PURWARUPA SISTEM *SMART* HIDROPONIK SEBAGAI PENUNJANG KEGIATAN PRAKTIKUM BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (STUDI KASUS DI SMK PERTANIAN PEMBANGUNAN NEGERI LEMBANG)

Dena Hardianto[1], Angga Setiyadi[2]

[1,2] Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipati Ukur No. 102-116 Telp. (022) 2504119, 2506634, 2533603 Fax. (022) 2533754
E-mail: denahardian@gmail.com[1], angga.setiyadi@email.unikom.ac.id[2]

ABSTRAK

Smart Hidroponik merupakan sebuah perancangan purwarupa aplikasi hidroponik yang dilengkapi dengan sistem komputasi data dan teknologi informasi yang dapat merespon kebutuhan pengguna dalam menunjang kegiatan praktikum budidaya tanaman hidroponik. Pembangunan sistem ini bertujuan untuk memantau kondisi unsur tanaman di setiap kelompok praktikum hidroponik; dapat memberikan kemudahan kepada guru dan siswa agar dapat melakukan pemeliharaan secara jarak jauh terhadap unsur tanaman; serta kegiatan pencatatan laporan menjadi lebih mudah. Pembangunan sistem *smart* hidroponik ini menggunakan Raspberry Pi sebagai *mini* PC dan Arduino sebagai mikrokontroler serta DFR0300 sebagai pengukur nilai *Electro Conductivity (EC),* sensor SEN0161 sebagai mengukur nilai *Potential of Hydrogen (pH),* dan sensor DS18B20 sebagai pengukur suhu. serta aplikasi berbasis *website* dengan menggunakan *framework* Angular 5 sebagai tampilan antarmuka untuk guru praktikum dan siswa. Tahap pengerjaan dimulai dengan membangun sebuah *Web Service* RESTful API dengan pertukaran data berbasis JSON. Fungsi dari *web service* ini sebagai penghubung dengan *database* yang melayani *response* dan *request* dari setiap masukkan atau aktivitas sesuai yang dibutuhkan. Dan model pembangunan perangkat lunak menggunakan model *prototype*. Hasil dari penelitian menunjukan bahwa dengan diterapkannya sebuah konsep *Internet Of things* sebagai penunjang kegiatan praktikum hidroponik dapat membantu dan memenuhi kebutuhan dari masalah yang terkendala pada kegiatan praktikum hidroponik di SMK Pertanian Pembangunan Negeri Lembang.

Kata Kunci: *Internet of Things*, Hidroponik, Raspberry Pi, Arduino, *RESTful API*

1. PENDAHULUAN

SMK Pertanian Pembangunan Negeri Lembang Provinsi Jawa Barat terletak di Jl. Tangkuban Perahu Km 3 Cilumber Lembang Kab Bandung, dimana SMK tersebut memiliki program studi keahlian Agribisnis Tanaman Pangan Hortikultura (ATPH). Dalam program keahlian tersebut komoditi yang dipelajari yaitu menanam tanaman holtikultura seperti tanaman sayur, tanaman hias, tanaman obat dan tanaman buah. Salah satu standar kompetensi lulusan yang wajib dikuasai jurusan tersebut adalah mampu merawat dan memelihara tanaman hortikultura dengan sistem hidroponik.

Standar kompetensi membudidayakan tanaman hidroponik merupakan kompetensi dasar dengan memanfaatkan metode kultur air sebagai media tanam. yang pada umumnya hidroponik disimpan pada *greenhouse* sebagai lahan pengolahan, yang bertujuan untuk menjaga dari segala perubahan kondisi lingkungan. dalam proses pembelajaran praktikum budidaya hidroponik dimulai semenjak kelas XI yang dimana praktikum tersebut mempelajari tentang dasar dasar hidroponik dan dilanjutkan kelas XII untuk praktikum keseluruhan tentang pengetahuan hidroponik, terutama pada proses pemeliharaan tanaman.

Indikator kompetensi dasar dalam pemeliharaan hidroponik kelas XII yaitu siswa diharuskan mampu memelihara tanaman dan mengelola hasil panen. Menurut Ibu Matrieka, SP. Selaku guru praktikum menjelaskan bahwa kegiatan praktikum bercocok tanam dalam metode hidroponik siswa diharuskan merawat dan memelihara tanaman yang mereka tanam, dalam proses pemeliharaannya hidroponik membutuhkan perhatian yang cukup teratur dalam metode ini kebutuhan unsur asupan yang dibutuhkan tanaman bergantung pada apa yang kita berikan, dikarenakan setiap tanaman hanya dapat tumbuh pada kadar unsur nutrisi ataupun pH tertentu, adapun beberapa unsur yang harus terus diamati terus secara berkala yaitu Nutrisi, pH dan Suhu air.

Pada kenyataannya siswa seringkali tidak memperhatikan hal tersebut dan dinyatakan gagal dalam pemeliharaannya selain itu sebagai guru praktikum tidak dapat terus memantau kondisi setiap tanaman yang dikelola siswa, dikarenakan kurangnya perhatian yang cukup terhadap unsur yang dibutuhkan tanaman mengakibatkan tanaman kekurangan nutrisi bahkan mati, dengan hal tersebut menimbulkan permasalahan yaitu proses pembelajaran praktikum menjadi tidak sesuai dengan ketentuan kompetensi dasar, karena tidak dapat melakukan praktikum berikutnya yaitu memanen dan mengelola hasil panen.

Proses pembelajaran pembudidayaan tanaman secara hidroponik pada saat ini dalam 1 kelas guru praktikum membagi kelompok menjadi 5 kelompok yang setiap kelompoknya terdiri dari 8 anggota siswa. Dalam pembelajaran praktikum setiap kelompok memiliki tanggung jawab terhadap tanaman yang mereka tanam, tiap kelompok diwajibkan melakukan pemeliharaan dan melakukan pencatatan unsur kondisi tanaman secara berkala sebanyak tiga kali dalam sehari yaitu pada pukul 07.00 WIB, 13.00 WIB, dan 17.00 WIB selama masa tanam, waktu praktikum yang terbatas juga jam pelajaran yang padat tidak memungkinkan siswa anggota dari kelompok untuk dapat terus menerus merawat tanaman tersebut setiap hari dengan datang ke *green house* tepat waktu, dan yang paling menyulitkan adalah ketika hari libur sekolah dan dilimpahkan pemeliharaan nya ke petugas kebun yang diharuskan merawat tanaman setiap kelompok praktikum.

Dari pernyataan masalah diatas maka dilakukan penelitian "Purwarupa Aplikasi *Smart* Hidroponik Tanaman Hortikultura Sebagai Penunjang Kegiatan Praktikum Berbasis *Internet Of Things* (Studi Kasus di SMK Pertanian Pembangunan Negeri Lembang)". *Smart* hidroponik yang akan dibuat merupakan alat pintar yang mampu melakukan monitoring dan kontrol jarak jauh terhadap unsur nutrisi, pH air, dan suhu air. yang dapat di akses oleh guru praktikum dan siswa melalui *Personal Computer (PC)* atau *Smartphone*.

1.1 Maskud dan Tujuan

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka maksud dari pembangunan sistem ini adalah membangun purwarupa aplikasi *Smart* Hidroponik sebagai penunjang praktikum dengan menggunakan konsep *Internet Of Things* (IoT), agar dapat memberikan kemudahan bagi siswa dan guru dalam melakukan pemantauan dan pemeliharaan tanaman.

Adapun tujuan yang akan dicapai dari pembangunan sistem ini adalah sebagai berikut :

1. Pemantauan unsur tanaman yang dilakukan guru praktikum pada setiap kelompok menjadi lebih mudah.
2. Dapat memberikan kemudahan kepada guru dan siswa agar dapat melakukan pemeliharan secara jarak jauh terhadap unsur nutrisi ataupun pH air tanaman hidroponik sehingga unsur yang dibutuhkan tanaman dapat terus terpenuhi.
3. Pencatatan laporan menjadi lebih mudah dan terdata secara *realtime.*

1.2 Model Pembangunan Perangkat Lunak

Model yang digunakan dalam pembangunan perangkat lunak ini adalah menggunakan model prototipe (*prototyping model)* dimulai dari mengumpulkan kebutuhan-kebutuhan pengguna terhadap yang kemudian akan dimplementasikan terhadap perangkat lunak yang akan dibuat. Kemudian dibuatlah sebuah program prototipe agar pengguna lebih terbayang dengan kebutuhan yang diinginkan.

Berikut adalah gambar metode *prototype* menurut Roger S.Pressman [1] dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1 Ilustrasi Model *Prorotype*

1. *Communication*
   Pada tahap ini dilakukan analisis permasalahan yang terjadi dari hasil komunikasi kepada calon user pengguna Kemudian setelah itu melakukan analisis untuk mengidentifikasi semua kebutuhan dan spesifikasi kebutuhan yang akan dibuat.
2. *Quick Plan*
   Pada tahap ini dilakukan perancangan prototype secara cepat dengan membuat perancangan sementara yang berpusat pada penyajian kepada calon pengguna.
3. *Modeling Design*
   Pada tahap ini dilakukan permodelan prototype Proses membuat desain model untuk membantu dalam pembutan sistem.
4. *Construction of Prototype*
   Pada tahap ini *prototyping* model, dievaluasi sesuai dengan kebutuhan pengguna berdasarkan perancangan yang telah dimodelkan sebelumnya.
5. *Deployment, Delivery & Feedback*
   Pada tahap ini sistem di uji coba oleh pengguna, Jika pengguna tidak puas dengan *prototype* saat ini, maka akan disempurnakan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Proses penyempurnaan *prototype* diulang sampai semua persyaratan pengguna terpenuhi.

2. ISI PENELITIAN

2.1 Landasan Teori

Landasan teori dari pembangunan sistem ini berisi tentang uraian teori – teori sebagai dasar proses analisis sistem sebagai pendukung dalam melakukan proses pembangunan purwarupa aplikasi *Smart* Hidroponik dengan menggunakan sebuah konsep *Internet Of Things (IoT)* dan jaringan komputer yang berfungsi sebagi sistem yang menghubungkan berbagai komputer untuk dapat berbagi sumber daya [2] sehingga dapat

digunakan sebagai penunjang kegiatan praktikum di SMK Pertanian Pembangunan Negeri Lembang.

2.1.1 Hidroponik

Hidroponik merupakan sebuah metode bercocok tanam dengan memanfaatkan media tanam air yang dimana konsep dasarnya bekerja dengan cara merekayasa alam buatan dengan menciptakan kondisi lingkungan yang hampir serupa dengan dengan kondisi alam sebenarnya [3]

Konsep dasar hidroponik itu sendiri dimana tanaman sangat bergantung pada apa yang manusia berikan terutama dari proses pemeliharaan pemberian unsur yang dibutuhkan tanaman, yang dimana proses pemberian unsur tersebut itu diberikan dengan cara melarutkan unsur yang sama terkandung dalam tanah ke dalam air dengan ukuran takaran tertentu, sehingga dengan proses tersebut unsur yang dibutuhkan tanaman dapat terus terpenuhi dan dapat tumbuh dengan baik.

2.1.2 Air

Dalam sistem hidroponik hal yang perlu sangat diperhatikan tentunya adalah air seperti yang kita ketahui media tanam dari hidroponik ini adalah air dimana tanaman menyerap unsur yang terlarut pada air, oleh sebab itu dalam penggunaan nya air seringkali mengandung zat atau unsur yang dapat mempengaruhi baik atau buruknya pertumbuhan tanaman. Kualitas air dapat menjadi salah satu penyebab utama dalam melakukan budidaya hidroponik dengan banyak nya zat organik ataupun anorganik yang terlarut didalam air.[3]

2.1.3 Electro Conductivity

Electrical Conductivity (EC) adalah indikator tingkat kepekatan nilai konduktivitas listrik yang terlarut dalam air yang berupa ion bermuatan positif (kation) dan ion bermuatan negatif (anion) keberadaan kedua unsur ion tersebut memungkinkan terjadinya sebuah konduktivitas listrik yang terjadi dalam larutan nutrisi yang terkandung dalam air terlarut dengan mengukur tingkat penghantaran listrik antara kation dan anion.[3]

Dalam hidroponik *Electrical Conductivity* merupakan tolak ukur dalam pengukuran kadar nutrisi terlarut, dimana setiap tanaman memiliki kebutuhan nutrisi yang berbeda beda sehingga perlu diperhitungkan kepekatannya, kepekatan nutrisi dapat diukur dengan menggunakan alat TDS meter yang memilik satuan pengukuran (EC).

2.1.4 Potential of Hydrogen

Potential of Hydrogen atau biasa disebut dengan pH merupakan satuan dari ukuran nilai keasaman atau alkalinalitas dari zat terlarut didalam air. Istilah pH itu sendiri mengacu berdasarkan pada kandungan ion hidrogen atau hidroksil yang dimana larutan ion hidrogen (positif) lebih banyak daripada larutan ion hidroksil (negatif) maka larutan bersifat asam (*acid*) begitupun sebaliknya apabila larutan ion memilik larutan hidroksil (negatif) lebih tinggi daripada ion hidrogen (positif) maka larutan tersebut dapat dikatakan basa (*alkali*) [3]

Dalam tanaman hidroponik pH memiliki peranan yang sangat besar dikarenakan setiap tanaman dapat tumbuh pada kondisi pH yang berbeda beda, oleh karena itu pH yang tepat akan membantu proses penyerapan nutrisi tanaman dengan baik.

2.1.5 Raspberry Pi

Raspberry Pi, merupakan sebuah mini PC yang berukuran sebesar kartu kredit yang dapat menjalankan program komputer layaknya komputer pada umumnya yang dibekali dengan komponen komponen yang berukuran kecil namun cukup lengkap fitur input atau output yang disediakan. Raspberry Pi menggunakan sistem operasi berbasis *kernel Linux. Raspbian* yang bersifat *Open Source* sehingga dapat terus dikembangkan pengoptimalan dalam penggunaan nya. [4]

Ukuran yang sangat kecil sangat membantu dalam pengimplementasian yang tingkat mobilitas nya tinggi dan Fitur yang lengkap membuat Raspberry Pi ini sangat cocok dalam pembuatan sebuah *project* penelitian dalam bidang teknologi tanpa harus menggunakan komputer pada umumnya. Spesifikasi Raspberry pi dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Spesifikasi Raspberry Pi 3 Model B

Processor	1.2GHz 64-bit quad-core CPU ARMv8
Wireless	802.11n Wireless LAN
Bluetooth	Bluetooth 4.1
RAM	1GB RAM
Port USB	4 *port* USB
*Pin O*ut	40 *pin* GPIO
HDMI	1 *Port* HDMI
Ethernet	1 Ethernet *port*
Jack Sound/ Video	Dikombinasikan *jack* 3.5mm *audio* dan *video* komposit
Port Camera	Kamera antarmuka (CSI)
Port Display	Tampilan antarmuka (DSI)
Storage	MicroSD
VGA	Inti grafis VideoCore IV 3D

2.1.6 Arduino

Arduino merupakan papan rangkaian elektronik yang bersifat *Open source* yang didalam nya terdapat komponen utama chip mikrokontroler dari perusahaan Atmel. Dengan jenis *Advanced Versaltile RISC* (AVR). Yang dapat di program dengan menggunakan sebuah IDE dari Arduino. Dengan begitu rangkaian elektronik Arduino dapat membaca *input* dan menghasilkan *output* sesuai dengan program yang dibuat oleh pengguna melalui IDE Arduino

Dengan begitu apabila kita ingin membuat sebuah perangkat elektronik dapat berinteraksi dan melakukan apa yang kita inginkan. Arduino

merupakan pilihan yang tepat. Di samping sifatnya *Open source* kita dapat merubah sesuai keperluan yang ingin kita gunakan. Spesifikasi Arduino uno dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Spesifikasi Board Arduino Uno

Mikrokontroler	ATMEGA328
Tegangan Operasi	5V
Tegangan Input	7-12V
Batas tegangan Input	6-20V
Pin digital I/O	14 (6 pin PWM)
Pin analog input	6
Arus DC per I/O Pin	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
Flash memory	32KB(ATmega328) 0,5 KB boot loader
SRAM	2KB (ATmega328)
EEPROM	1KB(ATmega328)
Clock	16MHz

Dalam penggunaan nya Arduino dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dari catu daya Ekstrenal ataupun dari adapter AC ke DC tegangan *input* yang dibutuhkan untuk Arduino ini berkisar antara 5V – 12V apabila daya *input* kurang dari < 5V maka *board* Arduino aktif dan dapat beroprasi namun dimungkinkan akan tidak stabil. Dan apabila *input* daya lebih besar dari > 12V maka *board* akan panas dan beresiko rusak.[5]

2.1.7 Sensor Electrical Conductivity DFR0300

Sensor *Electrical Conductivity* DFR0300 merupakan sensor berjenis analog yang berbentuk fisik berupa elektroda. Yang dihubungkan dengan jenis BNC konektor. Dalam proses penggunaan nya sensor ini bekerja dengan dicelupkan ke air dan memeriksa kadar konsentrat dari elektrolit yang terlarut pada air tersebut, dengan kemampuan dapat mengukur rentang nilai 0 – 15 (satuan EC).

Untuk mendapatkan nilai value sesuai dengan satuan yang kita gunakan dari *Electro Conductivity* ini kita perlu melakukan konversi satuan pada saat melakukan pemograman pada IDE yang digunakan Dalam penggunaan sensor *Electrical Conductivity* ini yang harus diperhatikan adalah daya dari sensor ini dimana menggunakan tegangan sebesar +5V daya yang stabil membuat sensor ini dapat membaca *value* dengan akurat dengan waktu respon ≤ 1dengan tingkat akurasi <± 10%. [6]

2.1.8 Sensor PH Meter Kit SEN0161

SEN0161 adalah sensor untuk mengukur *Potential of Hydrogen* (pH) yang berjenis analog yang berbentuk fisik berupa elektroda. Sensor ini terhubung dengan kabel dengan jenis konektor BNC dimana dalam penggunaan nya digunakan untuk memeriksa kualitas air dari tingkat asam (*Acid*) hingga tingkat basa (*Alkaline*) dengan kemampuan memeriksa kualitas air dari rentang 0 – 14 tingkat keakurasian sensor ini perlu didukung dari faktor lingkungan yaitu dalam suhu (25 ℃Celcius).[7]

2.1.9 Sensor Suhu Air DS18B20

Sensor suhu DS18B20 merupakan sensor yang berfungsi mengukur suhu air, dengan jenis *output* sensor ini adalah digital sehingga tidak perlu khawatir terhadap degradasi data ketika menggunakan dalam keadaan jarak jauh. dengan kemampuan dari bentuk yang kecil dan bahan material nya yang tahan air (*Waterproof*). Sensor ini dapat digunakan pada tempat yang sulit.

Dalam penggunaan nya sensor ini sangat cocok digunakan dalam mengukur suhu air dengan tingkat akurasi ±0.5°C dan rentang sensor dari -10°C sampai +85°C. dengan waktu respon ≤ 750ms.[8]

2.1.10 Relay

Relay adalah sebuah saklar atau *switch* yang dioperasikan dengan bantuan listrik dikarenakan komponen utama yang digunakan berbentuk *Electromechanical* (Elektromekanikal) dengan menggunakan prinsip electromagnet (*Coil*) yang mampu menggerakan kontak saklar atau (*switch*) yang terhubung dengan tegangan yang besar hingga 220V 2A.[9] [10]

2.2 Analisis Sistem

Analisis sistem dapat didefinisikan sebagai uraian suatu sistem atau aplikasi perangkat lunak yang akan dibangun kedalam bagian-bagian komponennya dengan maksud untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan serta kebutuhan yang diharapkan.

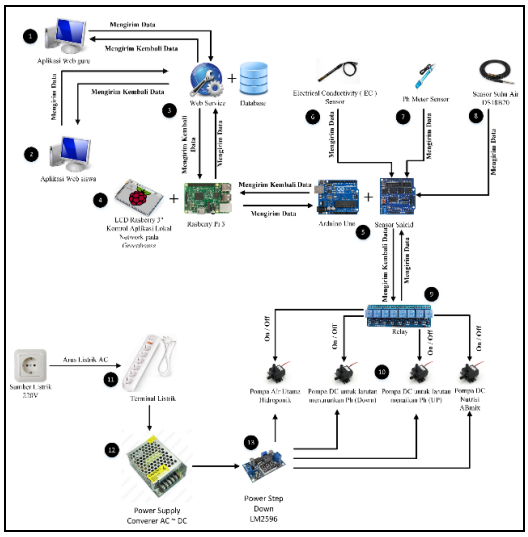
2.2.1 Analisis Masalah

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat permasalahan atau kendala - kendala yang terjadi sehingga dibangunnya sistem *Smart* Hidroponik ini adalah sebagai berikut:

1. Sulitnya pemantauan yang dilakukan guru praktikum terhadap unsur nutrisi tanaman yang ditanam setiap kelompok.
2. Keterbatasan waktu menyebabkan proses pemeliharaan yang dilakukan siswa dan guru terhadap unsur nutrisi tanaman terkendala terutama ketika hari libur sekolah.
3. Tidak sesuainya waktu pencatatan pemeliharaan unsur tanaman dengan waktu yang telah ditentukan.

2.2.2 Analisis Arsitektur Sistem

Analisis arsitektur sistem merupakan sistem yang akan dibangun, aplikasi *Smart* Hidroponik yang berbasis internet ini akan berkomunikasi dengan Raspberry yang dijembatani oleh *web service* dengan menggunakan pertukaran bahasa JSON rancangan sistem yang akan dibangun dapat dilihat pada gambar 2



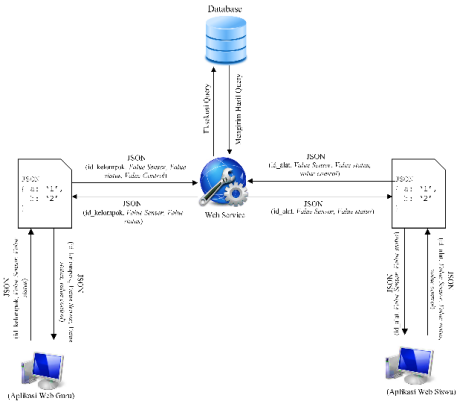
Gambar 2. Arsitektur Perancangan Sistem

Berikut penjelasan dari gambaran arsitektur Purwarupa Aplikasi Sistem *Smart* Hidroponik Pada Tanaman Hortikultura Sebagai Penunjang Praktikum Berbasis *Internet of Things* Studi Kasus SMK Pertanian Pembangunan Lembang

1. Aplikasi pada web Guru digunakan untuk melakukan pendaftaran kelompok praktikum, yang akan digunakan untuk melakukan *login* pada aplikasi siswa
2. Selain itu aplikasi pada siswa dapat digunakan untuk kontrol dan monitoring kondisi suhu, ph dan nutrisi tanaman
3. *Web service* digunakan sebagai pertukaran data antara aplikasi web guru dan aplikasi web siswa yang ada pada Raspberry Pi dengan database pada server.
4. Raspberry Pi dipasang pada setiap *gully* hidroponik kelompok masing masing siswa sebagai *interface* aplikasi untuk pengguna baik gully siswa ataupun guru dengan dipasang LCD *touch screen*. Selain itu Raspberry Pi juga berguna untuk menjembatani data yang didapat dari Arduino untuk dilanjutkan ke *web service*.
5. Arduino digunakan untuk membaca nilai sensor *digital* maupun sensor *analog* dengan memasang *module* tambahan yaitu Arduino Sensor Shield, *module sensor shield* berfungsi sebagai Ekstensi tambahan pin Arduino uno.
6. Sensor DFR0300 berfungsi sebagai sensor yang memeriksa kandungan *Electrical Conductivity* (EC) atau nutrisi pada bak penampungan dengan satuan *milisiemens* (ms/cm) atau *Part Per Million* (PPM).
7. Sensor SEN0161 berfungsi sebagai sensor yang memeriksa kandungan asam basa pada air bak penampungan atau lebih dikenal dengan sebutah *Potensial Hydrogen* (Ph). Dengan menampilkan informasi berupa angka 1 – 14 sesuai dengan standar internasional pengukuran Potensial Hydrogen (Ph).
8. Sensor DS18B20 berfungsi sebagai sensor yang memeriksa kondisi suhu air pada bak penampungan dengan satuan *Celcius* (°C)
9. Relay digunakan sebagai saklar otomatis untuk perangakat elektronik, sesuai dengan inputan data pada Arduino, relay ini akan menyalakan lampu, televisi, pendingin ruangan (AC), dan menyalakan solenoid.
10. Pompa DC submersible digunakan sebagai pompa nutrisi ABmix atau pompa cairan asam basa ph ke dalam bak penampungan.
11. Power supply berfungsi sebagai Konverter arus AC ~ DC sebagai sumber tegangan pompa.
12. Power Step Down LM2596 berfungsi sebagai penurun voltase dari tegangan listrik yang masuk atau sebagai kontrol terhadap debit air pada pompa.

2.2.3 Analisis Web Service

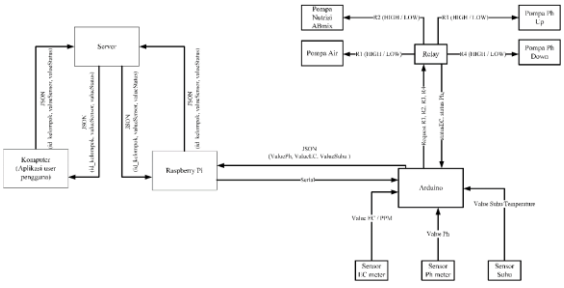
Dalam pembangunan *web service* ini *web sevice* yang digunakan berbasis RESTful dengan pertukaran data berbasis JSON. *Web service* ini akan terkoneksi pada sebuah *database*.. Berikut adalah gambar dari alur data *web service* pada Gambar 3.



Gambar 3. Alur Data Web Service

2.2.4 Analisis Komunikasi Data

Komunikasi data merupakan *detail* atau rincian komunikasi data, suatu aplikasi yang dibangun dengan menampilkan pertukaran data. Komunikasi data yang digunakan pada aplikasi *Smart* Hidroponik menggunakan data JSON. Berikut ini adalah alur komunikasi data atar perangkat pada Gambar 4.



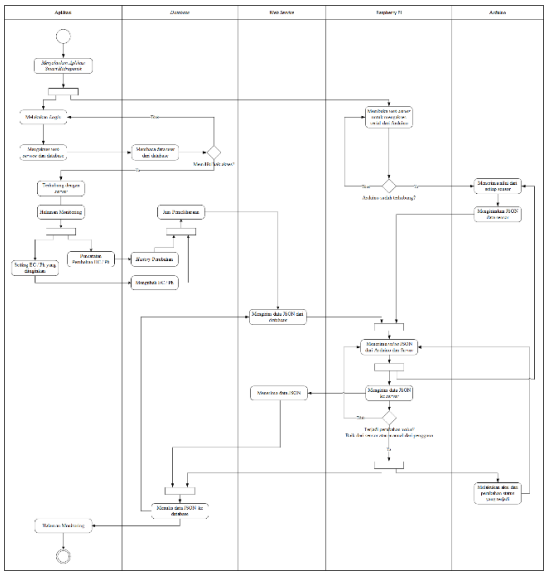
Gambar 4. Alur Komunikasi Data

Berikut ini adalah penjelasan dari analisis komunikasi data pada aplikasi *smart* hidroponik :

1. Sensor yang terpasang di Arduino akan mengirimkan nilai *value* dalam bentuk JSON ke raspberry pi
2. Kemudian raspberry pi akan meneruskan data tersebut ke *server* dalam bentuk JSON melalui *web service*.
3. Setelah itu server akan meneruskan kembali data yang diterima kepada aplikasi pengguna sebagai output berupa tampilan dari data yang telah diolah
4. Pengguna akan melakukan kontrol terhadap unsur maka aplikasi akan mengirimkan data inputan ke server.
5. Kemudian raspberry pi akan meneruskan inputan tersebut kepada Arduino dengan value inputan yang dimasukkan oleh pengguna.
6. Kemudian Arduino akan melakukan aksi yang pengguna inginkan dengan menyalakan pompa sesuai dengan aksi yang dilakukan

2.2.5 Analisis Sistem Kerja *Smart* Hidroponik

Sistem kerja Raspberry Pi selain berfungsi sebagai alat untuk siswa yang digunakan sebagai *interface* atau tampilan dengan pengguna untuk menjalankan aplikasi *Smart* Hidroponik di greenhouse, Arduino digunakan untuk mengendalikan pompa dan mengirimkan data dari beberapa sensor yang akan diolah oleh aplikasi web siswa. Sedangkan *web service* digunakan untuk menjembatani pertukaran data antara aplikasi web guru dan aplikasi web siswa yang ada pada Raspberry Pi dengan *database* pada *server*.. Berikut adalah gambar dari analisis sistem kerja *Smart* Hidroponik pada Gambar 5.



Gambar 5. Sistem Kerja *Smart* Hidroponik

2.2.6 Analisis Kebutuhan Non Fungsional

Analisis kebutuhan non fungsional merupakan analisis yang digunakan sebagai spesifikasi kebutuhan sistem. Kebutuhan non fungsional yang dibutuhkan untuk membangun sistem ini terdiri dari tiga hal, diantaranya kebutuhan perangkat keras, kebutuhan perangkat lunak.

2.2.6.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat keras yang akan digunakan berdasarkan kebutuhan minimal yang harus terpenuhi yaitu:

1. Komputer guru Praktikum
2. Komputer siswa Praktikum
3. Raspberry Pi 3 Type B Untuk Didalam *Green House*
4. Server *Hosting*
5. Arduino Uno
6. Sensor *Electro Conductivity* DFR0300
7. Sensor *Potential of Hydrogen* SEN0161
8. Sensor Suhu DS18B20
9. Power Step Down LM2596
10. Relay

2.2.6.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Analisis kebutuhan perangkat lunak merupakan proses analisis yang lebih menekankan kepada aspek pemanfaatan perangkat lunak. Kebutuhan minimum perangkat lunak pada komputer yang akan menggunakan aplikasi ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi Minimum Perangkat Lunak Komputer

Perangkat Lunak	Kebutuhan minimal
Sistem Operasi	Microsoft Windows 7
Web Browser	Google Chrome

Sedangkan untuk kebutuhan minimum spesifikasi perangkat lunak pada Raspberry Pi yang akan menggunakan aplikasi ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Spesifikasi Minimum Perangkat Lunak Raspberry Pi

Perangkat Lunak	Kebutuhan minimal
Sistem Operasi	Raspbian Jessie with PIXEL 2017.04.10
Web Browser	Chromium
Node JS *Version*	7.9.0

Serta untuk kebutuhan minimum spesifikasi perangkat lunak pada *server hosting* yang akan dipasang aplikasi web *Smart* Hidroponik dan *web service* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Spesifikasi Minimum Perangkat Lunak *Server Hosting*

Perangkat Lunak	Kebutuhan minimal
cPanel *Version*	64.0 (build 19)
Apache *Version*	2.4.25
PHP *Version*	7.0
MySQL *Version*	10.1.30-MariaDB
Architecture	x86 / x64
Operating System	Linux
Perl *Version*	5.10.1

2.2.6.3 Analisis Kebutuhan Pengguna

Analisis kebutuhan pengguna dimaksudkan untuk mengetahui rincian dari calon pengguna dan mengetahui tingkat kemampuan pengguna dalam menggunakan komputer. Analisis kebutuhan pengguna dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Analisis Kebutuhan Pengguna

No.	Pengguna	Spesifikasi
1	Siswa	Dapat menggunakan sistem operasi Windows Dapat menggunakan aplikasi berbasis web Dapat menggunakan browser smartphone android
2	Guru	Dapat menggunakan sistem operasi Windows Dapat menggunakan aplikasi berbasis web Dapat menggunakan browser smartphone android
3	Operator Data Elektronik	Dapat Menggunakan sistem operasi windows Dapat menggunakan aplikasi berbasis web

2.2.7 Analisis Kebutuhan Fungsional

Analisis Kebutuhan fungsional dilakukan untuk mengetahui gambaran proses kegiatan yang akan diterapkan pada aplikasi perangkat lunak yang akan dibangun. Pada analisis ini menggunakan pemodelan UML (*Unfied Modeling Language*).

2.2.7.1 Use Case Diagram

Use Case Diagram adalah sebuah model yang menunjukkan tampilan sistem dari perspektif pengguna, sehingga dapat menggambarkan apa yang akan dilakukan sistem tanpa menjelaskan bagaimana sistem melakukannya. [11]

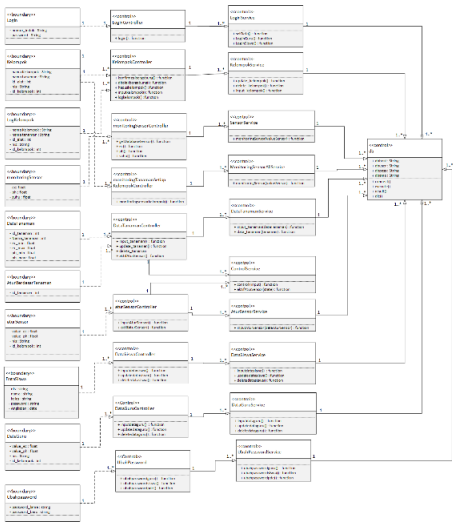
Use Case Diagram dapat dilihat pada gambar 6



Gambar 6. Use Case Diagram

2.2.7.2 Class Diagram

Class Diagram berfungsi untuk menunjukkan fitur statis dari sistem dan tidak mewaklili suatu proses tertentu. Adapun berikut ini adalah *class diagram* pada Sistem *Smart* Hidroponik dapat dilihat pada gambar 7



Gambar 7 Class Diagram

2.3 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui apakah aplikasi yang telah dibangun dapat dijalankan dengan baik ataupun belum. Adapun dalam pengujian sistem menggunakan tiga teknik pengujian yaitu *functional testing, performance testing* serta *beta testing*.

2.3.2 Functional Testing

Pengujian *functional* dilakukan untuk mengetahui apakah fungsionalitas yang sudah dirancang telah berjalan atau belum, adapun berikut ini adalah skenario pengujian *functional testing*.

Berdasarkan pengujian terhadap setiap fungsionalitas dari ketiga sub sistem yang terdiri dari sub sistem siswa, sub sistem guru, dan sub sistem staff pengolah data elektronik dengan menggunakan metode *black box* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibangun sudah bekerja sesuai dengan harapan.

2.3.3 Performance Testing

Skenario pengujian *performance* pada sistem *smart* Hidroponik ini akan menguji kecepatan load dan ukuran halaman yang terdapat pada sistem. Berikut ini adalah hasil dari pengujian *page size* dari *smart* Hidroponik dapat dilihat pada tabel 7

Tabel 7. Pengujian *Page Load*

Kecepatan	Kecepatan yang diharapkan	Yang Didapat
Cable (5/1 Mbps, 30ms)	Kurang dari 5 detik	6 detik

DSL (1.5 Mbps/385 Kbps, 50ms)	Kurang dari 5 detik	10 detik
4G Mobile (1.6 Mbps/768 Kbps, 200ms)	Kurang dari 5 detik	7 detik

pengujian *page load* dimana kecepatan tersebut tidak dapat diterima karena kecepatan yang diharapkan adalah selama 5 detik. Namun, kecepatan yang dihasilkan dari pengujian adalah lebih besar dari 5detik.

2.3.4 Pengujian Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras bertujuan untuk menjamin bahwa perangkat keras dapat bekerja dan memiliki kualitas yang baik dan akurasi yang baik sehingga dapat sesuai dengan kebutuhan yang akan digunakan.

2.3.4.1 Pengujian Sensor *Analog Electrical Conductivity* DFR0300

Pengujian sensor *Electrical Conductivity* DFR0300 bertujuan untuk mengetahui tingkat ketepatan sensor yang digunakan, pengujian dilakukan pada tahap ini menggunakan alat ukur *TDS-EC Meter 3* sebagai pembanding dengan sensor DFR0300. Dengan menggunakan cairan buffer standar *EC Solution 1413 us/cm* sebagai larutan standar kalibrasi pengujian. Berikut adalah pengujian sensor DFR0300 dapat dilihat pada gambar 8



Gambar 8 *EC solution 1413 us/ms*

Berikut hasil pengujian yang dilakukan pada sensor DFR0300 dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengujian Sensor DFR0300

No	Hasil Sensor (DFR0300)	Hasil *(TDS-EC Meter 3)*	*EC Solution 1413 us/cm*	Perbandingan Error (%) (DFR0300)	Perbandingan Error (%) (TDS-EC Meter 3)
1	1.66	1.64	1.41	0.17%	0.16%
2	1.63	1.69	1.41	0.15%	0.19%
3	1.66	1.69	1.41	0.17%	0.19%
4	1.69	1.50	1.41	0.19%	0.06%
5	1.76	1.65	1.41	0.24%	0.17%
Rata – Rata Error Alat Terhadap *EC Solution*				0.18%	0.15%
Selisih Sensor DFR0300 dan TDS-EC meter				0.03%	

Error = ((nilai sensor – nilai EC solution) / (nilai EC solution) * 100%
Selisih = (Error DFR0300 – Error TDS-EC meter)

Kesimpulan dari hasil pengujian sensor DFR0300 dari tingkat ketepatan membaca nilai sensor dengan menggunakan cairan buffer dapat disimpulkan bahwa Sensor DFR0300 memiliki nilai rata – rata error sebesar 0.18% . Dan untuk TDS-EC meter 3 memiliki nilai error sebesar 0.15%. dengan begitu dapat disimpulkan bahwa TDS-EC meter 3 memiliki 0.03% lebih akurat terhadap nilai ketepatan membaca nilai *Electro Conductivity*.

2.3.4.2 Pengujian Sensor *Analog pH Meter Kit SEN0161*

Pengujian sensor *Potensial Hydrogen* SEN0161 bertujuan untuk mengetahui tingkat ketepatan sensor yang digunakan, pengujian dilakukan pada tahap ini menggunakan alat ukur *Vivosun Ph Meter-02* sebagai pembanding dengan sensor SEN0161. Yang dimana kedua alat tersebut diuji dengan menggunakan cairan *buffer solution 4.00* sebagai uji asam lemah dan cairan *buffer Solution* 7.00 Sebagai Uji cairan Netral, kedua cairan buffer tersebut berfungsi sebagai larutan standar kalibrasi pengujian nilai pH Berikut ini adalah gambar pengujian yang dilakukan dari Vivosun Ph Meter-02 dapat dilihat pada gambar 9



Gambar 9 Pengujian *Vivosun Ph Meter-02 Ph buffer*

Dan berikut ini gambar pengujian yang dilakukan dengan sensor SEN0161 yang dapat dilihat pada gambar 10



Gambar 10 Pengujian SEN0161 pH *buffer solution*

Berikut hasil pengujian yang dilakukan pada proses pengujian sensor *Ph Meter* SEN0161 dengan menggunakan cairan *buffer solution 4.01* dapat dilihat Tabel 9.

Tabel 9 Pengujian Sensor SEN0161 Dengan pH *Buffer Solution 4.01*

No	Hasil Sensor (SEN0161)	Hasil *(Vivosun Ph Meter-02)*	*Ph buffer solution 4.01*	Perbandingan Error (%) (SEN0161)	Perbandingan Error (%) *(Vivosun Ph Meter-02)*
1	3.98	3.90	4.01	0.00%	0.02%
2	4.04	3.90	4.01	0.00%	0.02%
3	4.01	4.00	4.01	0.00%	0.00%
4	4.00	4.00	4.01	0.00%	0.00%
5	4.04	4.00	4.01	0.00%	0.00%
Rata – Rata Error Alat Terhadap *Buffer Solution 4.01*				0.00%	0.00%
Selisih Sensor *SEN0161* dan *Vivosun Ph Meter-02*				0.00%	

Error = ((nilai sensor – nilai *ph buffer 4.01*) / (nilai *ph buffer 4.01*) * 100%
Selisih = (Error SEN0161 – Error *Vivosun Ph Meter-02*)

Data hasil pengujian kedua alat tersebut dengan menggunakan mengujian ketepatan dengan menggunakan cairan *Ph buffer solution 7.00* berikut ini adalah tabel hasil pengujian dengan menggunakan cairan *buffer solution 7.00* dapat dilihat pada tabel 10

Tabel 10 Pengujian Sensor SEN0161Dengan pH *Buffer Solution 7.00*

No	Hasil Sensor (SEN0161)	Hasil *(Vivosun Ph Meter-02)*	*Ph buffer solution 4.00*	Perbandingan Error (%) (SEN0161)	Perbandingan Error (%) *(Vivosun Ph Meter-02)*
1	6.98	6.70	7.00	0.00%	0.04%
2	6.99	6.70	7.00	0.00%	0.04%
3	7.00	6.70	7.00	0.00%	0.04%
4	7.01	6.99	7.00	0.00%	0.00%
5	7.00	6.99	7.00	0.00%	0.00%
Rata – Rata Error Alat Terhadap *Buffer Solution 7.00*				0.00%	0.02%
Selisih Sensor *SEN0161* dan *Vivosun Ph Meter-02*				0.02%	

Error = ((nilai sensor – nilai *ph buffer 7.00*) / (nilai *ph buffer 7.00*)) * 100%
Selisih = (Error SEN0161 – Error *Vivosun Ph Meter-02*)

Kesimpulan dari hasil pengujian sensor SEN0161 dari tingkat ketepatan membaca nilai sensor dengan menggunakan cairan dua buah *ph buffer solution* yaitu *ph buffer 4.01* & *ph buffer 7.00* dapat disimpulkan bahwa Sensor SEN0161 untuk pengujian menggunakan *Ph buffer 4.01* memiliki nilai rata – rata error sebesar 0% . dan sedangkan untuk pengujian menggunakan *Ph buffer 7.00* memiliki nilai rata – rata error sebesar 0%. dan untuk hasil uji alat *Vivosun Ph Meter-02* untuk *ph 4.01* memiliki rata – rata error sebesar 0% sedangkan untuk hasil uji alat *Vivosun Ph Meter-02* dengan Ph 7.00 memiliki rata – rata error sebesar 0.02%. dengan begitu dapat disimpulkan bahwa Sensor SEN0161 0.02% lebih akurat dalam pengujian apabila dibandingkan dengan alat *Vivosun Ph Meter*

2.3.4.3 Pengujian Sistem *Controlling Smart* Hidroponik

Pengujian pada tahap ini dimulai dari pembacaan data nilai sensor yang di kirim oleh *server* ke *web* pengguna. Dalam pengujian nya dilakukan dalam dua tahap yang pertama pengujian pompa DC terhadap nilai *(pH)* dan pengujian tahap dua terhadap pengujian pompa DC terhadap nilai *(EC)*. Hasil dari pengujian terhadap dua faktor tersebut dengan *controlling* melalui sistem *smart hidroponik* dan hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 10

Tabel 11 Pengujian *Controlling pH*

No	Ph Awal	Nilai Ph yang diharapkan	Ph Setelah *Control*	Selisih *Error* dari niai yang diharapkan
1	6.89	3.00	3.89	0.89
2	3.54	7.57	8.25	0.68
3	7.89	7.00	6.56	0.44
4	6.56	4.00	3.56	0.44
5	3.56	7.50	8.54	1.04
Rata – Rata Error				0.69

Error = (Nilai pH yang diharapkan – pH Setelah *Control*)

Berikut ini adalah hasil pengujian yang dilakukan terhadap *controlling (EC)* yang dilakukan dari sistem *smart* Hidroponik. Dapat dilihat pada tabel 11

Tabel 12 Pengujian *Controlling EC*

No	EC Awal	Nilai EC yang diharapkan	EC Setelah *Control*	Selisih *Error* dari niai yang diharapkan
1	1.24	2.00	2.80	0.80
2	2.35	4.00	.4.32	0.32
3	.4.32	5.00	6.55	1.55
4	6.55	8.00	8.66	0.66
5	8.66	9.00	9.54	0.54
Rata – Rata Error				0.77

Error = (Nilai EC yang diharapkan – EC Setelah *Control*)

2.3.5 Pengujian Beta

Berdasarkan hasil pengujian beta melalui wawancara dengan guru praktikum, khususnya guru praktikum hidroponik menyatakan bahwa purwarupa aplikasi *smart* hidroponik tanaman hortikultura sebagai penunjang kegiatan praktikum berbasis *internet of things* studi kasus di smk pertanian pembangunan negeri lembang ini sudah sesuai dengan tujuan yang diharapkan yaitu dapat melakukan pemantauan tanaman terhadap setiap kelompok menjadi lebih mudah; dapat memberikan

kemudahan kepada guru dan siswa agar dapat melakukan monitoring dan pemeliharaan terhadap tanaman terutama pada hari libur sekolah;

Sedangkan hasil pengujian beta melalui kuesioner kepada responden siswa yang telah mencoba aplikasi dapat disimpulkan siswa sangat setuju bahwa aplikasi ini dapat membantu siswa untuk memantau unsur tanaman hidroponik yang siswa tanam; siswa sangat setuju bahwa aplikasi ini dapat membantu siswa melakukan pemeliharan unsur tanaman hidroponik secara jarak jauh; siswa sangat setuju bahwa aplikasi ini dapat membantu kegiatan praktikum; siswa sangat setuju apabila aplikasi ini implementaskan untuk menunjang kegiatan praktikum hidroponik dan siswa setuju untuk tampilan antarmuka dari aplikasi ini mudah dipahami serta siswa setuju pesan kesalahan dari aplikasi ini cukup membantu dalam memahami kesalahan masukkan.

3. PENUTUP

3.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dari hasil analisis, perancangan, implementasi serta beberapa tahap pengujian maka terdapat beberapa kesimpulan dari pembangunan Purwarupa Aplikasi *Smart* Hidroponik sebagai penunjang kegiatan praktikum di SMK Pertanian Pembangunan Negeri Lembang. Adapun kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Purwarupa ini sudah dapat membantu guru praktikum dalam melakukan pemantauan unsur tanaman pada setiap kelompok praktikum hidroponik.
2. Purwarupa ini sudah dapa membantu dan memberikan kemudahan kepada guru dan siswa agar dapat melakukan pemeliharaan jarak jauh terhadap unsur tanaman terutama saat tidak dapat datang ke *green house.*
3. Purwarupa ini sudah dapat melakukan pemantauan kegiatan pemeliharaan dan pencatatan laporan pemeliharan dengan mudah dan *realtime*

3.2 Saran

Purwarupa sistem *smart* hidroponik ini masih perlu pengembangan lebih lanjut lagi, diantaranya:

1. Purwarupa ini perlu dikembangkan dalam pemantauan secara *visual* agar pemantauan lebih nyata dalam perubahan terhadap bentuk fisik tanaman.
2. Purwarupa ini masih perlu di uji ketepatan dalam mengalirkan nutrisi dalam melakukan kontroling jarak jauh
3. Purwarupa ini perlu diperbaiki dalam keamanan dan tampilan dari setiap sub sistem aplikasi *smart* hidroponik

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. S. Pressman dan B. R. Maxim, *Software Engineering A Practitioner's Approach*, Eight Edit. New York: McGraw - Hill Education, 2015.

[2] A. Setiyadi, "Implementasi Modul Network MITM Pada Websploit sebagai Monitoring Aktifitas Pengguna dalam Mengakses Internet," vol. 2017, hal. 113–120, 2017.

[3] J.Benton Jones, *Hydroponics A Practical Guide for the Soilless Grower (2nd Edition)*. Florida: CRC Press, 2005.

[4] C. Zhao, J. Jegatheesan, dan S. C. Loon, "Exploring IOT Application Using Raspberry Pi | BibSonomy," *Int. J. Comput. Networks Appl.*, vol. 2, no. 1, hal. 27–34, 2015.

[5] E. Ihsanto dan S. Hidayat, "Mikrokontroller, Menggunakan Uno, Arduino," vol. 5, no. 3, hal. 139–146, 2014.

[6] DFRobots, "Analog EC Meter SKU:DFR0300 Wiki," 2016. [Daring]. Tersedia pada: https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Analog_EC_Meter_SKU:DFR0300. [Diakses: 13-Okt-2017].

[7] DFRobots, "Analog PH meter SKU: SEN0161 Wiki," 2017. [Daring]. Tersedia pada: https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/PH_meter(SKU:_SEN0161)#pH_Electrode_Characteristics. [Diakses: 13-Okt-2017].

[8] DFRobots, "Digital Temperature Sensor SKU:DFR0198 Wiki," 2017. [Daring]. Tersedia pada: https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Waterproof_DS18B20_Digital_Temperature_Sensor_(SKU:DFR0198). [Diakses: 13-Okt-2017].

[9] Sunfounder, "8 Channel 5V Relay Module," *20 Maret*, 2017. [Daring]. Tersedia pada: http://wiki.sunfounder.cc/index.php?title=8_Channel_5V_Relay_Module. [Diakses: 23-Feb-2018].

[10] Dani Ardan, "Control 8 Channel Relay & EEPROM." [Daring]. Tersedia pada: http://www.belajarduino.com/2016/10/control-8-channel-relay-with-bluetooth.html. [Diakses: 22-Feb-2018].

[11] K. E. Kendall dan J. E. Kendall, *Systems Analysis and Design*. 2006.