

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN APLIKASI MOBILE PEMANTAUAN
KUALITAS AIR PADA SISTEM HIDROPONIK BERBASIS
WIRELESS SENSOR NETWORK**



DIONISIUS SALVAVICTORI WANGGUR

NPM: 2017730005

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2022**

UNDERGRADUATE THESIS

**MOBILE APPLICATION DEVELOPMENT FOR MONITORING
WATER QUALITY IN HYDROPONICS USING WIRELESS
SENSOR NETWORK**



DIONISIUS SALVAVICTORI WANGGUR

NPM: 2017730005

**DEPARTMENT OF INFORMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGEMBANGAN APLIKASI MOBILE PEMANTAUAN KUALITAS AIR PADA SISTEM HIDROPONIK BERBASIS WIRELESS SENSOR NETWORK

DIONISIUS SALVAVICTORI WANGGUR

NPM: 2017730005

Bandung, 30 Juni 2022

Menyetujui,

Pembimbing

Digitally signed
by Elisati Hulu

Elisati Hulu, M.T.

Ketua Tim Penguji

Digitally signed
by Keenan

Adiwijaya Leman

Keenan Adiwijaya Leman, M.T.

Anggota Tim Penguji

Digitally signed
by Chandra

Wijaya

Chandra Wijaya, M.T.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Digitally signed
by Mariskha Tri

Adithia

Mariskha Tri Adithia, P.D.Eng

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

PENGEMBANGAN APLIKASI MOBILE PEMANTAUAN KUALITAS AIR PADA SISTEM HIDROPONIK BERBASIS WIRELESS SENSOR NETWORK

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 30 Juni 2022



DIONISIUS SALVAVICTORI WANGGUR
NPM: 2017730005

ABSTRAK

Hidroponik merupakan metode penanaman tanpa menggunakan media tanah. Salah satu media yang digunakan pada hidroponik adalah air. Pada teknik penanaman hidroponik, kualitas air dan kandungan nutrisi yang diberikan harus diperhatikan dengan baik. Keberhasilan dalam budidaya hidroponik dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tingkat kelarutan nutrisi, kadar pH, dan suhu air pada sistem hidroponik. Faktor-faktor ini harus secara rutin dipantau dan dikoreksi sesuai dengan kebutuhan tanaman. Umumnya proses pemantauan ini masih dilakukan secara manual.

Dalam skripsi ini, akan dibangun jaringan pemantauan kualitas air sistem hidroponik berbasis *wireless sensor network* (WSN). Jaringan pemantauan yang dibangun digunakan untuk memantau kualitas air sistem hidroponik dengan teknik *deep flow technique* (DFT). Tujuannya adalah untuk mempermudah pemantauan kualitas air pada sistem hidroponik DFT. Sistem pemantauan yang dibangun berbasis *microcontroller* (Arduino dan Raspberry Pi) yang terintegrasi dengan komponen lain seperti sensor analog. Hasil pemantauan dengan menggunakan WSN akan dilihat dengan menggunakan aplikasi *mobile*.

Berdasarkan hasil pengujian yang sudah dilakukan, jaringan pemantauan kualitas air hidroponik DFT berbasis WSN mampu mendeteksi perubahan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas pertumbuhan tanaman. Faktor-faktor yang dimaksud, yaitu suhu udara, suhu air, kelembaban, derajat keasaman (pH), dan tingkat konsentrasi larutan. Aplikasi *mobile* pemantauan kualitas air pada sistem hidroponik DFT mampu menampilkan nilai dari parameter pemantauan kualitas air secara *realtime*, dapat menampilkan pergerakan rata-rata nilai parameter pemantauan, dan dapat menampilkan data riwayat pemantauan.

Kata-kata kunci: Hidroponik, *Wireless Sensor Network* (WSN), *Microcontroller*, *Deep Flow Technique* (DFT)

ABSTRACT

Hydroponics is a method of planting without using soil media. One of the media used in hydroponics is water. In the hydroponic planting technique, the quality of the water and the nutritional content provided must be considered properly. Success in hydroponic cultivation is influenced by several factors such as the level of nutrient solubility, pH levels, and water temperature in the hydroponic system. These factors must be regularly monitored and corrected according to the needs of the plant. Generally, this monitoring process is still done manually.

In this thesis, a wireless sensor network (WSN)-based hydroponic water quality monitoring network will be built. The monitoring network that was built was used to monitor the water quality of the hydroponic system using the deep flow technique (DFT). The goal is to automate the water quality monitoring process in the DFT hydroponic system. The automation system built is based on a microcontroller (Arduino and Raspberry Pi) which is integrated with other components such as analog sensors. Monitoring results using WSN will be viewed using a mobile application.

Based on the tests that have been carried out, the WSN-based DFT hydroponic water quality monitoring network is able to detect factors that affect the quality of plant growth. The factors in question are; air temperature, water temperature, humidity, degree of acidity (pH), and level of solution concentration (ppm). The water quality monitoring mobile application on the DFT hydroponic system is able to display the values of the air quality monitoring parameters in real time, can display the average movement of monitoring parameters, and can display monitoring data.

Keywords: Hydroponics, Wireless Sensor Network (WSN), Microcontroller, Deep Flow Technique (DFT)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Pengembangan Aplikasi Mobile Pemantauan Kualitas Air Pada Sistem Hidroponik Berbasis Wireless Sensor Network**”. Selama penyusunan skripsi ini, penulis banyak menghadapi berbagai kendala dan masalah. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara khusus, penulis ingin berterima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas anugerah, berkat, dan rahmat-Nya.
2. Kedua orang tua yang telah mendidik dan membesarkan penulis dengan penuh rasa kasih sayang serta kepada saudari penulis. Karena mereka, penulis selalu semangat dalam menjalani hidup dan mengejar cita-cita yang menjadi impian penulis.
3. Keluarga dan teman-teman yang selalu memberikan dukungan kepada penulis, baik berupa doa dan dukungan mental serta materiil.
4. Bapa Elisati Hulu, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, mendukung, dan memberikan bantuan kepada penulis dalam proses penyusunan skripsi ini.
5. Dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun, sehingga penelitian ini menjadi lebih baik.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan penelitian ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan informasi yang bermanfaat dan menjadi inspirasi untuk penelitian-penelitian berikutnya.

Bandung, Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi	3
1.6 Sistematika Pembahasan	3
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Hidroponik	5
2.1.1 Deep Flow Technique	5
2.1.2 Kelebihan dan Kekurangan Sistem Hidroponik Deep Flow Technique	6
2.1.3 Unsur-unsur Nutrisi Hidroponik	6
2.1.4 Parameter Pemantauan Nutrisi dan Kualitas Air pada Hidroponik	8
2.2 Wireless Sensor Network	9
2.2.1 Aplikasi Wireless Sensor Network dalam berbagai bidang Kehidupan	9
2.2.2 Jenis-Jenis Node [1]	10
2.2.3 Arsitektur <i>Wireless Sensor Network</i> [1]	10
2.2.4 Topologi Wireless Sensor Network [1]	10
2.2.5 Protokol Komunikasi Wireless Sensor Network [1]	13
2.3 Mikrokontroler [2]	13
2.3.1 Arduino [1]	13
2.3.2 Raspberry	14
2.4 Sensor	15
2.4.1 Definisi Sensor	15
2.4.2 Jenis-jenis Sensor	17
2.5 XBee	17
2.5.1 Arsitektur XBee	17
2.5.2 Konsep Jaringan XBee	18
2.6 <i>Web Services</i>	19
2.6.1 Definisi <i>Web Services</i>	19
2.6.2 Karakteristik <i>Web Services</i>	20
2.6.3 Arsitektur <i>Web Services</i>	20
2.6.4 Jenis-Jenis <i>Web Services</i>	21
3 ANALISIS	23
3.1 Review Perangkat Lunak Yang Ada	23

3.2	Deskripsi Sistem	23
3.3	Analisis Arsitektur dan Topologi WSN	24
3.4	Analisis Perangkat Lunak	25
3.4.1	Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak	25
3.4.2	Analisis <i>Data Flow Diagram</i> Node Sensor	27
3.4.3	Analisis <i>Data Flow Diagram</i> Node <i>Base Station</i>	27
3.4.4	Analisis Diagram Kelas <i>Web Services</i>	28
3.4.5	Analisis Diagram Kelas Aplikasi <i>Mobile</i>	30
3.4.6	<i>Use Case Diagram</i>	32
3.5	Analisis Perancangan Basis Data	37
3.6	Analisis Format Pesan	39
4	PERANCANGAN	41
4.1	Perancangan Interaksi Antar Komponen	41
4.1.1	<i>Sequence Diagram</i> “Memulai Proses <i>Sensing</i> ”	41
4.1.2	<i>Sequence Diagram</i> “Memberhentikan Proses <i>Sensing</i> ”	42
4.1.3	<i>Sequence Diagram</i> “Memantau Parameter Kualitas Air”	42
4.1.4	<i>Sequence Diagram</i> “Melihat Data Statistik”	43
4.1.5	<i>Sequence Diagram</i> “Melihat Data Riwayat Pemantauan”	44
4.2	Perancangan Antarmuka Aplikasi <i>Mobile</i>	44
4.2.1	Antarmuka <i>Login</i>	44
4.2.2	Antarmuka <i>Monitoring</i>	44
4.2.3	Antarmuka <i>Statistics</i>	45
4.2.4	Antarmuka <i>History</i>	46
4.2.5	Antarmuka <i>Navigation</i>	47
4.3	Perancangan Perangkat Lunak <i>Base Station</i> dan Node Sensor	47
4.3.1	Perancangan Perangkat Lunak <i>Base Station</i>	47
4.3.2	Perancangan Perangkat Lunak Node Sensor	48
4.4	Perancangan Diagram Kelas	50
4.4.1	Perancangan Diagram Kelas <i>Web Services</i>	50
5	IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	55
5.1	Implementasi	55
5.1.1	Lingkungan Implementasi	55
5.1.2	Implementasi Antarmuka Aplikasi <i>Mobile</i>	56
5.1.3	Implementasi Program	58
5.2	Pengujian Fungsional	67
5.3	Pengujian Eksperimental	68
5.3.1	Lingkungan Penelitian	68
5.3.2	Penempatan Node Sensor	69
5.3.3	Penentuan Ambang Batas Parameter Pemantauan dan Hasil Penelitian	71
5.3.4	Kesimpulan Hasil Pengujian Eksperimental	74
5.4	Kendala	74
6	KESIMPULAN DAN SARAN	77
6.1	Kesimpulan	77
6.2	Saran	77
	DAFTAR REFERENSI	79
	A KODE PROGRAM	81
	B HASIL EKSPERIMEN	105

DAFTAR GAMBAR

1.1	Metode DFT (<i>Deep Flow Technique</i>)	1
2.1	<i>Flat vs Hierarchical Architecture</i>	10
2.2	Topologi <i>Wireless Sensor Network</i>	11
2.3	Topologi <i>Wireless Sensor Network</i>	12
2.4	Single Hop vs Multi Hop Communication in Sensor Networks	13
2.5	Arduino	14
2.6	Raspberry	15
2.7	Sensor Kelembaban Udara dan Sensor Suhu Air	16
2.8	Sensor pH dan Sensor TDS	16
2.9	Arsitektur XBee	18
2.10	Skema Penggunaan <i>Web Services</i>	19
3.1	Visualisasi Arsitektur dan Topologi Jaringan	25
3.2	<i>Data Flow Diagram</i> Node Sensor	27
3.3	<i>Data Flow Diagram</i> Node <i>Base Station</i>	28
3.4	Kelas Diagram <i>Web Services</i>	29
3.5	Kelas Diagram Aplikasi <i>Mobile</i>	30
3.6	<i>Use Case Diagram</i> Admin	32
3.7	<i>Use Case Diagram</i> User	34
3.8	<i>Entity Relationship Diagram</i> (ERD)	37
4.1	<i>Sequence Diagram</i> “Memulai Proses <i>Sensing</i> ”	41
4.2	<i>Sequence Diagram</i> “Memberhentikan Proses <i>Sensing</i> ”	42
4.3	<i>Sequence Diagram</i> “Memantau Paramter Kualitas Air”	43
4.4	<i>Sequence Diagram</i> “Melihat Data Statistik”	43
4.5	<i>Sequence Diagram</i> “Melihat Data Riwayat Pemantauan”	44
4.6	Antarmuka <i>Login</i>	45
4.7	Antarmuka <i>Monitoring</i>	45
4.8	Antarmuka <i>Statistics</i>	46
4.9	Antarmuka <i>History</i>	46
4.10	Antarmuka <i>Navigation</i>	47
4.11	Kelas Diagram Folder <i>Model</i>	51
4.12	Kelas Diagram Folder <i>Controller</i>	52
4.13	Kelas Diagram Folder <i>View</i>	53
4.14	Kelas Diagram <i>Web Services</i>	53
5.1	Hasil Implementasi Halaman <i>Login</i>	56
5.2	Impelementasi Antarmuka Aplikasi <i>Mobile</i>	57
5.3	Peta Lokasi	69
5.4	Lokasi Pemantauan Sistem Hidroponik DFT	69
5.5	Pemasangan Node Sensor pada Saluran Air	70
5.6	Pemasangan Node Sensor pada Tangki Air	70

B.1	Pemantauan Suhu Udara Node Sensor Sore Hari	105
B.2	Pemantauan Suhu Udara Node Sensor Siang Hari	105
B.3	Pemantauan Suhu Air Node Sensor Sore Hari	105
B.4	Pemantauan Suhu Air Node Sensor Siang Hari	105
B.5	Pemantauan pH Node Sensor Sore Hari	106
B.6	Pemantauan pH Node Sensor Siang Hari	106
B.7	Pemantauan Kelembaban Node Sensor Sore Hari	106
B.8	Pemantauan Kelembaban Node Sensor Siang Hari	106
B.9	Pemantauan TDS Node Sensor Sore Hari	107
B.10	Pemantauan TDS Node Sensor Siang Hari	107

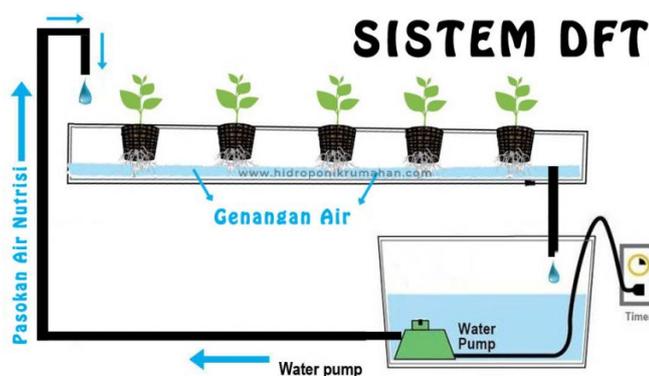
BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Budidaya tanaman dengan menggunakan sistem hidroponik telah dikenal dan berkembang secara komersial pada awal tahun 1900-an di Amerika Serikat (Douglas 1985). Di Indonesia, kultur hidroponik telah mulai mendapat perhatian masyarakat dan berkembang sejak tahun 1980-an, yang dimulai oleh beberapa pengusaha di daerah perkotaan. Sistem hidroponik hadir untuk mengatasi kendala yang terjadi pada sistem pertanian konvensional. Kendala yang dimaksudkan mencakup ketersediaan lahan pertanian yang semakin sempit di daerah perkotaan, kondisi lingkungan yang mengakibatkan tingkat kesuburan tanah yang rendah beserta suhu dan kelembaban udara yang tinggi sepanjang tahun cenderung meningkatkan perkembangan gulma, hama, dan penyakit. Hidroponik merupakan metode penanaman dengan memanfaatkan air tanpa tanah sebagai media tumbuh. Sistem Hidroponik pada dasarnya merupakan modifikasi dari sistem pengelolaan budidaya tanaman di lapangan secara lebih intensif untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas produksi tanaman serta menjamin kontinuitas produksi tanaman.

Pada teknik penanaman hidroponik, kualitas air dan kandungan nutrisi yang diberikan harus diperhatikan dengan baik. Kualitas air menjadi faktor utama keberhasilan pada teknik penanaman hidroponik. Air pada penanaman hidroponik harus memenuhi beberapa kriteria tertentu. Air yang digunakan pada tanaman hidroponik harus bersih, tidak mengandung kotoran, sampah atau lumpur. Air yang belum dicampur dengan nutrisi/pupuk hidroponik disebut dengan air baku. Air baku yang digunakan tidak boleh mengandung Chlor atau zat pencemar lainnya. Air baku bisa berupa air tanah, air sumur, dan air hujan. Nutrisi yang diberikan pada tanaman juga harus terpenuhi dengan baik, karena jika tidak, dalam jangka waktu tertentu akan berdampak terhadap kualitas pertumbuhan pada tanaman tersebut. Penanaman teknik hidroponik memiliki beberapa metode, salah satu yang paling umum dikenal adalah metode DFT (*Deep Flow Technique*). DFT memiliki karakteristik berupa genangan air dalam pipa sedalam 4 – 6 cm dan nutrisi yang dibutuhkan tanaman dilarutkan dalam air yang disirkulasikan.



Gambar 1.1: Metode DFT (*Deep Flow Technique*)

Kualitas air dalam budidaya hidroponik dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tingkat konsentrasi/kelarutan nutrisi (*ppm/part per million*), derajat keasaman (kadar pH), kelembaban, dan suhu; yang meliputi suhu lingkungan dan larutan pada sistem hidroponik tersebut. Faktor-faktor ini harus secara rutin dipantau dan dikoreksi sesuai dengan kebutuhan tanaman. Pada umumnya, proses pemantauan ini masih dilakukan secara manual, untuk tanaman hidroponik skala kecil (hanya satu sistem hidroponik) yang dikembangkan di rumah, pemantauan tersebut masih mungkin dilakukan dengan mengukur langsung pada tangki air. Tetapi pada sistem hidroponik dengan skala yang sudah cukup besar tentu membutuhkan waktu untuk melakukan pemantauan untuk semua tangki air yang ada pada sistem hidroponik tersebut. Hal ini tentunya merepotkan dan menyita banyak waktu, karena harus dilakukan terhadap semua sistem yang ada serta tidak bisa dipantau dari jarak jauh.

Oleh karena itu, dibutuhkan sistem yang mampu memantau kualitas air secara berkala demi meningkatkan keberhasilan dalam budidaya hidroponik. Sistem pemantauan akan sangat membantu dalam mempermudah kegiatan budidaya secara hidroponik. Sistem pemantauan dibuat dengan cara membangun jaringan *Wireless Sensor Network* (WSN) pada sistem hidroponik. Jaringan pemantauan yang dibangun berbasis *microcontroller* yang terintegrasi dengan komponen lain seperti sensor analog. Dari beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air dalam budidaya secara hidroponik, pemantauan hanya akan dilakukan untuk beberapa faktor saja seperti, tingkat konsentrasi/kelarutan nutrisi (*ppm/part per million*), kadar pH, kadar kelembaban dan suhu. Sistem pemantauan akan dibangun pada sistem hidroponik dengan metode DFT. Hasil pemantauan dengan menggunakan WSN akan dipantau dengan menggunakan aplikasi *mobile* yang akan dibangun pada jaringan pemantauan dan diharapkan akan mempermudah dan memberikan efisiensi dalam kegiatan pemantauan kualitas air pada sistem hidroponik.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah yang ada dari latar belakang tersebut adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara membangun sistem pemantauan kualitas air pada sistem hidroponik DFT menggunakan WSN?
2. Bagaimana cara membangun perangkat lunak pemantauan kualitas air pada sistem hidroponik menggunakan WSN berbasis Arduino?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan skripsi “**Pengembangan Aplikasi *Mobile* Pemantauan Kualitas Air pada Sistem Hidroponik menggunakan WSN**” adalah sebagai berikut:

1. Membangun jaringan WSN pada sistem hidroponik DFT untuk memantau kualitas air dengan memanfaatkan sensor yang diintegrasikan dengan perangkat Arduino.
2. Membangun aplikasi *mobile* pemantauan kualitas air pada sistem hidroponik menggunakan WSN berbasis Arduino.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang ada pada Pengembangan Aplikasi *Mobile* Pemantauan Kualitas Air pada Sistem Hidroponik menggunakan WSN, yaitu:

1. Pengembangan sistem pemantauan yang dibangun hanya untuk sistem hidroponik DFT.
2. Parameter kualitas air yang akan dipantau adalah tingkat konsentrasi/kelarutan nutrisi (*ppm*), kadar pH, kelembaban, dan suhu.

1.5 Metodologi

Metodologi yang akan dilakukan dalam pengerjaan skripsi ini akan disusun dalam beberapa tahapan. Tahapan yang dimaksud adalah:

1. Mencari lokasi yang memiliki sistem hidroponik dengan skala industri sebagai calon area atau lahan pemantauan untuk dapat membangun lingkungan penelitian.
2. Studi literatur:
 - Mempelajari tentang hidroponik DFT.
 - Mempelajari teknologi *wireless sensor network* dan cara kerjanya.
 - Mempelajari Arduino dan pemrogramannya
 - Mempelajari bahasa pemrograman C/C++.
 - Mencari dan mempelajari node sensor yang akan digunakan untuk penelitian sesuai dengan *requirement* sistem hidroponik DFT.
 - Mempelajari pemrograman *mobile* di Android.
3. Analisis:
 - Menganalisis sistem dan perangkat lunak yang akan dibangun
 - Merancang aplikasi *mobile* yang menyediakan *data sensing* dari jaringan WSN secara *real-time*.
4. Implementasi:
 - Membangun jaringan WSN pada sistem hidroponik DFT.
 - Mengembangkan *web services* dari sistem pemantauan.
 - Membangun aplikasi *mobile* yang menyediakan *data sensing* dari jaringan WSN secara *real-time*.
5. Melakukan pengujian fitur-fitur yang sudah dibuat.
6. Menulis dokumen skripsi.

1.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan dalam makalah ini adalah sebagai berikut:

Bab 1 Pendahuluan, membahas gambaran umum tentang penelitian yang akan dilakukan. Bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi penelitian yang menjadi acuan penelitian, dan sistematika pembahasan.

Bab 2 Dasar Teori, memuat dasar teori atau teori penunjang untuk mendukung perancangan, pembangunan dan pengembangan aplikasi *mobile* pemantauan kualitas air pada sistem hidroponik DFT menggunakan WSN. Bab ini berisi penjelasan mengenai hidroponik, *wireless sensor network*, arsitektur dan topologi jaringan, mikrokontroler, dan sensor. Dasar teori ini diambil dari berbagai sumber diantaranya buku, jurnal, paper artikel resmi dari internet.

Bab 3 Analisis, menganalisis spesifikasi perangkat yang dibutuhkan untuk membangun jaringan dan perangkat lunak aplikasi *mobile* pemantauan kualitas air pada sistem hidroponik DFT menggunakan WSN. Bab ini berisi review perangkat lunak atau sistem yang sudah ada, deskripsi singkat perangkat lunak, analisis arsitektur dan topologi jaringan yang akan digunakan, analisis kebutuhan perangkat lunak, analisis perancangan *database* dan analisis format pesan.

Bab 4 Perancangan, merancang perangkat lunak yang dibutuhkan seperti perangkat lunak node sensor, perangkat lunak *base station*, *web service*, dan aplikasi *mobile* untuk membangun jaringan pemantauan kualitas air pada sistem hidroponik DFT menggunakan WSN. Bab ini berisi perancangan interaksi antar komponen, perancangan antarmuka aplikasi *mobile*, perancangan perangkat lunak dan perancangan diagram kelas.

Bab 5 Implementasi dan Pengujian, membangun dan menguji perangkat lunak aplikasi *mobile* pemantauan kualitas air pada sistem hidroponik DFT menggunakan WSN. Bab ini berisi implemen-

tasi, pengujian eksperimental, dan kendala yang dihadapi dalam membangun jaringan pemantauan berbasis WSN.

Bab 6 Kesimpulan dan Saran, membahas mengenai kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian dan berisi saran terkait pembangunan sistem pemantauan kualitas air sistem hidroponik DFT berbasis WSN.