



**RANCANG BANGUN ALAT UKUR ILUMINANSI  
PENERANGAN BERBASIS *DATA LOGGER*  
TERINTEGRASI DENGAN *IOT (INTERNET OF  
THINGS)***

**Skripsi**

**Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana  
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro**

**Oleh**

**Ulin Nuha**

**NIM. 5301414040**

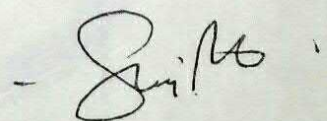
**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2018**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Ulin Nuha  
NIM : 5301414040  
Program Studi : S-1 Pendidikan Teknik Elektro  
Judul : Rancang Bangun Alat Ukur Iluminansi Penerangan  
Berbasis Data Logger Terintegrasi dengan IOT (Internet Of  
Things)

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 14 November 2018  
Pembimbing,



Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T.  
NIP. 196605051997022001

**PENGESAHAN**

Skripsi dengan judul “Rancang Bangun Alat Ukur Iluminansi Penerangan Berbasis Data Logger Terintegrasi dengan IOT (Internet Of Things)” telah dipertahan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 26 bulan November tahun 2018.

Oleh

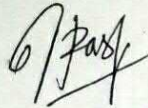
Nama : Ulin Nuha

NIM : 5301414040

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro

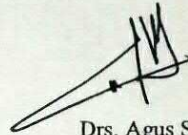
Panitia :

Ketua



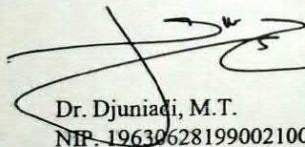
Dr. -Ing Dhidik Prastiyanto, S.T, M.T  
NIP. 197805312005011002

Sekretaris



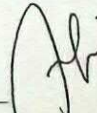
Drs. Agus Suryanto, M.T.  
NIP. 196708181992031004

Penguji I



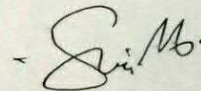
Dr. Djuniadi, M.T.  
NIP. 196306281990021001

Penguji II



Arief Ariandi, S.T., M.Eng.  
NIP. 198208242014041001

Penguji III/ Pembimbing



Ir. Ulfah Mediaty Arief M.T. IPM  
NIP. 196605051998022001

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik UNNES



Nur Qadus M.T  
NIP. 19941301994031001

### PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, 14 November 2018

g membuat pernyataan,



Ulin Nuha  
NIM. 5301414040

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### **Motto:**

1. *Khoirunnas man thola 'umruhu wa hasuna 'amaluhu* (Sebaik-baik manusia adalah orang yang panjang umurnya dan baik amalnya)

### **Persembahan:**

1. Untuk Ibu dan Ayahku tercinta.
2. Untuk Kedua Kakakku.
3. Untuk K.H Usman Ali, Pengasuh Ponpes API AL Huda Magelang
4. Abah Yai (Alm.) Masrochan dan Kiyai Agus Ramadhan Pengasuh Ponpes Durrotu Aswaja
5. Untuk Asatidz, dan Asatidzah Kampung halaman, Ponpes API Al Huda dan Ponpes Durrotu Aswaja.
6. Untuk Guru-guru RA Ngadirejo 2, MI Yakti Dawung, MTs. Yakti Tegalrejo, dan SMK N 1 Magelang.
7. Untuk Dosen-dosen UNNES Khususnya Dosen Prodi PTE.
8. Untuk Teman Teman MI, MTs, SMK, Ponpes API Al Huda, Ponpes Durrotu Aswaja dan UNNES.

## RINGKASAN

Ulin Nuha. 2018. Rancang Bangun Alat Ukur Iluminansi Penerangan Berbasis *Data Logger* Terintegrasi dengan *IOT (Internet of Things)*. Skripsi, Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T

Sesuai SNI No. 7391 tentang spesifikasi penerangan jalan di kawasan perkotaan bahwa setiap jenis jalan memiliki nilai iluminansi pada penerangan tersendiri. Alat ukur iluminansi pada penerangan jalan raya saat ini belum dilengkapi dengan teknologi perekaman data hasil pengukuran. Pengukuran pencahayaan pada jalan raya masih dilakukan secara manual atau konvensional. Sehingga proses penyimpanan data tidak efisien dan tidak tersimpan dengan aman.

Penelitian ini akan merancang alat ukur iluminansi suatu penerangan jalan raya yang mana hasil pengukuran nilai iluminansi terintegrasi dengan *data logger*, *web sever* Thingspeak dan *GPS*. Melalui *GPS* kita dapat mengetahui lokasi tempat pengukuran. Adanya *data logger* dan *web server* Thingspeak menjadikan proses perekaman data hasil pengukuran dilakukan secara *real time*. Alat ini untuk mendapatkan nilai iluminansi pada suatu penerangan menggunakan sensor cahaya BH1750 yang disertai titik koordinat dengan modul *GPS* untuk mengetahui pada jalan mana penerangan tersebut diukur.

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian rekayasa. Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu studi literatur, perancangan, pembangunan, pengujian, perbaikan dan pembuatan laporan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa alat ukur iluminansi yang dibuat memiliki nilai *error* 0,9%. Kemudian hasil pengukuran direkam oleh data logger yang kemudian akan ditampilkan pada LCD, disimpan pada memori mikro SD setiap waktu ke waktu melalui *data logger* dan hasil pengukuran juga dikirim melalui teknologi *wireless* ke *web server* Thingspeak. Selain itu, alat ini juga mengukur titik koordinat garis bujur dan garis lintang tempat pengukuran sehingga lokasi dari tempat pengukuran bisa diketahui secara akurat.

**Kata kunci:** *Alat Ukur, Arduino, Data Logger, GPS, Iluminansi, IOT, Thingspeak.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kepada Allah SWT, karena peneliti dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Rancang Bangun Alat Ukur Iluminansi Penerangan Berbasis *Data Logger* Terintegrasi dengan *IOT (Internet Of Things)*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, S1 Fakultas Teknik UNNES.

Peneliti menyadari dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum, Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, MT., Dekan Fakultas Teknik, Dr. –Ing Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T., Ketua Jurusan Teknik Elektro serta Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, atas fasilitas yang disediakan bagi mahasiswa.
3. Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T., Pembimbing yang penuh perhatian dan atas perkenaan memberi bimbingan dan dapat dihubungi sewaktu-waktu disertai kemudahan menunjukkan sumber-sumber yang relevan dengan penulisan skripsi ini.
4. Dr. Djuniadi, M.T. dan Arief Arfriandi, S.T., M.Eng, M.T., penguji yang telah memberi masukan yang sangat berharga berupa saran, ralat, perbaikan, pertanyaan, komentar, tanggapan, menambah bobot dan kualitas skripsi ini.
5. Semua dosen Jurusan Teknik Elektro FT. UNNES yang telah memberi bekal pengetahuan yang berharga.
6. Teman-teman seperjuangan, yang selalu memotivasi dan memberi masukan yang bermanfaat dalam menyusun skripsi ini.
7. Semua pihak yang mendukung kelancaran penyusunan skripsi ini.

Semoga semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini mendapatkan pahala dari Allah SWT. Peneliti berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak dan para pembaca.

Semarang, November 2018

Penulis



## DAFTAR ISI

JUDUL.....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	ii
PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN .....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
RINGKASAN.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	6
1.3 Pembatasan Masalah.....	7
1.4 Rumusan Masalah.....	7
1.5 Tujuan Penelitian .....	8
1.6 Manfaat Penelitian .....	8
1.7 Penegasan Istilah.....	10
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	11
2.1 Kajian Pustaka .....	11
2.2 Landasan Teori .....	15
2.2.1 Iluminansi.....	15
2.2.2 Komunikasi Data.....	17
2.2.3 GPS.....	19

2.2.4	Thingspeak .....	19
2.2.5	Sensor BH1750.....	21
2.2.6	Modul ESP8266 .....	22
2.2.7	GPS NEO 6M.....	23
2.2.8	Modul Mikro SD .....	24
2.2.9	Mikrokontroler .....	25
2.2.10	Arduino Mega 2560.....	26
2.2.11	RTC DS1307 .....	28
2.2.12	<i>Liquid Crystal Display (LCD)</i> .....	29
2.2.13	Arduino IDE.....	30
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>32</b>
3.1	Metode Penelitian .....	32
3.2	Prosedur Penelitian .....	33
3.2.1	Perencanaan .....	33
3.2.2	Perancangan.....	34
3.2.4	Pengujian.....	41
3.2.5	Pengambilan Data.....	42
3.2.6	Alur Penelitian.....	46
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>48</b>
4.1	Hasil Penelitian .....	48
4.1.1	Sistem Kerja Alat .....	49
4.1.2	Hasil Penelitian Laboratorium.....	54
4.2	Hasil Penelitian .....	67
4.3	Pembahasan .....	69
4.3.1	Pembahasan Uji Alat pada Jalan Raya .....	69
4.3.2	Pembahasan Hasil Alat dengan Penelitian Sebelumnya.....	69
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>71</b>
5.1	Kesimpulan .....	71
5.2	Saran .....	71
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>72</b>
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR TABEL

1.1 Tabel Kualitas pencahayaan normal .....	2
1.2 Tabel Standar Penerangan Kegiatan Industri dan Kerajinan .....	3
2.1. Tabel Spesifikasi Arduino Mega .....	28
2.2. Tabel Deskripsi <i>Pin Out</i> LCD .....	30
3.1. Tabel Uji Pengukuran Tegangan Keluaran.....	43
3.2. Tabel Uji Coba Unjuk Kerja Sensor .....	45
4.1. Tabel Hasil Uji Coba Pengukuran Tegangan Keluaran.....	55
4.2. Tabel Hasil Perbandingan Uji Akurasi <i>Lux</i> dengan <i>Lux Meter</i> Standar .....	61
4.3. Tabel Hasil Pengujian Alat pada Jalan Raya .....	64

## DAFTAR GAMBAR

2.1 Gambar Ilustrasi Iluminansi .....	15
2.2 Gambar Komunikasi <i>Data Serial</i> .....	17
2.3. Gambar Layanan Thingspeak .....	20
2.4. Gambar Rangkaian Internal BH1750 .....	22
2.5. Gambar Modul ESP 8266.....	23
2.6. Gambar Modul <i>GPS</i> NEO 6M.....	24
2.7. Gambar Modul Mikro SD.....	25
2.8 Gambar Diagram Blok Rangkaian Internal Mikrokontroler.....	25
2.9. Gambar Arduino Uno Mega .....	27
2.10 Gambar Skema RTC DS1307.....	29
2.11. Gambar LCD 16x2 .....	30
2.12. Gambar Arduino IDE .....	31
3.1. Gambar Tahapan Desain Alat Ukur Iluminansi .....	37
3.2. Gambar Desain <i>Box</i> Alat .....	38
3.3. Gambar Diagram Alir Alat Ukur Iluminansi .....	39
3.4. Gambar Diagram Alir Alat Ukur Iluminansi .....	40
3.5. Gambar Desain Rangkaian Elektronika .....	41
3.6. Gambar Rangkaian Baterai .....	42
3.7. Gambar Contoh Data Sensor dalam <i>File</i> Txt .....	44
3.8. Gambar Contoh Data Sensor dalam Bentuk Grafik .....	44
3.9. Gambar Diagram Alur Penelitian .....	47
4.1. Gambar Alat Ukur Iluminansi .....	48
4.2. Gambar Sistem Kerja Alat Ukur .....	49
4.3. Gambar Diagram Blok Internal Sensor BH1750.....	49
4.4. Gambar Koneksi Modul GPS dengan Mikrokontroler .....	50
4.5. Gambar Skema Kerja <i>Data Logger</i> .....	52
4.6. Skema Pengiriman Data ke <i>Web Server</i> Thingspeak.....	53
4.7. Gambar Tampilan <i>coding</i> LCD pada Arduino IDE.....	56
4.8. Gambar Tampilan Huruf, Angka dan Karakter Lain pada LCD 16x2.....	57
4.9. Gambar <i>Listing</i> Program Pengujian Data Logger.....	58
4.10. Gambar Isi <i>File</i> dalam <i>data log</i> pada Kartu Mikro SD .....	59
4.11. Gambar Tampilan Data Sensor dalam Bentuk Grafik .....	63
4.12. Gambar Hasil <i>Data Logger</i> Pengukuran .....	65

4.13. Gambar Tampilan Data Garis Bujur pada Thingspeak.....	66
4.14. Gambar Tampilan Data Garis Lintang pada Thingspeak .....	66
4.15. Gambar Tampilan Data Iluminansi pada Thingspeak .....	67

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Cahaya merupakan salah satu unsur primer bagi keberlangsungan suatu makhluk hidup. Sumber cahaya yang terbesar dan paling utama di dunia adalah matahari. Salah satu manfaat cahaya bagi manusia yaitu untuk fungsi penglihatan, penglihatan manusia tidak akan pernah bisa lepas dari peran cahaya. Bahkan menurut Prayoga, et al., (2014:83) , pencahayaan pada suatu tempat, khususnya di tempat kerja yang kurang memenuhi persyaratan tertentu dapat memperburuk penglihatan, karena jika pencahayaan terlalu besar atau pun lebih kecil, pupil mata harus berusaha menyesuaikan cahaya yang diterima oleh mata. Selain itu, dalam penerangan jalan raya dan tempat kerja nilai iluminansi akan menjadi pertimbangan utama dalam pemasangan lampu. Penerangan pada jalan raya khususnya pada penyeberangan pejalan kaki jika kekurangan pencahayaan bisa menyebabkan kecelakaan (Jim Uttley dan Steve Fotios, 2017:289).

Bahkan menurut *Economic Evaluation Manual (EEM)* bahwa 35% kecelakaan yang terjadi pada jalan raya disebabkan oleh masalah penerangan atau pencahayaan yang buruk (Michael Jackett dan William Frith, 2016:115). Selain itu, berdasarkan laporan data statistik tahunan di negara Swiss menunjukkan bahwa persentase jumlah kematian pejalan kaki di malam hari adalah 60% sampai 70% lebih (Al-haji, 2014:202). Penerangan cahaya lampu pada jalan raya sangat penting untuk menjadi perhatian penuh dalam rangka mengurangi kecelakaan.

Pemerintah sendiri sudah menetapkan sebuah standar penerangan pada jalan raya dalam Standar Nasional Indonesia No. 7391 Tahun 2008. Setiap jenis jalan seperti trotoar, jalan lokal, jalan kolektor, jalan arteri dan jalan layang memiliki standar penerangan lampu tersendiri yang terdapat pada tabel 1.1.

**Tabel 1.1 Kualitas Pencahayaan Normal**

Jenis/ klasifikasi jalan	Kuat Pencahayaan (Iluminansi)		Luminansi			Batasan Silau	
	E rata-rata (Lux)	Kemerataan	L rata-rata (cd/m <sup>2</sup> )	Kemerataan		G	TJ (%)
		G1		VD	VI		
Trotoar	1 – 4	0,10	0,10	0,40	0,50	4	20
Jalan Lokal							
- Primer	2 - 5	0,10	0,50	0,40	0,50	4	20
- Sekunder	2 – 5	0,10	0,50	0,40	0,50	4	20
Jalan Kolektor							
- Primer	3 - 7	0,14	1,00	0,40	0,50	4-5	20
- Sekunder	3 – 7	0,14	1,00	0,40	0,50	4-5	20
Jalan Arteri							
- Primer	11 – 20	0,14-	1,50	0,40	0,50-0,70	5-6	10-20
- Sekunder	11 - 20	0,20 0,14- 0,20	1,50	0,40	0,50-0,70	5-6	10-20
Jalan arteri dengan akses kontrol, jalan bebas hambatan	15 - 20	0,14- 0,20	1,50	0,40	0,50-0,70	5-6	10-20
Jalan layang, simpang susun, terowongan	20 - 25	0,20	2,00	0,40	0,70	6	10

Kemudian dalam penerangan lampu tempat kerja juga terdapat standarnya yang diatur oleh Pemerintah melalui Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 76 Tahun 2016 Tentang Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri seperti tabel 1.2, dimana standar penerangan tersebut dibuat dengan mempertimbangkan faktor fisik, biologi, penanganan beban manual dan kesehatan.

**Tabel 1.2 Standar Penerangan Kegiatan Industri dan Kerajinan Pembangkit Listrik**

No	Jenis Area, Pekerjaan/ Aktivitas	Lux	Keterangan
1	Instalasi pasokan bahan bakar	50	" <i>safety colours</i> " harus mudah dikenali
2	Ruang <i>Boiler</i>	100	
3	a. Ruang mesin b. Ruangan lain, seperti ruangan pompa, ruangan kondensor, <i>switchboards</i>	200	
4	<i>Control rooms</i>	500	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Panel control seringkali berbentuk vertikal</li> <li>• Peredupan (<i>dimming</i>) diperlukan</li> </ul>

Nilai iluminansi pada setiap jenis jalan dan tempat kerja memiliki standar sendiri-sendiri dalam SNI, sehingga untuk menghitung nilai iluminansi dibutuhkan



*lux meter* sebagai alat ukur. *Lux meter* menurut *IEEE GlobalSpec* adalah alat yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya. Alat ini di dalam memperlihatkan hasil pengukurannya umumnya menggunakan format digital atau pun analog. Alat ini terdiri dari rangka sebuah sensor dengan sel foto dan layar panel. Sensor tersebut diletakan pada sumber cahaya yang akan diukur nilai intensitasnya. Cahaya akan menyinari sel foto. Kemudian energi yang diteruskan oleh sel foto menjadi arus listrik. Makin banyak cahaya yang diserap oleh sel, arus yang dihasilkan pun semakin besar. Kemudian, desain-desain alat pengukur nilai *lux* yang ada sebelumnya masih hanya sekadar untuk mengukur besar iluminansi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Kruisselbrink, et al., (2017: 89) dengan membuat alat pengukur intensitas cahaya, alat tersebut masih sekadar mengukur besarnya intensitas cahaya. Selain itu, pada penelitan Sumriddetchkajorn dan Somboonkaew (2015:1) sebuah *lux meter* dapat dibuat melalui sebuah telepon seluler dengan memanfaatkan sensitifitas kamera terhadap cahaya, akan tetapi alat tersebut masih sekadar mengukur intensitas cahaya tanpa terintegrasi dengan teknologi lain.

Pengukuran kekuatan penerangan jalan raya agar efisien dalam penyimpanannya dapat diintegrasikan dengan *data logger* dan *IoT (Internet of Thing)*. Melalui perangkat *data logger* hasil pengukurannya disimpan dalam kartu memori dan melalui modul *WiFi* kita juga dapat menyimpannya secara nirkabel pada sebuah *web server*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Abd Allah, et al., (2017:131) bahwa dengan menggunakan *data logger* sejumlah data yang didapat dari sensor dapat disimpan dari waktu ke waktu secara otomatis. Kemudian, suatu perangkat elektronik dapat diintegrasikan dengan teknologi *IoT* melalui

koneksi *wireless* yang cocok digunakan untuk pengiriman data. Penggunaan teknologi *wireless* sebagai media *IoT* sudah menjadi standar dalam dunia teknologi informasi (Insani dan Harimawan, 2012:226). Komponen terpenting dalam transmisi data ini yaitu pengirim (*transmitter*) dan penerima (*receiver*), dimana pengirimnya adalah *WiFi Client* dan penerimanya adalah *web server* Thingspeak. Nathan David, et. al, (2015:799) telah menyatakan bahwa adanya teknologi *IoT* (*Internet of Thing*) memungkinkan berbagai hal dan perangkat dapat dikendalikan melalui jaringan internet. Pada intinya, *IoT* adalah ekosistem benda fisik sehari-hari yang terhubung dengan internet, yang mampu mengidentifikasi dirinya dan mengkomunikasikan data ke obyek lain di jaringan. Pemanfaatan teknologi *IoT* ini tentunya juga dapat diterapkan dalam alat pengukur kuat penerangan lampu (iluminansi). Kemudian, melalui teknologi *IoT* yaitu koneksi *wireless* ini dapat memantau kondisi lingkungan seperti suhu kelembaban relatif, iluminansi dan tingkat kepadatan suara yang kemudian informasi dari sensor ini dikirim ke sebuah *web server* dalam bentuk statistik grafis (Ome dan Rao, 2016:337). Dimana hasil pengukuran dari sensor akan diproses oleh mikrokontroler yang terintegrasi dengan internet melalui modul *WiFi*, kemudian hasilnya dikirim ke *web server* untuk disimpan. *Web server* yang sering digunakan adalah Thingspeak yang merupakan *platform IoT* untuk menampilkan dan menyimpan data dari sensor ke dalam *cloud server* (Budi dan Pramudya, 2017:48). Selain memanfaatkan *IoT*, perancangan *lux meter* agar efisien juga dapat diintegrasikan dengan dengan *GPS* untuk mengetahui informasi koordinat tempat pengukuran. Dimil Jose, et. al. , (2015:441) menyatakan bahwa adanya teknologi *GPS* dapat kita manfaatkan untuk mengetahui lokasi suatu

perangkat, semisal untuk mengetahui jarak tempuh suatu lokasi dan memprediksi kedatangan pada kendaraan dapat kita pasang perangkat *GPS*. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Sidik et. al (2015:251) menyatakan bahwa pengukuran suatu data yang menggunakan mikrokontroler arduino hasil pengukuran data tersebut dapat dilengkapi *GPS* dan *data logger* yang membuat alat tersebut lebih efektif dengan biaya rendah.

Selanjutnya penulis akan merencanakan sebuah alat ukur penerangan yang dapat mengukur kuat penerangan lampu pada suatu bidang (iluminansi) beserta titik koordinat tempat pengukuran yaitu garis bujur dan lintang. Selain itu alat ini memiliki kemampuan untuk mencatat hasil pengukuran iluminansi melalui *data logger* ke dalam kartu memori dan hasil pengukurannya dikirim melalui *WiFi* kepada *web server* Thingspeak. Melalui adanya inovasi tersebut diharapkan pendataan hasil pengukuran iluminansi yang selama ini ditulis secara manual dan tanpa referensi koordinat tempat pengukuran dapat tergantikan dengan hasil pengukuran yang secara otomatis disimpan dalam memori dan dikirim ke sebuah *web server* melalui koneksi *wireless*.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas, terdapat beberapa permasalahan yang dapat diidentifikasi.

1. Alat ukur penerangan yang biasa digunakan hanya dapat mengukur besar iluminansi.
2. Alat ukur yang sudah ada dalam pengukurannya tanpa menyertakan informasi titik koordinat tempat pengukuran.

3. Alat ukur yang sudah ada belum terintegrasi dengan *data logger* dan *IoT*.
4. Proses pendataan pengukuran iluminansi pada umumnya masih dilakukan secara tulis tangan.
5. Pendataan yang dilakukan secara tulis tangan tersebut akan menyebabkan bertambahnya waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pendataan hasil pengukuran iluminansi.
6. Hasil pengukuran penerangan suatu tempat tidak bisa diakses publik.

### **1.3 Pembatasan Masalah**

Pada penelitian ini mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Mega 2560. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini yaitu modul sensor cahaya BH1750. Sedangkan hasil pengukuran dikirim ke *web server* Thingspeak melalui modul ESP 8266. Penelitian ini membuat alat yang mampu mengukur iluminansi dalam satuan *lux* serta mengambil titik koordinat berdasarkan garis bujur dan lintang tempat pengukuran yang kemudian data hasil pengukurannya secara *real time* disimpan dalam *data logger* dan dikirim melalui teknologi *IoT* yaitu modul ESP8266 ke *web server Thingspeak*.

### **1.4 Rumusan Masalah**

Berdasarkan pembatasan masalah diatas maka dapat dirumuskan permasalahan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membuat alat ukur iluminansi yang terintegrasi dengan *data logger* dan *IoT*?
2. Bagaimana merancang dan membuat alat ukur iluminansi berdasarkan titik koordinat garis bujur dan garis lintang tempat pengukuran ?

3. Bagaimana perbandingan hasil pengukuran antara alat yang dibuat dengan alat ukur iluminansi standar?

### **1.5 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari pelaksanaan penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membuat alat ukur iluminansi yang terintegrasi dengan *data logger* dan *IoT*.
2. Merancang dan membuat alat ukur iluminansi berdasarkan titik koordinat garis bujur dan garis lintang tempat pengukuran.
3. Mendeskripsikan perbandingan hasil pengukuran antara alat yang dibuat dengan alat ukur iluminansi standar.

### **1.6 Manfaat Penelitian**

#### **1.6.1 Manfaat Praktis**

##### **a. Bagi Penulis**

Hasil penelitian diharapkan dapat menambah pengetahuan penulis dan dapat menerapkan ilmu-ilmu yang telah didapat dari bangku kuliah serta dapat digunakan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Teknik Elektro di Universitas Negeri Semarang.

##### **b. Bagi Mahasiswa**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu pengetahuan dan memberikan informasi tambahan kepada mahasiswa tentang alat ukur iluminansi yang terintegrasi dengan *GPS*, *data logger* dan *IoT*.

**c. Bagi Dosen**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah materi pembelajaran atau materi pengayaan yang akan disampaikan oleh dosen terhadap mahasiswa.

**d. Bagi jurusan**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai suplemen bahan ajar dosen di Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.

**e. Bagi Pemerintah**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat terhadap alat ukur iluminansi yang mampu mengambil titik koordinat tempat pengukuran dan terintegrasi dengan *GPS*, *data logger* dan *IoT*. Adanya alat ukur tersebut digunakan untuk pengecekan penerangan jalan raya dan tempat kerja apakah sudah sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan atau belum.

**1.6.2 Manfaat Teoritis**

- a. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi masukan dan dapat memberi kontribusi bagi masyarakat dan pemerintah dalam pengukuran iluminansi penerangan jalan dan tempat kerja berdasarkan titik koordinat, terintegrasi dengan *GPS*, *data logger* dan *IoT*. Tujuannya untuk mengecek apakah penerangan jalan sesuai standar yang sudah ditetapkan atau belum.
- b. Hasil penelitian ini dijadikan materi tambahan mata kuliah sistem mikrokontroler.
- c. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai pedoman untuk kegiatan penelitian yang sejenis.

## 1.7 Penegasan Istilah

### 1. *Lux*

*Lux* adalah satuan turunan Standar Internasional (SI) dari pencahayaan dan daya pancar cahaya, mengukur *fluks* cahaya per satuan luas.

### 2. *Data Logger*

*Data logger* merupakan alat yang digunakan untuk merekam data, yakni perangkat elektronik yang dipakai untuk mencatat data dimana dalam perekaman datanya mampu bekerja secara *real time* atau dari satu waktu ke waktu selanjutnya (Aziz, 2017:7).

### 3. Integrasi

Integrasi adalah pembauran hingga menjadi kesatuan yang utuh atau bulat.

### 4. IoT (*Internet of Things*)

Menurut Elazhary (2019:105) bahwa *IoT (Internet of Things)* merupakan upaya untuk membangun sebuah jaringan internet yang terhubung dengan beberapa perangkat elektronik, seperti mikrokontroler dan media sensor. Paradigma dari *IoT* menghasilkan beberapa inovasi seperti *mobile cloud*, *cloudlet*, *mobile IoT*, *IoT cloud*, *fog*, *mobile edge*.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

Pada bab ini akan diuraikan mengenai kajian pustaka dan landasan teori dalam penelitian yang akan dilakukan. Kajian pustaka yaitu kajian mengenai penelitian-penelitian sejenis dengan penelitian yang akan dilakukan. Kemudian pada bagian landasan teori akan diuraikan mengenai teori-teori yang berhubungan dengan penelitian ini.

#### **2.1 Kajian Pustaka**

- a. Penelitian yang dilakukan oleh Kruisselbrink, et al., (2017:75) dengan judul “*A Practical Device for Measuring the Luminance Distribution*” menyatakan bahwa pengembangan perangkat untuk mengukur penyebaran pecahaya secara otomatis dapat dibuat menggunakan komputer papan tunggal yaitu *Raspberry* yang dapat digunakan untuk menjalankan program dan sistem kamera. Pengukuran ini menggunakan distribusi intensitas pencahayaan yang ditentukan dengan mengambil gambar *HDR (High Dynamic Range)* dan menerjemahkan informasi *RGB* ke dalam tipe *CIEXYZ*. Pada penelitian ini menggunakan teknologi *HDR (High Dynamic Range)* karena dalam menghitung distribusi pencahayaan mampu menangkap secara akurat. Hasil pengukuran dalam penelitian ini menggunakan metode pengukuran kuat penerangan yang ada di bidang penerangan. Hasil Pengukuran menunjukkan bahwa kesalahan rata-rata alat pengukur intensitas pencahayaan 10,1%.



- b. Penelitian yang dilakukan oleh Sumriddetchkajorn dan Somboonkaew (2015:1) dengan judul “*Low-Cost Cell Phone-based Digital Lux Meter*” menyatakan sebuah alat ukur penerangan dapat dibuat melalui sebuah telepon seluler dengan memanfaatkan sensitifitas cahaya pada kamera. Telepon seluler yang digunakan pada penelitian ini adalah Sony-Ericson W580i yang diberi tambahan perangkat *Optical Diffuser* dan *Autentor*. Cara kerja dari alat ini yaitu hasil pengambilan gambar yang semula dalam format RGB diubah dalam bentuk format *grayscale* kemudian dari *grayscale* dikonversi menjadi nilai *lux*.
- c. Penelitian yang dilakukan oleh Nathan David, et. al, (2015:799) dengan judul “*Design of a Home Automation System Using Arduino*” menyatakan bahwa adanya teknologi *IoT (Internet of Thing)* memungkinkan berbagai hal dan perangkat dapat dikendalikan melalui antar jaringan. Pada intinya, *IoT* adalah ekosistem benda fisik sehari-hari yang terhubung dengan internet, yang mampu mengidentifikasi dirinya dan mengkomunikasikan data ke obyek lain di jaringan. Pada penelitian tersebut yang menjadi obyek adalah sebuah “*Smart Home*”, melalui *smart home* tersebut kondisi rumah dapat dipantau dan peralatan rumah tangga dapat dikendalikan melalui sebuah *smartphone*. Sensor yang ada dalam rumah seperti sensor suhu, kelembaban dan cahaya mengirimkan datanya ke *server* melalui modul *WiFi* pada arduino ke *web server* dan memproses aktuatornya melalui arduino. Kemudian melalui *web server*, pemilik rumah bisa memantau dan menindaklanjuti keadaan rumah beserta keamanannya.

- d. Penelitian yang dilakukan oleh Abd Allah, et al., (2017:131) dalam jurnal penelitian yang berjudul “*Universal Data Logger System for Environmental Monitoring Applications*” menyatakan bahwa dengan menggunakan *data logger* sejumlah data yang didapat dari sensor dapat disimpan dari waktu ke waktu secara otomatis. Agar *data logger* dapat bekerja harus membutuhkan beberapa komponen utama seperti sinyal masukan, ADC, mikroprosesor, memori, *power supply* dan *port data output*. Data hasil pengukuran sensor akan diproses oleh mikrokontroler yang kemudian akan disimpan dalam sebuah memori. Fleksibilitas dari sistem *data logger* memungkinkan untuk memantau lebih banyak perubahan kondisi lingkungan seperti kelembaban, tekanan udara, kecepatan angin atau persentase gas CO<sub>2</sub> secara *real time*.
- e. Penelitian yang dilakukan oleh (Nerella Ome dan Someswara Rao, 2016:337) dalam jurnal penelitian yang berjudul “*Internet of Things (IoT) based Sensors to Cloud system using ESP8266 and Arduino Due*” menyatakan bahwa melalui teknologi *IoT* yang mampu memantau kondisi lingkungan seperti suhu kelembaban relatif, iluminansi dan tingkat suara yang informasinya dari sensor dapat dikirimkan ke *server* sebagai statistik grafis. Melalui sistem ini kita dapat memantau kondisi suhu, kelembaban, cahaya, dan polusi suara. Cara kerja dari sistem ini yaitu data sensor yang diperoleh diproses oleh arduino, kemudian melalui modul ESP 8266 data tersebut dikirim melalui *router* ke *cloud server*. Kondisi lingkungan yang diamati sensor ditampilkan melalui sebuah grafik yang diakses melalui sebuah situs atau aplikasi.

- f. Penelitian yang dilakukan oleh Dimil Jose, et. al., (2015:140) dalam jurnal penelitian yang berjudul “*Intelligent Vehicle Monitoring Using Global Positioning System and Cloud Computing*” menyatakan bahwa adanya teknologi *GPS* dapat kita manfaatkan untuk mengetahui lokasi suatu perangkat, semisal untuk mengetahui jarak tempuh suatu lokasi dan memprediksi kedatangan kendaraan dapat kita pasang *GPS*. Pada penelitian ini sebuah sensor yang dipasang pada kendaraan dapat mengamati kondisi bahan bakar yang disertai *GPS*. Kemudian alat tersebut akan mengirimkan hasil pengamatannya ke *cloud server* melalui modul GSM untuk kemudian diakses melalui portal situs. Sistem pelacakan ini memiliki manfaat untuk memantau tingkat bahan bakar, ketinggian, tekanan ban, kondisi pengemudi, dan kecepatan kendaraan.
- g. Penelitian yang dilakukan oleh Sidik, et. al., (2015:252) dalam jurnal penelitian yang berjudul “*Arduino-Uno Based Mobile Data Logger with GPS Feature*” menyatakan bahwa pengukuran suatu data yang menggunakan mikrokontroler arduino hasil pengukuran data tersebut dapat dilengkapi *GPS* dan *data logger* yang efektif dengan biaya jauh lebih rendah. Pada penelitian ini *mobile data logger* mendeteksi suhu dan kelembaban pada suatu mobil beserta letak garis lintang dan garis bujur . Kemudian, hasil pengukuran sensor disimpan pada sebuah memori secara *real time*. Melalui alat yang dibuat ini kita dapat memprediksi kapan akan terjadi datangnya petir, sehingga ketika gejala petir datang kita dapat mengantisipasinya.

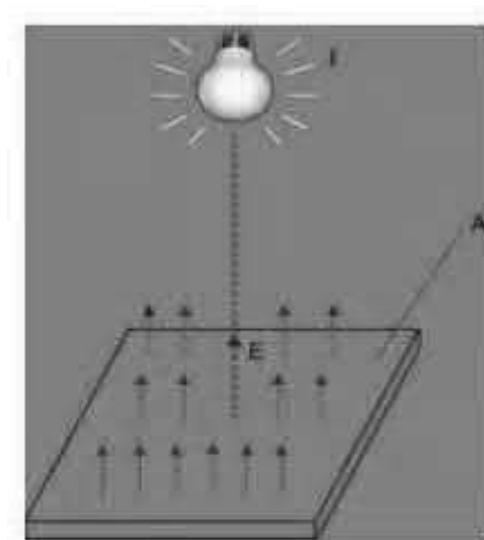
Berdasarkan beberapa penelitian diatas, alat ukur penerangan yang telah ada hanya sebatas menampilkan data pengukuran nilai intensitas suatu penerangan.

Padahal sudah ada beberapa inovasi teknologi yang lebih efektif yang dapat diterapkan pada *lux meter* seperti *GPS*, *IoT* dan penyimpanan secara *real time* melalui *data logger*.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Iluminansi

Iluminansi merupakan intensitas penerangan atau *fluks* cahaya yang menyinari permukaan suatu bidang. *Fluks* cahaya sendiri adalah jumlah cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya. Sedangkan menurut SNI No. 7391 tentang spesifikasi penerangan jalan di kawasan perkotaan, iluminansi adalah jumlah cahaya yang jatuh pada permukaan jalan.



Gambar 2.1 Ilustrasi Iluminansi

Rumus perhitungan iluminansi adalah sebagai berikut:

$$E = \frac{F}{A} \text{ (lux)}$$

Keterangan:

E= iluminansi

F = *Fluks* cahaya

A= luas permukaan

Ada beberapa definisi dan istilah yang umum digunakan dalam penerangan sebagai berikut:

### 1. Lumen

Lumen adalah satuan *flux* cahaya yang dipancarkan di dalam satuan unit sudut padatan oleh suatu sumber dengan intensitas cahaya yang seragam satu candela. Satu *lux* adalah satu lumen per meter persegi. Lumen (lm) adalah kesetaraan *photometric* dari watt, yang memadukan respon mata “pengamat standar”. 1 watt = 683 lumen pada panjang gelombang 555 nm.

### 2. *Lux*

*Lux* merupakan satuan metrik ukuran cahaya pada suatu permukaan atau iluminansi. Cahaya rata-rata yang dicapai adalah rata-rata tingkat *lux* pada berbagai titik pada area yang sudah ditentukan. Satu *lux* setara dengan satu lumen per meter persegi.

### 3. Intensitas Cahaya dan *Flux*

Satuan intensitas cahaya adalah *candela* (cd) juga dikenal dengan *international candle*. Satu lumen setara dengan *flux* cahaya, yang jatuh pada setiap meter persegi (m<sup>2</sup>) pada lingkaran dengan radius satu meter (1m) jika sumber

cahayaanya *isotropik 1-candela* (yang bersinar sama ke seluruh arah) merupakan pusat *isotropik* lingkaran. Perbedaan antara *lux* dan lumen adalah bahwa *lux* berkenaan dengan luas area dimana *flux* menyebar 1000 lumen, terpusat pada satu area dengan luas satu meter persegi, menerangi meter persegi tersebut dengan cahaya 1000 *lux*.

#### 4. Luminansi (L)

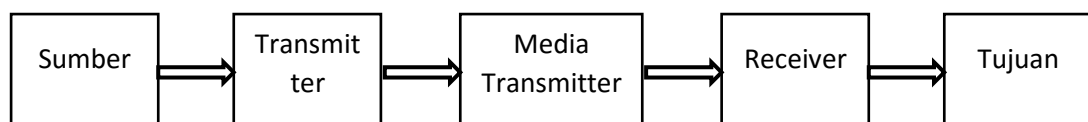
Luminansi merupakan pantulan cahaya lampu oleh permukaan jalan, yang diukur dalam satuan *candela* per meter persegi ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ).

#### 5. Kecerlangan (*brightness*)

Kecerlangan merupakan rasa sensasi yang timbul akibat memandang benda dari mana cahaya datang dan masuk ke mata.

### 2.2.2 Komunikasi Data

Komunikasi data adalah proses pertukaran data atau pengiriman data dari sumber ke tujuan. Hal penting dalam melakukan komunikasi data adalah jenis komunikasi yang digunakan, apakah menggunakan kabel, *infrared* atau menggunakan frekuensi (Mahatmaputra, 2009:17). Sebuah rangkain elektronika tak akan pernah terlepas dari komunikasi data. Secara umum, diagram blok komunikasi data sederhana seperti pada gambar 2.2 di bawah ini :



Gambar 2.2 Komunikasi Data

Berikut penjelasan dari blok diagram di atas :

- 1) Sumber : Memasukan data atau informasi yang akan dikirimkan ke tujuan.
- 2) *Transmitter* : Jenis komunikasi yang digunakan dalam melakukan komunikasi data.
- 3) Media transmisi : Jalur transmisi yang menghubungkan sumber dengan tujuan.
- 4) *Receiver* : Penerima sinyal yang dikirimkan melalui media transmisi untuk dikirimkan ke tujuan.
- 5) Tujuan : Menampilkan hasil data yang dikirim dari sumber.

Komunikasi data dibagi menjadi 2 jenis, yaitu komunikasi paralel dan komunikasi serial (Faizal et. al., 2017:127). Perbedaan antara komunikasi serial dan paralel yaitu komunikasi serial mentransmisikan 1 bit dalam satu transmisi dan komunikasi paralel mentransmisikan beberapa bit dalam satu waktu. Kelemahan dalam komunikasi paralel adalah *half duplex*, dimana kabel yang digunakan untuk pengiriman dan penerimaan data dengan kabel yang sama. Sedangkan komunikasi serial dengan *full duplex*, masing-masing pengiriman dan penerimaan data menggunakan 2 kabel yang berbeda sehingga data yang dikirimkan dan diterima tidak bentrok.

Pada komunikasi data serial berbeda dengan format pemindahan data paralel. Pengiriman bit-bit tidak dilakukan sekaligus melalui saluran paralel, tetapi setiap bit dikirimkan satu per satu melalui saluran tunggal. Dalam pengiriman data secara serial harus ada sinkronisasi atau penyesuaian antara pengirim dan penerima agar data yang dikirimkan dapat diterima dengan tepat dan benar oleh penerima.

### 2.2.3 GPS

*Global Positioning System (GPS)* merupakan sistem yang mampu mendeteksi posisi dan navigasi secara global menggunakan satelit. Sistem *GPS* dirancang untuk memberikan informasi posisi serta informasi mengenai waktu secara kontinyu di seluruh dunia dalam berbagai kondisi cuaca (Teguh et. al, 2015:1). Sistem ini menggunakan satelit yang mengirimkan sinyal gelombang mikro ke Bumi. Sinyal ini diterima oleh *receiver GPS* di permukaan, dan digunakan untuk menentukan posisi, kecepatan, arah, dan waktu. Cara kerjanya yaitu menggunakan sejumlah satelit yang berada di orbit bumi, yang memancarkan sinyalnya ke bumi dan ditangkap oleh sebuah alat penerima. Ada tiga bagian penting dari sistem ini, yaitu bagian kontrol, bagian angkasa, dan bagian pengguna (Putra, 2017:7).

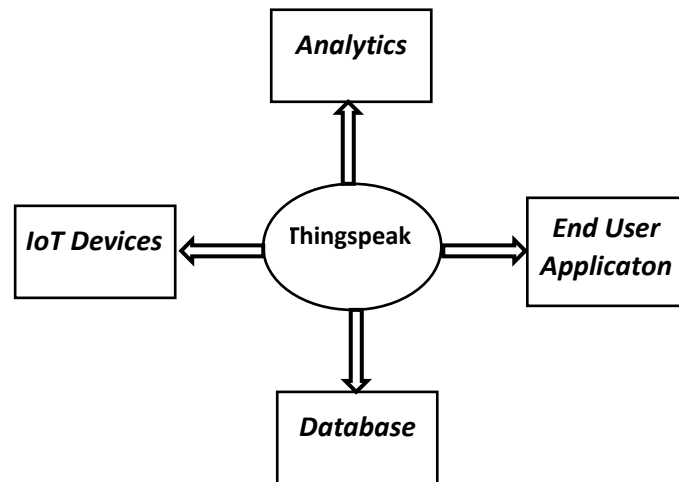
El-naggar (2011:360) mengatakan bahwa *GPS* merupakan sistem yang kompleks yang digunakan untuk mendeteksi suatu posisi dengan keakuratannya berkisar antara 100 m sampai beberapa milimeter tergantung pada peralatan yang digunakan dan metode yang digunakan. Operasi dasar *GPS* melibatkan pengukuran, receiver GPS, sinyal elektromagnetik yang ditransmisikan oleh satelit *GPS* yang mengorbit bumi dan perhitungan waktu tempuh dari sinyal yang diterima.

### 2.2.4 Thingspeak

Menurut Ulan dalam Husin (2017:14) Thingspeak merupakan *open source Internet of Things*, aplikasi untuk menyimpan dan mengambil data dari sensor yang



bisa diakses menggunakan HTTP melalui Internet atau melalui *Local Area Network*. Layanan dari Thingspeak bisa dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Layanan Thingspeak

Layanan dari Thingspeak :

- *Open API*
- *Real-time data collection*
- *Geolocation data atau GPS*
- *Data processing*
- *Data visualizations*
- *Device status messages*
- *Plugins*

Thingspeak dalam berkomunikasi menggunakan bantuan koneksi internet yang berfungsi sebagai pembawa paket data dari suatu sensor ke *Thingspeak*, disimpan, dianalisis dan terlebih dahulu terhubung ke mikrokontroler yang biasanya berupa Arduino, modul TI CC3200, Raspberry-pi (Pasha, 2016:19). Melalui Thingspeak kita dapat membuat aplikasi *sensor logging*, aplikasi pelacakan

lokasi. Thingspeak berfungsi sebagai pengumpul data yang mengumpulkan data dari perangkat dan juga memungkinkan data yang akan diambil ke dalam lingkungan perangkat lunak untuk analisis historis data.

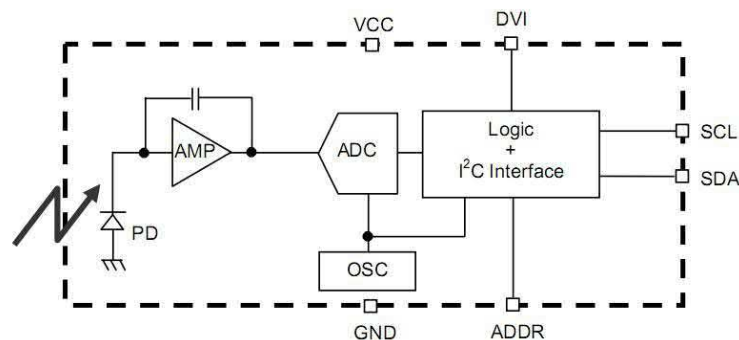
### 2.2.5 Sensor BH1750

Menurut Pamungkas, et. al., (2015:120) modul sensor BH1750 adalah sensor cahaya digital yang memiliki keluaran sinyal digital, sehingga tidak memerlukan perhitungan yang rumit. Sensor BH1750 ini lebih akurat dan lebih mudah digunakan jika dibandingkan dengan sensor lain seperti foto dioda dan LDR yang memiliki keluaran sinyal analog dan perlu melakukan perhitungan untuk mendapatkan data intensitas. Sensor cahaya BH1750 ini dapat melakukan pengukuran dengan keluaran *lux* (lx) tanpa perlu melakukan perhitungan terlebih dahulu.

Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan Nasrudin dan Dzulkifli (2015:92) menyatakan bahwa perbandingan pada pengukuran *Lux Meter* Konvensional dan Sensor BH1750 diperoleh nilai rata-rata perbedaan sebesar 3,2%. Perbedaan terendah adalah 1,19 % pada jarak 10 cm dengan nilai *Lux Meter* 32 lux dan nilai *Lightsensor* BH1750 32,38 lux. Sedangkan, perbedaan pada skala maksimum 8,86 % yang didapat pada jarak 40 cm dengan nilai *Lux Meter* 7 lux dan nilai *Lightsensor* BH1750 6,38 lux.

Cara kerja sensor ini yang diperlihatkan dalam gambar 2.4 berawal dari foton cahaya mengenai dioda foto. Kemudian adanya foton yang jatuh pada dioda foto menyebabkan elektron saling bertabrakan dan menghasilkan arus. Arus keluaran dari dioda foto kemudian diubah menjadi tegangan melalui *amplifier*, dan

sinyal tegangan yang berupa sinyal analog diubah menjadi sinyal digital oleh *Analog Digital Converter (ADC)*. Melalui *register* yang ada pada *IC Logic + I<sup>2</sup>C Interface* nilai sinyal digital akan diubah menjadi nilai *integer* yang menunjukkan besar nilai *lux*. Kemudian data tersebut data diakses melalui *interface I<sup>2</sup>C* sebagai komunikasi serial dua arah.



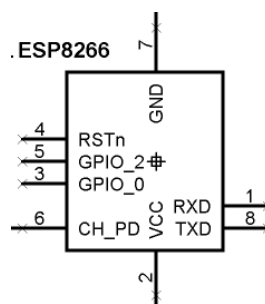
Gambar 2.4. Rangkaian Internal Modul BH1750

### 2.2.6 Modul ESP8266

Menurut Aje Prastyo (2016:25) ESP8266 adalah sebuah komponen *chip* terintegrasi yang didesain untuk keperluan dunia masa kini yang serba tersambung. *Chip* ini menawarkan solusi *networking WiFi* yang lengkap dan menyatu, yang dapat digunakan sebagai penyedia aplikasi atau untuk memisahkan semua fungsi *networking WiFi* ke pemroses aplikasi lainnya. ESP8266 memiliki kemampuan *on-board processing* dan penyimpanan yang memungkinkan *chip* tersebut untuk diintegrasikan dengan sensor-sensor atau dengan aplikasi alat tertentu melalui pin *input output* dan diprogram dengan pemrograman yang singkat. Komunikasi antara modul ini dengan Arduino menggunakan komunikasi serial melalui pin *RX* dan *TX*.

Modul *WiFi* ESP8266 yang diproduksi oleh *Espressif Chinese Manufacturer* ini merupakan modul *low-cost WiFi* dengan dukungan penuh untuk

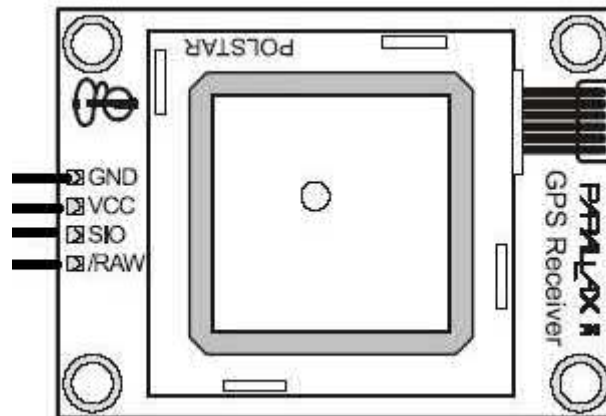
penggunaan *TCP/IP* (Yuliansyah, 2016:70). Level tinggi berupa *on-chip* yang terintegrasi memungkinkan eksternal sirkuit yang ramping dan semua solusi, termasuk modul sisi depan, didesain untuk menempati area *PCB* yang sempit. Perlu diperhatikan bahwa modul ESP8266 bekerja dengan tegangan maksimal 3,6V. Modul ini berfungsi untuk menghubungkan sebuah sistem dengan jaringan internet melalui sinyal *wireless*. Modul ini dikendalikan dengan menggunakan *AT command* melalui antarmuka *serial UART* yang tersedia pada mikrokontroler. Data-data yang terjadi pada saat komunikasi juga dipertukarkan melalui antarmuka *serial UART*. Berikut gambar 2.5 yang menunjukkan modul ESP 8266.



Gambar 2.5. Modul ESP 8266

### 2.2.7 GPS NEO 6M

Modul GPS dengan jenis NEO-6M berukuran ringkas ini (25x35mm untuk modul, 25x25mm untuk antena) seperti gambar 2.6 berfungsi sebagai penerima *GPS* yang dapat mendeteksi lokasi dengan menangkap dan memproses sinyal dari satelit navigasi (Putra, 2016:6). Aplikasi dari modul ini melingkupi sistem navigasi dan sistem keamanan terhadap pencurian pada kendaraan atau berpindahnya kendaraan. Sumber tenaganya dapat menggunakan catu daya antara 3 *Volt* hingga 5 *Volt*. Komunikasi *GPS* dan Arduino menggunakan komunikasi serial.



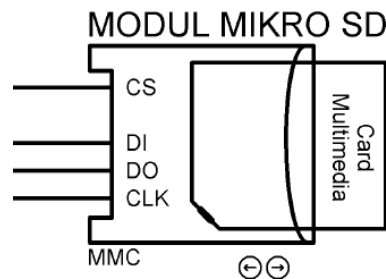
Gambar 2.6. Modul GPS NEO 6M

Sensor GPS jenis Neo-6M memiliki spesifikasi yang cukup baik, adapun spesifikasi yang dimiliki sensor ini adalah sebagai berikut :

- a. Tipe penerima: 50 kanal.
- b. Menggunakan frekuensi L1, kode C/A.
- c. Akurasi penetapan lokasi GPS secara horisotal: 2,5 meter.
- d. Akurasi kecepatan: 0,1 meter / detik

### 2.2.8 Modul Mikro SD

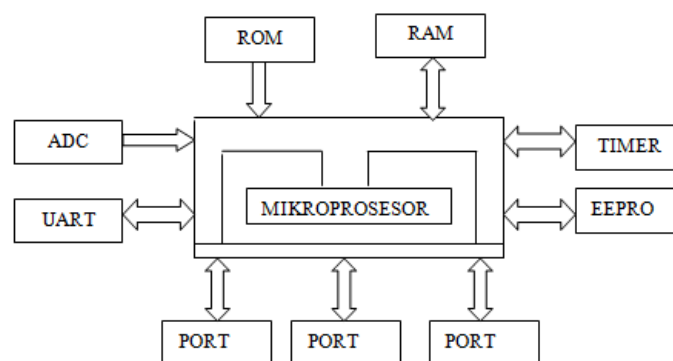
Modul mikro SD seperti pada gambar 2.7 adalah modul pembaca kartu mikro SD, yang bekerja melalui sistem *file* dan SPI antarmuka *driver*, MCU untuk melengkapi sistem *file* untuk membaca dan menulis kartu mikro SD. Pengguna Arduino langsung dapat menggunakan Arduino IDE dilengkapi dengan kartu SD untuk menyelesaikan inisialisasi kartu, penulisan dan pembacaan (Gunawan 2015:18). Jenis komunikasi data yang digunakan oleh modul mikro SD adalah *SPI* (*Serial Peripheral Interface*) yang bekerja secara *full duplex*.



Gambar 2.7. Modul Mikro SD

### 2.2.9 Mikrokontroller

Mikrokontroller atau *MCU (Micro Chip Unit)* merupakan salah satu komponen elektronik atau *IC* yang memiliki beberapa sifat dan komponen seperti komputer, yaitu: *CPU (Central Processing Unit)* atau unit pemrosesan terpusat, memori kode, memori data, dan *port* untuk *input* dan *output* (Listiono, 2016:5). Sebuah sistem yang telah berbasis mikrokontroller akan memiliki kontrol internal dan eksternal. Mikrokontroller bisa mengendalikan mayoritas dari perangkat internal di papan sirkuit biasa. Apalagi perangkat dari *chip* tersebut memiliki *built-in interface* yang bisa dikontrol oleh mikrokontroller (Raj, et. al. 2016:964). Diagram kerja sebuah mikrokontroller dapat kita lihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Diagram Blok Rangkaian Internal Mikrokontroller

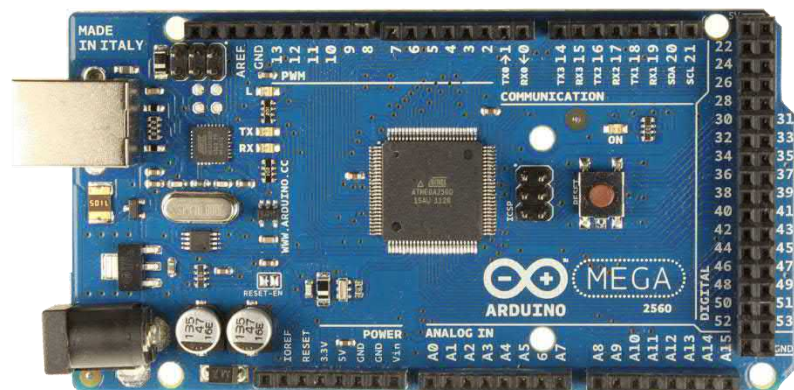
1. Mikroprosesor : Unit yang mengesekusi program dan mengatur jalur data, jalur alamat, dan jalur kendali perangkat-perangkat yang terhubung dengannya.
2. *ROM (Read Only Memory)* : Memori untuk menyimpan program yang dieksekusi oleh mikroprosesor. Bersifat *non volatile* artinya dapat mempertahankan data di dalamnya walaupun tak ada sumber tegangan. Saat sistem berjalan memori ini bersifat *read only* (hanya bisa dibaca).
3. *RAM (Random Access Memory)* : Memori untuk menyimpan data sementara yang diperlukan saat eksekusi program. Memori ini bisa digunakan untuk operasi baca tulis.
4. *Port I/O : Port Input/Output* sebagai pintu masukan atau keluaran bagi mikrokontroler. Umumnya sebuah *port* bisa difungsikan sebagai *port* masukan atau *port* keluaran bergantung kontrol yang dipilih.
5. *Timer* : Pewaktu yang bersumber dari osilator mikrokontroler atau sinyal masukan ke mikrokontroler. Program mikrokontroler bisa memanfaatkan timer untuk menghasilkan pewaktu yang cukup akurat.
6. *EEPROM* : Memori untuk menyimpan data yang sifatnya *non volatile*.
7. *ADC* : Konverter sinyal analog menjadi data digital.
8. *UART* : Sebagai antar muka komunikasi serial tidak langsung (*asynchronous*).

#### **2.2.10 Arduino Mega 2560**

Arduino Mega 2560 merupakan sebuah papan pengembangan mikrokontroller yang berbasis Arduino dengan menggunakan *chip* ATmega 2560. *Board* ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog *input*, 4 pin UART (*serial port*

*hardware*). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah *oscillator* 16 Mhz, sebuah *port* USB, *power jack* DC, ICSP *header*, dan tombol *reset*. Papan ini sudah lengkap dan memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler. Melalui Arduino ini jalur data dapat diatur, data *input* dari sensor bisa ditentukan kemana saja akan disalurkan.

Sedangkan menurut Nathan David, et. al. (2015:795) Arduino Mega 2560 merupakan mikrokontroler yang mampu berfungsi sebagai *web server* mikro dan antarmuka untuk semua modul perangkat keras. Mudah digunakan, terhubung ke komputer melalui USB dan dapat berkomunikasi menggunakan protokol serial standar, berjalan dalam mode *standalone* dan sebagai antarmuka yang terhubung ke komputer PC. Menurut Banzi dalam Sukrilah (2014:15) arduino merupakan sebuah *platform* komputasi yang *open source*, berbasis pada *software* dan *hardware*, fleksibel dan mudah digunakan. Tabel 2.1 menunjukkan spesifikasi dari perangkat Arduino Mega 2560 yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 2.9. Arduino Mega



**Tabel 2.1. Spesifikasi Arduino Mega**

<b>Parameter</b>	<b>Spesifikasi</b>
Mikrokontroler	Atmega2560
Tegangan Operasi	5V
Tegangan <i>input</i> (disarankan)	7-12V
Batas tegangan <i>input</i>	6-20V
<i>Pin digital I/O</i>	54 (dimana 6 pin <i>output</i> PWM)
<i>Pin analog input</i>	16
Arus DC per <i>pin I/O</i>	20 mA
Arus DC untuk 3.3V	50 mA
<i>Flash Memory</i>	32 KB (ATmega328), 0,5 KB digunakan sebagai <i>bootloader</i>
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
<i>Clock</i>	16 MHz

### 2.2.11 RTC DS1307

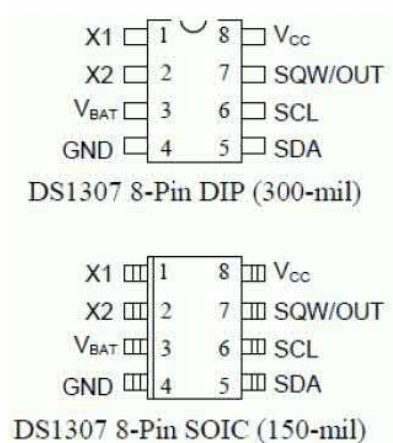
Menurut Hasibuan (2009: 5) *Real-time clock* DS1307 adalah IC yang dibuat oleh perusahaan Dallas Semiconductor. IC ini memiliki kristal yang dapat mempertahankan frekuensinya dengan baik. *Real-time clock* DS1307 seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.10 memiliki fitur sebagai berikut:

1. *Real-time clock* (RTC) , menyimpan data-data detik, menit, jam, tanggal dan bulan dalam seminggu, dan tahun valid hingga 2100.
2. 56-byte, *battery-backed*, RAM *nonvolatile* (NV) RAM untuk penyimpanan.
3. Antarmuka *serial two-wire* (I2C).
4. Sinyal keluaran gelombang-kotak terprogram (*Programmable squarewave*).
5. Deteksi otomatis kegagalan daya (*power fail*) dan rangkaian *switch*.

6. Konsumsi daya kurang dari 500nA menggunakan mode baterai cadangan dengan operasional osilator.
7. Tersedia fitur industri dengan ketahanan suhu: -40°C hingga +85°C.
8. Tersedia dalam kemasan 8-pin DIP atau SOIC.

Sedangkan daftar pin RTC DS1307 adalah sebagai berikut:

1. VCC – *Primary Power Supply*.
2. X1, X2 – *32.768kHz Crystal Connection*.
3. VBAT – *+3V Battery Input*.
4. GND – *Ground*.
5. SDA – *Serial Data*.
6. SCL – *Serial Clock*.
7. SQW/OUT – *Square Wave/Output Driver*.



Gambar 2.10 Skema RTC DS1307

### 2.2.12 *Liquid Crystal Display (LCD)*

Modul LCD merupakan modul yang memiliki konsumsi daya yang rendah, yang dapat menampilkan data dari sensor berupa suhu, kelembaban, titik embun,

waktu dan tanggal setiap titik pemantauan secara langsung, sehingga bisa mengamati sebuah data (Zhiguo et al. 2014:3807). Salah satu jenis LCD adalah 16x2 yang memiliki dua baris setiap baris terdiri dari enam belas karakter. Komunikasi data pada Arduino dan LCD menggunakan *interface* I<sup>2</sup>C dengan bantuan modul I<sup>2</sup>C. Gambar LCD 16x2 dapat dilihat pada gambar 2.11. LCD ini memiliki 16 pin dengan fungsi pin masing-masing diperlihatkan pada tabel 2.2. Agar penggunaan pin SDA dan SCL yang terhubung ke mikrokontroler maka menggunakan I2C *converter* sehingga hanya dua *port* saja yang terhubung.



Gambar 2.11. LCD 16x2

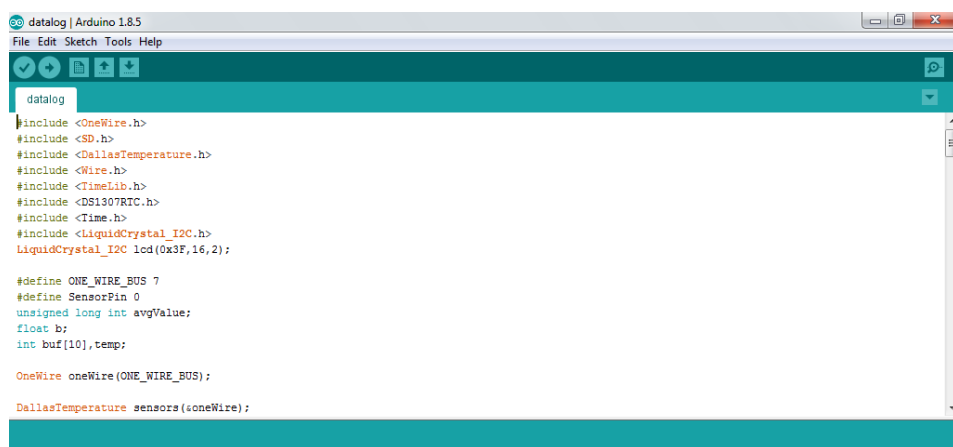
Tabel 2.2. Deskripsi *Pin Out* LCD

Nama Pin	Diskripsi
VCC	+5V
GND	0V
VEE	<i>Contrast Adjust</i>
RS	<i>Register Select, 0 = register perintah, 1 = register data</i>
R/W	<i>1 = Read, 0 = Write</i>
EN	<i>Enable clock LCD</i>
D0-D7	<i>Data Bus 0 Sampai 7</i>
+/-	<i>Tegangan positif/negatif backlight</i>

### 2.2.13 Arduino IDE

Arduino *Integrated Development Environment* (IDE) adalah aplikasi *cross-platform* yang ditulis menggunakan bahasa pemrograman *Java*, dan berasal dari

IDE untuk bahasa pemrograman pengolahan dan proyek *wiring*. Hal ini dirancang untuk memperkenalkan pemrograman bagi pendatang baru lainnya yang belum terbiasa dengan pengembangan perangkat lunak (Pradipta 2016:33). Melalui aplikasi yang tampilannya terlihat pada gambar 2.12 ini pemograman pada mikrokontroler yang telah dibuat dapat membaca *input*, memproses, dan memberikan *output* sesuai dengan yang diinginkan (Erni, 2017:55).



```
Arduino 1.8.5
File Edit Sketch Tools Help

datalog

#include <OneWire.h>
#include <SD.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <Wire.h>
#include <TimeLib.h>
#include <DS1307RTC.h>
#include <Time.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F,16,2);

#define ONE_WIRE_BUS 7
#define SensorPin 0
unsigned long int avgValue;
float b;
int buf[10],temp;

OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);

DallasTemperature sensors(&oneWire);
```

Gambar 2.12. Arduino IDE

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari penelitian alat ukur iluminansi penerangan ini dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Alat ukur iluminansi yang telah dirancang dan dibuat mampu terintegrasi dengan *data logger* yang tersimpan dalam memori mikro SD dan tersimpan pada *web server* Thingspeak dalam bentuk grafik.
2. Alat ukur iluminansi yang dibuat mampu membaca titik koordinat garis bujur dan garis lintang tempat pengukuran dengan menggunakan modul GPS Neo-6M.
3. Alat ini memiliki rata-rata nilai *error* sebesar 0,9% dari perbandingan *lux meter* standar merek Hioki Lux Hi Tester Meter Model 3421.

#### **5.2 Saran**

Pada penelitian selanjutnya tentang alat ukur iluminansi disarankan menggunakan sensor cahaya yang lebih baik lagi agar tingkat akurasi dari pengukuran iluminansi dapat lebih baik lagi. Selain itu, disarankan untuk menggunakan sumber tegangan yang tahan lama.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abd-allah, O., M. Abdalla, S. Abdalla, A. Babiker, dan A. Abd-allah. 2017. Universal Data Logger System for Environmental Monitoring Applications. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Informatics* 5 (2). 131-136.
- Al-haji, G. 2014. The Impact of New Street Lighting Technologies on Traffic Safety. *Journal of Traffic and Logistics Engineering* 2 (3). 202 - 205.
- Al-thobaiti, B. M. O., I. I. M. Abosolaiman, M. H. M. Alzahrani, S. H. A. Almalki, dan M. S. Soliman. 2014. Design and Implementation of a Reliable Wireless Real-Time Home Automation System Based on Arduino Uno Single-Board Microcontroller. *International Journal Of Control, Automation And Systems* 3 (3). 11-15.
- Aziz, M. A. 2017. Rancang Bangun Alat Ukur Ph Dan Suhu Air Secara Otomatis Terintegrasi Dengan Data Logger. *Skripsi*. Program Studi Teknik Elektro Unnes. Semarang.
- Aziz, M. N. 2016. Rancang Bangun Sistem Monitoring Kadar Gas Karbon Monoksida dan Senyawa Hidrokarbon Pada Kabin Mobil Menggunakan Sensor Gas TGS 2201 Berbasis Arduino. *Skripsi*. Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Badan Standarisasi Nasional. *SNI 7391 Spesifikasi Penerangan Jalan di Kawasan Perkotaan*. 2008. Jakarta.
- Budi, K. S., dan Y. Pramudya. 2017. Pengembangan Sistem Akuisisi Data Kelembaban Dan Suhu Dengan Menggunakan Sensor Dht11 Dan Arduino Berbasis IoT. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*. 6. 47-54.
- David, N., A. Chima, A. Ugochukwu, dan E. Obinna. 2015. Design of a Home Automation System Using Arduino. *International Journal of Scientific & Engineering Research* 6 (6). 785 – 801.
- El-naggar, A. M. 2011. An Alternative Methodology For The Mathematical Treatment Of GPS Positioning. *Alexandria Engineering Journal* 50. 359–366.
- E, H. 2019. Internet Of Things (Iot), Mobile Cloud, Cloudlet, Mobile Iot, Iot Cloud, Fog, Mobile Edge, And Edge Emerging Computing Paradigms: Disambiguation And Research Directions. *Journal of Network and Computer Applications*. 128. 105-140.

- Gunawan, K. A. 2015. Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu Tanah Sebagai Alat Bantu Penentu Benih Sayuran Yang Akan Dibudidayakan. *Skripsi*. Program Studi Teknik Elektro Jurusan Elektro Unnes. Semarang.
- Insani, A., dan A. Harimawan. 2016. Studi Awal Teknologi Wifi Untuk Diimplementasikan Pada Pembuatan Prototipe Sistem *Remote Terminal* Multi Sensor Dengan Energi Mandiri. *Buletin Pos dan Telekomunikasi*. 10 (3). 225-240.
- Jackett, M. dan W. Frith. 2013. Quantifying the impact of road lighting on road safety A New Zealand Study. *IATSS Research* 36. 139 – 145.
- Jose, D., S. Prasad, dan V. G. Sridhar. 2015. Intelligent Vehicle Monitoring Using Global Positioning System and Cloud Computing. *International Symposium on Big Data and Cloud Computing* 50. 440 – 446.
- Junita R. 2013. Infrastruktur Jaringan Wi-Fi (Wireless Fidelity) Universitas Dian Nuswantoro Semarang. <http://eprints.binadarma.ac.id/246/1/LAPORAN%20KKP%20INFRASTRUKTUR%20JARINGAN%20WI-FI%20%28WIRELESS.pdf>. 18 Februari 2018 (15:16).
- Hasibuan, A. S. 2009. Perancangan Dan Pembuatan Jam Digital Dilengkapi Dengan Penunjuk Termometer Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535. *Skripsi*. Program Studi Fisika FMIPA USU. Medan.
- Kruisselbrink1, T., M. Aries, dan A. Rosemann. 2012. A Practical Device for Measuring the Luminance Distribution. *International Journal of Sustainable Lighting* 19. 75-90.
- Listiono, G. 2016. Analisis Penggerak Pada Sistem Pengaman Pintu Ber-Password. *Tesis*. Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Maturidi AD. 2012. Metode penelitian teknik informatika. Yogyakarta: Deepublish.
- Mahatmaputra, S. 2009. Perancangan Modul Deteksi Kemacetan Lalu Lintas Melalui Kamera Menggunakan Penerapan Computer Vision - Motion Detection Mesh. *Skripsi*. Program Studi Teknik Informatika Binus. Jakarta.
- Mowad, M. A. E., A. Fathy, dan A. Hafez. 2014. Smart Home Automated Control System Using Android Application and Microcontroller. *International Journal of Scientific & Engineering Research* 5 (5). 935-939.
- Nasrudin, A. A. dan Dzulkifli. 2015. Rancang Bangun Aplikasi Lux Meter BH1750 Sebagai Alat Ukur Kekeruhan Air Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia* 4 (3). 89-94.

- Ome, N., dan G. S. Rao. 2016. Internet of Things (IoT) based Sensors to Cloud system using ESP8266 and Arduino Due. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering* 5 (10). 337 - 343.
- Pamungkas, M., Hafiddudin, dan Y. S. Rohmah. 2015. Perancangan dan Realisasi Alat Pengukur Iluminansi. *Jurnal ELKOMIKA* 2 (3). 120-132.
- Pasha, S. 2016. Thingspeak Based Sensing and Monitoring System for IoT with Matlab Analysis. *International Journal of New Technology and Research* 2 (6). 19 -23.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70. 2016. *Standar Dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri*. Jakarta.
- Polban. 2018. GPS Tracking dengan Modul Ublox Neo 6m. [digilib.polban.ac.id/files/disk1/153/jbptppolban-gdl-danielpart-7642-3-bab2-7.pdf](http://digilib.polban.ac.id/files/disk1/153/jbptppolban-gdl-danielpart-7642-3-bab2-7.pdf). 1 Februari 2018 (06:46).
- Pradipta, G. M., N. Nabilah, H. I. Islam, D. H. Saputra, S. Said, A. Kurniawan, H. Syafutra, S.e N. Neiman, dan Irzaman. 2016. Pembuatan Prototipe Sistem Keamanan Laboratorium Berbasis Arduino Mega. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*. Jakarta. 31-36.
- Prastyo, M. A. 2016. Sistem Pengairan Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Mega 2560 Berdasarkan Nilai Kelembaban Tanah. *Laporan Akhir*. Program Studi Teknik Elektro D3 Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang.
- Prayoga, H. A., I. Budiono, dan E. Widowati. 2014. Hubungan Antara Intensitas Pencahayaan dan Kelainan Refraksi Mata dengan Kelelahan Mata pada Tenaga Para Medis di Bagian Rawat Inap RSUD dr. Soediran Mangun Sumarso Wonogiri. *Unnes Journal of Public Health* 3 (4). 81-87.
- Purbaya, R. 2017. Aplikasi Motor Stepper Pada Alat Pencetak Bangun Ruang Tiga Dimensi Untuk Peleburan Filament Pada Motor Extruder. *Laporan Akhir*. Diploma III Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang.
- Putra, E. I. 2017. Simulasi Navigasi Kapal : Point To Point dengan GPS. *Laporan Proyek Akhir*. Program D3 Teknik Elektronika Politeknik Negeri Batam. Batam.
- Putra, R. R. 2016. Aplikasi Gps Apm2.5 Neo-6m Pada Robot Terbang Pendeteksi Asap. *Laporan Akhir*. Diploma III Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang.
- Raj, J. R., S. M. K. Rahman dan S. Anand. 2016. Microcontroller USB Interfacing With MATLAB GUI For Low Cost Medical Ultrasound Scanners.



*Engineering Science and Technology, an International Journal* 19. 964–969.

- Riandito, A. R. 2012. Efisiensi Energi Pada Ruang Perpustakaan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Melalui Optimasi Pencahayaan Alami Dan Buatan. *Tesis*. Program Studi Magister Teknik Arsitektur Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Yogyakarta.
- Samman, F. A., T. Ahsan dan F. Nugraha. 2017. Arduino-Uno Based Mobile Data Logger with GPS Feature Antarmuka Komunikasi Data Digital Bit-Paralel Asinkron antar Piranti Rangkaian Terpadu. *CITEE*. 127 - 132.
- Septiani, A. D. dan S. S. Adi. 2015. Perancangan Alat Pemantau Kondisi Kesehatan Manusia. *Edu Elekrika Journal* 4 (2). 44-47.
- Setyaningsih, E., D. Prastiyanto dan Suryono. di. 2017. Penggunaan Sensor Photodiode sebagai Sistem Deteksi Api pada Wahana Terbang Vertical Take-Off Landing (VTOL). *Jurnal Teknik Elektro* 9 (2). 53-59.
- Shofa, F. 2015. Penerapan Metode Simple Maze pada Robot Wall Follower untuk Menyelesaikan Jalur dalam Menelusuri Sebuah Labirin. *Skripsi*. Program Studi Teknik Elektro Jurusan Elektro Unnes. Semarang.
- Sidik, M. A. B., dkk. 2015. Arduino-Uno Based Mobile Data Logger with GPS Feature. *TELKOMNIKA* 13 (1). 250 - 259.
- Sukrillah, M. J., Djuniadi, dan U. M. Arief. 2014. Rancang Bangun Trainer Arduino. *Jurnal Teknik Elektro* 6 (2). 32-37.
- Sumriddetchkajorn, S. dan A. Somboonkaew. 2010. Low-Cost Cell Phone Based Digital Lux Meter. *The International Society for Optical Engineering* 7853. 1-6.
- Uttley, J. dan S. Fotios. 2017. The Effect Of Ambient Light Condition On Road Traffic Collisions Involving Pedestrians On Pedestrian Crossings. *Accident Analysis and Prevention* 108. 189 – 200.
- Yuliansyah, H. 2016. Uji Kinerja Pengiriman Data Secara Wireless Menggunakan Modul ESP8266 Berbasis Rest Architecture. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro* 10 (2). 68-77.
- Zhiguo, H., H. Zhixin, C. Xihe, dan H. Shengli. 2014. Intelligent Network Temperature and Humidity Measuring System Based on USB Interface. *TELKOMNIKA Indonesian Journal of Electrical Engineering*. 12 (5). 3805-3810.