



Buku Tugas Akhir

Purwarupa Sistem Pengairan Otomatis Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel

Leonard Cahyadi

2016630021

Pembimbing:

Nico Saputra, Ph.D.

Dr. Christian Fredy Naa

Diajukan untuk memenuhi salah
satu syarat mendapatkan gelar
Sarjana Teknik

Agustus 2020

Purwarupa Sistem Pengairan Otomatis Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel

Leonard CAHYADI
2016630021

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Universitas Katolik Parahyangan.

Panitia Penguji :

Nico Saputra, Ph.D., Pembimbing 1

Dr. Christian Fredy Naa, Pembimbing 2

Dr. Ir. Bagus Arthaya, M.Eng, Penguji 1

Levin Halim, S.T., M.T., Penguji 2

© 2020, Program Studi Sarjana Teknik Elektro (Konsentrasi Mekanika)– Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan, Jl. Ciumbuleuit no 94, Bandung 40141, INDONESIA.

Dokumen ini dilindungi oleh undang-undang. Tidak diperkenankan mereproduksi seluruh ataupun sebagian isi dokumen ini dalam bentuk apa pun, baik secara cetak, photoprint, mikrofilm, elektronik, atau cara lainnya tanpa izin tertulis dari Program Studi Sarjana Teknik Elektro (Konsentrasi Mekanika), Universitas Katolik Parahyangan.

All rights reserved. No part of the publication may be reproduced in any form by print, photoprint, microfilm, electronic or any other means without written permission from the Department of Electrical Engineering (Mechatronics), Parahyangan Catholic University.

Lembar Persetujuan Selesai



Tugas Akhir berjudul:

Purwarupa Sistem Pengairan Otomatis Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel

oleh:

Leonard Cahyadi
NPM : 2016630021

ini telah diujikan pada Sidang Tugas Akhir 2 (IME 184500) di Program Studi Sarjana Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan serta dinyatakan SELESAI.

TANDA PERSETUJUAN SELESAI,

Bandung, Agustus 2020

Ketua Program Studi Sarjana
Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika

Dr. Ir. Ali Sadiyoko, M.T

Pembimbing Pertama,

Pembimbing Kedua,

Nico Saputra, Ph.D.

Dr. Christian Fredy Naa

PERNYATAAN TIDAK MENCONTEK ATAU MELAKUKAN TINDAKAN PLAGIAT

Saya yang bertandatangan dibawah ini,

LEONARD CAHYADI

Dengan ini menyatakan bahwa Buku Tugas Akhir dengan judul:

**"PURWARUPA SISTEM PENGAIRAN OTOMATIS BERBASIS JARINGAN
SENSOR NIRKABEL"**

adalah hasil pekerjaan Saya. Seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini Saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan maka Saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada Saya.

Bandung, 15 September 2020

Leonard Cahyadi

NPM: 2016630021

Lembar Persembahan

Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk
keluarga tercinta,
almamater,
bangsa dan negara.

Pedoman Penggunaan Buku Tugas Akhir

Buku Tugas Akhir yang tidak dipublikasikan, terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Katolik Parahyangan, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Universitas Katolik Parahyangan. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh Buku Tugas Akhir haruslah seizin Ketua Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan.

Staf dosen dan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan dapat menggunakan Buku Tugas Akhir ini sebagai rujukan pada penelitian-penelitian yang akan dilakukan sesuai dengan rekomendasi yang dikeluarkan oleh Koordinator Tugas Akhir dan/atau Tim Dosen Pembimbing.

Abstrak

Seiring dengan terus meningkatnya kepadatan penduduk di daerah perkotaan, semakin sedikit lahan yang tersedia baik untuk keperluan perumahan maupun sebagai lahan terbuka hijau. Salah satu solusi yang ditempuh untuk memenuhi kebutuhan perumahan di daerah perkotaan adalah dengan membangun vertikal ke atas berupa bangunan bertingkat seperti apartemen dan rumah susun. Pada umumnya, bangunan bertingkat tersebut dilengkapi dengan semacam balkon yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan, salah satunya adalah dengan menempatkan pot-pot tanaman di balkon untuk keperluan estetika maupun untuk bercocok tanam skala kecil yang dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari penghuninya. Namun, seringkali tanaman yang ada di balkon tersebut tidak terurus akibat penghuninya sibuk. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini dirancang suatu purwarupa berbasis jaringan sensor nirkabel yang dapat dipergunakan untuk memantau kondisi kelembapan tanah tanaman yang berada disetiap balkon disuatu bangunan bertingkat dan melakukan pengairan terhadap tanaman-tanaman yang berada di berbagai balkon di bangunan tersebut dari satu sumber penyimpanan air terpusat secara otomatis saat tanaman-tanaman di berbagai balkon tersebut memerlukannya.

Abstract

As population density in urban areas continues to increase, less land is available for both housing and green open land. One of the solutions taken to meet housing needs in urban areas is to build vertically upwards in the form of multi-storey buildings such as apartments and flats. In general, these multi-storey buildings are equipped with a kind of balcony that can be used for various purposes, one of which is by placing plant pots on the balcony for aesthetic purposes or for small-scale farming which can be used for the daily needs of its residents. However, often the plants on the balcony are neglected due to the busy occupants. Therefore, in this final project, a wireless sensor network-based prototype is designed that can be used to monitor the moisture condition of the plant soil on each balcony in a multi-storey building and automatically irrigate plants on various balconies in the building from a single concentrated water storage when the plants on the various balconies need it.

Kata Pengantar

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah, karena dengan rahmat-Nya lah penyusunan Tugas Akhir II ini dapat diselesaikan dengan baik. Tugas Akhir II yang berjudul "Purwarupa Sistem Pengairan Otomatis Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel" disusun, sebagai syarat untuk mengikuti Sidang Proposal pada mata kuliah Tugas Akhir II (IME184500-04) pada di Program Studi Sarjana Teknik Elektro (Konsentrasi Mekatronika) Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam melakukan penelitian ini, penulis memperoleh banyak bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada:

- Nico Saputra, Ph.D. dan Dr. Christian Fredy Naa selaku dosen pembimbing Tugas Akhir di di Program Studi Sarjana Teknik Elektro (Konsentrasi Mekatronika) Universitas Katolik Parahyangan.
- Markus Setiadi dan Ratna, sebagai orangtua penulis yang selalu memberikan kasih sayang serta dukungan secara moral dan material sehingga penulis mampu mencapai titik ini, kepada Marvin dan Immanuel sebagai adik, dan seluruh keluarga besar yang selalu memberikan dukungan.
- Rekan-rekan Mekatronika 2016 yang telah memberikan dorongan, perhatian serta diskusi yang sangat bermanfaat saat mengerjakan Tugas Akhir ini.
- Seluruh pihak yang tidak dapat sebutkan satu per satu, yang secara langsung ataupun tidak langsung telah memberikan bantuan sehingga Tugas Akhir II ini dapat diselesaikan.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir II ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu kritik dan saran sangat penulis harapkan untuk perbaikan kedepannya. Besar harapan Penulis untuk hasil penelitian ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri, seluruh pembaca, di Program

Studi Sarjana Teknik Elektro (Konsentrasi Mekanika) Universitas Katolik Parahyangan bidang keilmuan Teknik Mekanika di Indonesia.

Daftar Isi

Abstrak	ix
Abstract	xi
Kata Pengantar	xiii
Daftar Isi	xv
Daftar Tabel	xix
Daftar Gambar	xxi
Daftar Simbol dan Variabel	xxiii
Daftar Singkatan	xxv
1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah.	6
1.3 Batasan Masalah dan Asumsi	6
1.4 Tujuan Tugas Akhir	7
1.5 Manfaat Tugas Akhir	7

1.6	Metodologi Tugas Akhir	7
1.7	Sistematika Penulisan	8
2	Tinjauan Pustaka	11
2.1	Studi Penelitian	11
2.1.1	Sistem Pintar untuk Kebun pada Balkon Menggunakan IoT	11
2.1.2	Sistem Irigasi Otomatis Menggunakan Jaringan Sensor Nirkabel dan Modul GPRS	12
2.1.3	Otomatisasi Pemantauan dan Irigasi Ladang Berbasis IoT	12
2.1.4	Sistem Kebun Otomatis Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah Harga Rendah berbasis Perangkat Keras Sumber Terbuka	13
2.1.5	Sistem Pengairan Otomatis Nirkabel	14
2.1.6	Perbandingan Sistem yang Ada	14
2.2	Jaringan Sensor Nirkabel	16
2.3	Karakteristik Penting Air, Tanah, dan Tumbuhan dalam Pengairan	18
2.3.1	Permeabilitas dan Penyerapan Tanah	18
2.3.2	Karakteristik Hubungan Air dan Tanah	18
2.3.3	Kapasitas Penyimpanan Air pada Tanah	19
2.4	Daya Listrik	19
2.5	Dinamika Fluida	20
2.5.1	Laju Aliran Massa (<i>Mass Flow Rate</i>)	20
2.5.2	Persamaan Kontinuitas	20
2.5.3	Persamaan Bernoulli	20
3	Perancangan Sistem	21
3.1	Perancangan Alat Pemantau dan Pengontrol Utama	21
3.1.1	Komponen yang digunakan	22

3.1.2	Desain Skematik Rangkaian Alat Pemantau dan Pengontrol Utama	23
3.1.3	Desain Skematik PCB Alat Pemantau dan Pengontrol Utama	25
3.2	Topologi dan Algoritma	26
3.2.1	Pemilihan Topologi	26
3.2.2	Perancangan Algoritma	26
3.2.3	Diagram Alir Sistem Rancangan	27
3.3	Desain Purwarupa Alat Pengalir Air	28
3.3.1	Komponen yang digunakan	29
3.3.2	Desain Alat Pengalir Air	30
3.3.3	Skenario Buka dan Katup <i>3-Way Valve</i> Menuju Titik Node	31
3.3.4	Desain Komponen Alat untuk Cetak 3D	32
3.3.5	Penentuan Torsi untuk Servo yang digunakan	34
3.3.6	Dinamika Fluida	36
4	Analisis Sistem	41
4.1	Realisasi Alat Hasil Rancangan	41
4.1.1	Realisasi PCB	41
4.1.2	Pengontrol Utama (<i>Server</i>)	42
4.1.3	Komponen Alat Hasil Cetak 3D	44
4.1.4	Realisasi Purwarupa Alat Pengaliran air	44
4.2	Karakterisasi Sensor Kelembapan Tanah	45
4.3	Pengujian Pengiriman Data Node	47
4.4	Pengujian Kontrol Pengaliran air	48
4.5	Pengujian Perhitungan Debit Air	50
4.6	Pengujian Alat Keseluruhan	52
4.7	Pengujian Daya Alat	55
4.7.1	Pengukuran Arus pada Desain Alat	55

4.7.2 Pengukuran Daya pada Desain Alat	58
5 Simpulan dan Saran	59
5.1 Simpulan	59
5.2 Saran	60
Daftar Pustaka	61
Lampiran A Listing Program	64
A.1 Listing Program <i>Node Sensor 1</i>	64
A.2 Listing Program <i>Node Sensor 2</i>	66
A.3 Listing Program <i>Node Sensor 3</i>	68
A.4 Listing Program <i>Node Sensor 4</i>	70
A.5 Listing Program NodeMCU Server	72
A.6 Listing Program Arduino Server	75

Daftar Tabel

1.1	Kepadatan Penduduk di Beberapa Kota Indonesia Tahun 2019	2
1.2	Persentase Rumah Tangga di Indonesia Menurut Lebar Jalan/Gang/Lorong, 2016	2
1.3	Persentase Rumah Tangga di Indonesia Berdasarkan Keberadaan Tanaman di Pekarangan/Halaman Rumah, 2016	3
2.1	Tabel Perbandingan Sistem yang Telah Ada dengan Sistem yang Dirancang	15
3.1	Tabel Skenario Arah Bukaan Katup Oleh Servo	32
4.1	Tabel Rekaman Data Pengairan	54
4.2	Tabel Hasil Pengukuran Arus <i>Node Sensor</i>	56
4.3	Tabel Hasil Pengukuran Arus Pengontrol Utama	57
4.4	Tabel Hasil Pengukuran Daya <i>Node Sensor</i> dan Pengontrol Utama	58

Daftar Gambar

2.1	Ilustrasi dari <i>Wireless Sensor Network</i> [12]	16
2.2	<i>Single-hop vs. Multi-hop</i> [12]	17
3.1	Skenario Pengiriman Data Pemantauan	22
3.2	<i>Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2</i>	23
3.3	Sensor Air XKC-Y25	23
3.4	Skematik Rangkaian dari <i>Node Sensor</i>	24
3.5	Skematik Rangkaian dari Pengontrol Utama	24
3.6	Desain PCB dari <i>Node Sensor</i>	25
3.7	Desain PCB dari Pengontrol Utama	25
3.8	Diagram Alir <i>Node Sensor</i>	27
3.9	Diagram Alir NodeMCU Pengontrol Utama	28
3.10	Diagram Alir Arduino Pengontrol Utama	29
3.11	<i>3-Way Valve</i> dan Skenario Buka-katup Keran	30
3.12	Desain Purwarupa Alat Pengaliran Air	31
3.13	Ilustrasi Letak Servo dan <i>Node Sensor</i> pada Desain Alat (Tampak Depan)	32
3.14	Sambungan Dudukan Servo dengan <i>3-way Valve</i>	33
3.15	Penutup Dudukan Servo	33
3.16	Adapter Lengan Servo	34
3.17	Ilustrasi Komponen Cetak 3D yang tergabung	35

3.18	Ilustrasi Titik Analisis Dinamika Fluida (Tampak Kiri dan Depan)	36
4.1	Realisasi PCB dari <i>Node Sensor</i>	42
4.2	Realisasi PCB dari Pengontrol Utama	42
4.3	Tampak Bawah Pengontrol Utama	43
4.4	Tampak Atas Pengontrol Utama	43
4.5	Adapter Lengan Servo	44
4.6	<i>Servo Bracket</i>	44
4.7	<i>Hex Mount</i>	44
4.8	Komponen Alat Hasil Cetak 3D yang Sudah digabungkan	45
4.9	Realisasi Model Alat Pengliran Air	45
4.10	Perubahan Persen Kelembapan Tanah terhadap Perubahan Massa Air dalam Pot	46
4.11	Tampilan <i>Serial Monitor</i> Pengujian Pengiriman Data dari <i>Node Sensor</i>	47
4.12	Tampilan <i>Serial Monitor</i> Pengontrolan Servo saat Kondisi Kelembapan <i>Node 1</i> dibawah Batas	48
4.13	Tampilan <i>Serial Monitor</i> Pengontrolan Servo saat Kondisi Kelembapan <i>Node 2</i> dibawah Batas	49
4.14	Tampilan <i>Serial Monitor</i> Pengontrolan Servo saat Kondisi Kelembapan <i>Node 3</i> dibawah Batas	49
4.15	Tampilan <i>Serial Monitor</i> Pengontrolan Servo saat Kondisi Kelembapan <i>Node 4</i> dibawah Batas	50
4.16	Grafik Debit Hasil Perhitungan Teoritis di Titik 2.	51
4.17	Grafik Debit Hasil Pembacaan Sensor Aliran Air di Titik 2.	52
4.18	Data Hasil Rekaman Perilaku Sistem	53

Daftar Simbol dan Variabel

P	Daya listrik
i	Arus listrik
V	Tegangan listrik
Δm	Perubahan massa fluida
Δt	Perubahan waktu
A	Luas penampang pipa
v	Laju aliran volume air
P_{atm}	Tekanan atmosfer
ρ	Massa jenis fluida
g	Percepatan gravitasi
y	Tinggi fluida dari titik referensi
Q	Debit air
τ	Torsi
W	Beban penguji
l	Jarak beban penguji dari pusat sumbu putar

Daftar Singkatan

BPS	Badan Pusat Statistik
STP	<i>Sewage Treatment Plant</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
WEF	<i>World Economy Forum</i>
WSN	<i>Wireless Sensor Network</i>
PCB	<i>Printed Circuit Board</i>
GSM	<i>Global System for Mobile</i>

Bab 1

Pendahuluan

Bab Pendahuluan berisikan latar belakang masalah dari penelitian purwarupa alat pengairan, dengan mengidentifikasi masalah yang ada dan masalah dirumuskan untuk diselesaikan. Agar masalah yang dikerjakan tidak meluas dan keluar topik, maka masalah dibatasi dan diasumsikan. Bab ini juga berisikan tujuan, manfaat, dan metodologi penelitian purwarupa pengairan.

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan penduduk di Indonesia kian hari makin tinggi, terutama di daerah perkotaan. Meningkatnya jumlah penduduk pada suatu daerah akan meningkatkan kepadatan penduduk pada daerah tersebut. Hal ini dapat menyebabkan semakin padatnya bangunan dalam suatu daerah. Tabel 1.1 merupakan data kepadatan penduduk di beberapa kota di Indonesia pada Tahun 2019 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) [1].

TABEL 1.1
Kepadatan Penduduk di Beberapa Kota Indonesia Tahun 2019

Kota	Kepadatan Penduduk (<i>jiwa/km²</i>)
DKI Jakarta	15.900
Bandung	14.957
Bekasi	14.539
Depok	12.017
Bogor	9.385
Cimahi	15.643

Dari Tabel 1.1 dapat dilihat bahwa beberapa kota di Indonesia memiliki tingkat kepadatan penduduk yang sangat tinggi. Berdasarkan Statistik Perumahan dan Pemukiman tahun 2016 oleh BPS didapat data persentase rumah tangga di Indonesia menurut lebar jalan/gang/lorong [2]. Data persentase tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.2. Pada Tabel 1.2 dapat dilihat bahwa lebar jalan di perkotaan jauh lebih sempit dibanding di perdesaan, hal ini menandakan pemukiman yang cukup berdesakan.

TABEL 1.2
Persentase Rumah Tangga di Indonesia Menurut Lebar Jalan/Gang/Lorong, 2016

	1 Meter	2-3 Meter	4-5 Meter	6-7 Meter	≥ 8 Meter
Perkotaan	25,80	49,15	17,44	5,49	2,12
Perdesaan	15,00	50,33	22,23	8,70	3,75
Indonesia	20,77	49,70	19,67	6,99	2,88

Berdasarkan sumber yang sama pula dapat diperoleh data persentase rumah tangga di perkotaan berdasarkan keberadaan tanaman di pekarangan atau halaman rumah [2]. Data persentase tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.3. Pada Tabel 1.3 dapat dilihat bahwa rumah tangga dengan ruang hijau di perkotaan sangat rendah (44,14%).

TABEL 1.3

Persentase Rumah Tangga di Indonesia Berdasarkan Keberadaan Tanaman di Pekarangan/Halaman Rumah, 2016

	Ada Tanaman dan Tanaman Tahunan	Ada Tanaman, Tidak Ada Tanaman Tahunan	Tidak Ada Tanaman
Perkotaan	30,94	13,20	55,86
Perdesaan	53,38	9,54	37,08
Indonesia	41,63	11,46	46,91

Salah satu solusi dari semakin berkurangnya lahan yang tersedia untuk perumahan dan lahan hijau adalah dengan pembangunan vertikal ke atas berupa bangunan bertingkat, seperti apartemen dan rumah susun. Balkon yang biasanya tersedia pada bangunan bertingkat dapat digunakan untuk lahan hijau melalui pot-pot tanaman, baik itu hanya untuk estetika ataupun cocok tanam skala kecil yang dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari oleh penghuninya.

Namun, seringkali tanaman yang berada di balkon tersebut tidak terurus akibat sibuknya penghuni. Padahal kondisi lingkungan dari tanaman seperti tingkat kelembapan tanah perlu untuk dipantau secara berkala, karena tanaman sebagai makhluk hidup memerlukan asupan air untuk melakukan metabolismenya. Kurangnya asupan air dapat mengakibatkan kerusakan ataupun kematian dari tanaman tersebut [3].

Untuk mengatasi masalah tersebut, pekerjaan fisik oleh manusia seperti pemantauan kondisi dan pengairan tanaman dapat digantikan oleh teknologi secara otomatis. Peralihan tenaga kerja manusia menjadi tenaga mesin tersebut dapat dilihat juga dalam laporan oleh *World Economy Forum* (WEF) berjudul *The Future Jobs*, dimana jam kerja manusia dalam melakukan pekerjaan fisik yang manual akan turun 13% dan kegiatan teknis akan turun 12% di tahun 2022 [4]. Hal tersebut tidak lain karena berkembangnya teknologi.

Perkembangan teknologi saat ini memungkinkan suatu sistem untuk memantau dan mengontrol sesuatu dari jarak jauh. Berkembangnya teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN) dapat dimanfaatkan untuk otomatisasi pemantauan dan perawatan tanaman. Parameter lingkungan kebun seperti kelembapan tanah, suhu lingkungan, kelembapan udara, dan lain sebagainya dapat dibaca oleh sensor. Hasil pemantauan kondisi lingkungan dari pembacaan sensor dapat diperoleh dan dikumpulkan dari jarak jauh. Selain itu komponen aktuasi dari kebun seperti sistem pengairan dapat diaktifkan melalui perintah

jarak jauh dengan mengirimkan sinyal kontrol. Salah satu contoh dari otomatisasi pemantauan dan perawatan tanaman tersebut adalah pengairan otomatis berdasarkan tingkat kelembapan tanah. Pada sistem otomatis tersebut komponen aktuasi akan mengalirkan air ketika tingkat kelembapan tanah yang dibaca oleh sensor kelembapan tanah turun melewati batas tertentu [5].

WSN memungkinkan untuk memperoleh hasil pembacaan sensor secara waktu nyata dari jarak jauh secara nirkabel. Komunikasi data dilakukan sehingga pengontrol pusat dapat mengatur dan memantau suatu sistem. Komunikasi data tersebut dilakukan dengan menggunakan suatu standar komunikasi, seperti Bluetooth, Zigbee, GSM, Wi-fi, dan lainnya [6]. Tiap standar komunikasi memiliki karakteristik pita frekuensi, kecepatan data, jangkauan transmisi, konsumsi energi, dan harga yang beragam. Perbedaan karakteristik tersebut menghasilkan kelebihan dan kekurangan dari tiap protokol komunikasi [7].

Pada penelitian tugas akhir ini akan dibuat suatu purwarupa sistem pengairan yang dapat melakukan pengairan otomatis terhadap suatu lahan kebun di balkon bangunan bertingkat. Lahan kebun pada balkon dapat berupa bak tanaman ataupun pot tanaman. Pada penelitian ini akan menggunakan empat buah pot tanaman. Masing-masing pot merepresentasikan empat balkon yang berbeda satu dengan lain, namun masih berada dalam tingkat lantai yang sama. Purwarupa alat yang akan dibangun memiliki satu sumber air sebagai representasi dari tandon air pada atap bangunan. Level ketinggian air dalam sumber air dipantau dengan menggunakan sensor air. Sumber air akan memiliki satu saluran keluaran yang bukaannya akan diatur menggunakan sebuah *solenoid valve*. Pipa PVC akan digunakan sebagai saluran keluaran. Debit air dari saluran utama yang keluar dari sumber akan dibaca oleh sensor aliran air. Air yang mengalir pada saluran utama kemudian akan dialirkan menuju salah satu dari empat pot (balkon). Oleh karena itu, arah aliran air dari saluran utama akan diatur dengan menggunakan keran 3 arah (*3-way valve*). Desain purwarupa alat akan menggunakan tiga buah keran 3 arah. Keran 3 arah pertama terhubung dengan saluran utama, sehingga akan menghasilkan sebuah percabangan dua jalur yang dapat mengalirkan air ke salah satu cabang. Pada masing-masing cabang yang dihasilkan, keduanya dipasang keran 3 arah. Sehingga, yang semula air mengalir pada satu saluran utama kini dapat diatur untuk menuju salah satu dari empat keluaran. Bukaannya dari keran 3 arah akan diatur menggunakan sebuah motor servo.

Kondisi lingkungan seperti kelembapan tanah, intensitas cahaya, kelembapan udara, tingkat pH tanah, dan lainnya dapat dipantau menggunakan teknologi sensor. Pada penelitian ini kondisi lingkungan yang ditinjau hanyalah tingkat kelembapan tanah pada pot yang berada di balkon. Tingkat kelembapan tanah akan dibaca oleh sensor kelembapan tanah dan menjadi parameter penentu otomatisasi pengairan. Teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN) digunakan

untuk mengirimkan data bacaan sensor menuju pengontrol utama. Tiap pot akan dipasang sebuah sensor kelembapan tanah sebagai sebuah *node sensor*. Saat bacaan kelembapan tanah yang diterima pengontrol utama dari suatu *node sensor* tertentu bernilai dibawah batas, pengairan akan dilakukan untuk *node sensor* tersebut. Pengontrol utama berfungsi sebagai penentu algoritma aktuasi pengairan dan perekaman data aktivitas sistem. Algoritma aktuasi pengairan terdiri dari aktuasi *solenoid valve* dan aktuasi motor servo untuk mengatur bukaan katup 3 arah. Sedangkan perekaman aktivitas sistem terdiri dari perekaman data bacaan kelembapan tanah dari tiap *node sensor*, bacaan ketinggian air, dan bacaan debit air. Pengiriman data dari *node* ke pengontrol utama (*server*) akan menggunakan standar komunikasi Wi-Fi (IEEE 802.11).

Penggunaan teknologi nirkabel pada desain purwarupa yang akan dibangun didasari beberapa alasan, di antaranya:

- Pengiriman data menggunakan kabel pada skala yang lebih besar (rusun, apartemen, atau hotel) akan mengurangi nilai estetika. Hal ini dikarenakan kabel yang digunakan akan terlihat bergelimpangan menuju pengontrol.
- Semakin banyak jumlah pemantau dan semakin jauh jarak pengiriman data menggunakan kabel akan mengakibatkan meningkatnya jumlah penggunaan kabel. Hal ini akan meningkatkan biaya untuk penggunaan kabel.
- Penggunaan kabel akan meningkatkan resiko. Kabel yang berada diluar ruangan dapat terpapar faktor eksternal, seperti cuaca dan hama. Faktor eksternal tersebut dapat mengurangi umur kabel sehingga dapat menyebabkan gangguan pada sistem. Pada saat terjadi gangguan akibat kerusakan kabel, maka *troubleshooting* akan menjadi sulit karena perlu ditelusuri kabel mana yang mengalami kerusakan. Selain itu akan meningkatkan biaya perawatan dan perbaikan kabel.
- Sistem nirkabel memiliki fleksibilitas dan nilai praktis yang lebih tinggi. Sistem nirkabel dalam implementasinya tidak memerlukan instalasi kabel. Selain itu sistem nirkabel dapat untuk dibongkar dan dipindah tempatkan tanpa memerlukan banyak pengaturan ulang.

Timer dapat digunakan pada sistem aktuasi pengairan. Akan tetapi pada purwarupa sistem yang akan dibangun, penggunaan *timer* memiliki kekurangan. Dimana kebun pada balkon yang berada diluar ruangan akan terus terpapar kondisi cuaca luar, salah satunya adalah ada atau tidaknya hujan. Tingkat kelembapan tanah kebun pada balkon dapat berubah karena terkena hujan. Pada sistem yang menggunakan *timer*, sistem tetap akan melakukan pengairan pada waktu yang sudah ditentukan walaupun sebelumnya tanah kebun pada

balkon sudah lembab akibat hujan. Sedangkan sistem yang menggunakan bacaan sensor sebagai referensi hanya akan melakukan pengairan ketika tingkat kelembapan tanah sudah melewati batas yang sudah ditentukan.

1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah.

Berdasarkan latar belakang masalah yang diuraikan sebelumnya, terdapat beberapa masalah yang perlu diselesaikan. Masalah pertama adalah alat pemantau kelembapan tanah di beberapa titik terpisah yang dimisalkan sebagai balkon bangunan hunian. Solusi masalah pertama yang diberikan adalah penggunaan alat pemantau dengan jaringan sensor nirkabel (WSN) sehingga dapat mengirimkan data kondisi lingkungan secara jarak jauh ke pengontrol utama dari beberapa titik.

Masalah kedua adalah cara pengaliran air dari tandon menuju salah satu titik jaringan sensor nirkabel. Hasil pembacaan kondisi lingkungan (kelembapan tanah) yang diperoleh pengontrol utama akan menjadi acuan kontrol pengaliran air seperti kapan air perlu dialirkan, ke arah mana air dialirkan, dan berapa banyak air yang dibutuhkan. Selain itu data pembacaan kondisi lingkungan dan kontrol pengaliran air untuk direkam sehingga dapat ditinjau.

Sehingga berdasarkan identifikasi diatas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana desain alat pemantau sehingga dapat memantau kondisi lingkungan di beberapa titik menggunakan teknologi WSN?
2. Bagaimana desain alat sehingga dapat mengalirkan air dari tandon menuju titik pemantauan tertentu berdasarkan bacaan kondisi lingkungan yang diperoleh?
3. Bagaimana performa penggunaan daya dari desain alat yang dihasilkan?

1.3 Batasan Masalah dan Asumsi

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, batasan penelitian Tugas Akhir ini meliputi:

1. Purwarupa alat pemantau dan pengaliran air yang dibuat dalam skala laboratorium di Universitas Katolik Parahyangan.
2. Kondisi Lingkungan yang dipantau adalah kelembapan tanah.
3. Jumlah titik yang dipantau hanya 4 titik menggunakan pot dengan ukuran 12cm x 9 cm (Diameter x Tinggi).

4. Pengiriman dan pengambilan data dilakukan dalam kondisi tanpa halangan.
5. Pengambilan data analisis daya tiap *node* dilakukan menggunakan tegangan catu daya.
6. Pengambilan data analisis daya dilakukan dalam kondisi tanpa halangan.
7. Keakuratan dan analisis alat pemantau tidak dibahas.

Asumsi penelitian Tugas Akhir ini meliputi:

1. Hanya 1 jenis tanah yang digunakan dan diasumsikan memiliki nutrisi tanah, komponen pengotor, porositas, dan besar butir yang tetap.
2. Diameter pipa pengaliran air yang digunakan tidak mengalami perubahan.
3. Air diasumsikan dalam keadaan ideal (tidak mengalami gesekan dengan pipa, viskositas seragam, laminar).

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan pada rumusan masalah pada bab 1.2, penelitian Tugas Akhir ini memiliki tujuan sebagai berikut:

- Merancang dan membangun purwarupa yang dapat melakukan pengairan secara otomatis tanpa pompa air berdasarkan tingkat kelembapan tanah.
- Merancang sistem komunikasi data dari sensor menuju pengontrol utama.
- Melakukan analisis performa dari desain alat yang telah dirancang.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Penelitian Tugas Akhir ini diharapkan memiliki manfaat sebagai berikut:

- Bagi Mahasiswa Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, sebagai sarana pembelajaran, referensi dan pengembangan penelitian sejenis.
- Bagi Universitas Katolik Parahyangan, sebagai tambahan karya penelitian mengenai topik *Agritronics* untuk referensi penelitian selanjutnya.
- Masyarakat umum, sebagai pengetahuan dan referensi penelitian sejenis.

1.6 Metodologi Tugas Akhir

Metodologi yang digunakan pada Tugas Akhir 1 adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah berdasarkan latar belakang yang mendasari penelitian ini.
2. Studi literatur dari penelitian serupa yang dapat membantu dalam penelitian yang akan dilakukan.
3. Perancangan alat pemantauan dan pengaliran yang terdiri dari pemilihan komponen, pemilihan topologi, perancangan fisik, dan perancangan algoritma.
4. Melakukan pengujian keberhasilan alat pemantauan dan pengaliran dengan pengambilan data daya dari alat, simulasi penggunaan alat, simulasi algoritma, dan pengujian pengiriman maupun pengiriman data.
5. Melakukan analisis dari data yang sudah diperoleh dari pengujian yang sudah dilakukan.
6. Menarik Kesimpulan dari analisis yang dilakukan dan saran untuk referensi penelitian serupa.

1.7 Sistematika Penulisan

Laporan ini dibagi menjadi 5 bab, yakni sebagai berikut:

1. **Bab 1 Pendahuluan.** Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang masalah, identifikasi dan perumusan masalah, batasan masalah dan asumsi, tujuan Tugas Akhir, manfaat Tugas Akhir, metodologi Tugas Akhir serta sistematika penulisan Tugas Akhir II.
2. **Bab 2 Tinjauan Pustaka.** Pada bab ini berisi teori-teori yang berhubungan dengan pemecahan masalah dan dibutuhkan dalam pengolahan data serta analisis. Teori-teori dasar ini diperoleh melalui proses telaah pustaka yang intensif pada sejumlah pustaka.
3. **Bab 3 Perancangan Sistem.** Pada bab ini dipaparkan antara lain:
 - (a) Spesifikasi dan desain alat pemantau dan pengaliran yang dihasilkan, terdiri dari pemilihan komponen dan desain skematik PCB.
 - (b) Pemilihan topologi, algoritma dan diagram alir alat.
 - (c) Rancangan fisik berupa dimensi ukuran alat dan bagian hasil cetak 3D yang digunakan.
4. **Bab 4 Analisis Sistem.** Pada bab ini akan dilakukan analisis data simulasi penggunaan alat, data pengukuran daya, nilai variabel terukur yang direkam oleh alat, dan pengujian keberhasilan topologi.

5. **Bab 5 Kesimpulan dan Saran.** Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan dan saran dari kegiatan penelitian yang dilakukan.

