kampus Jakarta Global University yang dengan ikhlas telah membantu dan memberikan support kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini

Akhir kata, berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 25 Februari 2021

Penulis

Rudi Purnama

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Global Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rudi Purnama
NPM : 19011137029
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya Ilmiah : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Global Jakarta **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PROTOTYPE PENERANGAN JALAN PERUMAHAN HEMAT ENERGI MEMANFAATKAN ENERGI SURYA BERBASIS PENGENDALI MIKRO DAN INTERNET

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non-eksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 25 Februari 2021

Yang menyatakan



Rudi Purnama
NIM : 19011137029

ABSTRAK

Penerangan jalan umum adalah salah satu infrastruktur yang banyak mengkonsumsi energi listrik, mengingat sumber energi listrik yang semakin menipis maka PJUTS merupakan salah satu cara menghemat energi listrik. Dalam penelitian ini menjelaskan cara merancang lampu jalan hemat energi dengan sumber daya energi matahari berbasis pengendali mikro yang terkoneksi ke internet. Tujuan penelitian adalah dapat merancang dan membuat *prototype* sistem pemantauan dan pengendalian penerangan jalan berbasis pengendali mikro dan internet, mengurangi penggunaan energi listrik PLN pada penerangan jalan karena menggunakan panel surya. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat diterapkan di beberapa perumahan yang memerlukan penerangan jalan umum dengan konsep hemat energi dimana daya yang bisa dihemat sampai dengan 53,85%. Harapannya *prototype* alat ini menjadi solusi penerangan lampu jalan hemat energi yang bisa memonitoring penggunaan daya yang dapat dikendalikan terpusat dengan terkoneksi dengan internet.

Kata kunci : Hemat Energi; Internet; Penerangan Jalan

ABSTRACT

Public street lighting is one of the infrastructures that consume a lot of electrical energy, considering the dwindling sources of electrical energy, PJUTS is one way to save electrical energy. This research explains how to design energy-efficient street lights using solar energy resources based on micro controllers that are connected to the internet. The research objective is to be able to design and create a prototype monitoring and control system for street lighting based on micro and internet controllers, to reduce the use of PLN electricity in street lighting because it uses solar panels. The results of this study are expected to be applied in some housing that requires public street lighting with the concept of energy saving where the power that can be saved is up to 53.85%. Hope that the prototype of this tool will become an energy-efficient street light lighting solution that can monitor power usage which can be controlled centrally by connecting to the internet.

Keywords: Energy Saving; Internet; Street Lighting

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	4
2.1 Landasan Teori	4
2.2 Konfigurasi Sistem Lampu Penerangan Jalan.....	4
2.3 Lampu Penerangan Jalan Umum.....	6
2.4 Tiang Penerangan Jalan Umum.....	8
2.5 Pengertian Sel Surya	10
2.5.1 Prinsip Kerja PJU dengan sel surya	11
2.5.2 Komponen PJUTS.....	13
2.6 Deskripsi Lingkungan	14
2.6.1 Badan Jalan	15
2.6.2 Standar Penerangan Jalan.....	15
2.7 Kelebihan dan Kekurangan Implementasi PJU Tenaga Surya.....	16
2.8 PJU Tenaga Surya berbasis Mikrokontroler	18

2.8.1 Arduino Mega 2560	19
2.8.2 Modul ESP8266	20
2.8.3 Prototype ESP6288 dengan Atmega 2560	21
2.9 Sensor	22
2.9.1 Sensor PZEM-004T	22
2.9.2 Sensor Ultrasonic HC – SR04 S	23
2.10 Solar Charge Controller.....	25
2.11 Baterai	26
2.12 Inverter	28
2.13 Relay.....	29
2.14 Dimmer.....	29
2.15 Web Server	31
2.16 Web Browser	32
2.17 IP Adress	32
2.18 HTML (Hyper Text Markup Language)	34
2.19 Wi-fi	35
2.20 Blynk	36
2.20.1 Mengkoneksikan Blynk dengan NodeMcu.....	36
2.20.2 Tampilan Monitoring Blynk	38
2.21 Penelitian Terdahulu.....	39
BAB III METODE PENELITIAN	41
3.1 Analisis dan Perancangan Sistem	41
3.1.1 Keterangan Umum	41
3.1.2 Kebutuhan Perangkat Keras	41
3.1.3 Kebutuhan Perangkat Lunak	42
3.2 Waktu dan Tempat	42
3.3 Metode Penelitian.....	42
3.4 Blok Diagram Penelitian	43
3.5 Sistem Kerja Keseluruhan	46
3.6 Analisa Data	47
3.6.1 Data Prototype LPJU Tenaga Surya	47
3.6.2 Perhitungan Daya Lampu dan Penerangan	48
3.7 Diagram Alir Sistem Kerja Alat	52

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	53
4.1 Persiapan Hardware.....	53
4.2 Pengkodingan Alat	55
4.3 Pengujian Alat	56
4.4 Analisa Data	57
4.5 Efisiensi	68
BAB V PENUTUP	70
5.1 Kesimpulan.....	70
5.2 Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	71

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu infrastruktur yang banyak mengkonsumsi energi listrik adalah penerangan jalan, namun sistem penerangan jalan umum saat ini boros energi, baik dari segi jenis lampu yang digunakan maupun dari waktu operasi. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem penerangan jalan yang mampu monitor dan mengendalikan penerangan jalan umum secara terpusat. Sebagai salah satu penghemat sumber energi listrik maka dilakukan inovasi dalam perancangan penerangan jalan umum (Lianto, dkk., 2019).

Sedangkan pada saat ini lampu penerangan jalan yang ada masih bersifat statis dan tidak didukung dengan konsep hemat energi. Di mana masih terdapat banyak kekurangan dari sistem statis ini, seperti daya yang digunakan pada lampu masih besar dan intensitas pencahayaan lampu yang masih tinggi (Purba, dkk., 2019).

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan diatas, maka dalam penelitian ini dibuatlah rangkaian yang terdiri dari sensor ultrasonik, relay, dimmer dan timer yang diintegrasikan dengan mikrokontroler untuk penerapan lampu jalan otomatis berbasis ATMEGA 2560 + ESP8266 *Module* dan aplikasi Blynk.

Sensor ultrasonik merupakan sebuah sensor yang menggunakan gelombang suara sehingga sensor dapat dipakai di tempat-tempat dengan intensitas cahaya rendah. Pengukur jarak dengan sensor ultrasonik merupakan salah satu sensor yang dapat digunakan untuk menentukan jarak suatu benda yang berada di suatu tempat dengan benda lain yang berada di tempat yang berbeda. Aplikasi dari sensor ultrasonik dapat digunakan juga untuk m

menentukan ketinggian air bendungan, sistem kendali robot, dan lain-lain (Prasetya, dkk., 2020).

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 pada saat tidak ada benda yang terdeteksi lampu akan menyala redup (Dadan, *dkk*, 2018)

Monitoring tegangan, beban dan arus pada solar cell ini berbasis mikrokontroler. Tegangan yang dihasilkan panel surya dan tegangan baterai diukur menggunakan sensor. Dihubungkan sebuah Web dan perangkat modem untuk mengirim data. Pengukuran Panel Surya dari jarak jauh, dengan monitoring jarak jauh memudahkan untuk mengetahui berapa tegangan dan beban tanpa harus berada ditempat Panel Surya (Dinari, *dkk*., 2018)

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat lampu jalan hemat energi berbasis pengendali mikro dan internet?
2. Bagaimana pengendali mikro dan internet dapat membantu saving energy, automation, monitoring dan control?
3. Bagaimana komponen timer, relay, dimmer dan sensor tegangan bekerja secara sinergis pada alat dalam penelitian ini?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan membuat prototipe sistem pemantauan dan pengendalian penerangan jalan berbasis pengendali mikro dan internet.
2. Mengurangi penggunaan energi listrik pada penerangan jalan perumahan karena menggunakan panel surya sebagai sumber energi.
3. Mengaplikasikan konsep hemat energi pada penerangan jalan karena sistem kerja alat ini dikendalikan oleh fitur timer dan inputan yang didapat dari sensor ultrasonic sehingga adanya penjadwalan ON/OFF, penjadwalan redup, monitor status ON/OFF dan pengukuran daya. Alat ini menggunakan mikrokontoler ESP32 dan aplikasi Blynk.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian skripsi ini adalah :

1. Manfaat Akademis

Manfaat akademis dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan untuk menambah wawasan dan pustaka bagi mahasiswa, khususnya mahasiswa Jakarta Global University (JGU) pada mata kuliah sistem kendali dan mikroprosesor.

2. Manfaat Praktis

3.

- Alat ini dapat menjadi solusi penerangan lampu jalan hemat energi.
- Alat ini bisa memonitoring penggunaan tegangan dan arus pada lampu jalan dengan aplikasi Blynk sehingga memudahkan operator dalam memantau dan mengontrol kondisi lampu jalan.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penyusunan laporan akhir ini, tentu saja harus dibatasi dan sesuai dengan kemampuan, situasi, kondisi, biaya, dan waktu yang ada atau tersedia agar masalah itu dapat tepat pada sasaran, maka penulis membatasi ruang lingkupnya, yang nantinya diharapkan hasilnya sesuai dengan apa yang diinginkan. Dalam hal ini penulis membatasi masalah yang akan dibahas sebagai berikut :

1. Perancangan lampu penerangan jalan dengan menggunakan sistem tenaga surya atau *solar cell*.
2. Perencanaan lampu penerangan jalan umum tenaga surya ini hanya diperuntukan untuk komplek perumahan
3. Fitur pengendali mikro dan internet hanya menyalakan lampu berdasarkan waktu dan input sensor ultrasonik.
4. Untuk uji coba antar muka komunikasi wireless sebatas local area network.
5. Perencanaan dilakukan dengan mengabaikan faktor-faktor alam, misalnya kabut, asap kendaraan dan debu.

DAFTAR PUSTAKA

- Liando, P. A., Tumaliang, H., & Patras, L. S. (2019). Sistem Pemantau Dan Pengendali Penerangan Jalan Umum Kota Manado Secara Terpusat Menggunakan Mikrokontroler. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 8(2), 75-82.
- Risdiara, S., & Rangkuti, C. (2018, March). PENGUJIAN SISTEM
- Purba, W. (2019). Lampu Jalan Hemat Energi Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno.
- Prasetya, M. A., & Aulia, R. (2020). Prototype Penerangan Lampu Taman Otomatis Menggunakan Arduino Uno. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 5(1), 109-113.
- Fairuz, A. (2020). ANALISIS PENGELOLAAN LAMPU PENERANGAN JALAN UMUM DI KOTA PEKANBARU PROVINSI RIAU TAHUN 2019 (STUDI KASUS PADA JALAN HR SOEBRANTAS) (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU).
- Muslim, S., Khotimah, K., & Azhiimah, A. N. (2020). ANALISIS KRITIS TERHADAP PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) TIPE PHOTOVOLTAIC (PV) SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF MASA DEPAN. *Rang Teknik Journal*, 3(1), 119-130.
- Hendarto, D. (2018). PERENCANAAN PEMASANGAN PENERANGAN JALAN UMUM BERBASIS SOLARCELL (PJUBS) DI DESA CIBADAK. *PROSIDING LPPM UIKA BOGOR*.
- Cahyono, Y., Triyuliana, N. A., Sukanto, H., Baqiya, M. A., Zainuri, M., Endarko, E., ... & Darminto, D. (2018). Pilot Project Pemanfaatan Sel Surya sebagai Pembangkit Listrik Alternatif untuk Rumah Tangga Di Pulau Gili Iyang Sumenep. *SEWAGATI*, 2(1).
- Naibaho, N. (2018). PENGIRIMAN DAYA YANG EKONOMIS DENGAN MEMANFAATKAN ENERGI LISTRIK TENAGA SURYA SOLAR HOME SYSTEM SHS. *PROSIDING SEMNASTEK 2018*, 1(1).
- Iswandi, U., & Dewata, I. (2020). *Pengelolaan Sumber Daya Alam*. Deepublish.
- Rizky, M., & Ismail, K. M. (2020). RANCANGAN KONTROL LAMPU PENERANGAN KORIDOR DAN AIR CODITIONER PADA ASRAMA TOWER DI SEKOLAH TINGGI PENERBANGAN INDONESIA. *Langit Biru: Jurnal Ilmiah Aviasi*, 13(2), 25-36.
- Srivastava, P., Bajaj, M., & Rana, A. S. (2018, February). Overview of ESP8266 Wi-Fi module based smart irrigation system using IOT. In *2018 Fourth International Conference on Advances in Electrical, Electronics, Information, Communication and Bio-Informatics (AEEICB) (pp. 1-5)*. IEEE

Tamba, S. P., Nasution, A. H. M., Indriani, S., Fadhilah, N., & Arifin, C. (2019). Pengontrolan lampu jarak jauh dengan nodemcu menggunakan blynk. *Jurnal Teknik Informasi dan Komputer (Tekinkom)*, 2(1), 93-98.

Team, Arduino. (2021, Februari 19). Expand the power of your MKR boards with robotics dynamixel shield. [Unggahan blog]. Diakses dari <http://www.arduino.cc>

Josna. (2020, November 25). The 8 Best Solar Charge Controllers In 2020 Reviews and Buying Guide. [Halaman web]. Diakses dari <https://www.electronicshub.org/best-solar-charge-controllers/>

Sakti, E. (n.d.). Cara kerja sensor ultrasonik, rangkaian, dan aplikasinya. [Halaman web]. Diakses dari <https://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>

Battery, Z. (2020, Februari 6). Battery VRLA 12V 7Ah zeus battery. [Halaman web]. Diakses dari <https://medium.com/@zeusbattery/battery-vrla-12v-7ah-zeus-battery-bb1d9c4aa7d5>

Kho, D. (n.d.). Pengertian WIFI dan cara kerja WIFI. [Unggahan blog]. Diakses dari <https://teknikelektronika.com/pengertian-wifi-aplikasi-cara-kerja-wifi-standard-versi-wifi/>

Kurniawan, A. (2018, Mei 1). Dimmer PWM Arduino. [Unggahan blog]. Diakses dari <https://www.semesin.com/project/2018/05/01/dimmer-pwm-arduino/>

Jafar Shidiq, M. (2018, April 28). Pengertian, fungsi dan cara kerja relay. [Unggahan blog]. Diakses dari <https://siddix.blogspot.com/2018/04/pengertianfungsi-dan-cara-kerja-relay.html>

TMLEnergy. (n.d.). Inverter. [Halaman web]. Diakses dari <https://www.tmlenergy.co.id/products/inverter/?bahasa=id>

Surya Utama Putra. (2016, April 16). Pengertian dan jenis sel surya. [Halaman web]. Diakses dari <http://suryautamaputra.co.id/blog/2016/04/16/pengertian-dan-jenis-sel-surya/>

Farhan, A. (2019, Agustus 27). Penerangan jalan umum menggunakan tenaga solar cell. [Unggahan blog]. Diakses dari <https://farhanalfstpi88.blogspot.com/2019/08/7-penerangan-jalan-umum-pju-menggunakan.html>

TMLEnergy. (n.d.). Prinsip kerja PJUTS. [Halaman web]. Diakses dari <https://www.tmlenergy.co.id>

Badan Standarisasi Nasional, 2008. SNI 7391 Spesifikasi Penerangan Jalan di Kawasan Perkotaan, Jakarta.

Sutono, M. F. Wicaksono. (2018). LAMPU PJJ OTOMATIS. Jurnal Sistem Komputer. Vol. 7. No. 1. hlm. 17 – 22.

Redaksi 02. (2020, Oktober 14). Corona bikin proyek PJUTS terhenti. [Unggahan blog]. Diakses dari <https://harianhalmahera.com/halbar/corona-bikin-proyek-pjuts-terhenti/>

Teknologi surya. (n.d.). Sel surya : struktur dan cara kerja. [Unggahan blog]. Diakses dari <https://teknologisurya.wordpress.com/dasar-teknologi-sel-surya/prinsip-kerja-selsurya/>

Ade Rahmatullah, M. 2019. "RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL INTENSITAS LED OTOMATIS UNTUK MENGHEMAT ENERGI LISTRIK PADA LAMPU PENERANGAN JALAN UMUM TENAGA SURYA BERBASIS ARDUINO UNO". Skripsi. Fakultas Teknik, Teknik Elektro, Universitas Negeri Semarang, Semarang.