

**IMPLEMENTASI *INTERNET OF THINGS* PADA SISTEM
PENGENDALI OTOMATIS DAN PEMANTAUAN
KONDISI MEDIA TANAM DI INKUBATOR
PERTANIAN MENGGUNAKAN
PEMODELAN IDEF0**

TESIS

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Magister Komputer
dari Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer
LIKMI

Oleh:

FAUZAN MUHAMMAD IQBAL

NPM: 2020210027



**PROGRAM STUDI PASCASARJANA
MAGISTER SISTEM INFORMASI
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN KOMPUTER LIKMI
BANDUNG
2022**

**IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS PADA SISTEM PENGENDALI OTOMATIS
DAN PEMANTAUAN KONDISI MEDIA TANAM DI INKUBATOR PERTANIAN
MENGUNAKAN PEMODELAN IDEFO**

Oleh:

FAUZAN MUHAMMAD IQBAL

NPM: 2020210027

Bandung, 17 Mei 2022

Menyetujui,

Dr. Hery Heryanto, S.Kom., M.Kom.
Pembimbing

**PROGRAM STUDI PASCASARJANA
MAGISTER SISTEM INFORMASI
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN KOMPUTER LIKMI
BANDUNG
2022**

Dipersembahkan untuk
Keluarga Tercinta

ABSTRAK

Sektor pertanian menjadi sektor unggulan dalam peningkatan perekonomian nasional. Potensi pertanian di Indonesia sangat besar, lahan dan tanah yang subur menjadi modal utama untuk bertani. Sumber daya melimpah dan beraneka ragam, wilayah daratan dan wilayah perairan memenuhi kebutuhan pokok masyarakat Indonesia. Namun sayang, potensi besar tersebut belum dapat dimanfaatkan dengan baik karena berbagai macam keterbatasan, diantaranya adalah keterbatasan teknologi pertanian yang cenderung lambat berkembang atau masih memberdayakan sistem konvensional. Untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas hasil tani banyak upaya yang harus dilakukan, penerapan teknologi tepat guna, pengendalian hama tanaman, manajemen air, pengaplikasian teknologi tanam cerdas, pengendalian nutrisi, dan lain sebagainya.

Dengan menerapkan teknologi *Internet of Things* (IoT) pada sektor pertanian diharapkan mampu untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas hasil tani. Sistem yang dikembangkan diberi nama Sistem Informasi Pertanian berbasis IoT (SITANI). Sistem IoT yang diterapkan mampu mendukung penelitian sektor pertanian dimana SITANI menggunakan kendali cerdas otomatis dan pemantauan tidak langsung atau jarak jauh sehingga pertumbuhan tanaman akan stabil dan terpantau dengan mudah. Penelitian dilakukan di inkubator pertanian Universitas Perjuangan Tasikmalaya (UNPER) pada *screen house* dengan media tanam hidroponik rakit apung. Dimana telah diketahui bahwa semua proses bisnis yang berada dalam inkubator pertanian tersebut masih dilakukan secara manual. Metodologi penelitian yang digunakan adalah *Engineering Design Process* yang dapat diterapkan dalam proses desain dengan keunggulan proses bersifat siklis atau dapat diulang sebanyak yang diperlukan. Pemodelan sistem yang digunakan adalah *Integrated Definition Methods* (IDEF) dengan *tools Function Modeling Method for Function Modeling* (IDEF0) yang berfungsi untuk mendesain dalam pengambilan keputusan dari suatu fungsi sistem sehingga pengembang IT dapat mengimplementasikan kebutuhan pembangunan sistem dengan mudah.

Perancangan SITANI dilakukan dengan dua tahapan, yaitu tahapan perancangan skala purwarupa dan tahapan perancangan lapangan. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan data nilai yang dihasilkan oleh sensor dan data nilai yang dihasilkan oleh alat ukur manual. Secara fungsi SITANI sudah mampu melakukan pemantauan jarak jauh melalui *smartphone* memanfaatkan aplikasi Blynk dan mampu melakukan pengendalian secara otomatis dalam pemberian pupuk cair AB mix jika kadar nutrisi terlarut pada media tanam kurang dari 800 PPM.

SITANI terbukti dapat diaplikasikan pada rakit apung inkubator pertanian UNPER sehingga para peneliti di inkubator pertanian dapat dengan mudah memantau dan mengendalikan perkembangan tanaman secara efektif dan efisien. Desain arsitektur penerapan IoT berdasarkan pemodelan IDEF0 pada SITANI terbukti dapat memudahkan perancangan sistem. Penerapan IoT dapat direkomendasikan untuk mempermudah proses penelitian dosen dan mahasiswa di inkubator pertanian, dimana semua proses pengambilan data dipermudah dengan pemantauan jarak jauh dan pengendalian otomatis.

Kata kunci : *Potensi Pertanian, Internet of Things, Kendali Cerdas Otomatis, Pemantauan Jarak Jauh, Rakit Apung Inkubator Pertanian UNPER, Engineering Design Process, Integrated Definition Methods for Function Modeling, Blynk.*

ABSTRACT

The agricultural sector is the leading sector in improving the national economy. The potential of agriculture in Indonesia is very large, fertile soil and land are the main capital for farming. Abundant and diverse resources, land areas and water areas meet the basic needs of the Indonesian people. Unfortunately, this great potential has not been utilized properly due to various limitations, including the limitations of agricultural technology which tend to be slow to develop or still empower conventional systems. To improve the efficiency and effectiveness of agricultural products, many efforts must be made, the application of appropriate technology, plant pest control, water management, application of intelligent planting technology, nutrient control, and so on.

By applying Internet of Things (IoT) technology in the agricultural sector, it is expected to be able to increase the efficiency and effectiveness of agricultural products. The system developed was named Sistem Informasi Pertanian berbasis IoT (SITANI). The IoT system implemented is able to support agricultural sector research where SITANI uses automatic intelligent control and indirect or remote monitoring so that plant growth will be stable and easily monitored. The research was conducted in an agricultural incubator at the Universitas Perjuangan Tasikmalaya (UNPER) on a screen house with floating raft hydroponic growing media. Where it is known that all business processes in the agricultural incubator are still done manually. The research methodology used is the Engineering Design Process which can be applied in the design process with the advantage that the process is cyclical or can be repeated as many times as needed. The modeling system used is Integrated Definition Methods (IDEF) with tools Function Modeling Method for Function Modeling (IDEF0) which serves to design the decision making of a system function so that IT developers can implement system development needs easily.

The SITANI design was carried out in two stages, namely the prototype scale design stage and the field design stage. The test is carried out by comparing the value data generated by the sensor and the value data generated by a manual measuring instrument. Functionally, SITANI is able to carry out remote monitoring via a smartphone using the Blynk application and is able to automatically control the application of AB mix liquid fertilizer if the dissolved nutrient content in the planting medium is less than 800 PPM.

SITANI is proven to be applicable to the floating raft of the UNPER agricultural incubator so that researchers in agricultural incubators can easily monitor and control plant development effectively and efficiently. The architectural design of the IoT application based on the IDEF0 modeling in SITANI has been proven to facilitate system design. The application of IoT can be recommended to simplify the research process of lecturers and students in agricultural incubators, where all data collection processes are facilitated by remote monitoring and automatic control.

Keywords : *Agricultural Potential, Internet of Things, Automatic Intelligent Control, Remote Monitoring, UNPER Agricultural Incubator Floating Raft, Engineering Design Process, Integration Definition for Function Modeling, Blynk.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahuwata'ala, atas segala nikmat yang telah diberikan sehingga atas izinNya, diberikan kelancaran dalam penyelesaian tesis ini dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Hery Heryanto, S.Kom., M.Kom. atas bimbingan yang telah diberikan serta kesediaan meluangkan waktunya dalam proses penyusunan tesis.
2. Bapak Prof. Dr. H. Yus Darusman, Drs., M.Si (Rektor UNPER), Bapak Prof. Dr. H. Dedi Heryadi, Drs., M.Pd. (Wakil Rektor I UNPER), Bapak Dr. H. D. Yadi Heryadi, M.Sc., (Wakil Rektor II UNPER) atas izin dan dukungan selama melanjutkan studi S2 dan melakukan penelitian di inkubator pertanian UNPER.
3. Ibu (Nina Diantini, Nina Andriani) dan Ayah (Setia Azali, Budi Hayadi) serta Istri (Salma Fauziyyah) yang tak henti selalu memberikan doa dan dukungannya.
4. Bapak Agus Mulyana, S.T., M.T. (Mentor) atas arahan dan pengetahuan mengenai Robotika, Mekatronika, dan *Internet of Things*.
5. Bapak Mulyana Nugraha, S.T. (Sahabat, Atasan) Kepala Biro Administrasi Umum dan Keuangan atas dukungan dan ilmu yang telah dibagikan.
6. Missi Hikmatyar, M.Kom., Ruuhwan, M.Kom., Indra Dwi Cahya Septiandi, S.Kom., (Sahabat) atas arahan dan pengetahuan mengenai Teknik Informatika.
7. Bapak Nasrudin, M.P., Ibu Selvy Isnaeni, M.P. (Dosen program studi agroteknologi UNPER) atas arahan yang telah diberikan sekaitan dengan penelitian di bidang pertanian.
8. Ayi Muhsinin (mahasiswa anggota Unit Kegiatan Mahasiswa Robotika UNPER) atas kerja kerasnya dalam membantu perancangan sistem.
9. Keluarga H. Ishak dan Keluarga Sulmadi tercinta.

Bandung, 17 Mei 2022

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR DAN ILUSTRASI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II. LANDASAN TEORI	6
2.1 <i>Internet of Things</i> (IoT).....	6
2.2 <i>Engineering Design Process</i>	12
2.3 Pemodelan perancangan sistem IDEF0	13
2.4 Mikrokontroler.....	15
2.5 Sensor suhu DS18B20.....	18
2.6 Sensor kandungan nutrisi terlarut TDS meter V1.0	18
2.7 Arsitektur Sistem dan Teknologi	19
2.8 Pertanian	20
2.9 Diferensiasi Penelitian.....	21
BAB III. OBJEK DAN METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Inkubator Pertanian UNPER	24
3.1.1 Tujuan Inkubator Pertanian UNPER	24
3.1.2 Proses Bisnis Inkubator Pertanian UNPER	25
3.2 Pengembangan Inkubator Pertanian UNPER.....	26

3.3	Metode Penelitian Pengembangan Sistem.....	26
BAB IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1	Identifikasi Sistem	32
4.1.1	Pengembangan Sistem Menggunakan Pemodelan IDEF0	33
4.1.2	Kebutuhan Fungsional	39
4.1.3	Kebutuhan Non Fungsional	39
4.2	Cetak Biru dan Implementasi.....	40
4.2.1	Infrastruktur Sistem	40
4.2.2	<i>User Interface</i> atau Antarmuka Pengguna Sistem	44
4.3	Pembangunan Sistem, Pengujian & Evaluasi, dan Desain Ulang.....	46
4.3.1	Pembangunan Sistem.....	47
4.3.2	Pengujian Skala Purwarupa.....	48
4.3.3	Pengujian Lapangan	50
4.3.4	Evaluasi dan Desain Ulang.....	53
4.4	Penyajian dan Penyampaian Solusi.....	54
BAB V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	56
5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	58

DAFTAR GAMBAR DAN ILUSTRASI

Gambar 2. 1 Arsitektur IoT.....	7
Gambar 2. 2 Skema protocol komunikasi MQTT.....	9
Gambar 2. 3 Diagram Proses EDP.....	13
Gambar 2. 4 Diagram IDEF0.....	14
Gambar 2. 5 Bagian Diagram IDEF0.....	15
Gambar 2. 6 WeMos D1 R1.....	17
Gambar 2. 7 Sensor DS18B20.....	18
Gambar 2. 8 TDS meter V1.0.....	19
Gambar 3. 1 Inkubator Pertanian UNPER.....	24
Gambar 3. 2 Proses Bisnis Inkubator Pertanian UNPER.....	25
Gambar 3. 3 Tempat Penelitian Rakit Apung.....	26
Gambar 3. 4 Alur Penelitian.....	28
Gambar 4. 1 Diagram Tingkat Atas IDEF0 A0.....	34
Gambar 4. 2 Induk Diagram IDEF0.....	35
Gambar 4. 3 Anak Diagram Penanaman (Pemilihan Bibit).....	36
Gambar 4. 4 Anak Diagram Penanaman (Penyiapan Media Tanam).....	37
Gambar 4. 5 Anak Diagram Pengambilan Data.....	38
Gambar 4. 6 Arsitektur sistem informasi berbasis IoT.....	40
Gambar 4. 7 Diagram alir pengambilan data sensor melalui <i>smartphone</i>	41
Gambar 4. 8 Diagram blok alur sensor.....	42
Gambar 4. 9 Jalur komunikasi <i>control application</i>	42
Gambar 4. 10 Diagram alir <i>control application</i> dan <i>user application</i>	44
Gambar 4. 11 Pengaturan koneksi dan antarmuka sistem.....	45
Gambar 4. 12 Nilai sensor terukur.....	45
Gambar 4. 13 Percobaan pengambilan data sensor.....	46
Gambar 4. 14 Skema arsitektur SITANI.....	47
Gambar 4. 15 Perancangan alat skala purwarupa.....	48

Gambar 4. 16 Implementasi perancangan di lapangan.....	51
Gambar 4. 17 Pemantauan data sensor melalui <i>smartphone</i>	53
Gambar 4. 18 Perbandingan sensor dan alat ukur manual.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino Uno.....	16
Tabel 2. 2 Spesifikasi WeMos D1 R1	17
Tabel 2. 3 Matriks perbandingan penelitian	22
Tabel 3. 1 Konsep dataset	30
Tabel 4. 1 Pengambilan data skala purwarupa	49
Tabel 4. 2 Pengambilan data skala lapangan.....	51

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini proses otomasi sudah menjadi hal yang lumrah bahkan menjadi kebiasaan hidup manusia, era dimana segala sesuatu bersifat digital dan serba otomatis (*industry 4.0*). Konsep *industry 4.0* diusung oleh Jerman dengan tujuan menjadikan segala sesuatu serba otomatis sehingga tidak ada lagi penghalang jalannya produksi/proses bisnis yang fokus kepada proses otomasinya dan memang terkadang peran manusia tidak begitu diperhatikan. Tapi ada istilah lain selain *industry 4.0*, yaitu *society 5.0* yang diusung oleh Jepang dengan tujuan yang sama namun berusaha mengakomodasi unsur manusia dalam keterlibatannya, diatur sedemikian rupa sehingga sistem tersebut fokus/berpusat kepada manusia atau pekerja sebagai penggunaanya (*Human Centered Design*), kedepannya manusia akan merasa nyaman/menikmati teknologi canggih tersebut dalam bekerja. *Society 5.0* memungkinkan untuk saling terhubung dan serba cerdas, konsep ini memungkinkan manusia untuk menggunakan ilmu pengetahuan yang berbasis modern (*Artificial Intelligence (AI)*, robot, *Internet of Things (IoT)*, dan lain sebagainya) untuk melayani kebutuhan hidup manusia.

Teknologi saat ini yang diterapkan dan banyak dikembangkan adalah teknologi IoT dimana semua perangkat saling terhubung ke internet dan dapat dikendalikan dari manapun sehingga jarak tidak lagi menjadi kendala. Teknologi otomatisasi akan sangat berguna jika penempatan pengembangannya tepat sasaran pada bidang pengembangan yang berpotensi menghasilkan nilai tambah. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) melalui buletin bulanan Indikator Ekonomi April 2021, bahwa sektor pertanian di Indonesia menjadi penyumbang tertinggi pertumbuhan ekonomi nasional pada triwulan II 2020, selain sektor pertanian sektor lain yang berpotensi untuk menyumbang pertumbuhan ekonomi nasional adalah sektor informasi dan komunikasi. Berdasarkan pernyataan tersebut penulis melihat peluang pengembangan teknologi pertanian guna meningkatkan efisiensi produksi hasil tani. Pada tahun 2021, sektor pertanian merupakan sektor

dengan pertumbuhan tertinggi pada triwulan I 2021 (9.81%). Bahkan berdasarkan hasil sensus penduduk bahwa lapangan pekerjaan yang paling diminati adalah pertanian (29.59%).

Dengan memperhatikan tiga hal tersebut (*industry 4.0/society 5.0*, IoT, dan bidang pertanian), maka diputuskan untuk dilakukan penelitian bagaimana mengimplementasikan IoT pada sistem informasi yang dimana semua perangkat saling terhubung dan dikendalikan memanfaatkan koneksi internet atau secara jarak jauh dan otomatis untuk mendapatkan data-data yang mendukung untuk dikelola sehingga menghasilkan informasi yang berguna bagi industri pertanian.

Universitas Perjuangan Tasikmalaya (UNPER) memiliki inkubator pertanian yang fokus melakukan penelitian di bidang pertanian untuk menentukan kadar konsentrasi terbaik dalam menumbuhkan tanaman. Penelitian di inkubator pertanian UNPER dilakukan oleh mahasiswa dan dosen. Proses penelitian di inkubator pertanian UNPER meliputi; pengukuran, pencatatan data, pemantauan, dan pengendalian nutrisi. Proses penelitian tersebut masih dilakukan secara manual sehingga banyak kendala atau hambatan dimana informasi/data yang didapatkan tingkat keakuratannya perlu dikaji ulang. Untuk menciptakan informasi yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan serta kemudahan akses data, maka pemanfaatan teknologi IoT menjadi solusi pengembangan sistem. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk mengembangkan sistem pemantauan dan pengendalian nutrisi tanaman secara jarak jauh dan otomatis yang diberi nama Sistem Informasi Pertanian berbasis IoT (SITANI). Penelitian secara spesifik adalah Implementasi *Internet of Things* Pada Sistem Pengendali Otomatis dan Pemantauan Kondisi Media Tanam di Inkubator Pertanian Menggunakan Pemodelan IDEF0.

1.2 Rumusan Masalah

Secara terperinci rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana arsitektur atau desain atau cetak biru sistem berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT) pada sistem pengendali otomatis dan pemantauan media tanam di Inkubator Pertanian Universitas Perjuangan Tasikmalaya ?
2. Bagaimana penerapan pemodelan pengembangan sistem IDEF0 ?

3. Bagaimana tingkat keberhasilan implementasi pengembangan sistem ?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk memberikan gambaran berbentuk cetak biru atau *blueprint* tentang perancangan sistem informasi berbasis *Internet of Things* (IoT) yang diimplementasikan sehingga perangkat atau objek saling terhubung tanpa bantuan manusia secara langsung. Penelitian ini diharapkan dapat mengarahkan peneliti lainnya untuk mengembangkan teknologi kendali cerdas dan pemantauan tidak langsung atau jarak jauh dengan memanfaatkan IoT di bidang pertanian sehingga dapat menghasilkan efisiensi dan efektivitas produksi hasil tani dalam hal ini adalah dapat mendukung penelitian dosen dan mahasiswa dalam menemukan konsentrasi terbaik yang diperlukan dalam menumbuhkan tanaman tertentu di inkubator pertanian UNPER.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian meliputi :

1. Pengendali sistem berupa mikrokontroler Wemos D1 R1.
2. Teknologi transmisi menggunakan WiFi.
3. Kendali cerdas memanfaatkan sensor dan aktuator.
4. Sensor TDS meter V1.0 digunakan untuk mengidentifikasi atau mendapatkan data nutrisi media tanam.
5. Sensor DS18B20 digunakan untuk mengidentifikasi atau mendapatkan data suhu serta *Electrical Conductivity* (EC) media tanam.
6. Pemantauan kondisi lingkungan penanaman (PPM, EC, suhu) melalui aplikasi Blynk pada *smartphone*.
7. Mendapatkan rancangan kebutuhan sistem informasi berbasis IoT yang bersifat cetak biru atau *blueprint* dan memanfaatkan pemodelan perancangan sistem IDEF0.
8. Sistem diterapkan untuk memenuhi kebutuhan sistem tanam hidroponik (media tanam berupa air) pada rakit apung di Inkubator Pertanian Universitas Perjuangan Tasikmalaya.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan merupakan kerangka aturan penulisan laporan penelitian yang meliputi BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV, BAB V. Berikut ini deskripsi sistematika penulisan yang diterapkan :

- BAB I : Pendahuluan. Berisi dasar atau latar belakang penelitian. Pada BAB I dibahas mengenai perkembangan teknologi *industry 4.0* dan *society 5.0* sebagai gambaran bahwa teknologi IoT berpotensi untuk dikembangkan. Urgensi penerapan teknologi di Indonesia meliputi bidang pertanian dipaparkan pada BAB ini. Penelitian difokuskan di inkubator pertanian salah satu Universitas Swasta di Kota Tasikmalaya pada *screen house* dimana semua proses yang ada dilakukan secara manual. Dalam pelaksanaan penelitian diperlukan pendefinisian dari rumusan masalah, tujuan penelitian, dan ruang lingkup penelitian sebagai acuan kerja penelitian.
- BAB II : Tinjauan Pustaka/Landasan Teori. Berisi tinjauan pustaka/landasan teori meliputi teori yang relevan terhadap penelitian yang dilakukan. Pada BAB ini diberikan ulasan mengenai dasar dasar penelitian yang dilakukan, meliputi ; IoT, metodologi penelitian EDP, pemodelan sistem IDEF0, mikrokontroler, sensor suhu, sensor nutrisi, arsitektur sistem & teknologi, dan pertanian serta diferensiasi penelitian yang ada.
- BAB III : Objek dan Metode Penelitian. Meliputi gambaran objek yang akan dirancang dan menjelaskan metode ilmiah penelitian yang digunakan. Pada BAB ini dijabarkan mengenai inkubator pertanian di Universitas Perjuangan Tasikmalaya beserta proses bisnis yang ada. Dengan menerapkan metodologi penelitian EDP maka akan dirancang arsitektur pengembangan sistemnya. Metodologi EDP memungkinkan mendapatkan desain arsitektur atau cetak biru pengembangan sistem yang dilengkapi dengan implementasi dan pendesainan ulang jika tidak sesuai dengan pendefinisian pengembangan sistem diawal.

BAB IV : Hasil dan Pembahasan. Berisi hasil dan pembahasan sebagai gambaran penerapan IoT pada sistem informasi yang merupakan penjabaran dari ruang lingkup penelitian dan jawaban terhadap identifikasi masalah. Hasil dari penerapan metodologi EDP berupa arsitektur atau cetak bitu pengembangan sistem, hasil penerapan pemodelan pengembangan sistem IDEF0, dan tingkat keberhasilan implementasi dijabarkan pada BAB ini.

BAB V : Kesimpulan dan Saran. Berisi penjabaran konklusi penelitian dan pemberian saran bagi peneliti lain yang akan melakukan penelitian serupa.

BAB II. LANDASAN TEORI

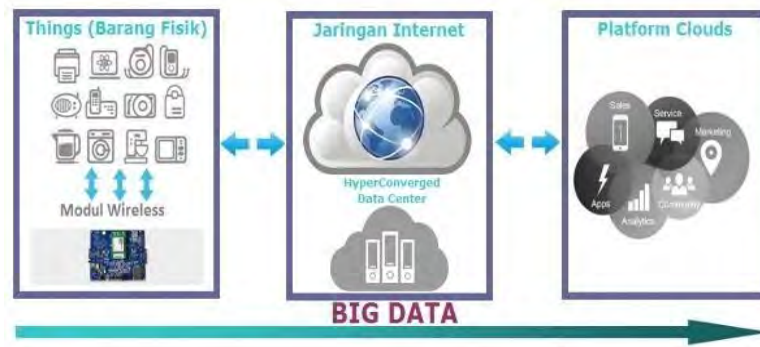
2.1 *Internet of Things* (IoT)

Teknologi *Internet of Things* (IoT) digunakan sebagai pengendali dan pemantau jarak jauh, semua perangkat dapat dikendalikan dan dipantau kapanpun dimanapun namun dengan syarat perangkat tersebut terhubung dengan koneksi internet (Junaidi, 2015). Secara teknis, pengumpulan data dilakukan oleh sensor lalu data tersebut dikontrol atau dikendalikan oleh mikrokontroler dan proses diakhiri dengan menggunakan aktuator, komunikasi antar perangkat keras menggunakan koneksi internet.

Kevin Ashton pencipta IoT yang merupakan Direktur Eksekutif Auto IDCentre, MIT pada tahun 1999 mengemukakan ide/gagasan mengenai *Internet of Things* (IoT) menjelaskan :

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus yang memungkinkan kita untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen (Kerja et al., 2009).

IoT memiliki banyak potensi besar yang dapat dikembangkan di era *industry 4.0* dan bahkan *society 5.0*, karena menyediakan kemudahan akses mengendalikan perangkat fisik yang terhubung dengan internet. Belum ada standar atau kesepakatan universal mengenai arsitektur IoT, sehingga informasi mengenai bentuk atau rancangan atau susunan dari arsitektur IoT yang ditemukan atau tersebar atau terpublikasikan akan berbeda-beda namun dengan catatan harus memiliki setidaknya komponen komponen dasar IoT, yaitu; *things/device, gateway, cloud gateway, streaming data processor, data lake, data analytics, machine learning, control applications, user applications*. Terdapat tiga faktor pendukung dalam IoT, yaitu; *device management, user administration, security monitoring*. Secara global arsitektur IoT terdiri dari *Things* (barang fisik), jaringan internet, dan *platform clouds* seperti tergambar pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Arsitektur IoT
 Sumber : (Setiawan et al., 2019)

Namun secara terperinci elemen kunci atau komponen IoT dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. *Things/Device*

Sebuah objek fisik yang biasanya dilengkapi sensor, aktuator, dan perangkat cerdas. Dunia otomatisasi atau era digital lekat hubungannya dengan sensor dan aktuator. Sensor memiliki tugas mengambil data lingkungan sedangkan aktuator memiliki tugas sebagai penggerak atau pemberi notifikasi, kedua hal ini saling berkolaborasi untuk menghasilkan keputusan atau nilai terhadap suatu sistem. Sensor dapat diasumsikan sebagai panca indera, sedangkan aktuator dapat diasumsikan sebagai tangan, kaki, suara.

Untuk lebih memahami sensor dan aktuator, berikut penulis deskripsikan mengenai konsep dasar sensor dan aktuator :

1. Konsep dasar sensor

Selain besaran listrik, terdapat juga besaran non listrik atau non elektronis seperti suhu, tekanan, kelembaban, keasaman, kecepatan, dan lain sebagainya. Namun ketika besaran-besaran tersebut diperlukan dalam suatu pengukuran dan atau pemrosesan secara elektronis maka besaran atau sinyal tersebut haruslah diubah menjadi sinyal elektronis sehingga fungsi dan variabel nilainya dapat terukur (Syahril Ardi, 2012).

2. Konsep dasar aktuator

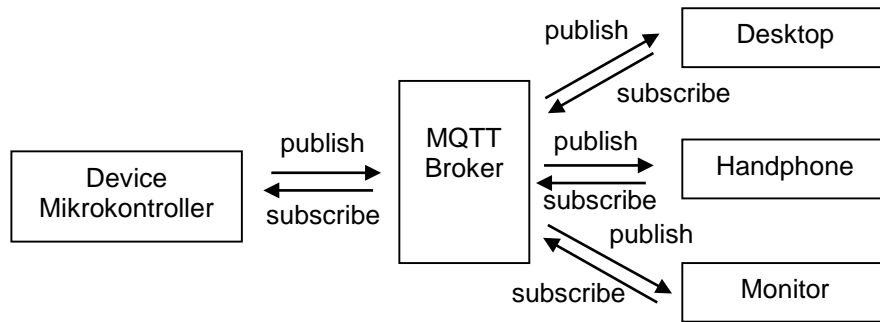
Aktuator merupakan perangkat yang mengubah sinyal elektronis menjadi energi mekanik. Contoh aktuator: motor DC, motor servo, solenoid valve. Namun

aktuator tidak selamanya bersifat mekanik, terdapat aktuator yang bersifat memberikan notifikasi seperti nyala lampu atau suara *buzzer*.

2. Gateway

Data yang berasal dari sensor nantinya akan dikirim ke internet atau biasa disebut dengan *cloud*. *Gateway* merupakan perantara yang menyediakan konektivitas diantara *things* dan internet. Selain menyediakan konektivitas, *gateway* juga melakukan proses *preprocessing* atau pemrosesan awal sebelum dikirimkan ke *cloud*. *Preprocessing* umumnya ada beberapa jenis yaitu *filtering* dan *aggregation*. *Filtering* adalah pengambilan data yang dirasa penting. *Aggregation* adalah untuk menggabungkan data menjadi rata-rata, maksimum, minimum, dan lain sebagainya dalam rentang waktu tertentu. *Preprocessing* sangat diperlukan agar dapat menghemat *bandwidth* dan mempercepat proses pengiriman ke *cloud*. *Gateway* juga merupakan jembatan antara kontrol dan aktuator. Dengan kata lain *gateway* digunakan untuk menterjemahkan data elektronik menjadi aksi yang akan dilakukan oleh aktuator.

Gateway merupakan bagian dari perangkat arsitektur IoT pada Network Layer. Gateway berfungsi mengirimkan data mentah dari sensor dan kamera untuk kemudian diproses di unit pemrosesan yang merupakan arsitektur perangkat IoT pada Data Processing Layer. Gateway merupakan sebuah gerbang ke “dunia” *wireless communication*. Dalam gateway diperlukan protokol komunikasi, protokol MQTT merupakan transfer protokol komunikasi yang dapat menekan ukuran paket data sekecil mungkin sehingga trafik dapat meningkat, MQTT dapat meminimalisasi proses komputasi untuk *encoding* dan *decoding* dari paket data, serta menggunakan ruang penyimpanan yang sekecil mungkin, sehingga MQTT dapat dikatakan protokol komunikasi yang ringan. Terlebih dalam konsep IoT bahwa data yang dikirimkan haruslah secara *real time* dan data yang dikirimkan hanya data yang diperlukan saja, maka sangat diperlukan protokol komunikasi yang tepat, dengan menggunakan MQTT dapat melakukan efisiensi dan mengoptimalkan pertukaran data.



Gambar 2. 2 Skema protocol komunikasi MQTT
(Sahifa et al., 2020)

3. *Cloud gateway*

Cloud gateway berperan dalam kompresi data, lapisan keamanan, dan pemindahan data secara cepat dan rendah daya dengan pemilihan teknologi transmisi serta protokol yang tepat. Contoh teknologi transmisi adalah WiFi, Narrow Band, jaringan GSM, dan lain sebagainya. Sedangkan protokol adalah MQTT, CoAP, http dan lain sebagainya.

4. *Streaming data processor*

Data-data yang sudah lengkap yang berasal dari *cloud gateway* dikirimkan melewati *streaming data processor*. *Streaming data processor* akan memastikan transisi dari input data ke *data lake* berjalan dengan baik. Contoh teknologi dari *streaming data processor* adalah flume atau apache kafka.

5. *Data lake*

Data yang berasal dari *streaming data processor* ditampung di *data lake* atau dengan kata lain *data lake* merupakan tempat penampungan *raw data* atau data asli yang bersumber dari berbagai perangkat atau *device*, untuk selanjutnya diolah dalam *big data warehouse*. Data biasa disimpan dalam bentuk yang tidak terstruktur atau *unstructured data* seperti teks, gambar dan lain sebagainya atau dapat juga dalam bentuk *semi-structured*. Contoh teknologi data lake adalah apache flink, spark streaming, apache storm (*stream ingest*), microsoft azure (*data storage*), solr (*processing*).

6. *Big data warehouse*

Data yang berasal dari *data lake* akan diubah serta disiapkan dalam bentuk yang lebih terstruktur dan hanya diambil data yang akan berguna untuk kemudian dilakukan analisa selanjutnya. Teknik yang biasa digunakan dalam *big data warehouse* adalah *MapReduce*.

7. *Data analytics*

Analisa data dilakukan setelah data menjadi terstruktur. Analisa data biasanya diawali dengan pertanyaan-pertanyaan; apa yang terjadi? siapa? bagaimana? berapa banyak? Kemudian pertanyaan tersebut dijawab dengan menggunakan metode statistika, analisa korelasi, visualisasi data, dan lain sebagainya. Dengan kata lain analisa data dilakukan untuk mencari "*insight*" atau wawasan atau informasi di dalam data.

8. *Machine learning*

Untuk menganalisa pola yang sangat beragam kita tidak dapat menggunakan *data analytics* "biasa". Bentuk lain dari *data analytics* adalah *machine learning*, dimana data dapat dimanfaatkan untuk melakukan otomatisasi. *Machine learning* membuat "model" pembelajaran mesin dengan algoritman AI berdasarkan data yang didapatkan sehingga model ini memungkinkan untuk melakukan otomatisasi dalam IoT. Untuk menghasilkan model tersebut dibutuhkan pelatihan atau *data training* dengan menggunakan algoritma-algoritma seperti *neural network* dan lain sebagainya.

9. *Control applications*

Data yang telah dihimpun dan diolah pada proses sebelumnya akan menjadi aksi yang secara otomatis akan dikirimkan ke aktuator. Contohnya menyalakan mesin, menyiram tanaman secara otomatis, mengaktifkan *buzzer* dan lain sebagainya. Terdapat dua pendekatan dalam *control applications* yaitu; *rule based* dan *machine learning based*. *Rule based* merupakan pendekatan dengan aturan seperti melakukan proses tertentu jika terpenuhi kondisi tertentu yang telah ditentukan terlebih dahulu oleh *programmer*. *Machine learning based* merupakan

pendekatan dengan model pembelajaran berdasarkan data yang telah didapat sebelumnya, misal robot pencari jalan keluar dalam kotak labirin yang melakukan pembelajaran rute terlebih dahulu dan kemudian dapat menentukan rute tercepat tanpa mendapat definisi atau perintah secara langsung dari pemrogram terlebih dahulu.

10. *User applications*

Merupakan antar muka pengguna, dapat berupa *mobile application*, ataupun *web application*. Aplikasi ini biasanya digunakan untuk memantau atau *monitoring*, pengendalian atau *controlling* (yang akan dieksekusi oleh *control application*), serta konfigurasi *behavior* dari *device* IoT.

Tiga faktor pendukung IoT penulis jabarkan sebagai berikut :

1. *Device management*

Agar *things* atau *device* atau perangkat dapat berjalan dengan lancar, maka diperlukan proses, proses tersebut yaitu; 1) *device identification* atau memastikan perangkat yang digunakan atau terpasang dapat diidentifikasi dari segi keaslian, pengalamatan fisiknya ataupun pengalamatan *IP address* nya, serta dapat berkomunikasi dengan server pusat secara baik dengan kata lain *device* dapat mengirimkan data dan server pusat dapat mengembalikan datanya karena memiliki "alamat"; 2) *configuration and control* atau melakukan pengaturan konfigurasi agar *device* ini sesuai dengan kebutuhan IoT di "lapangan". Konfigurasi ini dapat meliputi parameter seperti seberapa sering *device* ini berkomunikasi dengan server pusat dan lain sebagainya yang dapat kita atur sesuai dengan kebutuhan; 3) *monitoring and diagnostics* dilakukan sebagai langkah memastikan bahwa *device* berjalan dengan lancar sehingga dapat mengurangi resiko kerusakan atau *breakdown*; 4) *software update and maintenance* untuk memperbaharui fungsionalitas sehingga sistem menjadi lebih handal.

2. *User administration*

Ada tiga hal yang perlu diperhatikan dalam *user administration*, yaitu; 1) *user identification* atau mengidentifikasi pengguna; 2) *user privileges* atau hak akses

pengguna yang menentukan sejauh mana pengguna dapat menggunakan fungsionalitas dalam sistem IoT; 3) *user log and recording* atau pencatatan aktivitas pengguna yang dapat dimanfaatkan untuk *machine learning* yang berkaitan dengan isu privasi yang ada dalam sistem IoT.

3. *Security monitoring*

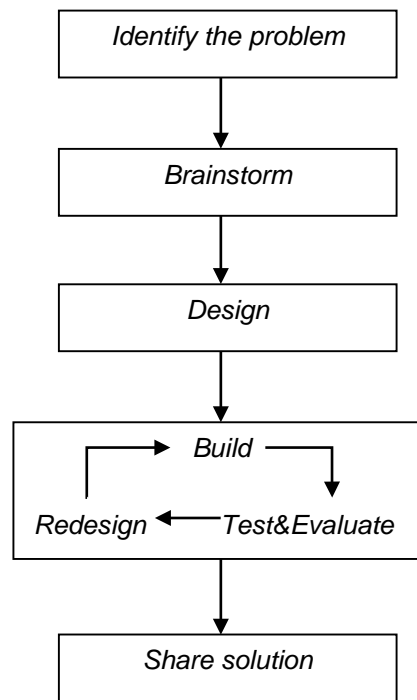
Celah keamanan perlu diperhatikan dalam sistem IoT karena akses sistem dapat berpotensi diretas oleh pihak luar jika sistem keamanannya rendah atau lemah. Yang perlu diperhatikan yaitu; 1) *network security* atau keamanan jaringan; 2) *outlier analysis* atau melihat pola yang tidak wajar; 3) *policy rules* dari segi *device* dan infrastruktur secara keseluruhan; 4) *log analysis* yang dapat menambah keamanan *device* IoT.

2.2 **Engineering Design Process**

Penerapan metode penelitian membantu dalam proses perancangan sistem sehingga lebih terarah. Salah satu metode penelitian yang fokus dalam proses desain adalah *Engineering Design Process* (EDP) (Abrar & Armin, 2020). Langkah pengerjaan metode EDP bersifat sekuensial yang dapat diulang sebanyak mungkin (selama diperlukan) dan biasa disebut dengan siklus. Siklus tersebut berfungsi untuk memperbaiki desain sistem.

Proses diawali dengan pendefinisian masalah sehingga didapati ide, kebutuhan spesifik, solusi dan rancangan kasar mengenai alat atau sistem yang akan dibangun berdasarkan hasil temuan/masalah yang telah teridentifikasi/terdefinisi. Selanjutnya dilakukan proses purwarupa yang merupakan implementasi dari solusi dengan melibatkan beberapa iterasi dan pendesainan ulang untuk memperoleh solusi akhir. Setelah mendapatkan purwarupa terhadap solusi maka akan dilakukan proses pengujian untuk kemudian didapati "masalah baru" yang ditimbulkan sehingga diperlukan perubahan dan pengujian kembali atas solusi terbaru sampai akhirnya ditemukan desain akhir yang sesuai dengan solusi yang telah terdefinisi pada proses identifikasi. Akhir dari proses EDP adalah penyajian dan komunikasi berbentuk laporan dan dokumentasi solusi

sehingga didapati data pendukung dalam menciptakan produk yang sesuai dengan solusi terhadap suatu permasalahan.



Gambar 2. 3 Diagram Proses EDP
Sumber : (Abrar & Armin, 2020)

2.3 Pemodelan perancangan sistem IDEF0

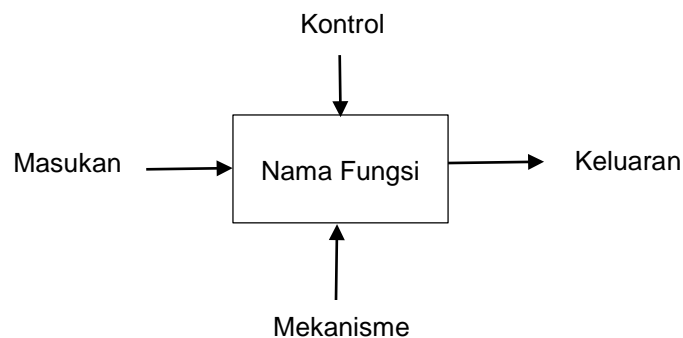
Pemodelan proses bisnis diperlukan dalam memahami, mendesain dan menganalisa suatu proses bisnis sehingga para pemangku kepentingan dapat mengembangkan sistem dengan baik. Terdapat beberapa pemodelan proses bisnis, diantaranya adalah UML, BPMN, IDEF0. UML atau *Unified Modelling Language* merupakan bahasa model standar dalam mengembangkan cetak biru perangkat lunak. BPMN atau *Business Process Modelling Notation* merupakan notasi grafis yang menggambarkan logika dari langkah-langkah proses bisnis. IDEF0 atau *Integrated Definition Methods for Function Modeling* merupakan metode yang dirancang untuk keputusan, tindakan, dan kegiatan organisasi atau sistem (Riani, 2012).

IDEF0 dapat digunakan untuk merancang berbagai sistem otomatis maupun non otomatis, teknik maupun non teknik. IDEF0 sebagai alat komunikasi dan alat analisis bagi

sistem analis dengan pelanggan dalam mengembangkan sistem yang dapat menjelaskan hal-hal teknik maupun non teknik proses bisnis secara keseluruhan.

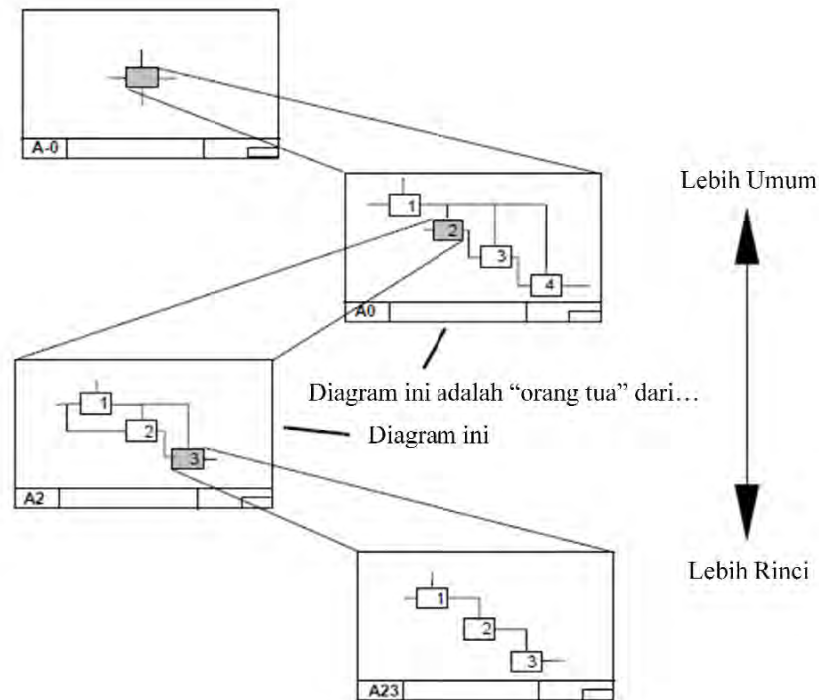
Langkah pengembangan sistem baru dengan metode pemodelan IDEF0 yaitu; penentuan persyaratan dan fungsi, melakukan perancangan implementasi sesuai syarat yang ditentukan, serta melakukan perancangan fungsi (mengidentifikasi yang akan dilakukan dan yang dibutuhkan) sehingga dapat ditentukan bahwa sistem yang ada saat ini benar atau tidak benar serta perlu dikembangkan atau tidak. Sedangkan, Langkah pengembangan sistem yang sudah ada dengan metode pemodelan IDEF0 yaitu; menganalisa fungsi sistem dengan melakukan spesifikasi fungsi (Riani, 2012).

Diagram IDEF0 digambarkan dengan kotak atau *box* yang menunjukkan fungsi sistem atau kegiatan yang dilakukan biasa menggunakan kata kerja untuk mendeskripsikannya dan panah-panah diagram yang menunjukkan masukan atau *input*, mekanisme, kontrol, dan keluaran atau *output*. Panah masukan digambarkan dengan tanda panah dari kiri ke kanan menuju kotak fungsi yang mendefinisikan bahan atau komponen masukan dari sistem. Panah mekanisme digambarkan dengan tanda panah dari bawah ke atas menuju kotak fungsi yang mendefinisikan mekanisme yang digunakan sehingga fungsi tersebut dapat beroperasi. Panah kontrol digambarkan dengan tanda panah dari atas ke bawah menuju kotak fungsi yang mendefinisikan pengendali operasional atau aturan yang diterapkan sehingga sistem berjalan sesuai dengan aturan. Panah keluaran digambarkan dengan tanda panah dari kotak fungsi ke luar kotak fungsi yang mendefinisikan hasil akhir dari fungsi yang dijalankan (Teoh & Case, 2004).



Gambar 2. 4 Diagram IDEF0
Sumber : (Teoh & Case, 2004)

Terdapat empat jenis atau bagian dari diagram IDEF0, diagram tingkat atas, anak diagram, induk diagram, dan dekomposisi. Diagram tingkat atas atau *top-level* menggambarkan deskripsi umum proses bisnis yang mewakili keseluruhan sistem dan biasa diistilahkan dengan diagram A0. Induk diagram atau *parent-diagram* terdiri dari satu atau lebih kotak induk (fungsi, input, mekanisme, kontrol, output) yang menjelaskan mengenai awal mula proses hingga akhir dari proses pembuatan produk. Anak diagram atau *child-diagram* atau sub diagram merupakan rincian dari kotak induk yang menjelaskan proses secara detail. Dekomposisi adalah strategi mengorganisasikan setiap fungsi serinci mungkin dan bersifat hirarki (Kim & Jang, 2002).



Gambar 2. 5 Bagian Diagram IDEF0
 Sumber : (Teoh & Case, 2004)

2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah perangkat yang memiliki beberapa tugas tertentu atau spesifik sesuai dengan program yang didefinisikan oleh pemrogram (Febtriko, 2017). Mikrokontroler terdiri dari *processor* sebagai pemroses atau pengeksekusi program, memori sebagai tempat penyimpanan, dan input-output sebagai penyedia fungsi proses

masukan dan keluaran yang dapat dimanfaatkan untuk membaca kondisi lingkungan dan mengkondisikan aksi melalui aktuator atau indikator atau notifikasi.

Terdapat banyak jenis mikrokontroler, diantaranya adalah Arduino Uno dan WeMos D1 R1. Mikrokontroler arduino menggunakan chip IC jenis AVR (perusahaan Atmel) (Febtriko, 2017), bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C++. Terdapat aplikasi khusus atau Software Development Kit (SDK) untuk memasukan program kedalam arduino, aplikasi tersebut adalah arduino IDE (Integrated Development Environment). Arduino IDE merupakan software yang disediakan oleh situs arduino.cc yang ditujukan sebagai perangkat pengembangan sketch yang digunakan sebagai program di papan arduino. Arduino IDE merupakan antarmuka berbasis menu.

Tabel 2.1 menunjukkan spesifikasi detail Arduino Uno, yang meliputi spesifikasi mikrokontroler, tegangan operasi, pin input-output, arus listrik, dan *flash memory* dan *bootloader*.

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino Uno
Sumber : (Febtriko, 2017)

Mikrokontroler	Atmega328
Tegangan Operasi	5 V Tegangan masukan 7-12 V (rekomendasi) Tegangan masukan 6-20 V (batas)
Pin Input Output	14 pin (6 pin PWM, 6 pin analog)
Arus Listrik	50 mA
Flash Memory	32 KB
Bootloader	SRAM 2 KB

WeMos termasuk jenis mikrokontroler yang tentunya dapat menyimpan kode program lalu mengeksekusinya. WeMos bisa dikatakan sebagai webserver dan akses point kecil (Iwan & Setiyadi, 2016). WeMos sekilas mirip dengan mikrokontroler Arduino Uno sehingga biasanya disebut WeMos D1 Uno. Pada penelitian ini WeMos yang digunakan adalah WeMos D1 seri R1. Pada aplikasinya WeMos digunakan sebagai

perangkat yang dapat menghubungkan benda benda sekitar kedalam sistem dengan menggunakan protokol internet (IoT).



Gambar 2. 6 WeMos D1 R1
Sumber : (Iwan & Setiyadi, 2016)

WeMos D1 menggunakan ESP 8266 dengan flash memory 4 MB dan SRAM 32 KB dan DRAM 80 KB, dengan 11 pin digital dan 1 pin analog. Jika kita memprogram WeMos D1 menggunakan Arduino IDE ada yang perlu diperhatikan yaitu pin yang digunakan di Arduino IDE, dimana kita menggunakan istilah GPIO (General Purpose Input/Output). IC Serial pada WeMos atau dikenal dengan driver untuk upload code ke WeMos D1 memerlukan driver tambahan sehingga dapat diprogram dengan Software Arduino IDE, driver tersebut adalah CH340.

Tabel 2. 2 Spesifikasi WeMos D1 R1
Sumber : (Iwan & Setiyadi, 2016)

Mikrokontroller	ESP8266
Processor	32 bit/80-160 MHz, 80 KB
Fitur	WiFi seri <i>transceiver</i> ESP8266 SoC USB Micro-B Port ke komputer
Tegangan Operasi	5 V DC Power Jack 7-12 VDC input
Pin Input Output	12 pin (11 GPIO, 1 pin analog)

2.5 Sensor suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 merupakan sensor yang dapat diintegrasikan kedalam mikrokontroller dan dapat menggunakan lebih dari satu perangkat dalam satu pin input. Sensor suhu ini memiliki kelebihan yaitu anti air sehingga dapat digunakan untuk mengukur kondisi lingkungan yang basah atau bahkan dicelupkan kedalam air. Sensor ini juga memiliki ketahanan terhadap suhu ekstrim (dingin ataupun panas) bahkan dapat membaca suhu negatif.



Gambar 2. 7 Sensor DS18B20
Sumber : (Imam & Apriaskar, 2019)

2.6 Sensor kandungan nutrisi terlarut TDS meter V1.0

Sensor kandungan nutrisi terlarut dalam air dapat diukur oleh *Total Dissolved Solid* (TDS). Air mengandung partikel padatan dan non padatan. Partikel padatan diantaranya adalah alumunium, besi, mangan, tembaga, dan lain sebagainya, sedangkan partikel non padatan diantaranya adalah mikroorganisme. Sensor ini dapat melakukan perhitungan jumlah padatan terlarut dalam satuan ppm (mg/l). Sensor ini juga dapat dimanfaatkan untuk mengetahui *Electrical Conductivity* (EC) yang menunjukkan nilai konduktivitas dalam satuan mmho/cm atau mS/cm atau EC. Tingkat EC menunjukkan kepekatan total larutan nutrisi yang berhubungan dengan daya hantar listrik, semakin besar nilai yang terdeteksi maka semakin besar daya hantar listriknya.



Gambar 2. 8 TDS meter V1.0
Sumber : (Fisika et al., 2020)

2.7 Arsitektur Sistem dan Teknologi

Sistem informasi merupakan kumpulan dari komponen yang saling bekerjasama mengelola informasi dalam bentuk data sehingga dapat diproses menjadi lebih mudah untuk berbagai kemudahan dalam sebuah organisasi. Dengan adanya pengelolaan data yang berbasis digital memungkinkan segala keputusan dapat dibuat dengan lebih mudah sehingga dengan demikian tentunya memudahkan setiap orang dalam bekerja. Sistem informasi merupakan salah satu solusi terbaik bagi masalah pelayanan publik. Seringkali masyarakat mengeluhkan layanan yang didapatkan tidak cukup baik dan malah mempersulit. Sistem informasi harus dapat menyajikan informasi data yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan.

Agar pengembangan Sistem Informasi merepresentasikan visi misi yang ingin dicapai, maka sangat diperlukan media yang dapat dijadikan referensi berbentuk cetak biru atau *blueprint* yang bersifat baku sebagai panduan pelaksanaan pengembangan sistem yang dapat juga digunakan untuk membatasi keputusan organisasi kedepan. Media tersebut adalah Arsitektur Sistem Informasi dan Teknologi Informasi (Arsitektur SI/TI). Arsitektur Sistem Informasi merupakan investasi Teknologi Informasi karena digunakan sebagai bahan pengembangan Sistem Informasi. Arsitektur Sistem Informasi haruslah tergambar secara detail untuk kemudian diimplementasikan sesuai dengan Rencana Strategis yang telah ditetapkan.

Dengan adanya arsitektur SI/TI maka tujuan organisasi melalui pemanfaatan SI/TI akan terpenuhi secara efektif karena dapat menyelaraskan dan mengintegrasikan proses bisnis dengan Sistem Informasi. Arsitektur Sistem Informasi terbagi atas dua jenis; arsitektur data, dan arsitektur aplikasi. Arsitektur data merupakan penjabaran dari analisis pemodelan proses bisnis yang berbentuk entitas data atau data utama yang relevan dengan proses bisnis. Sedangkan arsitektur aplikasi adalah rancangan yang mendefinisikan pengolahan data bagi kebutuhan operasional sistem. Disisi lain terdapat arsitektur teknologi yang merupakan rancangan ketentuan kandidat teknologi yang diperlukan dan dimungkinkan, kandidat teknologi tersebut meliputi; perangkat lunak, perangkat keras, dan jaringan.

2.8 Pertanian

Indonesia dikenal sebagai negara agraris dimana sebagian besar penduduknya berprofesi di sektor pertanian. Sektor pertanian menjadi sektor unggulan dalam peningkatan perekonomian nasional. Untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas hasil tani banyak upaya yang harus dilakukan, penerapan teknologi tepat guna, pengendalian hama tanaman, manajemen air, pengaplikasian teknologi tanam cerdas, pengendalian nutrisi, dan lain sebagainya.

Potensi pertanian di Indonesia sangat besar, lahan dan tanah yang subur menjadi modal utama untuk bertani. Sumber daya melimpah dan beraneka ragam, wilayah daratan dan wilayah perairan memenuhi kebutuhan pokok masyarakat Indonesia. Namun sayang, potensi besar tersebut belum dapat dimanfaatkan dengan baik karena berbagai macam keterbatasan, diantaranya adalah keterbatasan teknologi pertanian yang cenderung lambat berkembang atau masih memberdayakan sistem konvensional. Contohnya adalah sistem tanam mundur atau tandur, seringkali para petani menanam benih padi masih menggunakan cara konvensional atau manual padahal terdapat teknologi tanam menggunakan mesin yang bahkan dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas hasil tani, namun pada kenyataannya petani kebanyakan masih menggunakan sistem manual. Hal tersebut dapat diartikan bahwa perkembangan teknologi belum dapat dijangkau oleh kebanyakan petani, dengan alasan keterbatasan modal. Upaya

pengembangan teknologi tersebut tidak terlihat menyesuaikan dengan kondisi petani di Indonesia. Oleh karenanya inovasi teknologi pertanian di Indonesia harus diupayakan untuk berkembang namun harus diperhatikan kesesuaian dan adaptasinya dengan kondisi para petani di Indonesia.

2.9 Diferensiasi Penelitian

Penelitian lain dilakukan oleh (Nasution et al., 2019), Universitas Lancang Kuning dengan judul penelitian IoT dalam Agrobisnis Studi Kasus : Tanaman Selada dalam Green House. Pada penelitian tersebut disimpulkan bahwa perlu penelitian lanjutan untuk melihat seberapa besar pengaruh sensor dalam mendeteksi perkembangan tumbuh tanaman. Dilakukan penelitian guna melanjutkan penelitian tersebut sehingga dapat diketahui keterpengaruh sensor terhadap perkembangan tumbuh tanaman dengan cara melihat perkembangan pertumbuhan dengan pembandingan sistem secara manual, yang diharapkan dapat membantu dosen dan mahasiswa dalam melakukan penelitian menemukan kadar konsentrasi terbaik.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Fuad Nurdiansyah, S.P., M.PlahBio, PhD. Dosen Agroekoteknologi Universitas Jambi (2020) dengan hasil penelitiannya dinamakan Smart Planting System berbasis *Internet of Things* (IoT) dan *Artificial Intelligence* (AI) yang memiliki kemampuan penyiraman dan pemupukan otomatis serta dapat mengawasi dan mengontrol budidaya tanaman melalui *Webapp* juga *smartphone*. Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan sistem tersebut namun dengan memperlihatkan rancangan *blueprint* sistem dan mampu memaksimalkan kinerja sensor dengan menggunakan lebih dari 1 buah sensor sehingga menghasilkan keakuratan, efisiensi dan efektif dalam menemukan kadar konsentrasi terbaik melalui nilai sensor yang terdeteksi.

Penelitian lain dilakukan oleh (Ramady, 2020), Sekolah Tinggi Teknologi Mandala dengan judul penelitian Sistem Monitoring Data pada *Smart Agriculture System* Menggunakan *Wireless Multisensor* Berbasis IoT. Perbedaan penelitian berada pada media tanam, penelitian Givy menggunakan media tanam tanah sedangkan penelitian ini digunakan media air.

Penelitian lain dilakukan oleh (Setiyani, 2019), Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer ROSMA dengan judul penelitian Perancangan dan Implementasi IoT (Internet of Things) pada *Smarthome* menggunakan Raspberry Pi Berbasis Android, sistem tersebut mampu memberikan notifikasi terjadi kebakaran pada ponsel dengan menggunakan 1 buah sensor api. Secara umum penelitian tersebut sama halnya dengan penelitian saya (monitoring dan pengendalian jarak jauh) dengan pengembangan sistem dibuat menjadi lebih kompleks yaitu menambah jumlah sensor sehingga informasi yang didapatkan dapat menjadi lebih valid dan lebih akurat. Dengan tidak hanya memberikan notifikasi saja namun akan beraksi fisik dengan memanfaatkan aktuator untuk pemupukan secara otomatis.

Penelitian lain dilakukan oleh (Ciptadi & Hardyanto, 2018), Universitas PGRI Yogyakarta dengan judul penelitian Penerapan Teknologi IoT pada Tanaman Hidroponik menggunakan Arduino dan Blynk Android. Penelitian tersebut menghasilkan sistem pemantauan yang dapat mengetahui keadaan sekitar media tanam hidroponik secara jarak jauh dan mengendalikan sistem jarak jauh untuk menyiram tanaman. Namun data sensor tersebut tidak sampai menjadi dasar pengendalian sistem hidroponik sehingga kondisi lingkungan tetap stabil untuk mendapatkan perkembangan tanaman yang maksimal.

Tabel 2.3 menunjukkan perbandingan dengan penelitian serupa atau bersinggungan/berkolerasi/relevan.

Tabel 2. 3 Matriks perbandingan penelitian

Topik Penelitian	Arsitektur Teknologi	Pengujian Setiap Sub Sistem	Metode Penelitian	Pengolah sistem
Implementas IoT pada Sistem Pengendali Otomatis dan Pemantauan Kondisi Media Tanam di Inkubator Pertanian Menggunakan Pemodelan IDEF0 (Fauzan, 2022)	Ada	Ada	<i>Engineering Design Process</i>	Mikrokontroler WeMos D1 R1

Topik Penelitian	Arsitektur Teknologi	Pengujian Setiap Sub Sistem	Metode Penelitian	Pengolah sistem
Smart Planting System berbasis IoT dan AI (Fuad, 2020)	Ada	-	-	Mikrokontroler
IoT Dalam Agrobisnis (Nurliana, 2020)	Ada	-	-	Mikrokontroler Arduino Mega
Perancangan dan Implementasi IoT pada Smarthome (Lila, 2019)	Ada	Ada	<i>Prototyping</i>	Minikomputer RasPi
Sistem Monitoring Data pada <i>Smart Agriculture System</i> Berbasis IoT (Givy, 2019)	-	Ada	<i>Waterfall</i>	Mikrokontroler Node MCU
Penerapan Teknologi IoT pada Tanaman Hidroponik (Prahenusa, 2018)	-	Ada	<i>Waterfall</i>	Mikrokontroler Arduino

BAB III. OBJEK DAN METODE PENELITIAN

3.1 Inkubator Pertanian UNPER

Penelitian dilakukan di inkubator pertanian Universitas Perjuangan Tasikmalaya (UNPER) yang berlokasi di Jalan Pembela Tanah Air (PETA) Nomor 177 Kota Tasikmalaya. Inkubator pertanian tersebut dikelola oleh Fakultas Pertanian yang terdiri dari Program Studi Agroteknologi, Program Studi Agribisnis, dan Program Studi Peternakan. Terdapat dua buah *screen house* dengan fungsi sebagai berikut ; 1) praktikum dan penelitian, 2) bisnis dan penelitian. Fokus penelitian ini berada pada *screen house* nomor (2) bisnis dan penelitian, yang mana terdapat instalasi hidroponik NFT dan rakit apung. Penelitian dilakukan pada media tanam hidroponik di rakit apung. Rakit apung berkonsentrasi meneliti varietas tanaman dan konsentrasi nutrisi.



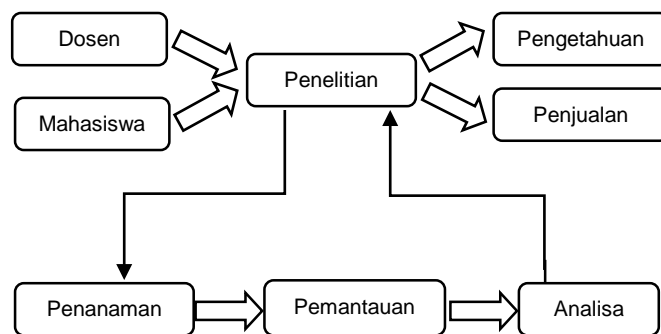
Gambar 3. 1 Inkubator Pertanian UNPER

3.1.1 Tujuan Inkubator Pertanian UNPER

Untuk menunjang kegiatan belajar mengajar serta sebagai sarana penelitian mahasiswa dan dosen di bidang pertanian serta untuk mendukung pelaksanaan Tri Dharma Perguruan Tinggi (pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat) di Fakultas Pertanian Universitas Perjuangan Tasikmalaya maka Yayasan Universitas Siliwangi mengesahkan pendirian inkubator pertanian.

3.1.2 Proses Bisnis Inkubator Pertanian UNPER

Untuk menyelesaikan masalah yang ada dan untuk menghasilkan sebuah produk atau layanan maka diperlukan kumpulan aktivitas atau pekerjaan terstruktur yang saling terintegrasi. Dalam penelitian ini proses bisnis berorientasi kepada bagaimana memproduksi tanaman secara efektif dan efisien. Sesuai dengan tujuan pembentukan inkubator pertanian yaitu menyediakan lahan penelitian dan sarana pembelajaran terkait pengembangan produksi pertanian. Kumpulan aktivitas atau pekerjaan terstruktur tersebut digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3. 2 Proses Bisnis Inkubator Pertanian UNPER

Penjualan tanaman hasil penelitian merupakan proses bisnis yang bernilai finansial yang kemudian dikelola oleh inkubator pertanian UNPER secara mandiri. Saat ini fokus inkubator pertanian UNPER lebih banyak untuk menghasilkan pengetahuan dari penelitian dosen dan mahasiswa.

Sebagaimana telah dijabarkan pada bagian (3.1), fokus penelitian adalah *screen house* bisnis dan pada rakit apung. Penelitian yang dilakukan di rakit apung adalah penelitian untuk mencari kadar konsentrasi terbaik untuk menumbuhkan tanaman dengan melakukan pengecekan kadar elektrokonduktivitas dan kadar perbandingan konsentrasi zat terlarut dan pelarutnya (PPM). Semua proses dilakukan secara manual, pengukuran, pencatatan data, pemantauan, dan pengendalian nutrisi (pemberian pupuk AB mix).



Gambar 3. 3 Tempat Penelitian Rakit Apung

3.2 Pengembangan Inkubator Pertanian UNPER

Tansformasi data yang bersifat analog menjadi digital diperlukan dalam pengembangan inkubator pertanian UNPER. Untuk melakukan transformasi tersebut diperlukan perangkat pendukung berupa sensor dan aktuator. Sensor digunakan sebagai penangkap atau perekam kondisi lingkungan objek penelitian sehingga didapati nilai berupa data digital. Aktuator digunakan sebagai penindaklanjut sistem yang akan bekerja berdasarkan sensor yang digunakan dan bergantung terhadap program yang didefinisikan.

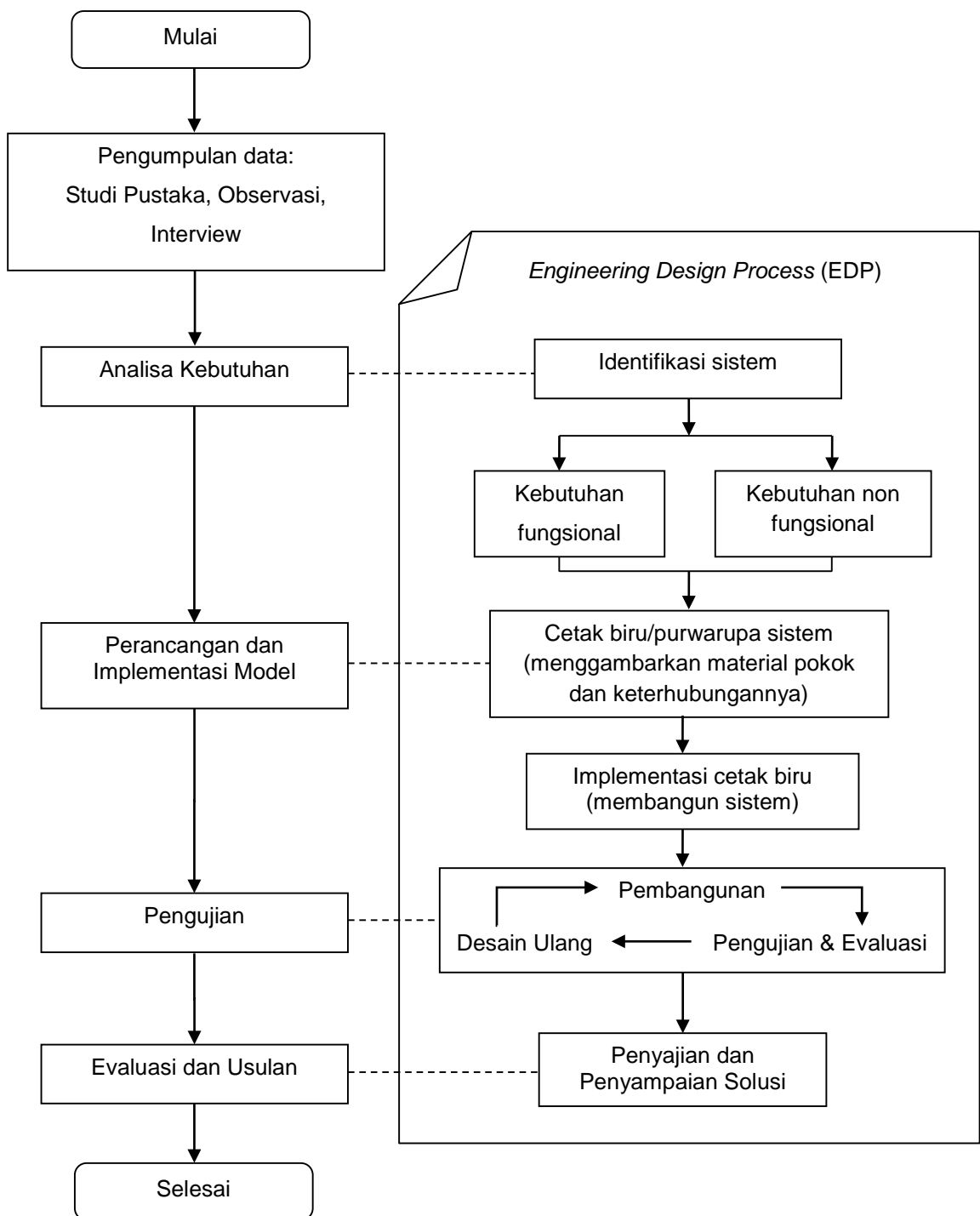
3.3 Metode Penelitian Pengembangan Sistem

Teknik pengumpulan data atau informasi (metodologi penelitian) yang digunakan adalah studi dokumen yang berasal dari jurnal, observasi lapangan (dalam hal ini adalah melakukan identifikasi kebutuhan di inkubator Pertanian Universitas Perjuangan Tasikmalaya) dan melakukan wawancara dengan pelaku bidang ilmu yang bersangkutan dengan penelitian, dalam hal ini adalah bidang Sistem Informasi, Sistem Komputer, Teknik Informatika, dan Agroteknologi.

Metodologi penelitiannya meliputi, pencarian Sumber Penelitian, Pengumpulan Data, Identifikasi Masalah, dan Analisa Kebutuhan dilakukan terhadap sistem *existing* atau yang telah ada saat ini sehingga didapati kebutuhan fungsional (proses apa saja

yang diperlukan dan layanan apa saja yang harus tersedia, bagaimana sistem harus bereaksi terhadap masukan tertentu) dan non fungsional (komponen yang diperlukan mulai dari perancangan sampai pembangunan sistem seperti perangkat keras, perangkat lunak yang digunakan) untuk kemudian dikembangkan.

Metodologi penelitian berisi metode-metode penelitian, setiap metode memiliki filosofi terhadap pemecahan masalah, sehingga metodologi penelitian adalah kumpulan dari metode yang “dibedah” sehingga ditemukan metode yang cocok untuk memecahkan masalah penelitian. Metode penelitian adalah urutan, tahapan, prosedur dari *start* hingga *finish* untuk memecahkan masalah penelitian. Pada metode penelitian yang perlu diperhatikan adalah input data, proses data, dan output data. Pemilihan metode penelitian menjawab permasalahan penelitian sehingga harapan dan tujuan penelitian akan terpecahkan dan terurai masalahnya. Pada penelitian ini metode penelitian yang diterapkan adalah metode *Engineering Design Process* (EDP) atau proses desain rekayasa yang digunakan dalam proses desain dengan menciptakan sesuatu yang nyata atau *tangible* dengan fungsi tertentu. Serangkaian langkah sekuensial dilakukan dalam metode penelitian ini, diantaranya; inspirasi/empati/identifikasi masalah (*identify the problem*), definisi/ide/pemecahan masalah (*brainstorm*), purwarupa/mendesain (*design*), membuat-pengujian-desain ulang, dan penyajian/komunikasi/berbagi solusi. Gambar 3.4 menunjukkan alur penelitian yang dilakukan dalam pengembangan sistem informasi berbasis IoT pada inkubator pertanian UNPER menggunakan metode penelitian EDP.



Gambar 3. 4 Alur Penelitian
(SITANI-Sistem Informasi Pertanian berbasis IoT)

Sebelum sampai pada tahapan EDP tahapan yang perlu dilakukan adalah melakukan studi pustaka, observasi dan interview. Pada tahapan ini hal-hal yang menyangkut pengetahuan umum mengenai objek penelitian akan digali lebih dalam.

Studi pustaka dilakukan untuk mendapatkan data-data yang dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya, sumber yang dijadikan referensi haruslah berasal dari sumber yang dapat dipercaya dan diverifikasi kebenarannya. Hal yang berkaitan dengan aturan pananaman bibit tanaman hingga panen perlu diketahui, bagaimana kondisi pertumbuhan tanaman yang dikategorikan baik hingga buruk, berapa lama aturan panen tanaman tertentu, dan hal mendasar lainnya yang dapat mendukung dalam penanaman sistem hidroponik media rakit apung.

Setelah studi pustaka, tahapan selanjutnya adalah melakukan observasi. Pada tahapan ini hal-hal yang menyangkut kebiasaan kegiatan pada objek penelitian akan dicatat sebagai pertimbangan pengembangan sistem. Dalam hal ini harus diketahui kebiasaan seperti apa yang ada di inkubator pertanian UNPER (proses bisnis). Tentunya untuk mendapatkan data tersebut diharuskan untuk langsung mengunjungi tempat yang akan dijadikan objek penelitian. Melihat kondisi lingkungan secara langsung dan mengetahui cara kerja sistem yang ada saat ini.

Setelah melakukan observasi, untuk mendapatkan dukungan data-data yang valid maka akan dilakukan proses interview atau wawancara. Interview atau wawancara dilakukan dengan bidang-bidang yang berhubungan secara langsung dengan inkubator pertanian (Agroteknologi), maupun secara tidak langsung dengan pakar atau ahli di bidang pengembangan sistem (Sistem Informasi, Teknik Informatika, Sistem Komputer).

Setelah dilakukan studi pustaka, observasi, dan wawancara maka tahapan selanjutnya adalah melakukan analisa kebutuhan pengembangan sistem dengan melakukan analisa terhadap sistem yang sudah ada (sistem berjalan). Pada tahapan ini, pelaksanaan metode penelitian EDP akan dimulai. Secara terperinci tahapan metode penelitian EDP adalah sebagai berikut :

1. Inspirasi/empati/identifikasi masalah (*identify the problem*)

Berdasarkan hasil survey, ditemukan permasalahan yang kemudian dapat dijadikan bahan dalam pengembangan sistem. Pada tahapan ini hal yang dapat dikembangkan akan ditemukan atau teridentifikasi. Meliputi kekurangan sistem berjalan.

2. Definisi/ide/pemecahan masalah (*brainstorm*),

Pada tahapan ini dijelaskan apa saja data yang diperlukan untuk mengembangkan sistem informasi pertumbuhan tanaman berbasis IoT di inkubator pertanian Universitas Perjuangan Tasikmalaya. Data tersebut didapatkan dengan melakukan diskusi secara langsung dengan pengelola inkubator pertanian UNPER. Diskusi tersebut akan menghasilkan sebuah gagasan atau ide yang bersumber langsung dari keluhan atau keinginan pengguna/pengelola inkubator pertanian UNPER. Ide yang didapatkan adalah merupakan pemecahan masalah dalam pengembangan sistem.

Secara terperinci, hal yang menjadi unsur pemecahan masalah tersebut meliputi :

- a. Kebutuhan fungsional yang diperlukan, merupakan proses apa saja yang diperlukan dan layanan apa saja yang harus tersedia, bagaimana sistem harus bereaksi terhadap masukan tertentu. Masukan tersebut dikumpulkan dan diproses sedemikian rupa sehingga dapat direkam dan dikelola sampai menghasilkan informasi baru. Masukan tersebut berasal dari data sensor. Berikut ini tabel yang menunjukkan dataset masukan sistem yang akan dikelola (Tabel 3.1).

Tabel 3. 1 Konsep dataset

Nama tanaman	Urutan data	Data sensor		
		Ppm	EC	suhu
Nama tanaman yang diteliti	Data ke-	Nilai ppm terukur	Nilai EC terukur	Nilai suhu terukur

Keluaran sistem berupa aktivasi perangkat penggerak dan pengiriman notifikasi nilai sensor.

- b. Kebutuhan non fungsional yang diperlukan, merupakan komponen atau perangkat yang diperlukan mulai dari perancangan sampai pembangunan sistem seperti perangkat keras, perangkat lunak yang digunakan.

3. Purwarupa/mendesain (*design*)

Pengembangan sistem digambarkan dalam bentuk cetak biru atau *blue print* yang menginventarisasi material yang diperlukan dalam perancangan sistem. Desain dibuat dengan menyajikan komponen kunci yang telah diidentifikasi sebelumnya sebagai sesuatu yang penting dalam perancangan/pengembangan sistem. Dalam cetak biru tersebut dijelaskan hubungan antara komponen satu dengan lainnya, bagaimana komunikasinya dan seperti apa hasil akhir dari kerja sistem.

4. Membuat-pengujian-desain ulang (*build-test&evaluate-redesign*)

Tahapan selanjutnya setelah mendapatkan gambaran sketsa (desain) sistem secara keseluruhan adalah pembuatan atau mewujudkan desain tersebut, yang mungkin dalam perjalanannya akan menemukan bahwa beberapa komponen atau material tidak dapat digunakan sesuai dengan rencana sehingga akan diperlukan beberapa perubahan, dan hal tersebut memang sangat dapat dilakukan sehingga mendapatkan hasil kerja sistem yang sempurna.

Setelah tahapan pembuatan selesai dilaksanakan maka dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah berwujud untuk melihat tingkat kesuksesan kerja sistem, jika sistem tidak bekerja sesuai dengan perencanaan maka dilakukan identifikasi masalah sehingga masalah tersebut dapat dijadikan bahan dalam melakukan desain ulang sistem atau melakukan perbaikan sehingga menghasilkan tingkat kesuksesan kerja sistem secara sempurna dan optimal.

5. Penyajian/komunikasi/berbagi solusi (*share solution*)

Pembelajaran-pembelajaran yang didapat dari penelitian dijadikan bahan berbagi solusi sehingga peneliti lain atau perancang sistem yang hendak mengembangkan sistem serupa mendapat pengetahuan. Pada tahap ini akan diungkapkan hasil temuan atau pembelajaran tersebut dalam bentuk rekomendasi atau penjabaran kekeliruan yang didapatkan dan memperlihatkan sistem akhir yang sempurna dan optimal.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Sistem

Dilakukan proses identifikasi untuk menemukan kelemahan atau permasalahan yang kemudian dapat dijadikan bahan dalam pengembangan sistem. Berdasarkan hasil observasi dan interview dapat teridentifikasi kelemahan atau permasalahan yang ada pada sistem berjalan. Kelemahan atau permasalahan tersebut meliputi proses penelitian yang berada pada inkubator pertanian, dimana semua proses dilakukan secara manual. Yang berarti pengujian, pemantauan, perhitungan dalam penelitian perkembangan tanaman dilakukan secara langsung dan manual sehingga diperlukan upaya-upaya yang membutuhkan tenaga lebih, proses tersebut dapat dipangkas melalui pengembangan sistem informasi sehingga dapat menjadi lebih mudah dikembangkan. Terlebih sistem informasi yang dikembangkan berbasis teknologi IoT yang diharapkan dapat lebih membantu untuk mendapatkan data yang diperlukan secara efisien dan efektif serta hasil penelitian yang didapatkan lebih akurat. Berdasarkan proses observasi yang dilakukan, telah teridentifikasi data-data pendukung yang dapat dijadikan sumber data dalam pengembangan sistem. Data tersebut adalah :

1. Teknis pengukuran kadar nutrisi terlarut pada media tanam (EC dan PPM) masih secara manual, dilakukan oleh manusia secara langsung menggunakan EC dan TDS meter. Tindakan selanjutnya jika nilai ec dan ppm tidak sesuai maka akan dilakukan aksi penambahan nutrisi (pupuk AB mix) jika kandungan nutrisi pada media tanam rendah, dan menambahkan air jika kandungan nutrisi pada media tanam terlalu tinggi.
2. Teknis pemantauan atau monitoring masih dilakukan secara manual, yang artinya dipantau secara langsung ke "lapangan". Pemantauan fisik tanaman berdasarkan perkiraan, melihat tingkat warna daun, tinggi tanaman, lebar daun, berat akar.

4.1.1 Pengembangan Sistem Menggunakan Pemodelan IDEF0

Dalam pengembangan sistem perlu dilakukan penggambaran proses bisnis sehingga memudahkan pengembang sistem memahami setiap fungsi dari sistem. Penggambaran proses bisnis tersebut dalam hal ini menggunakan metode pemodelan IDEF0.

Berikut ini langkah-langkah penyusunan diagram IDEF0 :

1. Mengurutkan proses pembuatan produk mulai dari awal proses hingga akhir proses,
2. Menentukan komponen fungsi (input, kontrol, mekanisme, dan output),
3. Membuat diagram aktivitas dari awal hingga akhir proses.

Berdasarkan proses bisnis yang telah teridentifikasi serta dengan mengimplementasikan langkah-langkah penyusunan diagram IDEF0 maka dapat dijabarkan fungsi-fungsi yang ada adalah sebagai berikut :

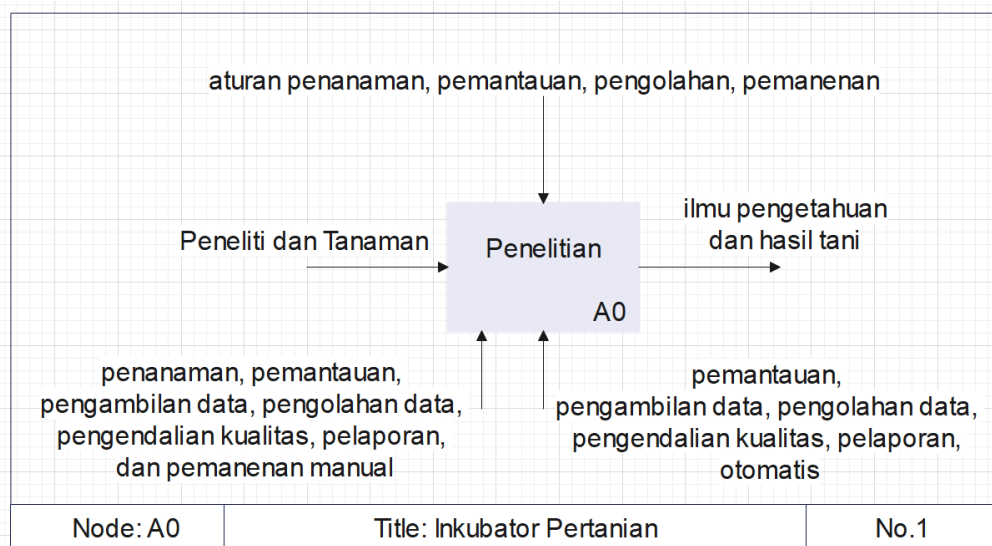
1. Proses penanaman
 - a. Pemilihan bibit
 - b. Penyiapan media tanam
2. Proses pemantauan
3. Proses pengambilan data
 - a. Pengaktifan perangkat pengambil data
 - b. Pencatatan data
4. Proses pengolahan data
5. Proses pengendalian
6. Proses pelaporan
7. Proses pemanenan

Berdasarkan fungsi-fungsi penyusunan diagram IDEF0 dapat diidentifikasi komponen input, kontrol, mekanisme, dan output dari diagram tingkat atasnya sebagai berikut :

1. Input

- Peneliti dan tanaman
- 2. Kontrol
 - a. Aturan penanaman, pemantauan, pengambilan data, pengolahan, pengendalian, pelaporan dan pemanenan
- 3. Mekanisme
 - a. Penanaman, pemantauan, pengambilan data, pengolahan data, pengendalian, pelaporan, dan pemanenan manual
 - b. Pemantauan, pengambilan data, pengolahan data, pengendalian, dan pelaporan otomatis dan jarak jauh
- 4. Output

Ilmu pengetahuan (informasi) dan hasil tani



Gambar 4. 1 Diagram Tingkat Atas IDEF0 A0

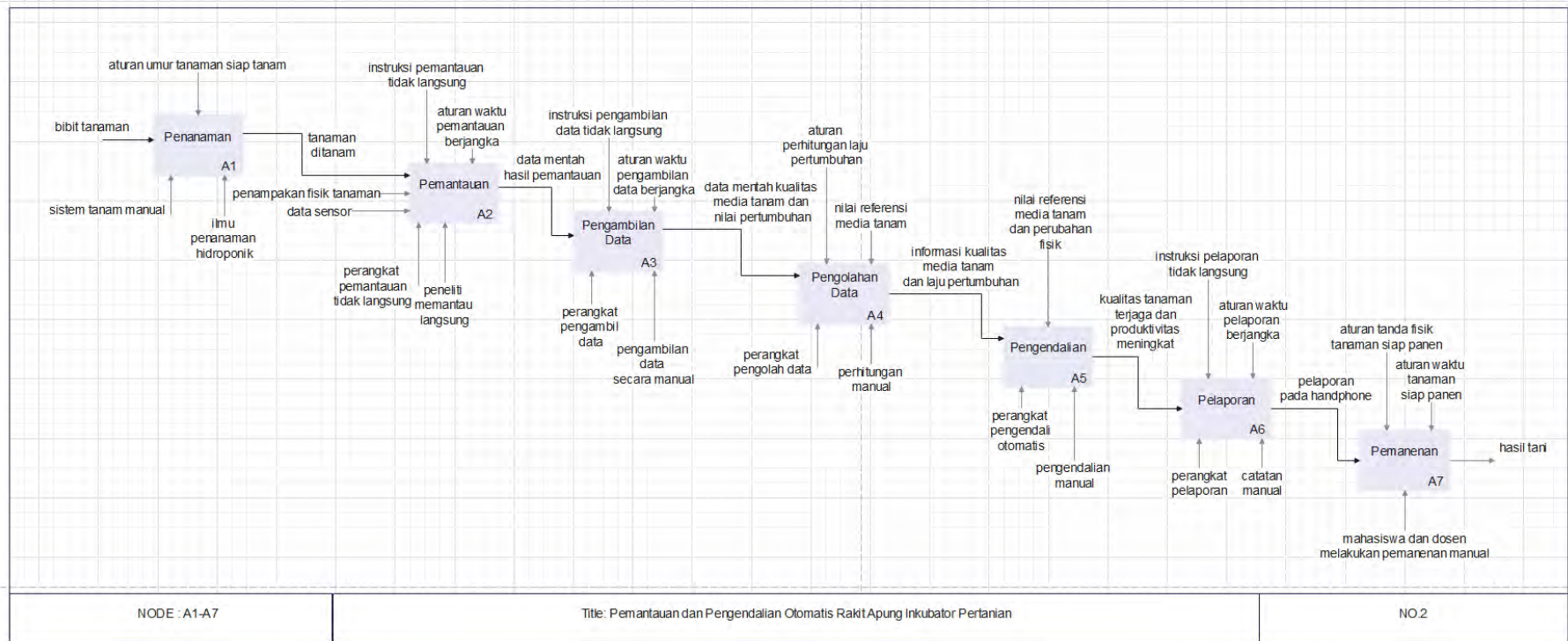
A0 Merupakan diagram IDEF0 yang menggambarkan proses bisnis secara umum. Di Inkubator Pertanian khususnya pada media tanam rakit apung. Sebagaimana telah dijabarkan di Gambar 3.2 bahwa pada rakit apung Inkubator Pertanian UNPER proses bisnisnya fokus pada penelitian dan penjualan hasil penelitian. Penelitian yang dilakukan masih bersifat manual, semua proses dilakukan secara langsung tanpa bantuan alat elektronik, melihat hal tersebut maka diperlukan pengembangan sistem sehingga dapat memudahkan peneliti

mendapatkan data, mengoleksi data, mengolah data secara jarak jauh dan otomatis. Masukan fungsi penelitian berupa peneliti dan tanaman yang merupakan komponen inti fungsi penelitian. Mekanisme yang diberlakukan masih memanfaatkan metode manual dengan menambahkan mekanisme otomatis dalam pengembangannya. Semua proses yang ada pada fungsi penelitian harus berdasarkan aturan atau ilmu pertanian sehingga semua proses terkendali menurut kaidah pertanian. Keluaran dari sistem adalah informasi atau ilmu pengetahuan laju perkembangan/pertumbuhan tanaman dan pengetahuan kualitas media tanam yang baik dalam menumbuhkan tanaman sehingga hasil tani baik atau berkualitas dan konsisten.

Berdasarkan fungsi-fungsi penyusunan diagram IDEF0 dapat diidentifikasi komponen input, kontrol, mekanisme, dan output dari induk diagramnya sebagai berikut :

1. Input
Bibit tanaman
2. Kontrol
 - a. Instruksi pengaktifan perangkat
 - b. Aturan waktu pemantauan dan pengendalian
 - c. Referensi penjagaan kualitas perkembangan tumbuhan
3. Mekanisme
 - a. Penanaman, pemantauan, pengambilan data, pengolahan data, pengendalian, pelaporan, dan pemanenan manual
 - b. Pemantauan, pengambilan data, pengolahan data, pengendalian, dan pelaporan otomatis dan jarak jauh
4. Output
Hasil tani dengan kualitas terjaga atau konsisten

Setelah diketahui fungsi dan komponen setiap proses maka selanjutnya dilakukan proses penggambaran diagram IDEF0 pengembangan sistem sebagai berikut :

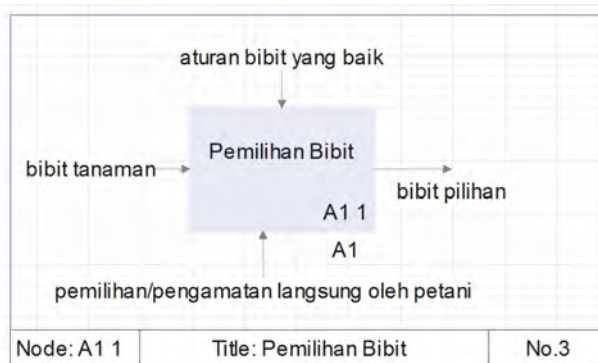


Gambar 4. 2 Induk Diagram IDEF0

Terdapat tujuh fungsi dalam induk diagram IDEF0 seperti tergambar pada Gambar 4.2. Semua elemen yang telah terdefinisi sebelumnya dikoneksikan sehingga membentuk satu fungsi secara utuh.

1. A1. Penanaman

Menggambarkan proses penanaman dimulai dari persiapan bibit siap tanam hingga penyimpanan bibit pada media tanam. A1 memiliki dua anak diagram yang menggambarkan dua proses tersebut. Masukan fungsi pemilihan bibit adalah bibit tanaman, dimana secara manual dipilih atau diamati oleh petani atau peneliti dengan berdasarkan kaidah ilmu pertanian (aturan bibit yang baik) sehingga keluaran yang dihasilkan proses ini adalah bibit pilihan yang siap tanam. Gambar 4.3 menunjukkan anak diagram fungsi penanaman dari induk diagram A1 Penanaman.



Gambar 4. 3 Anak Diagram Penanaman (Pemilihan Bibit)

Fungsi selain pemilihan bibit dalam proses penanaman bibit adalah fungsi penyiapan media tanam. Masukan fungsi penyiapan media tanam adalah bahan media tanam dan tukang. Mekanisme yang dilakukan dalam fungsi ini adalah pembuatan manual media tanam oleh tukang dengan aturan atau kaidah desain media tanam yang sesuai dengan kaidah ilmu pertanian. Keluaran fungsi ini adalah media tanam yang siap guna. Gambar 4.4 menunjukkan anak diagram fungsi penyiapan media tanam dari induk diagram A1 Penanaman.



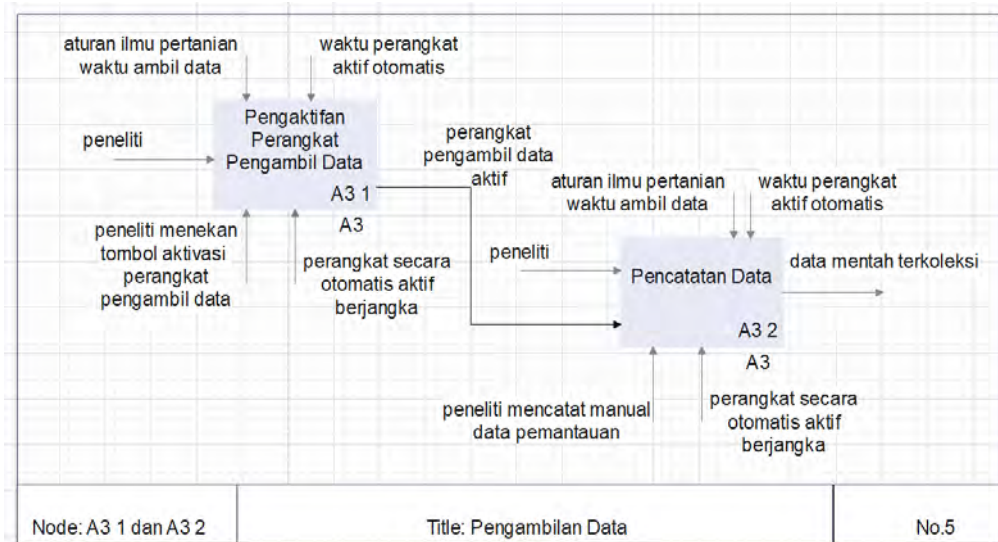
Gambar 4. 4 Anak Diagram Penanaman (Penyiapan Media Tanam)

2. A2. Pemantauan

Menggambarkan proses pemantauan yang terdiri dari sistem otomatis dan sistem non otomatis. Sistem otomatis memanfaatkan perangkat elektronik dalam menjalankan fungsi pemantauannya sehingga peneliti dapat memantau kondisi media tanam dari jarak jauh. Sistem non otomatis merupakan proses secara manual dalam memantau perubahan fisik tanaman untuk kemudian dijadikan bahan perhitungan laju pertumbuhan tanaman. Keluaran dari fungsi ini adalah data mentah untuk kemudian diolah sehingga menghasilkan informasi baru yang berguna. Pemantauan dilakukan dengan menerapkan aturan atau kaidah seharusnya pemantauan pertumbuhan tanaman sehingga data yang diambil berdayaguna.

3. A3. Pengambilan Data

Menggambarkan proses pengambilan data yang terdiri dari sistem otomatis dan sistem non otomatis. Sistem otomatis memanfaatkan perangkat elektronik dalam menjalankan fungsi pengambilan datanya sehingga peneliti dapat mengambil data kondisi media tanam dari jarak jauh. Sistem non otomatis merupakan proses secara manual dalam proses pengambilan data yang dilakukan oleh peneliti secara langsung ke lapangan, dimana peneliti melakukan proses pencatatan manual. Keluaran dari fungsi ini adalah data mentah untuk kemudian diolah oleh perangkat pengolah data. Pengambilan data dilakukan dengan menerapkan aturan atau kaidah seharusnya dalam pengambilan data.



Gambar 4. 5 Anak Diagram Pengambilan Data

4. A4. Pengolahan Data

Data mentah dari fungsi pengambilan data menjadi masukan fungsi pengolahan data. Sistem otomatis dan non otomatis dimanfaatkan dalam proses pengolahan data. Sistem otomatis digunakan untuk mengolah data sensor yang merupakan data mentah menggunakan perangkat elektronik. Sedangkan, sistem non otomatis digunakan untuk menghitung secara manual angka matematis ataupun non angka yang dilakukan oleh peneliti untuk memperoleh laju perkembangan tumbuhan.

5. A5. Pengendalian

Fungsi pengendalian dijalankan dengan sistem otomatis dan non otomatis. Fungsi ini dimaksudkan agar kondisi lingkungan media tanam stabil sehingga perkembangan/kualitas tanaman akan terjaga. Fungsi inilah yang akan berubah ubah nilai referensinya. Nilai referensi digunakan peneliti untuk menemukan kadar terbaik dalam menumbuhkan tanaman. Nilai referensi ini akan selalu berkaitan dengan tampilan fisik tanaman karena indikator media tanam yang baik akan menghasilkan tanaman yang segar, rimbun dan lain-lain yang secara tampilan sesuai dengan kaidah/indikator tanaman berkualitas.

6. A6. Pelaporan

Pelaporan dilakukan memanfaatkan *smartphone* dimana akan dilaporkan kualitas media tanam secara jarak jauh dan tidak secara langsung. Namun pelaporan juga diberlakukan secara manual oleh peneliti yang telah melakukan perhitungan secara manual untuk menentukan laju pertumbuhan tanaman.

7. A7. Pemanenan

Proses akhir sistem adalah pemanenan, sesuai dengan proses bisnis yang telah dijabarkan sebelumnya, bahwa inkubator pertanian digunakan sebagai lahan penelitian juga memiliki unsur bisnis atau jual-beli. Dalam prosesnya pemanenan dilakukan secara manual tanpa bantuan mesin. Hasil akhir dari pemodelan IDEF0 adalah hasil tani yang terjaga kualitasnya. Pemanenan dilakukan pada waktu tertentu tanpa ada pemberitahuan waktu panen oleh sistem secara otomatis.

4.1.2 Kebutuhan Fungsional

Identifikasi kebutuhan fungsional merupakan proses identifikasi yang dilakukan untuk menemukan apa saja yang diperlukan atau layanan apa saja yang harus tersedia dan bagaimana sistem harus bereaksi terhadap masukan tertentu (semua hal yang menyangkut fungsionalitas sistem). Kebutuhan fungsional tersebut adalah layanan *mobile* untuk mengendalikan sistem atau perangkat pertanian secara manual secara jarak jauh, dan mendapatkan notifikasi nilai sensor untuk mengetahui kondisi lingkungan penanaman dan atau media tanam.

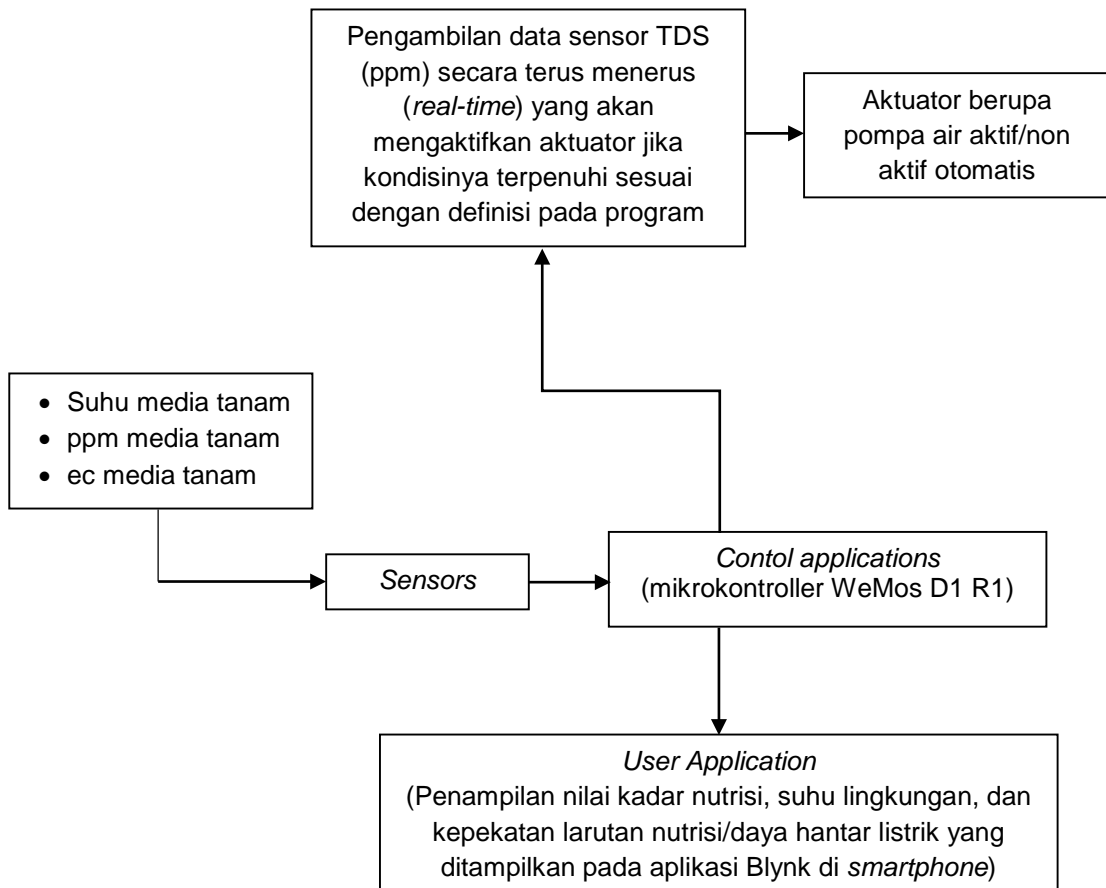
4.1.3 Kebutuhan Non Fungsional

Kebutuhan non fungsional yang diperlukan, merupakan komponen yang diperlukan mulai dari perancangan sampai pembangunan sistem seperti perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan. Kebutuhan non fungsional tersebut adalah :

1. Komponen perangkat keras meliputi : sensor, aktuator, mikrokontroler WeMos D1 R1, *smartphone*.
2. Komponen perangkat lunak meliputi : Arduino IDE, aplikasi Blynk.

4.2 Cetak Biru dan Implementasi

Cetak biru atau *blue print* menginventarisasi material yang diperlukan dalam perancangan sistem. Gambar 4.6 menunjukkan cetak biru yang dibuat dengan menyajikan komponen kunci yang telah diidentifikasi sebelumnya sebagai sesuatu yang penting dalam perancangan sistem.



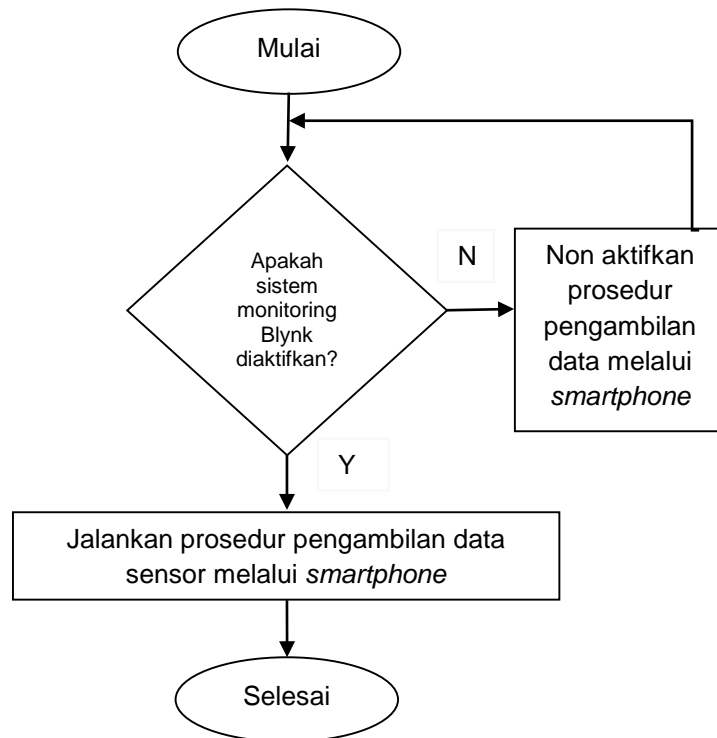
Gambar 4. 6 Arsitektur sistem informasi berbasis IoT (Sistem Informasi Pertanian IoT)

4.2.1 Infrastruktur Sistem

Infrastruktur sistem merupakan kebutuhan dasar yang diperlukan sehingga layanan dan fasilitas sistem dapat berkomunikasi atau berfungsi dengan baik sesuai dengan azas IoT. Kebutuhan-kebutuhan dasar tersebut adalah : *sensor*, *gateway*, *control application*, dan *user application*. Berikut ini merupakan definisi setiap kebutuhan dalam pembangunan infrastruktur sistem berbasis IoT pada SITANI :

1. Sensors

Fungsi sensor adalah sebagai penangkap keadaan lingkungan sekitar, dalam penelitian ini telah ditetapkan bahwa pengambilan sensor dapat dilakukan secara otomatis tanpa bantuan manusia secara langsung. Berikut ini adalah diagram alir yang menunjukkan prosedur pengambilan data masukan dari sensor :

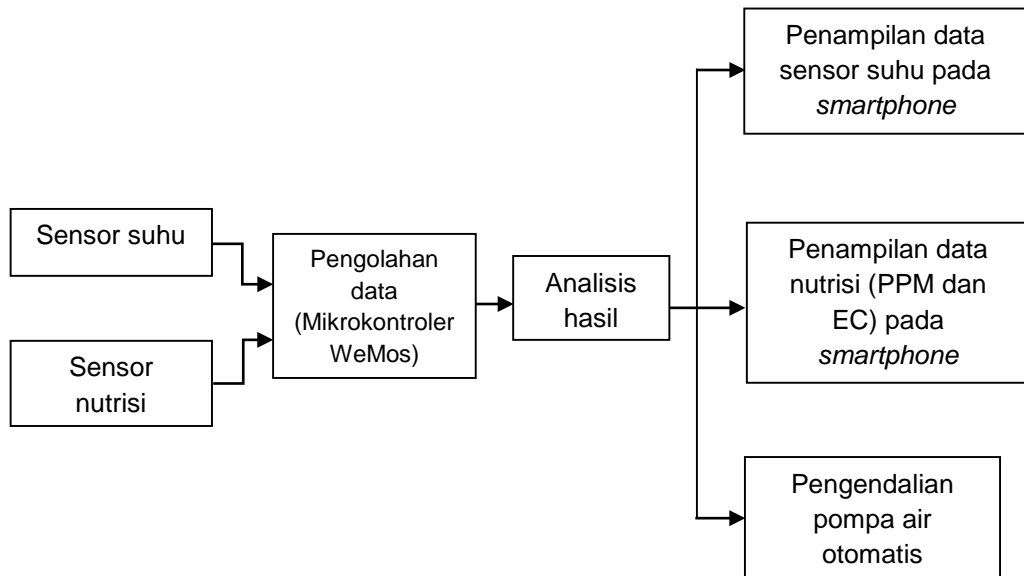


Gambar 4. 7 Diagram alir pengambilan data sensor melalui *smartphone*

Pada penelitian ini digunakan empat macam sensor, yaitu sensor suhu, sensor kandungan nutrisi terlarut (PPM meter dan EC). Sensor suhu digunakan untuk mendeteksi suhu ruangan yang berpengaruh terhadap penyerapan air yang merangsang pertumbuhan lumut sehingga dapat menyumbat aliran air. Data suhu tersebut dijadikan bahan untuk mendapatkan kadar suhu terbaik dalam menumbuhkan tanaman tertentu di inkubator pertanian UNPER.

Sensor kandungan nutrisi (PPM meter) digunakan untuk mengukur kandungan nutrisi yang terkandung dalam media tanam dan tingkat kepekatan larutan nutrisi atau daya hantar listrik (EC) yang akan berpengaruh terhadap tinggi tanaman dan banyaknya daun. Data PPM dan EC tersebut dijadikan bahan untuk mendapatkan kadar PPM dan

EC terbaik dalam menumbuhkan tanaman tertentu di inkubator pertanian UNPER serta data PPM tersebut juga digunakan untuk mengendalikan secara otomatis kadar PPM yang telah diinisialisasi di awal proses penanaman sehingga didapatkan kadar PPM yang stabil pada media tanam (melakukan pemberian otomatis pupuk AB mix).



Gambar 4. 8 Diagram blok alur sensor

2. Control Application

Data sensor akan diolah oleh perangkat *control application* yang merupakan arsitektur perangkat IoT pada Data Processing Layer. Dalam penelitian ini unit pemroses data sensor adalah mikrokontroler WeMos D1 R1.



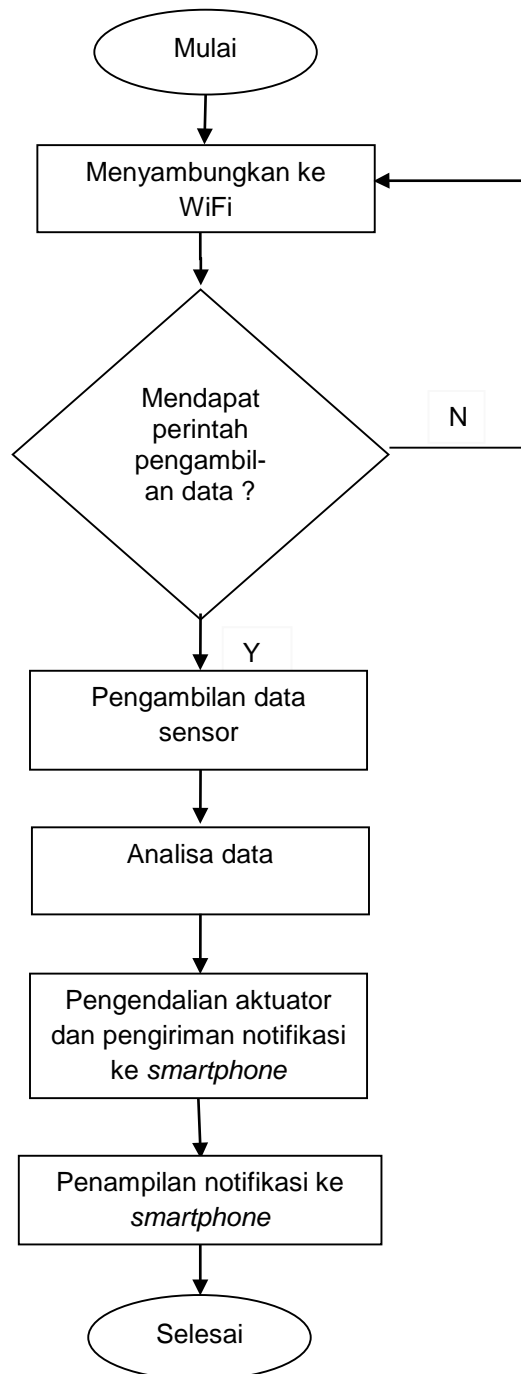
Gambar 4. 9 Jalur komunikasi *control application*

Pemrogram berkomunikasi dengan perangkat sistem menggunakan bahasa C yang didefinisikan dalam mikrokontroler WeMos D1 R1. Perintah pengambilan data

berdasarkan program yang telah didefinisikan sebelumnya oleh *programmer*, pengambilan datanya secara otomatis. *Raw data* atau data mentah selanjutnya diolah di WeMos D1 R1. Hasil pengolahan data tersebut dikirimkan ke *smartphone* android menggunakan teknologi transmisi WiFi.

3. *User application*

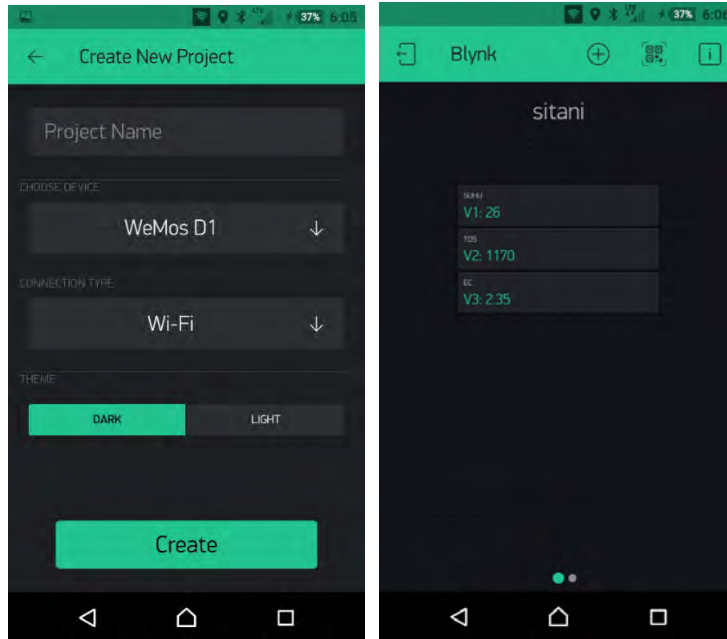
Pada bagian *user application* terdapat perangkat yang dapat digunakan sebagai antarmuka atau media komunikasi sistem dengan manusia/pengguna sistem yaitu perangkat yang berbasis *web application* dan *mobile application*. Dalam penelitian ini *user application* yang digunakan adalah *mobile application* yang mana perangkat pendukungnya adalah berupa *smartphone* sebagai pengendali dan pemantau sistem jarak jauh. Dalam peneliti ini digunakan aplikasi blynk yang diinstall pada perangkat *smartphone* yang terkoneksi dengan mini komputer secara *wireless* memanfaatkan teknologi transmisi WiFi. Blynk merupakan platform untuk aplikasi OS mobile (iOS dan Android) untuk mengendalikan modul WeMos D1 R1 melalui internet, juga digunakan sebagai antarmuka *mobile application*.



Gambar 4. 10 Diagram alir *control application* dan *user application*

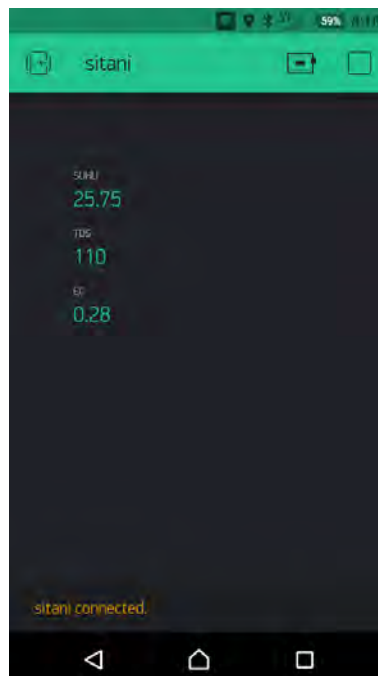
4.2.2 *User Interface* atau Antarmuka Pengguna Sistem

Antarmuka pengguna sistem disediakan pada *smartphone*. Antarmuka pengguna sistem melalui *smartphone* memanfaatkan aplikasi Blynk dengan penerapan teknologi transmisi WiFi. Gambar 4.11 menunjukkan proses pengaturan antarmuka sistem dengan menampilkan 3 nilai sensor yang diterapkan dalam SITANI.



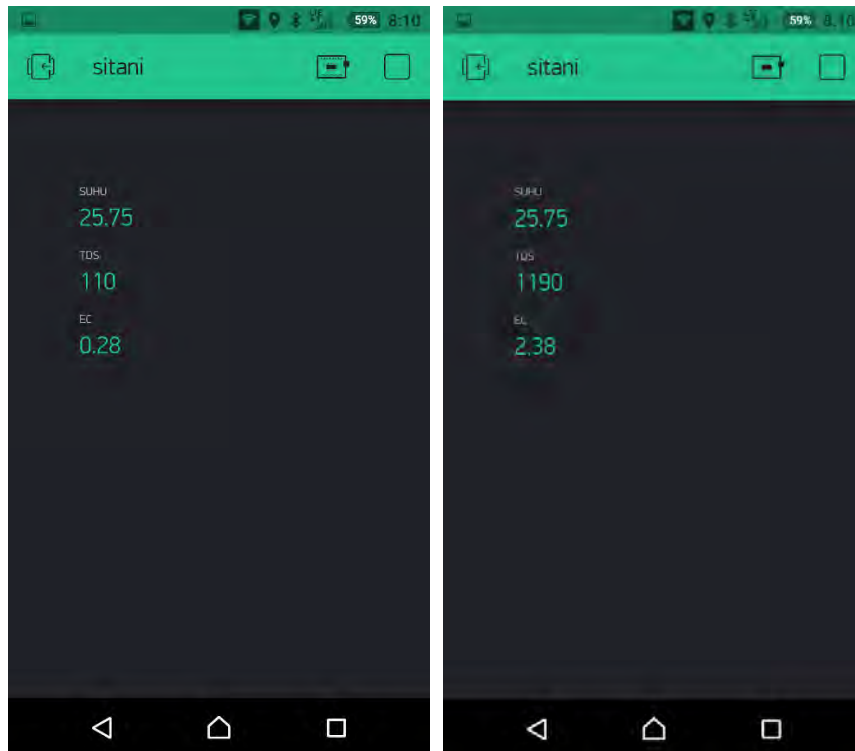
Gambar 4. 11 Pengaturan koneksi dan antarmuka sistem

Gambar 4.12 menunjukkan antarmuka sistem saat semua perangkat saling berkomunikasi satu sama lain. Antarmuka ini digunakan untuk pemantauan kondisi media tanam yang berasal dari perangkat sensor.



Gambar 4. 12 Nilai sensor terukur

Gambar 4.13 menunjukkan nilai data sensor DS18B20 (suhu) dan TDS meter V1.0 (PPM dan EC) yang terpantau melalui *smartphone* dengan memanfaatkan komunikasi WiFi. Telah ditentukan batas bawah dari kepekatan nutrisi media tanam yaitu antara 800 sampai dengan 1200, saat nilai kepekatan nutrisi media tanam tidak sampai 800 PPM maka prosedur pemupukan akan diaktifkan sampai kepekatan media tanam mencapai nilai seharusnya (800-1200). Gambar 4.13 (kiri) menunjukkan nilai TDS meter yang kurang dari 800 dimana saat sistem dalam keadaan seperti ini maka prosedur atau mekanisme pemberian pupuk cair AB mix akan diaktifkan. Gambar 4.13 (kanan) menunjukkan nilai TDS meter yang sudah mencapai tingkat kepekatan nutrisi media tanam yang selanjutnya prosedur pemupukan akan dinonaktifkan.



Gambar 4. 13 Percobaan pengambilan data sensor

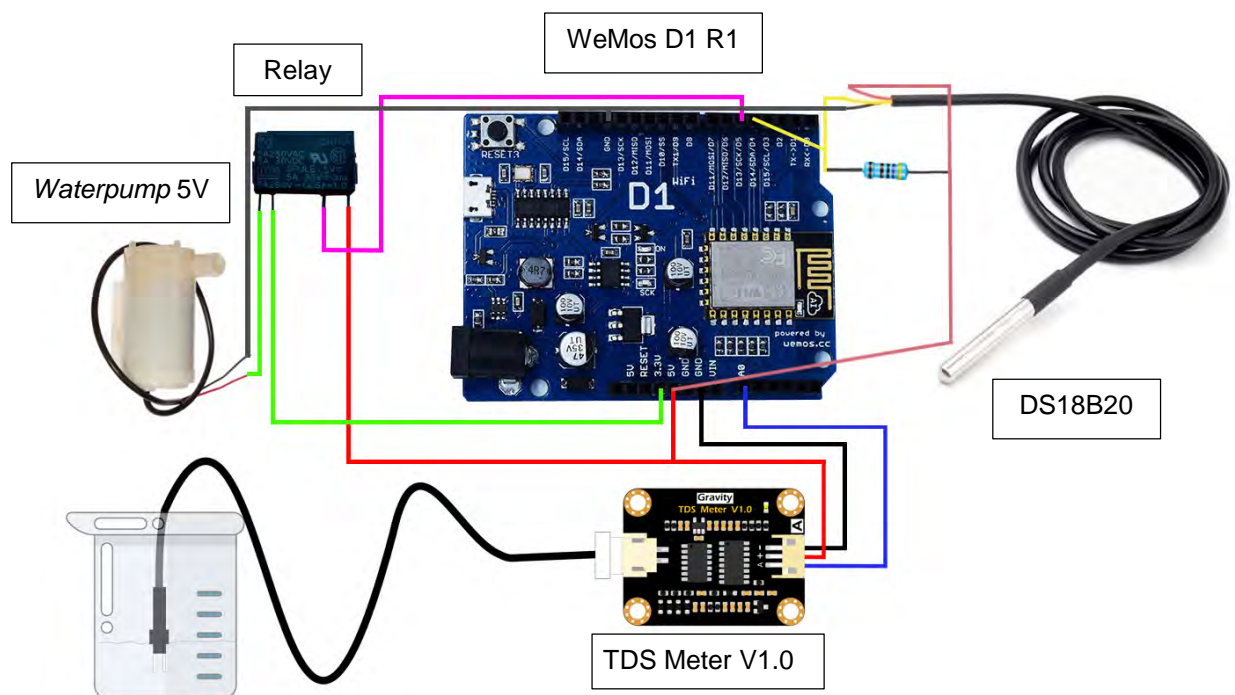
4.3 Pembangunan Sistem, Pengujian & Evaluasi, dan Desain Ulang

Pembangunan sistem mengacu kepada cetak biru yang telah diidefinisikan sebelumnya. Pembangunan sistem dilakukan dalam dua tahap pengerjaan, yaitu pembangunan sistem yang berhubungan dengan integrasi perangkat keras dan

pembangunan sistem yang berhubungan dengan perangkat lunak (pemrograman). Pembangunan perangkat keras meliputi pengkabelan antara sensor-sensor, aktuator dan WeMos D1 R1.

4.3.1 Pembangunan Sistem

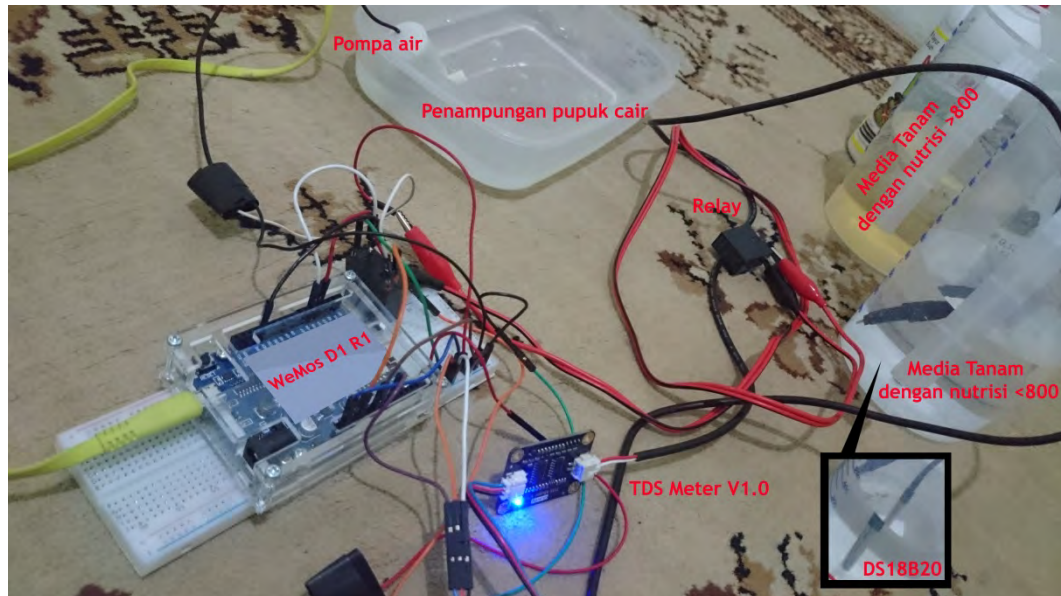
Setelah semua perangkat keras saling berhubungan atau terintegrasi maka langkah selanjutnya adalah melakukan pemrograman sehingga perangkat keras dapat berkomunikasi sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan. Pemrograman dilakukan menggunakan bahasa C. Penulisan kode program menggunakan Arduino IDE yang merupakan lembar kerja pemrograman WeMos D1 R1. Gambar 4.14 menunjukkan skema pengkabelan perangkat keras SITANI.



Gambar 4. 14 Skema arsitektur SITANI

Perancangan sistem dimulai dari integrasi perangkat keras yang telah diinventarisir. Gambar 4.15 menunjukkan perancangan atau integrasi perangkat keras berupa pengkabelan yang menghubungkan komponen-komponen kunci SITANI. Selanjutnya jika perangkat keras telah terintegrasi maka yang perlu diperhatikan (selain

pemrograman) adalah pengaturan WiFi. Pengaturan WiFi pada WeMos D1 R1 dengan *smartphone* harus sama. Pengaturan WiFi ini dilakukan pada aplikasi *monitoring/pemantauan* Arduino Uno yaitu Arduino IDE.



Gambar 4. 15 Perancangan alat skala purwarupa

Pengujian diawali dengan skala purwarupa atau *prototype*. Jika kinerja sistem telah sesuai dengan perencanaan maka pengujian lanjutan dilakukan langsung di tempat penelitian dalam hal ini adalah rakit apung Inkubator Pertanian UNPER. Namun, jika pengujian awal menghasilkan kinerja sistem yang tidak sesuai dengan rencana maka dilakukan proses desain ulang.

4.3.2 Pengujian Skala Purwarupa

Pengujian dilakukan selama 10 menit, setiap menit data sensor dicatat dan disesuaikan dengan alat ukur yang biasa digunakan oleh pengelola inkubator pertanian UNPER, yaitu alat pengukur suhu HTC-1 dan TDS meter. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa sensor bekerja dengan baik dan menguji fungsi kerja SITANI dalam memantau keadaan lingkungan sekitar penanaman atau media tanam serta mengendalikan secara otomatis pemupukan. Tabel 4.1 menunjukkan data yang didapat dari sensor yang diinformasikan melalui *smartphone*. Pada pengujian ini larutan yang

digunakan adalah sebanyak 500 ml air keran ditambah dengan 1 tutup botol pupuk A, dan 1 tutup botol pupuk B.

Tabel 4. 1 Pengambilan data skala purwarupa

Urutan data	Data sensor			Data alat ukur manual		Kondisi pompa pupuk AB mix
	TDS meter V1.0 (PPM)	EC	DS18B20 (suhu)	TDS meter (PPM)	HTC-1 (suhu)	
1	1170	2.35	26	1149	27	Non aktif
2	1108	2.29	27.5	1149	27	Non aktif
3	1053	2.22	29	1149	27	Non aktif
4	1036	2.2	29.5	1059	27	Non aktif
5	1062	2.23	28.75	1046	29	Non aktif
6	1099	2.28	27.75	1046	27	Non aktif
7	1118	2.3	27.25	1103	27	Non aktif
8	1128	2.31	27	1146	26	Non aktif
9	1138	2.32	26.75	1159	26	Non aktif
10	1149	2.33	26.5	1159	27	Non aktif
Rata-rata	1106.1	2.283	27.6	1116.5	27	-

Dilihat dari hasil pencatatan sensor dan alat ukur manual menunjukkan adanya kesesuaian nilai antara menggunakan sensor dengan secara manual, walaupun tidak persis sama, namun masih dikategorikan terdapat kesesuaian. Dalam konsisi ini pompa air tidak berfungsi. Hal tersebut sudah sesuai dengan deskripsi sistem bahwa jika nilai PPM >800 maka tidak ada mekanisme pemberian pupuk cair secara otomatis atau mekanisme pemberian pupuk AB mix dinonaktifkan. Catatan, nilai suhu alat ukur manual

merupakan alat ukur suhu ruangan bukan media tanam, berbeda dengan sensor suhu DS18B20 yang merupakan sensor suhu yang memiliki kemampuan anti basah atau dapat ditenggelamkan pada media tanam.

Bersadarkan hasil pengambilan data skala purwarupa diketahui bahwa terdapat perbedaan nilai sensor dan nilai alat ukur manual sehingga perlu dilakukan perhitungan akurasi sensor (*error rate*) agar nilai keakuratan sensor dapat diketahui.

$$\% \text{ error} = \frac{|\text{nilai sensor} - \text{nilai manual}|}{\text{nilai manual}} \times 100$$

Berikut ini adalah *error rate* sensor skala purwarupa rata rata untuk sensor TDS Meter V1.0 :

$$\frac{|1106.1 - 1116.5|}{1116.5} \times 100 = 0.9 \%$$

Berikut ini adalah *error rate* sensor skala purwarupa rata rata untuk sensor DS18B20 :

$$\frac{|27.6 - 27|}{27} \times 100 = 2.2 \%$$

4.3.3 Pengujian Lapangan

Proses pengujian selanjutnya setelah proses pengujian skala purwarupa adalah aplikasi di lapangan secara langsung atau melakukan pengujian di tempat tujuan penerapan sistem (rakit apung di inkubator pertanian UNPER). Gambar 4.16 menunjukkan penempatan perangkat SITANI di inkubator pertanian UNPER.



Gambar 4. 16 Implementasi perancangan di lapangan

Setelah semua perangkat terintegrasi pada rakit apung maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian sistem. Tabel 4.2 menunjukkan hasil pengambilan data sensor dan data alat ukur manual di rakit apung inkubator pertanian UNPER.

Tabel 4. 2 Pengambilan data skala lapangan

Urutan data	Data sensor			Data alat ukur manual		Kondisi pompa pupuk AB mix
	TDS meter V1.0 (PPM)	EC	DS18B20 (suhu)	TDS meter (PPM)	HTC-1 (suhu)	
1	190	0.5	26.5	192	29	Aktif
2	192	0.5	26.5	192	29	Aktif
3	191	0.5	27	191	29	Aktif
4	187	0.49	28	191	29	Aktif
5	184	0.48	28.75	193	29	Aktif

Urutan data	Data sensor			Data alat ukur manual		Kondisi pompa pupuk AB mix
	TDS meter V1.0 (PPM)	EC	DS18B20 (suhu)	TDS meter (PPM)	HTC-1 (suhu)	
6	180	0.47	29.75	191	29	Aktif
7	179	0.47	30	193	29	Aktif
8	1019	2.18	30	1053	29	Non aktif
9	1028	2.19	29.75	1045	29	Non aktif
10	1036	2.2	29.5	1045	29	Non aktif
Rata-rata (<800)	186.14	0.48	28.57	191.85	29	-
Rata-rata (>800)	1027.6	2.19		1047.66		

Sama halnya dengan pengujian yang dilakukan pada skala purwarupa dimana hasil pencatatan sensor dan alat ukur manual menunjukkan adanya kesesuaian nilai antara menggunakan sensor dengan secara manual, walaupun tidak persis sama, namun masih dikategorikan terdapat kesesuaian. Dalam konsisi ini pompa air awalnya berfungsi karena kadar kepekatan nutrisinya <800. Hal tersebut sudah sesuai dengan deskripsi sistem bahwa jika nilai PPM <800 maka mekanisme pemberian pupuk cair secara otomatis atau mekanisme pemberian pupuk AB mix diaktifkan hingga terbaca nilai PPM nya adalah >800. Dalam hal ini lokasi pemberian pupuk dengan penempatan sensor tidak begitu jauh sehingga waktu pendeteksian kepekatan nutrisi akan cepat terbaca >800.

Bersadarkan hasil pengambilan data skala lapangan diketahui bahwa terdapat perbedaan nilai sensor dan nilai alat ukur manual sehingga perlu dilakukan perhitungan akurasi sensor (*error rate*) agar nilai keakuratan sensor dapat diketahui.

$$\% \text{ error} = \frac{|\text{nilai sensor} - \text{nilai manual}|}{\text{nilai manual}} \times 100$$

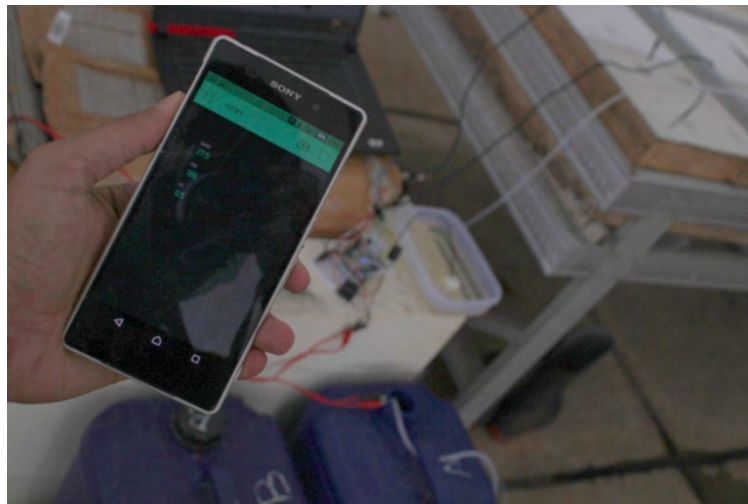
Berikut ini adalah *error rate* sensor skala lapangan rata rata untuk sensor TDS Meter V1.0 :

$$\frac{|1027 - 1047|}{1047} \times 100 = 1.9 \%$$

Berikut ini adalah *error rate* sensor skala lapangan rata rata untuk sensor DS18B20 :

$$\frac{|28.57 - 29|}{29} \times 100 = 1.4 \%$$

Gambar 4.17 menunjukkan pemantauan data sensor melalui *smartphone* dengan menggunakan aplikasi Blynk.



Gambar 4. 17 Pemantauan data sensor melalui *smartphone*

4.3.4 Evaluasi dan Desain Ulang

Evaluasi perlu dilakukan untuk mengidentifikasi kesesuaian dan keberhasilan sistem sesuai dengan yang direncanakan, jika belum sesuai maka akan dilakukan desain ulang arsitektur-perancangan ulang-pengujian ulang.

Secara kinerja, SITANI berhasil dirancang dan terbukti bekerja sesuai dengan perencanaan dan sesuai dengan pemodelan sistem IDEF0. Pernyataan tersebut didukung oleh data-data valid yang telah didapatkan selama penelitian dengan cara membandingkan hasil pengambilan data dengan menggunakan SITANI dibandingkan dengan menggunakan alat ukur manual. Perbandingan data tersebut menghasilkan perbandingan yang sesuai (tidak ada perbedaan data yang melenceng sangat jauh satu sama lain. Khusus untuk alat ukur manual suhu HTC-1 data yang dihasilkan kurang

dapat dijadikan perbandingan yang ideal karena perbedaan penempatan alat ukur. Sensor suhu DS18B20 ditempatkan langsung pada media tanam (air) sedangkan HTC-1 ditempatkan untuk mendapatkan suhu ruangan, walaupun pada prinsipnya sensor DS18B20 juga dapat ditempatkan untuk mengukur suhu ruangan. Gambar 4.18 menunjukkan adanya perbedaan data, namun masih dalam batas wajar, artinya tidak terlalu berbeda jauh (perbedaan 0.5°C).



Gambar 4. 18 Perbandingan sensor dan alat ukur manual

4.4 Penyajian dan Penyampaian Solusi

Kualitas media tanam (suhu, EC, dan PPM) disajikan dalam bentuk nilai yang tampil pada layer *smartphone* saat instruksi pengambilan data diaktifkan oleh peneliti. Aplikasi Blynk menghubungkan antara sistem dengan pengguna (peneliti) dengan syarat sistem harus terhubung ke internet. Perangkat pengambilan data, pemantauan, dan pengendalian otomatis berada di inkubator pertanian sedangkan peneliti dapat memperoleh data kualitas media tanam dimanapun menggunakan *smartphone* yang terhubung dengan internet. Pengendalian otomatis tidak memerlukan operator dalam menjalankan fungsinya karena fungsi pengendalian otomatis didefinisikan terlebih dahulu saat pembuatan sistem, pada pengendalian otomatis inilah kadar terbaik dalam menumbuhkan tanaman didapatkan, dimana nilai referensi dapat diubah oleh pemrogram untuk menentukan kadar terbaik dalam menumbuhkan tanaman.

Semua proses sebelum pengembangan sistem dilakukan secara manual. Penerapan teknologi IoT menjadi solusi dalam pengembangan sistem, dimana semua proses dapat dipantau dari jarak jauh dan penerapan teknologi robotika membuat sistem dapat beroperasi otomatis tanpa bantuan operator. Dalam pengembangan sistem, metode penelitian perlu diperhatikan, metode EDP sangat cocok dalam mengembangkan sistem berbasis desain dan implementasi dimana dalam pengerjaannya EDP mampu mengulang proses (siklis) implementasi dan desain sehingga sistem berjalan sesuai dengan keinginan. Dengan penggambaran sistem menggunakan pemodelan IDEF0 maka pengembang dan pemilik sistem dapat dengan mudah memahami proses bisnis secara keseluruhan juga secara detail. Pemodelan IDEF0 dapat memodelkan proses atau fungsi sistem yang bersifat otomatis maupun yang non otomatis.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat dipaparkan berdasarkan rumusan masalah yang telah didefinisikan pada BAB I adalah :

1. Arsitektur sistem berbasis teknologi IoT pada sistem pengendali otomatis dan pemantauan media tanam di inkubator pertanian UNPER dibuat dengan menginventarisasikan material yang diperlukan yang bersifat fungsional dan non fungsional, dan disajikan dalam bentuk diagram yang terdiri dari komponen kunci serta panah alur kerja sistem sehingga komponen kunci memiliki keterkaitan satu sama lain sesuai dengan kaidah kerja sistem berbasis IoT. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perancangan arsitektur atau cetak biru sistem adalah merupakan penjabaran dari kaidah kerja sistem berbasis IoT yang disesuaikan dengan sistem kerja SITANI.
2. Penggunaan pemodelan sistem IDEF0 dapat menggambarkan sistem secara umum dan terstruktur/bertahap (dari awal mula sistem bekerja hingga hasil akhir yang didapatkan secara terperinci) dimana pada pemodelan ini dimungkinkan untuk menggambarkan sistem yang bersifat otomatis maupun non otomatis. Dengan menggunakan IDEF0, pengembangan sistem dapat dengan mudah diidentifikasi kebutuhannya (masukan, mekanisme, kontrol, dan keluaran) dan diintegrasikan sehingga setiap fungsi akan saling terhubung satu sama lain. Pemodelan IDEF0 ini didasarkan kepada arsitektur atau cetak biru sistem yang telah didefinisikan sebelumnya.
3. Implementasi IoT pada sistem pemantauan dan pengendalian otomatis di rakit apung inkubator pertanian UNPER telah selesai dirancang dan telah diuji fungsi kerjanya. Hasil pengujian memperlihatkan keberhasilan fungsi kerja yang sesuai dengan pendefinisian sistem kerja di awal perencanaan pengembangan sistem. Sistem mampu menginformasikan kondisi lingkungan melalui jaringan internet

dalam hal ini adalah WiFi dengan antarmuka berupa aplikasi Blynk pada *smartphone*. Sistem juga mampu mengendalikan kandungan nutrisi terlarut pada media tanam, dimana pemberian pupuk AB mix cair secara otomatis oleh sistem jika nilai atau kandungan nutrisi terukur berada pada kondisi <800 PPM, sehingga media tanam akan stabil memberikan kandungan nutrisi bagi pertumbuhan tanaman.

5.2 Saran

Saran dan rekomendasi yang dapat diberikan adalah :

1. Untuk pengembangan sistem, direkomendasikan dengan menambah sensor citra digital untuk keperluan analisa perkembangan tumbuhan melalui citra fisik tanaman (warna, tinggi, lebar). Data tersebut diolah dengan sistem data mining sehingga dapat diketahui konsentrasi terbaik dalam pertumbuhan tanaman secara otomatis tanpa harus ada pengamatan secara langsung oleh peneliti.
2. Keluaran dari SITANI saat ini adalah hasil tani yang dipanen secara manual, untuk pengembangannya direkomendasikan adanya fungsi pemanenan secara otomatis menggunakan mesin atau memanfaatkan teknologi robotika.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrar, A., & Armin, A. (2020). Rancang Bangun Robot Cerdas Menggunakan Raspberry Pi dan Python. *JST (Jurnal Sains Terapan)*, 6(1). <https://doi.org/10.32487/jst.v6i1.792>
- Ciptadi, P. W., & Hardyanto, R. H. (2018). Penerapan Teknologi IoT pada Tanaman Hidroponik menggunakan Arduino dan Blynk Android. *Jurnal Dinamika Informatika*, 7(2), 29–40.
- Febriko, A. (2017). Sistem Kontrol Perternakan Ikan Dengan Menggunakan Mikrokontroller Berbasis Android. *Rabit: Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab*, 2(1), 140–149. <https://doi.org/10.36341/rabit.v2i1.148>
- Fisika, D., Matematika, F., Ilmu, D. A. N., Alam, P., & Utara, U. S. (2020). *Universitas Sumatera Utara*.
- Imam, M., & Apriaskar, E. (2019). Pengendalian Suhu Air Menggunakan Sensor Suhu Ds18B20. *Jurnal J-Ensitem*, 06(01), 347–352.
- Iwan, A., & Setiyadi, A. (2016). Untuk Produksi Taoge Berbasis Internet of Things. *Studi Kasus Di Blok Taoge Kota Cimahi*, 1–8.
- Junaidi, A. (2015). Internet Of Things, Sejarah, Teknologi Dan Penerapannya : Review. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 1(3), 62–66.
- Kerja, C., Manfaat, D. A. N., & Kurniawan, A. (2009). *SEJARAH , CARA KERJA DAN MANFAAT INTERNET OF THINGS*. 36–41.
- Kim, S. H., & Jang, K. J. (2002). Designing performance analysis and IDEF0 for enterprise modelling in BPR. *International Journal of Production Economics*, 76(2), 121–133. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(00\)00154-7](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(00)00154-7)
- Nasution, N., Rizal, M., Setiawan, D., & Hasan, M. A. (2019). IoT Dalam Agrobisnis Studi Kasus: Tanaman Selada Dalam Green House. *It Journal Research and Development*, 4(2), 86–93. [https://doi.org/10.25299/itjrd.2020.vol4\(2\).3357](https://doi.org/10.25299/itjrd.2020.vol4(2).3357)
- Ramady, G. D. (2020). Perancangan Model Simulasi Smart Agriculture System Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Iot. *SENASTER" Seminar Nasional Riset Teknologi ...* <https://jurnal.untidar.ac.id/index.php/senaster/article/view/2737>
- Riani, C. (2012). Pemodelan Menggunakan IDEF0 dengan Studi Kasus di Daytrans Executive Shuttle Cabang Utama Bandung. *Jurnal Sistem Informasi*, 7(2), 153–171.
- Sahifa, A. A., Setiawan, R., & Yazid, M. (2020). *Pengiriman Data Berbasis Internet of Things untuk Monitoring Sistem Hemodialisis Secara Jarak Jauh*. 9(2), 4–9.
- Setiawan, Y., Tanudjaja, H., & Octaviani, S. (2019). Penggunaan Internet of Things (IoT) untuk Pemantauan dan Pengendalian Sistem Hidroponik. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 20(2), 175. <https://doi.org/10.24912/tesla.v20i2.2994>
- Setiyani, L. (2019). Perancangan dan Implementasi IoT (Internet of Things) pada Smarthome Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Android. *Simetris : Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 10(2), 459–466.

- Syahril Ardi, P. (2012). *Sensor dan Aktuator: Sensor dan Aktuator: Dasar & Aplikasi di Industri Manufaktur*. 190.
- Teoh, P. C., & Case, K. (2004). Modelling and reasoning for failure modes and effects analysis generation. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 218(3), 289–300. <https://doi.org/10.1243/095440504322984849>
- Walingkas, I, et.al., 2019, *Perpaduan Sensor Ultrasonik dengan Mini Computer Raspberry Pi sebagai Pemandu Robot Beroda, Desember 2019*, 8(3).
- Wilianto, W., & Kurniawan, A. (2018). Sejarah, Cara Kerja Dan Manfaat Internet of Things. *Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi Dan Informatika*, 8(2), 36–41. <https://doi.org/10.31940/matrix.v8i2.818>
- Widyapramana, M, et.al., 2021, *Perancangan Sistem Cerdas untuk Keamanan dan Pemantauan Pintu Rumah Berbasis IoT, Cyclotron*, Januari 2021, 4(1).
- Abrar, A., & Armin, A. (2020). Rancang Bangun Robot Cerdas Menggunakan Raspberry PI dan Python. *JST (Jurnal Sains Terapan)*, 6(1). <https://doi.org/10.32487/jst.v6i1.792>
- Ciptadi, P. W., & Hardyanto, R. H. (2018). Penerapan Teknologi IoT pada Tanaman Hidroponik menggunakan Arduino dan Blynk Android. *Jurnal Dinamika Informatika*, 7(2), 29–40.
- Febriko, A. (2017). Sistem Kontrol Perternakan Ikan Dengan Menggunakan Mikrokontroler Berbasis Android. *Rabit: Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab*, 2(1), 140–149. <https://doi.org/10.36341/rabit.v2i1.148>
- Fisika, D., Matematika, F., Ilmu, D. A. N., Alam, P., & Utara, U. S. (2020). *Universitas Sumatera Utara*.
- Imam, M., & Apriaskar, E. (2019). Pengendalian Suhu Air Menggunakan Sensor Suhu Ds18B20. *Jurnal J-Ensitem*, 06(01), 347–352.
- Iwan, A., & Setiyadi, A. (2016). Untuk Produksi Taoge Berbasis Internet of Things. *Studi Kasus Di Blok Taoge Kota Cimahi*, 1–8.
- Junaidi, A. (2015). Internet Of Things, Sejarah, Teknologi Dan Penerapannya : Review. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 1(3), 62–66.
- Kerja, C., Manfaat, D. A. N., & Kurniawan, A. (2009). *SEJARAH , CARA KERJA DAN MANFAAT INTERNET OF THINGS*. 36–41.
- Kim, S. H., & Jang, K. J. (2002). Designing performance analysis and IDEF0 for enterprise modelling in BPR. *International Journal of Production Economics*, 76(2), 121–133. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(00\)00154-7](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(00)00154-7)
- Nasution, N., Rizal, M., Setiawan, D., & Hasan, M. A. (2019). IoT Dalam Agrobisnis Studi Kasus: Tanaman Selada Dalam Green House. *It Journal Research and Development*, 4(2), 86–93. [https://doi.org/10.25299/itjrd.2020.vol4\(2\).3357](https://doi.org/10.25299/itjrd.2020.vol4(2).3357)
- Ramady, G. D. (2020). Perancangan Model Simulasi Smart Agriculture System Sebagai Media Pembelajaran Berbasis lot. *SENASTER" Seminar Nasional Riset Teknologi* <https://jurnal.untidar.ac.id/index.php/senaster/article/view/2737>

- Riani, C. (2012). Pemodelan Menggunakan IDEF0 dengan Studi Kasus di Daytrans Executive Shuttle Cabang Utama Bandung. *Jurnal Sistem Informasi*, 7(2), 153–171.
- Sahifa, A. A., Setiawan, R., & Yazid, M. (2020). Pengiriman Data Berbasis Internet of Things untuk Monitoring Sistem Hemodialisis Secara Jarak Jauh. 9(2), 4–9.
- Setiawan, Y., Tanudjaja, H., & Octaviani, S. (2019). Penggunaan Internet of Things (IoT) untuk Pemantauan dan Pengendalian Sistem Hidroponik. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 20(2), 175. <https://doi.org/10.24912/tesla.v20i2.2994>
- Setiyani, L. (2019). Perancangan dan Implementasi IoT (Internet of Things) pada Smarthome Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Android. *Simetris : Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 10(2), 459–466.
- Syahril Ardi, P. (2012). *Sensor dan Aktuator: Sensor dan Aktuator: Dasar & Aplikasi di Industri Manufaktur*. 190.
- Teoh, P. C., & Case, K. (2004). Modelling and reasoning for failure modes and effects analysis generation. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 218(3), 289–300. <https://doi.org/10.1243/095440504322984849>