

Skripsi

**IMPLEMENTASI *WEB SERVER* JARINGAN SENSOR NIRKABEL
BERBASIS ZIGBEE DAN ARDUINO UNTUK APLIKASI
PERTANIAN PRESISI**

MUZUL MUTTIHAD

H21116001



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

**IMPLEMENTASI *WEB SERVER* JARINGAN SENSOR NIRKABEL BERBASIS
ZIGBEE DAN ARDUINO UNTUK APLIKASI
PERTANIAN PRESISI**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains pada
Program Studi Fisika Departemen
Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam*

MUZUL MUTTIHAD

H211 16 001

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2020

HALAMAN PENGESAHAN

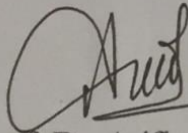
Skripsi ini dikerjakan oleh :

Nama : Muzul Muttihad
NIM : H211 16 001
Program Studi : Fisika
Judul Skripsi : Implementasi Web Server Jaringan Sensor
Nirkabel Berbasis Zigbee dan Arduino
untuk Aplikasi Pertanian Presisi

Makassar, 27 November 2020

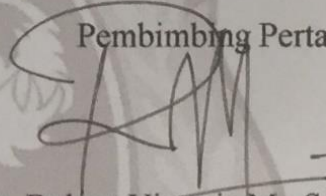
Disahkan oleh :

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Arifin, M.T
NIP. 19670520 199403 1 002

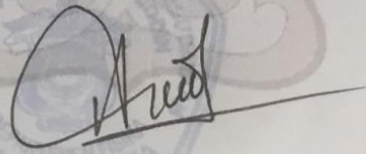
Pembimbing Pertama



Dr. Robert Victoria M., S.T., M.T
NIP. 19720401 199203 1 002

Mengetahui,

Ketua Departemen Fisika



Prof. Dr. Arifin, M.T
NIP. 19670520 199403 1 002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini merupakan karya orisinal saya dan sepanjang pengetahuan saya tidak memuat bahan yang pernah dipublikasi atau telah ditulis oleh orang lain dalam rangka tugas akhir untuk suatu gelar akademik di Universitas Hasanuddin atau di lembaga pendidikan tinggi lainnya di manapun; kecuali bagian yang telah dikutip sesuai kaidah ilmiah yang berlaku. Saya juga menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil kerja saya sendiri dan dalam batas tertentu dibantu oleh pihak pembimbing.



Penulis

Muzul Muttihad

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang Implementasi Web Server Jaringan Sensor Nirkabel Berbasis Zigbee dan Arduino untuk Aplikasi Pertanian Presisi. Pada penelitian ini dikembangkan sebuah sistem untuk memantau suhu, kelembapan udara, intensitas cahaya, curah hujan dan kelembapan tanah berbasis teknologi jaringan sensor nirkabel (Wireless Sensor Network = WSN). Perangkat ini menggunakan arduino dan raspberry pi melalui jaringan zigbee, yang dapat diakses melalui jaringan internet. Sehingga data yang dihasilkan dapat dipantau dari halaman web melalui perangkat-perangkat yang terhubung ke server. Pengguna dapat mengakses data sensor dari tempat manapun dan kapanpun melalui server web yang dibuat. Dari pengujian dan pemantauan yang dilakukan terhadap server yang dibuat, server ini dapat menyimpan data sensor pada database MySQL dan juga menampilkan data sensor pada tampilan website secara real time.

Kata Kunci : *Wireless Sensor Network (WSN)*, arduino, raspberry pi, zigbee, MySQL

ABSTRACT

The implementation of Wireless Sensor Network Web Server based Zigbee and Arduino for Precision Agriculture Applications has been carried out. In this study has developed a system to monitor temperature, humidity, intensity of light, precipitation of rain and humidity ground based Wireles Sensor Network (WSN) using Aduino and raspberry pi through zigbe. It can be accessed via the internet network. Therefore, the generated data can be monitored from the web-page by connecting the devices to the server. The users can access sensor data anywhere and anytime through the created web server. The testing and monitoring results are performed against the created server. Additionally, The server is able to save sensor data in a MySQL database and also showing a real time website display.

Keywords : Wireles Sensor Network (WSN), Arduino , Raspberry pi, Zigbee , MySQL

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul **“Implementasi Web Server Jaringan Sensor Nirkabel Berbasis Zigbee dan Arduino untuk Aplikasi Pertanian Presisi”**. Berbagai upaya telah dilakukan penulis untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelas sarjana strata satu..

Dalam penyelesaian skripsi penulis telah mengalami berbagai hambatan dan menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini terjadi karena kelemahan dan keterbatasan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Namun atas kehendaknya hambatan tersebut berhasil dilalui oleh penulis sehingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan. Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Kedua Orang tua tercinta Ayahanda (**Tajuddin**) dan Ibunda Tersayang (**Sukmawati**) yang tidak pernah memutuskan doanya untuk sang penulis, yang mengingatkan penulis ketika lalai dari agama, yang selalu mendukung dari kejauhan serta dukungan moral maupun material. Semoga Allah selalu menjaga kalian, Aamiin.
2. Kepada kakak-kakakku (**Fahrul Rijal dan kak Indah**) yang selalu memberi dukungan dan menasehati penulis ketika banyak mengeluh serta dukungan moral maupun material yang tak henti-hentinya.
3. Kepada keponakanku (**Alif, Fahri dan Rian**) yang selalu membangun suasana rumah menjadi ramai dan kelucuan tingkah mereka membuat mood penulis kembali bersemangat ketika penulis lagi patah semangat.
4. Kepada keluarga besar (**Keluarga besar Makka Suba**) yang selalu memberikan dukungan dan saran untuk memperbaiki dan menjaga diri serta dukungan berupa moral dan material kepada sang penulis.
5. Bapak **Prof. Dr. Arifin, M.T**, selaku ketua Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Pembimbing Akademik dan selaku Pembimbing Utama, yang telah banyak memberikan waktunya untuk membimbing, mendukung dan memberikan saran-saran selama melakukan penelitian, penulisan dan penyelesaian skripsi ini.

6. **Dr. Robert Victoria M., S.T., M.T**, selaku pembimbing penulis yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, motivasi serta saran yang sangat membangun selama melakukan penelitian dan penyelesaian skripsi ini.
7. **Prof. Dr. Bualkar Abdullah, M.Eng. Sc** dan **Eko Juarlin, S.Si**, selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan, kritikan dan saran kepada penulis.
8. Seluruh **Dosen** dan **Staf** Departemen Fisika UNHAS yang telah mendampingi dan membimbing penulis selama dibangku perkuliahan.
9. Seluruh **Staf P2ET LIPI Bandung** yang telah memberikan wadah sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.
10. Kepada sahabat seperjuangan penulis selama dibangku perkuliahan HMKA (**Aldin, Act, Tama, Faras, Patrik**) sebagai partner diskusi dalam berbagai hal dan HMKA girl (**Evi, Nopi, Hilda, Apni, Riri**) teman diskusi sekaligus teman jalan. semoga dimanapun kalian berada HMKA tetap eksis.
11. Kepada teman-teman seperjuangan Fisika angkatan 2016 (**Aii, Aldin, Angra, Apni, Arif, Arya, Cahya, Dayah, Dewa, Ekky, Epik, Faras, Fina, Firda, Hilda, Ida, Ido, Indri, Kevin, Lili, Lina, Mawar, Mute, Act, Nopi, Nugrah, Patrik, Rara, Riri, Sita, Wajan, Widy, Winda**) Terimakasih telah mengukir cerita bersama-sama selama kurang lebih 4 tahun, banyak cerita telah dilalui bersama semoga menjadi kenangan indah untuk kita semua. Bersama-sama dari maba, hingga sekarang satu persatu telah menyelesaikan masa studinya. Semoga kita semua sukses dimasa mendatang dan silaturahmi diantara kita tetap terjalin.
12. Kepada kakak-kakak dan adik-adik **Himpunan Mahasiswa Fisika** terimakasih telah menjadi teman diskusi dan tempat berbagi ilmu baik akademik, organisasi maupun pandangan hidup. Semoga kita semua sukses dimasa mendatang dan silaturahmi diantara kita tetap terjalin.
13. Kepada kakak-kakak dan adik-adik **Lab. Elektronika dan Instrumentasi** Departemen Fisika Unhas terimakasih telah menjadi teman diskusi dan tempat berbagi ilmu baik akademik, organisasi maupun pandangan hidup. Semoga kita semua sukses dimasa mendatang dan silaturahmi diantara kita tetap terjalin.
14. Kepada teman-teman **KKN Reguler Sinjai Timur** terkhusus teman-teman seposko **SANJAI (kak Fian, kak Atang, Ivan, Nunu, Oma, Ice, Asma, Mila)** rekan satu atap sobat satu bulan yang telah memberi salah satu pengalaman tak terlupakan selama berkuliah.

15. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan kontribusi dalam menyelesaikan skripsi. Semoga dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembacanya, terutama terkait kajian kosmologi. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada semua pihak yang telah membantu dan semoga Allah SWT melimpahkan karunia-Nya dalam setiap amal kebaikan dan diberikan balasan. Amin.

Makassar, 18 November 2020

Muzul Muttihad

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Wireles Sensor <i>Network</i> (WSN).....	5
2.2 Aplikasi WSN di bidang Pertanian	6
2.3 Internet of Things (IoT).....	7
2.4 Arduino Uno.....	7
2.5 <i>ZigBee</i>	8
2.6 Raspberry Pi	10
2.7 <i>Soil Moisture Sensor</i>	11
2.8 Sensor Intensitas Cahaya BH1750	12
2.9 Sensor DHT22	12
2.10 <i>Raindrop Sensor</i>	13
2.11 <i>Webserver</i>	14
2.11.1 PHP.....	14
2.11.2 MySQL.....	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.2 Alat Dan Bahan	16
3.3 Spesifikasi Sistem.....	17
3.3 Prosedur Penelitian.....	18
3.4 Tahap Perancangan.....	19
3.5 Tahap Implementasi	22
3.6 Tahap Pengujian	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Implementasi <i>Node sensor</i> dan <i>Node Sink</i>	23
4.2 Implementasi Sistem Keseluruhan	24
4.3 Komunikasi Jaringan	26
4.4 Implementasi Perangkat Lunak	27
4.5 Pengujian Database	29
4.6 Hasil Data Sensor	31
DAFTAR PUSTAKA	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Desain kontrol IoT peratnian.....	7
Gambar 2.2 Arduino UNO Board	8
Gambar 2.3 Raspberri pi model A (kiri) dan raspberri pi model B (kanan)	11
Gambar 2.4 sensor kelembapan tanah YL-69	12
Gambar 2.5 Sensor intensitas cahaya BH1750	12
Gambar 2.6. Sensor DHT22.....	13
Gambar 2.7 Modul raindrop sensor	13
Gambar 3.1 Bagan alir penelitian.....	18
Gambar 3.2 Arsitektur JSN	19
Gambar 3.3 Diagram blok web server	21
Gambar 3.4 Diagram fungsional <i>node</i> sink.....	21
Gambar 4.1 Perangkat keras <i>node</i> sensor 1.	24
Gambar 4.2 Perangkat keras <i>node</i> sensor 2.	25
Gambar 4.3 Perangkat keras <i>node</i> sink	26
Gambar 4.4 Rangkaian sistem keseluruhan	26
Gambar 4.5 Pengaturan operasi jaringan	26
Gambar 4.6 Pengaturan parameter komunikasi pada XCTU.....	27
Gambar 4.7 <i>Dashboard</i> monitor sensor	28
Gambar 4.8 <i>Dashboard</i> grafik sensor	28
Gambar 4.9 Tampilan database pada heidisql.....	29
Gambar 4.10 Tampilan database pada phpmyadmin	30
Gambar 4.11 Grafik data sensor	30
Gambar 4.12 Grafik suhu terhadap waktu	31
Gambar 4.13 Grafik Kelembapan udara terhadap waktu.....	31
Gambar 4.14 Grafik Intensitas cahaya terhadap waktu	32
Gambar 4.15 Grafik kelembapan tanah terhadap waktu	32
Gambar 4.16 Grafik curah hujan terhadap waktu	33

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jangkauan Modul XBee	9
Tabel 2.2	Spesifikasi Raspberry tipe A dan tipe B.....	10
Tabel 3.1	Alat dan Bahan.....	13

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Detail program.....	38
Lampiran 2.	Database sensor	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki potensi yang besar dalam dunia pertanian mengingat sektor pertanian selama ini merupakan sektor penyumbang PDB yang cukup besar. Pada tahun 2014 sumbangan sektor pertanian terhadap PDB adalah sekitar 13,38%. Namun, faktanya bahwa sekitar 49,41% rakyat miskin di Indonesia justru didominasi oleh mereka yang bekerja di sektor pertanian. Angka ini merupakan yang tertinggi dibandingkan dengan sumber penghasilan lainnya. Bidang pertanian merupakan salah satu sektor yang menjadi tumpuan kehidupan di Negara agraris seperti Indonesia. Hal ini didukung oleh kondisi geografis Indonesia yang terdiri dari banyak pulau dan tanah yang cocok untuk pertanian. Sumber dari departemen pertanian menyebutkan bahwa luas lahan pertanian pada tahun 2016 mencapai 44,950 juta ha. Sangat disayangkan bila hal ini tidak dapat dimanfaatkan secara optimal. Pemanfaatan secara optimal yang dapat dilakukan, salah satunya adalah dengan menerapkan teknologi yang memudahkan dalam mengelola suatu lahan pertanian [1,2].

Pertanian cerdas (*smart agriculture*) adalah sebuah sistem pertanian modern yang menggunakan teknologi masa kini untuk menunjang produktivitas hasil pertanian yang maksimal. Pertanian cerdas ini bertujuan untuk mengatur dan memprediksi hasil panen dan masalah yang dihadapi oleh para petani. Dengan menggunakan sistem *Internet of things* (IoT) diharapkan dapat membantu para petani untuk menghasilkan panen yang maksimal. Perangkat IoT dan analisis data IoT ("Big Data") dapat digunakan untuk mengotomatisasi proses, memprediksi situasi dan memperbaiki banyak aktivitas, bahkan secara real-time, sektor pertanian ini sangat dipengaruhi oleh teknologi jaringan sensor nirkabel (*Wireless Sensor Network = WSN*). Penerapan IoT ini sangat bisa diterapkan karena sensor yang digunakan dapat diandalkan keakuratan datanya sehingga para petani dapat memonitoring maupun mengontrol suatu perangkat yang ada di pertanian cerdas dalam membantu dari segi produktivitas maupun hasil panen [3].

Zigbee menggunakan Frekuensi 2,4 GHz, standar yang digunakan adalah IEEE 802.15.4. Standar tersebut digunakan untuk komunikasi data pada konsumen pengguna akhir (*end user*) maupun skala bisnis. *Zigbee* didesain dengan konsumsi daya yang sangat rendah dan bekerja untuk *network* pribadi. Perangkat *Zigbee* biasanya digunakan untuk mengendalikan sebuah alat lain maupun sebagai sensor nirkabel (*wireless*). *Zigbee* memiliki fitur dimana mampu mengatur *network* sendiri, maupun mengatur pertukaran data pada *network*. Kelebihan dari *Zigbee* antara lain adalah karena membutuhkan daya yang sangat kecil, sehingga bisa digunakan sebagai alat pengatur secara nirkabel yang penginstalan hanya perlu sekali. Selain itu *zigbee* memiliki topologi *network* “*mesh*” sehingga mampu membentuk *network* yang sangat luas dan data yang bisa diandalkan. Teknologi yang didefinisikan oleh spesifikasi *Zigbee* ditujukan untuk menjadi sederhana dan lebih murah dibandingkan *Wireless Personal Area Network (WPAN)* lain, seperti *bluetooth*. *Zigbee* ditargetkan pada frekuensi radio (RF) aplikasi yang memerlukan rate data yang rendah, baterai yang tahan lama, dan jaringan yang aman [2,4].

Beberapa penelitian yang terkait atau berkaitan dengan penelitian ini di antaranya yaitu Zhang., dkk (2007) dalam penelitian ini membandingkan keunggulan *ZigBee* dengan dua protokol jaringan nirkabel serupa lainnya, wifi dan bluetooth dan mengusulkan solusi nirkabel untuk pemantauan dan sistem kontrol rumah kaca berbasis teknologi *Zigbee*. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Wang Xin., dkk. (2018) sistem yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan aplikasi *gateway* untuk jaringan *heterogen* dalam pemantauan jarak jauh untuk penggunaan pertanian. Penelitian berikutnya dilakukan oleh Mei-Hui Liang., dkk. (2018) metode pemantauan dinamis lingkungan rumah kaca berbasis wifi, dan mewujudkan pemantauan jarak jauh, suhu, kelembapan dan intensitas rumah kaca melalui sensor rumah kaca yang dirancang dan perangkat lunak server yang dikembangkan [5-7].

Pada penelitian ini dikembangkan sebuah sistem untuk memantau suhu, kelembapan udara, intensitas cahaya, curah hujan dan kelembapan tanah berbasis WSN menggunakan arduino dan raspberry pi melalui jaringan *zigbee*, yang dapat

diakses melalui jaringan internet. Sehingga data yang dihasilkan dapat dipantau dari halaman web melalui perangkat-perangkat yang terhubung ke server melalui jaringan internet. Jaringan sensor sendiri telah berkembang dengan cepat karena memberikan solusi dengan biaya rendah yang merupakan tantangan bagi pengembangnya. Berdasarkan hal tersebut maka dikembangkan server web (*web server*) untuk mengolah data yang dibaca oleh jaringan sensor nirkabel. Sehingga pengguna dapat mengakses data sensor dari tempat manapun dan kapanpun melalui server web yang dibuat. Teknologi *raspberry-pi* menawarkan sebuah perangkat dengan biaya yang rendah dan melihat spesifikasinya sudah cukup memenuhi untuk dijadikan sebuah server web. Potensi yang besar di bidang pertanian dan adanya teknologi IoT yang dapat diterapkan, maka dilakukan penelitian tentang perancangan dan pembuatan server web jaringan sensor nirkabel zigbee berbasis arduino untuk aplikasi pertanian presisi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana rancangan dan pembuatan perangkat lunak dan keras web server jaringan sensor nirkabel zigbee?
2. Bagaimana menguji sistem server web dalam menampilkan data sensor dari *node* sensor ke *website* secara real time?
3. Bagaimana mengkoneksikan data sensor pada database server web?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan membuat perangkat lunak dan keras server web jaringan sensor nirkabel zigbee.
2. Menguji sistem server web dalam menampilkan data sensor dari *node* sensor ke *website* secara real time.
3. Mengkoneksikan data sensor pada database server web.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian tugas akhir ini hanya memfokuskan pada perancangan dan pembuatan server web jaringan sensor nirkabel zigbee berbasis arduino untuk

aplikasi pertanian presisi dan tidak membahas secara terperinci perancangan jaringan sensor nirkabel yang digunakan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Wireles Sensor Network* (WSN)

WSN mendukung berbagai macam aplikasi dalam bidang penelitian maupun rekayasa. Perkembangan teknologi semakin mengarah pada konektivitas lingkungan fisik. Kebanyakan observasi yang dilakukan di lapangan melibatkan banyak faktor dan parameter-parameter untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan akurat. Jika peneliti hendak mengambil informasi langsung di lapangan, maka kendalanya adalah biaya yang besar, waktu yang lama untuk mendeteksi fenomena yang muncul sehingga menyebabkan performansi yang tidak efisien dan tidak praktis. WSN terdiri dari dua komponen utama yaitu *node* sensor yang memiliki fungsi penyimpanan (*storage*), pemrosesan dan komunikasi, dan sensor yang dapat mengukur besaran fisis dari lingkungan dimana sensor tersebut ditempatkan [3,20].

Pada dasarnya WSN adalah merupakan jaringan dari simpul-simpul (*node-node*) yang berdiri sendiri secara individual, yang memiliki kemampuan penginderaan (*sensing*) atau pengukuran besaran fisis, menyimpan, memproses serta memiliki kemampuan komunikasi, dibangun dengan sedikit atau tanpa infrastruktur yang tetap, perangkat tersebut bekerja sama untuk memantau area, situasi atau lingkungan tertentu. Sekarang ini WSN telah dikembangkan pada beberapa lokasi, area atau lingkungan. Berdasarkan itu, WSN dapat diklasifikasikan dalam lima tipe yaitu [20,21].

1. *Terrestrial WSN*, terdiri dari seratus atau ribuan perangkat sensor (*node sensor*) yang disebar di tanah pada area tertentu, bersifat satu tujuan (*ad hoc*) dan berkomunikasi dengan stasiun pemancar (*base station*).
2. *Underground WSN*, sejumlah sensor yang disebar dalam gua, atau dipertambangan atau dibawah tanah untuk memantau kondisi di bawah tanah. Untuk berkomunikasi dengan stasiun pemancar biasanya ditempatkan sebuah perangkat pengumpul (*sink node*) di atas permukaan tanah.

3. *Underwater WSN*, dimana sejumlah sensor ditempatkan di bawah air, seperti di lingkungan lautan. Sensor yang disebar hanya beberapa dan dilengkapi dengan kendaraan yang *autonomous* yang digunakan untuk mengeksplorasi atau mengambil data dari sensor-sensor tersebut.
4. *Multimedia WSN*, terdiri dari perangkat sensor yang dilengkapi dengan peralatan kamera dan mikrofon. Sensor dapat menyimpan, memproses dan menerima data multimedia seperti *video*, *audio* dan *image*.
5. *Mobile WSN*, terdiri dari perangkat sensor bergerak yang berpindah dan berinteraksi dengan lingkungan fisik. Pergerakan tersebut dengan cara mengatur dan memposisikan ulang dirinya di jaringan dan untuk dapat melakukan pengukuran, pemrosesan dan berkomunikasi.

2.2 Aplikasi WSN di bidang Pertanian

Sensor dalam bentuk kabel maupun nirkabel sensor selama ini telah banyak digunakan dalam bidang pertanian. Deteksi lingkungan terhadap iklim sangatlah penting untuk mengambil keputusan yang benar dan lebih tepat untuk mengoptimalkan produktivitas dan kualitas mutu pertanian. WSN tradisional baru-baru ini telah berevolusi ke IoT WSN, oleh karena itu mengadopsi lebih umum untuk standar dalam hal komunikasi, memungkinkan akses remote ke internet dan menerapkan algoritma yang sangat cerdas untuk pengolahan data yang bertujuan meningkatkan pemantauan dan kontrol. Pemantauan pertanian dijadikan sebuah laporan bagi petani yang keuntungannya bisa memantau iklim secara presisi. Pendekatan dengan cara pemantauan ini membantu untuk mengambil keputusan saat tidak produktif maupun pada saat meningkatnya produktivitas pertanian. Cara pengambilan keputusan pada lahan pertanian menerapkan kontrol loop tertutup (*control close loop*) pada aplikasi *Unmanned Aerial vehicle* (UAV) bertanggung jawab untuk penyemprotan pada bahan kimia yang penting bagi tanaman [22].

Sensor yang digunakan pada pertanian cerdas meliputi sensor cuaca, sensor kelembapan tanah, sensor cahaya, stasiun cuaca (terbuat dari sensor) sensor tersebut digunakan untuk mengontrol sistem pertanian cerdas yang berupa data

dan data tersebut digunakan untuk pemantauan dan kontrol. Pemantauan menggunakan sensor lebih bagus, seperti gambar (*image*) sensor dan *powerful end-nodes*. Gambar yang diambil yang digunakan baik untuk pemantauan sistem, atau digunakan untuk pengolahan citra *on-board*, di *network (Fog computing)* atau pada server. Desain kontrol IoT pertanian dapat dilihat seperti Gambar 2.1[24].



Gambar 2.1 Desain kontrol IoT pertanian [24]

2.3 Internet of Things (IoT)

IoT pertama kali diperkenalkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999. Secara umum konsep IoT diartikan sebagai sebuah kemampuan untuk menghubungkan objek-objek cerdas dan memungkinkannya untuk berinteraksi dengan objek lain, lingkungan maupun dengan peralatan komputasi cerdas lainnya melalui jaringan internet [25].

Konsep IoT mencakup 3 elemen utama yaitu, benda fisik atau nyata yang telah diintegrasikan pada modul sensor, koneksi internet, dan pusat data pada server untuk menyimpan data ataupun informasi dari aplikasi. Penggunaan benda yang terkoneksi ke internet akan menghimpun data yang kemudian terkumpul menjadi '*big data*' untuk kemudian diolah, dianalisa baik oleh instansi pemerintah, perusahaan terkait, maupun instansi lain kemudian dimanfaatkan bagi kepentingan masing-masing [26].

2.4 Arduino Uno

Arduino UNO merupakan board mikrokontroler yang menggunakan

mikrokontroler ATmega328, Arduino UNO memiliki konfigurasi 14 pin I/O (*Input Output*) digital, yang sebagian 6 juga berfungsi sebagai *Pulse Width Modulator (PWM)* untuk keluaran analog, 6 Pin sebagai masukan analog, 1 pin RX-TX dan 1 pin *Analogue Reference (AREF)*. Dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB akan memberikan tegangan *Direct Current (DC)* dari baterai atau adaptor *Alternating Current (AC) to DC* sebagai sumber tegangan untuk arduino. Arduino menggunakan firmware ATmega16U2 yang diprogram sebagai *USB to serial converter* untuk komunikasi serial ke komputer melalui port USB. Arduino UNO dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut ini [11].



Gambar 2.2 Arduino UNO Board

Jenis arduino ini adalah yang paling banyak digunakan. Versi yang terakhir adalah Arduino Uno R3 (Revisi 3), menggunakan ATMEGA328 sebagai mikrokontrollernya, memiliki 14 pin *Input/Output (I/O) digital* dan 6 pin masukan analog. Untuk pemograman cukup menggunakan koneksi USB yang sama seperti yang digunakan pada USB printer [9].

Arduino UNO R3 adalah papan pengembangan (*development board*) mikrokontroler yang berbasis *chip* ATmega328P. Disebut sebagai papan pengembangan karena *board* ini memang berfungsi sebagai arena pembuatan (*prototyping*) sirkuit mikrokontroler [10].

2.5 ZigBee

Nama *zigbee* sebenarnya merupakan kependekan dari dua kata yaitu *zigzag* dan *bee*, yang berarti lebah terbang dengan perubahan arah. Namun secara umum, *zigbee* merupakan sebuah spesifikasi untuk protokol komunikasi tingkat

tinggi yang mengacu pada standar IEEE 802.15.4. Keunggulan dari *zigbee* adalah rendahnya daya yang dibutuhkan karena biasa digunakan dalam jaringan berskala kecil (*personal*), sehingga dapat digunakan sebagai perangkat pengatur secara nirkabel, dengan penggunaan sumber dayanya yang rendah. Walaupun area yang dicakup (*coverage area*) tidak begitu luas, teknologi ini sesuai untuk diimplementasikan pada peralatan nirkabel yang berada di dalam rumah, perkantoran, taman kota, dan lain-lain [9].

XBee merupakan sebuah modul komunikasi radio yang diproduksi oleh *Digi International*. Modul XBee dapat melakukan komunikasi antara satu dengan lainnya tanpa melalui kabel. Modul XBee cocok digunakan pada aplikasi-aplikasi yang memerlukan komunikasi antar modul yang tersebar, namun memiliki kesulitan apabila dihubungkan melalui kabel [8].

Tabel II.1 Jangkauan Modul XBee

Jenis XBee	Jangkauan <i>Line of Sight</i>	Arus Tx	Arus Rx
XBee 2.4 Ghz S1 Reguler	90 m	45 mA	50 mA
XBee 2.4 S1 Ghz Pro	1,6 km	250 mA	55 mA
XBee 2.4 S1 Ghz Pro <i>International J varian</i>	1 km	150 mA	55 mA
XBee Pro 900 Mhz S3B	14,5 km	215 mA	29 mA
XBee 868 Mhz S8	4 km	48 mA	27 mA

XBee diproduksi dalam varian XBee reguler dan XBee Pro pada frekuensi 2,4 GHz. Perbedaan dari keduanya terletak pada jarak jangkauan antara 2 modul XBee. Modul XBee pro menggunakan daya pancar yang lebih besar, sehingga jarak jangkauan XBee pro lebih jauh dibandingkan dengan XBee reguler. XBee pro juga memiliki harga yang lebih mahal daripada XBee reguler. Selain frekuensi 2,4 GHz, XBee juga mengeluarkan varian dengan frekuensi 900 MHz dan

frekuensi 868 MHz. Perbedaan jarak jangkauan antar modul XBee dapat dilihat pada tabel 1[8].

2.6 Raspberry Pi

Raspberry pi merupakan sebuah komputer (*single board computer*) dikembangkan oleh yayasan raspberry pi dengan spesifikasi *chip Broadcom BCM2835*, prosesor *ARM1176JZF-S 700 Mhz*, *VideoCore IV GPU*, memori RAM 512 MB. Raspberry Pi beroperasi seperti PC standar, membutuhkan *keyboard* untuk masuk perintah, unit *display* dan *power supply*. SD MIPRO merupakan kartu memori *flash* yang biasanya digunakan *hard drive* pada Raspberry Pi [12-14]. Sepesifikasi raspberry tipe A dan tipe B dapat dilihat pada tabel II.2

Tabel II.2 Spesifikasi Raspberry tipe A dan tipe B [13]

Fitur Teknis	Model A	Model B
50c (System on Chip)	Broadcom BCM2835	
CPU	700 MHz Low power ARM1176JZ-F	
GPU	Dual Core VideoCore IV multimedia Co-processor	
Memory	256MB SDRAM	512MB SDRAM
USB2.0	1	2
Video Out	Composite RCA (PAL and NTSC), HDMI	
Audio Out	3,5 mm jack, HDMI	
Storage	SD/MMC/SDIO card slot	
Network	No Port	RJ45 Ethernet
Perpheral Connectors	8xGPIO, UART, 12C bus, SPI bus	
Power Source	8xGPIO, UART, 12C bus, SPI bus	

Raspberry Pi terdiri dari banyak bagian perangkat keras yang penting dengan beberapa fungsi yang penting. Bagian utama dari raspberry pi adalah prosessornya. Setiap raspberry pi memiliki *BCM2835 chip broadcom* yang mewujudkan suatu CPU inti *ARM1176JZF-S*. *Chip* ini memiliki *clock speed 700 mHz* dan merupakan sistem 32-bit. Raspberry pi memiliki slot kartu SD untuk

kartu SD yang bertindak sebagai media penyimpanan yang semuanya termasuk sistem operasi dan file lainnya disimpan dalam kartu SD. Port HDMI digunakan sebagai audio dan *video output*. Sebuah HDMI ke DVI yang biasanya digunakan oleh monitor. Raspberry pi membutuhkan catu daya 5V DC melalui micro USB. Perangkat ini juga memiliki konektor video komposit RCA untuk output video serta *jack stereo* 3,5 mm untuk *output* audio. Raspberry Pi memiliki 26 GPIO pin yang membantu untuk terhubung ke peripheral tingkat rendah dan *expansion boards*. RaspberrypPi model A dan raspberrypi model B dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut ini [15,16].



Gambar 2.3 Raspberry pi model A (kiri) dan raspberrypi model B (kanan) [16].

2.7 Soil Moisture Sensor

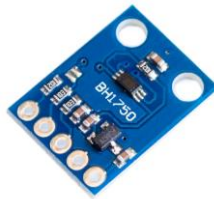
Sensor kelembapan tanah (*soil moisture*) sensor mampu mengukur kadar air di dalam tanah, dengan 2 buah probe pada ujung sensor. Dalam satu set sensor kelembapan tipe YL-69 terdapat sebuah modul yang di dalamnya terdapat IC LM393 yang berfungsi untuk proses pembandingan offset rendah yang lebih rendah dari 5mV, yang sangat stabil dan presisi. Sensitivitas pendeteksian dapat diatur dengan memutar potensiometer yang terpasang di modul pemroses. Untuk pendeteksian secara presisi menggunakan mikrokontrol atau arduino, dapat menggunakan keluaran analog (sambungan dengan pin ADC atau analog *input* mikrokontrol). Modul ini dapat menggunakan catu daya 3,3 Volt hingga 5 Volt sehingga fleksibel untuk digunakan pada berbagai macam mikrokontrol. Pada Gambar 2.4 adalah sensor kelembapan tanah jenis YL-69 [27].



Gambar 2.4 sensor kelembapan tanah YL-69 [27].

2.8 Sensor Intensitas Cahaya BH1750

Sensor intensitas cahaya BH1750 digunakan sebagai sensor pembaca intensitas cahaya matahari dengan satuan *Lux* (lx) yang mempunyai jangkauan pengukuran dari 0 - 65535. Sensor ini merupakan sebuah modul sistem minimum dari IC BH1750 yang mempunyai 5 buah pin untuk suplai dan komunikasi seperti pada Gambar 2.5[29,30].



Gambar 2.5 Sensor intensitas cahaya BH1750 [30].

2.9 Sensor DHT22

DHT22 merupakan sebuah sensor digital yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara. Sensor ini memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik. Fitur kalibrasi yang terdapat pada sensor ini juga sangat akurat. Keluaran sensor DHT22 berupa sinyal digital serta memiliki 4 pin yang terdiri dari *power supply*, data signal, *null*, dan *ground*. Jangkauan pengukuran temperatur dari sensor ini adalahh 0-50°C dan jangkauan pengukuran kelembapan relatif sebesar 20 – 90 %. Bentuk fisik dari sensor DHT11 ditunjukkan pada Gambar 2.6 [31].



Gambar 2.6. Sensor DHT22 [31].

2. 10 Raindrop Sensor

Raindrop sensor adalah sebuah alat yang dapat mendeteksi hujan atau adanya cuaca hujan yang berada disekitarnya, sensor ini dapat digunakan sebagai *switch*, saat adanya tetesan air hujan yang jatuh melewati *raining board* yang terdapat pada sensor, selain itu *raindrop* sensor dapat juga digunakan untuk mengukur intensitas curah hujan. Output analog *raindrop* sensor digunakan untuk melakukan pendeteksian hujan, dengan kondisi nilai output sensor tinggi pada saat tidak mendeteksi hujan, sedangkan pada saat sensor mendeteksi hujan, nilai output sensor rendah. Pada Gambar 2.7 memperlihatkan modul *raindrop* sensor [32-34].



Gambar 2.7 Modul raindrop sensor

2.11 Webserver

2.11.1 PHP

Personal Hypertext Processor (PHP) adalah bahasa server *side scripting* yang menyatu dengan *Hypertext Markup Language* (HTML) untuk membuat halaman web yang dinamis. Karena PHP merupakan server *side scripting* maka sintak dan perintah perintah PHP akan dieksekusi ke server kemudian hasilnya dikirim ke *browser* dalam format HTML [14]. PHP juga dapat berjalan pada berbagai server web seperti *Internal Information Server* (IIS), *Personal Web Server* (PWS), Apache dan Xitami. PHP juga mampu lintas platform artinya PHP dapat berjalan dibanyak sistem operasi yang beredar saat ini. Salah satu keunggulan yang dimiliki oleh PHP adalah kemampuannya untuk melakukan koneksi ke berbagai macam perangkat lunak (*software*) sistem manajemen database atau *Database Management System* (DBMS), sehingga dapat menciptakan suatu halaman web yang dinamis [18].

2.11.2 MySQL

MySQL merupakan perangkat lunak database *open source* yang paling populer di dunia MySQL menjadi pilihan utama bagi banyak pengembang *software* dan aplikasi hal ini dikarenakan kelebihan MySQL di antaranya sintaksnya yang mudah dipahami, didukung program-program umum seperti C, C++, Java, PHP, Python. Pengguna MySQL tidak hanya sebatas pengguna perseorangan maupun perusahaan kecil, namun perusahaan seperti Yahoo, Google, Nokia, Youtube, Wordpress juga menggunakan DBMS MySQL [19].

MySQL adalah *Relational Database Management System* (RDBMS) yang didistribusikan secara gratis di bawah lisensi *General Public License* (GPL). Dimana setiap orang bebas untuk menggunakan MySQL, namun tidak boleh dijadikan produk turunan yang bersifat komersil. MySQL sebenarnya merupakan turunan salah satu konsep utama database sejak lama, yaitu *Structured Query Language* (SQL). SQL adalah sebuah konsep pengoperasian database terutama untuk pemilihan atau seleksi dan pemasukan data yang memungkinkan pengoperasian data dikerjakan dengan mudah secara otomatis. Keadaan suatu sistem database dapat diketahui dari kerja optimizernya dalam melakukan proses

perintah-perintah SQL yang dibuat oleh pengguna maupun program-program aplikasinya. Sebagai database server, MySQL dapat dikatakan lebih unggul dibandingkan database server lainnya dalam *Query* data [19].