



**SISTEM *MONITORING* DAN KONTROL TANAMAN KOPI
UNTUK *SMART GREENHOUSE* MENGGUNAKAN *WIRELESS
SENSOR NETWORK* BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IoT)***

SKRIPSI

Oleh

**Rizman Pebrian
NIM 131910201033**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**SISTEM *MONITORING* DAN KONTROL TANAMAN KOPI
UNTUK *SMART GREENHOUSE* MENGGUNAKAN *WIRELESS*
SENSOR NETWORK BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IoT)***

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Jurusan Teknik Elektro
dan mencapai gelar sarjana teknik

Oleh

Rizman Pebrian
NIM 131910201033

**PROGRAM STUDI STRATA 1 JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT atas kasih setia-Nya yang telah melimpahkan segala rahmat yang tak ternilai, sehingga saya bisa menyelesaikan penelitian ini.

Akhirnya, saya persembahkan skripsi ini kepada:

1. Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang.
2. Nabi besar Muhammad SAW, yang menjadi suri tauladan bagi seluruh umat.
3. Kedua Orangtua, Bapak Ahmadi Umar dan Ibu Sri Wahyuni yang tidak pernah lelah memberikan doa, memberikan dukungan moril maupun materiil dan kasih sayang yang tidak pernah henti diberikan kepadaku.
4. Ibu Ike Febriani, S.T., M.T. dan Bapak Samsul Bachri M., S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Syabilla Kirana penyemangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Guru-guru sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi;
7. Almamater Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember;
8. Keluarga besar Ikatan Teknik Elektro 2013, terima kasih telah memberikan arti kekeluargaan yang luar biasa.

MOTTO

Sesungguhnya malu itu sebagian dari iman.

(Sabda Rasulullah SAW)*)

“Siapa yang beriman kepada Allah dan Hari Akhir, maka janganlah menyakiti tetangganya. Siapa yang beriman kepada Allah dan Hari Akhir, maka muliakanlah tamunya. Dan siapa yang beriman kepada Allah dan Hari Akhir, maka berbicaralah yang baik atau diamlah”.

(HR Bukhari, Muslim, dan Ahmad)**)

“Dan darinya berkata: aku mendengar Rasulullah SAW. Bersabda: Dunia itu berisi laknat, seluruh isinya terlaknat, kecuali dzikir kepada Allah dan yang terkait dengannya, atau orang yang berilmu atau terpelajar.”

(HR: Tirmizi dan dia berkata hadits ini hasan)***)

*) Sabda Rasulullah SAW

***) HR Bukhari, Muslim, dan Ahmad

****) HR: Tirmizi dan dia berkata hadits ini hasan

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rizman Pebrian

NIM : 131910201033

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul ”Sistem *Monitoring* dan Kontrol Tanaman Kopi untuk *Smart Greenhouse* Menggunakan *Wireless Sensor Network* Berbasis *Internet of Things*(IoT)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 20 Januari 2020

Yang menyatakan,

Rizman Pebrian
NIM 131910201033

SKRIPSI

**SISTEM *MONITORING* DAN KONTROL TANAMAN KOPI
UNTUK *SMART GREENHOUSE* MENGGUNAKAN *WIRELESS*
SENSOR NETWORK BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IoT)***

Oleh

Rizman Pebrian

NIM 131910201033

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Ike Fibriani, ST., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Samsul Bachri M., S.T., M.MT.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Sistem *Monitoring* dan Kontrol Tanama Kopi Untuk *Smart Greenhouse* Menggunakan *Wireless Sensor Network* Berbasis *Internet of Things(IoT)*” karya Rizman Pebrian telah diuji dan disahkan pada :

Hari : Senin

Tanggal : 20 Januari 2020

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim penguji,

Ketua,

Anggota I,

Ike Fibriani, ST., M.T.
NIP 198002072015042001

Samsul Bachri M., S.T., M.MT.
NIP 196403171998021001

Anggota II,

Anggota III,

Widya Cahyadi S.T., M.T.
NIP 198511102014041001

Alfredo Bayu Satria S.T., M.T.
NIP 198905192015041001

Mengesahkan
Dekan,

Dr. Triwahju Hardianto, ST.,M.T.
NIP 197008261997021001

RINGKASAN

Sistem Monitoring dan Kontrol Tanaman Kopi Untuk Smart Greenhouse Menggunakan Wireless Sensor Network Berbasis Internet of Things; Rizman Pebrian, 131910201033; 2020; 75 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Wireless sensor network adalah salah satu teknologi yang sering digunakan dalam penerapan sistem monitoring. Sistem WSN memberikan pelayanan pemantauan jarak jauh dengan akses yang mudah dan cepat. Memanfaatkan lebih dari satu *node* sebagai penerima yang kemudian berkumpul pada sebuah simpul (*node*) dan diteruskan pada *server* sehingga dapat terpantau secara langsung.

Untuk mengetahui kualitas jaringan yang digunakan maka digunakan RSSI atau *Received signal strength indication* sebagai parameter antar *node*.

Pada penelitian ini merancang dan menganalisa sistem monitoring aktuator dengan teknologi WSN. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat pengaplikasian sistem *monitoring* kualitas udara untuk *framework smart campus* menggunakan *Wireless Sensor Network* dan menganalisis pengaruh jarak pada jaringan ini. Manfaat dari penelitian ini adalah langkah awal dalam pengembangan sistem *Wireless Sensor Network* (WSN) sebagai fasilitas untuk *smart campus* dan bagaimana kualitas sinyal dari *Wireless Sensor Network* dengan pengaruh jarak dan juga dengan kondisi NLOS dan LOS yang digunakan pada sistem ini.

Penelitian ini menggunakan modul *wireless* Xbee Pro S2 dengan variasi jarak jangkauan 10 m – 100 m untuk keadaan NLOS dan 100 m – 1000 m untuk kondisi LOS. Pada Xbee digunakan sebagai *node*, dimana satu sebagai *coordinator* dan dua sebagai *node*. Pada kedua *node* terpasang modul sensor DHT11, LDR dan modul sensor YL-69 beserta mikrokontroler arduino UNO dan untuk *coordinator* terpasang Xbee sebagai *receiver* beserta arduino yang juga

bertugas untuk mengirimkan data ke *web*. Sehingga hasil *monitoring* dapat terlihat dalam bentuk grafik serta dapat dipantau secara langsung.

Hasil pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini meliputi: RSSI, Packet loss, sensor suhu dan kelembapan, sensor kelembapan tanah dan sensor intensitas cahaya. Pada hasil dari pengujian RSSI menunjukkan kualitas sinyal pada jaringan *wireless sensor network* memiliki nilai rata-rata yang bervariasi, pada kondisi NLOS dan LOS dengan rata-rata nilai *error* pada *node 1* NLOS sebesar 11,8 % dan LOS 4,7 % serta *node 2* NLOS sebesar 8,5 % dan LOS 3,4 %. Menggunakan bantuan grafik pada keempat nilai RSSI secara garis besar nilainya semakin menurun ketika jarak semakin jauh. Pada kondisi LOS jarak terjauh yang berhasil dilakukan yaitu sejauh 600 m, untuk jarak 700 m sampai 1000 m mengalami *loss*. Pada nilai daya dengan menggunakan perhitungan secara garis besar mengalami penurunan pada kedua *node* pada kondisi NLOS maupun LOS.

SUMMARY

Coffee Plant Monitoring and Control System for Smart Greenhouses Using the Internet-Based Wireless Sensor Network; Rizman Pebrian, 131910201033; 2020; 75 page; Departement of Electrical Engineering Jember Uviversity.

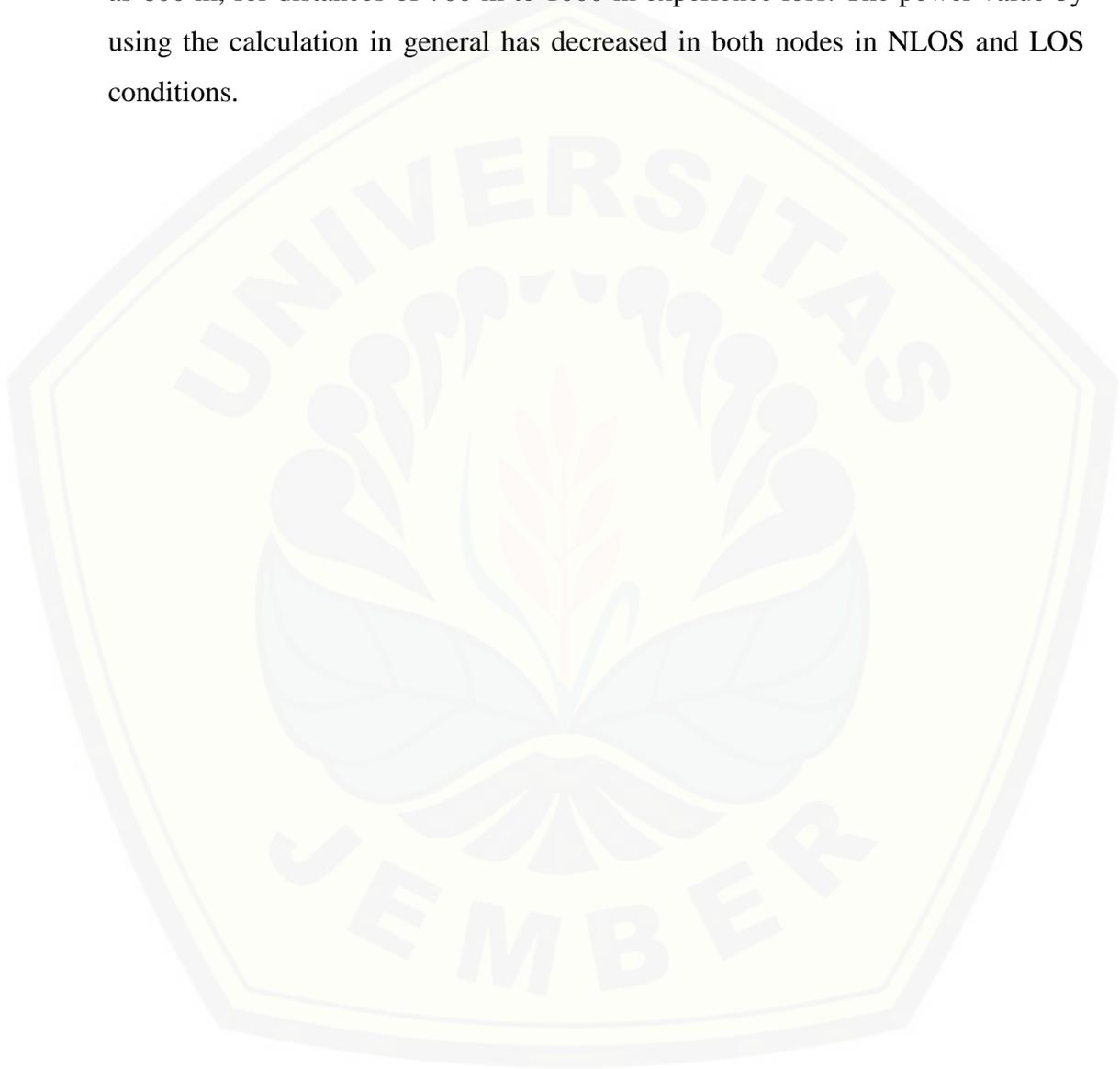
Wireless sensor network is one of the technologies that is often used in the implementation of monitoring systems. The WSN system provides remote monitoring services with easy and fast access. By utilizing more than one node as a receiver which then collects at a node (node) and is forwarded on the server so that it can be monitored directly. To determine the quality of the network used, RSSI or Received signal strength is used as a parameter between nodes.

In this study designing and analyzing the actuator monitoring system with WSN technology. The purpose of this study was to make the application of an air quality monitoring system for the smart campus framework using the Wireless Sensor Network and analyze the influence of distance on this network. The benefits of this research are the first step in developing the Wireless Sensor Network (WSN) system as a facility for smart campus and how the signal quality of the Wireless Sensor Network influences the distance and also with the NLOS and LOS conditions used in this system.

This study uses a wireless module Xbee Pro S2 with a range of 10 m - 100 m range for NLOS and 100 m - 1000 m for LOS conditions. Using three Xbee as nodes, where one is the coordinator and two as nodes. At both nodes the DHT11, LDR sensor module is installed and the YL-69 sensor module along with the UNO arduino microcontroller and Xbee as the coordinator is installed as a receiver along with Arduino which is also responsible for sending data to the web. So that the results of monitoring can be seen in graphical form and can be monitored directly.

The test results that have been carried out in this study include: RSSI, Packet loss, temperature and humidity sensors, soil moisture sensors and light intensity sensors. The results of the RSSI test show that signal quality on wireless sensor network networks has varying average values, under NLOS and LOS

conditions with an average error value on node 1 NLOS of 11.8% and LOS of 4.7% and node 2 NLOS of 8.5% and LOS of 3.4%. Using the graph assistance on the four RSSI values in general the value decreases as the distance gets further. In the LOS conditions the farthest distance that was successfully carried out is as far as 600 m, for distances of 700 m to 1000 m experience loss. The power value by using the calculation in general has decreased in both nodes in NLOS and LOS conditions.



PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang maha kuasa atas segalanya, karena dengan ridho, hidayah dan petunjukNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sistem *Monitoring* dan Kontrol Tanaman Kopi Untuk *Smart Greenhouse* Menggunakan *Wireless Sensor Network* Berbasis *Internet of Things*”. Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan berbagai pihak yang turut memberikan bantuan berupa motivasi, inspirasi, bimbingan, doa, fasilitas dan dukungan lainnya yang membantu memperlancar pengerjaan skripsi ini.

Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Triwahju Hardianto, S.T.,M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Bapak Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T., Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember;
3. Bapak Dr. Ir. Widjonarko, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Elektro Universitas Jember;
4. Bu Ike Fibriani, S.T., M.T.dan Bapak Samsul Bachri M, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing menyelesaikan tugas akhir ini;
5. Bapak Widya Cahyadi S.T., M.T. dan Bapak Alfredo Bayu Satriya S.T., M.T. selaku dosen penguji yang sudah memberikan saran untuk memperbaiki tugas akhir ini;
6. Seluruh Dosen Teknik Elektro Universitas Jember yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan bimbingan selama mengikuti pendidikan di Universitas Jember;
7. Kedua Orangtua Bapak Ahmadi Umar dan Ibu Sri Wahyuni yang telah membesarkan, mendidik, mendoakan tiada henti, memberi motivasi semangat dan memberi kasih sayang yang tak pernah habis serta pengorbanannya selama ini;
8. Syabilla Kirana yang senantiasa menjadi penyemangat;

9. Emil Mahadi, Arief Fahmi Ubaidillah yang sangat membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini mulai dari pemberian motivasi semangat hingga membantu pelaksanaan di lapangan;
10. Keluarga besar Teknik Elektro 2013 yang telah memberikan arti kekeluargaan yang luar biasa;
11. Keluarga besar Civitas Akademi Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah mendukung dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya untuk disiplin ilmu teknik elektro. Kritik dan saran yang membangun diharapkan terus mengalir untuk lebih menyempurnakan skripsi ini dan dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya;

Jember, 20 Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Greenhouse.....	4
2.2 <i>Internet of Things</i>	5
2.3 Tanaman Kopi.....	6
2.3 <i>Wireless Sensor Network</i>	7
2.4 Zigbee	8
2.3.1 <i>Zigbee Layers</i>	9

2.3.2 Topologi Jaringan.....	12
2.3.3 Parameter Zigbee.....	14
2.3.4 RSSI	15
2.3.5 QOS	17
2.4 Sensor	17
2.4.1 Sensor DHT11	17
2.4.2 Sensor LDR	18
2.4.3 Sensor YL-69.....	19
2.5 Arduino.....	19
2.5.1 Spesifikasi Arduino UNO	20
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.1.1 Tempat Penelitian.....	22
3.1.2 Waktu Penelitian	22
3.1.3 Alat dan Bahan	23
3.1.4 <i>Hardware</i>	23
3.1.5 <i>Software</i>	23
3.2 Tahap Penelitian	23
3.3 Rancangan Sistem	25
3.3.1 Diagram Blok Hardware	25
3.3.2 <i>Flowchart</i> Sistem	26
3.4 Perancangan Sistem.....	28
3.4.1 Konfigurasi Xbee Pro.....	28
3.4.2 Konfigurasi <i>Web</i>	28
3.5 Implementasi Sistem	30
3.6 Pengambilan Data.....	31
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Pengujian RSSI.....	36
4.1.1 Pengujian RSSI dari <i>Coordinator</i> ke <i>Node 1</i>	36
4.1.2 Pengujian RSSI dari <i>Coordinator</i> ke <i>Node 2</i>	41
4.2 Pengujian Packet Loss.....	45

4.2.1 Pengujian Packet Loss dari <i>Coordinator</i> ke <i>Node 1</i>	46
4.2.2 Pengujian Packet Loss dari <i>Coordinator</i> ke <i>Node 2</i>	48
4.3 Pengujian Sensor <i>Node 1</i>	50
4.3.1 Pengujian Sensor YL-69	51
4.3.2 Pengujian Sensor Suhu dan Kelembapan	52
4.3.3 Pengujian Sensor Intensitas Cahaya.....	52
4.4 Pengujian Sensor <i>Node 2</i>	52
4.4.1 Pengujian Sensor YL-69	53
4.4.2 Pengujian Sensor Suhu dan kelembapan.....	53
4.4.3 Pengujian Sensor Intensitas Cahaya.....	54
4.5 Pengujian Hasil <i>Monitoring</i>	54
4.5.1 Hasil Monitoring Waktu Pagi	54
4.5.2 Hasil Monitoring Waktu Siang	56
4.5.3 Hasil Monitoring Waktu Malam.....	57
4.6 Tampilan <i>Web</i>	58
BAB 5. PENUTUP	60
5.1 Kesimpulan.....	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	63

DAFTAR TABEL

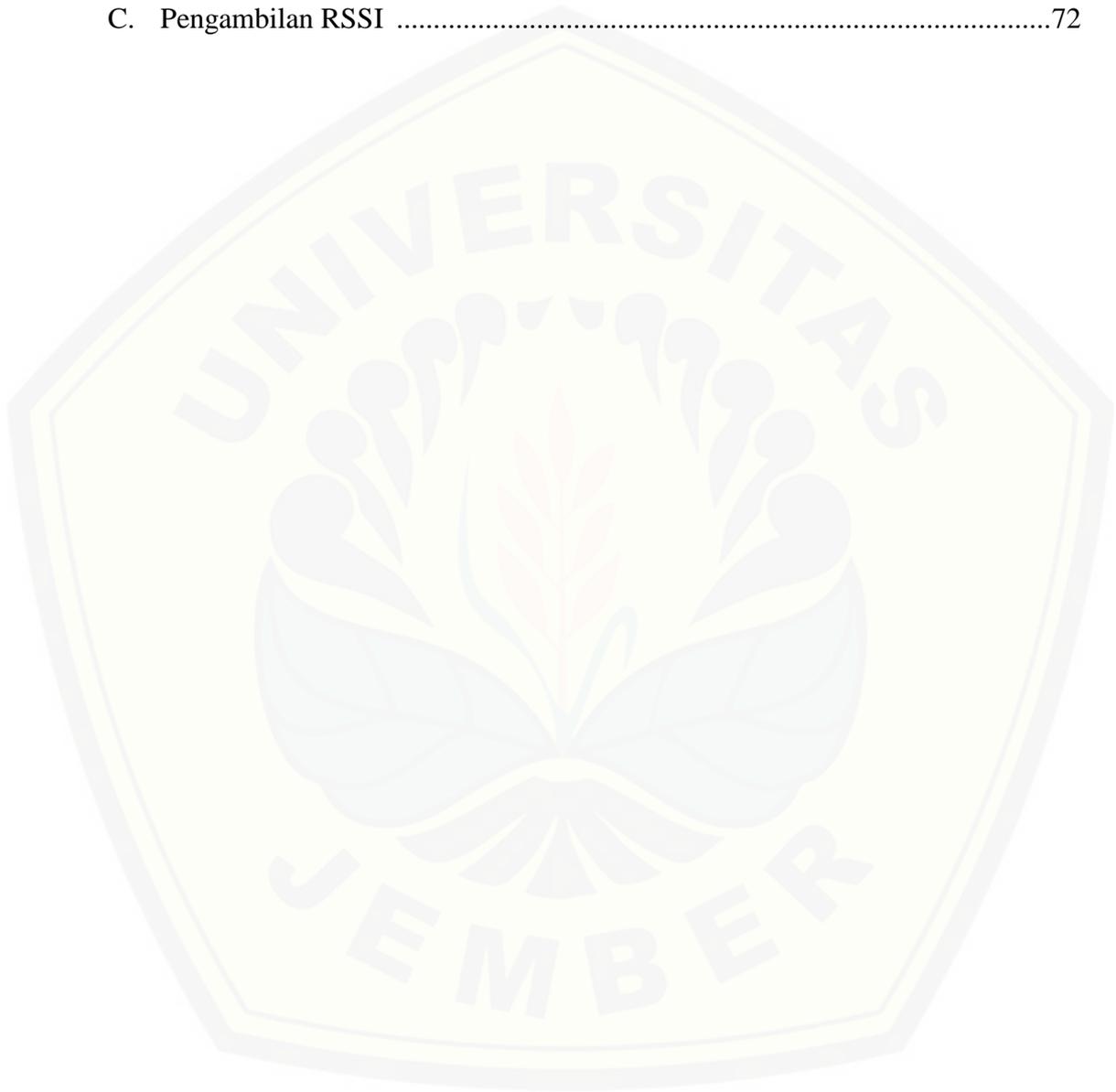
	Halaman
Tabel 2.1 Kondisi Iklim	9
Tabel 2.2 Kondisi Tanah	12
Tabel 2.3 Perbedaan antara <i>Wi-Fi</i> , <i>Bluetooth</i> , dan <i>ZigBee</i>	16
Tabel 2.4 <i>Frequency Band</i> IEEE 802.15.4	17
Tabel 2.5 Indeks <i>Path Loss</i>	20
Tabel 2.6 Rentang Sinyal RSSI.....	32
Tabel 2.7 Standarisasi <i>Packet Loss</i>	32
Tabel 2.8 Deskripsi Arduino UNO	32
Tabel 4.1 Nilai RSSI Kondisi N-LOS	37
Tabel 4.2 Nilai RSSI Kondisi LOS	39
Tabel 4.3 Perbandingan Nilai RSSI Kondisi LOS dan NLOS	40
Tabel 4.4 Nilai RSSI Kondisi N-LOS	41
Tabel 4.5 Nilai RSSI Kondisi LOS	43
Tabel 4.6 Perbandingan Nilai RSSI Kondisi LOS dan NLOS	44
Tabel 4.7 Nilai Packet Loss Kondisi N-LOS	46
Tabel 4.8 Nilai Packet Loss Kondisi LOS	47
Tabel 4.9 Nilai Packet Loss Kondisi N-LOS	48
Tabel 4.10 Nilai Packet Loss Kondisi LOS	50
Tabel 4.11 Pengujian Sensor Suhu dan Kelembapan.....	51
Tabel 4.12 Pengujian Sensor Intensitas cahaya	52
Tabel 4.13 Pengujian Sensor YL-69	53
Tabel 4.14 Pengujian Sensor Suhu dan Kelembapan.....	53
Tabel 4.15 Pengujian Sensor Intensitas cahaya	55
Tabel 4.16 Pengujian Sensor YL-69	57

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Rancangan sistem monitoring	8
Gambar 2.2 <i>Internet of Things</i>	10
Gambar 2.3 <i>Wireless Sensor Network</i>	13
Gambar 2.4 Lapisan Protokol ZigBee.....	13
Gambar 2.5 Topologi <i>Star</i>	14
Gambar 2.6 Topologi <i>Mesh</i>	18
Gambar 2.7 Topologi <i>Tree</i>	19
Gambar 2.8 Sensor DHT11.....	20
Gambar 2.9 Sensor YL-69	22
Gambar 2.10 Sensor cahaya	24
Gambar 2.11 Arduino UNO	26
Gambar 3.1 Tempat penelitian.....	27
Gambar 3.2 Tahap Penelitian.....	29
Gambar 3.3 Blok Diagram Sistem	29
Gambar 3.4 Blok Diagram Alat	30
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> Sistem	30
Gambar 3.6 <i>Flowchart</i> Sistem Kontrol.....	37
Gambar 3.7 <i>Sign Up web</i>	40
Gambar 3.8 Membuat <i>channel</i> untuk data sensor.....	41
Gambar 3.9 <i>API keys</i> untuk <i>web</i>	42
Gambar 3.10 Tampilan data sensor di <i>Web Thingspeak</i>	44
Gambar 4.1 Nilai RSSI <i>Node 1</i> Kondisi NLOS	45
Gambar 4.2 Nilai RSSI <i>Node 1</i> Kondisi LOS.....	47
Gambar 4.3 Perbandingan Nilai RSSI Kondisi LOS dan NLOS <i>Node 1</i>	48
Gambar 4.4 Nilai RSSI <i>Node 2</i> Kondisi NLOS	49
Gambar 4.5 Nilai RSSI <i>Node 2</i> Kondisi LOS.....	50
Gambar 4.6 Perbandingan Nilai RSSI Kondisi LOS dan NLOS <i>Node 2</i>	59
Gambar 4.7 Tampilan pada <i>web</i>	59

DAFTAR LAMPIRAN

A. Perhitungan	63
B. Program Arduino	72
C. Pengambilan RSSI	72



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan zaman yang semakin maju menghasilkan banyak teknologi yang dikembangkan demi mempermudah aktifitas manusia. Dari teknologi dalam aspek pertanian, pangan, sumber daya energi, transportasi maupun telekomunikasi. Yang paling pesat dikembangkan saat ini yaitu teknologi telekomunikasi. Dapat terlihat bagaimana di berbagai negara berusaha menciptakan teknologi telekomunikasi yang lebih cepat dan efisien. Salah satu teknologi yang sedang dikembangkan yaitu teknologi *wireless*. Dimana terdapat beberapa jenis teknologi *wireless* yang telah ada dan banyak digunakan. Seperti salah satu contoh yaitu *Wireless Sensor Network* (WSN). Keunggulan dari penggunaan teknologi WSN yaitu data yang diperoleh dapat terkirim secara cepat dan efisien, serta informasi dapat terpantau secara langsung atau *real time*. Memanfaatkan lebih dari satu *node* sebagai penerima yang kemudian berkumpul pada sebuah simpul (*coordinator*) dan diteruskan pada *server* sehingga dapat terpantau secara langsung. Pemanfaatan dari teknologi WSN sudah sangat luas. Seperti halnya dalam bidang lingkungan yaitu sebagai pemantau keadaan di sebuah area. Dimana dengan memanfaatkan beberapa buah sensor kemudian data dikumpulkan dalam sebuah *node* dan diolah untuk ditampilkan pada sebuah *interface* yang dapat ditampilkan melalui sebuah aplikasi khusus atau *web*. Sehingga pemantauan perubahan kondisi sebuah objek dapat dilakukan dengan tepat sehingga pengolahan data juga dapat dilakukan lebih efisien. Keunggulan lain dari WSN yaitu dapat mencangkup area yang lebih luas karena dapat menggunakan *node* yang banyak.

Kopi merupakan tanaman yang menghasilkan komoditas perkebunan yang paling banyak diperdagangkan. Pada umumnya tanaman kopi hanya dimanfaatkan bijinya untuk diekstrak sebagai minuman. Membudidayakan tanaman kopi di green house memiliki keunggulan yaitu lingkungan mikro yang lebih terkontrol dan keseragaman hasil produksi pada tanaman. Rancangan greenhouse berpengaruh besar terhadap lingkungan mikro di dalamnya. Salah satu parameter

lingkungan mikro tanaman adalah suhu. Dalam pengembangan *smart greenhouse* menggunakan *Wireless Sensor Network* sebagai sistem monitoring yang akan dibuat adalah *smart greenhouse* menggunakan *Wireless Sensor Network* dengan penambahan kontrol jarak jauh *Internet of Things* (IoT). Disini saya ingin monitoring tanaman kopi menggunakan *Wireless Sensor Network* dengan kontrol jarak jauh IoT, Dengan penambahan IoT untuk mengetahui bagaimana kondisi tanaman pada *greenhouse*, cukup dengan menggunakan *smartphone* tanpa harus mengecek langsung ke *greenhouse*, yang juga diharapkan dapat membantu petani kopi untuk meningkatkan produksi yang lebih efisien dan dapat dipantau dari jarak jauh, Apalagi saat ini sudah banyak para petani yang menggunakan dan bisa mengaplikasikan *smartphone* dalam kehidupan sehari-hari. maka dibuatlah sistem *monitoring* tanaman kopi dan kontrol *smart greenhouse* dengan memanfaatkan *Wireless Sensor Network* berbasis IoT.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dibuat sebuah penelitian mengenai *monitoring* tanaman kopi menggunakan modul DHT 11, YL-69 dan juga menggunakan sensor LDR. Pada sensor-sensor tersebut dihubungkan dengan teknologi WSN dan kontrol IoT sehingga proses *monitoring* menjadi lebih efisien dan dapat dipantau dari jarak jauh. Dan juga sistem ini diterapkan pada sebuah *greenhouse* yang diharapkan dapat menjadi penunjang baik buruknya pertumbuhan tanaman kopi. Hasil dari *monitoring* ini dapat langsung dipantau dan diakses dalam *smartphone*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, dapat diidentifikasi beberapa masalah yang harus diselesaikan antara lain:

1. Bagaimana analisis kualitas jaringan terhadap jarak pada sistem pengaplikasian *wireless sensor network* untuk *monitoring* tanaman kopi berbasis *Internet of Things*?
2. Bagaimana pengaruh Packet loss terhadap kualitas jaringan *wireless sensor network* yang digunakan?

1.3 Batasan Masalah

Permasalahan dalam tugas akhir ini dibatasi oleh beberapa hal yaitu :

1. Pembahasan terfokus pada jaringan *wireless sensor network*.
2. Tidak membahas kinerja elektronika pada sensor.
3. Parameter yang digunakan yaitu RSSI dan QoS.
4. Tidak membahas karakteristik tanaman.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat pengaplikasian sistem monitoring dan kontrol tanaman kopi untuk *smart greenhouse* menggunakan *Wireless Sensor Network* berbasis *Internet of Things*.
2. Menganalisis pengaruh jarak pada kualitas jaringan *Wireless Sensor Network*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bermanfaat sebagai :

1. Dapat mengembangkan pengaplikasian dari sistem *Wireless Sensor Network* berbasis *Internet of Things* sebagai fasilitas untuk *smart greenhouse*.
2. Mengetahui bagaimana kualitas sinyal dari *Wireless Sensor Network* dengan pengaruh jarak dan juga dengan kondisi NLOS dan LOS.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan beberapa bagian yang menjadi dasar dalam pembuatan sistem *monitoring* dan kontrol Tanaman Kopi pada *smart greenhouse* menggunakan *wireless sensor network* berbasis *Internet of Things*.

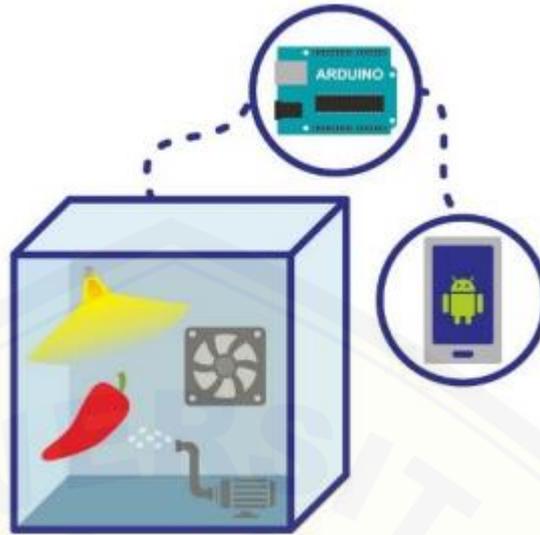
2.1 Greenhouse

Greenhouse diibaratkan sebuah bangunan yang memiliki struktur atap dan dinding yang bersifat tembus cahaya, sehingga tanaman tetap memperoleh cahaya matahari dan terhindar dari kondisi iklim yang tidak menguntungkan. Kondisi iklim yang tidak menguntungkan yaitu: curah hujan yang cukup deras, tiupan angin yang sangat kencang dan suhu yang terlalu rendah atau terlalu tinggi yang bisa memperlambat pertumbuhan dari sebuah tanaman. Nelson (1981)

Budidaya tanaman di dalam *greenhouse* merupakan terobosan baru bagi dunia pertanian saat ini. Teknik budidaya ini memerlukan pemikiran dan perhitungan yang cermat, terutama pada desain rumah tanaman itu sendiri. Menurut Soeseno (1985), dengan menggunakan rumah tanaman, suhu, kelembaban, cahaya dan keperluan lain dapat diatur, sehingga tanaman tetap bisa menghasilkan walaupun di luar musimnya.

Tiga hal yang harus diperhatikan dalam desain *greenhouse* yaitu kebutuhan CO₂, suhu, dan kelembaban. Ketiga faktor tersebut ditentukan oleh jenis struktur bangunan dan ventilasi udara. Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa suhu didalam rumah kaca dipengaruhi oleh faktor besar kecilnya penerimaan panas dari cahaya matahari, atap, dan juga dinding (Mastalerz, 1977).

Suhu dan kelembaban di dalam rumah tanaman merupakan faktor penting yang harus dikendalikan selama proses budidaya tanaman. Hal ini disebabkan oleh perbedaan suhu dan kelembaban di dalam dan di luar bangunan. Mastalerz (1977) membuktikan bahwa suhu di dalam *greenhouse* lebih tinggi dibanding di luar *greenhouse*.

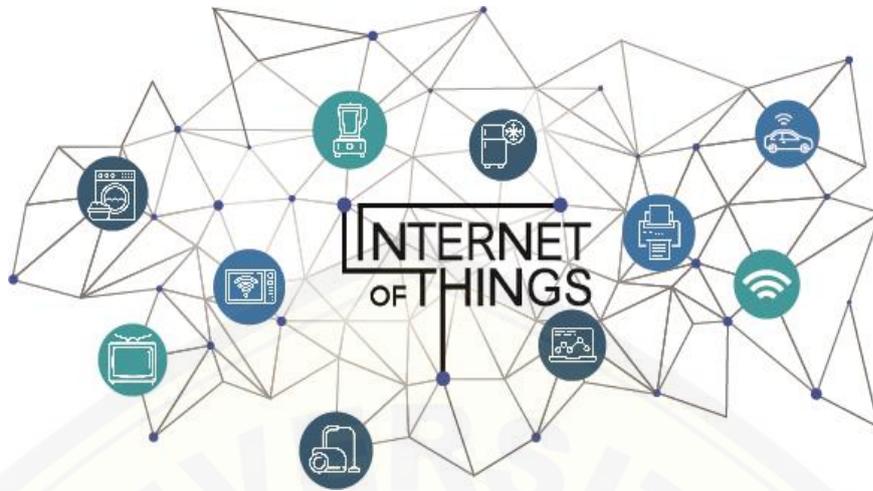


Gambar 2.1 Ilustrasi rancangan sistem monitoring
(Sumber: Ammrta)

2.2 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things merupakan sebuah konsep yang memiliki tujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Yaitu kemampuan seperti berbagi data, remote control, dan sebagainya. Contohnya bahan pangan, elektronik, koleksi, peralatan apa saja, yang dapat tersambung ke jaringan lokal internet dan global melalui sensor yang tertanam dan selalu aktif.

Pada dasarnya, *Internet of Things* mengacu pada sebuah benda yang dapat diidentifikasi dalam struktur berbasis Internet. Istilah *Internet of Things* sendiri yang disarankan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 dan mulai terkenal melalui Auto-ID Center di MIT. Dan kini IoT menjadi salah topik terkini sebagai salah satu tugas bagi seorang mahasiswa di sebuah perguruan tinggi.



Gambar 2.2 *Internet of Things*
(Sumber: www.industryherald24.com)

2.3 Tanaman Kopi

Salah satu kunci dari keberhasilan membudidayakan tanaman kopi yaitu digunakannya bahan tanam yang memiliki kualitas terbaik sesuai dengan kondisi agroklimat tempat penanaman. Kondisi lingkungan perkebunan kopi di Indonesia sangatlah beragam dan setiap lingkungan tersebut memerlukan adaptabilitas spesifik dari bahan tanam yang telah dianjurkan. Pada tanaman kopi, iklim dan tanah berpengaruh besar terhadap perubahan morfologi, pertumbuhan dan daya yang dihasilkan.

Kopi dapat dihasilkan dengan baik apabila ditanam pada tanah yang sesuai, yaitu tanah memiliki kedalaman efektif sekitar (> 100 cm), gembur, berdrainase baik, serta ketersediaan air yang cukup, unsur hara (K), harus tersedia bahan organik ($> 3\%$). Derajat kemasaman (pH) yang cukup untuk pertumbuhan tanaman kopi yaitu berkisar antara 5,3 – 6,5. Syarat kondisi iklim dan tanah yang optimal untuk tanaman kopi dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan 2.2

Tabel 2.1 Kondisi Iklim

Syarat Tumbuh	Kopi Robusta	Kopi Arabika
Tinggi Tempat (m dpl)	300 – 600	700 – 1.400
Suhu Udara Harian (°C)	24 – 30	15 – 24
Curah Hujan Rata-rata(mm/th)	1.500 – 3.000	2.000 – 4.000
Jumlah Bulan Kering(bl/th)	1 – 3	1 – 3

Tabel 2.2 Kondisi Tanah

Syarat Tumbuh	Kopi Robusta	Kopi Arabika
Derajat Kemasaman (pH)	5,5 – 6,5	5,3 – 6,0
Kandungan B.O (%)	> 3	> 3
Kedalaman Efektif (cm)	> 100	> 100
Kemiringan Maksimum (%)	40	40

Tanaman kopi dapat tumbuh dengan baik pada daerah yang terletak di antara 20° LU dan 20° LS. Berdasarkan data yang telah ada, Indonesia terletak di antara 5° LU dan 10° LS. Hal ini berarti kondisi di Indonesia sangat ideal dan potensial untuk pengembangan tanaman kopi.

2.4 *Wireless Sensor Network*

Wireless Sensor Network (WSN) didefinisikan sebagai jaringan dari beberapa perangkat yang dijadikan sebagai *node* yang dapat mengkomunikasikan informasi yang dikumpulkannya dari bidang yang dimonitor (misalnya suatu *area* atau *volume*) melalui jaringan nirkabel. *Node* ini dapat bersifat statis maupun bergerak dan dapat juga berupa *node* yang homogen atau tidak bergerak (Buratti, 2009).

Wireless Sensor Network termasuk ke dalam *Low-rate Wireless Personal Area Networks* dikarenakan *bit-rate* yang rendah dan tidak

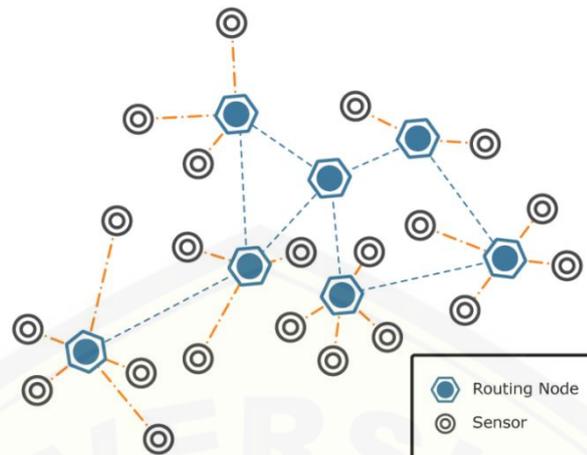
memerlukan jarak komunikasi yang cukup jauh. *Node* sensor sebagai pembangun komunikasi/*transceiver* juga bisa sebagai media pengiriman data dan manajemen daya untuk menjamin keseluruhan sistem dapat bekerja dengan optimal. Sistem tersebut memiliki ciri sebagai berikut:

1. Berdaya dan berbiaya cukup rendah, dimensi yang kecil, dan jumlah *node* sensor yang sangat banyak.
2. Rentang komunikasi yang pendek, bersifat *broadcast*, dan *multi-hoprouting*.
3. Pengaturan jaringan mandiri (*network self-organization* dan *maintenance*) terhadap perubahan topologi jaringan.

Meski termasuk ke dalam kelas jaringan *ad-hoc*, tetapi *wireless sensor network* memiliki perbedaan yang tidak dimiliki oleh jaringan *ad-hoc* biasa, yaitu:

1. Aktifitas penginderaan dengan jumlah *node* yang cukup banyak.
2. *Data-rate* yang rendah.
3. *Duty-cycle* yang rendah.
4. *Power* yang sangat terbatas.
5. *Sensor node* umumnya menggunakan komunikasi bersifat *broadcast*.

Perkembangan WSN sudah dimulai sejak kebutuhan di dalam bidang militer seperti pemantauan pada saat perang, tetapi saat ini WSN dapat digunakan dalam bidang industri dan untuk mempermudah penggunaan di masyarakat sipil, yakni seperti pengawasan dan pengontrolan proses di dalam industri, mesin pengawasan di bidabg kesehatan, pemantauan kondisi di lingkungan, aplikasi untuk kesehatan, otomatisasi pada rumah, dan pengaturan pada lalu lintas.



Gambar 2.3 *Wireless Sensor Network*
(Sumber: www.purelink.ca)

Pada kemajuan pada mikro elektronik, perangkat sensor nirkabel telah dibuat jauh lebih kecil dan lebih terintegrasi, juga dalam jaringan sensor nirkabel skala besar. Skala besar utamanya berarti daerah dengan luas atau kepadatan jaringan yang tinggi. Dalam WSN skala besar, paket dari *node* sumber ditransmisikan melalui *relay multi-hop* untuk mencapai *node* tujuan. Jumlah *hop* dari *node* tujuan bergantung pada jumlah *hop node* sumber dan didefinisikan sebagai jumlah *multi-hop* terkecil/paling sedikit yang diperlukan untuk mengirim satu paket dari sumber.

2.5 Zigbee

Teknologi tanpa kabel atau wireless telah mengalami banyak sekali perkembangan yang cukup pesat dan penggunaan teknologi ini tidak lagi asing di masyarakat. Teknologi wireless yang sering digunakan oleh masyarakat yaitu bluetooth maupun wifi, karena kedua perangkat ini sudah banyak diaplikasikan di smartphone, laptop, dan juga gadget. Tetapi ZigBee bukan sebuah komunikasi yang digunakan untuk mengirim data yang sangat besar atau *transfer rate* yang tinggi. ZigBee ialah spesifikasi untuk *protocol* komunikasi tingkat tinggi yang memiliki acuan standar IEEE 802.15.4. Teknologi dari ZigBee dimana untuk pengiriman data secara wireless yang membutuhkan transmisi data yang rendah dan juga konsumsi daya yang rendah. Standar dari ZigBee lebih banyak

digunakan pada system tertanam (*embedded application*) seperti pengendalian di bidang industri atau pengendali alat lain menggunakan *wireless*, *data logging*, *sensor wireless* dan lain sebagainya. ZigBee juga memiliki *transfer rate* sekitar 250Kbps, sedangkan jarak atau *range* yang digunakan sekitar 76m. Konsumsi daya yang rendah, maka sebuah alat yang menggunakan standar ZigBee dapat menggunakan sebuah baterai yang digunakan agar alat tersebut bertahan selama setengah atau sampai satu tahun. Di prediksi bahwa semua *smart home* akan memiliki setidaknya 60 buah ZigBee dimana setiap ZigBee tersebut akan dapat saling berkomunikasi.

Tabel 2.3 Perbedaan antara *Wi-Fi*, *Bluetooth*, dan *ZigBee*

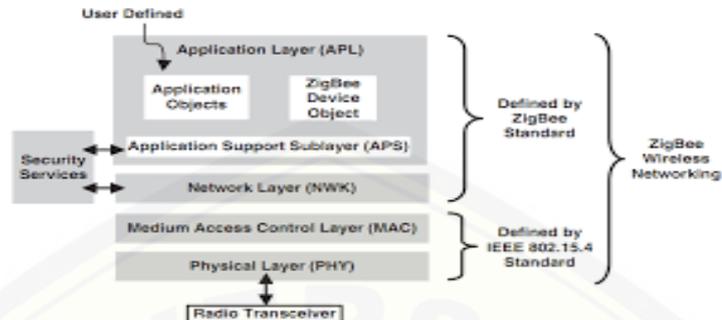
<i>Standard</i>	<i>Bandwidth</i>	<i>Power Consumption</i>	<i>Stronghold</i>	<i>Applications</i>
<i>Wi-Fi</i>	Up to 54 Mbps	400+mA TX, standby 20mA	<i>High data rate</i>	<i>Internet browsing, PC networking, file transfer</i>
<i>Bluetooth</i>	1Mbps	40 mA TX, standby 0,2 mA	<i>Interoperability, cable replacement</i>	<i>Wireless USB, handset, headset</i>
<i>ZigBee</i>	250kbps	30mA TX	<i>Long battery life, low cost</i>	<i>Remote control, battery-operated products, sensors</i>

(Sumber : Ahamed, 2005)

2.5.1 Zigbee Layers

ZigBee memberikan spesifikasi untuk sebuah aplikasi dan lapisan jaringan, tetapi standar IEEE 802.15.4 memberikan spesifikasi untuk dua layer pada bagian bawah yaitu *Medium Access Control (MAC)* dan *Physical*. MAC dan *physical layer* disediakan oleh standar IEEE 802.15.4 untuk menjamin protokol nirkabel lainnya seperti bluetooth dan Wi-Fi. Gambar 2.2 menunjukkan empat

lapisan protokol ZigBee, serta diberikan gambaran dari masing-masing empat lapisan tersebut.



Gambar 2.4 Lapisan Protokol ZigBee (Shahin Farahani,2008)

ZigBee didesain pada sebuah jaringan yang kecil yang mengandalkan penyebaran data dari setiap device masing-masing. ZigBee dibuat sesuai dengan permintaan pasar dibutuhkan pada sebuah jaringan yang mampu mengkonsumsi daya yang rendah, dengan baik dan aman. Untuk itu ZigBee bekerja dengan IEEE untuk membuat sebuah jaringan yang dapat diperlukan dipasar. Contoh dari kerjasama dari kedua grup tersebut ialah ZigBee *software layer*. ZigBee juga menyediakan pengetesan dan sertifikasi terhadap alat yang menggunakan ZigBee. Berdasarkan standar OSI layer yang telah ada, maka stack dari protocol ZigBee dibuat dalam struktur berupa layer. Pada *layer* tersebut dibagi beberapa bagian, MAC dan PHY dibuat oleh IEEE sedangkan sisa layer dibuat oleh ZigBee.

2.3.1.1 Application Layer

Application layer adalah lapisan tingkat tertinggi yang didefinisikan oleh spesifikasi ZigBee. *Application layer* ini berisi aplikasi yang berjalan pada jaringan ZigBee dan dengan demikian menyediakan antar muka yang efektif kepada pengguna (user). Sebuah *node* tunggal dapat mendukung 240 aplikasi, dimana aplikasi angka 0 sebagai cadangan untuk ZigBee Device Object. Aplikasi pada lapisan ini dapat memberikan layanan seperti *bulding automation*, kontrol suhu, kontrol industri, dan *wireless sensor monitoring*.

2.3.1.2 Zigbee Device Object

ZigBee Device Object merupakan tipe perangkat *node* ZigBee yang mendefinisikan peran *node* pada jaringan. ZigBee Device Object menyediakan

fungsi-fungsi yang mendefinisikan tipe dari peralatan ZigBee seperti *end device*, *router*, dan *coordinator* yang berfungsi untuk menerangkan sebuah *node*. ZigBee Device Object berperan sebagai :

1. Menentukan peran dari perangkat ke jaringan untuk menjadi koordinator ZigBee
2. Melakukan inisiatif dan merespon dari permintaan
3. Memastikan koneksi yang aman pada suatu perangkat keamanan pada ZigBee yaitu *public key*, *symmetric key*, dan lain-lain.

2.3.1.3 Network Layer

Network layer menangani manajemen jaringan, manajemen routing, *network message broker* dan manajemen keamanan jaringan. *Network layer* ditetapkan oleh ZigBee Alliance, yang merupakan suatu organisasi bekerja untuk standar ZigBee yang lebih baik.

2.3.1.4 Medium Access Control Layer

Lapisan dari *Media Access Control* didefinisikan oleh standar IEEE 802.15.4 yang memiliki fungsi untuk akses saluran. Ada dua buah mekanisme untuk mengakses saluran yaitu mode beacon (*beacon mode*) dan mode non beacon (*non beacon mode*). Mode beacon menggunakan sebuah teknik Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance (CSMA/CA), sedangkan mode non beacon menggunakan sebuah teknik non-CSMA/CA. *MediaAccessControl* berfungsi untuk mendukung jaringan yang memiliki alamat 64 bit dan setiap *node* memiliki alamat yang unik, jumlah *node* bisa juga mencapai 254 untuk sebuah koordinator (untuk teknik Master-Slave), sedangkan jumlah *node* bisa mencapai 65534 jika menggunakan topologi jaringan peer-to-peer (mesh). Lapisan Media Access Control ini menggunakan *frame acknowledgement*, dengan memverifikasi data menggunakan CRC 16 bit dan juga untuk keamanan data yang menggunakan pilihan enkripsi juga autentifikasi 128 bit AES.

2.3.1.5 Physical Layer

Physical layer disediakan oleh standar IEEE 802.15.4, *physical layer* bertanggung jawab untuk menyediakan layanan transmisi data. *Physical layer*

memiliki tugas untuk mengelola physical RF *transceiver*, dimana RF *transceiver* melakukan pilihan saluran serta energi dan manajemen rutinitas sinyal. Selain hal tersebut, terdapat pertukaran lapisan data dengan MAC layer. Transmisi fisik gelombang radio terjadi pada band frekuensi yang berbeda, untuk menghindari gangguan radio dan mendukung koeksistensi dengan teknologi nirkabel lainnya.

Tabel 2.4 *Frequency Band IEEE 802.15.4*

<i>Frequency Band</i> (MHz)	<i>Modulation</i>	<i>Bit Rate</i> (kb/s)	<i>Symbol Rate</i> (ksymbol/s)	<i>Symbols</i>
868- 869.6	BPSK	20	20	Binary
902 – 928	BPSK	40	40	Binary
868- 868.6	ASK	250	12.5	20-bit PSSS
902 – 928	ASK	250	50	5-bit PSSS
868- 868.6	O-QPSK	100	25	16-ary Orthogonal
902 – 928	O-QPSK	250	62.5	16-ary Orthogonal
2400- 2483.5	O-QPSK	250	62.5	16-ary Orthogonal

(Sumber: IEEE 802.15.4)

2.5.2 Topologi Jaringan

Jaringan pada sebuah ZigBee beroperasi pada 3 topologi yaitu topologi star, tree, dan mesh. Pemilihan dari setiap topologi jaringan tergantung pada proses pengaplikasian di jaringan ZigBee, topologi juga dapat berpengaruh terhadap perilaku jaringan, oleh sebab itu pemilihan topologi yang tepat sangatlah penting.

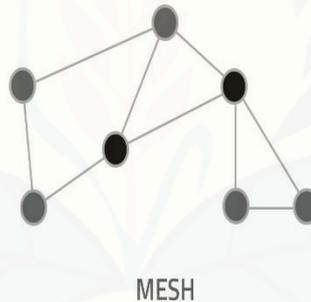
2.3.2.1 Topologi *Star*

Topologi *star* merupakan yang paling sederhana dari tiga kategori topologi yang digunakan pada komunikasi jaringan ZigBee. Topologi ini memiliki tampilan yang sangat sederhana, tetapi juga memiliki kelemahan. Pada topologi star koordinator dikelilingi dengan *node* baik berupa end device maupun juga router. Apabila koordinator tidak berfungsi, maka jaringan tidak akan berjalan dengan semestinya dikarenakan semua trafik harus melalui *center* dari topologi *star*.

Gambar 2.5 Topologi *Star*

2.3.2.2 Topologi *Mesh*

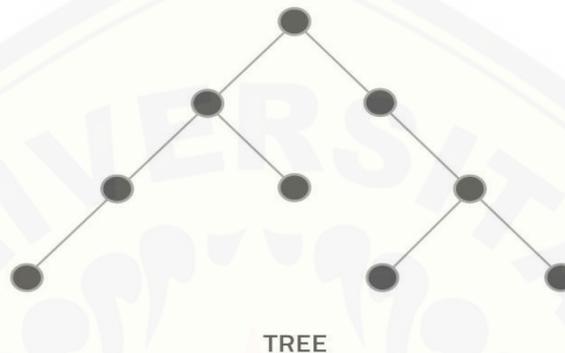
Topologi *mesh* memiliki beberapa jalur untuk pesan pada sebuah jaringan, topologi mesh sangat cocok untuk fleksibilitas yang lebih besar dibandingkan dengan topologi yang ada. Apabila *node* tertentu gagal, maka jaringan dapat memilih jalur alternatif yang melalui *node* lain di dalam jaringan. Gambar 2.9 merupakan jaringan ZigBee menggunakan topologi mesh.

Gambar 2.6 Topologi *Mesh*

2.3.2.3 Topologi *Tree*

Topologi *tree* ialah sebuah model khusus dari jaringan peer to peer yang sebagian besar perangkatnya adalah FFD dan RFD yang memungkinkan terhubung ke jaringan topologi tree sebagai *node* yang berada di akhir dari percabangan. FFD juga dapat berlaku sebagai koordinator dan memberikan sebuah layanan sinkronisasi ke perangkat lain maupun koordinator lain. Terdapat satu koordinator PAN. Koordinator PAN tersebut dapat membentuk topologi pertama dengan cara membentuk Cluster head (CLH) dan Cluster identifier (CID) dengan nilai nol. Jika koordinator PAN mengizinkan untuk bergabung, maka akan

dapat menambahkan perangkat baru sebagai perangkat turunan di dalam daftar perangkat yang ada disekitarnya. Kemudian proses berlanjut pada perangkat yang baru ke perangkat sekiranya. Keuntungan struktur cluster ini ialah peningkatan daerah jangkauan tetapi juga berpengaruh pada peningkatan biaya untuk latency pesan.



Gambar 2.7 Topologi *Tree*

2.5.3 *Received signal strength indication (RSSI)*

Energi yang dapat dideteksi oleh penerima terdiri dari beberapa tingkatan jarak. Pengukuran kekuatan sinyal menggunakan unit pengukuran disebut *decibel* miliwatt, atau dBm. Decibel merupakan unit sederhana yang berhubungan antara dua pengukuran daya. Decibel ini merupakan pengukuran tanda dimensi. Nilai daya akan dapat diketahui dan dikomparasikan dengan mudah dengan cara mengasosiasikan ukuran decibel dengan unit tertentu. Berdasarkan definisi decibel miliwatt, $0 \text{ dBm} = 1 \text{ mW}$. Jika nilai daya lebih besar dari 1 mW berarti nilai tersebut positif, sedangkan nilai dibawah 1 mW merupakan nilai *negative* (Mulyanta, 2005).

RSSI diukur pada sisi penerima saat berkomunikasi dengan pengirim dengan menggunakan perubahan kondisi jarak saat komunikasi. Pengukuran dilakukan menggunakan *software* XCTU yang terhubung dengan modul Xbee yang digunakan. *Received Signal Strength Indicator (RSSI)* merupakan sebuah ukuran dari kekuatan sinyal radio yang diterima oleh *receiver*. Teknologi *localization node of wireless sensor network (WSN)* biasa digunakan sebagai nilai

dari RSSI untuk melakukan pengukuran jarak. Persamaan 2.1 ialah persamaan yang sering digunakan untuk proses transmisi sinyal radio dan *wireless*.

$$[P_r(d)] = [P_r(d_0)]_{dBm} - 10n \lg\left(\frac{d}{d_0}\right) + X_{dBm} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan, d menunjukkan jarak antara pengirim dan penerima dengan satuan meter(m), d₀ merupakan jarak referensi yang memiliki nilai sama dengan 1 meter, P_r(d) ialah kekuatan sinyal di sisi penerima, X_{dBm} merupakan variabel Gaussian yang memiliki nilai rata-rata yaitu 0 menunjukkan perubahan dari kekuatan sinyal yang diterima dalam jarak yang ditentukan, n merupakan indeks *path loss*. Dari persamaan yang diperoleh, proses didapatkan penyederhanaan yang dapat dilihat pada persamaan 2.2.

$$[P_r(d)] = [P_r(d_0)]_{dBm} - 10n \lg\left(\frac{d}{d_0}\right) \dots\dots\dots(2.2)$$

Nilai d₀ = 1 m, sehingga persamaan untuk mengukur nilai RSSI berdasarkan perubahan jarak ditunjukkan pada persamaan 2.3 dan 2.4.

$$RSSI[dBm] = [P_r(d_0)]_{dBm} = A - 10n \lg d \dots\dots\dots(2.3)$$

Nilai A merupakan kekuatan sinyal pada penerima dengan jarak 1 meter dengan satuan dBm.

Tabel 2.5 Indeks *Path Loss*

Lingkungan	Indeks <i>path loss</i> , n
<i>Free space</i>	2
<i>Urban area</i>	2,7 – 3,5
<i>Suburban area</i>	3 – 5
<i>Indoor (line-of-sight)</i>	1,6 – 1,8

(Andika, 2013)

Berdasarkan hasil yang didapatkan nilai RSSI dibagi menjadi beberapa tingkatan, tingkatan ini menunjukkan bagaimana kualitas pada suatu sinyal. Yang dapat dilihat pada tabel 2.4 Pembagian dari level RSSI.

Tabel 2.6 Rentang Sinyal RSSI

Level RSSI	Keterangan
-30 to -60	Sangat kuat. Jarak pemancar dan penerima sangat dekat.
-60 to -90	Sangat baik. Cakupan dekat.
-90 to -105	Baik. Terdapat beberapa data yang tidak diterima.
-105 to -115	Buruk. Dapat menerima tetapi sering drop-out
-115 to -120	Sangat buruk. Sinyal lemah data sering hilang.

(<http://www.raveon.com>)

2.5.4 Kualitas Layanan (QoS)

Quality Of Service (QoS) merupakan kemampuan dari suatu elemen pada sebuah jaringan, seperti pada aplikasi jaringan, *host*, atau *router* untuk memiliki tingkatan bahwa elemen jaringan tersebut dapat memenuhi kebutuhan pada suatu layanan (TIPHON).

Berikut ini merupakan contoh parameter yang sering digunakan untuk mengetahui performa dari suatu *network*.

2.5.4.1 Packet Loss

Packet Loss ialah sebagai kegagalan dari transmisi saat paket data mencapai tujuannya. Kegagalan sebuah paket mencapai tujuan, dikarenakan oleh beberapa kemungkinan, yaitu.

- Terjadinya *overload* trafik didalam sebuah jaringan.
- Tabrakan (*congestion*) dalam sebuah jaringan.
- Terdapat sebuah error yang terjadi pada media fisik
- Kegagalan yang terjadi pada saat penerima mengirimkan data yang disebabkan oleh *Overflow* yang terjadi saat *buffer*.

Pada saat implementasi jaringan, nilai *packet loss* diharapkan menunjukkan nilai yang minimum.

$$Packet\ loss = \left(\frac{data\ yang\ dikirim - packet\ data\ yang\ diterima}{packet\ data\ yang\ dikirim} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

Tabel 2.7 Standarisasi *Packet Loss*

Kategori Degradasi	<i>Packet loss</i>
Sangat Bagus	0
Bagus	3 %
Sedang	15 %
Jelek	25 %

Sumber:TIPHON

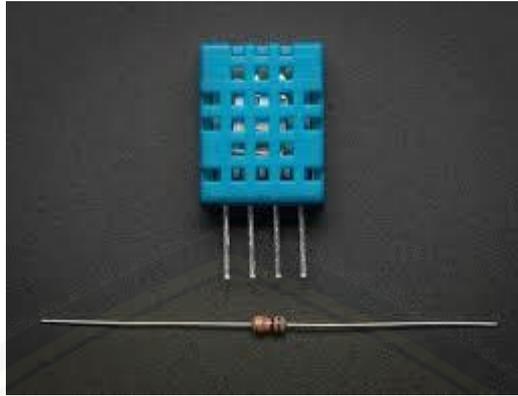
2.6 Sensor

Sensor sering digunakan untuk mendeteksi perubahan lingkungan fisik atau kimia. Variabel keluaran dari sebuah sensor yang diubah menjadi listrik disebut dengan transduser. Beberapa sensor juga memiliki keluaran analog dan ada juga beberapa yang memiliki keluaran digital.

2.6.1 Sensor DHT11

DHT - 11 merupakan kelembapan dan suhu relatif pada sebuah sensor *digital - output*. Yang menggunakan sensor kelembapan kapasitif dan thermistor untuk mengukur udara di sekitarnya , dan keluar sinyal digital pin data pada Arduino uno. Suhu kamar dan kelembapan akan dicetak ke serial monitor di arduino. Sensor ini sangat mudah digunakan dengan sebuah Arduino. Memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta memiliki fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien dari kalibrasi disimpan di dalam OTP program memory, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka module ini menyertakan koefisien tersebut untuk kalkulasinya.

DHT11 merupakan sensor yang memiliki kualitas terbaik, dimana nilai dari respon, pembacaan data yang cepat, dan kemampuan anti-interference. Memiliki ukuran yang kecil, dan dapat melakukan transmisi sinyal hingga 20 meter, yang membuat produk ini cocok digunakan untuk banyak aplikasi-aplikasi pengukuran suhu dan kelembapan.



Gambar 2.8 Sensor DHT11

(Sumber : adafruit)

2.6.2 Sensor YL-69

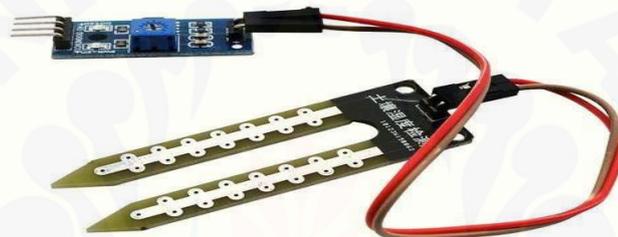
Nilai yang dapat terbaca oleh sebuah sensor kelembaban tanah YL-69 menghasilkan nilai yang besar pada tanah dengan kandungan air yang rendah dan begitu pula sebaliknya, menghasilkan nilai yang kecil pada tanah dengan kandungan air yang lebih banyak. Sensor kelembaban tanah YL-69 merupakan sensor yang terdiri dari dua probe untuk melewati arus menuju tanah, kemudian akan membaca tingkat resistansinya untuk mendapatkan nilai dari suatu tingkat kelembaban. Maka dari itu, pada saat sensor dimasukkan ke tanah yang kering nilai yang terbaca oleh sensor lebih besar (resistansi besar) dari nilai pada tanah yang memiliki kadar air lebih tinggi (resistansi kecil). Sensor ini berfungsi untuk memberitahukan tingkat dari kelembaban pada tanaman dan memantau kelembaban tanah. Berikut ini merupakan spesifikasi dari sensor kelembaban tanah sebagai berikut :

1. Menggunakan sensor tanah yang memiliki kualitas tinggi untuk menguji suatu kelembaban tanah
2. Memakai plat lapis nikel agar memperbesar area induksi dan meningkatkan konduktivitas.
3. Dapat mengendalikan berbagai macam tingkatan kelembaban tanah, dengan mengatur sebuah potensiometer.
4. Menggunakan chip comparator LM393.
5. Tegangan bekerja di : 3.3-5V

6. Memiliki ukuran PCB: 3.2cm x 1.4cm

Memiliki interface sebagai berikut :

1. VCC: +3.3V-5V
2. GND: -
3. DO: digital output (0 dan 1), yang dapat langsung terhubung ke IO port mikrokontroller. Berikut merupakan sensor kelembaban tanah yang ditunjukkan pada gambar 2.7.



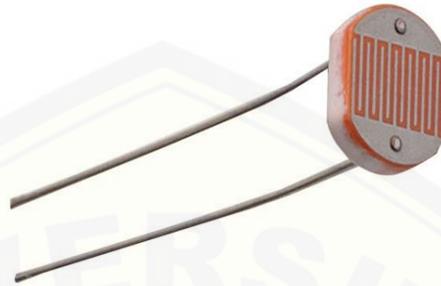
Gambar 2.9 Sensor YL-69
(Sumber : produto.mercadolivre.com.br)

2.6.3 Sensor Cahaya (LDR)

Sensor cahaya merupakan alat yang digunakan dalam bidang elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah cahaya menjadi listrik. Sensor cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) merupakan suatu jenis resistor yang peka terhadap intensitas cahaya. Nilai resistansi LDR akan berubah-ubah sesuai dengan intensitas cahaya yang akan diterima. Jika LDR tidak terkena cahaya maka nilai tahanan akan besar dan jika terkena cahaya nilai tahanan akan kecil.

Cara kerja dari sensor LDR ialah mengubah energi dari foton menjadi elektron, yang umumnya setiap satu foton dapat membangkitkan satu elektron. Sensor ini mempunyai beragam kegunaan yang banyak salah satunya yaitu sebagai pendeteksi cahaya pada sebuah tirai otomatis. Beberapa komponen yang

ada pada sensor ini dan sering digunakan dalam rangkaian sensor cahaya yaitu LDR (*Light Dependent Resistor*), *Photodiode*, dan *Photo Transistor*.



Gambar 2.10 Sensor cahaya
(Sumber: www.jogjarobotika.com)

2.7 Arduino

Arduino Uno Merupakan sebuah board mikrokontroler yang berbasis ATmega328 (datasheet). Yang memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung dari kerja mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup dengan menghubungkan Board Arduino Uno ke sebuah komputer dengan menggunakan sebuah kabel USB untuk menjalankannya.

Dari 14 pin digital pada arduino uno dapat digunakan sebagai input dan output, menggunakan fungsi dari `pinMode()`, `digitalwrite()`, dan `digitalRead()`. Fungsi tersebut beroperasi pada tegangan 5 volt, Setiap pin tersebut dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum sebesar 40 mA dan mempunyai sebuah resistor pull-up sebesar 20-50 kOhm



Gambar 2.11 Arduino UNO
(Sumber : digiwarestore.com)

2.7.1 Spesifikasi Arduino UNO

Berikut ini merupakan spesifikasi dari Arduino UNO :

Tabel 2.8 Deskripsi Arduino UNO

<i>Mikrokontroler</i>	ATmega 328
Tegangan Pengoperasian	5 V
Tegangan <i>Input</i> yang disarankan	7-12 V
Batas Tegangan <i>Input</i>	6-20 V
Jumlah <i>pin I/O digital</i>	14 pin (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah <i>pin input analog</i>	6 <i>pin</i>
Arus DC tiap <i>pin I/O</i>	40 mA
Arus DC untuk <i>pin 3,3 V</i>	50 mA
<i>Memory Flash</i>	32 KB (ATmega 328) sekitar 0,5 KB digunakan oleh <i>bootloader</i> .
SRAM	2 KB (ATmega 328)
EPROM	1 KB (ATmega 328)
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan beberapa hal pokok yaitu objek penelitian, tahap penelitian, tempat penelitian, alat dan bahan, perangkat lunak yang digunakan, langkah-langkah dalam pengambilan data, serta pengolahan data.

3.1 Waktu dan Tempat penelitian

3.1.1 Tempat penelitian

Penelitian “sistem monitoring dan kontrol tanaman kopi untuk *smart greenhouse* menggunakan *Wireless Sensor Network* berbasis *Internet of Things*” dilakukan di Laboratorium Telekomunikasi dan Terapan, Jurusan Teknik elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember .Pada penelitian ini terdapat satu buah *coordinator* dan 2 buah *node*. Dimana *coordinator* bertugas sebagai penerima data dari kedua *node*, sehingga data sensor yang masuk akan dikirimkan ke *web*. Untuk penempatan *coordinator*, *node* 1, dan *node* 2 ditempatkan di Laboratorium Telekomunikasi dan Terapan, Jurusan Teknik elektro, Fakultas Teknik, UNEJ.



Gambar 3.1 Tempat penelitian

3.1.2 Waktu Penelitian

Pada penelitian ini akan dilakukan selama 3 bulan, dimulai dari bulan Juni sampai September.

3.1.3 Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini dibutuhkan Alat dan Bahan sebagai berikut:

3.1.4 *Hardware*

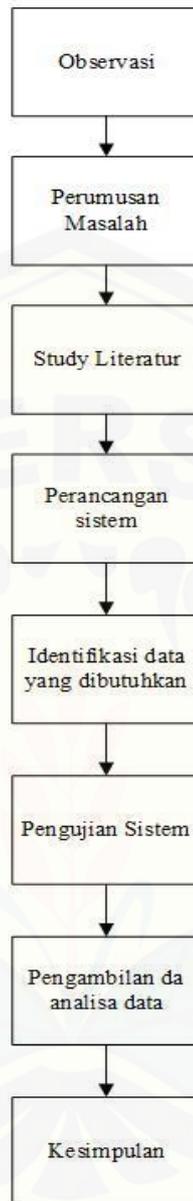
1. Modul sensor DHT 11
2. Modul sensor YL-69
3. Modul sensor LDR
4. Xbee Pro S2B
5. Arduino Uno
6. *Battery* Li-po
7. PC
8. Wifi Modul

3.1.5 *Software*

1. Arduino IDE
2. XCTU

3.2 Tahap Penelitian

Tahap penelitian “Penerapan *Wireless Sensor Network* Sebagai sistem monitoring dan kontrol tanaman kopi untuk *smart greenhouse*” mulai dari observasi yaitu pengamatan terhadap observasi, perumusan masalah, study literature, perancangan sistem, identifikasi data yang dibutuhkan, pengujian sistem, pengambilan dan analisa data, kemudian ditarik kesimpulan. Secara sederhana tahapan penelitian yang akan dilakukan dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3.2 Tahap Penelitian

Proses penelitian dimulai dengan observasi untuk mengetahui serta menentukan tema yang akan diangkat dalam penelitian. Pada penelitian ini penulis memilih mengangkat tema Penerapan *Wireless Sensor Network* dalam bidang lingkungan. Kemudian tahap selanjutnya yaitu menyusun rumusan masalah yang terdapat pada tema. Masalah yang diangkat yaitu bagaimana membuat sistem *monitoring* secara efektif menggunakan teknologi *Wireless*

Sensor Network, untuk diaplikasikan sebagai *monitoring* pertumbuhan tanaman kopi.

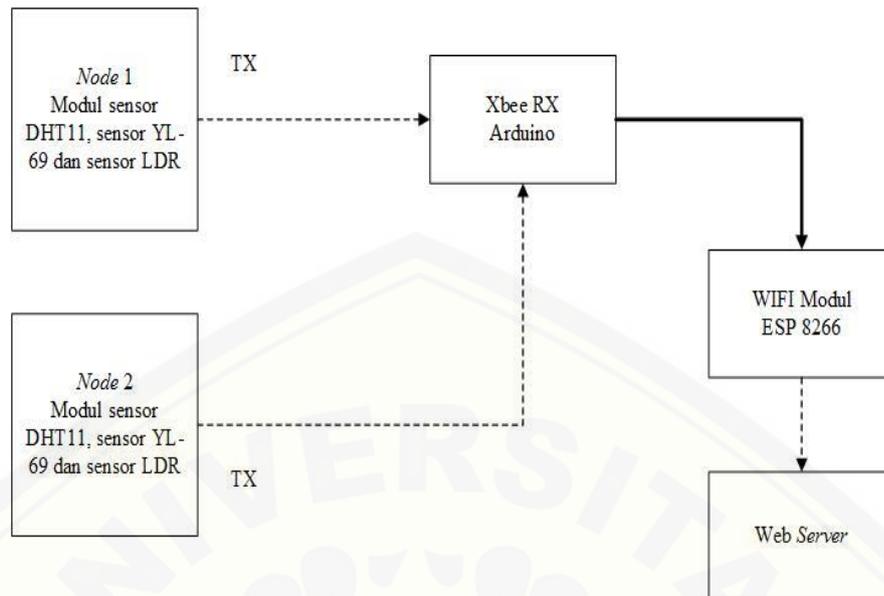
Selanjutnya yaitu pada tahap studi literatur mengumpulkan dan mempelajari literatur atau landasan teori yang berkaitan dengan sistem yang akan dibuat. Pada tahap perencanaan yaitu melengkapi semua alat yang dibutuhkan untuk membangun sistem WSN ini, kemudian perancangan dimulai dengan membuat *prototipe* alat. Terdapat dua *node* beserta modul sensor sebagai pembaca yang berperan sebagai *transceiver* yang mengirimkan data sensor menuju *node* utama yang berperan sebagai *receiver*. Tahap selanjutnya mengidentifikasi data yang dibutuhkan dalam penelitian untuk mengetahui data apa saja yang dibutuhkan. Selanjutnya pengujian alat yang telah dibuat, sebelum melakukan pengujian di tempat dan waktu yang ditentukan maka perlu diujikan dalam laboratorium sehingga dapat mengetahui kesalahan yang terjadi pada sistem. Setelah sistem telah siap, maka pengujian serta pengambilan data dapat dilakukan dengan benar. Serta melakukan analisis data dari data-data yang telah diperoleh. Analisis ini meliputi nilai RSSI dalam keadaan *losses* atau *loss*, kemudian data sensor yang didapatkan dibandingkan antara data yang didapatkan setelah transmisi dengan data sensor sebenarnya. Setelah semua analisis data yang dibutuhkan selesai maka dibuat kesimpulan.

3.3 Rancangan Sistem

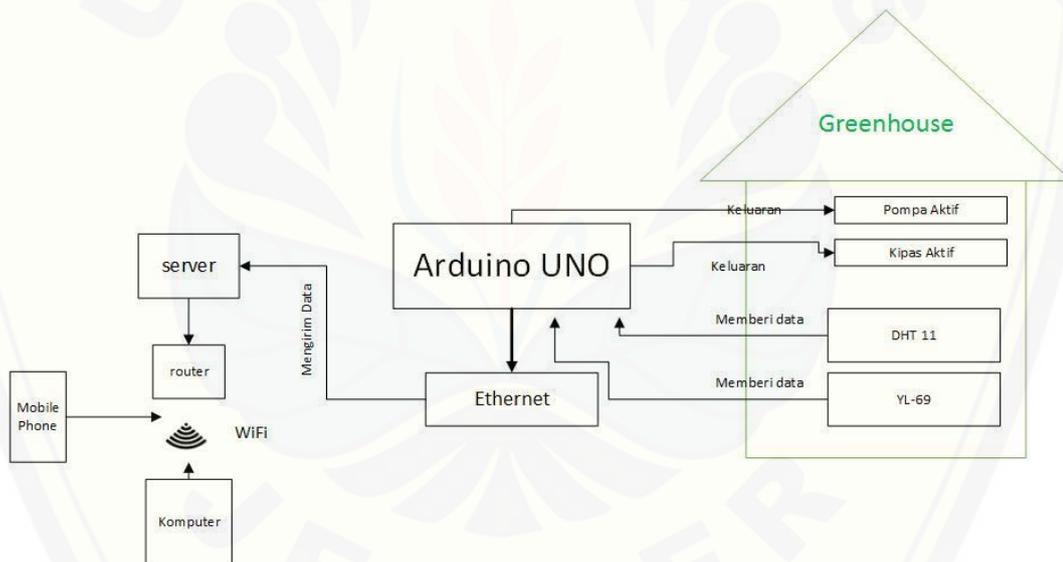
Rancangan dari “sistem monitoring dan kontrol tanaman kopi untuk *smart greenhouse* menggunakan *Wireless Sensor Network* berbasis *Internet of Things*.” terdiri dari blok diagram *hardware* serta *flowchart* cara kerja sistem.

3.3.1 Diagram Blok *Hardware*

Diagram blok *hardware* yang akan dibuat adalah sebagai berikut:



Gambar 3.3 Blok Diagram Sistem



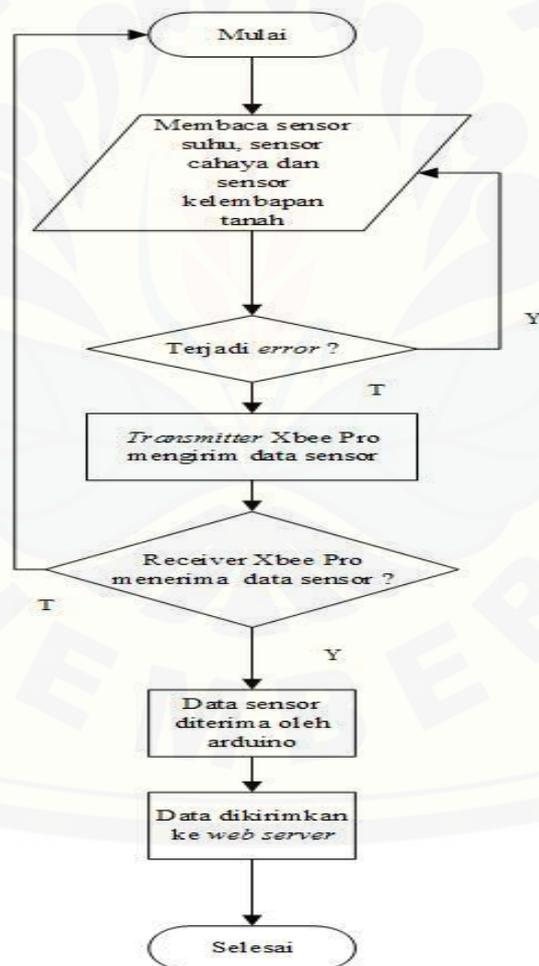
Gambar 3.4 Blok Diagram Alat

Pada blok diagram terdiri dari 4 bagian. Pada bagian pertama yaitu terdapat *node 1* dan *node 2* yang berisi sensor DHT11, sensor YL-69 dan sensor LDR yang telah terpasang pada Arduino Uno sebagai mikrokontrolernya. Dan juga terpasang modul Xbee Pro (Tx) sebagai pengirim data sensor. Data yang dikirimkan kedua *node* ini meliputi suhu udara, intensitas cahaya serta tingkat kelembapan tanah dari sebuah objek.

Pada bagian kedua sebagai penerima transmisi dari *node* 1 dan *node* 2 yaitu Xbee Pro (Rx). Dimana Xbee Pro sudah terhubung langsung dengan Arduino Uno yang berfungsi sebagai mini PC untuk mengatur hasil data yang didapatkan. Menggunakan wifi modul data kemudian data dikirimkan ke *web server* berupa *thingspeak*, dimana dalam web ini telah *compatible* dengan perangkat arduino sehingga mempermudah *upload* data sensor. Setelah dihubungkan dengan web ini maka semua hasil data sensor berupa suhu udara, intensitas cahaya serta tingkat kelembapan tanah dapat dilihat berupa grafik.

3.3.2 Flowchart Sistem

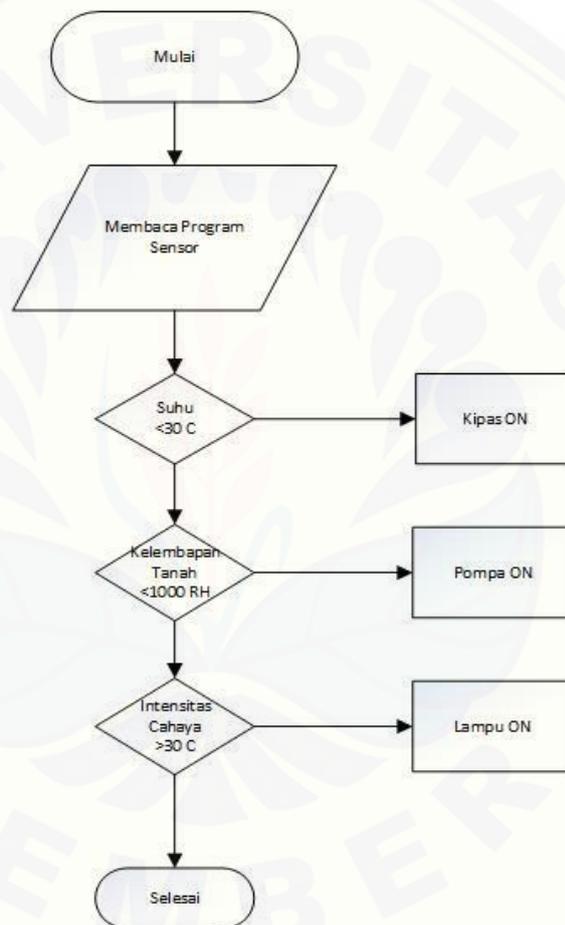
Flowchart cara kerja dari sistem yang akan dibuat adalah sebagai berikut:



Gambar 3.5 *Flowchart* Sistem

Gambar 3.5 merupakan *flowchart* dari keseluruhan sistem yang diterapkan. Setelah proses sudah dimulai kemudian selanjutnya inisiasi *input* dan

output. Kemudian membaca data sensor yang ada yaitu sensor DHT11 sebagai pembaca suhu dan kelembapan udara, sensor LDR sebagai pembaca intensitas cahaya serta sensor YL-69 sebagai pembaca tingkat kelembapan tanah. Jika pembacaan sensor terjadi kesalahan maka proses akan kembali untuk mendapatkan data yang tepat. Jika data sudah tepat maka proses selanjutnya mengirimkan data menuju Xbee. Kemudian data dilanjutkan pada arduino yang telah terhubung dengan internet sehingga data langsung diupload pada *web*.



Gambar 3.6 *Flowchart* Sistem Kontrol

Gambar 3.6 merupakan *flowchart* dari Sistem kontrol suhu dan kelembapan yang diterapkan. Setelah proses sudah dimulai kemudian selanjutnya inialisasi *input* dan *output*. Jika suhu lebih dari 30, kipas ON. Jika tidak, kipas OFF. Kemudian jika kelembapan lebih dari 1000 pompa ON, Jika tidak pompa OFF dan jika intensitas cahaya kurang dari 30 maka lampu ON, jika tidak lampu OFF.

3.4 Perancangan sistem

Sistem ini memerlukan beberapa tahapan perancangan untuk mendapatkan data, dari konfigurasi pada Xbee, konfigurasi pada *web* sebagai server dan pengambilan data.

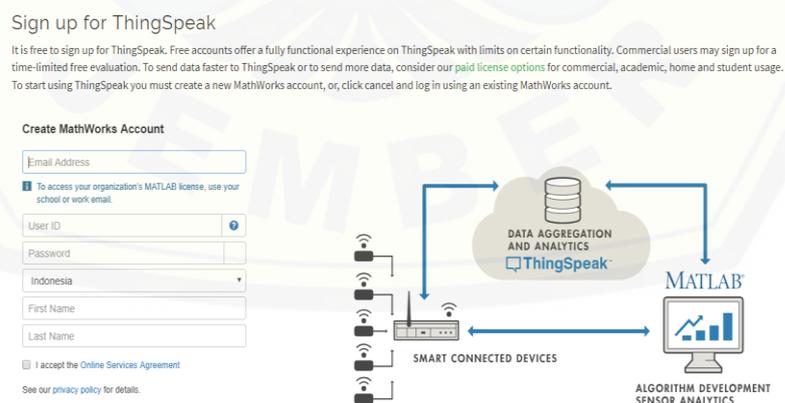
3.4.1 Konfigurasi Xbee Pro

Pada konfigurasi ini Xbee terdapat beberapa jenis peranan, yaitu sebagai *node* dan juga sebagai *coordinator*. Pada Xbee *node* berfungsi menerima data sensor yang telah terpasang. Dimana data ini diperoleh dari sensor DHT 11, sensor LDR dan juga sensor YL-69. Kemudian pada Xbee *coordinator* berperan sebagai penerima data dari kedua *node* yang telah terpasang sensor untuk dilanjutkan menuju server dengan menggunakan *wifi modul* berupa ESP8266.

Semua tahap konfigurasi ini menggunakan PC yang telah terinstal XCTU. Menghubungkan Xbee Pro dengan port USB dan juga telah terinstal driver pada PC maka konfigurasi dapat dijalankan.

3.4.2 Konfigurasi Web

Pada tahap konfigurasi *web* kami menggunakan layanan *server* gratis yang *support* untuk arduino yaitu <https://thingspeak.com>. Penggunaan *web* ini harus mendaftar menggunakan *e-mail* terlebih dahulu, jika sudah terdaftar maka akan tampil seperti berikut :



Gambar 3.7 Sign Up web

Pada gambar 3.7 merupakan tampilan awal dari pendaftaran untuk *web* ini. dengan melengkapi data yang dibutuhkan maka akan terdaftar dan dapat melakukan *sign in*.

New Channel

Name

Description

Field 1

Field 2

Field 3

Field 4

Field 5

Field 6

Field 7

Field 8

Metadata

Tags

Help

Channels store all the data that a ThingSpeak application collects. Each channel includes eight fields that can hold any type of data, plus three fields for location data and one for status data. Once you collect data in a channel, you can use ThingSpeak apps to analyze and visualize it.

Channel Settings

- Channel Name:** Enter a unique name for the ThingSpeak channel.
- Description:** Enter a description of the ThingSpeak channel.
- Field#:** Check the box to enable the field, and enter a field name. Each ThingSpeak channel can have up to 8 fields.
- Metadata:** Enter information about channel data, including JSON, XML, or CSV data.
- Tags:** Enter keywords that identify the channel. Separate tags with commas.
- Latitude:** Specify the position of the sensor or thing that collects data in decimal degrees. For example, the latitude of the city of London is 51.5072.
- Longitude:** Specify the position of the sensor or thing that collects data in decimal degrees. For example, the longitude of the city of London is -0.1275.
- Elevation:** Specify the position of the sensor or thing that collects data in meters. For example, the elevation of the city of London is 35.052.
- Link to External Site:** If you have a website that contains information about your ThingSpeak channel, specify the URL.
- Video URL:** If you have a YouTube™ or Vimeo® video that displays your channel information, specify the full path of the video URL.

Using the Channel

Gambar 3.8 Membuat *channel* untuk data sensor.

Setelah memiliki akun *web* thinkspeak maka didalamnya kita akan diarahkan untuk membuat *channel* seperti pada gambar 3.8, dimana *channel* ini berfungsi untuk menampilkan data sensor yang kita dapatkan dari Xbee. Kemudian mengisikan data serta jumlah *channel* yang akan dibuat maka *interface* untuk *web* telah siap digunakan.

Sistem monitoring tanaman pada greenhouse

Channel ID: 666865 | Plant monitoring system in the greenhouse
 Author: rizmanpeblan94
 Access: Private

Private View | Public View | Channel Settings | Sharing | API Keys | Data Import / Export

Write API Key

Key: 2U2IYZODX3KHRCNQ

Generate New Write API Key

Read API Keys

Key: 4EPCBPHJN2DHQ5R

Note:

Save Note | Delete API Key

Generate New Read API Key

Help

API keys enable you to write data to a channel or read data from a private channel. API keys are auto-generated when you create a new channel.

API Keys Settings

- Write API Key:** Use this key to write data to a channel. If you feel your key has been compromised, click Generate New Write API Key.
- Read API Keys:** Use this key to allow other people to view your private channel feeds and charts. Click Generate New Read API Key to generate an additional read key for the channel.
- Note:** Use this field to enter information about channel read keys. For example, add notes to keep track of users with access to your channel.

API Requests

Update a Channel Feed

```
GET https://api.thingspeak.com/update?api_key=2021Y200X3KHRCNQ&field=
```

Get a Channel Feed

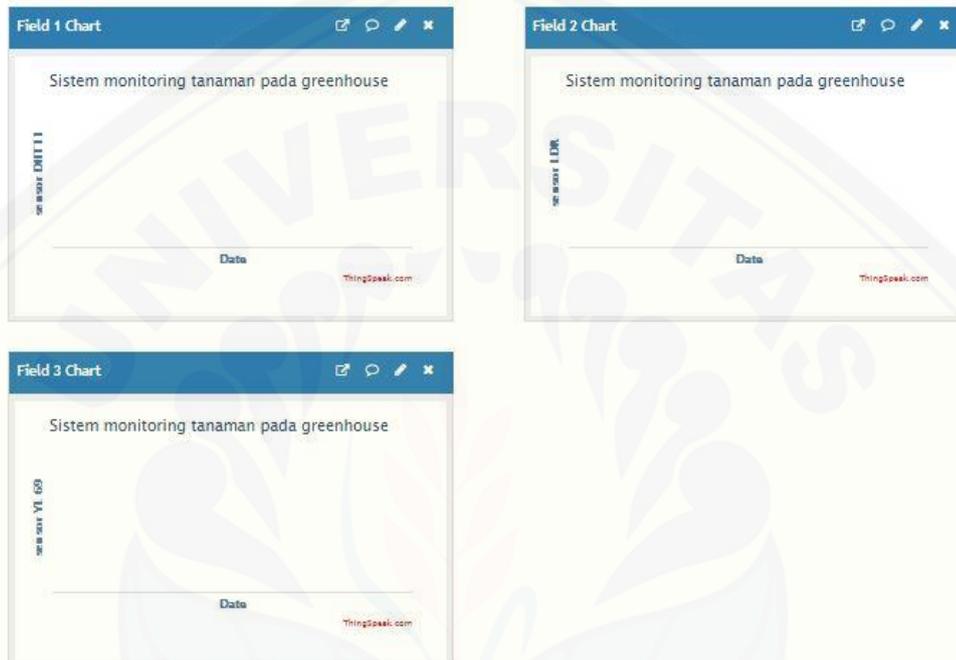
```
GET https://api1.thingspeak.com/channels/666865/feeds.json?api_key=4E
```

Get a Channel Field

```
GET https://api1.thingspeak.com/channels/666865/fields/1.json?api_key
```

Gambar 3.9 API keys untuk *web*.

Proses pengiriman data dari Xbee yang telah terhubung dengan arduino dan juga ISP8266 dibutuhkan API keys. Seperti gambar 3.9, menampilkan API keys untuk *channel* yang telah dibuat. Kemudian mengisikan data tersebut pada program arduino maka secara otomatis data akan terkirim pada *channel* ini. Pada gambar 3.10 merupakan tampilan untuk pada *web* ini.



Gambar 3.10 Tampilan data sensor di *Web Thingspeak*

3.5 Implementasi Sistem

Sebelum pengujian alat pada lapangan, terlebih dahulu sistem diuji coba pada laboratorium. Pengujian awal ini berfungsi mengetahui kinerja sistem sudah sesuai dengan prosedur atau belum, Jika terdapat kesalahan pada sistem dapat dilakukan perbaikan sampai sistem benar-benar berjalan dengan baik. Setelah ssetiap bagian sistem sudah baik maka pengujian dilakukan pada lapangan. Kemudian implementasi dilakukan dengan memperhatikan parameter yang telah ditentukan. Disamping itu juga dilakukan pengamatan bagaimana kelebihan atau kelemahan yang terdapat pada sistem yang telah diterapkan. Jika terdapat kelemahan dapat diambil sebuah bahan referensi untuk penelitian berikutnya.

3.6 Pengambilan Data

Pengambilan data yang dilakukan meliputi RSSI, Packet Loss, data sensor dari *node device* dan hasil dari monitoring di 3 waktu yang berbeda. Dari 4 poin tersebut akan diuji dengan variable jarak serta menggunakan dua keadaan yaitu LOS dan NLOS. Pada RSSI akan dibandingkan antara data dari perhitungan dan data dari pengukuran sehingga dapat membandingkan *error persen* dari sistem yang digunakan. Kemudian pada Packet Loss juga membandingkan antara data perhitungan dan data pengukuran. Pada data sensor akan membandingkan nilai output dari system dengan nilai yang didapatkan dari alat ukur untuk dapat mengkalibrasikan hasil dari pengukuran. Hasil dapat dianalisis menggunakan sebuah grafik sehingga dapat terlihat kinerja dari system ini dan juga kontrol agar dapat menentukan tingkat keberhasilan sebuah kontrol pada sebuah greenhouse

BAB 5. PENUTUPAN

5.1 Kesimpulan

Dari tahap perancangan hingga pengujian sistem *wireless sensor network* ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil dari penelitian diketahui bagaimana kondisi NLOS dan LOS sangat berpengaruh terhadap kekuatan sinyal. Dapat dilihat saat kondisi NLOS pada jarak 30 meter nilai RSSI sebesar -73 dBm, namun saat kondisi LOS pada jarak 100 meter memiliki nilai RSSI sebesar -73 dBm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa adanya halangan antara *coordinator* dan *node* sangat berpengaruh terhadap kualitas sinyal.
2. Hasil dari penelitian ini diketahui bahwa perubahan jarak antara *transmitter* dan *receiver* sangat berpengaruh terhadap nilai RSSI berpengaruh terhadap kualitas sinyal. Pada hasil perbandingan perubahan jarak pada *node 1* maupun *node 2* saat kondisi LOS dan NLOS, ketika jarak 10 meter memiliki nilai RSSI pada NLOS node 1 sebesar -70 dBm pada node 2 -68 dBm dan pada jarak 100 meter saat kondisi LOS node 1 dengan nilai RSSI -74 dBm dan node 2 sebesar -75 dBm.
3. Hasil dari penelitian diketahui bahwa perubahan jarak berpengaruh pada nilai Packet Loss. Pada hasil yang didapat terlihat bahwa saat jarak 10 m didapatkan 0% pada jarak 100 m didapatkan 29% pada saat kondisi NLOS, Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar jarak, maka semakin besar juga nilai Packet Loss yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adafruit. 2018. *DHT11 BASIC TEMPERATURE HUMIDITY SENSOR + EXTRAS*. [Diakses pada 27 Mei 2018]
- Andika, Ahmad Deny. 2013. Perancangan Sistem Pengukur Jarak Antara 2 Titik *Wireless Xbee Pro* Berdasarkan Nilai RSSI. Departemen Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara Medan
- Lu, Fei. Tian, Guo-Hui. 2012. "*The ZigBee Based Wireless Sensor and Actor Network in Intelligent Space Oriented to Home Service Robot*". School of Control Science and Engineering, Shandong University, Jinan, China
- Mulyanta, Edi S. (2005). Pengenalan Protokol Jaringan *Wireless Komputer*. Yogyakarta: Andi
- Raveon. 2014. *RSSI and Communication Range*. <http://www.raveon.com> [Diakses pada 12 Mei 2018]
- Digi. 2012. *User Guide. Xbee®/Xbee-PRO® ZB RF Modules*, Digi International, Inc.
- Soeseno, S. 1985. *Bercocok Tanam Secara Hidroponik*. PT Gramedia. Jakarta.
- Mastalerz JW. 1977. *The Greenhouse Environment "The Effect of Environmental Factors on The Growth and Development of Flowers Crops"*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Nelson PV. 1981. *Greenhouse : Operation and Management*. Virginia: Prentice Hall Company, Inc.
- Chiara Buratti, A. C. (2009). *An Overview on Wireless Sensor Networks Technology and Evolution. Sensors*

LAMPIRAN**A. Perhitungan**

$$\begin{aligned}RSSI[dBm] &= [P_r(d_0)]_{dBm} = A - 10n \lg = -40 - 10(1,8) \log 10 \\ &= -58 \text{ dBm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}RSSI[dBm] &= [P_r(d_0)]_{dBm} = A - 10n \lg = -40 - 10(1,8) \log 20 \\ &= -63,41 \text{ dBm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}RSSI[dBm] &= [P_r(d_0)]_{dBm} = A - 10n \lg = -40 - 10(1,8) \log 30 \\ &= -66,58 \text{ dBm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}RSSI[dBm] &= [P_r(d_0)]_{dBm} = A - 10n \lg = -40 - 10(1,8) \log 40 \\ &= -68,83 \text{ dBm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}RSSI[dBm] &= [P_r(d_0)]_{dBm} = A - 10n \lg = -40 - 10(1,8) \log 50 \\ &= -70,58 \text{ dBm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}RSSI[dBm] &= [P_r(d_0)]_{dBm} = A - 10n \lg = -40 - 10(1,8) \log 60 \\ &= -72,00 \text{ dBm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}RSSI[dBm] &= [P_r(d_0)]_{dBm} = A - 10n \lg = -40 - 10(1,8) \log 70 \\ &= -73,21 \text{ dBm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}RSSI[dBm] &= [P_r(d_0)]_{dBm} = A - 10n \lg = -40 - 10(1,8) \log 80 \\ &= -74,25 \text{ dBm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}RSSI[dBm] &= [P_r(d_0)]_{dBm} = A - 10n \lg = -40 - 10(1,8) \log 90 \\ &= -75,17 \text{ dBm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}RSSI[dBm] &= [P_r(d_0)]_{dBm} = A - 10n \lg = -40 - 10(1,8) \log 100 \\ &= -76 \text{ dBm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}RSSI[dBm] &= [P_r(d_0)]_{dBm} = A - 10n \lg = -40 - 10(1,8) \log 200 \\ &= -81,41 \text{ dBm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}RSSI[dBm] &= [P_r(d_0)]_{dBm} = A - 10n \lg = -40 - 10(1,8) \log 300 \\ &= -84,58 \text{ dBm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}RSSI[dBm] &= [P_r(d_0)]_{dBm} = A - 10n \lg = -40 - 10(1,8) \log 400 \\ &= -86,63 \text{ dBm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}RSSI[dBm] &= [P_r(d_0)]_{dBm} = A - 10n \lg = -40 - 10(1,8) \log 500 \\ &= -88,58 \text{ dBm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}RSSI[dBm] &= [P_r(d_0)]_{dBm} = A - 10n \lg = -40 - 10(1,8) \log 600 \\ &= -90,56 \text{ dBm}\end{aligned}$$

B. Data MonitoringHasil *Monitoring* Pagi

No	Waktu	Node 1				Node 2			
		LDR	Kelembapan tanah	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	LDR	Kelembapan tanah	Suhu (°C)	Kelembapan (%)
1	18/06/2019 8:30	38	634	28	71	38	634	28	73
2	18/06/2019 8:31	37	635	28	71	37	634	28	73
3	18/06/2019 8:32	38	635	29	71	38	634	28	73
4	18/06/2019 8:33	37	638	29	71	37	635	28	73
5	18/06/2019 8:34	37	639	28	70	37	635	28	73
6	18/06/2019 8:35	35	639	28	70	35	638	28	73
7	18/06/2019 8:36	35	640	28	70	35	638	28	73
8	18/06/2019 8:37	36	640	29	71	36	639	29	73
9	18/06/2019 8:38	35	642	28	71	35	640	28	72
10	18/06/2019 8:39	38	642	29	70	38	640	29	72
11	18/06/2019	38	644	28	70	38	640	28	71

No	Waktu	Node 1				Node 2			
		LDR	Kelembapan tanah	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	LDR	Kelembapan tanah	Suhu (°C)	Kelembapan (%)
	8:40								
12	18/06/2019 8:41	37	645	29	70	37	642	29	71
13	18/06/2019 8:42	38	645	29	69	38	642	29	71
14	18/06/2019 8:43	37	645	29	70	37	643	28	71
15	18/06/2019 8:44	37	647	29	70	37	643	28	70
16	18/06/2019 8:45	35	648	29	70	35	645	28	70
17	18/06/2019 8:46	35	648	29	69	38	647	29	70
18	18/06/2019 8:47	36	648	29	69	37	648	29	69
19	18/06/2019 8:48	35	649	29	69	38	649	29	69
20	18/06/2019 8:49	38	650	29	69	37	650	29	69

Hasil Monitoring Siang

No.	Waktu	Node 1				Node 2			
		LDR	Kelembapan tanah	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	LDR	Kelembapan tanah	Suhu (°C)	Kelembapan (%)
1	18/06/2019 12:30	38	993	32	56	36	990	33	51
2	18/06/2019 12:31	37	996	32	56	35	993	33	51
3	18/06/2019 12:32	38	998	32	56	38	994	33	52
4	18/06/2019 12:33	37	1008	32	55	38	995	34	51
5	18/06/2019 12:34	37	1008	33	55	37	1005	34	51
6	18/06/2019 12:35	35	1010	33	55	38	1007	34	51
7	18/06/2019 12:36	35	1013	33	55	37	1008	34	51
8	18/06/2019 12:37	36	1016	33	55	37	1010	34	51
9	18/06/2019 12:38	35	1016	33	56	35	1010	34	50
10	18/06/2019 12:39	38	1016	32	56	38	1012	34	50
11	18/06/2019 12:40	38	1017	33	56	37	1013	34	49
12	18/06/2019	37	1018	33	56	38	1015	34	49

No.	Waktu	Node 1				Node 2			
		LDR	Kelembapan tanah	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	LDR	Kelembapan tanah	Suhu (°C)	Kelembapan (%)
	12:41								
13	18/06/2019 12:42	38	1018	33	55	37	1015	34	49
14	18/06/2019 12:43	37	1018	32	56	36	1015	33	51
15	18/06/2019 12:44	37	1018	32	56	35	1016	33	51
16	18/06/2019 12:45	35	1019	32	56	38	1016	33	52
17	18/06/2019 12:46	35	1020	32	55	38	1018	34	51
18	18/06/2019 12:47	36	1020	33	55	37	1018	34	51
19	18/06/2019 12:48	35	1020	33	55	38	1019	34	51
20	18/06/2019 12:49	38	1023	33	55	37	1019	34	51

Hasil *Monitoring Malam*

No.	Waktu	Node 1				Node 2			
		LDR	Kelembapan tanah	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	LDR	Kelembapan tanah	Suhu (°C)	Kelembapan (%)
1	18/06/2019 18:30	6	634	25	90	5	634	28	90
2	18/06/2019 18:31	6	635	25	90	5	635	28	90
3	18/06/2019 18:32	6	635	25	90	6	635	28	90
4	18/06/2019 18:33	8	638	25	93	6	638	28	93
5	18/06/2019 18:34	8	639	25	93	6	639	28	93
6	18/06/2019 18:35	8	639	26	93	6	639	28	93
7	18/06/2019 18:36	8	640	26	93	6	640	28	93
8	18/06/2019 18:37	10	640	26	93	6	640	29	93
9	18/06/2019 18:38	10	642	26	93	8	642	28	93
10	18/06/2019 18:39	10	642	26	94	8	642	29	93
11	18/06/2019 18:40	10	644	26	94	8	644	28	94

No.	Waktu	Node 1				Node 2			
		LDR	Kelembapan tanah	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	LDR	Kelembapan tanah	Suhu (°C)	Kelembapan (%)
12	18/06/2019 18:41	10	645	26	94	8	645	29	94
13	18/06/2019 18:42	11	645	26	94	10	645	29	94
14	18/06/2019 18:43	11	645	26	95	10	645	28	94
15	18/06/2019 18:44	12	647	26	95	10	647	28	95
16	18/06/2019 18:45	12	648	26	95	10	648	28	95
17	18/06/2019 18:46	12	648	26	95	10	648	29	95
18	18/06/2019 18:47	12	648	26	95	11	648	29	95
19	18/06/2019 18:48	14	649	26	95	11	649	29	95
20	18/06/2019 18:49	14	650	26	95	12	650	29	95

C. Program Arduino

Program Arduino untuk *Coordinator*

(Sumber create.arduino.cc.)

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <stdlib.h>

#define IP "184.106.153.149" // thingspeak.com
#define Baud_Rate 115200 //Another common value is 9600
#define DELAY_TIME 5000 //time in ms between posting
data to ThingSpeak
//Can use a post also
String GET = "GET
/update?key=350GOV04BU2BDAZ1&field1=";
String FIELD2 = "&field2=";
String FIELD3 = "&field3=";
String FIELD4 = "&field4=";
String FIELD5 = "&field5=";
String FIELD6 = "&field6=";

bool updated;
  int data[16];
  int x=0;
  int parsing=0;
  int data11, data21,data31,data41,data12,
data22,data32,data42,s1,h1,s2,h2;
  float g1,g2;
SoftwareSerial mySerial(3,2);
void setup()
{
```

```
Serial.begin(9600);
mySerial.begin(Baud_Rate);
Serial.println("AT");
mySerial.println("AT");
delay(1000);
if(mySerial.find("OK")){Serial.println("ok");}
else {}
}
void loop() {
  data11=0;
  data21=0;
  data31=0;
  data41=0;
  data12=0;
  data22=0;
  data32=0;
  data42=0;
  x=0;
  if (Serial.available() > 0) {
  char b=Serial.read();
  while(b!='\n'){

  if(b==',' || b=='.'){x++;}
  else{
  switch(x){
    case 0:{data11=data11*10+(b-'0');break;}
    case 1:{data21=data21*10+(b-'0');break;}
    case 2:{data31=data31*10+(b-'0');break;}
```

```
    case 3:{data41=data41*10+(b-'0');break;}
    case 4:{data12=data12*10+(b-'0');break;}
    case 5:{data22=data22*10+(b-'0');break;}
    case 6:{data32=data32*10+(b-'0');break;}
    case 7:{data42=data42*10+(b-'0');break;}
  }

}

b=Serial.read();
delay(0);
}
s1=data11;
h1=data21;
g1=data31+(float) (data41/10.0);
s2=data12;
h2=data22;
g2=data32+(float) (data42/10.0);
}
Serial.print(s1);
Serial.print(",");
Serial.print(h1);
Serial.print(",");
Serial.print(g1,1);
Serial.print(",");
Serial.print(s2);
Serial.print(",");
Serial.print(h2);
```

```
Serial.print(",");
Serial.print(g2,1);
Serial.print("\n");

  updated = updateTemp(String(s1),
String(h1),String(g1),String(s2),
String(h2),String(g2));
delay(500);
}

bool updateTemp(String tenmpF1, String humid1, String
gas1,String tenmpF2, String humid2, String gas2){
  //initialize your AT command string
  String cmd = "AT+CIPSTART=\"TCP\", \"";

  //add IP address and port
  cmd += IP;
  cmd += "\",80";

  //connect
  mySerial.println(cmd);
  //Serial.println(cmd);
  delay(2000);

  //build GET command, ThingSpeak takes Post or Get
  commands for updates, I use a Get
  cmd = GET;
  cmd += tenmpF1;
  cmd += FIELD2;
```

```
cmd += humid1;
cmd += FIELD3;
cmd += gas1;
cmd += FIELD4;
cmd += tenmpF2;
cmd += FIELD5;
cmd += humid2;
cmd += FIELD6;
cmd += gas2;

cmd += "\r\n";

mySerial.print("AT+CIPSEND=");
// Serial.print("AT+CIPSEND=");
mySerial.println(cmd.length());
// Serial.println(cmd.length());
delay(1000);
// if(mySerial.find(">")){

mySerial.print(cmd);
// Serial.print(cmd);
// }else{
// mySerial.println("AT+CIPCLOSE");
// Serial.println("AT+CIPCLOSE");
// }

if(mySerial.find("OK")){
return true;
```

```
}else{
    return false;
}
}

#include <DHT.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#define DHTPIN 3
#define DHTTYPE DHT11
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
LiquidCrystal lcd(9, 8, A2, A3, A4, A5);
float suhu, hum;
char buff[64];
const int pin5v = 5;
const int pin1v = 6;
    float sensor_volt = 0;
    float ratio = 0.0;
    float sensorValue = 0;
    float ppm;
    long int xx;
ISR(TIMER1_OVF_vect){
    TCNT1H=0xC2;
    TCNT1L=0xE8;
    xx++;
    if(xx<=60){
        digitalWrite(pin5v, HIGH);
        digitalWrite(pin1v, LOW);
    }
}
```

```
else if (xx>60){
    digitalWrite(pin1v, HIGH);
    digitalWrite(pin5v, LOW);
    sensorValue = analogRead(A1);
    float sensor_volt = sensorValue*5.0/1024.0;
    RS_gas = (5.0-sensor_volt)/sensor_volt;
    ratio = RS_gas/0.79;
    float power= pow(ratio,-1.41);
    ppm = 104.2 * power;
    if(xx>150){xx=0;}
}
}
void initTimer1(){
    TCCR1A=0x00;
    TCCR1B=0x05;
    TCNT1H=0xC2;
    TCNT1L=0xE8;
    ICR1H=0x00;
    ICR1L=0x00;
    OCR1AH=0x00;
    OCR1AL=0x00;
    OCR1BH=0x00;
    OCR1BL=0x00;
    TIMSK1=0x01;
    sei();
}
void setup()
{
```

```
Serial.begin(9600);
lcd.begin(16, 2);
dht.begin();
pinMode(pin5v, OUTPUT);
pinMode(pin1v, OUTPUT);
initTimer1();
}
void loop() {
sensorDHT();
lcd1();
Serial.print(suhu);
Serial.print(",");
Serial.print(hum);
Serial.print(",");
Serial.print(ppm);
Serial.print("\n");
delay(500);
}
void sensorDHT(){
// int chk = DHT.read11(DHT11_PIN);
hum = dht.readHumidity();
suhu = dht.readTemperature();

}

void lcd1(){
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
```

```
lcd.print("S:");  
lcd.print(suhu);  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print("H:");  
lcd.print(hum);  
lcd.setCursor(9,0);  
lcd.print("G:");  
lcd.print(ppm);  
}
```

D. Pengambilan RSSI

