

SKRIPSI

PENGEMBANGAN APLIKASI PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN SISTEM PLANT WATERING PADA KEBUN MENGGUNAKAN WIRELESS SENSOR NETWORK



Vicky Ricardo Savero

NPM: 6181801011

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

UNDERGRADUATE THESIS

**APPLICATION DEVELOPMENT FOR MONITORING AND
CONTROLLING PLANT WATERING SYSTEMS IN
GARDENS USING WIRELESS SENSOR NETWORK**



Vicky Ricardo Savero

NPM: 6181801011

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

LEMBAR PENGESAHAN

PENGEMBANGAN APLIKASI PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN SISTEM PLANT WATERING PADA KEBUN MENGUNAKAN WIRELESS SENSOR NETWORK

Vicky Ricardo Savero

NPM: 6181801011

Bandung, 28 Juni 2022

Menyetujui,

Pembimbing

Digitally signed
by Elisati Hulu

Elisati Hulu, M.T.

Ketua Tim Penguji
Digitally signed
by Veronica Sri
Moertini

Dr. Veronica Sri Moertini

Anggota Tim Penguji
Digitally signed
by Raymond
Chandra Putra

Raymond Chandra Putra, 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 PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN SISTEM PLANT WATERING PADA KEBUN MENGGUNAKAN 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 28 Juni 2022



Vicky Ricardo Savero
NPM: 6181801011

ABSTRAK

Penyiraman pada tanaman biasanya dilakukan secara manual, pada skripsi ini di bangun sebuah perangkat lunak untuk memantau kondisi dari kebun secara *wireless*, dan untuk kontrol penyiraman pada tanaman di kebun menggunakan logika fuzzy untuk mengatur lama penyiramannya. Tujuan dari skripsi ini adalah membangun sistem pengendalian penyiraman tanaman secara otomatis yang menerapkan logika fuzzy dan membangun perangkat lunak pemantauan tanaman menggunakan *wireless sensor network*.

Metode yang digunakan untuk pengendalian penyiraman adalah menggunakan metode *Mamdani Fuzzy Logic*, dan untuk pemantauan metode yang digunakan adalah *wireless sensor network*. *Wireless Sensor Network* merupakan sebuah jaringan nirkabel yang terdiri dari node-node sensor yang digunakan untuk melakukan *sensing* yang disebar pada suatu tempat. Pada *wireless sensor network* terdapat node sensor dan juga *base-station*, *base-station* berfungsi untuk menerima data-data yang dikirimkan oleh node sensor dan mengirimkannya ke basis data aplikasi. *Mamdani fuzzy logic* merupakan pemodelan menggunakan operator minimum Mamdani, agregasi yang digunakan adalah operator max. Terdapat tiga tahapan dalam logika fuzzy yaitu: fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan keberhasilan dalam pengendalian penyiraman dan pemantauan tanaman pada kebun. Hasil perhitungan lama penyiraman tanaman yang diperoleh sudah sesuai dengan parameter yang ditentukan.

Kata-kata kunci: *Wireless sensor network*, logika fuzzy Mamdani, penyiraman tanaman otomatis

ABSTRACT

Watering on plants is usually done manually, in this undergraduate thesis a software is developed for garden monitoring with implementation of wireless sensor network and for controlling plant watering using Mamdani fuzzy logic to determine how long the plant need to be watered. The main purpose of this undergraduate thesis is to develop an automated plant watering control system using Mamdani fuzzy logic, and develop software to monitor garden using wireless sensor network.

The method that been used for this research is Mamdani fuzzy logic for controlling the plant watering system, and wireless sensor network for the garden monitoring. Wireless sensor network is a wireless network that contain sensor node used for sensing that distribute in some area. There is a sensor node an a base station in wireless sensor network, base station id used to receive all the data that had been send by sensor node, and store the data to application data base. Mamdani fuzzy logic model is using minimum operator, and max operator for aggregation. There is three stages in fuzzy logic: fuzzification, inference, defuzzification.

The result of this research is show success in controlling plant watering and plant monitoring in garden. The calculation of how long the plant need to be watered is correspondent with the parameter which is determined before.

Keywords: *Wireless sensor network, Mamdani fuzzy logic, controlling plant watering systems*

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan bimbingan-Nya sehingga dapat tertulis dokumen skripsi dengan judul Pengembangan Aplikasi Pemantauan dan Pengendalian Sistem Plant Watering pada Kebun menggunakan Wireless Sensor Network ini dengan baik. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan di Fakultas Teknologi Informasi dan Sains Universitas Katolik Parahyangan. Tidak dapat dipungkiri bahwa dokumen ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, patut diucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak yang telah berkontribusi dan mendukung penulis, yaitu:

1. Mariskha Tri Adithia, SSI, MSc, PDEng selaku Kepala Program Studi Teknik Informatika dan dosen pembimbing mata kuliah penulisan skripsi.
2. Elisati Hulu, M.T. sebagai dosen pembimbing skripsi.
3. Kepada keluarga dan teman-teman, Jiang Han, Johan, Craven, WM yang memberikan dukungan moral. Kepada Caca my GF yang sudah memberikan semangat dan dukungan penuh.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna atas keterbatasan yang dimiliki, oleh karena itu dengan kerendahan hati penulis mengucapkan permohonan maaf atas segala kekurangan baik yang disengaja maupun tidak. Kritik dan saran yang membangun akan sangat berguna bagi perkembangan bersama.

Akhir kata penulis berharap agar skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak

Bandung, Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
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	2
1.6 Sistematika Pembahasan	2
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Kebun	5
2.1.1 Tanaman Kebun	5
2.1.2 <i>Plant Watering</i>	5
2.2 <i>Wireless Sensor Network</i>	6
2.2.1 Node Sensor	6
2.2.2 Arsitektur dan Topologi	6
2.3 ZigBee	9
2.4 Arduino	9
2.4.1 Jenis-jenis Arduino	10
2.5 <i>Fuzzy Logic</i>	12
2.5.1 <i>Mamdani Fuzzy Logic</i>	12
3 ANALISIS	17
3.1 Deskripsi Sistem	17
3.2 Analisis Arsitektur dan Topologi WSN	18
3.3 Analisis Perangkat Lunak	18
3.3.1 Analisis Node Sensor	19
3.3.2 Analisis Kontrol Penyiraman	19
3.3.3 Analisis Base Station	22
3.3.4 Analisis Aplikasi Pemantauan	23
3.3.5 Analisis Protokol Dan Format Data	28
4 PERANCANGAN	31
4.1 Perancangan Interaksi Antar Node	31
4.1.1 <i>Base Program</i>	31
4.1.2 <i>Aplikasi Web</i>	35
4.2 Perancangan Antarmuka	36
4.2.1 Wireframe	36

4.2.2	UI Styleguide	38
4.2.3	UI Prototype	39
4.3	Perancangan Perangkat Lunak	40
4.3.1	Node Sensor (Arduino)	40
4.3.2	<i>Base Station</i>	41
4.3.3	<i>Website</i>	42
5	IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	43
5.1	Implementasi	43
5.1.1	Lingkungan Implementasi	43
5.1.2	Implementasi Website Pemantauan	43
5.1.3	Node Sensor (Arduino)	46
5.1.4	<i>Base Station</i>	49
5.2	Pengujian	52
5.2.1	Pengujian Fungsional	52
5.2.2	Eksperimen	53
6	KESIMPULAN DAN SARAN	59
6.1	Kesimpulan	59
6.2	Saran	59
	DAFTAR REFERENSI	61
	A KODE PROGRAM	63
	B HASIL EKSPERIMEN	77

DAFTAR GAMBAR

2.1	Arsitektur <i>Flat</i>	7
2.2	(Kiri) Arsitektur Hirarkikal <i>Single-Hop</i> . (Kanan) Arsitektur Hirarkikal <i>Multi-Hop</i>	7
2.3	Topologi <i>Point-to-point</i>	7
2.4	Topologi <i>Linear</i>	7
2.5	Topologi <i>Bus</i>	8
2.6	Topologi <i>Star</i>	8
2.7	Topologi <i>Tree</i>	8
2.8	Topologi <i>Ring</i>	9
2.9	(Kiri) Topologi <i>Partially Connected Mesh</i> . (Kanan) Topologi <i>Fully Connected Mesh</i>	9
2.10	Arduino Mega	10
2.11	Arduino Due	10
2.12	Arduino Uno	11
2.13	Arduino Leonardo	11
2.14	Arduino Nano	11
2.15	Arduino Micro	11
2.16	Kurva keanggotaan banyaknya pakaian	13
2.17	Kurva keanggotaan tingkat kekotoran	13
2.18	Kurva keanggotaan kecepatan putaran	14
2.19	Grafik hasil inferensi rule	15
2.20	Grafik hasil penggabungan	15
2.21	Grafik titik perpotongan	15
3.1	Ilustrasi Kebun	17
3.2	Arsitektur dan Topologi WSN	18
3.3	Arsitektur Pengendalian Penyiraman	19
3.4	Flowchart Keseluruhan Sistem	19
3.5	Flowchart Node Sensor	20
3.6	Flowchart Kontrol Penyiraman	20
3.7	Fungsi Keanggotaan Suhu	21
3.8	Fungsi Keanggotaan Kelembapan Tanah	21
3.9	Fungsi Keanggotaan Lama Penyiraman	21
3.10	Flowchart Base Station	22
3.11	<i>Use Case Diagram</i> Pengguna	23
3.12	<i>Use Case Diagram</i> Admin	24
3.13	ERD Perangkat Lunak	26
3.14	<i>Data-flow method</i> requestData	28
3.15	Diagram Kelas <i>Base Station</i>	28
3.16	Diagram Kelas <i>Website</i>	29
4.1	<i>Sequence Diagram</i> Cek Status	31
4.2	<i>Sequence Diagram</i> Mulai Sensing	32
4.3	<i>Sequence Diagram</i> Tambah Node	32
4.4	<i>Sequence Diagram</i> Hapus Node	33

4.5	<i>Sequence Diagram</i> Tambah Sensor	34
4.6	<i>Sequence Diagram</i> Hapus Sensor	34
4.7	<i>Sequence Diagram</i> Login	35
4.8	<i>Sequence Diagram</i> Dashboard	35
4.9	<i>Sequence Diagram</i> Sensors	36
4.10	Wireframe Login	37
4.11	Wireframe Home	37
4.12	Wireframe Sensors	38
4.13	Styleguide Warna	38
4.14	UI Login	39
4.15	UI Dashboard	39
4.16	UI Sensors	40
4.17	Node Sensor (Arduino)	40
4.18	Base Station	41
4.19	mysqlDB	41
4.20	<i>Website</i>	42
5.1	Halaman Login	44
5.2	Halaman Login Jika Terdapat Field Yang Dikosongkan	44
5.3	Halaman Login Jika Password Salah	45
5.4	Halaman Dashboard	45
5.5	Halaman Sensors	46
5.6	Interface Base Station	49
5.7	Kebun	53
5.8	Pengaplikasian Node Sensor	53
5.9	Hasil Eksperimen Sensing Pada Node & Hasil Fuzzy	56
B.1	Interface Base Station	77
B.2	Eksperimen Tambah Area	77
B.3	Hasil Eksperimen Tambah Area	77
B.4	Eksperimen Tambah Node	78
B.5	Hasil Eksperimen Tambah Node	78
B.6	Eksperimen Hubungkan Sensor	78
B.7	Hasil Eksperimen Hubungkan Sensor	78
B.8	Eksperimen Hapus Sensor	79
B.9	Hasil Eksperimen Hapus Sensor	79
B.10	Eksperimen Hapus Node	79
B.11	Hasil Eksperimen Hapus Node	79
B.12	Eksperimen Hapus Area	80
B.13	Hasil Eksperimen Hapus Area	80
B.14	Halaman Login	80
B.15	Halaman Login Jika Terdapat Field Yang Dikosongkan	81
B.16	Halaman Login Jika Password Salah	81
B.17	Halaman Dashboard	82
B.18	Halaman Sensors	82
B.19	Hasil Eksperimen Sensing Pada Node & Hasil Fuzzy	82

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebun merupakan suatu lahan yang dikhususkan pada satu jenis tanaman untuk menghasilkan bahan pangan, umumnya tanaman pada kebun memiliki usia yang pendek¹. Produksi hasil perkebunan dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satu diantaranya adalah air. Pemberian air kepada tanaman harus dalam jumlah yang sesuai dengan karakteristik tanamannya, pada . Pemberian air terlalu banyak akan membuat tanaman menjadi busuk dan mati. Demikian juga sebaliknya, jika pemberian air terlalu sedikit maka tanaman akan mengering dan mati. Ada beberapa parameter yang dapat digunakan untuk mengetahui kapan tanaman harus disiram. Beberapa contohnya adalah kelembapan tanah, dan suhu lingkungan.

Penyiraman umumnya merupakan suatu pekerjaan yang dilakukan secara manual dan dilakukan pada waktu-waktu tertentu. Maka dari itu penyiraman manual yang dilakukan pada kebun akan terkesan kurang efisien dikarenakan harus mengunjungi kebun untuk melakukan penyiraman. Penyiraman juga dapat dilakukan oleh sebuah sistem penyiraman otomatis yang umum digunakan, namun sistem penyiraman otomatis ini hanya menggunakan parameter waktu tanpa memedulikan kondisi kelembapan tanah dan suhu lingkungan. Oleh sebab itu sistem tersebut akan melakukan penyiraman kepada tanaman dengan kuantitas air yang sama walaupun cuaca sedang hujan. Penyiraman tanaman harus sesuai, tidak lebih dan tidak kurang, maka pemantauan terhadap kuantitas air perlu diperhatikan. Pemantauan ini tidak bisa dilakukan oleh sistem kendali biasa, karena sistem tersebut hanya mengatur kapan penyiraman dilakukan tanpa memperhitungkan keadaan tanaman dan kuantitas air yang diberikan. Dengan demikian dibutuhkan suatu sistem pengendalian khusus yang menerapkan *Fuzzy Logic* dengan parameter kelembapan tanah dan suhu.

Selain menggunakan *fuzzy logic* sistem juga membutuhkan *wireless sensor network* dimana WSN berfungsi untuk memantau kebun secara *wireless*. WSN merupakan kumpulan node-node sensor yang akan mengambil data tertentu lalu mengirimkan data tersebut kepada node sentral (*base station*) untuk selanjutnya dilakukan pengolahan data [1]. Masing-masing node memiliki sumber daya sendiri dan memiliki perangkat untuk dapat mengirimkan data ke *base station*. Perangkat yang sering digunakan untuk merancang node sensor adalah Arduino. Arduino adalah suatu *microcontroller* yang *open-source electronic platform*. Melalui perangkat ini, data yang didapat dari sensor dikirimkan ke *base station* secara *real time* untuk selanjutnya diolah menjadi sebuah informasi.

Pada skripsi ini, dibangun sebuah perangkat lunak pemantauan kelembapan tanah dan suhu dan juga sistem pengendalian penyiraman tanaman pada kebun secara otomatis yang menerapkan *Fuzzy Logic* dan memanfaatkan teknologi WSN menggunakan Arduino. *Fuzzy logic* yang digunakan untuk mengendalikan penyiraman tanaman ini menggunakan metode *Mamdani Fuzzy Logic Control* dengan parameter kelembapan tanah dan suhu lingkungan. Sistem pengendalian penyiraman tanaman yang dimaksud adalah sistem yang berfungsi untuk mengatur kuantitas air yang diberikan pada tanaman sesuai dengan kondisi yang didapatkan. Sistem pengendalian ini diharapkan dapat memberikan efisiensi bagi penggunaanya.

¹<https://kbbi.web.id/kebun>

1.2 Rumusan Masalah

Berikut adalah masalah dari pengembangan perangkat lunak dan sistem penyiraman tanaman ini:

1. Bagaimana cara membangun sistem pengendalian penyiraman tanaman secara otomatis yang menerapkan *Fuzzy Logic* pada *wireless sensor network*?
2. Bagaimana cara membangun perangkat lunak pemantauan dan pengendalian penyiraman tanaman secara otomatis dengan *Fuzzy Logic* menggunakan *wireless sensor network*?

1.3 Tujuan

Berikut adalah tujuan yang ingin dicapai pada skripsi ini:

1. Membangun sistem pengendalian penyiraman tanaman secara otomatis yang menerapkan *Fuzzy Logic* dan menggunakan *wireless sensor network*.
2. Membangun perangkat lunak pemantauan dan pengendalian penyiraman tanaman secara otomatis dengan *Fuzzy Logic* menggunakan *wireless sensor network*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada pengerjaan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Tanaman pada kebun yang dijadikan objek penelitian merupakan tanaman yang sejenis dan lokasi yang dipilih untuk pengujian hanya satu kebun.
2. Kualitas air yang digunakan untuk penyiraman diasumsikan sudah sesuai.

1.5 Metodologi

Berikut adalah langkah-langkah yang digunakan untuk mengerjakan pengembangan perangkat lunak dan sistem pengendali penyiraman ini:

1. Melakukan studi literatur mengenai parameter-parameter yang dapat digunakan untuk pengendalian penyiraman.
2. Mempelajari *wireless sensor network*, *Mamdani Fuzzy Logic Control*, Arduino dan cara kerjanya.
3. Mempelajari *sensor* Arduino dan cara kerjanya.
4. Melakukan analisis terhadap perangkat lunak yang dibangun.
5. Menulis draft dokumen skripsi untuk bab pendahuluan, landasan teori, dan analisis.
6. Melakukan perancangan basis data untuk menyimpan data yang telah diperoleh dari setiap sensor.
7. Melakukan perancangan perangkat keras Arduino dengan sensornya.
8. Melakukan implementasi program untuk mengambil data dan mengendalikan penyiraman tanaman menggunakan Arduino dengan memanfaatkan *node* sensor Arduino.
9. Melakukan implementasi pada *base station* untuk mengolah data yang diterima.
10. Membangun perangkat lunak untuk menampilkan data yang didapatkan.
11. Melakukan pengujian terhadap sistem.
12. Menganalisis hasil pengujian yang telah dilakukan.
13. Menyelesaikan dokumen skripsi.

1.6 Sistematika Pembahasan

Setiap bab dalam skripsi ini memiliki sistematika pembahasan sebagai berikut:

Bab 1 membahas gambaran umum penelitian ini, memuat latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi, dan sistematika pembahasan.

Bab 2 membahas dasar-dasar teori untuk mendukung pengembangan aplikasi pemantauan dan pengendalian sistem *plant watering* pada kebun menggunakan *Wireless Sensor Network*. Pada bab ini akan membahas pengertian dari kebun, tanaman pada kebun, dan *plant watering*. Selanjutnya akan dibahas juga mengenai deskripsi singkat dari *wireless sensor network* berikut dengan arsitektur dan topologinya, ZigBee, dan Arduino.

Bab 3 membahas deskripsi singkat perangkat lunak, analisis kebutuhan perangkat lunak dan cara kerja sistem yang akan dibangun.

Bab 4 membahas perancangan interaksi atau komunikasi antar node sensor dan perangkat lunak.

Bab 5 membahas implementasi perangkat lunak sesuai dengan perancangan yang telah dilakukan dan hasil pengujian perangkat lunak.

Bab 6 membahas hasil kesimpulan dari keseluruhan penelitian ini dan saran-saran yang dapat diberikan untuk penelitian berikutnya.