IRRIGATION SCHEDULING UNTUK TANAMAN SELADA HIDROPONIK DENGAN METODE NFT MENGGUNAKAN ARDUINO



Disusun Oleh:

N a m a : Ilma Fadhlia Furqaana

NIM : 14523062

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA – PROGRAM SARJANA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA 2018

2019

ii

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

IRRIGATION SCHEDULING UNTUK TANAMAN SELADA HIDROPONIK DENGAN METODE NFT MENGGUNAKAN ARDUINO

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

N a m a : Ilma Fadhlia Furqaana

NIM : 14523062

Yogyakarta, 20 Desember 2018

Pembimbing,

(Mukhammad Andri Setiawan, S.T., M.Sc., Ph.D)

iii

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

IRRIGATION SCHEDULING UNTUK TANAMAN SELADA HIDROPONIK DENGAN METODE NFT MENGGUNAKAN ARDUINO

TUGAS AKHIR

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Informatika
di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, 3 Januari 2019

Tim Penguji

Dr. Mukhammad A Setiawan, S.T., M.Sc.

Anggota 1

Ari Sujarwo S.Kom., MIT., (Hons).

Anggota 2

Lizda Iswari, S.T., M.Sc.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Informatika – Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

(Dr. Raden Teduh Dirgahayu, S.T., M.Sc.)

iv

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ilma Fadhlia Furqaana

NIM : 14523062

Tugas akhir dengan judul:

IRRIGATION SCHEDULING UNTUK TANAMAN SELADA HIDROPONIK DENGAN METODE NFT MENGGUNAKAN ARDUINO

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, tugas akhir yang diajukan sebagai hasil karya sendiri ini siap ditarik kembali dan siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 20 Desember 2018



(Ilma Fadhlia Furqaana)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillaahi Robbil 'aalamiin, Puji dan Syukur kepada Mu Yaa Alloh atas segala nikmat dan karunia Mu yang sulit untuk dihitung termasuk dengan selesainya sebuah karya ini.

Sholawat dan salam tak lupa kucurahkan untuk Nabi besar Muhammad shollallohu'alayhi wasallam sebagai suri dan tauladan terbaik untuk ummat ini dengan akhlaknya yang mulia

Kupersembahkan karya Tugas Akhir ini kepada orang-orang yang amat kusayangi

Ibuku yang penyabar Ida Kusumawati

Ayahku yang tegas Fahrudin

Suamiku tercinta Titis Riskhal Satya Gemilang

Ibu mertua yang menyayangiku Kurotul Mala

Serta ketiga adikku Hanna Zahratul Afifah, Afra Lubaba dan Tsaqif Zaidan yang telah memberikan suntikan semangat selama ini dengan canda tawa mereka.

Terima kasih untuk semua dukungan, semangat,apresiasi dan do'a, serta cinta dan kasih sayangnya kepadaku.

.

HALAMAN MOTO

"Think simple life better"

Unknown

Barangsiapa bertakwa kepada Allah niscaya Dia akan mengadakan baginya jalan keluar. Dan memberinya rezki dari arah yang tiada disangka-sangkanya."

(QS. Ath Tholaq: 2-3).

"It's supposed to be hard. If it were easy, everyone would do it."

Tom Hanks

KATA PENGANTAR

Assalaamu'alaykum warohmatullaah wabarokaatuh

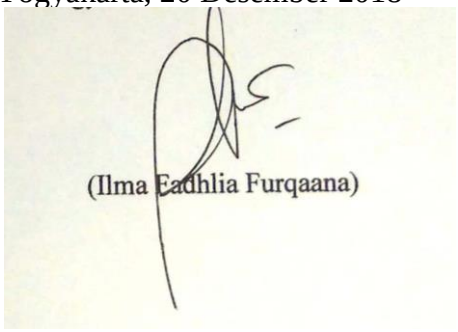
Alhamdulillaahirobbil 'aalamiin, puji dan syukur penulis ucapkan pada Alloh ta'ala yang tiada henti melimpahkan rahmat dan karunia Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "**Irrigation Scheduling Untuk Tanaman Selada Hidroponik Dengan Metode NFT Menggunakan Arduino".**

Laporan ini disusun sebagai salah satu persyaratan yang harus dipenuhi dalam rangka menyelesaikan pendidikan jenjang Strata 1 di Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri , Universitas Islam Indonesia. Tugas akhir ini dapat terselesaikan atas antuan, dukungan serta bimbingan yang telah diberikan oleh banyak pihak, karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Alloh ta'ala atas segala limpahan nikmat yang tiada henti, rahmat dan juga hidayahNya kepada penulis.
2. Rosulullo shollalohu'alayhi wasallaam yang menjadi panutan dan pemberi tuntunan terbaik.
3. Bapak Hendrik, S.T, M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Nur Wijayaning Rahayu, S,Kom., M.Kom., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Teduh Dirgahayu Bapak Dhomas Hatta Fudholi Ibu Izzati Muhimmah
6. Bapak Mukhammad Andri Setiawan, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing yang telah sangat sabar juga rela memberikan waktunya untuk membimbing penulis dalam menyelsaikan tugas akhir ini.
7. Para Bapak, Ibu Dosen dan juga Staf Jurusan Teknik Informatika yang telah memberi ilmu dan membantu penulis selama menempuh studi di kampus.
8. Papa dan Mama Fahrudin dan Ida Kusumawati Jazaakumullohu khoyron pa, ma untuk setiap support, do'a dan cintanya selama ini.
9. Suamiku tercinta Mas Titis Riskhal Satya Gemilang, terima kasih untuk segala pengertiannya selama ini mas, terima kasih untuk doa dan ridhonya.
10. Ketiga adikku Hanna Zahratul Afifah, Afra Lubaba, Tsaqif Zaidan terima kasih dek, kalian sudah sayang sama mba.

11. Ibu mertuaku yang tidak hentinya mendoakan kebaik
12. an untukku, jazaahallohu khoyron ibu.
13. Terima kasih untuk “Anak Sholehah” Wahyuni Puji Lestari, Mike Rustia Putri Dessy Purnama Sari, Syilfia Fhelisia makasih gengs buat waktu 4 tahun ini.
14. Makasih banyaak buat Rizky Arif Windiarto, suwun banget suhu atas bantuannya, semoga lekas dapet kerja, aamiin.
15. Terima kasih untuk Nadilla Putri yang sudah mau direpotkan nganter-nganter sana sini.
16. Untuk Agus, winda dan teman-teman lainnya yang sudah membantu penulis yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih banyak, semoga urusan kalian semua dimudahkan oleh Alloh. Aamiin.

Yogyakarta, 20 Desember 2018



SARI

Sebagai bahan pangan, sayuran memiliki peran yang amat penting bagi kelangsungan hidup manusia. Manfaat sayuran secara garis besar adalah sebagai sumber serat, vitamin, dan mineral yang cukup baik bagi tubuh dan kesehatan manusia. Selada (*Lactuca Sativa*) adalah salah satu sayuran yang paling banyak digemari oleh manusia secara global. Memiliki kandungan gizi dan nutrisi yang baik bagi tubuh manusia,pengolahannya yang cukup mudah, dan rasanya yang nikmat adalah sebagian kecil dari kelebihan yang dimiliki oleh selada. Upaya masyarakat untuk mendukung program ketahanan pangan dan gizi dengan mengkonsumsi serta membudidayakan sayuran, terutama selada berbenturan dengan kurangnya lahan tanam dikarenakan lahan yang semakin sempit yang diakibatkan oleh banyaknya pembangunan.

Salah satu solusi yang ada untuk mengatasi keterbatasan lahan tanam adalah dengan menggunakan metode hidroponik. Hidroponik termasuk metode budidaya pertanian dengan menggunakan air sebagai media tanamnya. Dengan adanya metode hidroponik, maka budidaya tanaman selada dapat dilakukan secara vertikal dan jelas hal ini akan sangat menghemat pemakaian luas ruangan. Hidroponik sendiri memiliki beberapa jenis metode penanaman. Salah satu bentuk metode penanaman yang ada pada hidroponik adalah NFT (*Nutrient Film Technique*). NFT adalah suatu model atau bentuk metode penanaman hidroponik dengan meletakkan tanaman pada lapisan air dangkal yang terus bersirkulasi atau bergerak mengaliri akar tanaman yang terendam.

Dibutuhkannya sistem terintegrasi untuk mengukur keadaan air, dengan beberapa perangkat sensor yaitu pH sensor sebagai pengukur nilai pH air, TDS sensor sebagai pengukur nilai ppm atau kepekatan konsentrasi air, dan sensor ketinggian air sebagai pengukur ketinggian air di dalam wadah penampungan yang dihubungkan dengan mikrokontroler *Arduino*. Selain itu, dibutuhkan juga WiFi ESP8266 untuk mengirim data agar dapat ditampilkan ke dalam *website*, agar dapat dipantau dengan lebih mudah

Dengan adanya sistem yang dibuat kualitas nutrisi air yang mengalir pada akar tanaman akan selalu terpantau dan terkontrol secara otomatis sehingga tanaman akan mendapatkan aliran air yang memiliki kualitas nutrisi sesuai dengan kebutuhan tanaman dan berdampak kepada optimalnya pertumbuhan tanaman.

Kata Kunci: Selada, Hidroponik, NFT, pH, PPM, TDS, nutrisi Arduino

GLOSARIUM

Access Point	sebuah perangkat jaringan yang berisi sebuah transceiver dan antena untuk transmisi dan menerima sinyal ke dan dari clients remote
Arduino	pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang
Black Box	pengujian yang dilakukan hanya mengamati hasil eksekusi melalui data uji dan memeriksa fungsional dari perangkat lunak
Board	papan mikrokontroler
Bootloader	pogram komputer yang memuat sistem operasi (OS) untuk Android smartphone dan komputer setelah menyelesaikan pengujian diri
Both	
Breadboard	papan yang digunakan untuk membuat rangkaian elektronik sementara dengan tujuan uji coba atau prototipe tanpa harus menyolder
Butterhead	salah satu jenis tanaman selada banyak disukai karena teksturnya renyah, memberi sensasi segar, dan *juicy.* Lembaran daunnya panjang dan lebih kaku
Celtuce	jenis selada
Code	program adalah suatu rangkaian pernyataan atau deklarasi yang ditulis dalam bahasa pemrograman komputer yang terbaca manusia
Compile	proses untuk mengubah berkas kode program dengan berkas lain yang terkait menjadi berkas yang siap untuk dieksekusi oleh sistem operasi secara langsung
Cos	jenis selada
Dashboard	sebuah User Interface yang cukup unik, ia berada diantara data dan desain
Database	kumpulan data yang disimpan secara sistematis di dalam komputer yang dapat diolah atau dimanipulasi menggunakan perangkat lunak (program aplikasi) untuk menghasilkan informasi
Debug	langkah untuk menelusuri kesalahan kode program.
Design	biasa diterjemahkan sebagai seni terapan, arsitektur, dan berbagai pencapaian kreatif lainnya

Drip System	salah satu jenis sistem hidroponik yang prinsipnya memberikan air dan nutrisi dalam bentuk tetesan yang menetes secara terus menerus sesuai kebutuhan tanaman
Ebb & Flow	sistem hidroponik dengan prinsip kerja yang cukup unik
EEPROM	jenis memori penyimpanan hanya baca yang dapat dihapus dengan arus Listrik
Electronic	pada komputer adalah sebagai perangkat keras yang memberikan atau menyuplai arus listrik yang sebelumnya diubah dari bentuk arus listrik yang berlawanan atau AC, menjadi arus listrik yang searah atau biasa disebut sebagai arus DC
Failure	kesalahan pada program
Family	salah satu suku anggota tumbuhan berbunga.
Female to female	jenis kabel yang digunakan dalam pemasangan alat.
Firebase	platform yang digunakan untuk membangun web atau aplikasi mobile tanpa sisi server yang menggunakan bahasa pemrograman. Pengguna dapat mengakses pada database secara real-time dengan data yang saling tersinkronisasi dalam waktu yang singkat.
Firmware default	sebuah perangkat lunak yang terpasang pada sebuah media memory mini pada sebuah perangkat keras yang berisi identitas dan fungsional perangkat keras tersebut yang masih utuh dari pabrik.
Fringed	salah satu jenis tanaman selada yang memiliki bagian pinggir yang melengkung
GPIO	pin yang terdapat pada papan sirkuit
Hardware	perangkat keras
Hydro	bahasa yunani yang berarti air
Input	masukan dari program
Irrigation	irigasi (pengairan tanaman)
Jumper	jenis kabel yang digunakan dalam pemasangan alat
Lactuca Sativa	nama latin dari tanaman selada
Libraries	pustaka-puestaka yang digunakan dalam kode program
Mikrokontroler	sebuah semikonduktor yang dapat di program sehingga memiliki fungsi tertentu seperti mengendalikan perangkat lain maupun membaca nilai yang dihasilkan oleh sensor konektor

Normally closed	kondisi normal tertutup dua kutub atau dua titik penghantar yang bisa berubah kondisinya yaitu tersambung atau tidak tersambung
Normally open	kondisi awal kontak atau kondisi normal terbuka dua kutub atau dua titik penghantar yang bisa berubah kondisinya yaitu tersambung atau tidak tersambung
Open source	sistem pengembangan yang tidak dikoordinasi oleh suatu individu / lembaga pusat, tetapi oleh para pelaku yang bekerja sama dengan memanfaatkan kode sumber (*source-code*) yang tersebar dan tersedia bebas (biasanya menggunakan fasilitas komunikasi internet)
Output	keluaran (hasil) dari program
Parsing	uatu cara memecah-mecah suatu rangkaian masukan (misalnya dari berkas atau *keyboard*) yang akan menghasilkan suatu pohon uraian (*parse tree*) yang akan digunakan pada tahap kompilasi berikutnya yaitu analisis semantik
Password	kata sandi
Ponos	Bahasa yunani yang berarti daya atau kerja
Port	konektor
Power Supply	perangkat keras yang memberikan atau menyuplai arus listrik yang sebelumnya diubah dari bentuk arus listrik yang berlawanan atau AC, menjadi arus listrik yang searah atau biasa disebut sebagai arus DC
Probe	ujung sensor yang digunakan untuk membaca data
Processor	komponen komputer yang merupakan sebagai otak yang menjalankan proses dan pengendali kerja komputer dengan bekerjasama perangkat komputer lainnya
Prototyping	pengembangan yang cepat dan pengujian terhadap model kerja (prototipe) dari aplikasi baru melalui proses interaksi dan berulang-ulang yang biasa digunakan ahli sistem informasi dan ahli bisnis
RAM	jenis memori penyimpanan yang digunakan untuk menyimpan data sementara
Range	selisih antara harga minimum dan maksimum dari sebuah instrumen selama periode tertentu
Relay	suatu peranti yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakan sejumlah kontaktor yang tersusun atau sebuah saklar

	elektronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energinya
Requirements	ketentuan-ketentuan tertentu (seperti standar tertentu, keputusan manajemen, ataupun alasan-alasan politis
Romaine	jenis tanaman selada
Server	sebuah sistem komputer yang menyediakan jenis layanan (service) tertentu dalam sebuah jaringan komputer
Shield	papan rangkaian yang tidak belum disempurnakan atau dilengkapi secara keseluruhan dan dibuat dengan pin yang sesuai dengan papan Ardiuno agar mudah saat digunakan atau dihubungkan
Software	perangkat lunak
Timestamps	waktu di mana sebuah event dicatat oleh sebuah komputer
Troubleshooting	encarian sumber masalah secara sistematis sehingga masalah tersebut dapat diselesaikan.
Use case	interaksi yang terjadi antara aktor inisiator dari interaksi sistem itu sendiri dengan sistem yang ada
User interface	semua aspek dari interaksi pengguna dan computer, tidak hanya hardware
Water Culture	sistem hidroponik aktif paling sederhana karena hanya menggunakan prinsip penggenangan
Waterfall	metode pengembangan perangkat lunak
Website	halaman informasi yang disediakan melalui jalur internet sehingga bisa diakses di seluruh dunia selama terkoneksi dengan jaringan internet
Wick system	sistem sumbu ini hanya membutuhkan sumbu yang dapat menghubungkan antara larutan nutrisi pada bak penampung dengan media tanam
WiFi	sekumpulan standar yang digunakan untuk Jaringan Lokal Nirkabel (Wireless Local Area Networks – WLAN) yang didasari pada spesifikasi IEEE 802.11

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR iv
HALAMAN PERSEMBAHAN v
HALAMAN MOTO vi
KATA PENGANTAR vii
SARI ix
GLOSARIUM x
DAFTAR ISI xiv
DAFTAR TABEL xvii
DAFTAR GAMBAR xviii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 LATAR BELAKANG 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan 3
1.5 Manfaat penelitian 3
1.6 Metodologi Penelitian 4
1.7 Sistematika Penulisan 5
BAB II LANDASAN TEORI 6
2.1 Selada 6
2.2 Hidroponik 8
2.2.1 Ragam Hidroponik 9
2.2.2 Kebutuhan Nutrisi Hidroponik Pada Selada 10
2.3 *Arduino* Uno 12
2.3.1 Spesifikasi *Arduino* Uno 13
2.3.2 Konfigurasi Pin *Arduino* Uno 13
2.4 WiFi ESP8266 14
2.5 Sensor pH 15
2.6 Sensor Konduktifitas PPM (Mineral) / TDS Meter 16
2.7 Sensor Ketinggian Air (*Water level)* 17

2.8 *Relay* 17
2.9 Kabel *Jumper* 18
2.10 *Submersible Pump Mini* 5v 19
2.11 Adaptor 19
BAB III METODOLOGI PENELETIAN 20
3.1 Gambaran Umum Sistem 20
3.2 Analisis Masalah 21
3.2.1 Analisis Kebutuhan Proses 22
3.2.2 Analisis Kebutuhan Input 22
3.2.3 Analisis Kebutuhan Output 22
3.3 Kebutuhan Proses 22
a. Kebutuhan Proses Perangkat Sensor 22
b. Kebutuhan Proses Perangkat Sentral 22
3.4 Perancangan Sistem 23
3.4.1 Metode Perancangan 23
3.4.2 Diagram Aktivitas 27
3.4.3 Perancangan *Flowchart* dan Sistem 28
3.4.4 *Use Case* Diagram 31
3.4.5 Perancangan Basis Data 32
3.4.6 Perancangan Alat Secara Fisik 32
3.5 Rencana Implementasi dan Pengujian 45
3.6 Langkah Pengujian Fungsi 47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 49
4.1 Hasil 49
4.2.1 Perakitan Perangkat Sensor 49
4.2.2 Implementasi Basis Data 51
4.2 Pembahasan 53
4.2.1 Inisialisasi Perangkat 53
4.2.2 Pembacaan Sensor 54
4.2.3 Pengiriman dan penerimaan data 56
4.3 Pengujian Fungsi Perangkat 64
4.3.1 Inisialisasi 65
4.3.2 Hasil Pengujian Fungsi 66
4.4 Pengujian Sensor 67

4.5 Kelebihan dan kekurangan sistem.....73
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....74
5.1 Kesimpulan 74
5.2 Saran.....74
DAFTAR PUSTAKA 75
LAMPIRAN 76

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Board *Arduino* Uno 13
Tabel 2.2 Spesifikasi sensor pH 15
Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor TDS Dfrobot 17
Tabel 3.1 Komponen Spesifikasi Elektronika 33
Tabel 3.2 Tabel pengujian sensor 46
Tabel 3.3 Tabel pengujian pompa 46
Tabel 3.4 Tabel Pengujian Sistem 47
Tabel 4. 1 Hasil tabel pengujian sensor 66
Tabel 4. 2 Hasil Tabel Pengujian Pompa 66
Tabel 4. 3 Hasil tabel pengujian perangkat 67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Macam-Macam Selada 7
Gambar 2.2 Nutrisi untuk Tanaman Hidroponik 11
Gambar 2.3 *Arduino* 12
Gambar 2.4 Konfigurasi Pin *Arduino* Uno 14
Gambar 2.5 WiFi ESP8266 14
Gambar 2.6 Sensor pH 16
Gambar 2.7 Conductivity Sensor 16
Gambar 2.8 Water Level Sensor 17
Gambar 2.9 *Relay* 18
Gambar 2.10 Kabel *Jumper* 18
Gambar 2.11 *Submersible Pump Mini* 19
Gambar 2.12 Adaptor USB 8 Port 19
Gambar 3.1 Gambaran Sistem 20
Gambar 3.2 Gambaran Perangkat Sensor 21
Gambar 3.3 Diagram *Waterfall* 26
Gambar 3.4 Aktivitas Sistem 27
Gambar 3.5 *Flowchart* Sistem 28
Gambar 3.6 *Flowchart* sistem 29
Gambar 3.7 *Use Case Diagram* 31
Gambar 3.8 Struktur Basis Data 32
Gambar 3.9 Diagram Blok Perancangan Fisik Alat 33
Gambar 3.10 Rangkaian sensor pH 34
Gambar 3.11 Modul pH dan probenya 34
Gambar 3.12 Arduino 35
Gambar 3.13 Rangkaian sensor TDS 36
Gambar 3.14 Modul TDS dan probenya 36
Gambar 3.15 Arduino 37
Gambar 3.16 Rangkaian sensor ketinggian air 38
Gambar 3.17 Sensor ketinggian air 39
Gambar 3.18 Arduino 39
Gambar 3.19 Rangkaian relay dan pompa 40
Gambar 3.20 Relay 41
Gambar 3.21 Arduino 41

Gambar 3.22 *Submersible Pump*.....42
Gambar 3.23 Sensor pH, TDS, sensor air, *relay* dan pompa udah dipasang ke Arduino.....43
Gambar 3.24 Rangkaian sistem secara keseluruhan (1).....44
Gambar 3.25 Rangkaian sistem secara keseluruhan (2).....44
Gambar 4.1 Perangkat Sensor.....49
Gambar 4.2 Perakitan alat.....50
Gambar 4.3 Perakitan Sensor pH & TDS.....51
Gambar 4.4 Sensor *water level*.....51
Gambar 4.5 Implementasi Basis Data.....52
Gambar 4.6 Implementasi Penambahan Data.....52
Gambar 4.7 Inisialisasi Sensor pH.....53
Gambar 4.8 Inisialisasi Sensor TDS.....54
Gambar 4.9 Inisialisasi *Water Level*.....54
Gambar 4.10 Inisialisasi *Relay*.....54
Gambar 4.11 Pembacaan Sensor pH.....55
Gambar 4.12 Pembacaan Sensor TDS.....55
Gambar 4.13 Pembacaan Sensor Ketinggian Air.....56
Gambar 4.14 Koneksi Jaringan.....57
Gambar 4.15 Mengirim data ke ESP.....57
Gambar 4.16 *Parsing* data dari ESP8266 ke *Firebase*.....58
Gambar 4.17 Kode pengambilan data pH (1).....59
Gambar 4.18 Kode pengambilan data pH (2).....60
Gambar 4.19 Kode pengambilan data pH (3).....60
Gambar 4.20 Kode Pengambilan data PPM (1).....61
Gambar 4.21 Kode Pengambilan data PPM (2).....62
Gambar 4.22 Kode Pengambilan data level air (1).....63
Gambar 4.23 Kode Pengambilan data level air (2).....64
d. Gambar 4.24 Inisialisasi *Firebase* ke *website*.....65
Gambar 4.25 Pembacaan data *Arduino*.....65
Gambar 4.26 Pengujian Sensor kondisi normal.....68
Gambar 4.27 Reaksi *Relay* saat kondisi normal.....68
Gambar 4.28 Hasil pengujian data air normal dikirim ke dalam *Firebase*.....69
Gambar 4.29 Pengujian air kondisi TDS tinggi.....69
Gambar 4.30 Reaksi *Relay* saat kondisi TDS tinggi.....70

Gambar 4.31 Data di *Firebase* menunjukkan kondisi TDS tinggi 70
Gambar 4.32 Tampilan grafik sensor pH.....71
Gambar 4.33 Tampilan grafik sensor PPM.....71
Gambar 4.34 Tampilan grafik sensor ketinggian air 72

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Sayuran adalah semua jenis tanaman yang dapat dikonsumsi, baik yang diambil dari akar, batang, daun, biji, bunga atau bagian lain yang digunakan untuk diolah menjadi masakan. Sebagai bahan pangan, sayuran memiliki peran yang amat penting bagi kelangsungan hidup manusia. Manfaat sayuran secara garis besar adalah sebagai sumber serat, vitamin, dan mineral yang cukup baik bagi tubuh dan kesehatan manusia.

Selada (*Lactuca Sativa*) adalah salah satu sayuran yang paling banyak digemari oleh manusia secara global. Memiliki kandungan gizi dan nutrisi yang baik bagi tubuh manusia (Rukmana., 1994), pengolahannya yang cukup mudah, dan rasanya yang nikmat adalah sebagian kecil dari kelebihan yang dimiliki oleh selada. Penjualan selada beserta olahannyapun dapat kita temui di pasar, supermarket, bahkan pedagang pinggir jalan sekalipun. Tidak heran, jika selada memiliki prospek yang menjanjikan di pasar.

Sayangnya, di era modern ini tingginya permintaan masyarakat terhadap tanaman selada tidak diimbangi dengan luasnya lahan untuk penanamannya. Sehingga upaya masyarakat untuk mendukung program ketahanan pangan dan gizi dengan mengkonsumsi serta membudidayakan sayuran, terutama selada berbenturan dengan kurangnya lahan tanam dikarenakan lahan yang semakin sempit yang diakibatkan oleh banyaknya pembangunan (Pamungkas, Bandriyati, Putri, & Muliawati, 2013).

Salah satu solusi yang ada untuk mengatasi keterbatasan lahan tanam adalah dengan menggunakan metode hidroponik. Hidroponik termasuk metode budidaya pertanian dengan menggunakan air sebagai media tanamnya. Dengan kata lain, hidroponik adalah suatu aktivitas pertanian vertikultur yang dijalankan dengan menggunakan air sebagai media tanam untuk menggantikan tanah . Dengan adanya metode hidroponik, maka budidaya tanaman selada dapat dilakukan secara vertikal dan jelas hal ini akan sangat menghemat pemakaian luas ruangan untuk budidaya dibandingkan dengan sistem tanam langsung di tanah. Oleh sebab itu, menanam selada menggunakan metode hidroponik adalah salah satu cara budidaya yang mampu menghasilkan produk selada yang berkualitas secara kontinyu dengan kuantitas yang tinggi (Wulandari, Harjoko, & Djoko, 2016). Kelebihan lainnya dari penggunaan metode

hidroponik adalah metode ini tidak mengenal musim (Mas'ud, 2009), sehingga, kegiatan tanam dapat dilakukan kapan saja dan di mana saja.

Hidroponik sendiri memiliki beberapa jenis metode penanaman. Salah satu bentuk metode penanaman yang ada pada hidroponik adalah NFT (*Nutrient Film Technique*). NFT adalah suatu model atau bentuk metode penanaman hidroponik dengan meletakkan tanaman pada lapisan air dangkal yang terus bersirkulasi atau bergerak mengaliri akar tanaman yang terendam. Air itu sendiri telah diberi campuran nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan tanaman, dalam hal ini selada secara tepat sehingga larutan nutrisi ini menjadi faktor utama dalam pengembangan perakaran tanaman dan menjadikan sistem ini disebut dengan *Nutrient Film Technique* (NFT) (Wibowo & Asriyanti, 2013).

Umumnya, metode hidroponik NFT ini mengalirkan air secara terus menerus pada perakaran tanaman. Dampak negatif yang dapat terjadi adalah cepatnya tanaman terserang penyakit karena tanaman terus dialiri oleh air yang sama. Namun hal tersebut dapat terjadi jika di dalam air yang bersirkulasi tidak ada atau tidak dilakukan pembaharuan terhadap kualitas nutrisi sehingga air yang mengalir mengalami penurunan nutrisi dari kadar yang seharusnya. Kualitas nutrisi untuk tanaman hidroponik yang menggunakan metode NFT sendiri dapat diukur dari nilai pH dan PPM yang ada pada air yang bersirkulasi tersebut. Oleh karena itu, solusi yang ideal adalah nilai pH dan PPM di dalam air yang bersirkulasi di sekitar akar selada harus selalu terpantau dan terkontrol sesuai dengan keadaan faktual tanaman, sehingga tanaman dapat tumbuh optimal dan tidak mengalami kegagalan tanam. Namun yang terjadi saat ini adalah jika petani ingin mengetahui kadar pH ataupun PPM di dalam air yang bersirkulasi, mereka harus melakukan pengukuran secara berkala dan hal ini tentunya sangat merepotkan karena para petani tidak tahu kapan nilai pH atau PPM pada air berubah menjadi buruk atau tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Berangkat dari latar belakang di atas, untuk memecahkan permasalahan ini maka penulis membuat sebuah sistem terintegrasi menggunakan *Arduino* sebagai mikrokontroler, dengan beberapa perangkat sensor yaitu pH sensor sebagai pengukur nilai pH air, TDS sensor sebagai pengukur nilai ppm atau kepekatan konsentrasi air, dan sensor ketinggian air sebagai pengukur ketinggian air di dalam wadah penampungan. Selain dilengkapi tiga buah sensor, sistem ini juga dilengkapi 6 buah pompa air yaitu pompa air baku, sebagai penyuplai air baku untuk disuplai ke dalam wadah penampungan air nutrisi, pompa nutrisi *mix* AB sebagai penyuplai cairan *mix* AB ke dalam wadah penampungan air nutrisi, pompa sirkulasi sebagai pompa pengalir air ke akar tanaman, pompa cairan asam sebagai penurun nilai pH, pompa cairan basa

sebagai penambah nilai pH, dan pompa drain sebagai pompa pembuang cairan nutrisi yang sudah tidak layak untuk disirkulasikan ke dalam sistem pengairan. Semua aktifitas dari sensor dan pompa dalam sistem ini, akan terekam dan data rekaman tersebut akan dikirimkan ke *website* browser sebagai *user interface* melalui ESP8266 dengan menggunakan *Firebase* sebagai *database*-nya.

Dengan adanya sistem yang dibuat penulis tersebut, diharapkan kualitas nutrisi air yang mengalir pada akar tanaman akan selalu terpantau dan terkontrol secara otomatis sehingga tanaman akan mendapatkan aliran air yang memiliki kualitas nutrisi sesuai dengan kebutuhan tanaman dan berdampak kepada optimalnya pertumbuhan tanaman. Begitu juga dengan para petani yang pekerjaannya akan menjadi lebih mudah dikarenakan mereka dapat memantau nilai pH maupun PPM pada tanaman secara aktual, dan mereka tidak perlu melakukan penggantian air secara manual, karena semuanya telah dijalankan oleh sistem.

1.2 Rumusan Masalah

a. Bagaimana membuat alat yang dapat mengalirkan air secara otomatis ?
b. Bagaimana cara memantau kadar mineral air, ketinggian air, dan pH air yang berada dalam tanaman?
c. Bagaimana cara membuat penjadwalan pengairan pada tanaman?

1.3 Batasan Masalah

a. Menggunakan perangkat pengendali mikrokontroler *Arduino*.
b. Hanya mengelola tanaman selada, yang sudah berumur dewasa (3-6 minggu).
c. Penjadwalan yang dimaksud adalah pengairan berdasarkan kebutuhan nutrisi, bukan menggunakan timer.

1.4 Tujuan

a. Membuat pengairan pada tanaman agar dapat mengalirkan air tanpa harus mengukur berapa ukuran nutrisi dan air yang harus mengalir (otomatis).
b. Meminimalisir pengguna untuk turun ke lapangan untuk mengecek kadar tanaman.
c. Mengalirkan air sesuai kebutuhan nutrisi tanaman.

1.5 Manfaat penelitian

a. Pembudidayaan tanaman selada dapat dilakukan dengan otomatis dan terpantau.

b. Pengukuran jumlah nutrisi dan air baku tidak lagi dilakukan secara manual melainkan melalui sistem.

1.6 Metodologi Penelitian

a. Mengumpulkan data-data dengan cara studi literatur / pustaka. Metode ini digunakan untuk mencari informasi sebanyak-banyaknya mengenai penelitian yang akan dilakukan. Media yang digunakan untuk mencari informasi tersebut didapatkan melalui buku, jurnal, makalah-makalah yang berkaitan dengan penelitian tersebut, dan juga internet.
b. Sementara itu metode dalam pengembangan sistem ini terdiri dari beberapa langkah yang dilalui, berdasarkan data-data yang telah didapat atau diperoleh pada saat pengumpulan data. Metode-metode tersebut adalah sebagai berikut:
   1. Analisis sistem

      Penulis dalam tahap ini akan melakukan sketsa atau penggambaran dari sistem lalu menentukan variabel apa-apa saja yang dapat dideteksi oleh sensor.
   2. Perancangan

      Pada tahap ini penulis memaparkan perancangan yang dilakukan berdasarkan analisis kebutuhan *input*, *output*, dan proses yang digambarkan dalam bentuk diagram UML (*Unified Modelling Language*) dan perancangan basis data pada otomatisasi pertanian menggunakan *mikrokontroller* sehingga dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi produksi menggunakan *Arduino* Uno.
   3. Implementasi

      Setelah perancangan selesai dilakukan tahap selanjutnya adalah membangun sistem ke dalam bahasa pemrograman PHP, C++, Java.
   4. Pengujian

      Pengujian dilakukan setelah sistem selesai dibuat. Pengujian dilakukan dengan cara mengoperasikan sistem selama beberapa hari dan kemudian dilihat adakah *failure* pada sistem tersebut, baik dari sensor, *relay* maupun mikrokontroler itu sendiri.
   5. Evaluasi Sistem

      Mengevaluasi terhadap *error-error* yang terjadi pada sistem dan melakukan *troubleshoting*.
   6. Laporan

      Membuat laporan berdasarkan penelitian terhadap sistem yang telah dibuat.

1.7 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian ini terbagi menjadi lima bab, yang dapat diuraikan secara singkat sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian tentang Latar Belakang penelitian ini dibuat, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan, Manfaat, Metodologi Penelitian dan Sistematika Penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi uraian tentang pembahasan terhadap kajian dari penelitian-penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian. Penelitian terdahulu nantinya digunakan sebagai pertimbangan sistem yang akan digunakan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas bagaimana gambaran pekerjaan secara umum, diagram alur yang menjelaskan bagaimana sistem bekerja, rencana implementasi dan rencana pengujian sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas bagaimana sistem berjalan berdasarkan perancangan implementasi sistem pada kajian sebelumnya. Bab ini juga mengkaji pengujian performa sistem yang dijabarkan secara mendalam.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi uraian tentang kesimpulan-kesimpulan yang didapat serta mengemukakan saran yang penulis dapatkan selama pengerjaan Tugas Akhir.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi sumber bacaan yang digunakan penulis yang menjadi acuan penulisan dan pendukung gagasan ide penulis.

LAMPIRAN

Berisi kode program pengembangan sistem dan hasil pengujian sistem.

BAB II
LANDASAN TEORI

Dalam proses penelitian ini, penulis memiliki dasar-dasar atas setiap tindakan yang dilakukan. Dasar-dasar yang kemudian disebut landasan teori tersebut dijadikan penulis sebagai acuan dan panduan yang kemudian membuat setiap langkah yang diambil atas penelitian ini dapat dipertanggungjawabkan oleh penulis ketika akan disajikan. Berikut adalah landasan-landasan teori yang dipegang oleh penulis dalam melakukan penelitian ini.

2.1 Selada

Hal pertama yang paling mendasar dari penelitian ini adalah jenis tumbuhan yang digunakan penulis untuk melakukan penelitian, yaitu selada. Alasan dibalik penulis menggunakan selada sebagai tanaman yang mendasari penelitian ini adalah, dikarenakan selada termasuk tanaman yang mulai banyak pembudidyaannya menggunakan sistem hidroponik (Soh, 2012).

Selada (*Lactuca sativa L)* adalah tanaman yang termasuk dalam *family compositae* (Sunarjono, 2014). Selada merupakan sayuran daun yang berasal dari daerah beriklim sedang. Menurut sejarahnya, tanaman ini telah dibudidayakan sejak 2.500 tahun yang lalu. Beberapa literatur menyebutkan bahwa budidaya selada telah dilakukan tahun 500 Sebelum Masehi (SM).

Tanaman selada diduga berasal dari Asia Barat. Meskipun demikian, sumber lain memastikan bahwa sumber genetic tanaman selada adalah dari kawasan Amerika. Hal ini antara lain dibuktikan bahwa Christoper Colombus pada tahun 1493 menemukan selada tumbuh di daerah Hemisphere bagian Barat dan Bahamas. Berawal dari situ, tanaman selada mengalami penyebaran yang cukup luas ke Negara-negara yang memiliki iklim sedang maupun panas (Rukmana, 1994).

Selada umumnya dibagi menjadi beberapa kelompok pertumbuhan:

a. Kepala atau selada kubis, yang bentuk padat, Rapat dikemas kepala, seperti kubis, dan termasuk budidaya umum.
b. *Romaine* atau *cos* selada, dengan panjang (sering hingga 15 cm, atau 10 inci), tegak, bertangkai luas daun yang membentuk kepala longgar.
c. Meringkuk atau daun selada, dengan bentuk bulat acak, *fringed* atau renyah.
d. *Butterhead* selada, dengan lembut daun di kepala longgar.

e. Batang daun selada atau *celtuce*, di mana batang yang diperbesar adalah bagian yang dipanen dan dimakan. Selada umumnya dimakan dalam kondisi segar sebagai salad, meskipun ada banyak hidangan di mana daun bisa menjadi pembungkus, direbus, dimasak melunak dengan krim atau selai atau bubur.

Selada merupakan sumber yang baik bagi klorofil dan vitamin K. Kaya garam mineral dengan unsur-unsur alkali sangat mendominasi. Hal ini yang membantu menjaga darah tetap bersih, pikiran dan tubuh dalam keadaan sehat. Selada berdaun kaya akan lutein dan beta-karoten. Juga memasok vitamin C dan K, kalsium, serat, folat, dan zat besi. Vitamin K berfungsi membantu pembekuan darah. Nutrisi lainnya adalah vitamin A dan B6, asam folat likopen, kalium, dan zeaxanthin. Selada mengandung alkaloid yang bertanggung jawab untuk efek terapeutik.

Meskipun semua varietas selada memiliki kalori rendah, namun memiliki kandungan gizi yang berbeda. Selada sebagai sumber baik kolin. Selada Romain yang paling padat nutrisi dari semua varietas dan merupakan sumber vitamin A, B1, B2 dan C, asam folat, mangan dan kromium. Selada merah mendapat warna merah dari pigmen yang disebut antosianin. Pigmen ini berfungsi sebagai antioksidan, menghilangkan radikal bebas yang merusak sel. Beberapa peneliti menemukan berbagai selada merah mengandung flavonoid, yang merupakan antioksidan kuat (Kurniawan, 2016).

Selain baik bagi kesehatan, rasa yang enak, pengolahan yang mudah, membuat selada begitu diminati oleh masyarakat luas. Mulai dari pedagang kaki lima, hingga mal-mal besar, menyediakan selada sebagai salah satu komoditi dagang mereka. Tidak heran jika selada memiliki prospek yang menjanjikan di pasar (Mubarok, 2017).



Gambar 2.1 Macam-Macam Selada

Sumber: : http://hortikultura.openthinklabs.com/2015/05/berkenalan-dengan-selada.html

Dengan banyaknya permintaan pasar terhadap selada, namun tidak diimbangi dengan lahan tanam yang luas, maka budidaya penanaman selada secara vertikultur yaitu penanaman secara vertikal menjadi solusi yang dapat diperhitungkan dan salah satu metode vertikultur yang ada adalah metode hidroponik.

2.2 Hidroponik

Hidroponik berasal dari Bahasa Yunani yang berasal dari dua kata yaitu *hydro* yang artinya air dan *ponos* yang artinya adalah daya atau kerja (Purbajanti, Slamet, & Kusmiyati, 2017). Hidroponik adalah sebuah istilah untuk menjelaskan sebuah cara bercocok tanam, dimana tidak menggunakan media tanah dalam proses penanamannya. Kalangan umum menyebutnya sebagai bercocok tanam tanpa tanah. Dalam hal ini proses cocok tanam diletakkan dalam sebuah pot atau wadah atau semacamnya yang menggunakan air atau bahan porous lainnya. Contohnya pecahan genting, pasir kali, kerikil ataupun juga gabus putih. Para ahli fisiologi terdahulu mencoba-coba menanam tumbuhan dengan air sebagai medianya dan dinamakan dengan akuakultur (bercocok tanam di dalam air). Percobaan ini pun berhasil dilakukan sehingga memancing para ahli agronomi yang mengembangkan cara tersebut. Namun pada akhirnya, terpilihlah cara menanam dengan hidroponik karena dianggap efektif dan efisien dalam pengaplikasiannya (Lingga, 1984).

Berikut beberapa keuntungan dari metode tanam hidroponik:

1. Perawatan lebih mudah serta gangguan hama lebih terkontrol.
2. Pemakaian pupuk lebih murah dan efisien.
3. Tumbuhan yang mati lebih mudah untuk diganti dengan tumbuhan yang lainnya.
4. Membutuhkan energi yang sedikit, karena lebih hemat dan memiliki standar.
5. Tanaman dapat tumbuh lebih banyak dengan keadaan yang lebih sehat.
6. Hasil produksi lebih pesat dan subur disbanding dengan penanaman dalam tanah.
7. Harga yang dijual dari produk hidroponik lebih murah dibanding yang tidak menggunakan hidroponik.
8. Beberapa jenis tanaman bisa dibudidayakan di luar musim.
9. Tidak ada risiko terlalu besar yang berkaitan dengan keadaan alam.
10. Dapat dilakukan di ruang yang sempit dan terbatas.(Lingga, 1984).

2.2.1 Ragam Hidroponik

Dengan terus menerus dilakukannya pengembangan sistem hidroponik oleh para ahli, maka sistem ini pun akhirnya memiliki berbagai ragam jenis metode yang memiliki keunikan, kelebihan, dan kekurangan masing-masing. Berikut adalah daftar ragam hidroponik yang telah dikembangkan oleh para peneliti:

a. Hidroponik NFT

NFT adalah sebuah sistem yang menggunakan ‘film’ larutan nutrisi. Film atau lapisan tipis setebal 1-3 mm ini dipompa dan dialirkan melewati akar tanaman secara terus menerus. Sirkulasi nutrisi dapat digunakan ulang selama beberapa minggu sesuai kebutuhan tanaman. Sebagian akar tanaman tumbuh di atas permukaan larutan nutrisi dan sebagianlagi terendam di dalamnya. Faktor utama yang mempengaruhi perkembangan tanaman dalam hidroponik NFT adalah tersedianya nutrisi penunjang yang sesuai dengan jenis dan umur tanaman dan kestabilan kecepatan aliran nutrisi (Suprijadi, N. Nuraini, 2009).

Mengingat bahwa kelebihan air akan mengurangi jumlah oksigen, maka lapisan nutrisi dalam sistem NFT dibuat sedemikian rupa, maksimal tinggi larutan adalah 3 mm dari dasar tanaman sehingga kebutuhan nutrisi dan oksigen dapat terpenuhi (Lingga, 1984).

b. Aeroponik

Kecanggihan sistem ini memungkinkan Anda memperoleh hasil yang baik dan tercepat dibandingkan sistem hidroponik lainnya. Hal ini disebabkan oleh larutan nutrisi yang diberikan berbentuk kabut langsung masuk ke akar, sehingga tanaman lebih mudah menyerap nutrisi yang banyak mengandung oksigen.

c. *Drip System*

Sistem tetes (*drip system*) merupakan cara yang populer yang digunakan dalam berkebun hidroponik. Sistem ini menggunakan timer mengontrol pompa, sehingga pada saat pompa dihidupkan, pompa akan meneteskan nutrisi ke masing-masing tanaman.

d. *Wick System*

Wick system merupakan teknik pengairan pasif yang paling sederhana dalam hidroponik. Sistem ini termasuk pasif dan nutrisi mengalir ke dalam media pertumbuhan dari dalam wadah menggunakan sejenis sumbu. *Wick system* hidroponik bekerja dengan baik untuk tanaman dan tumbuhan kecil. Sistem hidroponik ini tidak bekerja dengan baik untuk tanaman yang membutuhkan banyak air.

e. *Ebb & Flow System*

Nampan atau wadah yang digunakan untuk pertumbuhan sistem hidroponik surut, perlahan-lahan dibanjiri dengan larutan nutrisi. Air ini menyediakan tanaman dengan nutrisi yang mereka butuhkan. Jumlah waktu yang diperlukan nampan untuk mengisi dikendalikan oleh aliran dari reservoir. Kemudian dikeringkan ketika mencapai tingkat tertentu atau setelah *set* jumlah waktu. Sebagian larutan nutrisi mengalir dari baki dan tumbuh dan memungkinkan sejumlah oksigen masuk ke dalam sistem akar. Proses ini kemudian berulang lagi. Proses ini terus-menerus berulang dengan membanjiri tanaman dan melakukan pengeringan, kemudian akan menyediakan taman anda dengan sejumlah oksigen dan nutrisi yang membuat pertumbuhan tanaman yang cepat dan sehat.

f. *Water Culture System*

Lebih terkenal dengan nama, DWC-air dalam pembudidayaannya adalah sebuah metode tumbuh hidroponik yang menopang akar tanaman dalam larutan baik oksigen yang penuh dengan nutrisi dan air dalam waktu 24 jam / 7 hari. Hal ini tidak seperti teknik lain hidroponik seperti pasang surut dan aliran, Aeroponik, Drip sistem, di mana tanaman hanya disiram pada dasar konstan. Dengan "kedalaman", mengartikan bahwa akar harus tenggelam dalam air. Reservoir yang berisi tanaman harus menampung jumlah air yang baik. Semakin banyak air yang ada, akan lebih membuat stabil dalam larutan nutrisi dan mengurangi pemeliharaan, dan pemantauan. Dalam sistem lain, akar tanaman digantung, terkena di udara dan disiram terus-menerus, dalam air dalam pembudidayaanya, mereka tenggelam di dalam air yang telah membawa oksigen dalam waktu 24 jam / 7 hari.

Dari sekian banyak metode tanaman hidroponik tersebut, terdapat satu metode yang menjadi favorit dan cocok dengan tanaman selada, yaitu sistem penanaman NFT (Roberto, 2003). Metode tersebut menjadi favorit karena bagi pelaksana sangat mudah untuk mengontrol pasokan nutrisi ke tanaman selada. Selain itu resiko pengendapan menjadi lebih sedikit dibanding metode lain dkarenakan air nutrisi yang terus menerus disirkulasikan. Hal lainnya adalah pertumbuhan tanaman pun bisa menjadi seragam dan lebih cepat dari metode lain.

2.2.2 Kebutuhan Nutrisi Hidroponik Pada Selada

Seperti yang telah dijelaskan oleh poin nomor 1 tentang NFT, salah satu hal yang paling berpengaruh terhadap sistem ini adalah tersedianya nutrisi yang cukup dan sesuai dengan tanaman yang ditanam, dalam hal ini selada. Nutrisi yang baik dapat diketahui dengan cara mengukur kadar pH (tingkat keasaman) dan PPM (*parts per molecule*) dari air nutrisi yang

mengalir di sekitar akar selada (Roberto, 2003). Berikut adalah tabel kebutuhan nutrisi dari beberapa tanaman yang dapat dibudidayakan dengan sistem hidroponik:

Plant name	pH	PPM/TDS
African Violet	*6.0-7.0*	*840-1050*
Basil	*5.5-6.5*	*700-1120*
Beans	*6*	*1400-2800*
Broccoli	*6.0-6.8*	*1900-2450*
Chilies - Capsicum	*6*	*1260-1540*
Cucumber	*5.5-6.0*	*1100-1750*
Eggplant	*6*	*1200-2450*
Endive - Chicory - Radicchio	*5.5*	*1100-1680*
Lettuce	*6.0-7.0*	*560-840*
Marjoram	*6.9*	*1120-1400*
Melon	*5.5-6.0*	*1400-1750*
Mint	*5.5-6.5*	*1400-1680*
Orchid - Cattleya	*7.0-7.5*	*300-500*
Orchid - Cymbidium	*5.5-6.0*	*300-500*
Orchid - Denrobium	*7.0-7.5*	*300-500*
Orchid - Oncidium	*7.0-7.5*	*300-500*
Orchid - Paphiopedilum	*7.0-7.5*	*300-500*
Orchid - Phalaenopsis	*7.0-7.5*	*300-500*
Oregano	*6.0-7.0*	*1120-1400*

Gambar 2.2 Nutrisi untuk Tanaman Hidroponik

Sumber: Buku How to Hidroponik (Roberto, 2003)

Dari tabel di atas, diketahui bahwa selada memiliki kebutuhan nutrisi yang berbeda dari kebutuhan nutrisi tanaman yang lainnya. Selada membutuhkan nutrisi dengan kondisi nilai pH 6.0-7.0, yang berarti selada membutuhkan nutrisi dengan kondisi tingkat keasaman netral. Untuk nilai PPM pada nutrisi, selada membutuhkan nilai 560-840 PPM.

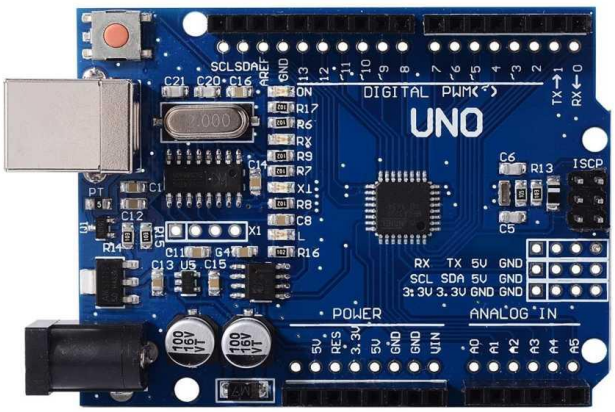
Dalam prakteknya, pengendalian nilai nutrisi pada hidroponik dilakukan dengan cara melakukan pengukuran nilai pH maupun PPM secara manual, yaitu dengan cara petani langsung ke tanaman dan melakukan pengukuran menggunakan pH meter dan TDS meter (untuk mengukur PPM). Kegiatan pengukuran haruslah dilakukan secara rutin setiap hari, karena petani tidak pernah tahu kapan waktu nilai pH dan PPM berubah menjadi tidak baik bagi tanaman.

Salah satu solusi yang bisa dikembangkan adalah dengan membuat suatu alat yang dapat memonitoring dan mengontrol scheduling pemberian nutrisi pada tanaman secara tepat dan aktual.

2.3 *Arduino* Uno

Komponen utama dari alat yang dibuat adalah *Arduino* Uno. *Arduino* berfungsi sebagi otak dari setiap pergerakan yang dilakukan oleh sistem yang akan dibuat. *Arduino* akan mengolah seluruh input yang masuk, dan akan mengeluarkan output sesuai dengan program yang telah diupload ke dalamnya.

Arduino adalah papan rangkaian elektronik (*electronic board) open source* yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu, sebuah chip mikrokontroler. *Arduino* UNO merupakan sebuah *board* mikrokontroler yang dikontrol penuh oleh ATmega328. Seperti yang ditunjukan pada gambar 1 dibawah, *Arduino* UNO mempunyai 14 pin digital *input* atau *output* (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 *input* analog, sebuah osilator kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah ICSP *header*, dan sebuat tombol reset. *Arduino* UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya (Suryawinata, Purwanti, & Sunardiyo, 2017).



Gambar 2.3 *Arduino*

Sumber: https://www.robotistan.com/arduino-uno-r3-clone-with-usb-cable-usb-chip-ch340-21282-27-B.jpg

2.3.1 Spesifikasi *Arduino* Uno

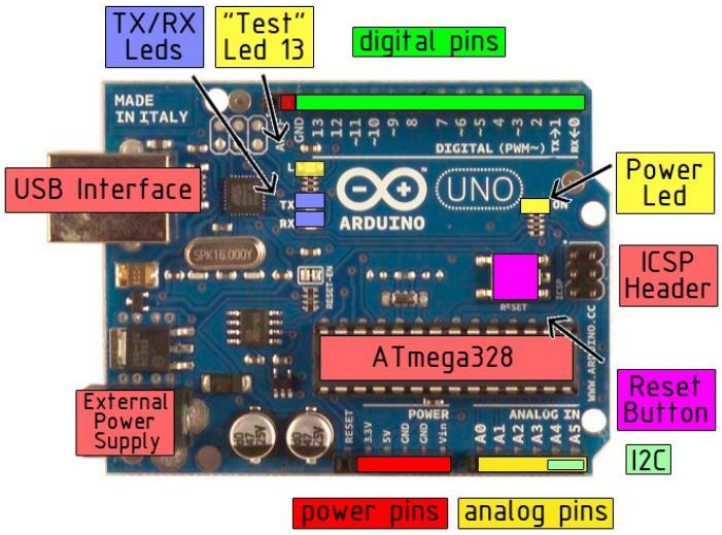
Spesifikasi *Arduino* Uno *board* yang telah disederhanakan seperti pada Gambar 2.4 *Shield* merupakan sebuah papan yang dapat dipasang diatas *Arduino board* untuk menambah kemampuan dari *Arduino board*. Bahasa pemrograman yang dipakai dalam *Arduino* bukan bahasa *assembler* yang relatif sulit, melainkan bahasa pemrograman mirip dengan bahasa pemrograman C++ yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (*libraries*) *Arduino*. Berikut adalah penjelasan dari *board* mikrokontroler *Arduino*:

Tabel 2.1 Spesifikasi Board *Arduino* Uno

NO	Spesifikasi	Keterangan
1.	Mikrokontroler	ATmega328
2.	Tegangan Operasi	5V
3.	Tegangan Input (recommended)	7 - 12 V
4.	Tegangan Input (limit)	6-20 V
5.	Pin digital I/O	14 (6 diantaranya pin PWM)
6.	Pin Analog input	6 input pin 21
7.	Arus DC per pin I/O	40 mA
8.	Arus DC untuk pin 3.3 V	150 mA
9.	*Flash Memory*	32 KB dengan 0.5 KB digunakan sebagai *bootloader*
10.	SRAM	2 KB
11.	EEPROM	1 KB
12.	*Clock Speed*	16 Mhz

2.3.2 Konfigurasi Pin *Arduino* Uno

Sebelum menggunakan pin-pin yang ada di dalam board *Arduino* Uno, terlebih dahulu kita harus mengetahui konfigurasi pin yang ada pada *Arduino* Uno.



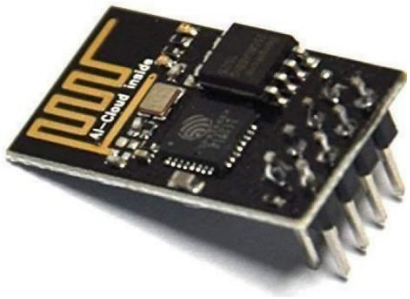
Gambar 2.4 Konfigurasi Pin *Arduino* Uno

Melihat pada Gambar 2.4 Konfigurasi Pin *Arduino* Uno, maka dapat diketahui bahwa *Arduino* Uno memiliki 14 pin digital *Input* dan *Output*, 6 buah pin Analog *Input* dan *Output*, 1 buah pin *output* tegangan DC 3V, 2 buah pin *output* tegangan DC 5V, 3 buah pin ground, 1 buah *port* USB *Interface*, 1 buah *port External Power Supply*.

2.4 WiFi ESP8266

Seperti yang dijelaskan dalam poin 2.3.2, dimana *Arduino* ini tidak memiliki modul pemancar sinyal *WiFi*. Dalam kasus ini harus ditambahkan sebuah modul *WiFi* agar ardunio dapat berkomunikasi dengan jaringan internet. Sehingga data yang diperoleh dari sensor ke *Arduino* dapat diteruskan dan dikirim kedalam basis data *Firebase*. Modul yang ditambahkan bernama ESP8266.

ESP8266 adalah sebuah *chip* yang sudah lengkap dimana didalamnya sudah termasuk *processor*, *memory* dan juga akses ke GPIO. Hal ini menyebabkan ESP8266 dapat secara langsung menggantikan *Arduino* dan ditambah lagi dengan kemampuannya untuk mendukung koneksi WiFi secara langsung (Kom & Kom, 2016). Modul ini membutuhkan daya sekitar 3.3v dengan memiliki tiga mode WiFi yaitu *Station*, *Access Point* dan *Both* (Keduanya). Modul ini juga dilengkapi dengan prosesor, memori dan GPIO dimana jumlah pin bergantung dengan jenis ESP8266 yang kita gunakan. Sehingga modul ini bisa berdiri sendiri tanpa menggunakan mikrokontroler apapun karena sudah memiliki perlengkapan layaknya mikrokontroler.



Gambar 2.5 WiFi ESP8266

Sumber:

https://www.xcluma.com/image/cache/catalog/products/ESP8266%20Serial%20Esp-01%20WIFI%20Wireless%20Transceiver%20Module%20Send%20Receive-800x800.jpg

Firmware default yang digunakan oleh perangkat ini menggunakan AT Command, selain itu ada beberapa Firmware SDK yang digunakan oleh perangkat ini berbasis *open source* yang diantaranya adalah sebagai berikut:

a. **NodeMCU** dengan menggunakan basic programming lua.
b. **MicroPython** dengan menggunakan basic programming python.
c. **AT Command** dengan menggunakan perintah perintah AT *command*.

2.5 Sensor pH

Dalam perakitan alat ini, penulis membutuhkan media yang dapat membaca nilai nilai dari pH dan PPM yang terkandung di dalam air nutrisi dan mengirimkan hasil pembacaan nilai nilai tersebut ke dalam *Arduino* Uno. Media tersebut disebut sensor, dan sensor pertama yang dibutuhkan oleh penulis adalah sensor pH.

pH sensor terdiri dari dua bagian, yaitu probe pH sensor yang berfungsi langsung berinteraksi dengan air yang akan diukur pHnya, kemudian modul sensor yang mengolah data dari pembacaan sensor dan dikirimkan ke *Arduino* untuk diolah.

Pabrikan sensor pH di dunia mikrokontroler begitu banyak. Tiap merk memiliki keunikan dan spesifikasi yang berbeda beda. Dalam penulisan ini, penulis menggunakan sensor pH dengan merk DFRobot yang memiliki spsesifikasi sebagai berikut:

Tabel 2.2 Spesifikasi sensor pH

NO	Spesifikasi	Keterangan
1.	Tegangan Operasi	5V
2.	Dimensi Modul	43mm x 32mm
3.	Range pengukuran Nilai pH	0 - 14
4.	Suhu ruangan untuk pengukuran	0 - 60℃
5.	Akurasi	± 0.1 (25 ℃)

pH sensor ini mengeluarkan output berupa gelombang analog, sehingga jika dihubungkan dengan Arduino Uno, pin yang dapat dipakai adalah pin Analog. Sensor ini bekerja dengan cara membaca nilai resistansi dari air yang diukur, kemudian mengubahnya menjadi tegangan, dan dikirim ke Arduino sehingga dapat diolah menjadi output yang diinginkan.

Sesuai tabel 2. 2, Sensor pH dapat mengukur nilai pH antara 0 – 14. Hal ini sangat cocok dengan sistem yang dibuat oleh penulis, mengingat penulis membutuhkan pembacaan nilai dari kondisi air bersifat asam, netral dan basa.



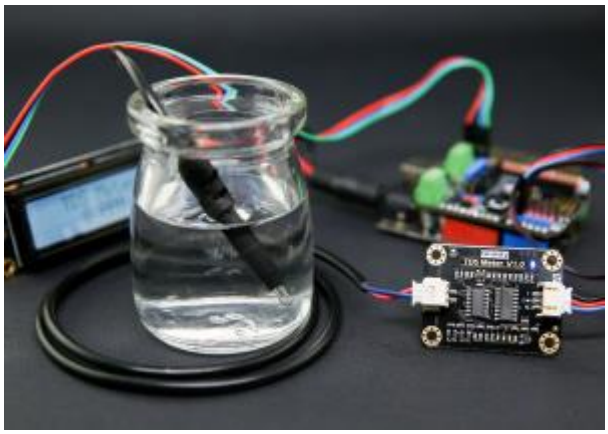
Gambar 2.6 Sensor pH

Sumber: https://www.dfrobot.com/wiki/images/thumb/7/7b/DSC0018.JPG/350px-DSC0018.JPG

Dapat dilihat pada Gambar 2.6, pH sensor terdiri dari dua bagian, yaitu probe pH sensor yang berfungsi langsung berinteraksi dengan air yang akan diukur pHnya, kemudian modul sensor yang mengolah data dari pembacaan sensor dan dikirimkan ke Arduino untuk diolah.

2.6 Sensor Konduktifitas PPM (Mineral) / TDS Meter

Sensor ini digunakan untuk mengetahui konduktivitas air. Sensor ini memiliki dua batang besi yang saling sejajar secara paralel. Jarak antara keduanya sekitar 1 cm dengan panjang besi 5,5 cm. Sensor ini akan menghitung tingkat konduktivitas dengan cara membaca nilai tegangan yang diberikan dari batang besi tersebut. Nilai dari konduktivitas akan ditentukan dengan persamaan 3.4 dengan x adalah *input* analog yang diberikan sensor.



Gambar 2.7 Conductivity Sensor

Sumber: https://www.dfrobot.com/product-1662.html

Seperti halnya Sensor pH, Sensor TDS yang digunakan penulis untuk membuat sistem ini adalah menggunakan merk DFRobot. Berikut spesifikasi dari Sensor TDS DFRobot:

Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor TDS Dfrobot

NO	Spesifikasi	Keterangan
1.	Tegangan Operasi	5V
2.	Dimensi Modul	42mm x 32mm
3.	Range pengukuran Nilai PPM	0 ~ 1000ppm
4.	Akurasi	± 10% F.S. (25 ℃)

2.7 Sensor Ketinggian Air (*Water level)*

Sensor Air digunakan untuk mendeteksi tingkat zat yang bisa mengalir. Zat – zat yang yang dimaksud adalah seperti cairan, bubur, bahan butiran dan bubuk. Pengukuran tingkat ketinggian dapat dilakukan di dalam sebuah wadah atau juga diletakkan dalam sungai maupun danau. Pengukuran seperti itulah yang dapat digunakan sebagai penentu jumlah material di dalam wadah tertutup maupun dalam aliran terbuka.



Gambar 2.8 Water Level Sensor

2.8 *Relay*

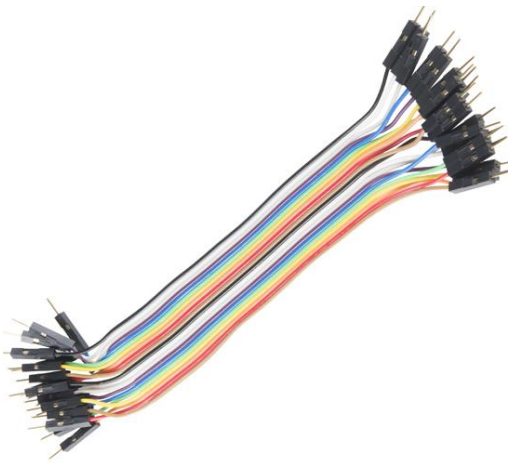
Relay merupakan sebuah saklar yang bekerja dengan prinsip elektromagnetik. *Relay* adalah sebuah kotak yang berisi saklar yang terhubung dengan pin *trigger*. Di dalam kotak ini terdapat dua buah titik kontak yaitu NO dan NC, solenoid dan batang besi yang terhubung berada pada titik *normally closed* (NC). Begitupun sebaliknya saat solenoid menarik batang besi maka kondisi berada pada kondisi *normally open* (NO).



Gambar 2.9 *Relay*

2.9 Kabel *Jumper*

Kabel *jumper* adalah kabel sederhana yang memiliki pin konektor pada setiap akhir ujung kabelnya, yang memungkinkan digunakan untuk menghubungkan dua titik tanpa harus disolder terlebih dahulu. Kabel *jumper* biasanya digunakan dengan *breadboard* dan alat-alat *prototyping* lainnya untuk mempermudah atau mengubah sebuah sirkuit sesuai kebutuhan. Warna-warna di dalam kabel *jumper* yang ada tersebut tidak memiliki arti khusus, seperti contohnya *jumper* merah yang memiliki fungsi yang sama persis dengan kabel yang berwarna hitam. Sisi lain yang membuat warna kabel tersebut bermanfaat adalah dengannya, pengguna dapat membedakan jenis-jenis koneksi yang digunakan atau dihubungkan seperti koneksi *ground* dan *power*. Kabel *jumper* sendiri memiliki tiga jenis atau versi, yaitu *male to male,male to female*, *female to female*. Perbedaan dari setiap kabel tersebut adalah terletak pada bagian ujung kabel. Kabel *male* memiliki ujung kabel berbentuk pin menonjol yang bisa ditancapkan ke dalam benda-benda yang dipasang. Sementara kabel *female* ujungnya bukan berupa pin dan berfungsi untuk menyambungkan kabel lain.



Gambar 2.10 Kabel *Jumper*

Sumber: https://cdn.sparkfun.com//assets/parts/9/6/1/3/12795-00.jpg

2.10 *Submersible Pump Mini* 5v

Submersible Pump adalah perangkat yang memiliki motor tertutup rapat yang dekat dengan badan pompa. Pompa ini membutuhkan tegangan DC sebesar 5V.



Gambar 2.11 *Submersible Pump Mini*

Sumber: https://makerselectronics.com/wp-content/uploads/2018/07/New-Mini-Micro-Submersible-Motor-Pump-DC-Mini-Water-Pumps-DC4-5V-100L-H-Flow-Max.jpg

2.11 Adaptor

Adaptor adalah sebuah perangkat yang mengubah tegangan listrik yang besar menjadi tegangan yang lebih kecil dalam bahasa lain adalah sebuah rangkaian untuk mengubah arus bolak-balik arus AC menjadi arus DC. Adaptor ini mengeluarkan tegangan 5V DC, sebagai *supply power* ke sensor, maupun pompa yang membutuhkan.

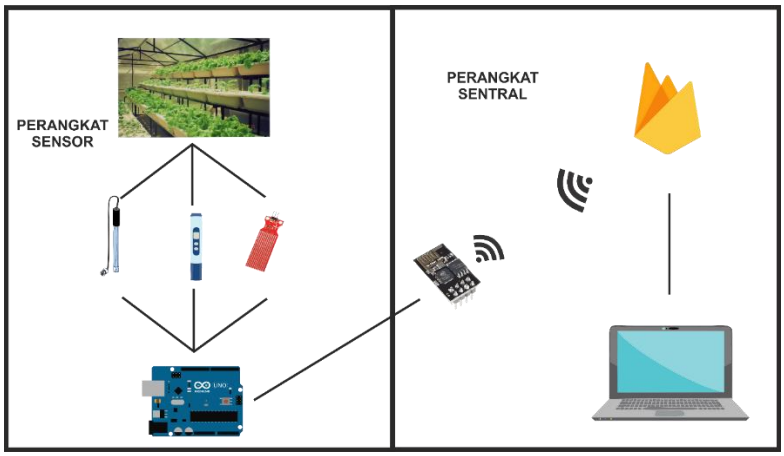


Gambar 2.12 Adaptor USB 8 Port

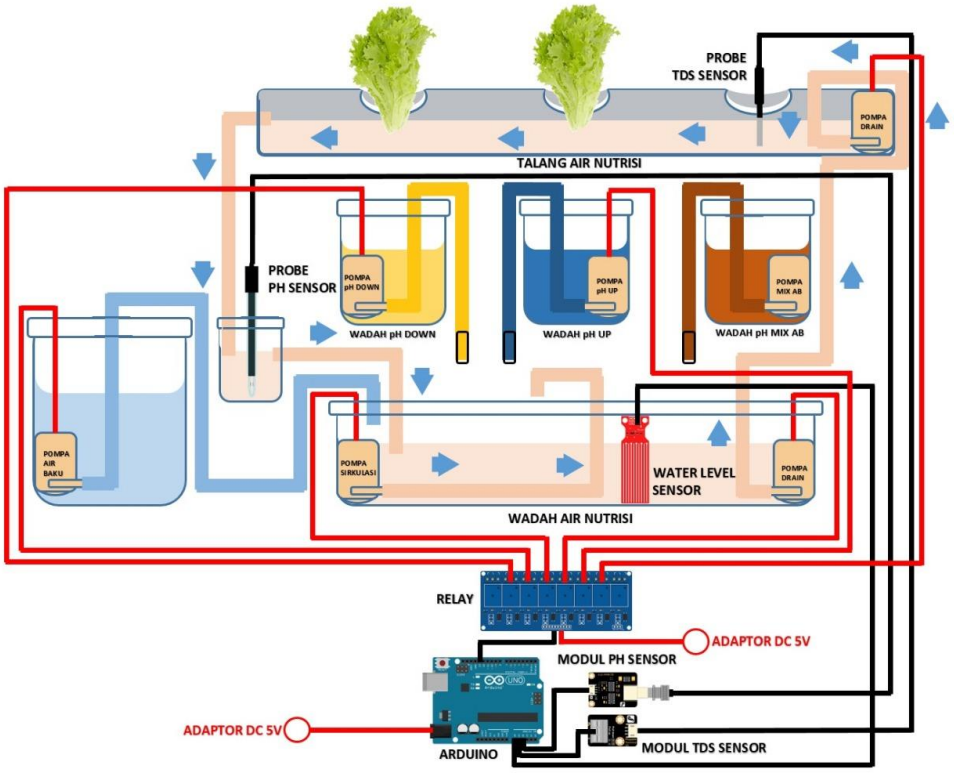
BAB III
METODOLOGI PENELETIAN

3.1 Gambaran Umum Sistem

Pembuatan sistem *irrigation scheduling* untuk tanaman selada hidroponik dengan metode NFT menggunakan *Arduino* ini bertujuan untuk memonitoring dan mengontrol pengairan suplai nutrisi tanaman, sehingga tanaman dapat menerima asupan nutrisi yang sesuai kebutuhan dan sesuai dengan sistem yang telah dibuat. Seperti yang dijelaskan dalam. Gambar 3.1 di bawah ini, perangkat terbagi menjadi 2 bagian yaitu perangkat sensor dan perangkat sentral. Perangkat sensor akan diletakkan di sekitar pengairan tanaman hidroponik. Perangkat sentral, diletakkan di dekat sistem atau alat hidroponik. Perangkat sensor terdiri atas mikrokontroler *Arduino*, sensor pH, sensor TDS (PPM), sensor ketinggian air beserta 6 pompa yaitu pompa air baku, sebagai penyuplai air baku untuk disuplai ke dalam wadah penampungan air nutrisi, pompa nutrisi *mix* AB sebagai penyuplai cairan *mix* AB ke dalam wadah penampungan air nutrisi, pompa sirkulasi sebagai pompa pengalir air ke akar tanaman, pompa cairan asam sebagai penurun nilai pH, pompa cairan basa sebagai penambah nilai pH, dan pompa *drain* sebagai pompa pembuang cairan nutrisi yang sudah tidak layak untuk disirkulasikan ke dalam sistem pengairan. Perangkat sentral terdiri dari *Firebase*, *website*, dan *WiFi* ESP8266 yang digunakan untuk komunikasi dengan *Arduino*. Sistem ini menggunakan beberapa sensor dan juga alat-alat yang mengatur keseimbangan nutrisi tanaman. Sensor-sensor tersebut akan terhubung dengan mikrokontroler *Arduino*, dimana, mikrokontroler akan mengirimkan informasi tentang keadaan nutrisi yang mengaliri akar tanaman melalui *chip WiFi* yang bernama ESP8266.



Gambar 3.1 Gambaran Sistem



Gambar 3.2 Gambaran Perangkat Sensor

Setelah data diambil data akan dikirim menuju perangkat sentral melalui *WiFi*. Perangkat sentral sendiri terdiri dari komputer dan perangkat komunikasi *WiFi*. Data yang dikirim dari sensor akan diterima lalu akan dip/roses oleh perangkat sentral. Setelah diterima, perangkat sentral akan menyimpan data yang dikirim perangkat sensor ke dalam basis data di mana di sini penulis menggunakan *Firebase*. Data disimpan sementara, setelah data tersimpan perangkat akan mengambil data melalui *Firebase* dan ditampilkan ke *website*. Selanjutnya data akan diteruskan ke dalam *Firebase* dan ditampilkan di *website*. Pada Gambar 3.2 dapat dilihat, adalah sebuah rangkaian dari alat yang akan dibua nantinya, dimana setiap sensor akan saling terhubung. Pompa-poma yang berada dalam bak-bak air akan terhubung dengan *relay* dan *Arduino*. Sementara sensor-sensor akan terhubung langsung dengan *Arduino*.

3.2 Analisis Masalah

Berdasarkan dari hasil analisis kebutuhan, dalam pembuatan *irrigation scheduling* untuk tanaman selada hidroponik dengan metode NFT menggunakan *Arduino* ini membutuhkan beberapa kebutuhan sebagai berikut:

3.2.1 Analisis Kebutuhan Proses

Analisis kebutuhan proses adalah sebuah tahap dimana penulis memilah langkah-langkah apa saja yang diperlukan dalam membuat *irrigation scheduling* untuk tanaman selada hidroponik dengan metode NFT menggunakan *Arduino* ini. Analisis proses tersebut antara lain adalah:

a. Proses pembuatan Desain *Menu* untuk *Dashboard Website*.
b. Proses Pemasangan *Hardware*.

3.2.2 Analisis Kebutuhan Input

Input atau masukan dari *irrigation scheduling* untuk tanaman selada hidroponik dengan metode NFT menggunakan *Arduino* ini adalah:

a. Data konfigurasi.
b. Data sensor.

3.2.3 Analisis Kebutuhan Output

Kebutuhan keluaran dari sistem *monitoring* tanaman ini adalah:

a. Informasi nilai sensor.
b. Informasi perangkat sensor.
c. Informasi log perangkat ke *website*.

3.3 Kebutuhan Proses

a. Kebutuhan Proses Perangkat Sensor
    1. Proses *parsing* konfigurasi sensor.
    2. Proses pengambilan data dari sensor.
    3. Proses konstruksi data sensor.
    4. Proses pengiriman data sensor.

b. Kebutuhan Proses Perangkat Sentral
    1. Proses *parsing* konfigurasi perangkat sentral.
    2. Proses penerimaan data sensor.
    3. Proses *parsing* data sensor.
    4. Proses penyimpanan data sensor.
    5. Proses menampilkan data sensor.

c. Kebutuhan Perangkat Keras

Beberapa kebutuhan perangkat keras dalam sistem hidroponik NFT ini adalah:

1. *Arduino* UNO
2. WiFi ESP8266
3. Sensor pH
4. Sensor mineral air (PPM) / TDS Meter
5. Sensor ketinggian air.
6. *Submersible Pump Mini* 5V
7. *Jumper Wire*
8. *Relay* 8 *Channel*
9. Adaptor *USB* 5V 7 *port*

d. Kebutuhan Perangkat Lunak

Dalam membangun sistem hidroponik ini juga dibutuhkan perangkat lunak yang bertujuan untuk mendukung kinerja perangkat keras, yaitu sebagai berikut:

1. *Arduino* IDE.
2. *Firebase*.
3. Sublime.

3.4 Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan suatu tahap dari hasil analisis yang telah dilakukan kemudian dituangkan ke dalam bentuk tabel dan diagram yang menggambarkan gambaran umum suatu kerja sistem yang akan dibuat.

3.4.1 Metode Perancangan

Dalam perancangan sistem ini digunakan perancangan linear atau dalam arti lain dengan menggunakan metode *Waterfall. Waterfall* ini adalah sebuah metode yang paling sering dan umum digunakan. Metode ini memiliki urutan dimana dari tahap awal pengembangan sistem yaitu dari perencanaan hingga tahap akhir yaitu pengembangan sistem hingga pemeliharaan. Tiap-tiap tahap tidak akan dilaksanakan hingga tahap sebelumnya telah selesai dilaksanakan dan tidak dapat kembali mengulang ke tahap yang sebelumnya (Händel, 1972).

a. Metode *Waterfall*

Perancangan sistem ini dikerjakan menggunakan metode perancangan linier atau metode perancangan *Waterfall*. Metode *Waterfall* merupakan model pengembangan sistem informasi yang sistematik dan sekuensial (Sasmito, 2017). Penerapan metode *Waterfall* dalam sistem ini karena, dengan metode ini kualitas sistem yang dihasilkan akan baik, karena pelaksaannya dilakukan secara bertahap. Hal lain adalah karena dokumen pengembangan sistem terorganisir, hal tersebut juga karena setiap fase harus terselesaikan dengan lengkap sebelum ke tahap selanjutnya. Alasan lain adalah karena metode ini merupakan sebuah metode yang umum digunakan dalam pembuatan-pembuatan sistem. Metode ini berisi beberapa proses yaitu*:*

1. *Requirements*

   Berisikan seluruh kebutuhan sistem yang bisa didapatkan dalam fase ini, termasuk di dalamnya kegunaan *software* yang diharapkan pengguna dan batasan *software*. Informasi-informasi tersebut dapat didapatkan melalui wawancara, survei ataupun juga diskusi. Informasi yang didapat selanjutnya dianalisis untuk mendapatkan dokumentasi kebutuhan untuk digunakan pada tahap selanjutnya. Pada tahap *requirements* ini penulis melakukan studi literatur terhadap tanaman selada hidroponik baik melalui jurnal, karya ilmiah, maupun survei langsung ke beberapa pembudidaya tanaman selada hidroponik.

2. *Design*

   Dilakukan sebelum membuat kode program. Bertujuan untuk memberikan gambaran apa yang seharusnya dikerjakan dan bagaimana tampilannya. Tahap ini juga membantu dalam menspesifikkan kebutuhan *hardware* dan sistem serta mendefinisikan arsitektur sistem secara keseluruhan. Penulis melakukan beberapa perancangan terkait sistem yang akan dibuat. Pada tahap ini penulis membuat dan menganalisis bagaimana rancang bangun yang sesuai untuk sistem yang akan dibuat. Menganalisis apa saja sensor yang akan digunakan, seberapa besar ukuran alat yang akan dibangun serta membuat rancangan kode program.

3. *Code Implementation*

   Dalam tahap ini dilakukan pembuatan kode program. Pembuatan sistem dipecah menjadi modul-modul kecil yang akan digabungkan nantinya ke dalam tahap berikutnya. Selain itu dalam tahap ini juga dilakukan pemeriksaan terhadap modul yang dibuat, apakah sudah memenuhi fungsi yang diinginkan atau belum. Dalam tahap ini penulis

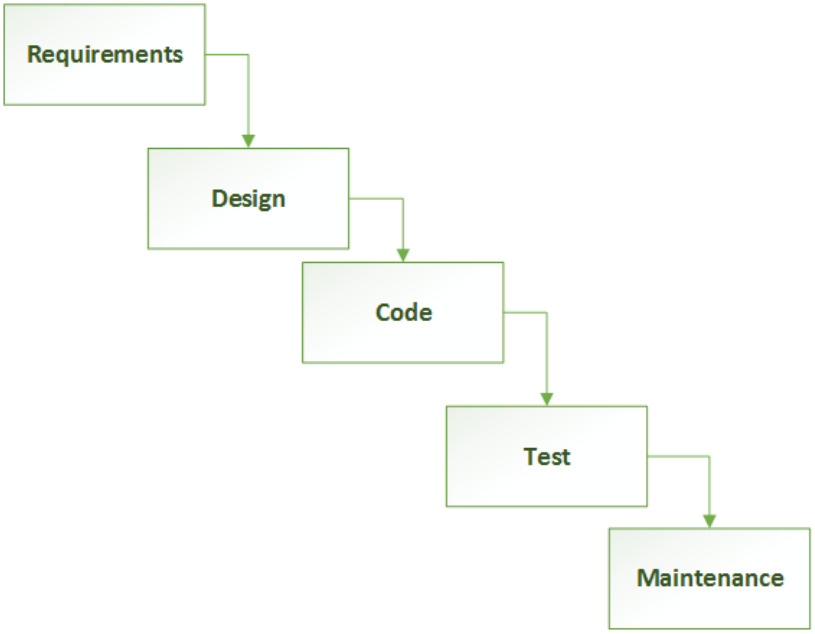
membuat kode program sesuai dengan fungsi dan kebutuhan sistem. Kode program dibangun dalam beberapa bagian berdasarkan sensor-sensor yang digunakan. Selain itu, penulis juga membuat rancang bangun alat yang telah didesain sebelumnya. Agar kode program yang telah dibuat dapat disambungkan dengan alat yang terpasang pada rancang bangun tersebut.

4. *Test*

   Dalam tahap ini dilakukan penggabungan modul-modul yang sudah dibuat dan dilakukan pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah *software* yang dibuat telah sesuai dengan desainnya dan masih terdapat kesalahan atau tidak. Penulis melakukan penggabungan keseluruhan sistem yaitu perangkat sentral dan juga perangkat sensor, kemudian penulis melakukan beberapa kali percobaan untuk mengecek kelemahan dan kekurangan pada sistem.

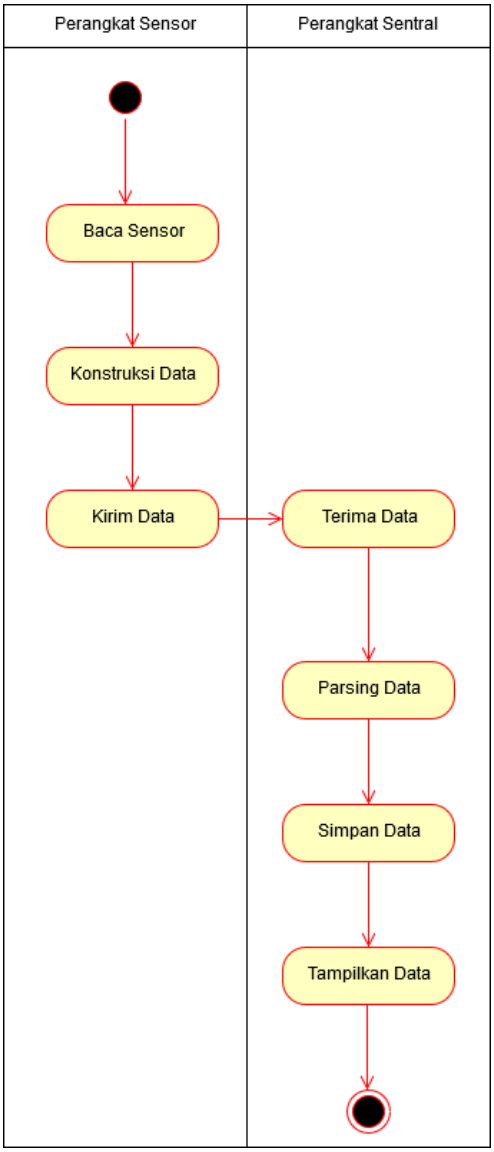
5. *Maintenance*

   Ini adalah merupakan tahap terakhir dalam metode *waterfall*. *Software* yang sudah jadi dijalankan serta dilakukan pemeliharaan. Pemeliharaan termasuk dalam memperbaiki kesalahan yang tidak ditemukan pada langkah sebelumnya. Perbaikan implementasi unit sistem dan peningkatan jasa sistem sebagai kebutuhan baru. Perbaikan sistem yang penulis lakukan adalah dengan meninjau ulang masalah-masalah apa saja yang terjadi pada saat melakukan percobaan pada tahap sebelumnya. Penulis melakukan perbaikan juga berdasarkan pada tahap *requirements* dan *design* agar sistem yang dibuat tetap sesuai dengan perancangan awal.



Gambar 3.3 Diagram *Waterfall*

3.4.2 Diagram Aktivitas

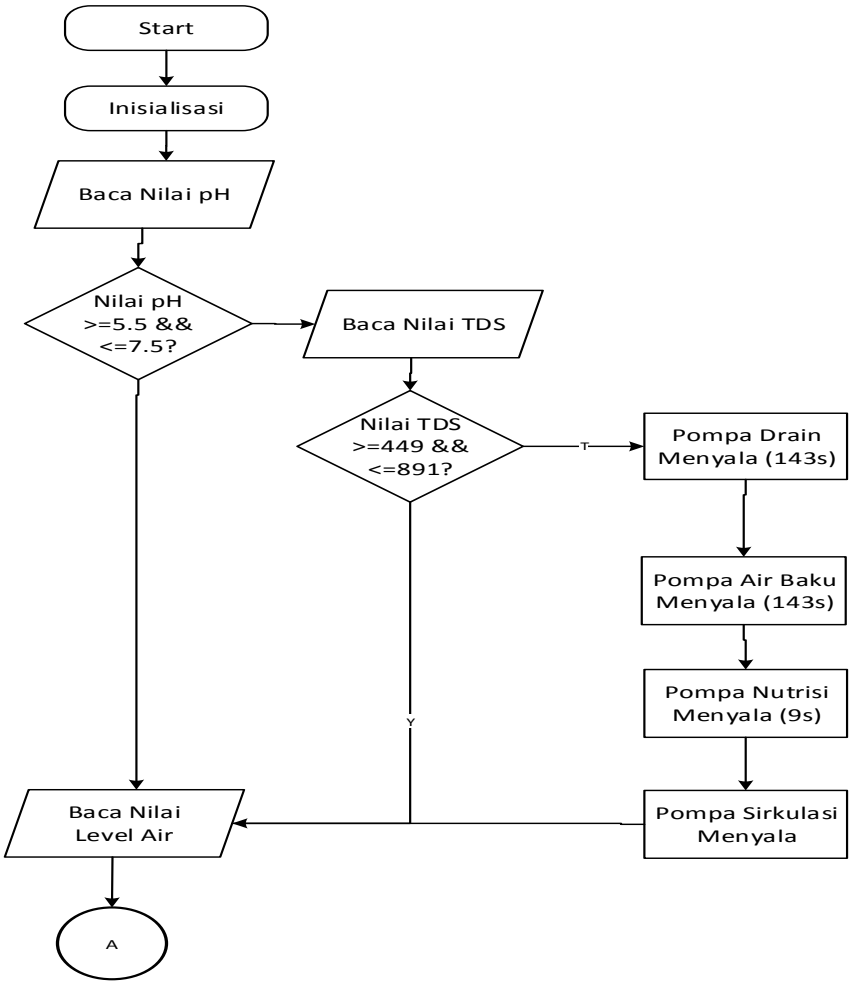


Gambar 3.4 Aktivitas Sistem

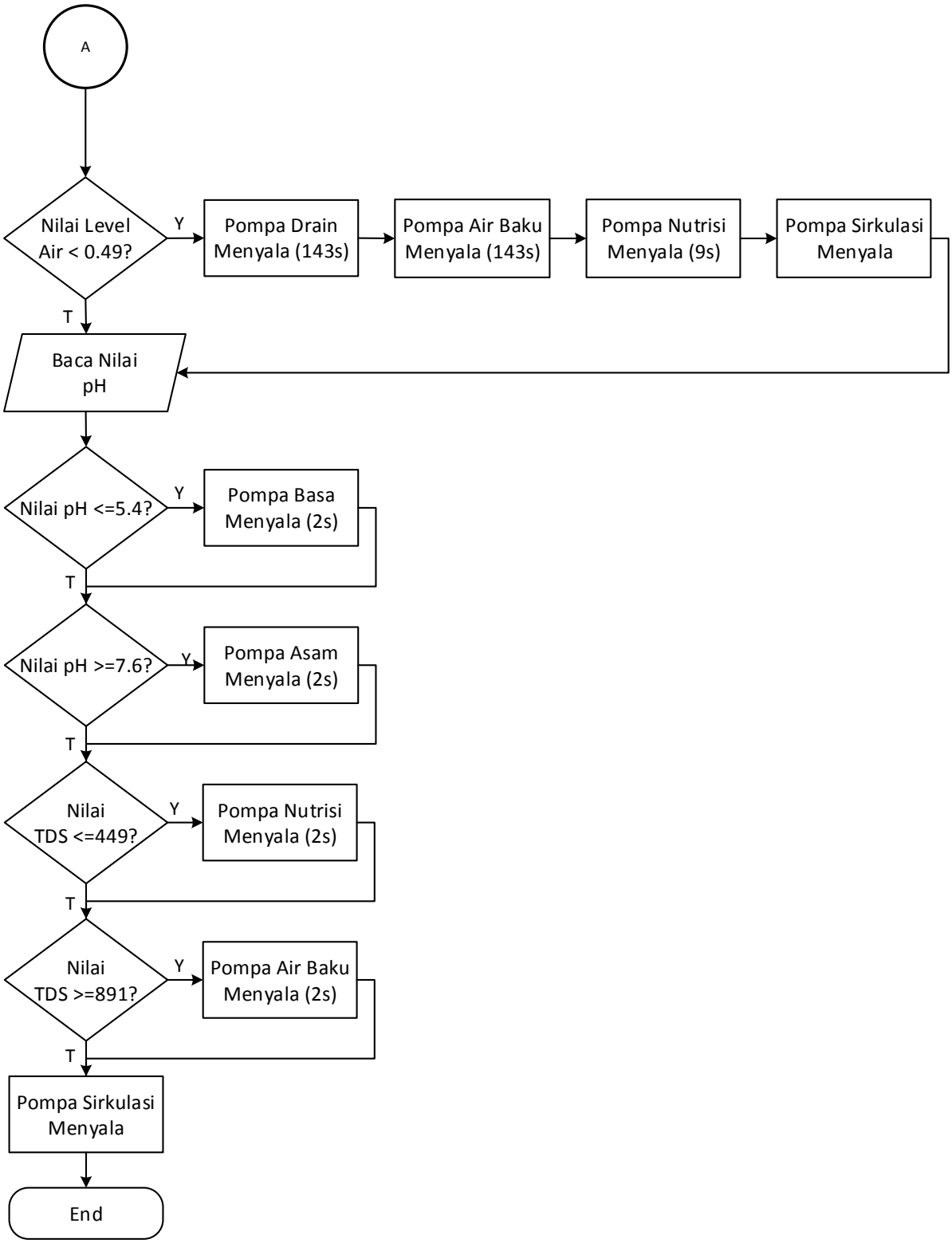
Gambar 3.4 merupakan diagram dari aktivitas yang menggambarkan sebuah proses kerja dari sistem yang akan dibuat nantinya. Dari diagram tersebut dapat dilihat proses pertama yang dijalankan adalah proses pembacaan sensor yang dilakukan oleh perangkat sensor. Hasilnya selanjutnya dikonstruksi menjadi bentuk *string* yang selanjutnya dikirimkan ke pada perangkat sentral. Alur dari perangkat sensor dapat dilihat pada. Perangkat sentral kemudian akan menerima data yang telah dikirimkan oleh perangkat sensor.

3.4.3 Perancangan *Flowchart* dan Sistem

Pembuatan sistem ini membutuhkan sebuah perancangan *flowchart*, agar lebih mudah dipahami urutan perjalanan sistem. *Flowchart* adalah sebuah diagram yang menggambarkan aliran dari aktivitas sistem yang dirancang. Berikut adalah *flowchart* dari sistem yang digunakan *user* nanti.



Gambar 3.5 *Flowchart* Sistem



Gambar 3.6 *Flowchart* sistem

Penjelasan *Flowchart* Proses *Input* dan *Output* pada *Arduino*

Saat *Arduino* mendapatkan *input power*, maka *Arduino* memulai proses inisialisasi. Setelah itu *Arduino* membaca nilai pH dari sensor pH, apakah nilai pH masuk ke dalam *range* 5.5 – 7.5. angka 5,5 – 7,5 menunjukkan standar toleransi yang digunakan dalam sistem selada hidroponik ini dimana nilai pH tidak kurang dari 5,5 dan tidak lebih dari 7,5. Sehingga jika range tersebut terpenuhi, maka sistem akan diteruskan membaca level air. Namun jika Tidak, maka akan diteruskan membaca sensor TDS, apakah nilai TDS masuk ke dalam *range* 449 – 891. Sama seperti di atas angka 449 – 892 juga termasuk standar toleransi yang digunakan untuk menghitung kadar mineral yang boleh digunakan dalam sistem ini. Jika standar tersebut terpenuhi atau dalam kata lain Ya, maka akan diteruskan membaca level air. Namun jika tidak, maka *Arduino* akan memproses penggantian air pada sistem pengairan hidroponik, dimulai dari menyalakan pompa *drain* selama 143 detik (waktu yang dibutuhkan pompa untuk mengalirkan 3,5 liter air keluar), lalu dilanjutkan dengan menyalakan pompa air baku selama 143 detik (waktu yang dibutuhkan pompa untuk mengalirkan 3,5 liter air ke dalam sistem pengairan hidroponik), kemudian pompa nutrisi *mix* AB akan menyala selama 9 detik (waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan nutrisi *mix* AB sebanyak 21 ml), kemudian pompa sirkulasi akan menyala.

Selanjutnya, sensor level air akan membaca level air. Jika level air terbaca dibawah 0.49 cm, maka *Arduino* akan memproses penggantian air pada sistem pengairan hidroponik dimulai dari menyalakan pompa *drain* selama 143 detik (waktu yang dibutuhkan pompa untuk mengalirkan 3,5 liter air keluar), lalu dilanjutkan dengan menyalakan pompa air baku selama 143 detik (waktu yang dibutuhkan pompa untuk mengalirkan 3,5 liter air ke dalam sistem pengairan hidroponik), kemudian pompa nutrisi *mix* AB akan menyala selama 9 detik (waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan nutrisi *mix* AB sebanyak 21 ml), kemudian pompa sirkulasi menyala.

Selanjutnya, sensor pH akan membaca nilai pH dalam sistem pengairan hidroponik, apakah nilai pH sama dengan dibawah 5,4? Jika Ya, maka pompa basa sebagai pengalir cairan penambah nilai pH akan menyala selama 2 detik. Jika Tidak, maka akan dilanjutkan membaca nilai pH, apakah nilai PH sama dengan di atas 7.6? Jika Ya, maka pompa asam sebagai pengalir cairan pengurang nilai pH akan menyala selama 2 detik. Jika Tidak, maka akan dilanjutkan membaca nilai TDS, apakah nilai TDS sama dengan dibawah 449? Jika Ya, maka pompa nutirsi *mix* AB akan menyala selama 2 detik untuk mengalirkan cairan nutrisi *mix* AB sebagai

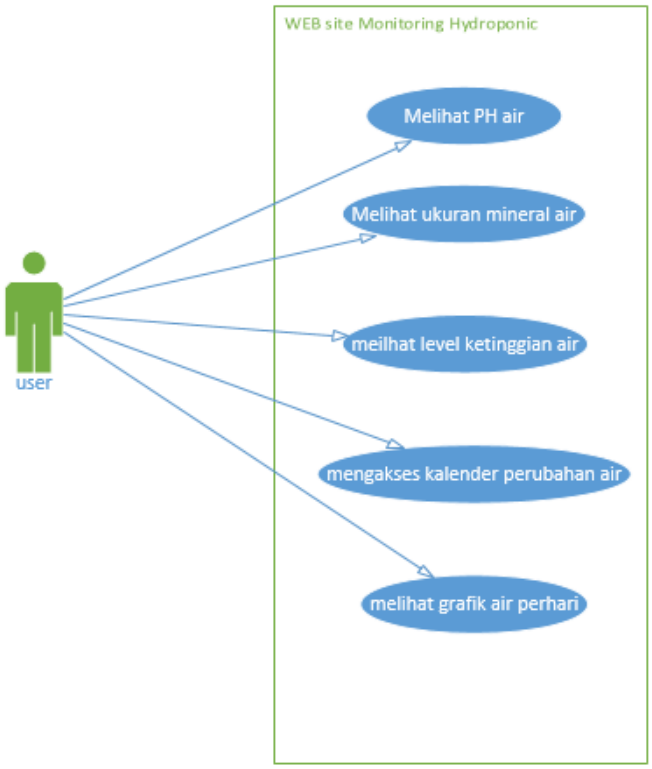
penambah nilai TDS. Jika Tidak, maka akan dilanjutkan membaca nilai TDS, apakah nilai TDS sama dengan ditas 891? Jika Ya, maka pompa nutirsi air baku akan menyala selama 2 detik untuk mengalirkan air baku sebagai penurun nilai TDS. Jika Tidak, maka artinya air yang mengalir di dalam sistem adalah normal, sehingga hanya pompa sirkulasi yang menyala.

3.4.4 *Use Case* Diagram

Use case diagram menggambarkan interaksi yang terjadi antara aktor atau pengguna sistem. Dibawah ini adalah gambar dari *use case* diagram dari pengguna kepada *website*.

Use case diagram pada gambar 3. Menjelaskan interaksi antara user dengan *website*, yaitu:

a. *User* dapat melihat berapa ukuran pH air yang sedang diukur.
b. *User* dapat melihat berapa ukuran mineral yang sedang diukur.
c. *User* dapat melihat berapa *level* ketinggian air yang sedang berlangsung.
d. *User* dapat mengakses kalender rekapan hasil dari perubahan dari pH, mineral dan level air.
e. *User* dapat melihat grafik dari seberapa besar perubahan dari pH, mineral dan level air.

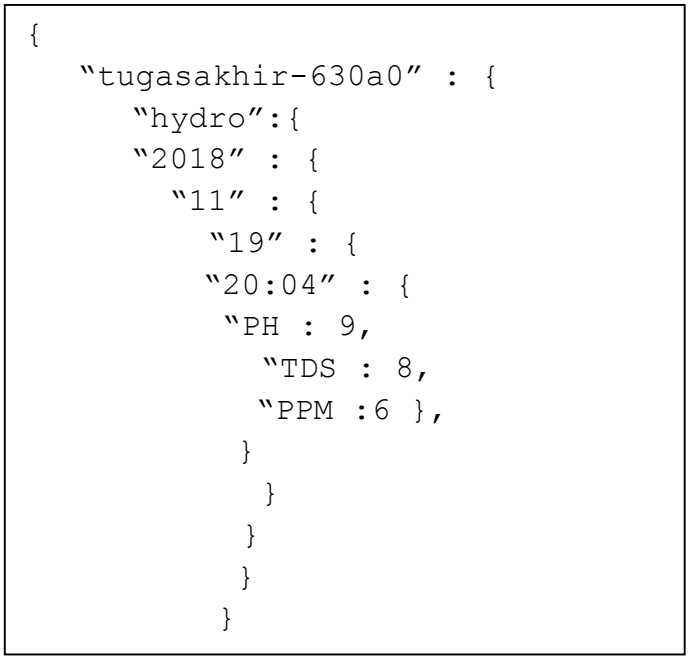


Gambar 3.7 *Use Case Diagram*

3.4.5 Perancangan Basis Data

Basis data yang digunakan dalam sitem ini adalah *Firebase*, di mana merupakan sebuah perangkat lunak yang digunakan dalam manajemen basis data. *Firebase* dipilih karena merupakan *software* yang mudah untuk dikonfigurasi dan memiliki proses pengiriman data secara *real-time*.

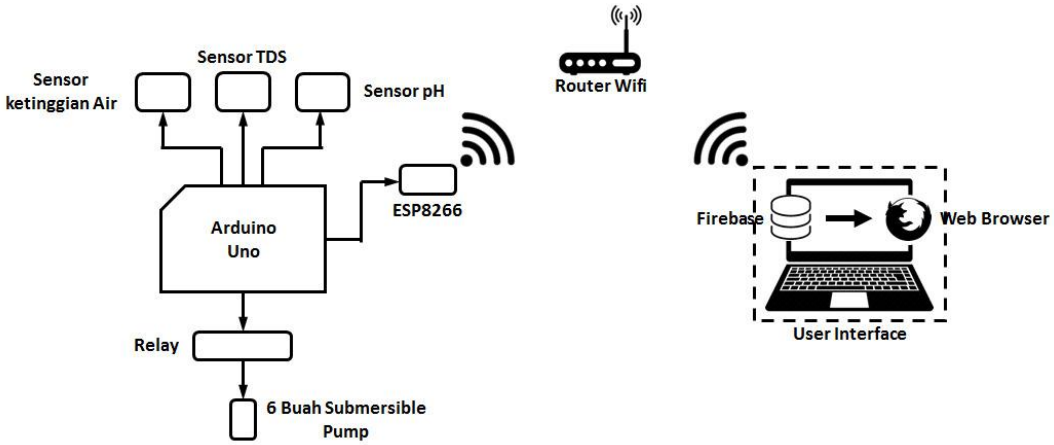
Tidak seperti MySQL ataupun PostgreSQL yang merupaka RDMS (*Relational Database Management System)* di mana setiap data dipisahkan dalam bentuk table-tabel yang saling berelasi, *Firebase* merupakan basis data yang menggunakan struktur JSON *Javascript Object Nation*). Seperti pada tabel, Struktur basis data dari sistem irigasi ini terdidiri dari 1 bagian saja yaitu.



Gambar 3.8 Struktur Basis Data

3.4.6 Perancangan Alat Secara Fisik

Selain merancang konsep, *flowchart* cara kerja alat, dan basis data, penulis juga melakukan perancangan alat secara fisik sebagai bagian utama dari sistem yang akan dirancang oleh penulis. Sebelum melakukan perncangan alat secara fisik, maka penulis membuat blok diagram rancang alat seperti pada Gambar 3.9, yang seterusnya akan dijadikan dasar rujukan bagi penulis dalam melakukan perancangan ini.



Gambar 3.9 Diagram Blok Perancangan Fisik Alat

Setelah blok diagram telah dibuat, maka penulis membutuhkan berbagai komponen elektronika sesuai dengan gambaran blok diagram sistem yang dirancang. Komponen elektronika yang dibutuhkan penulis dalam proses perancangan alat dapat dilihat pada Tabel 3.1 yaitu sebagai berikut:

Tabel 3.1 Komponen Spesifikasi Elektronika

No	Nama Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1.	Arduino	Uno R3	1 buah
2.	ESP8266	ESP-01	1 buah
3.	Sensor pH	DFRobot SKU: SEN0161	1 unit
4.	Sensor TDS / ppm	DFRobot SKU: SEN0244	1 unit
5.	Sensor Tinggi Air	T1592P	1 buah
6.	Modul Relay khusus Arduino	8 Chanel	1 buah
7.	Adaptor 7 port	AC to 5V DC	1 buah
8.	Mini Submersible Pump	Input 5V DC	7 buah
9.	Kabel Jumper	Male-Male, 10 cm	1 Roll
10.	Kabel Jumper	Male-Female, 10 cm	1 Roll
11.	Kabel Jumper	Female-Female, 10 cm	1 Roll

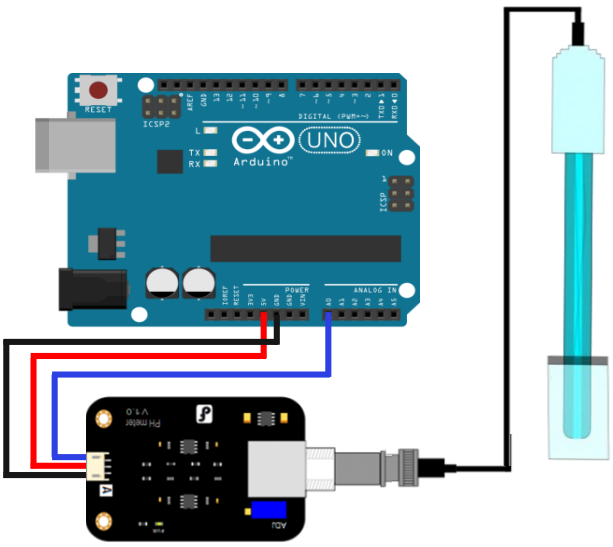
Setelah semua komponen yang dibutuhkan untuk proses perancangan alat secara fisik terpenuhi, maka kegiatan selanjutnya yang dilakukan oleh penulis adalah memulai perancangan dengan urutan perancangan sebagai berikut:

1. Perancangan Sensor pH

Sensor pH dalam sistem berfungsi sebagai pendeteksi nilai pH yang ada pada sistem hidroponik. Nilai pembacaan sensor akan dikirim ke Arduino untuk selanjutnya diolah menjadi *output* yang sesuai dengan kebutuhan sistem.

Langkah-langkah perancangan Sensor pH:

a. Buat gambar rangkaian sensor pH ke Arduino.



Gambar 3.10 Rangkaian sensor pH

Perangkaian kabel dari modul sensor ke Arduino haruslah sesuai, seperti yang terlihat pada Gambar 3.10 adalah rangkaian ilustrasi yang akan digunakan pada alat sebenarnya. Kabel berwarna biru merupakan *output analog* dari modul ke Arduino, kabel merah merupakan sumber *power* DC 5V untuk modul, kabel hitam merupakan *ground* untuk modul sensor pH.

b. Siapkan modul sensor pH beserta probenya.



Gambar 3.11 Modul pH dan probenya

Gambar 3.11 adalah sensor pH beserta *probe* yang nantinya akan diterapkan ke dalam sistem. Sebelum digunakan sensor pH harus dikalibrasi terlebih dahulu agar pada saat penerapan ke dalam sistem dapat melakukan pembacaan secara akurat. Setelah sensor pH mendapatkan nilai atau hasil yang akurat langkah selanjutnya adalah menyambungkannya dengan Arduino seperti pada Gambar 3.12.

c. Siapkan Arduino.



Gambar 3.12 Arduino

Ketika sensor pH telah siap digunakan, maka langkah selanjutnya adalah menyiapkan Arduino seperti pada Gambar 3.12. Arduino ini yang nantinya akan berfungsi untuk menangkap data yang dibaca oleh sensor pH. Oleh karena itu Arduino harus dihubungkan dengan sensor-sensor yang digunakan.

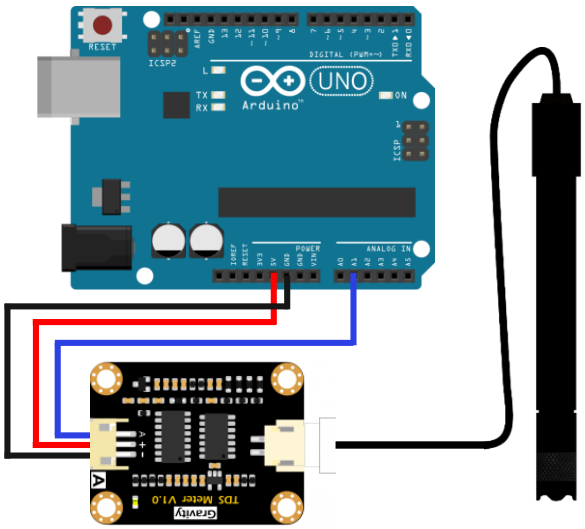
d. Rangkai sensor pH ke Arduino menggunakan bantuan kabel jumper disesuaikan dengan gambar rangkaian sensor pH ke Arduino yang telah dibuat.

2. Perancangan Sensor TDS

Sensor TDS dalam sistem berfungsi sebagai pendeteksi nilai ppm yang ada pada sistem hidroponik. Nilai pembacaan sensor akan dikirim ke Arduino untuk selanjutnya diolah menjadi *output* yang sesuai dengan kebutuhan sistem. Langkah-langkah perancangan sensor TDS tersebut dapat diikuti dengan tahap yang telah penulis buat pada poin-poin selanjutnya.

Langkah-langkah perancangan Sensor TDS:

a. Buat gambar rangkaian sensor TDS ke Arduino.



Gambar 3.13 Rangkaian sensor TDS

Perangkaian kabel dari modul sensor ke Arduino haruslah sesuai, seperti yang terlihat pada Gambar 3.13 adalah rangkaian ilustrasi yang akan digunakan pada alat atau sensor sebenarnya. Kabel berwarna biru merupakan *output analog* dari modul ke Arduino, kabel merah merupakan sumber *power* DC 5V untuk modul, kabel hitam merupakan *ground* untuk modul sensor TDS.

b. Siapkan modul sensor TDS beserta probenya.



Gambar 3.14 Modul TDS dan probenya

Pada Gambar 3.14 adalah sensor TDS beserta *probe* yang nantinya akan diterapkan ke dalam sistem. Sebelum digunakan sensor TDS harus dikalibrasi terlebih dahulu agar pada saat penerapan ke dalam sistem dapat melakukan pembacaan secara akurat. Setelah sensor TDS mendapatkan nilai atau hasil yang akurat langkah selanjutnya adalah menyambungkannya dengan Arduino seperti pada Gambar 3.15.

c. Siapkan Arduino.



Gambar 3.15 Arduino

Ketika sensor TDS telah siap digunakan, maka langkah selanjutnya adalah menyiapkan Arduino seperti pada Gambar 3.15. Arduino ini yang nantinya akan berfungsi untuk menangkap data yang dibaca oleh sensor TDS. Oleh karena itu Arduino harus dihubungkan dengan sensor-sensor yang digunakan.

d. Rangkai sensor pH ke Arduino menggunakan bantuan kabel jumper disesuaikan dengan gambar rangkaian sensor pH ke Arduino yang telah dibuat

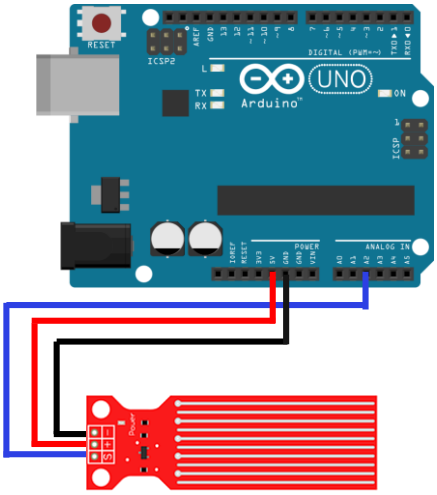
3. Perancangan Sensor Ketinggian Air

Sensor ketinggian air dalam sistem berfungsi sebagai pendeteksi tinggi air yang ada pada bak penampungan air nutrisi sistem hidroponik. Nilai pembacaan sensor akan dikirim ke Arduino untuk selanjutnya diolah menjadi *output* yang sesuai dengan kebutuhan sistem. Langkah-langkah perancangan sensor ketinggian tersebut dapat diikuti dengan tahap yang telah penulis buat pada poin-poin selanjutnya.

Sebelum menggunakan sensor ketinggian air, ada beberapa hal yang perlu diketahui. Seperti, meski sensor ini dapat mendeteksi ketinggian air, ada beberapa bagian dari sensor yang tidak boleh tersentuh dengan air. Hal tersebut dikarenakan akan merusak proses pembacaan sensor itu sendiri. Oleh sebab itu, penerapan sensor ketinggian air ini pun harus tepat sehingga tidak mengganggu proses kerja sistem dan sensor dapat membaca keadaan dengan baik.

Langkah-langkah perancangan Sensor ketingian air:

a. Buat gambar rangkaian sensor ketinggian air ke Arduino.



Gambar 3.16 Rangkaian sensor ketinggian air

Perangkaian kabel dari modul sensor ke Arduino haruslah sesuai, seperti yang terlihat pada Gambar 3.16 adalah rangkaian ilustrasi yang akan digunakan pada alat atau sensor sebenarnya. Kabel berwarna biru merupakan output analog dari sensor ke Arduino, kabel merah merupakan sumber *power* DC 5V untuk sensor, kabel hitam merupakan *ground* untuk sensor ketinggian air.

b. Siapkan modul sensor ketinggian air



Gambar 3. 17 Sensor ketinggian air

Pada Gambar 3. 17 adalah sensor ketinggian air yang nantinya akan diterapkan ke dalam sistem. Perlu diperhatikan sekali lagi, sebelum penerapan atau penggunaan sensor ketinggian air, pastikan bagian atas sensor tidak terentuh oleh airhal tersebut akan sangat berpengaruh pada pembacaany sensor ke depannya. Setelah sensor dipastikan dapat membaca hasil yang akurat langkah selanjutnya adalah menyiapkan Arduino seperti pada Gambar 3.18.

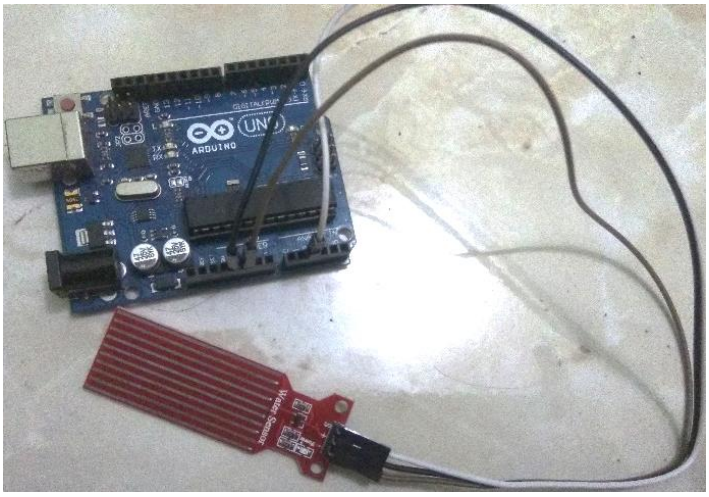
c. Siapkan Arduino.



Gambar 3.18 Arduino

Ketika sensor ketinggian air telah siap digunakan, maka langkah selanjutnya adalah menyiapkan Arduino seperti pada Gambar 3.18. Arduino ini yang nantinya akan berfungsi untuk menangkap data yang dibaca oleh sensor ketinggian air. Oleh karena itu Arduino harus dihubungkan dengan sensor-sensor yang digunakan.

d. Rangkai sensor pH ke Arduino menggunakan bantuan kabel jumper disesuaikan dengan gambar rangkaian sensor pH ke Arduino yang telah dibuat.



Gambar 3.19 Rangkaian sensor ketinggian air dengan Arduino

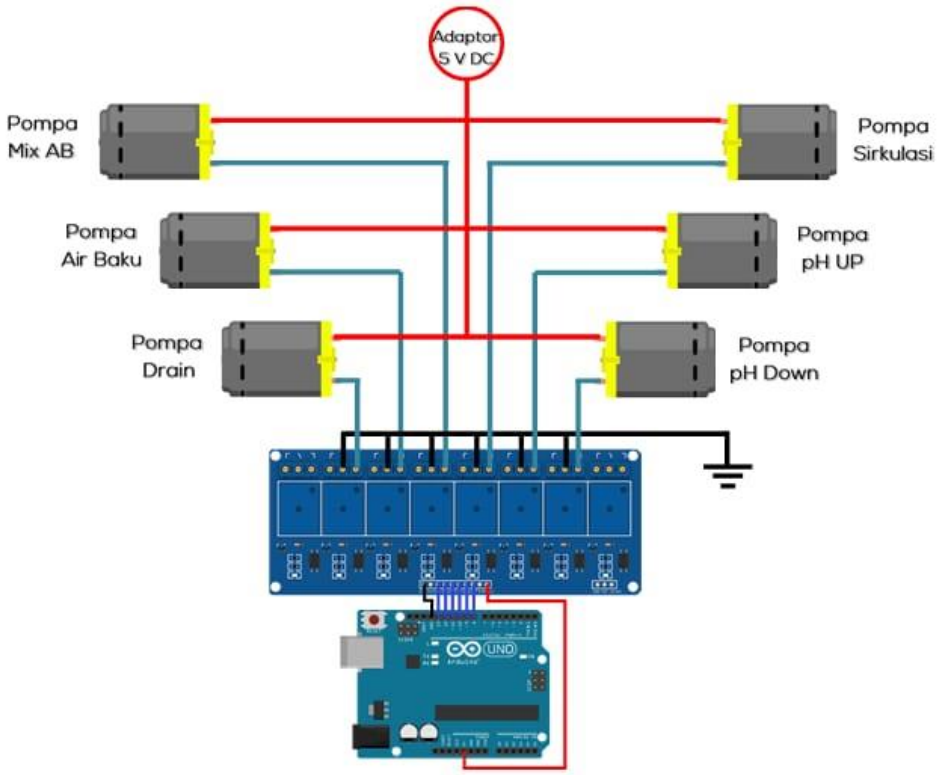
Pada Gambar 3.19 adalah sensor ketinggian air yang telah dirangkai atau dipasangkan dengan Arduino menurut urutan atau kebutuhan rangkaian alat. Nantinya sensor ini akan diterapkan ke dalam sistem.

4. Perancangan *Relay* dan pompa

Rancangan relay dan pompa dalam sistem berfungsi sebagai output yang telah deprogram sesuai dengan input yang diterima oleh masing-masing sensor di dalam sistem.

Langkah-langkah perancangan *relay* dan pompa:

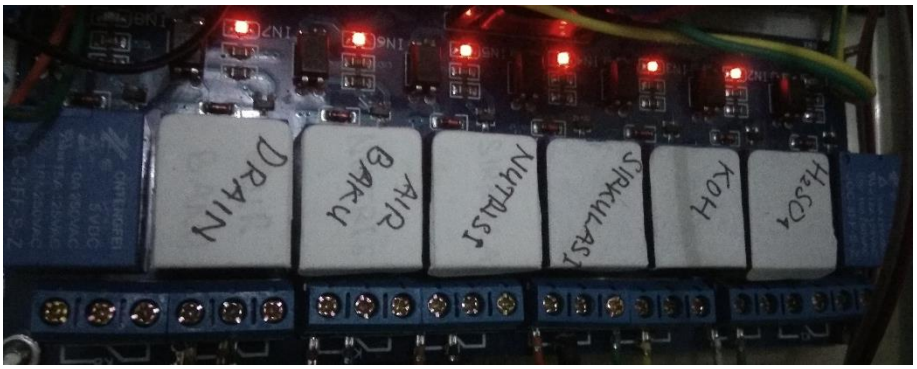
a. Buat gambar rangkaian *relay* dan pompa ke Arduino



Gambar 3.20 Rangkaian relay dan pompa

Perangkaian kabel *relay* dan pompa haruslah sama dan sesuai. Seperti yang terlihat pada Gambar 3.20 adalah rangkaian ilustrasi yang akan diterapkan pada *relay* dan pompa. Kabel berwarna biru merupakan *output digital* dari Arduino ke *relay*, kabel merah merupakan sumber *power* DC 5V untuk *relay* dan pompa, kabel hitam merupakan *ground* untuk *relay*.

b. Siapkan *relay*.



Gambar 3.21 Relay

Pada Gambar 3.21 adalah sensor *relay* yang nantinya akan diterapkan ke dalam sistem. *Relay* adalah alat yang berfungsi sebagai *switch* yang terhubung dengan pompa-pompa yang akan diterapkan pada sistem. Langkah selanjutnya adalah menyiapkan Arduino seperti pada Gambar 3.22.

c. Siapkan Arduino.



Gambar 3.22 Arduino

Ketika *relay* telah dipasangkan dengan pompa-pompa, maka langkah selanjutnya adalah menyiapkan Arduino seperti pada Gambar 3.22 Arduino ini yang nantinya akan berfungsi untuk mengirimkan respon yang ditangkap dari sensor dan mengirimkan kepada relay untuk selanjutnya menjalankan fungsi-fungsi pompa yang diperlukan.. Oleh karena itu Arduino harus dihubungkan dengan *relay* yang digunakan.

d. Siapkan *submersible pump*.

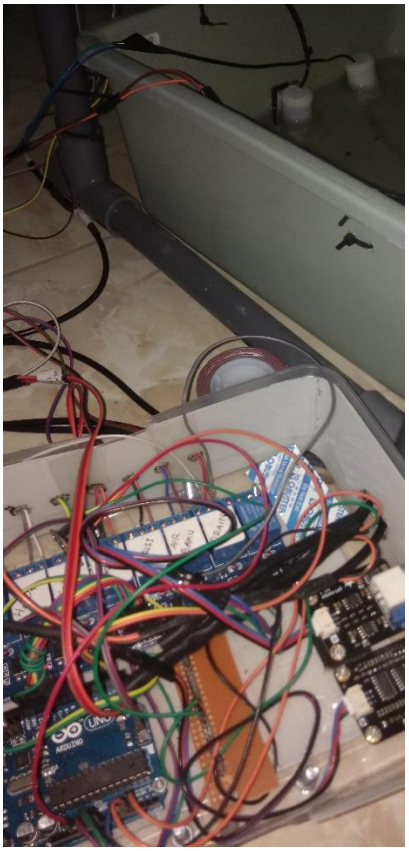


Gambar 3.23 *Submersible Pump*

Gambar 3.23 adalah gambar pompa yang akan digunakan pada sistem dan alat. Pompa yang digunakan dalam sistem ini sebanyak 7 pompa. Dimana masing masing pompa berfungsi sebagai penguras bak ketika air sudah tidak memenuhi kondisi tertentu (*drain)*, pengalir air nutrisi, pengalir pH *Up*, pengalir pH *down*, pengalir *drain* air yang terdapat di dalam talang bagian atas, pengalir air baku, dan yang terakhir sebagai pengalir sirkulasi air.

e. Rangkai *relay* dan pompa ke Arduino sesuai dengan gambar rangkaian yang telah dibuat

Pada Gambar 3.24 di bawah ini menunjukkan bahwa setiap sensor yaitu sensor pH, sensor TDS, dan sensor ketinggian air, juga *relay*, dan pompa masing-masing telah terhubung satu dengan lainnya. Pompa juga telah terpasang pada tempat-tempat yang ditetapkan. Namun, pada tahap ini ssitem belum bisa bekerja secara keseluruhan karena pada tahap ini baru sampai pada tahap penggabungan alat dan rangkaian lainnya. Setiap alat masih harus dihubungkan ke dalam *power* atau suplai daya agar dapat bekerja dengan baik. Ilustrasi untuk keseluruhan sistem nantinya dapat dilihat pada Gambar 3.25.

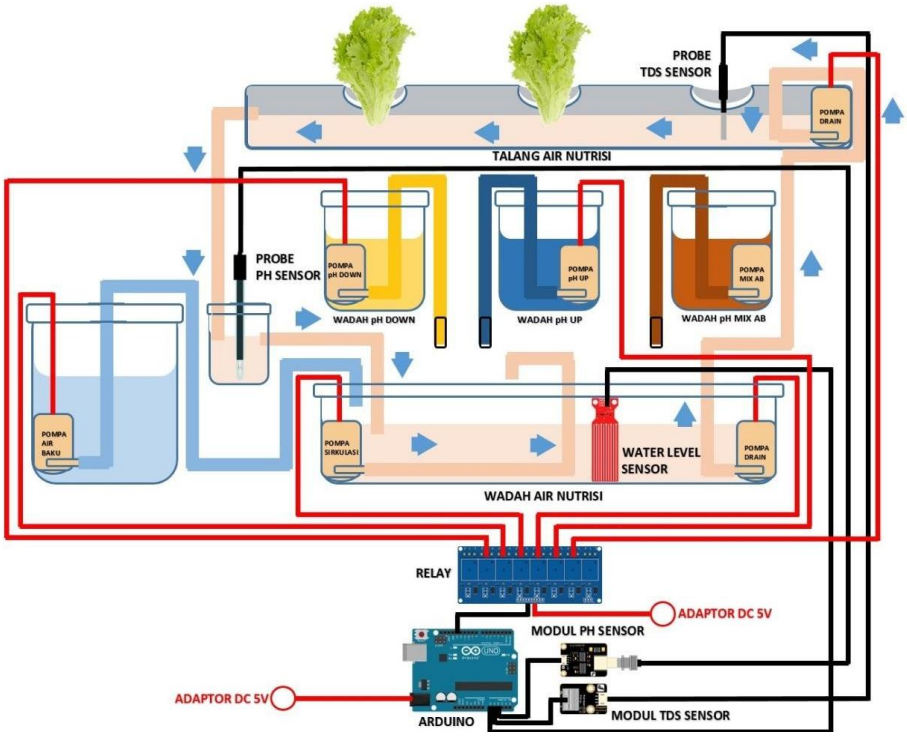


Gambar 3.24 Sensor pH, TDS, sensor air, *relay* dan pompa udah dipasang ke Arduino

5. Penggabungan seluruh rancangan dalam satu kesatuan

Setelah semua tahap dilakukan perangkaian sensor-sensor dan *relay* beserta pompa ke dalam jaringan Arduino, maka yang tahap terakhir yang dilakukan penempatan komponen sesuai dengan ketetapan di dalam sistem sesuai dengan ilustrasi pada Gambar 3.25. Pada ilustrasi tersebut dibuat rangkaian yang mudah dimengerti pada saat penerapan dan penggabungan nantinya dalam ilustrasi Gambar 3.25 juga ditunjukan aliran aliran air yang akan mengalir pada saat sistem bekerja nantinya, untuk memudahkan pemahaman dalam sistem yang penulis buat ini.

Penulis kemudian menerapkan ilustrasi yang telah dibuat ke dalam sistem yang lebih nyata. Dapat dilihat pada Gambar 3.26, penulis telah meletakkan setiap bagian sensor ke dalam bagian sistem. Alat yang sebelumnya telah digabungkan juga telah dapat terhubung satu dengan yang lainnya dengan bantuan suplai daya atau *power* yang telah penulis sambungkan. Dengan demikian peranvangan sistem pada tahap ini telah selesai dan siap untuk dilakukan pengujian untuk sistem yang lebih baik kedepannya.



Gambar 3.25 Rangkaian sistem secara keseluruhan (1)



Gambar 3.26 Rangkaian sistem secara keseluruhan (2)

3.5 Rencana Implementasi dan Pengujian

Rencana pengujian sistem *irrigation scheduling* untuk tanaman selada hidroponik dengan metode NFT menggunakan *Arduino* adalah sebagai berikut:

1. Setiap sensor yaitu sensor *water level*, sensor pH, sensor TDS dan masing-masing pompa dapat bekerja dan berjalan sesuai dengan ketentuan ataukah tidak.
2. Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat dapat diimplementasikan dalam skala sebenarnya atau tidak.
3. Pengujian yang diakukan adalah dalam bentuk pengujian fungsi dan juga pengujian sensor.
4. Pengujian fungsi bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat dapat berjalan sesuai dengan rancangan atau tidak.
5. Beberapa modul sistem yang akan keluar variabelnya dalam *website* akan diuji apakah dapat keluar sesuai dengan *database* atau tidak.
6. Pengujian sensor dilakukan untuk mengetahui apakah data yang diambil oleh perangkat sensor dapat benar-benar mengalirkan air atau tidak.

Pengujian dibuat untuk mengetahui apakah sistem dapat diimplementasikan dalam skala sebenarnya. Pengujian yang dilakukan pada sistem adalah berupa pengujian fungsi dan pengujian sensor. Pengujian fungsi ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat berjalan sesuai dengan sistem yang dibuat. Dalam pengujian ini digunakan sebuah metode pengujian perangkat lunak yang menguji fungsionalitas tanpa mengetahui proses di dalamnya atau dalam kata lain dinamakan pengujian *black box*.

Terdapat 3 pengujian *black box* pada tahap ini. Dimana, tahap yang pertama adalah pengujian dari sisi perangkat keras (*hardware*) terlebih dahulu. Dapat dilihat pada Tabel 3.2 penulis membuat capaian

dari masing-masing alat. Hal tersebut bertujuan untuk efisiensi sistem. Agar ketika sistem benar-benar dijalankan, sudah dalam keadaan stabil atau dalam kondisi prima. Sisi lain dari pengujian ini adalah tindakan preventif mengatasi *error* yang terjadi saat sistem sedang berjalan.

Tabel 3.3 dilakukan untuk menguji apakah pompa pada setiap bak air menyala dengan baik, setiap pompa di cek satu persatu keadaannya. Tabel pengujian yang terakhir adalah Tabel 3.4, dimana pada table ini berisikan pengujian keseluruhan sistem. Pengujian *black box* ini sendiri terfokus kepada masukan dan keluaran dari program apakah telah sesuai dengan

rancangan. Kolom-kolom yang telah dibuat tadi nantinya akan diisi sesuai dengan capaian dari masing-masing pengujian. Untuk Tabel 3.2 dan Tabel 3.3 setiap capaian akan diisi dengan tanda (✓) jika alat berfungsi atau berjalan seperti hasil yang diharapkan dan diisi dengan tanda (-) apabila alat tidak berjalan seperti apa yang diharapkan. Begitu juga untuk Tabel 3.4, kolom hasil akan diisi dengan tanda (✓) jika alat berfungsi atau berjalan seperti hasil yang diharapkan. Selainnya kolom hasil akan diisi dengan tanda (-) apabila alat tidak berjalan seperti apa yang diharapkan. Pengujian sensor ini dikerjakan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh oleh perangkat sensor benar-benar dapat membaca kadar nutrisi dalam air.

Berikut adalah fungsi –fungsi yang diujikan yang ditampilkan dalam bentuk tabel-tabel:

Tabel 3.2 Tabel pengujian sensor

Tgl	**Jam**	**Nilai Sensor**		
		pH	**TDS**	**Level Air**

Tabel 3.3 Tabel pengujian pompa

Nyala Pompa					
P. Air baku	**P. *Mix* AB**	**P. Asam**	**P. Basa**	**P. Sirkulasi**	**P. Drain**

Tabel 3.4 Tabel Pengujian Sistem

No	Perangkat	Fungsi	Hasil Yang Diharapkan	Hasil	Keterangan
1.	Perangkat Sensor	Mengisi / Mengalirkan Air	Perangkat sensor dapat mengalirkan air.		
2.	Perangkat Sensor	Mengecek Keadaan air	Perangkat Sensor dapat mendeteksi keadaan atau perubaahn air.		
3.	Perangkat Sensor	Menambah kadar air	Perangkat sensor dapat mengubah keadaan air ke keadaan normal		
4.	Perangkat Sensor	Membaca Sensor	Perangkat sensor dapat mengambil data air.		
5.	Perangkat Sensor	Mengirim Data	Perangkat sensor dapat mengirim data ke perangkat sentral.		
6.	Perangkat Sentral	Menerima Data	Perangkat sentral dapat menerima data dari pernagkat sensor		
7.	Perangkat Sentral	Mengurai Data	Perangkat sentral dapat melakukan *parsing* data dari pernagkat sensor.		
8.	Perangkat Sentral	Menyimpan Data	Perangkat sentral dapat menyimpan data ke basis data.		
9.	Perangkat Sentral	Menampilkan Data	Perangkat sentral dapat menampilkan data.		

3.6 Langkah Pengujian Fungsi

Pengujian fungsi yang akan dilakukan pada perangkat adalah sebagai berikut:

a. Melakukan pengecekan dan konfigurasi konektivitas pada kedua perangkat.
b. Kedua perangkat dihubungkan dengan komputer.
c. Bak air baku diisi dengan air biasa.
d. Bak nutrisi diisi dengan cairan nutrisi *mix* A&B.
e. Bak air asam diisi dengan cairan penaik asam (pH *down*).
f. Bak air basa diisi oleh cairan penaik basa (pH *Up*).
g. Kedua perangkat dinyalakan
h. Mengecek pompa apakah dapat berfungsi dengan baik.
i. Mengecek sensor pH dan TDS dan *water level* apakah berfungsi dengan baik.
j. Seluruh perangkat sensor dan perangakat sentral dijalankan.
k. Mengamati keluaran kedua perangkat pada komputer dan melakukan pencocokan terhadap aktivitas yang dilakukan kedua perankgat apakah bersesuaian.

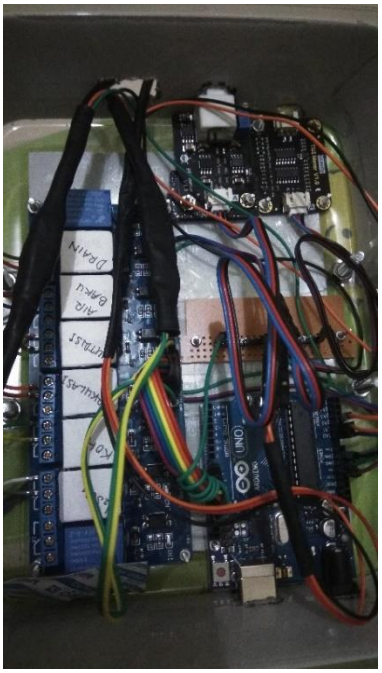
BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Hasil berisi implementasi dari rancangan yang sudah dibuat. Proses implementasi membutuhkan satu buah komputer, *Arduino* UNO R3, ESP8266, sensor-sensor dan beberapa komponen lainnya. Implementasi dilakukan dalam beberapa langkah. Langkah pertama adalah membuat perangkat sensor sesuai dengan rancangan dengan menggunakan *Arduino*. Langkah kedua adalah konfigurasi ESP8266 dan *Firebase* sebagai perangkat penghubung ke dalam *website*.

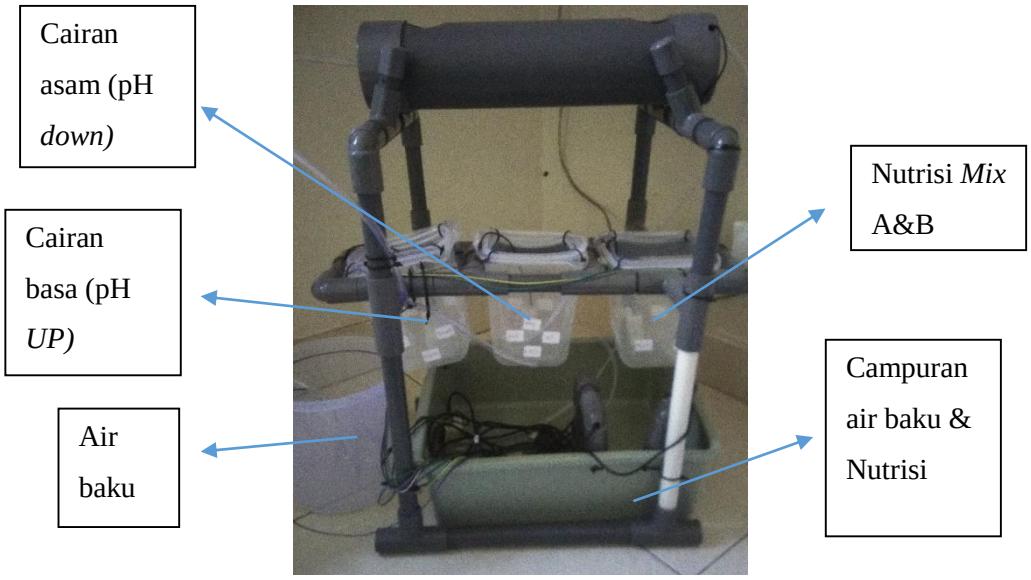
4.2.1 Perakitan Perangkat Sensor

Perangkat sensor diimplementasikan dengan menggunakan *Arduino* UNO R3. *Arduino* dan sensor-sensor yang ada disusun dan dipasang pada sebuah kotak berwarna hijau berukuran 37 cm x 31 cm x 11 cm. Terdapat 5 kotak yang digunakan dalam pengimplementasian alat ini. Kotak pertama Gambar 4.1 berisi *Arduino* UNO, *relay* dan probe dari sensor pH dan TDS, saling terhubung dengan sensor. Suplai daya yang terhubung langsung dengan *relay* yang digunakan *Arduino* nantinya akan diambil menggunakan listrik.



Gambar 4.1 Perangkat Sensor

Hal pertama yang dilakukan adalah instalasi sensor-sensor ke dalam rancang bangun alat yang sudah disiapkan. Rancang bangun alat ini dibuat menggunakan pipa PVC 3 mm yang dirangkai seperti pada Gambar 4.2. Pipa PVC ini memiliki ukuran lebar 15 cm, panjang 73 cm dan tinggi 63 cm. Pada bagian tengah rancang bangun tersebut, dibuat 3 buah penopang untuk wadah air yang nantinya akan diletakkan. Masing-masing wadah yang akan diisi oleh air nutrisi tanaman hidroponik yaitu campuran nutrisi A dan B, wadah kedua berisi cairan basa (KOH), dan wadah yang terakhir berisi cairan asam (H_2SO_4). Wadah berwarna hijau sebagai wadah pencampur antara nutrisi dan air baku. Wadah tabung berwarna putih berisi air 3,5 L sebagai wadah air baku.

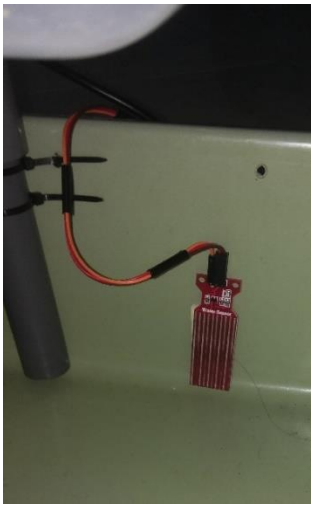


Gambar 4.2 Perakitan alat

Sensor pH pada Gambar 4.3 diletakkan di dalam wadah hijau dimasukkan ke dalam pipa PVC kemudian direkatkan dengan tali kerat. Diposisikan berdiri dan posisi sensor terendam separuh kedalam air. Selanjutnya sensor TDS (PPM) diletakkan di wadah hijau sama seperti sensor pH yang dimasukkan ke dalam pipa PVC. Posisi sensor TDS menghadap ke bawah. Sensor yang terakhir dipasang adalah sensor *water level* ditempelkan menggunakan *double tape* pada sisi wadah hijau. Sensor *water level* diletakkan pada ketinggian 1 cm dari dasar wadah, posisi tidak terendam secara utuh karena akan mengakibatkan kerusakan pada alat sensor.



Gambar 4.3 Perakitan Sensor pH & TDS

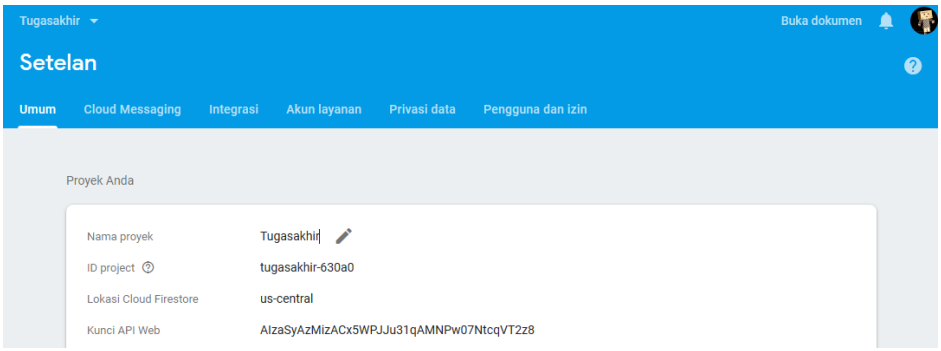


Gambar 4.4 Sensor *water level*

4.2.2 Implementasi Basis Data

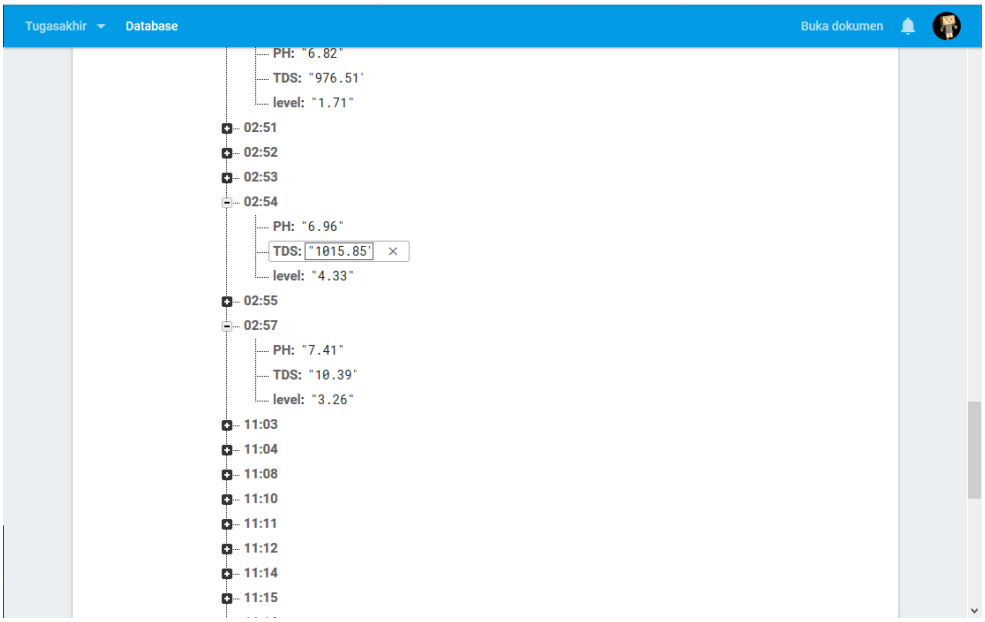
Basis data yang digunakan dalam sitem ini adalah *Firebase* oleh Google. Merupakan sebuah perangkat lunak yang digunakan dalam manajemen basis data. *Firebase* dipilih karena merupakan *software* yang mudah untuk dikonfigurasi dan memiliki proses pengiriman data secara *real-time* di dalam *Firebase*, terdapat dua fitur yang digunakan untuk membangun basis data *real*-time, yaitu fitur Auth untuk autentifikasi pengguna dan fitur *Database* untuk penyimpanan data. Selain itu, untuk memberikan izin kepada aplikasi *website* agar dapat mengakses fitur *Firebase* maka aplikasi *website* harus melakukan autentifikasi API dengan mengunakan *secret key* yang telah dibuat otomatis oleh *Firebase*, seperi terlihat pada Gambar 4.5.

Tidak seperti MySQL ataupun PostgreSQL yang merupakan RDMS (*Relational Database Management System)* dimana setiap data dipisahkan dalam bentuk table-tabel yang saling berelasi, *Firebase* merupakan basis data yang menggunakan struktur JSON (*Javascript Object Nation*). JSON juga merupakan format pertukaran data yang ringan dan mudah dibaca serta ditulis dan juga mudah diterjemahkan oleh komputer. Alasan tersebut yang membuat JSON penulis gunakan dan juga menjadikan lebih unggul diantara pengolah basis data lainnya.



Gambar 4.5 Implementasi Basis Data

Penambahan data baru (pH, TDS, dan PPM) harus dilakukan melalui dasbor *Database Firebase*. Penambahan data dilakukan dengan menambahkan *field* baru pada objek yang bersesuaian. Susunan basis data yang sudah berfungsi seperti terlihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Implementasi Penambahan Data

4.2 Pembahasan

Pembahasan berisi penjelasan singkat dari potongan kode-kode program yang telah dibuat. Kode program dibuat berdasarkan rancangan yang ada. Pembahasan dibagi menjadi tiga bagian yaitu proses inisialisasi perangkat, pembacaan sensor serta pengiriman data dan penerimaan data.

4.2.1 Inisialisasi Perangkat

a. Perangkat sensor

Pada gambar-gambar dibawah ini, proses yang sedang dilakukan adalah inisialisasi perangkat sensor-sensor yang digunakan. Pada Gambar 4.7 dijelaskan inisialisasi pin sensor pH terhadap pin *Arduino*. Perangkat kemudian akan berjalan sesuai konfigurasi. Setelah konfigurasi selesai, perangkat akan mulai membaca sensor aliran air. Konfigurasi ini menjelaskan sensor pH dipasangkan ke papan *Arduino* di pin A0. Dalam setiap 800 *mili second* juga akan menampilkan hasil dari pembacaan sensor dengan mengirimkan LED indikator yang akan dinyalakan oleh *relay*. Data yang disimpan dalam *array* adalah 40.

```
#define SensorPin A0
#define Offset 0.12
#define samplingInterval 20
#define printInterval 800
#define ArrayLenth  40
int pHArray[ArrayLenth];
int pHArrayIndex=0;
```

Gambar 4.7 Inisialisasi Sensor pH

Pada Gambar 4.8 ini dilakukan inisialisasi pin sensor TDS terhadap pin *Arduino*. Tahap ini, perangkat sensor akan membaca konfigurasi yang terdapat pada EEPROM. Selain itu juga dilakukan inisialisasi nilai analog dari sensor dan nilai konduktivitas lalu inisialisasi keluaran dari nilai TDS sensor yang terakhir adalah nilai yang bisa dikirim oleh *Arduino* agar bisa diteruskan ke tahap selanjutnya.

```
#include <EEPROM.h>
#include "GravityTDS.h"
#define TdsSensorPin A1
GravityTDS gravityTds;
float tdsValue = 0;
```

Gambar 4.8 Inisialisasi Sensor TDS

Dalam Gambar 4.9 menjelaskan inisialisasi sensor ketinggian air dan keluaran atau nilai yang dihasilkan dari sensor ketinggian air tersebut.

```
const int Level_pin = A2;
int LevelValue;
```

Gambar 4.9 Inisialisasi *Water Level*

Gambar 4.10 Inisialisasi *Relay* di bawah ini menjelaskan inisialisasi *relay* ke pada pin-pin *Arduino*. Dalam sistem ini digunakan *relay* dengan 8 *port*, yang tiap portnya terhubung dengan *Arduino*

```
byte Relay_Pompa_Drain = 13;
byte Relay_Pompa_Air = 12;
byte Relay_Pompa_Nutrisi = 11;
byte Relay_Pompa_Sirkulasi = 10;
byte Relay_Pompa_Basa = 9;
byte Relay_Pompa_Asam = 8;
```

Gambar 4.10 Inisialisasi *Relay*

4.2.2 Pembacaan Sensor

Proses pembacaan hanya dilakukan oleh perangkat sensor. Konfigurasi sensor pH pada Gambar 4.11 ini memiliki sebuah nilai yang telah dibaca sensor pH dan telah dirata-rata dari 40 kali cuplikan sensor setiap 800 milidetik, diubah terlebih dahulu menjadi nilai *voltage*

dengan cara dikali 5.0 (sebagai voltase maksimal tiap pin pada *Arduino*) dibagi 1024 (pembacaan nilai analog maksimal pada *Arduino*).

Ketika nilai voltase telah ditemukan, maka selanjutnya nilai tersebut dikali 3.5 (nilai tegangan saat sensor membaca nilai pH 7, didapat dari menghubungkan kutub positif dan negatif pada NBC modul sensor), ditambah nilai *offset* yang telah diatur sebelumnya agar mendapatkan nilai pH yang sedang diukur.

```
static unsigned long samplingTime = millis();
static unsigned long printTime = millis();
static float pHValue,voltage;
float valuePH;
pHValue==valuePH;
  if(millis()-samplingTime > samplingInterval)
{
 pHArray[pHArrayIndex++]=analogRead(SensorPin);
if(pHArrayIndex==ArrayLenth)pHArrayIndex=0;
voltage = avergearray(pHArray, ArrayLenth)*5.0/1024;
      pHValue = 3.5*voltage+Offset;
      samplingTime=millis();
  }
  if(millis() - printTime > printInterval)
  Serial.print("pH value = ");
  Serial.print(pHValue,2);
  printTime=millis();
```

Gambar 4.11 Pembacaan Sensor pH

Proses konfigurasi sensor TDS.

```
  gravityTds.update();
  tdsValue = gravityTds.getTdsValue();
  Serial.print("   TDS = ");
  Serial.print(tdsValue, 0);
  Serial.print("ppm");
```

Gambar 4.12 Pembacaan Sensor TDS

Konfigurasi sensor TDS pada Gambar 4.12 adalah, secara otomatis sensor akan memperbaharui kadar mineral dari air, dimana baris “gravityTds.update()” menjelaskan bahwa sensor tengah mengambil sampel data yang akan dibaca kemudian dihitung. Data kemudian akan didapatkan dan disimpan dalam variabel “tdsValue”. Setelah itu baru data dapat ditampilkan.

```
float sensor = analogRead(Level_pin);
float LevelValue = 3 / (620 / sensor);
Serial.print("   Level Air = ");
Serial.print(LevelValue, 2);
Serial.print("cm");
Serial.println("");
delay(3000);
```

Gambar 4.13 Pembacaan Sensor Ketinggian Air

Proses konfigurasi sensor water level pada nilai 620 didapat dari pembacaan nilai analog maksimal ketika wadah air terisi sebanyak 3,5 liter. 3 adalah nilai tinggi maksimal ketika wadah air terisi sebanyak 3,5 liter.

4.2.3 Pengiriman dan penerimaan data

Setelah proses pembacaan sensor selesai, data selanjutnya akan disusun dan dikirimkan ke perangkat sentral melalui ESP8266. *Arduino* dan ESP8266 berkomunikasi melalui komunikasi serial. Untuk mengirimkan data ke perangkat sentral, *Arduino* hanya cukup mengirimkan data yang sudah disusun melalui konuikasi serial. ESP8266 yang sudah dikonfigurasi secara otomatis akan mengirimkan data ke peranglat sentral. Proses pengiriman data ditunjukkan pada gambar-gambar di bawah ini. Seluruh proses akan terus berulang hingga perangkat sensor tersebut dimatikan.

```
Serial.begin(9600);
WiFi.begin("Mi Phone", "88888888");
   Serial.print("Connecting");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
  {
    delay(500);
    Serial.println(".");
  }
  Serial.print("Connected to Wifi");
```

Gambar 4.14 Koneksi Jaringan

Terlihat pada Gambar 4.14 sebelum data dapat diakses ke dalam *website*, sebelumnya alat harus terhubung terlebih dahulu ke dalam jaringan yang sama. Pada tahap ini *Arduino* dihubungkan dengan WiFi ESP8266. Di dalam ESP8266 dimasukkan nama jaringan dan *password* dari *access point* yang kita gunakan, yaitu "Mi Phone" dengan *password "88888888"*.

```
while (Serial.available() <= 0);
String data = "";
  while (Serial.available() > 0) {
  data += (char) Serial.read();
  delay(10);
}
  Serial.println("Data:" + data);
  memset(myDateTimeBuffer, ' ', 20);
   while (myDateTimeBuffer[0] == ' ') {
      dateTime = NTPid.getNTPtime(7, 0);
      myDateTime(dateTime);
   }
```

Gambar 4.15 Mengirim data ke ESP

Seperti yang telihat pada Gambar 4.15 data yang dikirim oleh perangkat sentral ke *Firebase*, tidak hanya data mentah dari keadaan sensor, melainkan sesuai waktu dari kapan data tersebut masuk. Angka "20" pada program di atas menjelaskan tentang banyaknya

karakter waktu yang akan masuk yaitu sebanyak 20 karakter. Dimana pada saat data dikirim sekaligus juga akan mengakses waktu yang diambil dari *server* ntp, sehingga data yang diterima benar-benar *real* dan memiliki *timestamps.*

```
   http.begin(("https://tugasakhir-630a0.Firebaseio.com/"
+ String(myDateTimeBuffer) + ".json"), root_ca);
     int httpCode = http.sendRequest("PUT", data);
     if (httpCode > 0) {
       String data = http.getString();
       Serial.println(data);
     } else {
       Serial.println("Cannot fetch data httpcode:" +
String(httpCode));
     }
```

Gambar 4.16 *Parsing* data dari ESP8266 ke *Firebase*

Pada Gambar 4.16 tentang proses *parsing* data dari ESP8266 yang akan dikirim ke *Firebase* melalui API. Nama yang diakses oleh ESP8266 haruslah sama sesuai dengan nama *database* yang dimiliki oleh *Firebase* itu sendiri. Jika nama dari *database* tersebut berubah atau berbeda maka data tidak akan dapat dikirimkan ke *Firebase*.

```
<?php
require 'vendor/autoload.php';
use Kreait\Firebase\Factory;
use Kreait\Firebase\ServiceAccount;
date_default_timezone_set("Asia/Jakarta");
$serviceAccount =
ServiceAccount::fromJsonFile(__DIR__.'/google-service-
account.json');
$Firebase = (new Factory)
    ->withServiceAccount($serviceAccount)
    ->create();
$database = $Firebase->getDatabase();
$date_get = isset($_GET['date']) ? $_GET['date'] : date('Y-
m-d');
```

Gambar 4.17 Kode pengambilan data pH (1)

Proses yang terjadi pada Gambar 4.17

Gambar 4.18, dan Gambar 4.19 tentang pengambilan data sensor pH dari *Firebase* untuk ditampilkan ke dalam *website*. Sama seperti ESP8266 yang ketika mengirim data ke *Firebase* akan mengakses waktu, program di dalam *website* juga mengakses waktu yang sama agar data yang tampil pada *website* memiliki waktu akses yang sama. Pada program ini juga, data yang di ambil hanyalah data pH saja oleh karena itu *key* data yang diambil dari *Firebase* hanyalah $key = ‘PH’ yang langsung akan mengambil nilai pH yang terdapat dalam *Firebase.*

```
$date = date('Y/m/d', strtotime($date_get));
$reference = $database->getReference('hydro/'.$date);
$values = $reference->getValue();
$current_date = date('Y/m/d');
$current_reference_root = $database->getReference('hydro');
$years = $current_reference_root->getChildKeys();
$max_year = max($years);
$current_reference_year = $database-
>getReference("hydro/$max_year");
$months = $current_reference_year->getChildKeys();
$max_month = max($months);
$current_reference_month = $database-
>getReference("hydro/$max_year/$max_month");
   $days = $current_reference_month->getChildKeys();
   $max_day = max($days);
   $current_reference_day = $database-
>getReference("hydro/$max_year/$max_month/$max_day");
   $times = $current_reference_day->getChildKeys();
   $max_time = max($times);
   $current_reference_time = $database-
>getReference("hydro/$max_year/$max_month/$max_day/$max_time
");
```

Gambar 4.18 Kode pengambilan data pH (2)

```
   $latest_values = $current_reference_time->getValue();
   $latest_date = "{$max_year}-{$max_month}-{$max_day}
{$max_time}";
   $key = 'PH';
   ?>
```

Gambar 4.19 Kode pengambilan data pH (3)

```
<?php
require 'vendor/autoload.php';
use Kreait\Firebase\Factory;
use Kreait\Firebase\ServiceAccount;
date_default_timezone_set("Asia/Jakarta");
$serviceAccount =
ServiceAccount::fromJsonFile(__DIR__.'/google-service-
account.json');
$Firebase = (new Factory)
    ->withServiceAccount($serviceAccount)
    ->create();
$database = $Firebase->getDatabase();
$date_get = isset($_GET['date']) ? $_GET['date'] : date('Y-
m-d');
$date = date('Y/m/d', strtotime($date_get));
$reference = $database->getReference('hydro/'.$date);
$values = $reference->getValue();
$current_date = date('Y/m/d');
$current_reference_root = $database->getReference('hydro');
$years = $current_reference_root->getChildKeys();
$max_year = max($years);
$current_reference_year = $database-
>getReference("hydro/$max_year");
$months = $current_reference_year->getChildKeys();
```

Gambar 4.20 Kode Pengambilan data PPM (1)

```
$max_month = max($months);
$current_reference_month = $database-
>getReference("hydro/$max_year/$max_month");
$days = $current_reference_month->getChildKeys();
$max_day = max($days);
$current_reference_day = $database-
>getReference("hydro/$max_year/$max_month/$max_day");
$times = $current_reference_day->getChildKeys();
$max_time = max($times);

$current_reference_time = $database-
>getReference("hydro/$max_year/$max_month/$max_day/$max_time
");
$latest_values = $current_reference_time->getValue();
$latest_date = "{$max_year}-{$max_month}-{$max_day}
{$max_time}";

$key = 'TDS';

?>
```

Gambar 4.21 Kode Pengambilan data PPM (2)

Proses yang terjadi pada Gambar 4.20 dan Gambar 4.21 menjelaskan tentang pengambilan data sensor PPM dari *Firebase* untuk ditampilkan ke dalam *website*. Sama seperti ESP8266 yang ketika mengirim data ke *Firebase* akan mengakses waktu, program di dalam *website* juga mengakses waktu yang sama agar data yang tampil pada *website* memiliki waktu akses yang sama. Pada program ini juga, data yang di ambil hanyalah data pH saja oleh karena itu *key* data yang diambil dari *Firebase* hanayalah $key = ‘TDS’ yang langsung akan mengambil nilai PPM yang terdapat dalam *Firebase.*

```
<?php
require 'vendor/autoload.php';
use Kreait\Firebase\Factory;
use Kreait\Firebase\ServiceAccount;
date_default_timezone_set("Asia/Jakarta");
$serviceAccount =
ServiceAccount::fromJsonFile(__DIR__.'/google-service-
account.json');
$Firebase = (new Factory)
    ->withServiceAccount($serviceAccount)
    ->create();
$database = $Firebase->getDatabase();
$date_get = isset($_GET['date']) ? $_GET['date'] : date('Y-
m-d');
$date = date('Y/m/d', strtotime($date_get));
$reference = $database->getReference('hydro/'.$date);
$values = $reference->getValue();
$current_date = date('Y/m/d');
$current_reference_root = $database->getReference('hydro');
$years = $current_reference_root->getChildKeys();
$max_year = max($years);
$current_reference_year = $database-
>getReference("hydro/$max_year");
$months = $current_reference_year->getChildKeys();
$max_month = max($months);
$current_reference_month = $database-
>getReference("hydro/$max_year/$max_month");
$days = $current_reference_month->getChildKeys();
```

Gambar 4.22 Kode Pengambilan data level air (1)

```
$max_day = max($days);
$current_reference_day = $database-
>getReference("hydro/$max_year/$max_month/$max_day");
$times = $current_reference_day->getChildKeys();
$max_time = max($times);

$current_reference_time = $database-
>getReference("hydro/$max_year/$max_month/$max_day/$max_time
");
$latest_values = $current_reference_time->getValue();
$latest_date = "{$max_year}-{$max_month}-{$max_day}
{$max_time}";

$key = 'level';

?>
```

Gambar 4.23 Kode Pengambilan data level air (2)

Sama seperti pada proses sebelumnya Gambar 4.22, dan Gambar 4.23 menjelaskan tentang pengambilan data sensor *water level* dari *Firebase* untuk ditampilkan ke dalam *website*. $key = ‘level’ akan mengambil nilai ketinggian yang terdapat dalam *Firebase.*

4.3 Pengujian Fungsi Perangkat

Pengujian fungsi ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat berjalan sesuai dengan rancangan sistem yang dibuat. Pengujian dilakukan dengan menguji setiap fungsi sistem berdasarkan pada *form* pengujian yang telah dibuat. Pengujian fungsi dilakukan pada perangkat sensor dan perangakat sentral.

4.3.1 Inisialisasi

a. inisialisasi perangkat sentral

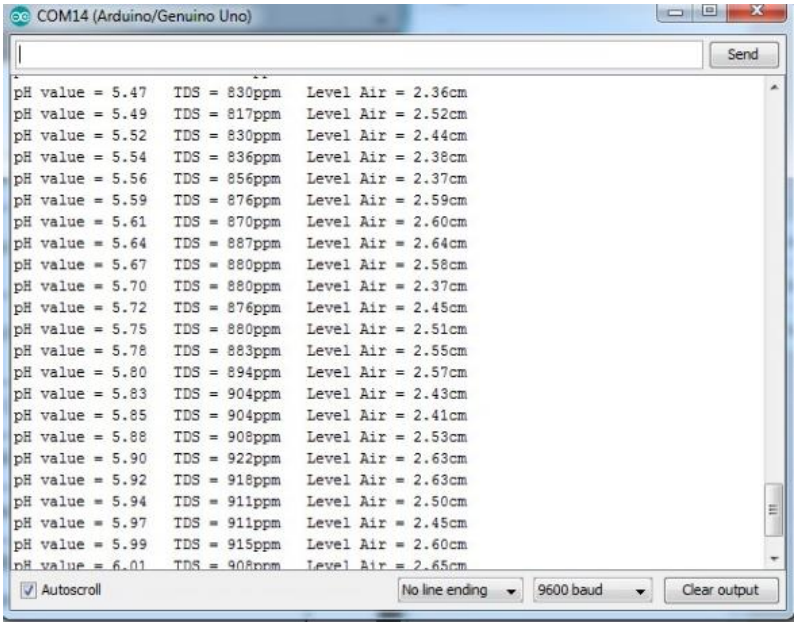
```
var config = {
apiKey: "AIzaSyAzMizACx5WPJJu31qAMNPw07NtcqVT2z8",
authDomain: "tugasakhir-630a0.Firebaseapp.com",
databaseURL: "https://tugasakhir-630a0.Firebaseio.com",
projectId: "tugasakhir-630a0",
storageBucket: "tugasakhir-630a0.appspot.com",
messagingSenderId: "371582916911"
 };
```

Gambar 4.24 Inisialisasi *Firebase* ke *website*

Proses pada Gambar 4.24 dan *website* bisa saling berkomunikasi. Program tersebut berisikian autetifikasi dari basis data *Firebase*. Dimana kode di atas teleh di berikan pada dokumentasi *Firebase* yang kita miliki.

Pembacaan data

Gambar 4.25 ini dilakukan pengambilan dan pembacaan data sebelum sistem secara utuh dijalankan. Dilakukan percobaan pada serial *monitor* dari *Arduino IDE* apakah data sensor yang dibaca, sudah sesuai atau belum.



Gambar 4.25 Pembacaan data *Arduino*

4.3.2 Hasil Pengujian Fungsi

Sebelumnya, pengujian yang dilakukan adalah pengujian per sensor untuk mengecek apakah pembacaan sensor berjalan sesuai dengan yang diinginkan.

Tabel 4.1 Hasil tabel pengujian sensor

Tgl	Jam	Nilai Sensor		
		pH	TDS	Level Air
17/12/ 2018	02.08	13,62	0,00	1,44
	02.09	13,26	0,00	3,66
	10.20	13,40	0,00	3,14

Pada Tabel 4.1 dilakuakan percobaan sensor, untuk mendeteksi apakah sensor dapat bekerja dengan benar. Terdapat data yang masih memiliki hasil 0,00 karena sensor belum utuh dijalankan atau diterapkan dalam alat sebenarnya. Pada tahap ini hasil percobaan yang ditampilkan adalah percobaan sensor sebelum diterapkan ke dalam alat. Fungsi dari percobaan ini adalah untuk tindakan preventif, atau pengecekan terlebih dahulu apakah sensor berjalan dengan baik sebelum diterapkan ke dalam sistem.

Tabel 4.2 Hasil Tabel Pengujian Pompa

Nyala Pompa					
P. Air baku	P. *Mix* AB	P. Asam	P. Basa	P. Sirkulasi	P. Drain
✓	✓	✓	✓	✓	✓

Pada tahap ini, yang terlihat pada Tabel 4.2, dilakukan pengecekan pompa satu persatu pada setiap bak. Hal ini dilakukan juga untuk tindakan preventif kerusakan yang terjadi pad aalat saat diterapkan dalam sistem. Tanda (✓) tersebut bermaksud bahwa pompa bekerja dengan baik pada setiap bak air.

Tabel 4.3 Hasil tabel pengujian perangkat

No	Perangkat	Fungsi	Hasil Yang Diharapkan	Hasil	Keterangan
1.	Perangkat Sensor	Mengisi / Mengalirkan Air	Perangkat sensor dapat mengalirkan air.	✓	Penampung terisi air (tidak kosong)
2.	Perangkat Sensor	Mengecek Keadaan air	Perangkat Sensor dapat mendeteksi keadaan atau perubahan air.	✓	
3.	Perangkat Sensor	Menambah kadar air	Perangkat sensor dapat mengubah keadaan air ke keadaan normal	✓	Kadar pH berubah
4.	Perangkat Sensor	Membaca Sensor	Perangkat sensor dapat mengambil data air.	✓	Tampil di *website*
5.	Perangkat Sensor	Mengirim Data	Perangkat sensor dapat mengirim data ke perangkat sentral.	✓	Tampil di *website*
6.	Perangkat Sentral	Menerima Data	Perangkat sentral dapat menerima data dari perangkat sensor	✓	Tampil di *website*
7.	Perangkat Sentral	Mengurai Data	Perangkat sentral dapat melakukan *parsing* data dari perangkat sensor.	✓	Data yang di-*parsing* memiliki struktur data yang sesuai.
8.	Perangkat Sentral	Menyimpan Data	Perangkat sentral dapat menyimpan data ke basis data.	✓	Data berhasil di *parsing*
9.	Perangkat Sentral	Menampilkan Data	Perangkat sentral dapat menampilkan data.	✓	Tampil di *website*

PadaTabel 4.3 dilakukan pengujian pada seluruh sistem. Di mana dimulai dari pembacaan sensor, pengiriman data, serta tampilan data ke dalam *website*. Pengujian dilakukan pertahap, seperti yang telah dikatakan dalam Bab 3, pengujian dilakukan dengan pengujian *black box*. Pada setiap tahap dilakukan pengecekan sesuai ketentuan yang telah dibuat. Jika hasil dari ketentuan tersebut terpenuhi maka akan diberi tanda (✓) pada kolom hasil, dan jika diperlukan keterangan maka akan diidi keterangan yang menunjukan proses yang sedang terjadi

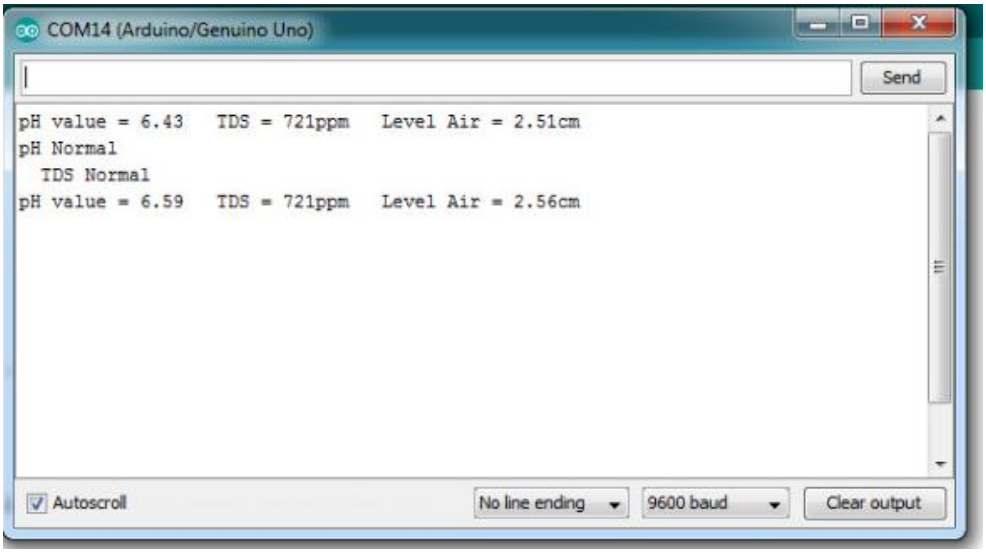
4.4 Pengujian Sensor

Pengujian sensor dilakukan dengan melakukan pembacaan pada sampel yang memiliki karakteristik yang berbeda. Sensor yang diuji adalah sensor pH, TDS (konduktivitas), dan sensor *water level.*

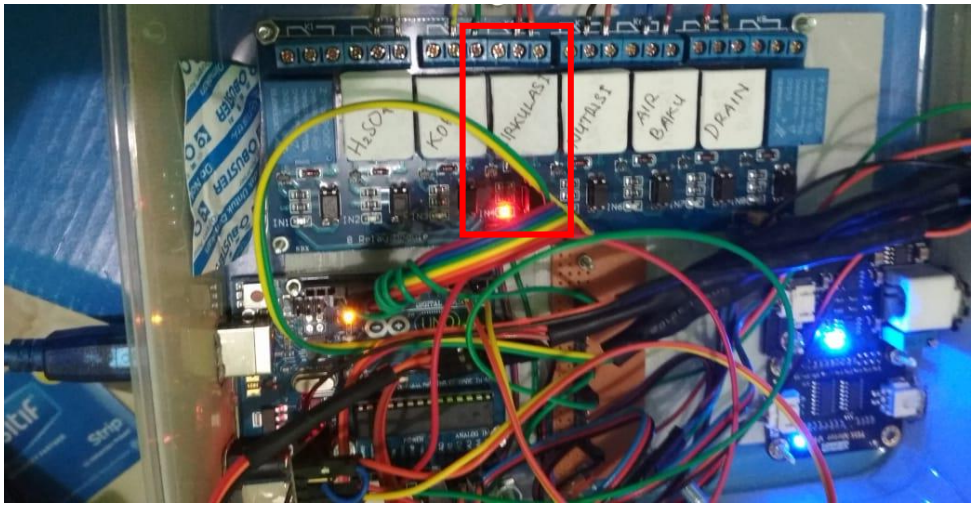
Berikut hasil dari uji coba di beberapa kondisi air nutrisi yang berbeda-beda:

1. Kondisi Air Nutrisi Normal

Kondisi dari hasil uji coba ini adalah kondisi, dimana pH dalam keadaan lebih besar dari 5 lebih kecil dari 8, dan besar PPM lebih besar dari 450 dan lebih kecil dari 890. Berikut adalah hasil tangkapan layar dari serial *monitor Arduino* IDE.



Gambar 4.26 Pengujian Sensor kondisi normal



Gambar 4.27 Reaksi *Relay* saat kondisi normal

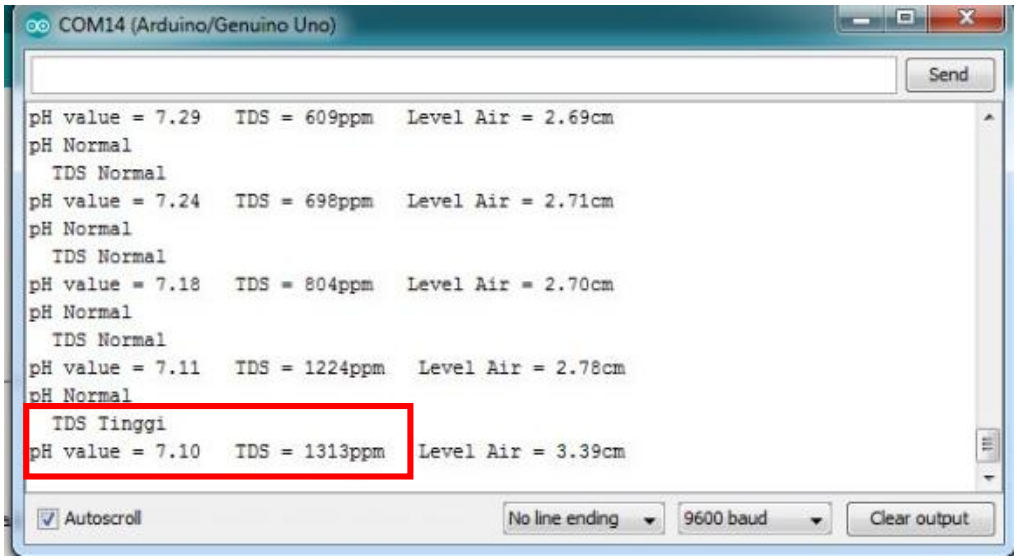
Dapat dilihat pada Gambar 4.27 Reaksi *Relay* saat kondisi normal, *relay* yang menyala berwarna merah hanyalah *relay* sirkulasi. Hal ini menunjukkan bahwa proses sirkulasi dari alat hidroponik tersebut sedang berlangsung.



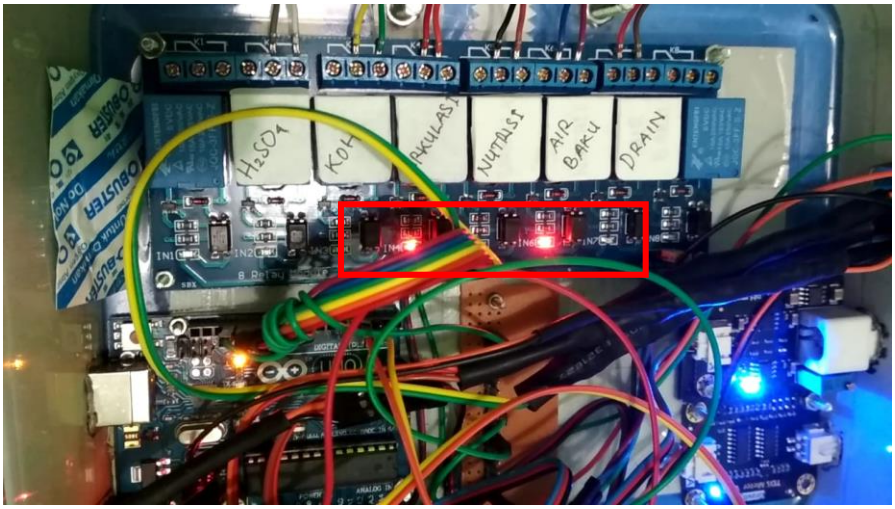
Gambar 4.28 Hasil pengujian data air normal dikirim ke dalam *Firebase*

2. Kondisi TDS tinggi

Kondisi ini adalah dimana nilai PPM dalam air nutrisi lebih besar dari 1000 PPM. Berikut adalah hasil tangkapan layar dari serial *monitor Arduino* IDE. Pada keadaan seperti ini maka pompa yang akan menyala adalah pompa sirkulasi dan air baku.



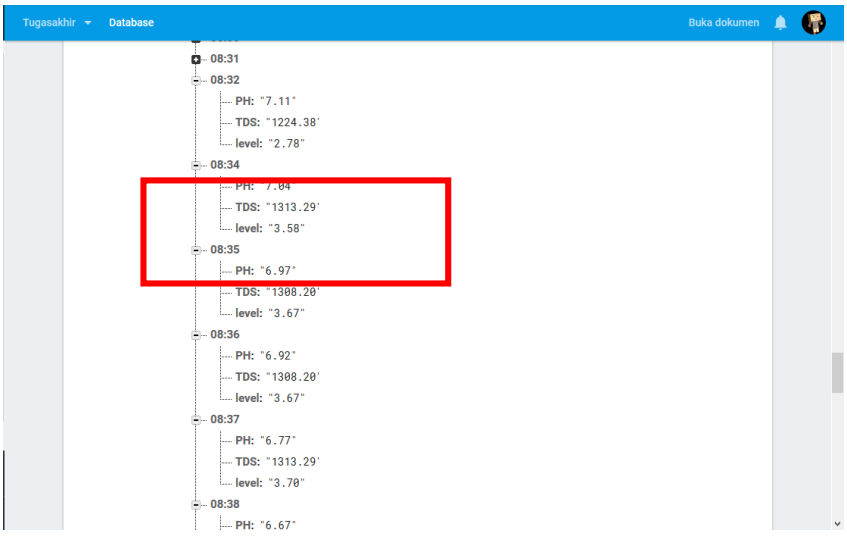
Gambar 4.29 Pengujian air kondisi TDS tinggi



Gambar 4.30 Reaksi *Relay* saat kondisi TDS tinggi

Dapat dilihat pada Gambar 4.30, seperti yang telah disebutkan pada poin 2 di atas. *Relay* yang menyala berwarna adalah *relay* air baku. *Relay* air baku menyala sebagai reaksi dari *relay* untuk menstabilkan nilai PPM agar kembali turun ke angka normal.

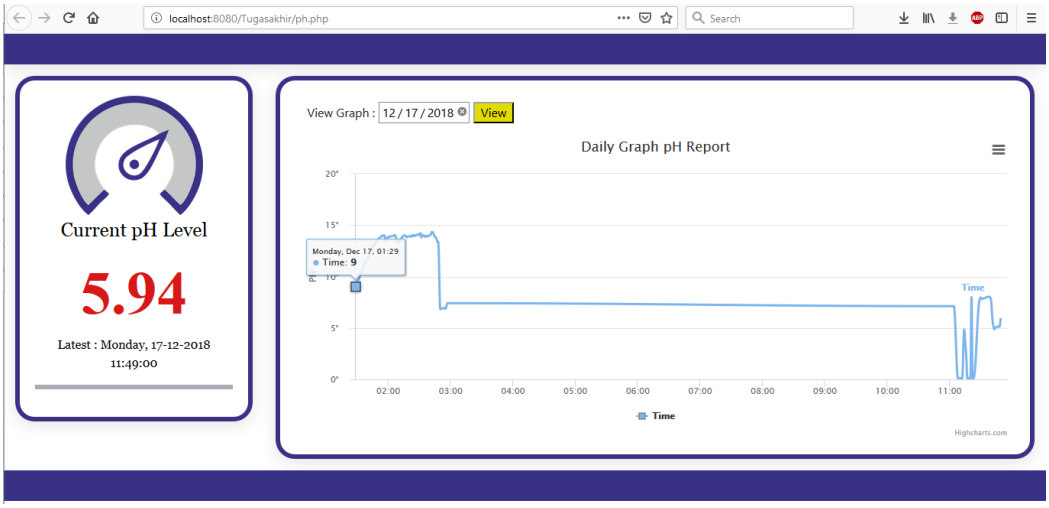
Berikut dapat dilihat pada Gambar 4.31 adalah hasil data yang telah dikrimkan ke dalam *Firebase*. Data yang muncul tersebut sama seperti data yang tertera dalam serial monitor *Arduino* IDE.



Gambar 4.31 Data di *Firebase* menunjukkan kondisi TDS tinggi

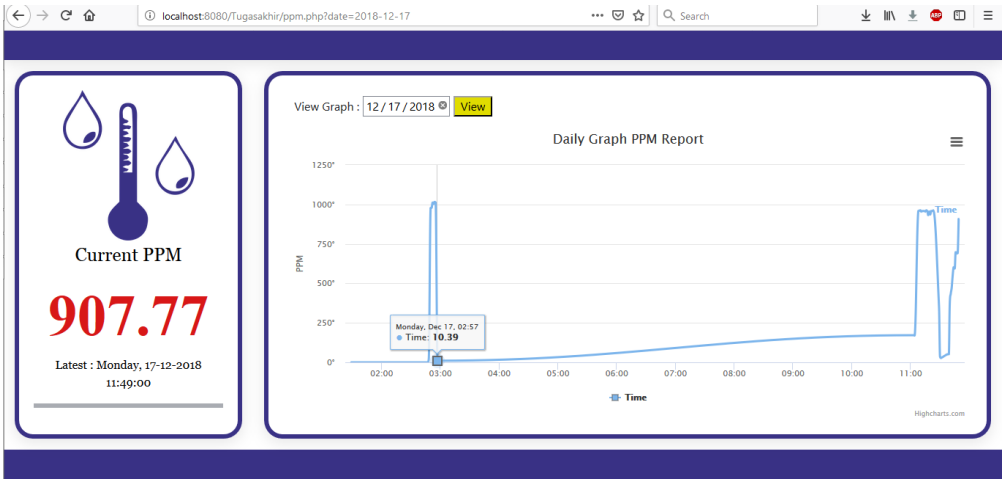
3. Tampilan *website*

Gambar-gambar di bawah ini adalah tampilan *website* sistem *Irrigation Scheduling* tanaman hidroponik.



Gambar 4.32 Tampilan grafik sensor pH

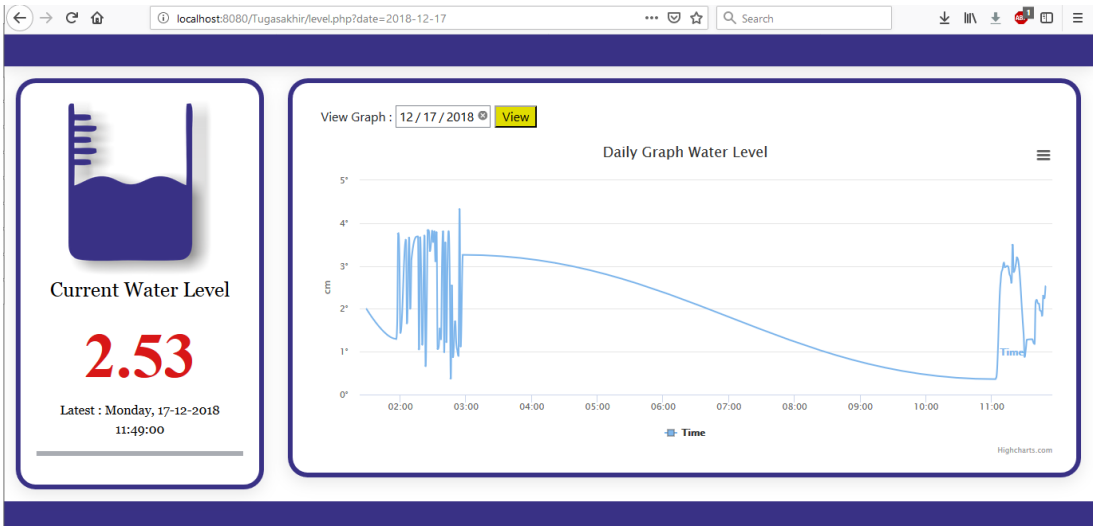
Gambar 4.32 menjelaskan tentang tampilan dari sensor pH yang datanya diambil dari *Firebase*. Grafik tersebut menampilkan data perhari dari sensor. Terdapat pilihan tanggal pada bagian atas grafik tersebut, berguna untuk mengecek perubahan pH perharinya. Hal ini dapat memudahkan bagi pengguna, sehingga pengguna dapat memantau kadar pH dari tanaman tersebut. Angka merah yang tertera pada bagian kiri *website* adalah data aktual yang dikirim langsung oleh sensor pada saat itu. Data tersebut dapat dipastikan aktual dengan melihat waktu yang berada di bawah data berwarna merah tersebut. Angka 5.69 tersebut mengindikasikan bahwa keaadaan pH pada saat tersebut normal.



Gambar 4.33 Tampilan grafik sensor PPM

Gambar 4.33 yang datanya diambil dari *Firebase*. Grafik tersebut menampilkan data perhari dari sensor. Terdapat pilihan tanggal pada bagian atas grafik tersebut, berguna untuk

mengecek perubahan PPM perharinya. Hal ini dapat memudahkan bagi pengguna, sehingga pengguna dapat memantau kadar PPM dari tanaman tersebut. Angka merah yang tertera pada bagian kiri *website* adalah data aktual yang dikirim langsung oleh sensor pada saat itu. Data tersebut dapat dipastikan aktual dengan melihat waktu yang berada di bawah data berwarna merah tersebut. Angka 907,77 tersebut mengindikasikan bahwa keaadaan PPM pada saat tersebut cukup tinggi.



Gambar 4.34 Tampilan grafik sensor ketinggian air

Gambar 4.34 menjelaskan tentang tampilan dari sensor ketinggian air yang datanya diambil dari *Firebase*. Grafik tersebut menampilkan data perhari dari sensor. Terdapat pilihan tanggal pada bagian atas grafik tersebut, berguna untuk mengecek perubahan ketinggian air perharinya. Hal ini dapat memudahkan bagi pengguna, sehingga pengguna dapat memantau kadar PPM dari tanaman tersebut. Angka merah yang tertera pada bagian kiri *website* adalah data aktual yang dikirim langsung oleh sensor pada saat itu. Data tersebut dapat dipastikan aktual dengan melihat waktu yang berada di bawah data berwarna merah tersebut. Angka 2,53 tersebut mengindikasikan bahwa keadaan ketinggian air pada saat tersebut normal, karena berada pada ketinggian di atas 0,49 cm.

4.5 Kelebihan dan kekurangan sistem

Dalam sistem yang telah dibuat, memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan, yaitu:

a. Kelebihan

1. *Monitoring* dilakukan secara *online.*
2. Terdapat grafik yang memudahkan pengguna untuk memantau penggunaan nutrisi setiap harinya.
3. Nutrisi tanaman mengalir secara otomatis, sehingga pengguna tidak perlu untuk menyalakan ataupun mematikan aliran nutrisi.
4. Terdapat penyeimbang kadar pH yang mengalir secara otomatis.

b. Kekurangan

1. Dalam sistem ini hanya mampu mendeteksi nilai PPM dan pH pada air nutrisi.
2. Terbatasnya ragam sensor yang ada, membuat sistem harus dibangun dengan sensor yang kurang akurat dalam pembacaannya.
3. Beberapa sensor harus dilakukan penggantian berkala.
4. Semua sensor harus diletakkan terpisah, tidak dalam satu wadah. Karena dapat berpengaruh terhadap hasil pembacaan sensor satu dengan yang lainnya.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan yaitu purwarupa perangkat sensor yang telah dibuat dengan *Arduino* UNO dapat melakukan pembacaan sifat air di dalam nutrisi tanaman selada hidroponik dengan menggunakan sensor pH dan TDS. Sementara untuk ketinggian air menggunakan sensor *water level.* Air nutrisi juga dapat mengalir sesuai dengan kebutuhan nutrisi tanaman, menggunakan pengukuran sensor-sensor tersebut. Sistem juga dapat mengirimkan data secara *realtime* dan menyimpan hasilnya pada sebuah basis data *cloud* bernama *Firebase*, dan menampilkan hasilnya ke dalam *website*, sehingga pengguna dapat memantau kadar dari mineral air, kadar pH maupun ketinggian air tanaman. Meskipun sensor yang digunakan ini, terkadang masih mengalami beberapa kesalahan pembacaan yang disebabkan oleh beberapa hal, seperti gangguan aliran listrik dan permasalahan kabel-kabel yang terhubung. Dengan demikian sistem juga dapat melakukan penjadwalan pengairan dengan cara mengalirkan kadar nutrisi sesuai kebutuhan tanaman.

5.2 Saran

Penelitian yang telah dilakukan ini masih memiliki banyak kekurangan, adapun saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini yaitu sebagai berikut:

a. Pengembang dapat menambahkan sensor selain sensor pH, PPM, atau *water level*.
b. Pengembang selanjutnya sbeaiknya mencari sensor yang lebih akurat dalam pembacaannya.
c. Pengembang sistem selanjutnya diharapkan dapat memperbaiki kesalahan pada pembacaan sensor serta pemasangan kabel penghubung yang lebih baik.
d. Desain alat yang dignakan dalam sistem ini masih memiliki beberapa kesalahan, dhiarapkan pengembang dapat memeprbaikinya dan melakukan beberapa pengingkatan.
e. Pengembang selanjutnya diharapkan dapat menyatukan semua sensor dalam 1 wadah agar lebih praktis dalam pemasangannya.
f. Sebaiknya menggunakan sensor yang dapat dipastikan *durability*-nya.

DAFTAR PUSTAKA

Händel, K. (1972). Alkoholwirkung in der Resorptionsphase. *Therapie Der Gegenwart*, *111*(5), 756–757 passim.

Kom, S., & Kom, M. (2016). SISTEM PENGAMANAN PINTU RUMAH BERBASIS Internet Of Things (IoT) Dengan ESP8266, *7*(4), 262–268.

Kurniawan, W. A. (2016). Budidaya Tanaman Selada Cos / Romaine Lettuce Secara Organik. *PAPER DASAR DASAR AGRONOMI*.

Lingga, P. (1984). *Hidroponik Bercocok Tanam Tanpa Tanah*. Niaga Swadaya.

Mas'ud, H. (2009). Sistem hidroponik dengan nutrisi dan media tanam berbeda terhadap pertumbuhan dan hasil selada. *Media Litbang Sulteng*, *2*(2), 131–136.

Mubarok, E. A. (2017). Pasar Sayur Hidroponik Menjanjikan. *Jawa Pos RADAR BOJONEGORO*. BOJONEGORO.

Pamungkas, H. S., Bandriyati, R., Putri, A., & Muliawati, E. S. (2013). Budidaya Selada pada Vertikultur Hidroponik Sistem Karpet Lettuce Cultivation on Hydroponic Verticulture of Carpet System Contact Author : endangsetia_agr@ymail.com, *15*(2), 41–45.

Purbajanti, E. D., Slamet, W., & Kusmiyati, F. (2017). *Hidroponik Bertanam Tanpa Tanah*. Ef. Press Digimedia.

Roberto, K. (2003). *HOW TO HYDROPONICS* (4th ed.). New York: The Futuregarden Press.

Rukmana, Ir. H. Rahmat , MBA., M. S. (1994). *Bertanam Selada & Andewi*. Kanisius.

Rukmana, R. (1994). *Bertanam Selada dan Andewi*. Ygyakarta: Kanisius.

Sasmito, G. W. (2017). Penerapan Metode Waterfall Pada Desain Sistem Informasi Geografis Industri Kabupaten Tegal. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, *2*(1), 6–12. http://doi.org/10.30591/JPIT.V2I1.435

Soh, J. (2012). Pertanian Hidroponik Kian Populer di Amerika. Retrieved from https://www.voaindonesia.com/a/pertanian-hidroponik-kian-populer-di-amerika-142678245/106109.html

Suprijadi, N. Nuraini, M. Y. (2009). *Sistem Kontrol Nutrisi Hidroponik Dengan Menggunakan Logika Fuzzy*.

Suryawinata, H., Purwanti, D., & Sunardiyo, S. (2017). Sistem Monitoring pada Panel Surya Menggunakan Data logger Berbasis ATmega 328 dan Real Time Clock DS1307, *9*(1).

Wibowo, S., & Asriyanti, A. (2013). Aplikasi Hidroponik NFT pada Budidaya Pakcoy (Brassica rapa chinensis). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, *13*(3), 159–167.

Wulandari, S., Harjoko, D., & Djoko, T. (2016). Pertumbuhan selada dalam hidroponik substrat dengan perbedaan ukuran serat aren dan nutrisi, 165–172. Retrieved from http://jurnal.fp.uns.ac.id/index.php/semnas/article/download/963/675

LAMPIRAN