

**Sistem Penerangan Gedung Berbasis Internet of Things (IoT)
Menggunakan Protokol Message Queuing Telemetry Transport
(MQTT)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



OLEH :

ALTUNDRIN WAHYU HIDAYATULLAH

09011381621070

JURUSAN SISTEM KOMPUTER

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

**Sistem Penerangan Gedung Berbasis *Internet of Things* (IoT)
Menggunakan
Protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT)**

TUGAS AKHIR

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Studi Sistem Komputer Jenjang S1

Oleh :

Altendria Wahyu Hidayatullah

09011381621070

Palembang, Juli 2021

Mengetahui,

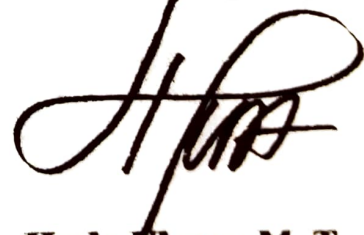
Ketua Jurusan Sistem Komputer

3/8/21

Dr. Ir. H. Sukemi, M. T.,

NIP. 196612032006041001

Pembimbing Tugas Akhir



Huda Ubaya, M. T.

NIP. 198106162012121003

HALAMAN PERSETUJUAN

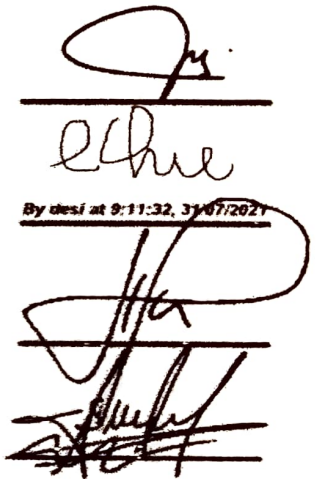
Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 06 Juli 2021

Tim Penguji :

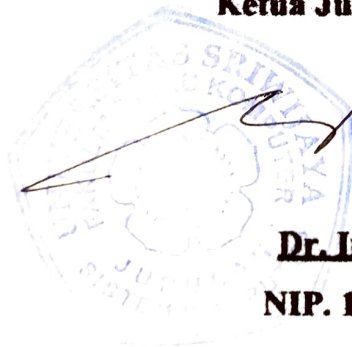
1. **Ketua** : **Kemahyanto Exaudi Siahaan, S.Kom., M. T.,**
2. **Sekretaris** : **Sri Desy Siswanti, M. T**
3. **Pembimbing** : **Huda Ubaya, M. T**
4. **Penguji** : **Sarmayanta Sembiring, S.Si., M. T**



By desl at 9:11:32, 31/07/2021

Mengetahui

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. H. Sukemi, M. T.

NIP. 196612032006041001

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

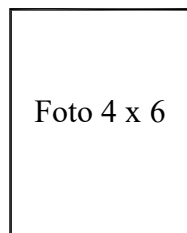
Nama : Altundrin Wahyu Hidayatullah

NIM : 09011381621070

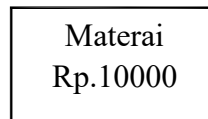
Judul : Sistem Penerangan gedung berbasis *Internet of Things* (IoT)
Menggunakan Protokol *Message Queuinmg Telemetry Transport*
(MQTT)

Hasil pengecekan *Software Ithenticate / Turnitin* : 8%

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam Laporan Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya. Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Palembang, Juli 2021



Altundrin Wahyu Hidayatullah

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena telah melimpahkan rahmat dan hidayah- Nya yang sangat besar dan tidak pernah kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Sistem Penerangan gedung berbasis *Internet of Things (IoT)* Menggunakan Protokol *Message Queuinmg Telemetry Transport (MQTT)*”**

Dalam tugas akhir ini penulis menjelaskan penerapan IoT dalam kehidupan sehari-hari untuk mengurangi tingkat pemborosan energi listrik. Penelitian ini menggunakan protokol *Message Queuinmg Telemetry Transport (MQTT)* yang digabungkan dengan *Trilateration Algorithm*, dimana algoritma ini akan mendeteksi objek berupa *smartphone* didalam ruangan.

Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak atas bantuan, bimbingan dan saran yang telah diberikan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Orang tua saya yang mendukung dan memberikan semangat pada saya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Terima kasih untuk segala doa, dan dukungannya baik secara moril maupun materil yang tidak ada hentinya.
2. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd., M. T., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Ir. H. Sukemi M.T., selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
4. Alm. Bapak Dr. Reza Firsandaya Malik, M. T., yang telah membantu penulis sehingga terwujudlah judul penelitian ini

5. Bapak Huda Ubaya, M. T., selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan saran untuk penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Ahmad Zarkasi, M. T., yang telah memberikan tempat untuk penulis di Laboratorium Robotika
7. Kepada teman-teman saya Dimas Bagus Ramarta, S.Kom. Ahmad Yusuf Aditama, S.Kom. Yoggie Al Hanif, S.Kom. dan Robby Tri Putra, S.Kom (InsyaAllah) yang telah membantu penulis dengan memberikan motivasi dan sedikit kata-kata penyemangat sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Kepada teman-teman saya di Pekanbaru, Riau yang telah memberikan semangat pada penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini

Penulis menyadari bahwasanya Tugas Akhir ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Untuk itu, kritik dan saran akan selalu diterima agar penulis dapat berkembang lagi.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Palembang, Juli 2021

Penulis,

Altundrin Wahyu Hidayatullah

NIM. 09011381621070

Building Lighting System Base On Internet of Things (IoT) Using Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) Protocol

Altundrin Wahyu Hidayatullah (09011381621070)

Computer Engineering, Faculty of Computer, Sriwijaya University

Email : altundrinwahyuu@gmail.com

ABSTRACT

Internet of Things (IoT) is one of the evidence of technological developments that can facilitate all daily work. One example is in the energy saving of electricity caused by waste of wasted power such as lamps. The application of IoT in everyday life requires a protocol that connects electronic devices with the internet, one of which is the Message Queuing Telemetry Transport protocol. This study used ESP8266 which is programmed to be able to work as an Access Point and also able to detect smartphone objects indoors. This research process starts from measuring rssi values using ESP8266 that has been programmed so as to detect its surroundings. The result of this research is the light control based on the RSSI value which has been converted into a distance value using a Trilateration Algorithm

Keywords : *Internet of Things, Message Queuing Telemetry Transport, IoT, MQTT, Trilateration Algorithm, ESP8266, RSSI, Lighting System*

**Sistem Penerangan Gedung Berbasis *Internet of Things* (IoT)
Menggunakan Protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT)**

Altundrin Wahyu Hidayatullah (09011381621070)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : altundrinwahyuu@gmail.com

ABSTRAK

Internet of Things (IoT) merupakan salah satu bukti perkembangan teknologi yang dapat mempermudah segala pekerjaan sehari-hari. Salah satu contohnya adalah dalam penghematan energi listrik yang disebabkan oleh pemborosan daya yang sia-sia seperti lampu. Penerapan IoT dalam kehidupan sehari-hari membutuhkan sebuah protokol yang menghubungkan perangkat elektronik dengan internet salah satunya protokol *Message Queuing Telemetry Transport*. Penelitian ini menggunakan ESP8266 yang diprogram agar mampu bekerja sebagai *Access Point* dan juga mampu mendeteksi objek *smartphone* didalam ruangan. Proses penelitian ini dimulai dari mengukur nilai RSSI menggunakan ESP8266 yang telah diprogram sehingga mampu mendeteksi sekitarnya. Hasil penelitian ini adalah kontrol lampu berdasarkan nilai RSSI yang telah diubah menjadi nilai jarak menggunakan algoritma trilaterasi

Kata Kunci : *Internet of Things, Message Queuing Telemetry Transport, IoT, MQTT, Algoritma Trilaterasi, ESP8266, RSSI, Sistem Penerangan Gedung*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan dan Manfaat	2
1.2.1. Tujuan	2
1.2.2. Manfaat	2
1.3. Rumusan Masalah dan Batasan Masalah	2
1.3.1. Rumusan Masalah	2
1.3.1. Batasan Masalah	3
1.4. Metodologi Penelitian	3
1.5. Sistematika Penulisan	4
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Internet of Things (IoT)	6
2.2. Sistem Pemosisi	7
2.2.1. Global Navigation Satellite System (GNSS)	7

2.2.2. Indoor Positioning System (IPS).....	8
2.3. Klasifikasi Indoor Positioning System (IPS).....	8
2.3.1. <i>Infrastructure-Based</i>	8
2.3.2. <i>Infrastructure-Free Technologies</i>	9
2.4. Access Point	9
2.5. Received Signal Strength Indicator (RSSI).....	9
2.6. RSSI dan Jarak.....	10
2.7. Metode Penentuan Jarak.....	12
2.7.1. Trilateration Algorithm.....	12
2.7.2. Euclidean Distance.....	14
2.8. Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)	15
2.9. HiveMQ MQTT Broker	16
2.10. Quality of Service.....	17
2.10.1. Delay.....	17
2.10.2. Throughput.....	17
2.10.3. Packet Loss	17
2.11. Arduino IDE.....	18
2.12. Wireshark	18
2.13. NodeMCU ESP8266	19
2.14. Relay.....	21
2.14.1. Cara Kerja Relay.....	22
2.14.2. Skema Relay	22
BAB III.....	23
METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1. Pendahuluan	23
3.2. Kerangka Kerja Penelitian.....	23
3.3. Skema Perancangan Sistem.....	25
3.3.1. Spesifikasi Hardware	27
3.3.2. Spesifikasi Software.....	27
3.4. Perancangan Perangkat Lunak	27

3.4.1. Flowchart RSSI.....	29
3.4.2. Flowchart Trilateration	30
3.5. Mapping Area / Denah Ruangan.....	31
BAB IV.....	33
HASIL DAN ANALISA.....	33
4.1. Pendahuluan	33
4.2. Pengambilan Nilai RSSI.....	33
4.2.1. Pengambilan Nilai RSSI Menggunakan ESP8266.....	34
4.2.2. Pengambilan Nilai RSSI Menggunakan Perhitungan	34
4.2.3. Perbandingan Nilai RSSI	37
4.3. Konversi Nilai RSSI ke Jarak	38
4.4. Pengukuran Trilateration	43
4.5. Pengujian Parameter QoS Menggunakan Wireshark pada Protokol MQTT	49
4.6. Rancangan Alat dan Hasil	50
4.6.1. Rancangan Alat.....	50
4.6.2. Hasil Akhir Alat.....	52
BAB V	60
KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1. Kesimpulan.....	60
5.2. Saran	60
DAFTAR PUSTAKA.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur Internet of Things (IoT).....	6
Gambar 2.2 Global Navigation Sattelite System.....	7
Gambar 2.3 Indoor Positioning System.....	8
Gambar 2.4 Lingkaran Trilaterasi	12
Gambar 2.5 Blok Diagram MQTT	15
Gambar 2.6 Homepage HiveMQTT Broker.....	16
Gambar 2.7 Arduino IDE	18
Gambar 2.8 Wireshark.....	19
Gambar 2.9 Versi Modul NodeMCU ESP8266	19
Gambar 2.10 NodeMCU ESP8266 V3 LoLin.....	20
Gambar 2.11 Skema Posisi I/O ESP8266.....	21
Gambar 2.12 Relay 1 Channel.....	21
Gambar 2.13 Skema Relay	22
Gambar 3.1 Flowchart Kerangka Kerja Penelitian.....	24
Gambar 3.2 Perancangan Sistem.....	25
Gambar 3.3 Flowchart Kerja Sistem	26
Gambar 3.4 Flowchart Perangkat Lunak.....	28
Gambar 3.5 Flowchart RSSI.....	29
Gambar 3.6 Flowchart Trilaterasi.....	30
Gambar 3.7 Mapping Ruangan.....	31
Gambar 4.1 Tampilan Trilaterasi Dengan Koordinat $X = 2$ dan $Y = 0,5$	44
Gambar 4.2 Tampilan Trilaterasi Dengan Koordinat $X = 2$ dan $Y = -0,5$	45
Gambar 4.3 Tampilan Trilaterasi Dengan Koordinat $X = 0$ dan $Y = 0,5$	46

Gambar 4.4 Tampilan Trilaterasi Dengan Koordinat X = -3 dan Y = -1	47
Gambar 4.5 Tampilan Trilaterasi Dengan Koordinat X = -2 dan Y = 1	48
Gambar 4.6 Capture Data Untuk <i>Quality of Service</i> Protokol MQTT Menggunakan Wireshark	49
Gambar 4.7 Rancangan Alat (<i>Access Point 3</i>)	50
Gambar 4.8 Rancangan Alat (<i>Access Point 2</i>)	51
Gambar 4.9 Skema Rancangan Alat.....	51
Gambar 4.10 Terdeteksi perangkat (<i>smartphone</i>) dalam radius 1 m disekitar Access Point 1	52
Gambar 4.11 Terdeteksi perangkat (<i>smartphone</i>) dalam radius 1 m disekitar Access Point 2.....	53
Gambar 4.12 Terdeteksi perangkat (<i>smartphone</i>) dalam radius 1 m disekitar Access Point 3.....	54
Gambar 4.13 Terjadi error pada Access Point 3 dan Access Point 2	55
Gambar 4.14 Tidak terdeteksi perangkat (<i>smartphone</i>) dalam radius 1 m disekitar Access Point 1	56
Gambar 4.15 Tidak terdeteksi perangkat (<i>smartphone</i>) dalam radius 1 m disekitar Access Point 2.....	57
Gambar 4.16 Tidak terdeteksi perangkat (<i>smartphone</i>) dalam radius 1 m disekitar Access Point 3.....	58
Gambar 4.17 Tidak terdeteksi perangkat (<i>smartphone</i>) dalam radius 1 m disekitar Access Point 1, 2, & 3.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Path Loss Exponent Dalam Berbagai Lingkungan.....	11
Tabel 2.2 Spesifikasi NodeMCU ESP8266.....	20
Tabel 4.1 Pengambilan Nilai RSSI Menggunakan Perhitungan.....	37
Tabel 4.2 Perbandingan Nilai RSSI Berdasarkan Pengukuran.....	37
Tabel 4.3 Konversi Nilai RSSI AP1 ke Nilai Jarak (n = 1,63).....	41
Tabel 4.4 Konversi Nilai RSSI AP2 ke Nilai Jarak (n = 1,63).....	42
Tabel 4.5 Konversi Nilai RSSI AP3 ke Nilai Jarak (n = 1,63).....	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Internet terus mengalami perkembangan sejak pertama kali dirilis. Tidak hanya menyediakan informasi berbentuk tulisan ataupun gambar, tetapi internet saat ini bisa digunakan juga pada alat elektronik. Menghubungkan beberapa perangkat elektronik ke suatu jaringan internet dan mengoptimalkan fungsi dari perangkat tersebut merupakan konsep dari *Internet of Things* (IoT) [1].

Masalah yang sering dianggap sepele tetapi menyebabkan pemborosan energi paling banyak terjadi pada penggunaan lampu. Penggunaan lampu yang berlebihan seperti menghidupkan banyak lampu dalam satu ruangan ataupun meninggalkan ruangan dalam keadaan lampu menyala seringkali ditemui baik itu di rumah, disekolah maupun dikantor.

Lalu bagaimana cara menerapkan IoT untuk mengendalikan lampu? Salah satu cara yang dapat digunakan adalah melacak apakah didalam ruangan tersebut berisi seseorang atau tidak. Lalu bagaimana cara melacaknya? Untuk melacak keberadaan manusia dalam suatu ruangan dibutuhkan suatu sistem, sistem tersebut adalah *Global Navigation Satellite System* (GNSS). GNSS sendiri terdiri dari dua system yaitu *Indoor Positioning System* (IPS) dan *Global Positioning System* (GPS) [2].

Indoor Positioning System (IPS) lebih cocok digunakan daripada *Global Positioning System* (GPS) dikarenakan sinyal satelite didalam ruangan mengalami hambatan berupa *multiple effect* [2]. Berbeda dengan GPS yang memerlukan bantuan satelit, IPS cukup dengan menggunakan bantuan sinyal Wi-Fi sehingga untuk penggunaan didalam ruangan tidak banyak hambatan.

Penerapan IPS menggunakan parameter pengukuran *Received Signal Strength Indication* (RSSI) [3]. RSSI merupakan parameter pengukuran kekuatan sinyal untuk mengetahui perkiraan jarak objek terhadap sumber sinyal [4]. Nilai RSSI harus dikonversi terlebih dahulu menjadi nilai jarak menggunakan algoritma trilaterasi. Setelah nilai jarak didapatkan maka akan diteruskan ke broker MQTT. Kelebihan dari MQTT sendiri adalah pengiriman data yang dikeluarkan terbilang kecil (minimal 2byte) dengan penggunaan daya yang cukup hemat. Oleh karena itu, berdasarkan referensi-referensi yang telah dibaca penulis maka *Indoor Positioning System* (IPS) dalam mengontrol lampu dapat memanfaatkan parameter RSSI yang dikonversi dengan algoritma trilaterasi.

1.2. Tujuan dan Manfaat

1.2.1. Tujuan

Tujuan dalam penulisan tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Mengimplementasikan IPS dalam suatu ruangan sehingga mampu mendeteksi posisi objek didalam ruangan.
2. Mengimplementasikan IoT pada perangkat lampu otomatis sehingga lampu dapat hidup / mati dengan sendirinya.
3. Menggabungkan perangkat lampu otomatis dengan IPS sehingga lampu hanya akan hidup / mati apabila terdeteksi manusia pada titik tertentu.

1.2.2. Manfaat

Manfaat dalam penulisan tugas akhir ini adalah dengan adanya penelitian ini diharapkan alat yang dibuat mampu bekerja dengan baik sehingga dapat mengurangi biaya energi dengan cara menghidupkan lampu/mematikan lampu secara otomatis

1.3. Rumusan Masalah dan Batasan Masalah

1.3.1. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian, terdapat beberapa permasalahan dalam penulisan tugas akhir ini. Permasalahan dalam penelitian ini dirumuskan menjadi bagaimana cara mendeteksi seseorang didalam ruangan dengan memanfaatkan RSSI yang kemudian dikonversi menggunakan algoritma trilaterasi lalu dikirimkan ke broker MQTT.

1.3.1. Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka penulisan tugas akhir ini akan dibatasi sehingga tidak melenceng dari topik utama. Adapun batasan masalah pada penulisan tugas akhir ini sebagai berikut :

1. *Board* yang digunakan adalah ESP8266.
2. Menggunakan lampu bohlam 5W.
3. Lampu akan ditempatkan hanya pada 3 titik dalam suatu ruangan.
4. Broker MQTT yang digunakan adalah broker.mqttdashboard.com

1.4. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian dalam tugas akhir ini terdiri dari beberapa tahapan, yaitu :

1. Studi Pustaka dan Konsultasi

Studi pustaka merupakan tahapan mencari, mengumpulkan sekaligus memahami berbagai sumber informasi sebagai referensi sekaligus penunjang tugas akhir. Sebagai tambahan penunjang, dilakukan pula konsultasi dengan beberapa orang yang berkompetensi dalam bidangnya dalam hal ini mengenai *Internet of Things* (IoT), pengukuran RSSI, konversi jarak dan juga MQTT.

2. Perancangan

Pada tahap ini akan dimulai perancangan sistem berdasarkan pada rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian. Tahap ini akan dibahas konsep untuk membuat alat yang kemudian di konfigurasi sehingga alat dan internet terhubung dan berfungsi dengan baik.

3. Implementasi

Tahap ini merupakan tahapan dimana mengimplementasikan protokol IoT kedalam alat yang telah dirancang sebelumnya sehingga menjadi fokus utama pada tugas akhir ini.

4. Pengujian

Pada tahap ini, alat yang sebelumnya telah dibuat akan dilakukan uji coba guna untuk melihat apakah alat bekerja sesuai dengan konsep yang diinginkan yaitu mampu melacak posisi objek didalam ruangan dan mengirimkan informasi untuk menghidupkan lampu.

5. Tahap Kelima (Analisis)

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang didapatkan melalui alat sebelumnya guna untuk melihat nilai kuat sinyal (RSSI) yang didapatkan kemudian dikonversi menjadi nilai jarak.

6. Kesimpulan dan Saran

Setelah data yang dikumpulkan telah dianalisis, maka hasil dari analisa akan ditarik kesimpulannya berdasarkan hasil yang didapatkan.

1.5. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah penulis dalam menyusun tugas akhir ini dan memperjelas isi setiap bab pada laporan ini, maka penulis membuat sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi latar belakang penelitian, tujuan dan manfaat penulisan, perumusan dan batasan masalah, metodologi penelitian dan juga sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas beberapa hal terkait tugas akhir ini antara lain teori tentang *Smart Room* yang berfokus pada *Indoor Localitazion*, *Internet of Things*(IoT), NodeMCU ESP8266, Arduino IDE, Relay, Wiresharks, Broker MQTT, dan Trilateration.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dibahas tentang perencanaan tugas akhir yang meliputi perancangan sistem lokalisasi didalam ruangan, membangun komunikasi dan menjalankan percobaan pada sistem *indoor localitazion* berdasarkan RSSI yang menjadi fokus utama penelitian, menjelaskan secara bertahap tentang langkah-langkah yang digunakan untuk mencari dan mengumpulkan data yang diperoleh saat uji coba.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Pada bab ini akan dibahas hasil dari percobaan sistem yang telah dirancang, yaitu mampukah sistem tersebut mengontrol lampu berdasarkan posisi objek yang terdekat dengan *Access Point*. Untuk posisi objek sendiri tidak secara aktual atau hanya estimasi posisi yang didapatkan pada bab sebelumnya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan berisi kesimpulan yang didapatkan penulis selama proses penelitian tugas akhir yaitu berupa data yang didapatkan setelah proses konversi, dan juga jawaban dari setiap pertanyaan yang ingin dicapai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. H. Cahyono, “Internet of Things (Sejarah, Teknologi dan Penerapannya),” *Forum Teknol.*, vol. 6, no. 3, pp. 35–41, 2016.
- [2] M. U. Ali, S. Hur, and Y. Park, “Wi-Fi-based effortless indoor positioning system using IoT sensors,” *Sensors (Switzerland)*, vol. 19, no. 7, 2019,
- [3] J. Röbesaat, P. Zhang, M. Abdelaal, and O. Theel, “An improved BLE indoor localization with Kalman-based fusion: An experimental study,” *Sensors (Switzerland)*, vol. 17, no. 5, pp. 1–26, 2017, doi:
- [4] A. Garnis, Suroso, and S. Soim, “Pengkajian Kualitas Sinyal dan Posisi Wi-Fi Access Point Dengan Metode RSSI,” pp. 0–5, 2015.
- [5] Jakondar Bakara, “Perkembangan Sistem Satelit Navigasi Global,” *Peneliti Bid. Pengkaj. Kedirgant. Nasional, LAPAN*, vol. 12, no. 2, pp. 38–47, 2011.
- [6] Y. Lukito and A. R. Chrismanto, “Perbandingan Metode-Metode Klasifikasi untuk Indoor Positioning System,” *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. 2, pp. 123–131, 2015
- [7] N. F. Puspitasari, “Analisis Rssi (Receive Signal Strength Indicator) Terhadap Ketinggian Perangkat Wi-Fi Di Lingkungan Indoor,” *J. Ilm. Dasi*, vol. 15, no. 04, pp. 32–38, 2018.
- [8] R. Al Alawi, “RSSI based location estimation in wireless sensors networks,” *ICON 2011 - 17th IEEE Int. Conf. Networks*, pp. 118–122, 2011
- [9] A. D. Andika, P. Sihombing, and T. I. Nasution, “Perancangan Sistem Pengukur Jarak Antara 2 Titik Wireless Xbee Pro Berdasarkan Nilai RSSI,” pp. 3–8.

- [10] A. F. Reza, “Simulasi Sistem Indoor Localization Dengan Algoritma Trilateration Menggunakan Bluetooth Low Energy,” pp. 19–22, 2018.
- [11] A. F. Molisch *et al.*, “IEEE 802.15.4a channel model,” pp. 1–40, 2005.
- [12] I. N. Fatimah, “Implementasi Pemanfaatan RSS Wi-Fi Untuk Menentukan Lokasi Objek di Lingkungan Indoor Menggunakan Metode Trilaterasi,” no. 2016, pp. 10–48, 2011.
- [13] F. H. Perdana and H. Ginardi, “Implementasi Indoor Positioning System Berbasis Smartphone dengan Penambahan Access Point untuk Studi Kasus Gedung Teknik Informatika ITS,” *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, 2016,
- [14] A. F. Hakim, “Sistem Pendukung Keputusan Penerangan Ruangan Berbasis IOT Menggunakan Protokol MQTT dan Fuzzy Tsukamoto,” pp. 25–59, 2020.
- [15] Z. B. Abilovani, W. Yahya, and F. A. Bakhtiar, “Implementasi Protokol MQTT Untuk Sistem Monitoring Perangkat IoT,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 12, pp. 7521–7527, 2018.
- [16] G. Y. Saputra, A. D. Afrizal, F. K. R. Mahfud, F. A. Pribadi, and F. J. Pamungkas, “Penerapan Protokol MQTT Pada Teknologi Wan (Studi Kasus Sistem Parkir Univeristas Brawijaya),” *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 12, no. 2, p. 69, 2017
- [17] “Arduino IDE.” <https://www.arduino.cc/en/software>.