



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR – TE 141599

**MONITORING DAN KONTROL SISTEM
PENYEMPROTAN AIR UNTUK BUDIDAYA
AEROPONIK MENGGUNAKAN NODEMCU ESP8266**

Samuel L. H. Siregar
NRP 07111340000125

Dosen Pembimbing
Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

-halaman ini sengaja dikosongkan-



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT – TE 141599

***MONITORING AND CONTROL OF WATER SPRAYING
SYSTEM FOR AEROPONIC CULTIVATION USING
NODEMCU ESP8266***

Samuel L. H. Siregar
NRP 07111340000125

Advisor
Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
Faculty of Electrical Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

-halaman ini sengaja dikosongkan-

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul **“MONITORING DAN KONTROL SISTEM PENYEMPROTAN AIR UNTUK WUDIDAYA AEROPONIK MENGGUNAKAN NODEMCU ESP8266”** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juni 2018



Samuel L. H. Siregar
07111340000125

-halaman ini sengaja dikosongkan-

**MONITORING DAN KONTROL SISTEM
PENYEMPROTAN AIR UNTUK BUDIDAYA
AEROPONIK MENGGUNAKAN NODEMCU ESP8266**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

Pada

**Bidang Studi Elektronika
Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Menyetujui:

Dosen Pembimbing

Dr. Muhammad Rivai, S.T., M.T.

NIP. 196904261994031003



-halaman ini sengaja dikosongkan-

MONITORING DAN KONTROL SISTEM PENYEMPROTAN AIR UNTUK BUDIDAYA AEROPONIK MENGGUNAKAN NODEMCU ESP8266

Nama : Samuel L. H. Siregar
Pembimbing : Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.

ABSTRAK

Salah satu masalah utama yang dihadapi Indonesia di bidang pertanian adalah berkurangnya lahan pertanian akibat beralih fungsi menjadi pemukiman. Dibutuhkan sebuah metode tanam di lahan sempit, salah satunya adalah hidroponik yang menggunakan media air untuk mengalirkan nutrisi yang dibutuhkan ke akar tanaman. Namun, metode ini masih memiliki beberapa kekurangan khususnya pada penggunaan air yang kurang efisien dan tingkat aerasi pada akar yang kurang maksimal. Aeroponik sebagai modifikasi dari hidroponik mulai banyak digunakan, yaitu bertanam dengan cara membiarkan akar tanaman tergantung bebas di udara. Pemberian nutrisi dilakukan dengan cara mengubah larutan nutrisi dari wujud cair menjadi kabut yang kemudian disemprotkan ke akar tanaman. Pada penelitian ini, penulis merancang sebuah ruang tumbuh *GrowBox*, dengan sebuah sistem kontrol yang mengatur penyemprotan larutan nutrisi ke akar tanaman, juga pemantau temperatur dan kelembapan relatif dari ruang tumbuh melalui internet. Mikrokontroler yang digunakan adalah NodeMCU ESP8266 dengan modul sensor DHT22 sebagai sensor temperatur dan kelembapan relatif, sensor HC-SR04 untuk mendeteksi ketinggian air, *ultrasonic atomizer* sebagai pengubah wujud larutan nutrisi menjadi kabut, kipas DC sebagai pendistribusi kabut dan pompa DC untuk memompa larutan nutrisi. Hasil percobaan menunjukkan sensor DHT22 dapat mengukur kelembapan relatif dan temperatur *GrowBox* dengan error 1,54% dan menjadi sinyal perintah bagi aktuator untuk bekerja, sensor HC-SR04 dapat mendeteksi level nutrisi dengan error 0,09 cm, dan *ultrasonic atomizer* dapat mengubah larutan nutrisi menjadi kabut dan meningkatkan nilai kelembapan *GrowBox* yang dirancang sesuai nilai yang ditentukan (85%).
Kata kunci: Aeroponik, DHT22, NodeMCU ESP8266, *Ultrasonic atomizer*

-halaman ini sengaja dikosongkan-

MONITORING AND CONTROL OF WATER SPRAYING SYSTEM FOR AEROPONIC CULTIVATION USING NODEMCU ESP8266

Name : Samuel L. H. Siregar
Advisor : Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.

ABSTRACT

One of the main problems facing Indonesia in its agriculture is the decrease of agricultural land due to its functional shift into settlements. A method of planting in a narrow field is required, one of which is the hydroponics cultivation that uses water media to deliver the nutrients needed to plant roots. However, this method still has some drawbacks, especially on the use of water that is still less efficient and the level of aeration at the roots that less than maximum. Aeroponics as a modification of hydroponics began to be widely used, ie planted by allowing the roots of plants hanging freely in the air. Nutrition is done by changing the nutrient solution from the liquid into a mist which is then sprayed onto the roots of the plant. In this study, the authors designed a growing space of GrowBox, with a control system that regulates spraying nutrient solutions to plant roots, as well as monitoring the temperature and relative humidity of the growing space via the internet. The microcontroller used is NodeMCU ESP8266 with DHT22 sensor module as temperature and relative humidity sensor, HC-SR04 sensor to detect water level, ultrasonic atomizer as converting nutrient solution form into mist, DC fan as fog and DC pump distributor for pumping nutrient solution. The experimental results show that the DHT22 sensor can measure the relative humidity and GrowBox temperature with error 1,54% and become a command signal for the actuator to work, the HC-SR04 sensor can detect the nutritional level with error 0,09 cm, and ultrasonic atomizer can convert the nutrient solution into mist and increase the value of GrowBox moisture designed according to the specified value (85%).

Keyword(s) : *Aeroponic, DHT22, NodeMCU ESP8266, Ultrasonic atomizer*

-halaman ini sengaja dikosongkan-

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunia dan tuntunan-Nya sajalah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Monitoring dan Kontrol Sistem Penyemprotan Air untuk Budidaya Aeroponik Menggunakan NodeMCU ESP8266”** ini. Selama pelaksanaan hingga penyelesaian laporan tugas akhir ini penulis tidak pernah lepas dari bantuan berbagai pihak yang mendukung penulis baik secara moral juga materil. Oleh karena itu, dengan hormat dan rasa rendah diri penulis sampaikan terima kasih sebesar besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Muhammad Rivai, ST., MT. yang telah berkenan menjadi dosen pembimbing untuk mendidik, mengarahkan, dan membantu penulis hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
2. Bapak Ir.Tasripan, M.T. selaku dosen wali yang telah memotivasi penulis hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Tasripan, M.T., Bapak Dr. Eng. Ir. Totok Mujiono, M.Ikom, Dr. Astria Nur Irfansyah, S.T., M.Eng, dan Bapak Fajar Budiman, S.T. M.Sc. selaku dosen penguji yang telah menyediakan waktunya untuk menguji dan memberikan koreksi terhadap tugas akhir penulis
4. Keluarga penulis yang telah memberikan dukungan materil terlebih moril sepanjang penyelesaian tugas akhir ini.
5. Kepada seluruh dosen Fakultas Teknologi Elektro ITS
6. Alumni dan senior yang berkat laporan tugas akhir mereka dapat mempermudah dalam pengerjaan alat dan laporan tugas akhir ini.
7. Mahasiswa bidang studi elektronika khususnya rekan-rekan Laboratorium Elektronika Industri B402 dan Laboratorium Elektronika Dasar B202.

Dan juga semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu. Semoga selalu dipermudah dalam segala urusan dan kepentingan kalian.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan, juga mengharapkan masukan berupa kritik dan saran dari pembaca. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat.

Surabaya, Juli 2018

Samuel L. H. Siregar

-halaman ini sengaja dikosongkan-

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Metodologi Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
1.7 Relevansi.....	6
BAB II DASAR TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Aeroponik.....	7
2.2 Nutrisi	10
2.3 Kavitasasi	13
2.4 Sensor Kelembapan Kapasitif.....	16
2.4.1 Sensor Temperatur dan Kelembapan DHT22	17
2.5 Sensor Jarak Ultrasonik.....	18
2.5.1 Sensor Jarak HC-SR04.....	20
2.6 NodeMCU ESP8266	21
2.7 <i>Internet of Things</i>	25
2.8 Blynk.....	26
2.9 <i>Time Proportional Control</i>	28
BAB III PERANCANGAN SISTEM	31
3.1 Rancangan Perangkat Keras	31
3.1.1 Rancangan Ruang Penumbuh <i>GrowBox</i>	31
3.1.2 Rancangan Rangkaian Elektronik Pengontrol.....	32
3.1.3 Rancangan Pendeteksi Ketinggian Air.....	38
3.1.4 Rancangan Pendeteksi Kelembapan dan Temperatur	38
3.2 Rancangan Perangkat Lunak	39
3.2.1 Rancangan Antarmuka	39
3.2.2 Flowchart Program Kontrol	42
3.2.3 Rancangan Program	43

BAB IV HASIL PENGUJIAN	47
4.1 Realisasi <i>GrowBox</i>	47
4.2 Pengujian Ultrasonic atomizer	49
4.3 Pengujian kipas DC	50
4.4 Pengujian Sensor DHT 22	52
4.5 Pengujian Sensor HC-SR04	54
4.6 Pengujian Penggunaan <i>Ultrasonic atomizer</i> dan <i>DC Fan</i>	56
BAB V PENUTUP	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	61
BIOGRAFI PENULIS	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik laju perubahan luas lahan sawah (ha) di beberapa provinsi di pulau jawa.....	2
Gambar 1. 2 Ilustrasi konsep <i>urban farming</i>	2
Gambar 2. 1 Akar tanaman kentang dengan metode aeroponik.....	7
Gambar 2. 2 Nutrisi AB-Mix.....	12
Gambar 2. 3 Ringkasan grafis dari peristiwa pembentukan kabut.....	14
Gambar 2. 4 <i>Ultrasonic atomizer</i> dengan 1 mata.....	15
Gambar 2. 5 Kabut yang dihasilkan <i>ultrasonic atomizer</i>	15
Gambar 2. 6 Ilustrasi susunan material kapasitor.....	16
Gambar 2. 7 Sensor DHT22 dan komponen penyusunnya.....	17
Gambar 2. 8 Diagram pita frekuensi suara.....	18
Gambar 2. 9 Ilustrasi prinsip kerja sensor ultrasonik.....	19
Gambar 2. 10 Modul sensor HC-SR04.....	20
Gambar 2. 11 <i>Timing</i> diagram modul sensor HC-SR04.....	21
Gambar 2. 12 ESP8266-12E.....	22
Gambar 2. 13 NodeMCU ESP8266 development board.....	22
Gambar 2. 14 Konfigurasi pin NodeMCU ESP8266 <i>dev. Board</i>	23
Gambar 2. 15 Blok diagram fungsional.....	23
Gambar 2. 16 Konsep IoT.....	26
Gambar 2. 17 Ilustrasi hubungan antara BLYNK dan perangkat IoT... ..	27
Gambar 2. 18 Kontrol Proporsional.....	28
Gambar 2. 19 Konsep dasar kontrol waktu proporsional.....	29
Gambar 2. 20 Parameter pada kontrol waktu proporsional.....	30
Gambar 3. 1 Rancangan kotak <i>GrowBox</i>	32
Gambar 3. 2 Hubungan antar komponen elektronik.....	33
Gambar 3. 3 Konfigurasi pin sensor DHT22.....	34
Gambar 3. 4 Koneksi antara NodeMCU dengan DHT22.....	34
Gambar 3. 5 Konfigurasi pin sensor HC-SR04.....	35
Gambar 3. 6 Koneksi NodeMCU ESP8266 dengan sensor HC-SR04..	35
Gambar 3. 7 Koneksi NodeMCU ESP8266 dengan modul relay.....	36
Gambar 3. 8 Modul relay 4 kanal.....	36
Gambar 3. 9 Skematik modul relay 4 kanal.....	37
Gambar 3. 10 Posisi peletakan sensor HC-SR04.....	38
Gambar 3. 11 Posisi peletakan sensor DHT22.....	38
Gambar 3. 12 Halaman awal Blynk App.....	39
Gambar 3. 13 (a) Menu utama; (b) membuat <i>project</i> baru.....	40
Gambar 3. 14 (a) <i>widget</i> kategori <i>display</i> dan (b) <i>controllers</i>	41
Gambar 3. 15 Hasil akhir rancangan antarmuka <i>GrowBox</i>	41

Gambar 3. 16 <i>Flowchart</i> kontrol penyemprotan.....	42
Gambar 3. 17 Bagan kontrol sistem.....	43
Gambar 3. 18 Arduino IDE sebagai kompiler untuk memrogram NodeMCU ESP8266	44
Gambar 3. 19 Kode inisialisasi Blynk dan ESP8266.....	44
Gambar 3. 20 Potongan kode program bagian loop.....	45
Gambar 3. 21 Rutin pembacaan sensor HC-SR04.....	45
Gambar 3. 22 Rutin pembacaan sensor DHT22	46
Gambar 3. 23 Potongan kode setup kontrol waktu proporsional	46
Gambar 3. 24 Potongan kode kontrol waktu proporsional	46
Gambar 4. 1 <i>Box Styrofoam</i>	47
Gambar 4. 2 Kotak yang sudah diberi lubang untuk 9 pot tanaman	48
Gambar 4. 3 Bagian dalam kotak <i>styrofoam</i> yang diberi sekat.....	48
Gambar 4. 4 (a) volume larutan nutrisi sebelum dikabutkan; (b) sesudah dikabutkan	49
Gambar 4. 5 Pengujian ketinggian larutan optimal.....	50
Gambar 4. 6 Serbuk putih dari larutan nutrisi yang dikabutkan	50
Gambar 4. 7 Kipas DC.....	51
Gambar 4. 8 Kipas DC yang sedang beroperasi pada posisinya.....	51
Gambar 4. 9 Grafik pembacaan temperatur oleh DHT22	52
Gambar 4. 10 Grafik pembacaan kelembapan oleh DHT22	52
Gambar 4. 11 Perbandingan nilai pembacaan sensor	53
Gambar 4. 12 Pengujian HC-SR04.....	54
Gambar 4. 13 Pengujian sensor HC-SR04 pada <i>GrowBox</i>	55
Gambar 4. 14 Posisi pemasangan sensor dan <i>ultrasonic atomizer</i>	55
Gambar 4. 15 Kelembapan <i>GrowBox</i> (a) sebelum sistem dijalankan; (b) sesudah sistem dijalankan	56
Gambar 4. 16 Realisasi <i>GrowBox</i> dan kontrolnya	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Aeroponik dengan sistem tanam konvensional (media tanah).....	8
Tabel 2. 2 Kandungan unsur nutrisi <i>AB mix</i>	11
Tabel 2. 3 Tabel pH dan TDS untuk sayuran daun	12
Tabel 2. 4 Tabel pH dan TDS untuk sayuran buah	12
Tabel 2. 5 Spesifikasi modul sensor DHT-22	18
Tabel 2. 6 Spesifikasi dan parameter kerja modul sensor HC-SR04 ...	20
Tabel 2. 7 Spesifikasi NodeMCU ESP8266 dev. board	25
Tabel 4. 1 Perbandingan DHT22 dan sensor komersil	53
Tabel 4. 2 Hasil pengujian sensor HC-SR04.....	54
Tabel 4. 3 Output dari kontrol on proporsional.....	57

-halaman ini sengaja dikosongkan-

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan sumber daya alam yang sangat melimpah. Berada pada kawasan yang strategis, beriklim tropis dengan penyinaran matahari sepanjang tahun menjadi keunggulan tersendiri bagi Indonesia khususnya dalam bidang pertanian. Pertanian di Indonesia dapat dikatakan sebagai roda penggerak perekonomian nasional, selain untuk menghasilkan bahan pangan guna memenuhi kebutuhan masyarakat. Peningkatan jumlah penduduk menuntut sektor pertanian untuk semakin produktif dalam mencukupi kebutuhan pangan.

Namun ternyata hasil pertanian Indonesia sendiri belum maksimal. Bahkan untuk beberapa komoditas Indonesia masih melakukan impor dari negara lain. Produktivitas pertanian Indonesia ternyata masih cukup rendah. Salah satu penyebab utama rendahnya hasil produksi pertanian Indonesia yang paling terlihat adalah semakin berkurangnya lahan pertanian Indonesia. Semakin meningkatnya jumlah penduduk menyebabkan semakin meningkat pula kebutuhan akan tempat tinggal, sehingga terjadi peralihan fungsi lahan yang tadinya adalah lahan pertanian menjadi lahan untuk pemukiman. Data Luas Lahan Sawah Menurut Provinsi (ha), 2003–2014 yang dikutip dari BPS pada Gambar 1.1 menunjukkan penurunan luas lahan sawah pada beberapa provinsi di Indonesia, khususnya pulau Jawa [1]. Keterbatasan lahan di tengah pesatnya laju pertumbuhan penduduk (yang juga berarti tingkat kebutuhan pangan juga bertambah) ini menuntut adanya inovasi dalam hal bercocok tanam dengan memanfaatkan lahan sempit yang masih tersisa namun tetap dapat menghasilkan produk pertanian yang maksimal.

Konsep *urban farming* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.2 menjadi salah satu jawaban atas permasalahan keterbatasan lahan ini. *Urban farming* sendiri memiliki arti melakukan usaha cocok tanam di lahan-lahan sempit kosong yang biasanya ada di perkotaan, seperti pada atap, teras, balkon, bahkan dinding [2]. Salah satu metode tanam yang sudah mulai populer dan banyak digunakan masyarakat Indonesia untuk melakukan urban farming adalah hidroponik. Hidroponik adalah metode untuk menumbuhkan tanaman dengan cara memberikan larutan nutrisi yang diatur agar sesuai



Gambar 1. 1 Grafik laju perubahan luas lahan sawah (ha) di beberapa provinsi di pulau jawa [1]



Gambar 1. 2 Ilustrasi konsep *urban farming*

dengan tanaman tanpa media tanam tanah. [2][3]. Dengan metode ini, akar tanaman mendapat asupan nutrisi dari larutan nutrisi yang dialirkan secara terus-menerus melewati akar-akar tanaman. Teknik hidroponik memiliki kelebihan dalam hal efisiensi penggunaan lahan. Hal ini dapat dicapai karena semua kebutuhan nutrisi tanaman sudah tersedia pada larutan nutrisi yang dialirkan, sehingga tidak membutuhkan lahan tanah yang luas untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tersebut. Namun, teknik ini sendiri masih memiliki kekurangan, salah satunya adalah tingkat aerasi / oksigenisasi akar tanaman yang rendah akibat akar tanaman yang selalu terendam larutan nutrisi. Jumlah air yang berlebih dalam sistem hidroponik akan mengurangi jumlah oksigen dalam larutan nutrisi. Selain itu, kadar nutrisi dalam larutan juga butuh perhatian khusus agar tidak terlalu sedikit karena akan menyebabkan pertumbuhan yang maksimal, juga tidak boleh terlalu pekat karena akan menyebabkan sulit untuk diserap akar tanaman, dan akan memiliki efek beracun pada tanaman [3].

Untuk menjawab kekurangan dari sistem hidroponik di atas, dikembangkanlah sebuah metode budidaya aeroponik. Aeroponik sendiri pada dasarnya adalah modifikasi dari teknik hidroponik, namun dengan metode penghantaran larutan nutrisi yang berbeda. Pada budidaya aeroponik, larutan nutrisi yang mengandung unsur-unsur hara yang dibutuhkan tanaman dijadikan butiran-butiran air seperti kabut dan kemudian disemprotkan ke akar tanaman. Dengan teknik cocok tanam ini, meskipun luas lahan tanamnya sempit, tapi produktivitas lahan tetap dapat tinggi. Namun, teknik ini juga memiliki kesulitan, yaitu pada perawatannya yang butuh perhatian lebih. Akar tanaman aeroponik harus selalu mendapat semprotan larutan nutrisi agar tidak kering dan menjadi layu. Selain itu, intensitas semprotan juga harus diatur agar tidak terlalu sedikit maupun terlalu banyak sehingga akar tanaman dapat menyerap nutrisi yang diberikan dengan maksimal.

Dalam penelitian ini penulis merancang sebuah ruang tumbuh untuk budidaya aeroponik, dengan sistem untuk mengontrol waktu dan durasi dari penyemprotan larutan nutrisi pada budidaya aeroponik secara otomatis berdasarkan nilai pembacaan sensor temperatur dan kelembapan relatif. Harapannya adalah untuk memastikan agar akar tanaman tidak sampai kering dan kemudian menjadi layu. Selain itu dirancang juga sebuah sistem pemantauan ruang tumbuh melalui internet, dimana pengguna dapat memantau kondisi ruang tumbuh dan juga mengontrol secara manual sistem penyemprotan larutan nutrisi yang ada melalui internet jika sewaktu-waktu dibutuhkan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan beberapa permasalahan utama dalam tugas akhir ini, yaitu:

1. Bagaimana merancang ruang tumbuh bercocok tanam aeroponik.
2. Bagaimana merancang sistem pemantauan temperatur dan kelembapan pada ruang tanam sistem aeroponik.
3. Bagaimana merancang sistem penyiraman dan pemberian nutrisi pada tanaman serta kontrolnya.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Faktor pertumbuhan yang diatur oleh sistem ini dibatasi pada temperatur dan kelembapan relatif.
2. Faktor kepekatan larutan nutrisi dan nilai konduktivitas elektrik (ec) diatur secara manual oleh pengguna.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Terealisasinya ruang tumbuh untuk teknik bercocok tanam aeroponik.
2. Implementasi sensor temperatur dan kelembapan digital sebagai pemantau temperatur dan kelembapan pada ruang tanam sistem aeroponik.
3. Implementasi ultrasonik sebagai alat penyemprot larutan nutrisi pada akar tanaman dan penggunaan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler dalam sistem penyemprotan larutan nutrisi.

1.5 Metodologi Penelitian

Metode penelitian dalam penyelesaian tugas akhir ini dilakukan dalam lima tahap sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Dalam tahap ini dilakukan studi terhadap buku, jurnal, artikel, berita, dan sumber pustaka lainnya yang dapat dijadikan sebagai dasar teori untuk penulisan tugas akhir ini, seperti dasar teknik budidaya aeroponik, cara mengubah larutan nutrisi dari bentuk cair menjadi kabut menggunakan ultrasonik, penggunaan NodeMCU ESP8266 sebagai bagian dari sistem pengontrol penyiraman yang dapat dikendalikan juga melalui internet (IoT), penggunaan modul sensor DHT22 sebagai sensor temperatur dan kelembapan relatif, dan pemanfaatan Blynk sebagai penyedia layanan IoT berbasis *cloud*

2. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Pada tahap ini akan dirancang perangkat keras yang akan digunakan untuk tugas akhir ini. Perangkat keras ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu rangka untuk tempat menanam dan rangkaian kontroler dengan NodeMCU ESP8266 sebagai otak dari sistem kontrol yang akan digunakan untuk mengontrol mesin pengabut larutan nutrisi, pompa air DC, dan kipas DC serta penghubung antara perangkat yang dikontrol dengan pengguna melalui internet.

3. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Pada tahap ini akan dirancang sebuah ruang tumbuh (*GrowBox*) yang nantinya menjadi tempat tanaman bertumbuh, beserta peletakan komponen-komponen elektronik yang dibutuhkan pada sistem ini. Selain itu dirancang juga algoritma kontrol untuk melakukan tugas penyiraman / penyemprotan akar tanaman. Proses penyemprotan akan dilakukan berdasarkan waktu yang sudah ditentukan sebelumnya (*timer*) dan masukan dari sensor kelembapan. Terakhir, akan dirancang sebuah antarmuka untuk pemantauan dan kontrol dari sistem penyemprotan nutrisi ini dengan memanfaatkan komponen-komponen yang tersedia pada aplikasi Blynk.

4. Pengujian Sistem

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian terhadap sensor DHT22 yang digunakan untuk mengukur tingkat kelembapan dan temperatur, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi dan apakah terdapat galat (*error*) pada kondisi riil atau tidak. Kemudian dilakukan uji pada pengabut ultrasonik, apakah dapat bekerja dengan baik (menghasilkan kabut air) atau tidak. Setelah itu dilakukan uji koneksi pada NodeMCU ESP8266, apakah dapat terkoneksi ke internet lewat Wi-Fi atau tidak. Setelah semua komponen diuji satu per satu, akan dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan untuk melihat apakah komponen yang terpasang dapat berfungsi seluruhnya dengan baik atau mengalami/memiliki nilai kesalahan tertentu.

5. Penulisan Laporan Tugas Akhir

Dalam tahap ini semua hasil yang didapat akan disusun sebagai sebuah laporan yang diharapkan nantinya dapat digunakan sebagai sebuah referensi di bidang terkait.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini disusun dengan sistematika penulisan laporan sebagai berikut:

- **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini membahas landasan dasar dibuatnya tugas akhir ini yang berisi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metodologi, sistematika penulisan, dan relevansi dari penulisan tugas akhir ini.

- **BAB II DASAR TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi dasar teori dan tinjauan pustaka mengenai dasar budidaya tanaman secara aeroponik, sensor kelembapan dan suhu, mesin pengabut ultrasonik, dan NodeMCU ESP8266. Selain itu dijelaskan juga mengenai metode kontrol secara proporsional.

- **BAB III PERANCANGAN SISTEM**

Bab ini berisi rancangan sistem secara keseluruhan, baik dari segi perangkat keras maupun perangkat lunaknya. Komponen apa saja yang akan digunakan dalam sistem dan kegunaan dari masing-masing komponen tersebut akan dijelaskan pada bagian perangkat keras, sedangkan pada penjelasan perangkat lunak akan dijabarkan alur kerja sistem, logika yang digunakan dan antar muka yang sudah dirancang.

- **BAB IV HASIL PENGUJIAN**

Bab ini memaparkan hasil pengujian dari tiap komponen perangkat keras yang digunakan dan hasil pengujian dari jalannya sistem secara keseluruhan.

- **BAB V PENUTUP**

Dalam bab ini diberikan kesimpulan yang telah diperoleh dari pelaksanaan tugas akhir ini beserta dengan saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.

1.7 Relevansi

Harapan dari dilaksanakannya tugas akhir ini adalah dapat terealisasinya sistem kontrol dan monitoring dari teknik bercocok tanam aeroponik, sehingga nantinya teknik ini dapat diimplementasikan dengan lebih mudah lagi, bahkan oleh kalangan non-petani sekalipun, dan dapat membantu tercukupinya kebutuhan pangan ditengah berkurangnya luas lahan pertanian saat ini.

BAB II

DASAR TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aeroponik

Aeroponik adalah sebuah teknik bercocok tanam dengan cara menggantung akar tanaman di udara dan tumbuh di lingkungan lembap tanpa tanah, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1. Karena akarnya digantungkan di udara, dan tidak memerlukan tanah, memungkinkan teknik ini untuk dilakukan hampir di mana saja [4]. Aeroponik berasal dari kata *aero* yang berarti udara dan *ponus* yang berarti daya, sehingga aeroponik sendiri bermakna memberdayakan udara.

Aeroponik pada dasarnya merupakan modifikasi dari teknik bertanam hidroponik (memberdayakan air). Jika pada teknik bertanam hidroponik larutan nutrisi untuk tanaman disirkulasikan secara terus menerus dengan cara mengalirkannya, pada teknik aeroponik larutan nutrisi disemburkan dalam bentuk kabut hingga mengenai akar tanaman. Performa sistem bercocok tanam aeroponik berpotensi untuk melebihi metode konvensional [5]. Secara umum, keuntungan sistem aeroponik dibandingkan dengan sistem budidaya lain, diantaranya: 1) menggunakan jauh lebih sedikit air; 2) memberikan ketersediaan air yang seragam bagi tanaman sepanjang tahun; 3) memudahkan pengamatan umbi dan pemanenan umbi mini lebih nyaman dan bersih; 4) mengoptimalkan aerasi pada akar; 5) memungkinkan produksi intensif dalam area yang terbatas. Sistem Aeroponik mengoptimalkan aerasi akar yang merupakan faktor utama untuk meningkatkan hasil dibandingkan dengan hidroponik [6]. Perbandingan antara sistem tanam aeroponik dengan sistem tanam konvensional dapat dilihat pada Tabel 2.1.



Gambar 2. 1 Akar tanaman kentang dengan metode aeroponik

Tabel 2. 1 Perbandingan Aeroponik dengan sistem tanam konvensional (media tanah)

Item	Aeroponik	Tanam Konvensional
Kebutuhan lahan	Tidak butuh lahan luas dan datar, bisa ditanam bertumpuk, produktivitas tidak tergantung lahan	Butuh lahan luas dan datar, jenis dan lokasi lahan menentukan produktivitas
Musim	Relatif dapat dilakukan sepanjang waktu	Harus memperhatikan musim
Ketersediaan hasil panen	Dapat tersedia sepanjang tahun	Tergantung musim panen
Kualitas hasil panen	Bersih, sehat, renyah, aroma kurang	Tidak selalu bersih, belum tentu sehat, relatif liat/alot, aroma kuat
Sarana & prasarana	Butuh ruang khusus (<i>greenhouse</i>), butuh suplai listrik non-stop	Cukup lahan
Operator	Butuh lebih sedikit orang, namun harus mengerti teknologi	Butuh banyak orang, namun tidak perlu mengerti teknologi
Investasi awal	Sedang – besar (investasi alat penyemprot dan kontroler beserta sensor-sensornya)	Kecil – sedang (hanya menyiapkan lahan)
Waktu tanam	Pendek, bisa dilakukan terus tanpa jeda	Sedang – panjang, butuh waktu mengolah dan mengistirahatkan lahan
Pemenuhan nutrisi	Bisa diatur dengan formula yang pasti	Tidak dapat diatur dengan tepat
Hama dan penyakit	Relatif aman karena tidak menggunakan tanah	Lebih beresiko terkena penyakit

Secara teori, karena aeroponik adalah modifikasi dari teknik hidroponik, maka tanaman-tanaman yang bisa ditanam dengan teknik hidroponik pada dasarnya juga bisa ditanam dengan teknik aeroponik. Adapun tanaman yang bisa dan biasanya ditanam secara hidroponik terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu : 1) sayuran daun; 2) sayuran buah; 3) tanaman buah; 4) tanaman buah; 5) tanaman herba (tanaman untuk bumbu dan obat); dan 6) tanaman umbi, namun yang paling sering ditanam adalah tanaman sayuran daun.

Teknik bercocok tanam aeroponik memang menawarkan keunggulan dibandingkan dengan teknik hidroponik maupun teknik bercocok tanam konvensional, khususnya pada efisiensi penggunaan air dan tingkat produktivitas yang lebih tinggi, namun di balik keuntungan yang ditawarkan oleh teknik aeroponik, terdapat juga beberapa kekurangan. Salah satu faktor yang menyebabkan teknik bertanam aeroponik kurang populer adalah karena tingkat kerumitan yang cukup tinggi dalam penerapannya. Teknik ini membutuhkan perawatan lebih dibanding teknik lainnya. Teknik aeroponik ini membutuhkan pengecekan dan pengontrolan yang ketat pada tanaman, khususnya pada bagian akar agar tidak sampai kering, karena akan menyebabkan tanaman menjadi layu dan mati. Selain itu larutan nutrisi yang diberikan juga harus dikontrol agar sesuai dengan kebutuhan tanaman, sehingga bisa didapat hasil tanaman yang berkualitas dengan harga jual tinggi.

Salah satu solusi yang dapat mengatasi masalah kerumitan perawatan tanaman dengan teknik aeroponik ini adalah dengan mengaplikasikan beberapa macam sensor yang dapat memantau faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi perkembangan dari tanaman. Beberapa faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman diantaranya adalah : 1) temperatur; 2) kelembapan; 3) intensitas cahaya; 4) kadar O₂ dan CO₂; dan 5) kecepatan dan arah angin [5]. Selain itu, parameter dari larutan nutrisi yang disemprotkan seperti konduktivitas elektrik atau ec (konsentrasi ion-ion yang terlarut dalam larutan nutrisi), pH (tingkat keasaman larutan nutrisi), dan TDS (*total dissolved solution*, atau jumlah partikel yang terdapat pada sebuah larutan) juga memiliki pengaruh, dan nilainya harus dijaga agar berada pada nilai ideal. Hasil monitoring yang dilakukan ini kemudian dijadikan masukan untuk proses pengontrolan aktuator sesuai dengan aturan yang telah dibuat. Aktuator dapat berupa pengabut untuk proses penyemprotan yang akan meningkatkan nilai kelembapan dan temperatur, juga kipas untuk pengaturan sirkulasi kabut dan udara.

2.2 Nutrisi

Sistem aeroponik merupakan modifikasi dari teknik hidroponik yang memberdayakan air, akan tetapi pada teknik aeroponik air diberdayakan melalui udara dengan cara dikabutkan. Karenanya, air pada sistem aeroponik berisi larutan nutrisi (hara) yang disemprotkan atau disemburkan dalam bentuk kabut hingga mengenai akar tanaman yang menggantung bebas di udara. Nutrisi tanaman terlarut dalam air yang digunakan dalam hidroponik, yang juga digunakan dalam aeroponik, sebagian besar anorganik dan dalam bentuk ion. Nutrisi utama tersebut diantaranya dalam bentuk kation terlarut (ion bermuatan positif), yakni Ca^{2+} (kalsium), Mg^{2+} (magnesium), dan K^+ (kalium); larutan nutrisi utama dalam bentuk anion adalah NO_3^- (nitrat), SO_4^{2-} (sulfat), dan H_2PO_4^- (dihidrogen fosfat). Banyak formula yang dapat digunakan sebagai nutrisi hidroponik. Sebagian besar formula tersebut menggunakan berbagai kombinasi bahan yang biasa digunakan sebagai sumber hara makro dan mikro. Unsur hara makro meliputi kalium nitrat, kalsium nitrat, kalium fosfat, dan magnesium sulfat. Unsur hara mikro ditambahkan guna memasok unsur-unsur mikro penting, diantaranya Fe (besi), Mn (mangan), Cu (tembaga), Zn (seng), B (boron), Cl (klorin), dan Ni (nikel). Unsur hara makro dibutuhkan dalam jumlah besar dan konsentrasinya dalam larutan relatif tinggi, sementara unsur hara mikro hanya diperlukan dalam konsentrasi yang rendah

Dalam prakteknya, untuk kemudahan dalam memenuhi kebutuhan akan unsur-unsur di atas, digunakan Nutrisi *AB mix* (Gambar 2.2). Nutrisi *AB mix* adalah formulasi dari beberapa unsur dan dibagi menjadi dua kombinasi nutrisi A dan B, yang mengandung unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman. Nutrisi A memiliki kandungan kalsium nitrat, Fe dan kalium nitrat, sedangkan Nutrisi B memiliki kandungan KH_2PO_4 , mono amonium fosfat, kalium sulfat, magnesium sulfat, manganium sulfat, tembaga sulfat, seng sulfat, asam borat, dan pupuk molibdat. Kandungan unsur pada nutrisi *AB mix* dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Selain kombinasi unsur, perlu juga diperhatikan nilai pH dari larutan nutrisi tersebut. Nilai pH adalah ukuran asam dan basa suatu larutan, dan akan memengaruhi penyerapan akar terhadap unsur-unsur hara yang diberikan. Apabila pH tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman bisa diartikan tanaman tersebut akan kehilangan kemampuan untuk menyerap unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Rentang pH ideal untuk tanaman hidroponik atau dengan sistem aeroponik berkisar antara 5 - 6,5 dengan nilai optimal 6,0 [4].

Tabel 2. 2 Kandungan unsur nutrisi *AB mix*

Rumus Kimia	Nama Umum / Nama Dagang	Sumber	Grup
KNO₃	Pupuk KNO, kalium nitrat, saltpeter	K, N	A atau B
Ca(NO₃)₂	<i>Calcinit</i> , kalsium nitrat, hidro karat		A
NH₄H₂PO₄	MAP, <i>mono ammonium pospat</i>	N, P	B
(NH₄)₂PO₄	DAP, <i>diamonium pospat</i>	K, S	B
K₂SO₄	Kalium sulfat, ZK	N,P	B
(NH₄)₂SO₄	Amonium sulfat, ZA	N,S	B
KH₂PO₄	MKP, mono kalium pospat	K,P	B
MgSO₄	Garam inggris, magnesium sulfat	Mg, S	B
H₃PO₄	Asam Fosfat	P	B
FeSO₄	Besi Sulfat	Fe, S	B
FE – EDTA	Fe kelat, tenso	Fe	A atau B
CuSO₄	Tembaga sulfat	Cu,S	B
Cu EDTA	Cu kelat	Cu	A atau B
H₃BO₃	Asam Borat, pupuk boron	B	A atau B
ZnSO₄	Seng Sulfat	Zn, S	B
Zn – EDTA	Seng kelat	Zn	A atau B
MnSO₄	Mangan sulfat	Mn, S	B
Mn – EDTA	Mangan kelat	Mn	A atau B
(NH₄)₆Mo₇O₂₄	Pupuk molibdat	Mo	A atau B



Gambar 2. 2 Nutrisi AB-Mix

Tabel 2.3 dan Tabel 2.4 berikut menunjukkan beberapa tanaman yang cocok dan umumnya ditanam dengan teknik aeroponik beserta nilai pH dan TDS dari larutan nutrisi yang disarankan untuk tanaman tersebut :

Tabel 2. 3 Tabel pH dan TDS untuk sayuran daun

Nama Sayuran	pH	TDS (ppm)
Bayam	6,0 – 7,0	1260 – 1610
Brokoli	6,0 – 6,8	1960 – 2450
Kaylan	5,5 – 6,5	1050 – 1400
Kangkung	5,5 – 6,5	1050 – 1400
Kubis	6,5 – 7,0	1750 – 2100
Pakcoy	7,0	1050 - 1400
Sawi Manis	5,5 – 6,5	1050 - 1400
Sawi Pahit	6,0 – 6,5	840 - 1680

Tabel 2. 4 Tabel pH dan TDS untuk sayuran buah

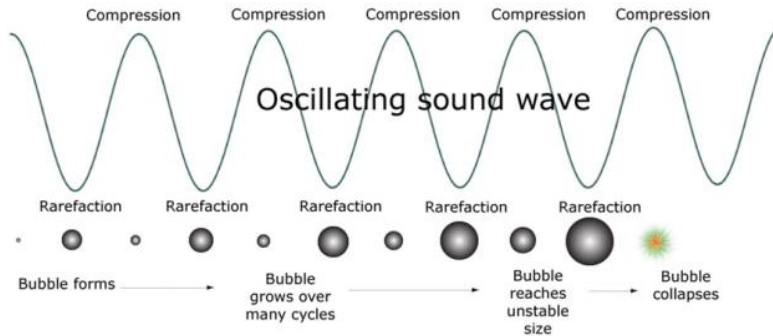
Nama Sayuran	pH	TDS (ppm)
Cabe	6,0 – 6,5	1260 – 1540
Tomat	6,0 – 6,5	1400 – 3500
Timun	5,5	1190 - 1750
Terong	6,0	1750 - 2450

2.3 Kavitas

Ultrasonik didefinisikan sebagai berbagai jenis suara dari frekuensi yang tidak bisa dideteksi oleh manusia (di atas 16 kHz). Terdapat tiga rentang frekuensi untuk penggunaan ultrasonik yang berbeda, yaitu: (i) frekuensi tinggi, atau ultrasonik diagnostik (2-10 MHz), (ii) frekuensi rendah atau tenaga konvensional ultrasonik (20-100 kHz), dan frekuensi medium atau ultrasonik "efek sonokimia" (300-1000kHz). Pada rentang yang terakhir inilah di mana proses reaksi kimia terkatalis secara unik lewat suhu dan tekanan yang ekstrim yang dihasilkan dari pembentukan, pertumbuhan dan keruntuhan dari gelembung-gelembung mikro.

Kavitas ultrasonik terdiri dari tiga tahap utama, yaitu nukleasi atau pembentukan gelembung, pertumbuhan gelembung, dan pecahnya gelembung (*implosive collapse*). Tahap pertama dari proses kavitas ultrasonik ini adalah nukleasi atau pembentukan gelembung, yaitu tahapan dimana inti (nuklei) kavitas akan dihasilkan dari partikel gelembung mikro yang terperangkap dalam celah-celah mikro dari partikel yang tersuspensi di dalam air. Pada tahap kedua, gelembung-gelembung mikro akan tumbuh dan membesar akibat adanya intensitas gelombang ultrasonik yang tinggi. Dengan ultrasonikasi pada intensitas tinggi, gelembung mikro akan tumbuh dengan sangat cepat. Sedangkan pada intensitas rendah, laju pertumbuhan dari gelembung lebih lambat. Hal ini dikarenakan gelembung akan melewati beberapa siklus akustik terlebih dahulu sebelum akhirnya bisa membesar dan meledak. Tahap ketiga dari kavitas terjadi apabila intensitas dari gelombang ultrasonik melebihi batas ambang dari kavitas ultrasonik (20 kHz untuk cairan pada umumnya). Pada tahap ini, gelembung mikro akan terus tumbuh hingga mencapai saat dimana gelembung mikro tidak dapat lagi menyerap energi yang dihasilkan oleh gelombang suara secara efisien dan akhirnya akan pecah. Tahap inilah yang disebut sebagai *catastrophic collapse* [7]. Tahapan-tahapan ini diilustrasikan pada Gambar 2.3 [8].

Pada frekuensi ultrasonik 20 kHz, gelembung yang dihasilkan relatif besar dan ketika pecah menghasilkan gelombang kejut yang cukup kuat yang dapat digunakan untuk aplikasi penggeseran mekanis seperti emulsifikasi. Pada frekuensi 100 kHz – 1000 kHz, gelembung yang terbentuk lebih kecil. Namun, pecahnya gelembung pada rentang ini menginduksikan peningkatan temperatur yang berguna untuk keperluan sonokimia. Pada frekuensi di atas 1 MHz, efek kavitas jauh lebih lemah, namun menghasilkan gelembung yang jauh lebih kecil, yang biasanya



Gambar 2. 3 Ringkasan grafis dari peristiwa pembentukan kabut

digunakan untuk aplikasi pembersihan komponen elektronik dan nebulisasi cairan untuk menghasilkan semprotan halus / kabut [8]. Fenomena kavitasi pada rentang frekuensi inilah yang dimanfaatkan oleh *ultrasonic atomizer* pada tugas akhir ini untuk memecah larutan nutrisi dan hara sehingga menjadi semprotan yang halus / kabut.

2.3.1. *Ultrasonic atomizer*

Ultrasonic atomizer (atau kadang disebut juga *nebulizer*, *fogger*, *mist maker*) adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan kabut / butiran air berukuran sangat kecil (dalam orde mikro) dari sejumlah cairan. Ada dua metode yang digunakan untuk menghasilkan kabut ini, yaitu menggunakan tekanan air dan menggunakan ultrasonik. Pada tugas akhir ini akan digunakan ultrasonik sebagai penghasil kabut. Wujud dari *Ultrasonic atomizer* yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.4 , dan wujud dari kabut yang dihasilkan oleh *Ultrasonic atomizer* ini dapat dilihat pada Gambar 2.5.

Transduser ultrasonik sendiri adalah komponen elektronik yang bisa mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa gelombang suara ultrasonik dengan cara menggetarkan sebuah membran / lapisan tipis, seperti yang terjadi pada komponen *speaker*. Gelombang suara ultrasonik adalah gelombang suara yang tidak bisa didengar oleh manusia seperti biasa karena frekuensi gelombang ultrasonik di atas 20kHz.

Ketika mengsonikasi cairan pada intensitas tinggi, gelombang suara yang merambat ke dalam media cair mengakibatkan tekanan balik yang tinggi (kompresi) dan siklus bertekanan rendah (penjernihan), dengan tingkat yang tergantung pada frekuensi. Selama siklus bertekanan

rendah, intensitas gelombang ultrasonik yang tinggi membuat gelembung-gelembung vakum kecil atau *void* dalam cairan. Ketika gelembung mencapai volume di mana mereka tak dapat lagi menyerap energi, mereka runtuh dengan keras selama dalam siklus bertekanan tinggi. Fenomena ini disebut kavitasi.



Gambar 2. 4 *Ultrasonic atomizer* dengan 1 mata



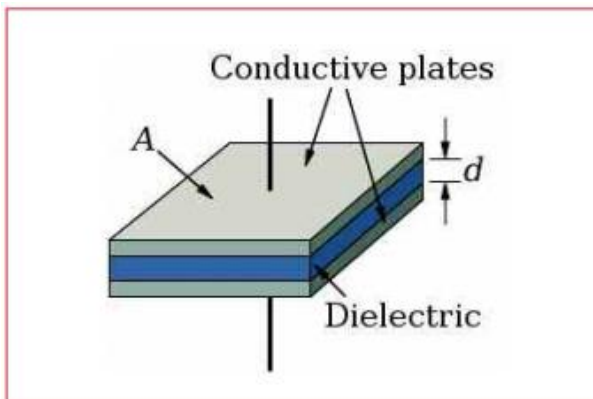
Gambar 2. 5 Kabut yang dihasilkan *ultrasonic atomizer*

2.4 Sensor Kelembapan Kapasitif

Sensor kapasitif adalah sensor elektronik yang bekerja dengan konsep kapasitansi. Sensor bekerja berdasarkan perubahan pada muatan energi yang dapat disimpan sensor sebagai hasil dari perubahan jarak antar plat, perubahan area persilangan, dan perubahan volume dari dielektrik sensor kapasitif [9]. Konsep kapasitor yang digunakan pada sensor kapasitif adalah pada proses penyimpanan dan pelepasan energi listrik dalam wujud muatan listrik di dalam kapasitor dipengaruhi oleh area penampang, jarak, dan material dielektrik.

Sensor kelembapan kapasitif pada dasarnya adalah sebuah kapasitor kecil seperti Gambar 2.6, yang terdiri dari material dielektrik higroskopik yang ditempatkan di antara sepasang elektroda. Kebanyakan sensor kapasitif menggunakan plastik atau polimer sebagai material dielektriknya, dengan nilai konstanta dielektrik tipikalnya berkisar antara 2 sampai 15. Bentuk geometri dan nilai konstanta ini menentukan nilai dari kapasitansi.

Pada temperatur ruangan normal, konstanta dielektrik dari uap air memiliki nilai sekitar 80, jauh lebih besar dari nilai konstanta material dielektrik sensor. Oleh karena itu, penyerapan kelembapan oleh sensor mengakibatkan peningkatan nilai kapasitansinya. Pada kondisi ekuilibrium, jumlah kelembapan yang terdapat pada material higroskopik tergantung pada temperatur dan tekanan uap air lingkungan sekitar. Hal ini juga berlaku pada material dielektrik higroskopik yang digunakan pada sensor. Secara definisi, kelembapan relatif adalah fungsi dari



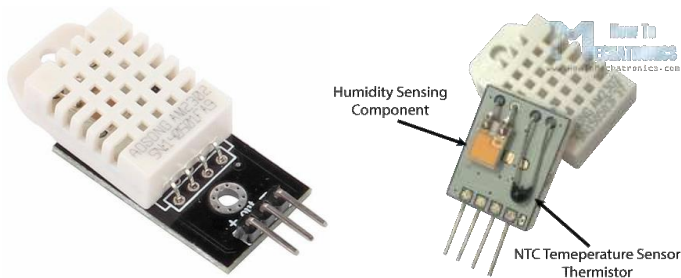
Gambar 2. 6 Ilustrasi susunan material kapasitor

temperatur dan tekanan uap air lingkungan sekitar. Terdapat hubungan langsung antara kelembapan relatif, jumlah kelembapan pada sensor, dan kapasitansi sensor. Hubungan inilah yang menjadi dasar kerja dari instrument kelembapan kapasitif.

2.4.1 Sensor Temperatur dan Kelembapan DHT22

Faktor lingkungan menjadi salah satu faktor yang berpengaruh pada teknik bertanam aeroponik. Beberapa faktor lingkungan yang berpengaruh adalah kelembapan dan temperatur. *Relative Humidity* (RH) adalah persentase kandungan air di udara pada temperatur tertentu. Kondisi RH yang biasanya digunakan untuk teknik bertanam aeroponik adalah sekitar 70% - 80% [5][10]. Temperatur yang biasa digunakan pada teknik bertanam aeroponik berkisar antara 26°C sampai 30°C. Temperatur lingkungan yang tinggi akan mempengaruhi temperatur larutan nutrisi pada tandon atau bak nutrisi. Pada larutan nutrisi yang bertemperatur tinggi, kadar oksigen dalam larutan menurun yang mengakibatkan akar kekurangan energi untuk menyerap air.

Dalam penelitian ini, sensor DHT-22 (juga dikenal sebagai AM2302, Gambar 2.7) dipilih sebagai sensor pendeteksi kelembapan dan temperatur relatif. Sensor ini menggunakan sensor kelembapan kapasitif dan thermistor untuk mengukur udara di sekitarnya, dan menghasilkan keluaran sinyal digital pada pin data. Salah satu alasan pemilihan sensor ini adalah karena sensor DHT-22 memiliki tingkat stabilitas yang baik serta keakuratan yang lebih tinggi dibanding pendahulunya, yaitu sensor DHT-11 [11]. Selain itu, sensor DHT-22 memiliki koefisien kalibrasi yang disimpan dalam OTP *program memory*, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka modul ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya. Spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 2.5.



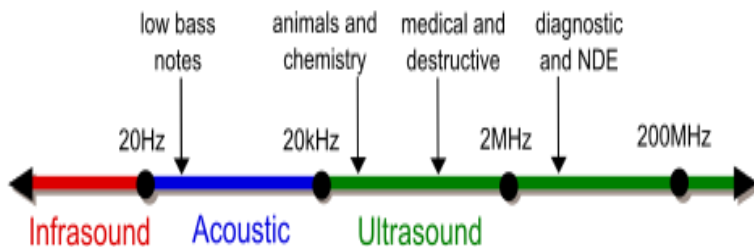
Gambar 2. 7 Sensor DHT22 dan komponen penyusunnya

Tabel 2. 5 Spesifikasi modul sensor DHT-22

Model	DHT22
Power supply	3.3-6V DC
Output signal	digital signal via single-bus
Sensing element	Polymer capacitor
Operating range	Humidity 0-100%RH; temperature -40~80Celsius
Accuracy	humidity : +-2%RH(Max +-5%RH); Temperature: <+0.5Celsius
Resolution or sensitivity	humidity 0.1%RH; temperature 0.1Celsius
Repeatability	humidity +-1%RH; temperature +-0.2Celsius
Humidity hysteresis	+0.3%RH
Long-term Stability	+0.5%RH/year
Sensing period Average:	2s
Interchangeability	fully interchangeable
Dimensions	small size 14*18*5.5mm; big size 22*28*5mm

2.5 Sensor Jarak Ultrasonik

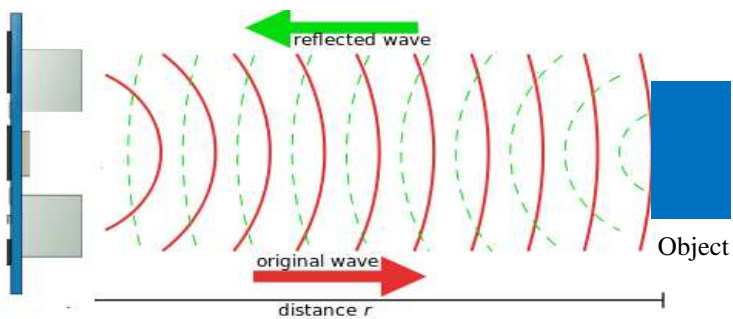
Sensor jarak ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara, digunakan untuk mendeteksi jarak / keberadaan suatu objek tertentu yang berada di depannya. Sensor jarak ultrasonik menggunakan gelombang dengan frekuensi kerja pada daerah di atas gelombang suara, yang umumnya mulai dari 40 KHz sampai dengan 400 KHz, ditunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Diagram pita frekuensi suara

Modul sensor ultrasonik umumnya terdiri dari dua bagian utama, yaitu unit pemancar dan unit penerima yang diletakkan bersebelahan. Struktur unit pemancar dan penerima sangatlah sederhana, sebuah kristal piezoelectric dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 40 KHz – 400 KHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari kristal piezoelectric akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan dan ini disebut dengan efek piezoelektrik. Kontraksi yang terjadi diteruskan ke diafragma penggetar sehingga terjadi gelombang ultrasonik yang dipancarkan ke udara (tempat sekitarnya). Pantulan gelombang ultrasonik akan terjadi bila ada objek tertentu dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh unit sensor penerima yang terletak di sebelah unit pemancar. Selanjutnya unit sensor penerima akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek piezoelektrik menghasilkan sebuah tegangan bolak-balik dengan frekuensi yang sama

Besar amplitudo sinyal elektrik yang dihasilkan unit sensor penerima tergantung dari jauh dekatnya objek yang dideteksi serta kualitas dari sensor pemancar dan sensor penerima. Metode pantulan digunakan untuk menghitung jarak antara sensor dengan objek sasaran, diilustrasikan di Gambar 2.9. Jarak antara sensor tersebut dihitung dengan cara mengalikan setengah waktu yang digunakan oleh sinyal ultrasonik dalam perjalanannya dari rangkaian pengirim sampai diterima oleh rangkaian penerima, dengan kecepatan rambat dari sinyal ultrasonik tersebut pada media rambat yang digunakannya, yaitu udara.

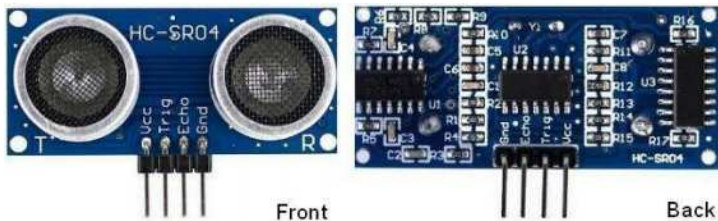


Gambar 2. 9 Ilustrasi prinsip kerja sensor ultrasonik

2.5.1 Sensor Jarak HC-SR04

HC-SR04 (Gambar 2.10) adalah modul sensor pengukur jarak dengan menggunakan gelombang ultrasonik. Prinsip kerjanya adalah bagian pemancar akan memancarkan seberkas sinyal ultrasonik (40KHz) yang berbentuk pulsa, kemudian jika ada objek di depan sensor maka penerima akan menerima pantulan sinyal ultrasonik yang terhalang objek tersebut. Penerima akan membaca lebar pulsa (dalam bentuk PWM) yang dipantulkan objek dan selisih waktu pemancaran. Dengan pengukuran tersebut, jarak objek di depan sensor dapat diketahui.

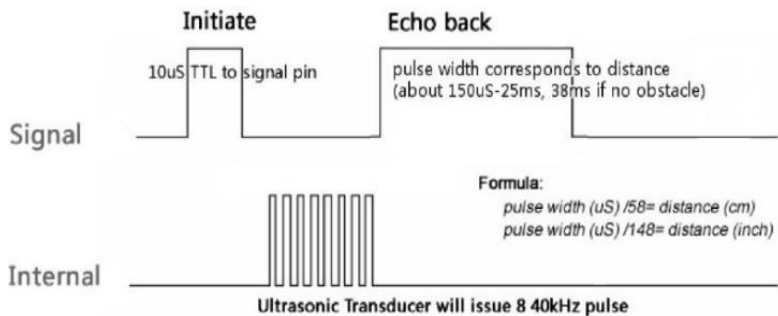
HC-SR04 dapat mengukur jarak dalam rentang antara 2 cm – 400 cm (Tabel 2.6) dengan output panjang pulsa yang sebanding dengan jarak objek. Sensor ini hanya memerlukan 2 pin I/O untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, yaitu TRIGGER dan ECHO. Untuk mengaktifkan HC-SR04 mikrokontroler mengirimkan pulsa positif melalui pin TRIGGER minimal 10 μ s, selanjutnya HC-SR04 akan mengirimkan pulsa positif melalui pin ECHO selama 100 μ s hingga 18 ms, yang sebanding dengan jarak objek.



Gambar 2. 10 Modul sensor HC-SR04

Tabel 2. 6 Spesifikasi dan parameter kerja modul sensor HC-SR04

Power Supply	+5VDC
Ultrasonic Frequency	40KHz
Quiescent Current	< 2mA
Working Current	15mA
Effective Angle	<15°
Measuring Angle	30°
Ranging Distance	2cm – 400cm
Resolution	0,3cm
Trigger Input Pulse Width	10uS
Dimension	45mm x 20mm x 15mm



Gambar 2. 11 Timing diagram modul sensor HC-SR04

Diagram pewaktuan (*timing diagram*) pembacaan sensor ini dapat dilihat pada Gambar 2.11. Untuk menghitung lamanya sinyal *high* yang diterima mikrokontroler dari pin echo, maka digunakan fasilitas *timer* yang ada pada masing-masing mikrokontroler. Ketika ada perubahan dari *low* ke *high* dari pin echo maka akan mengaktifkan *timer*, dan ketika ada perubahan dari *high* ke *low* dari pin echo maka akan mematikan *timer*. Setelah itu yang diperlukan adalah mengkonversi nilai timer dari yang satuannya dalam detik, menjadi ke dalam satuan jarak (inch atau cm) dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Jarak (inch)} = \text{waktu hasil pengukuran (uS)} / 148 \quad (2.1)$$

$$\text{Jarak (cm)} = \text{waktu hasil pengukuran (uS)} / 58 \quad (2.2)$$

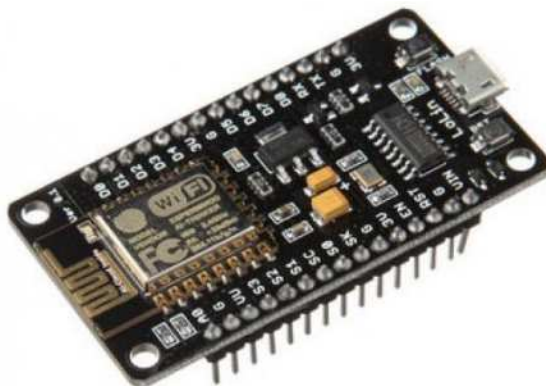
2.6 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 *development board* (Gambar 2.13) pada dasarnya adalah pengembangan dari SoC (*System on Chip*) ESP8266-12E (Gambar 2.12) dengan *firmware* berbasis e-Lua. Pada NodeMCU dilengkapi dengan *micro USB port* yang berfungsi untuk pemrograman maupun suplai daya. Selain itu juga pada NodeMCU di lengkapi dengan tombol *push button reset* dan *flash*. Konfigurasi pin NodeMCU ESP8266 ini dapat dilihat pada Gambar 2.14. NodeMCU menggunakan bahasa pemrograman Lua yang merupakan *package* dari ESP8266 [12][13].

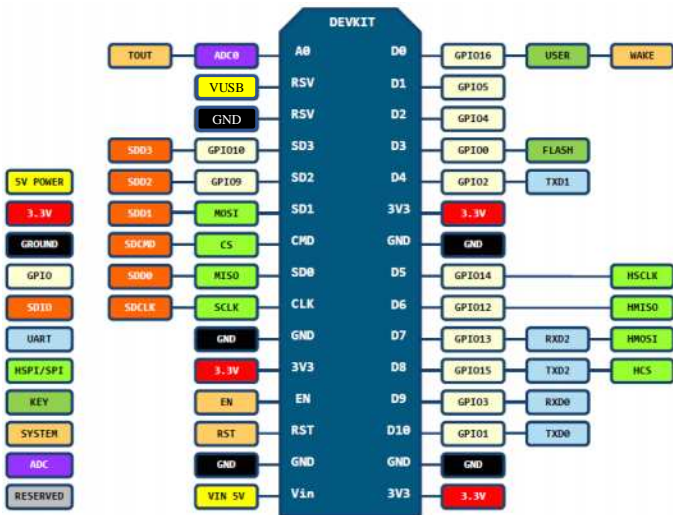
NodeMCU ESP8266 menawarkan kemudahan bagi pengguna untuk melakukan pengembangan perangkat seperti yang ditawarkan oleh *development board* yang sudah terlebih dahulu dikenal dan banyak digunakan, yaitu Arduino Uno dan Nano, namun ditambah modul Wi-Fi yang sudah terintegrasi dalam satu papan sehingga sangat memudahkan pengguna untuk mengembangkan perangkat berbasis *Internet of Things*.



Gambar 2. 12 ESP8266-12E

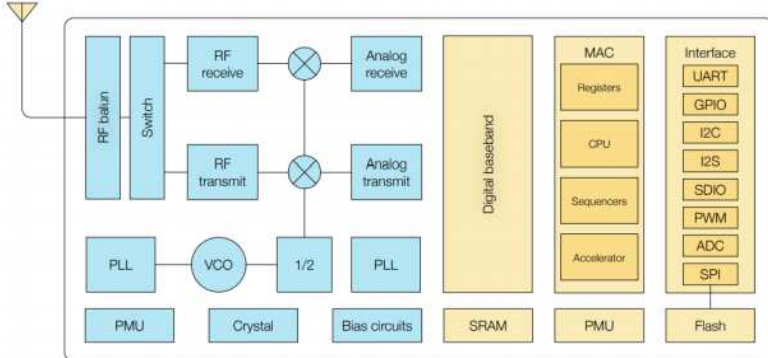


Gambar 2. 13 NodeMCU ESP8266 development board



Gambar 2. 14 Konfigurasi pin NodeMCU ESP8266 dev. Board

Terdapat beberapa blok komponen utama dari SoC ESP8266 yang digunakan pada development board NodeMCU ESP8266 ini, yang secara garis besar terbagi menjadi bagian radio pemancar dan penerima (dengan frekuensi kerja Wi-Fi 2.4GHz), *digital baseband*, memori, CPU, dan Interface (UART, GPIO, I2C, I2S, SPI, dll). Blok diagram fungsional lengkap SoC ESP8266 ini dapat dilihat pada Gambar 2.15 berikut :



Gambar 2. 15 Blok diagram fungsional

Fitur-fitur yang dimiliki oleh NodeMCU ESP8266 diantaranya :

1. Berbasis ESP8266 serial WiFi SoC (System on Chip) dengan onboard USB to TTL. Wireless yang digunakan adalah IEEE 802.11b/g/n.
2. 2 tantalum kapasitor 100 micro farad dan 10 micro farad.
3. 3.3v LDO regulator.
4. CP2102 (dalam beberapa model menggunakan CH340) USB to UART bridge sebagai jembatan penghubung USB dengan mikrokontroler
5. Tombol reset, port usb, tombol flash, dan LED biru sebagai indikator.
6. Terdapat 9 GPIO yang di dalamnya ada 3 pin PWM, 1 x ADC Channel, dan pin RX TX
7. S3 dan S2 sebagai pin GPIO
8. S1 MOSI (Master Output Slave Input) yaitu jalur data dari master dan masuk ke dalam slave, sc cmd/sc.
9. S0 MISO (Master Input Slave Input) yaitu jalur data keluar dari slave dan masuk ke dalam master.
10. SK yang merupakan SCLK dari master ke slave yang berfungsi sebagai clock.
11. Pin Vin sebagai masukan tegangan dengan 3 pin ground.
12. Prosesor: L106 32-bit RISC microprocessor core based on the Tensilica Xtensa Diamond Standard 106 Micro (80 MHz)

Spesifikasi lengkap dari NodeMCU ESP8266 *dev. board* ini dapat dilihat pada Tabel 2.7.

NodeMCU ESP8266 yang terhubung dengan sensor kelembapan dan temperatur ini juga dapat dikategorikan sebagai sebuah titik (*node*) dalam jaringan sensor nirkabel. Jaringan sensor nirkabel atau lebih sering disebut dengan istilah Wireless Sensor Network (WSN) merupakan suatu jaringan nirkabel yang terdiri dari beberapa *node* sensor yang tersebar di suatu area tertentu untuk membentuk suatu jaringan yang dapat digunakan untuk memantau suatu kondisi fisik atau lingkungan [14][15]. Setiap *node* sensor memiliki kemampuan untuk mengumpulkan data dan informasi untuk kemudian dikirimkan kepada *webserver* / *base station*, memungkinkan peneliti untuk memperoleh suatu informasi yang lengkap mengenai suatu kondisi tanpa harus berada di sekitar area sensor. Informasi ini dapat diakses dari jarak jauh melalui gawai dan akses internet.

Tabel 2. 7 Spesifikasi NodeMCU ESP8266 dev. board

Wireless Standard	IEEE 802.11 b/g/n
Frequency Range	2.412 - 2.484 GHz
Power Transmission	802.11b : $+16 \pm 2$ dBm (at 11 Mbps) 802.11g : $+14 \pm 2$ dBm (at 54 Mbps) 802.11n : $+13 \pm 2$ dBm (at HT20, MCS7)
Receiving Sensitivity	802.11b : -93 dBm (at 11 Mbps, CCK) 802.11g : -85 dBm (at 54 Mbps, OFDM) 802.11n : -82 dBm (at HT20, MCS7)
Wireless Form	On-board PCB Antenna
IO Capability	UART, I2C, PWM, GPIO, 1 ADC
Electrical Characteristic	3.3 V Operated 15 mA output current per GPIO pin 12 - 200 mA working current Less than 200 uA standby current
Operating Temperature	-40 to +125 °C
Serial Transmission	110 - 921600 bps, TCP Client 5
Wireless Network Type	STA / AP / STA + AP
Security Type	WEP / WPA-PSK / WPA2-PSK
Encryption Type	WEP64 / WEP128 / TKIP / AES
Firmware Upgrade	Local Serial Port, OTA Remote Upgrade
Network Protocol	IPv4, TCP / UDP / FTP / HTTP
User Configuration	AT + Order Set, Web Android / iOS, Smart Link APP

2.7 *Internet of Things*

Internet of Things (IoT) adalah sebuah sistem dimana benda-benda di dunia fisik dapat dihubungkan ke internet oleh sensor, diilustrasikan pada Gambar 2.16. IoT mengacu pada penggunaan perangkat dan sistem cerdas yang terhubung untuk memanfaatkan data yang dikumpulkan oleh sensor dan aktuator yang tertanam di mesin dan benda fisik lainnya [16][17]. Untuk dapat memaksimalkan tingkat produktivitas tanaman aeroponik, dibutuhkan informasi tentang kondisi lingkungan di sekitar lahan tanam seperti tingkat kelembapan dan temperatur untuk membuat keputusan tentang apa yang harus dilakukan pada tanaman. Jaringan sensor yang terhubung lewat sistem *Internet of Things* ini dapat digunakan untuk menyediakan informasi tentang tingkat kelembapan dan temperatur tersebut kepada pengguna di manapun mereka berada, sehingga dapat dibuat sebuah keputusan tindakan apa yang harus



Gambar 2. 16 Konsep IoT

dilakukan terhadap tanaman yang ada (dalam lingkup tugas akhir ini, melakukan pengaturan penyemprotan larutan nutrisi).

2.8 Blynk

Blynk adalah sebuah layanan *server* yang digunakan untuk mendukung project *Internet of Things*. Layanan server ini memiliki lingkungan mobile user baik Android maupun iOS. Aplikasi Blynk sebagai pendukung IoT dapat diunduh melalui toko aplikasi pada masing-masing sistem operasi *smartphone*. Blynk mendukung berbagai macam hardware yang dapat digunakan untuk *project Internet of Things*. Blynk adalah papan kendali digital dengan fasilitas antarmuka grafis. Penambahan komponen pada Blynk Apps dapat mudah dilakukan, dengan cara memilih dan menyeret dari pilihan komponen yang ada sehingga memudahkan dalam penambahan komponen *input / output* tanpa perlu kemampuan pemrograman Android maupun iOS. Blynk diciptakan dengan tujuan untuk *control* dan *monitoring hardware* secara jarak jauh menggunakan komunikasi data internet ataupun intranet (jaringan LAN). Kemampuan menyimpan data dan menampilkan data secara visual baik menggunakan angka, warna ataupun grafis semakin memudahkan dalam pembuatan *project* di bidang *Internet of Things*.

Terdapat 3 komponen utama Blynk, yang hubungan antar komponennya ditunjukkan pada Gambar 2.17, yaitu :

a. Blynk Apps

Blynk Apps memungkinkan untuk membuat antarmuka proyek dengan berbagai macam komponen input output yang mendukung untuk pengiriman maupun penerimaan data serta merepresentasikan data sesuai dengan komponen yang dipilih. Representasi data dapat berbentuk visual angka maupun grafik.

Terdapat 4 jenis category komponen yang berpadat pada aplikasi Blynk

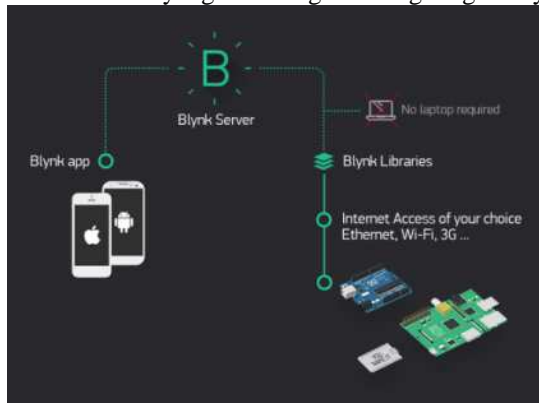
- *Controller* digunakan untuk mengirimkan data atau perintah ke Hardware
- *Display* digunakan untuk menampilkan data yang berasal dari hardware ke smartphone
- *Notification* digunakan untuk mengirim pesan dan notifikasi.
- *Interface* Pengaturan tampilan pada aplikasi Blynk dpat berupa menu ataupun tab
- *Others* beberapa komponen yang tidak masuk dalam 3 kategori sebelumnya diantaranya Bridge, RTC, Bluetooth

b. Blynk Server

Blynk server merupakan fasilitas *backend service* berbasis *cloud* yang bertanggung jawab untuk mengatur komunikasi antara aplikasi smart phone dengan lingkungan hardware. Kemampun untuk menangani puluhan hardware pada saat yang bersamaan semakin memudahkan para pengembang sistem IoT. Blynk server juga tersedia dalam bentuk server lokal apabila digunakan pada lingkungan tanpa internet. Blynk server lokal bersifat terbuka dan dapat diimplementasikan pada sederhana sekalipun, contohnya *Raspberry Pi*.

c. Blynk Library

Blynk *Library* dapat digunakan untuk membantu pengembangan code. Blynk library tersedia pada banyak platform perangkat keras sehingga semakin memudahkan para pengembang IoT dengan fleksibilitas hardware yang didukung oleh lingkungan Blynk.



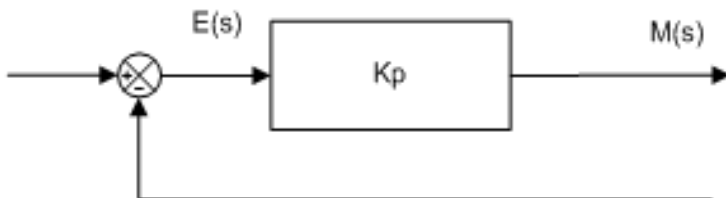
Gambar 2. 17 Ilustrasi hubungan antara BLYNK dan perangkat IoT

2.9 Time Proportional Control

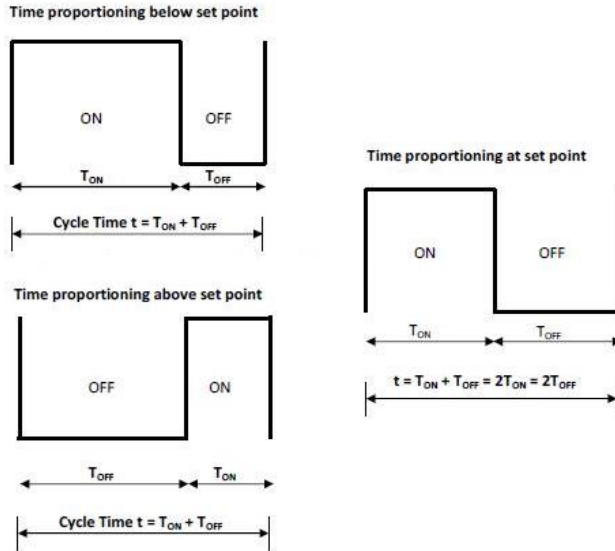
Tidak seperti kontrol proporsional atau bahkan PID tradisional yang membutuhkan output yang bervariasi ke perangkat kontrol termodulasi, kontrol waktu proporsional (*Time Proportional Control*) dapat mencapai respon kontrol proporsional untuk memroses variasi cukup dengan menggunakan perangkat saklar, dengan cara memvariasikan posisi on dan off dari perangkat dalam periode kontrol yang telah didefinisikan, dan tentunya lebih sederhana dan lebih murah.

Kontrol proporsional analog (Gambar 2.18) adalah sinyal kontrol yang paling umum. Sinyal ini sering dikirim ke katup kontrol modulasi (*positioner*), pompa dengan kecepatan bervariasi (metering sentrifugal atau diafragma), atau ke berbagai opsi kontrol mekanis seperti kecepatan *drive belt*, dll. Premisnya langsung – misalnya nilai sinyal dari 4-20 mA menciptakan respon output langsung, proporsional (0-100%) dari perangkat kontrol. Ini berarti jika perangkat diberikan sinyal kontrol 4mA atau kurang, output perangkat adalah 0%, kemudian naik secara linier sampai jika diberi 20 mA maka output perangkat akan menjadi 100%.

Sementara itu, kontrol waktu proporsional adalah metode yang kurang banyak digunakan untuk mencapai kontrol proporsional, tapi memiliki keuntungan dimana pada metode kontrol ini cukup menggunakan perangkat kontrol on / off yang membutuhkan biaya lebih rendah, misalnya katup solenoid, atau pompa dengan output tetap. Dengan mengatur dan memvariasikan durasi on dan off dari perangkat kontrol dalam periode waktu yang tetap (periode sampel), seperti yang ditunjukkan Gambar 2.19, respon proporsional dapat tercapai. Pada aplikasi tertentu, bagian durasi off dari kontrol juga memberikan manfaat tambahan, seperti memungkinkan pencampuran yang lebih baik dari proses yang sedang berlangsung, atau memberikan cukup waktu untuk reaksi dapat terjadi [18].

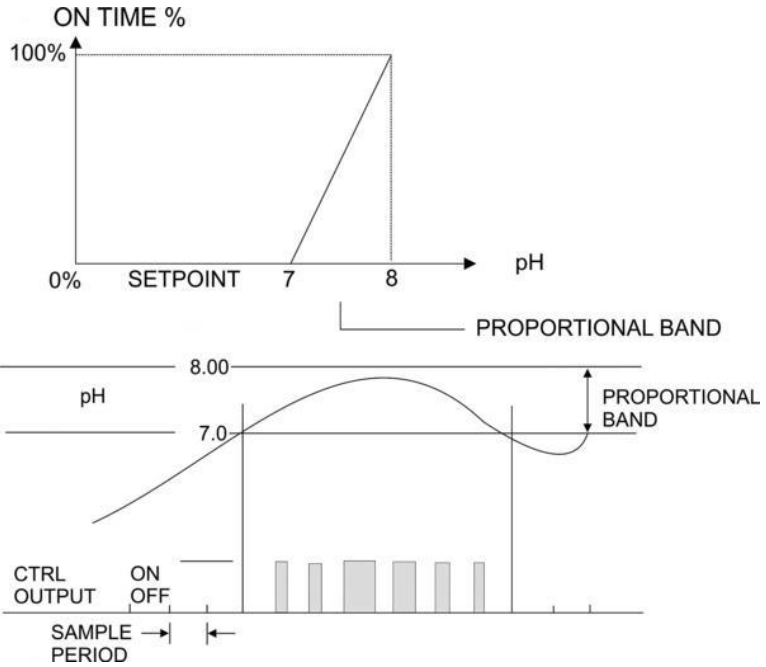


Gambar 2. 18 Kontrol Proporsional



Gambar 2. 19 Konsep dasar kontrol waktu proporsional

Parameter yang digunakan untuk memrogram output dari kontrol waktu proporsional ini adalah periode sampel, nilai target (set-point), rentang proporsional, dan arah kontrol. Representasi grafis dari kontrol waktu proporsional dan parameter-parameternya dapat dilihat pada Gambar 2.20. Set-point adalah nilai (misalnya temperatur atau kelembapan) yang diinginkan dari sistem, arah kontrol menentukan apakah output akan meningkat di atas set point (sering disebut *High Set-Point*) atau di bawah set point (*Low Set-Point*). Periode sampel merupakan durasi waktu pengambilan sampel dilakukan. Biasanya besar dari periode sampel ini adalah satu setengah kali dari jumlah waktu yang dibutuhkan sistem untuk bereaksi. Nilainya dapat dicari dengan cara melakukan percobaan manual dan menghitung berapa lama reaksi terjadi. Nilai periode sampel yang terlalu rendah menyebabkan proses selanjutnya dilakukan sebelum proses pertama terdeteksi, dan akan mengakibatkan set-point terlampaui. Nilai periode sampel yang terlalu tinggi menyebabkan terjadinya penundaan proses selanjutnya, yang mana akan menyebabkan tidak tercapainya set-point. Sementara rentang proporsional (*Proportional Band*) adalah selisih / deviasi dari set-point yang akan menyebabkan durasi on bernilai 100%.



Gambar 2. 20 Parameter pada kontrol waktu proporsional

BAB III

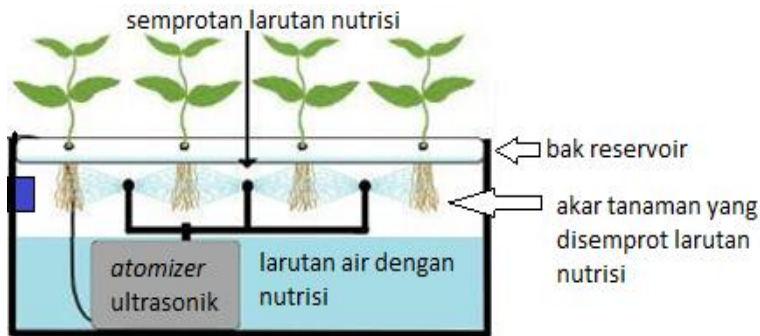
PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini akan dijelaskan rancangan keseluruhan dari sistem kontrol penyemprotan air dan monitoring ini. Rancangan terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu rancangan perangkat keras (*hardware*) dan rancangan perangkat lunak (*software*). Rancangan perangkat keras meliputi perancangan ruang penumbuh *GrowBox* yang nantinya akan menjadi tempat dari tanaman untuk bertumbuh, perancangan rangkaian elektronik yang pada dasarnya adalah merancang *breakout board* dari *development board* NodeMCU ESP8266 agar pemasangan sensor-sensor (modul sensor DHT22 dan modul sensor HC-SR04) beserta komponen penunjang lainnya (*ultrasonic atomizer*, kipas DC, dan pompa DC) dapat dilakukan dengan mudah, dan rancangan peletakan modul sensor pada ruang tumbuh *GrowBox*. Sementara itu, rancangan perangkat lunak meliputi perancangan antarmuka pengguna (*user interface*) menggunakan komponen-komponen yang ada pada Blynk Apps pada *smartphone* (berbasis iOS maupun Android) sebagai bagian dari pemantauan (*monitoring*) dari sistem ini, perancangan algoritma program kontrol penyemprotan berdasarkan nilai kelembapan, dan implementasinya dalam program yang diprogram dengan menggunakan kompiler Arduino IDE.

3.1 Rancangan Perangkat Keras

3.1.1 Rancangan Ruang Penumbuh *GrowBox*

Dalam merancang ruang tumbuh untuk teknik aeroponik ini ada beberapa kriteria ruang yang dapat digunakan oleh tanaman untuk dapat tumbuh dengan baik, yaitu jarak antar bagian penutup dan dasar kotak yang cukup tinggi (minimal 20cm) agar akar dapat tumbuh dengan baik, antara bagian dasar kotak dan penutupnya tidak terhalangi (ruang bebas) agar kabut dari larutan nutrisi dapat menyebar dengan baik, dapat menjaga kestabilan temperatur, dan gelap (cahaya dari luar tidak tembus ke dalam kotak, hal ini untuk menjaga agar pertumbuhan akar tetap seperti aslinya jika ditanam di dalam tanah). Selain itu, kriteria non-teknis lainnya yang dijadikan dasar dalam pemilihan kotak untuk ruang tumbuh ini adalah ketersediannya yang mudah didapatkan dan cukup terjangkau harganya. Gambar 3.1 menunjukkan rancangan dasar dari kotak *GrowBox*

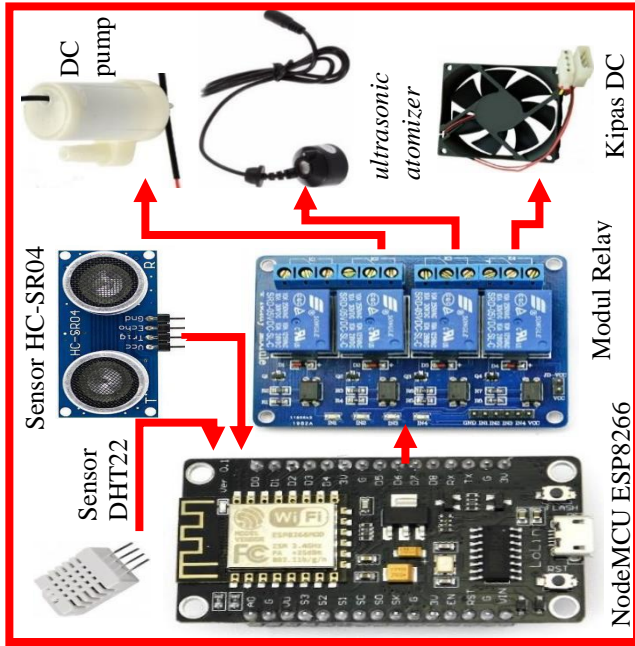


Gambar 3. 1 Rancangan kotak *GrowBox*

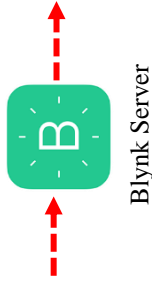
yang akan dibuat, dimana terdapat 3 bagian penting yaitu kotak itu sendiri, bak larutan nutrisi, serta *ultrasonic atomizer* dalam bak tersebut.

3.1.2 Rancangan Rangkaian Elektronik Pengontrol

Hubungan dasar antar komponen yang digunakan dalam tugas akhir ini ditunjukkan oleh Gambar 3.2. Dapat dilihat bahwa yang menjadi otak dari sistem pengontrolan penyemprotan larutan nutrisi ini adalah NodeMCU ESP8266, yang akan membaca masukan data dari sensor DHT22 berupa nilai temperatur dan kelembapan relatif lingkungan sekitar, kemudian diproses dengan *time proportional control* / kontrol waktu proposional dengan nilai set point kelembapan di angka 85%, sehingga kemudian dapat menghasilkan output berupa perintah on - off dengan durasi tertentu yang bervariasi untuk mengontrol kipas DC dan *ultrasonic atomizer* agar kelembapan relatif ruang tumbuh tetap terjaga di sekitar nilai tersebut. Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi ketinggian larutan nutrisi dari permukaan *ultrasonic atomizer*. Ketinggian dijaga pada nilai tinggi optimal kerja *ultrasonic atomizer*. Jika ketinggian larutan nutrisi di bawah nilai optimal, pompa DC akan memompa larutan nutrisi dari tangki cadangan di luar ke dalam bak larutan nutrisi di dalam kotak sampai larutan nutrisi mencapai ketinggian optimal. NodeMCU ESP8266 ini juga akan melakukan koneksi dengan Blynk, salah satu server penyedia layanan IoT berbasis *cloud*. Dengan terlebih dahulu mengirimkan data-data pembacaan sensor dan status dari tiap komponen yang ada (apakah sedang dalam keadaan on/off), pengguna dapat memantau sistem pengontrolan penyemprotan larutan nutrisi ini dari manapun ia berada selama ada koneksi internet.

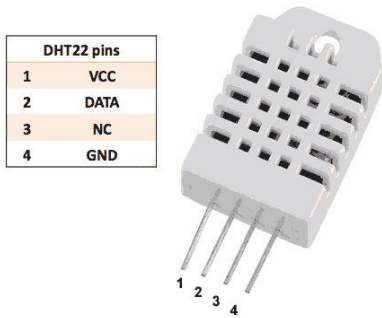


Blynk App pada Smartphone

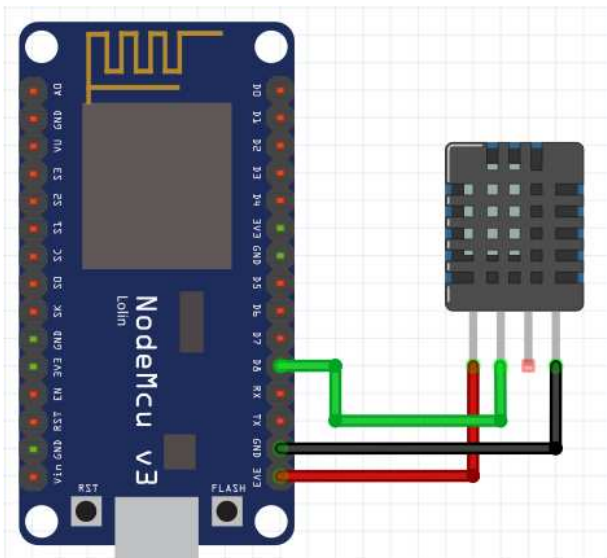


Keterangan :
 → dengan kabel
 - - -> nirkabel

Gambar 3. 2 Hubungan antar komponen elektronik



Gambar 3. 3 Konfigurasi pin sensor DHT22

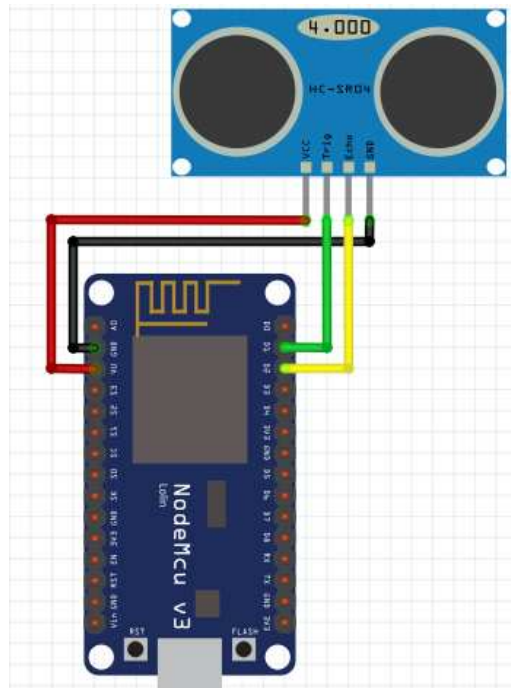


Gambar 3. 4 Koneksi antara NodeMCU dengan DHT22

Modul sensor DHT22 memiliki 4 buah pin, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.3, namun hanya 3 buah pin yang digunakan. Koneksi antara DHT22 dengan NodeMCU ESP8266 ini dapat dilihat pada Gambar 3.4, di mana pin 1 (VCC, dihubungkan dengan pin 3V3 pada NodeMCU ESP8266), pin 2 (Data, dihubungkan dengan pin D8 pada NodeMCU ESP8266), dan pin 4 (GND, dihubungkan dengan pin GND pada NodeMCU ESP8266).

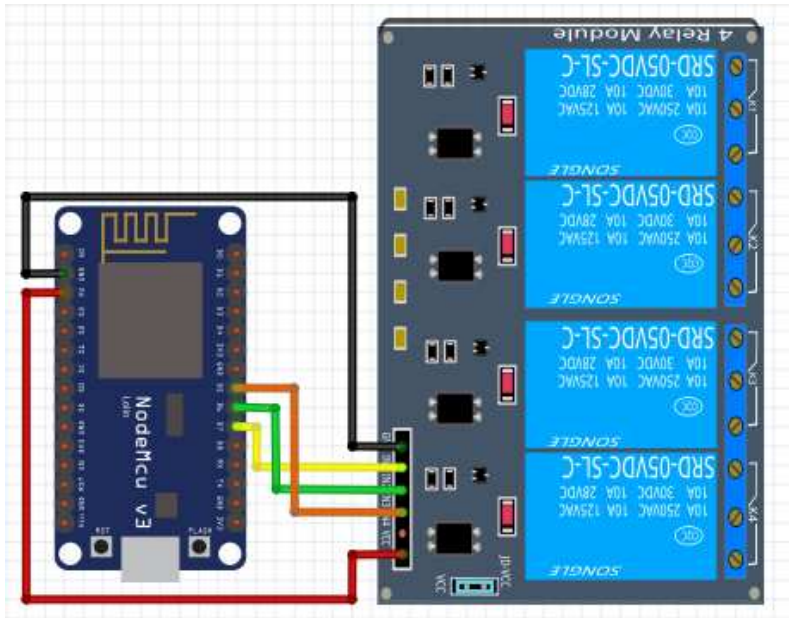


Gambar 3. 5 Konfigurasi pin sensor HC-SR04



Gambar 3. 6 Koneksi NodeMCU ESP8266 dengan sensor HC-SR04

Modul sensor HC-SR04 memiliki 4 buah pin, yaitu VCC, Trig, Echo, dan GND (Gambar 3.5). Koneksi antara sensor dan NodeMCU ESP8266 dapat dilihat pada Gambar 3.6, di mana pin VCC sensor dihubungkan ke pin VUSB pada NodeMCU ESP8266, pin Trig dihubungkan ke pin D1, pin Echo dihubungkan ke pin D2, dan pin GND pada sensor dihubungkan ke pin GND pada NodeMCU ESP8266.



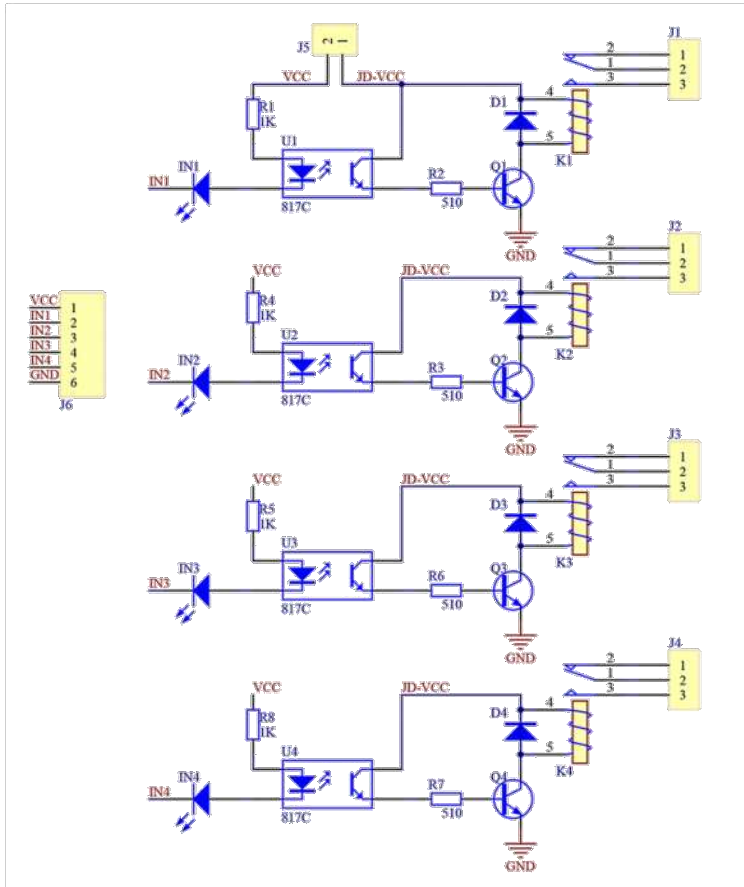
Gambar 3. 7 Koneksi NodeMCU ESP8266 dengan modul relay

Sambungan pin antara modul relay dan NodeMCU ESP8266 dapat dilihat pada Gambar 3.7, yaitu kanal 1 (IN1) untuk pompa DC terhubung dengan D7, kanal 2 (IN2) untuk kipas DC terhubung dengan D6, dan kanal 3 (IN3) untuk *ultrasonic atomizer* terhubung dengan D5. Modul relay yang digunakan pada rangkaian ini adalah modul relay 4 kanal dengan optokopler (Gambar 3.8).



Gambar 3. 8 Modul relay 4 kanal

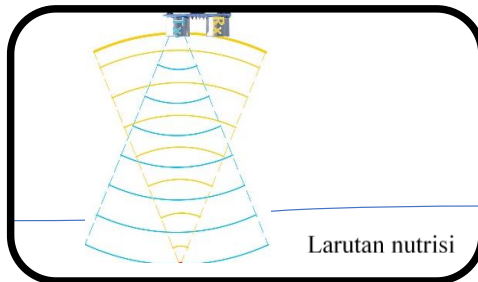
Adapun skematik dari modul relay 4 kanal yang digunakan pada rangkaian ini dapat dilihat pada Gambar 3.9 berikut. Modul relay ini bekerja secara *active low*, yang berarti akan beroperasi jika input relay diberi logika *low*.



Gambar 3. 9 Skematik modul relay 4 kanal

3.1.3 Rancangan Pendeteksi Ketinggian Air

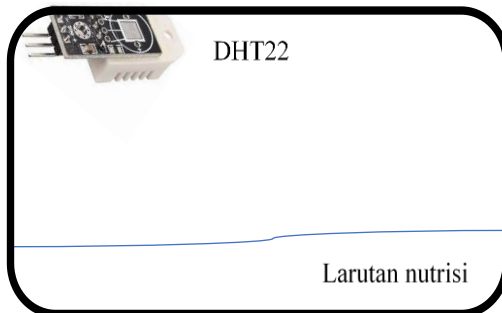
Sensor HC-SR04 digunakan sebagai pendeteksi ketinggian air larutan nutrisi dengan cara meletakkan sensor ini di bagian penutup dari *GrowBox*, seperti yang diilustrasikan Gambar 3.10. Dengan posisi seperti ini, ketinggian larutan nutrisi dapat diketahui dengan cara mengurangkan tinggi kotak dengan jarak yang terdeteksi oleh sensor.



Gambar 3. 10 Posisi peletakan sensor HC-SR04

3.1.4 Rancangan Pendeteksi Kelembaban dan Temperatur

Seperti posisi pemasangan sensor HC-SR04, posisi pemasangan modul sensor DHT22 yang digunakan untuk mendeteksi kelembapan relatif dan temperatur ruang tumbuh *GrowBox* juga diletakkan pada bagian penutup dari *GrowBox*, seperti yang ditunjukkan Gambar 3.11.

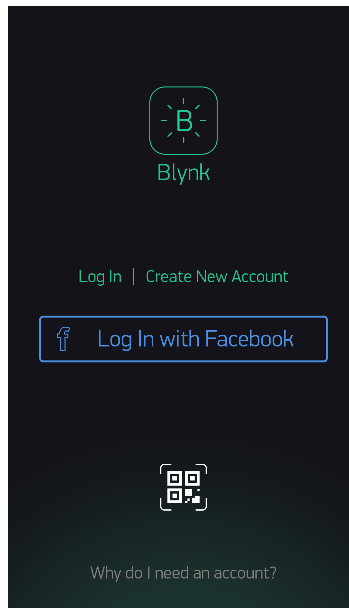


Gambar 3. 11 Posisi peletakan sensor DHT22

3.2 Rancangan Perangkat Lunak

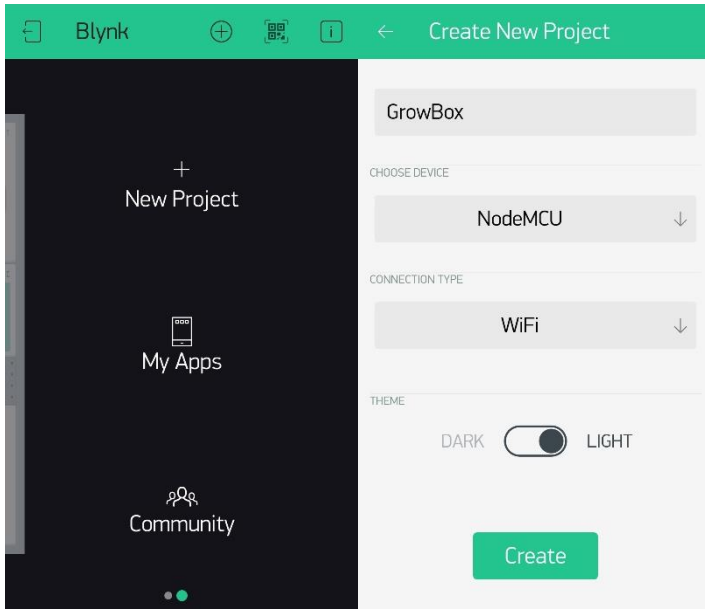
3.2.1 Rancangan Antarmuka

Sebagai antarmuka dari sistem ini, digunakan aplikasi klien Blynk App yang dapat digunakan di *smartphone* berbasis Android maupun iOS. Aplikasi inilah yang menjadi penghubung antara pengguna dengan perangkat yang akan dikontrol. Dengan menggunakan aplikasi ini, pengguna dapat memantau dan mengontrol sistem penyemprotan larutan nutrisi yang dirancang. Langkah pertama yang dilakukan adalah memasang aplikasi Blynk pada *smartphone*, kemudian melakukan *sign up* atau *login* dengan akun yang ada, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.12.



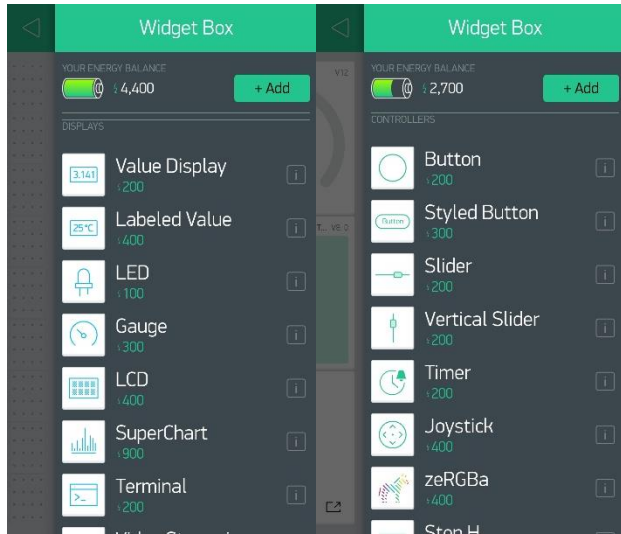
Gambar 3. 12 Halaman awal Blynk App

Setelah melakukan *login*, pengguna dapat langsung melakukan perancangan antarmuka dengan memilih menu *New Project*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.13 (a) berikut. Berikan nama pada *project* yang akan dibuat, lalu pilih NodeMCU sebagai *device* yang digunakan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.13 (b). Pengguna akan mendapat token otorisasi yang berguna sebagai identitas perangkat yang digunakan.

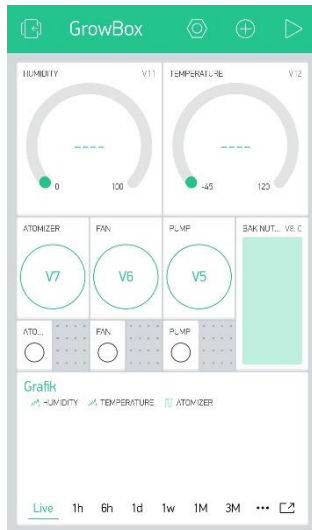


Gambar 3. 13 (a) Menu utama; (b) membuat *project* baru

Pengguna dapat membuat rancangan antarmuka dengan memanfaatkan *widget* yang ada. Pada *Widget Box*, terdapat berbagai macam *widget* antarmuka dan kontrol yang dapat dipilih. Untuk menampilkan data dari perangkat (NodeMCU), gunakan *widget* dengan kategori *Displays*, sedangkan untuk melakukan kontrol, gunakan *widget* dengan kategori *Controllers*. Keduanya ditunjukkan pada Gambar 3.14 (a) dan (b). Pada perancangan antarmuka ini, *widget display* yang digunakan adalah *Gauge* (untuk menampilkan nilai kelembapan relatif dan temperatur), LED (untuk menampilkan kondisi perangkat yang dikontrol apakah sedang on atau off), *SuperChart* (untuk menampilkan grafik dari kelembapan relatif dan temperatur serta durasi on/off dari *ultrasonic atomizer*), serta *widget Level H* (untuk menampilkan ketinggian bak nutrisi. Hasil akhir dari perancangan antarmuka ini dapat dilihat pada Gambar 3.15.



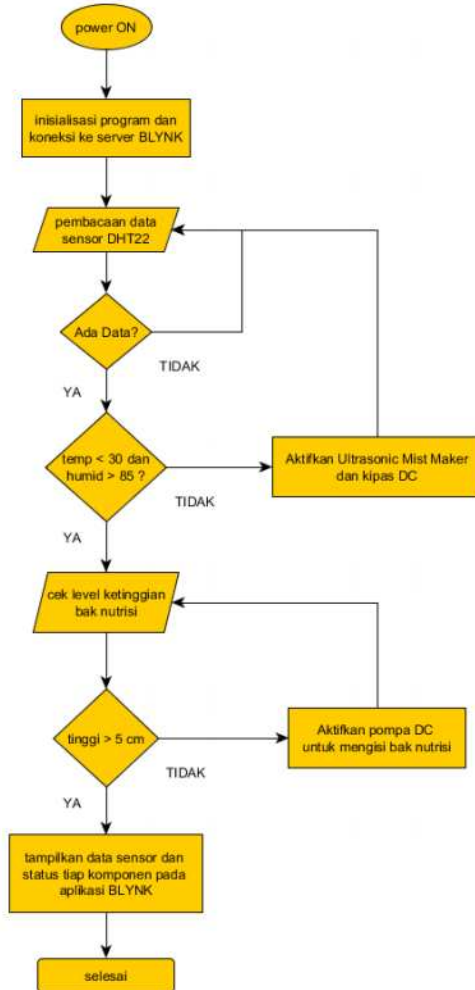
Gambar 3. 14 (a) widget kategori *display* dan (b) *controllers*



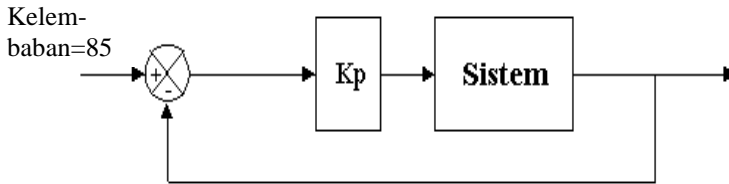
Gambar 3. 15 Hasil akhir rancangan antarmuka *GrowBox*

3.2.2 Flowchart Program Kontrol

Flowchart program kontrol penyemprotan pada Gambar 3.16 di bawah ini menunjukkan rancangan algoritma kontrol untuk melakukan tugas penyemprotan akar tanaman. Proses penyemprotan akan dilakukan berdasarkan masukan dari sensor kelembapan.



Gambar 3. 16 Flowchart kontrol penyemprotan



Gambar 3. 17 Bagan kontrol sistem

Pada *Flowchart* dapat dilihat alur kerja sistem penyemprotan yang dirancang, dimulai dari inialisasi program dan perangkat agar dapat terhubung ke jaringan WiFi, kemudian melakukan koneksi ke *server* Blynk menggunakan *token* otorisasi yang telah didapat sebelumnya. Kemudian dilakukan rutin pembacaan data sensor DHT yang mana jika tersedia data sensor akan dibandingkan nilainya dengan set point kelembapan (minimal 85%) dan temperatur (maksimal 30°C). Jika kondisi ini tidak terpenuhi maka kontroler akan mengaktifkan *ultrasonic atomizer* dan kipas DC (Gambar 3.17). Rutin selanjutnya adalah cek ketinggian larutan nutrisi pada bak dengan sensor ultrasonik HC-SR04, yang mana jika tingginya kurang dari 5 cm akan memerintahkan pompa DC untuk memompa larutan nutrisi dari tangki cadangan menuju bak larutan nutrisi. Rutin terakhir yang dilakukan adalah menampilkan data pembacaan sensor-sensor dan kondisi on/off dari *ultrasonic atomizer*, kipas DC, dan pompa DC ke antarmuka sistem monitoring pada Blynk App yang terpasang pada *smartphone* pengguna agar dapat dilakukan pemantauan sistem melalui internet.

3.2.3 Rancangan Program

Software dari sistem pengontrolan penyemprotan larutan nutrisi pada tugas akhir ini diprogram dengan menggunakan Arduino IDE (Gambar 3.18) serta beberapa *library* pendukung, di antaranya adalah *library* dari Blynk yang berfungsi sebagai penghubung antara perangkat dengan *server* IoT yang disediakan BLYNK itu sendiri, serta *library* DHT22 yang berfungsi sebagai penghubung antara sensor DHT22 dengan NodeMCU ESP8266 agar data sensor yang dikirimkan dapat dimengerti oleh NodeMCU ESP8266. Selain itu, digunakan juga *library* ArduinoOTA yang berfungsi untuk menjembatani Arduino IDE dengan modul NodeMCU ESP8266 secara nirkabel sehingga NodeMCU ESP8266 ini dapat diprogram dan diupdate melalui jaringan WiFi (tanpa perlu koneksi kabel ke komputer).



Gambar 3. 18 Arduino IDE sebagai kompilier untuk memrogram NodeMCU ESP8266

Gambar 3.19 menunjukkan kode awal inisialisasi Blynk dengan ESP8266 agar NodeMCU ESP8266 yang digunakan dapat terhubung ke *server* Blynk menggunakan *token* otorisasi yang telah didapat melalui jaringan WiFi yang terdaftar dalam program.

```
// Inisialisasi BLYNK & ESP8266 //
#define BLYNK_PRINT Serial
#define BLYNK_DEBUG

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <ArduinoOTA.h>

char auth[] = "1ae3e64415f544a9acd36d2841bc6082"; //masukkan auth token dari BLYNK di sini
char ssid[] = "Android"; //masukkan SSID WiFi yang akan digunakan di sini
char pass[] = "1sampa18"; //masukkan pass WiFi dari SSID di atas
char hostOTA[] = "OTAupdate";
char passOTA[] = "OTAROTA";
```

Gambar 3. 19 Kode inisialisasi Blynk dan ESP8266

Bagian *loop* dari program ditunjukkan oleh Gambar 3.20. Dengan library dari Blynk, bagian *loop* dapat dibuat cukup dengan beberapa baris perintah, `ArduinoOTA.handle` untuk melakukan fungsi *update* program secara nirkabel, `Blynk.run` untuk menjalankan rutin, dan `timer.run` untuk menjalankan fungsi pewaktu.


```

void loop()
{
  ArduinoOTA.handle();
  Blynk.run();
  timer.run();
}

```

Gambar 3. 20 Potongan kode program bagian loop

Gambar 3.21 berikut menunjukkan rutin pembacaan sensor HC-SR04 dan kontrol pengaktifan pompa DC, dan Gambar 3.22 menunjukkan rutin pembacaan data sensor DHT22.

```

void BacaPING()
{
  long duration;
  float distance;
  float distBlynk;
  digitalWrite(TRIGGER, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(TRIGGER, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(TRIGGER, LOW);

  duration = pulseIn(ECHO, HIGH);
  distance = (duration/2) / 29.1;
  distBlynk = (29.5 - distance);
  Serial.print ("distance :");
  Serial.println(distance);
  Blynk.virtualWrite(8, distBlynk);

  if (distBlynk < 5)
  {
    RELlon();
  }
}

```

Gambar 3. 21 Rutin pembacaan sensor HC-SR04

```

void BacaDHT()
{
  float h = dht.readHumidity();
  float t = dht.readTemperature(); // or dht.readTemperature(true) for Fahrenheit

  if (isnan(h) || isnan(t))
  {
    Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
    Blynk.virtualWrite(11, 0);
    Blynk.virtualWrite(12, 0);
    return;
  }
  Blynk.virtualWrite(11, h);
  Blynk.virtualWrite(12, t);
}

```

Gambar 3. 22 Rutin pembacaan sensor DHT22

Gambar 3.23 dan 3.24 berikut menunjukkan potongan kode untuk kontrol waktu proporsional.

```

windowStartTime = millis();
Setpoint = 85;
myPID.SetOutputLimits(0, WindowSize);
myPID.SetMode(AUTOMATIC);

```

Gambar 3. 23 Potongan kode setup kontrol waktu proporsional

```

float Input = h;
unsigned long now = millis();
myPID.Compute();
/*****
 * turn the output pin on/off based on pid output
 *****/
if (now - windowStartTime > WindowSize)
{ //time to shift the Relay Window
  windowStartTime += WindowSize;
}
if (Output < now - windowStartTime)
{
  digitalWrite(REL3pin, LOW);
  digitalWrite(REL2pin, LOW);
} else {
  digitalWrite(REL3pin, HIGH);
  digitalWrite(REL2pin, HIGH);
}
}

```

Gambar 3. 24 Potongan kode kontrol waktu proporsional

BAB IV HASIL PENGUJIAN

Pada Bab IV ini akan dipaparkan hasil realisasi dari rancangan monitoring dan sistem kontrol penyemprotan untuk budidaya aeroponik yang telah dilakukan sebelumnya, pengujian dari sensor-sensor serta komponen aktuator yang digunakan pada sistem penyemprotan larutan nutrisi ini dan juga hasil pengujian sistem secara keseluruhan.

4.1 Realisasi *GrowBox*

Berdasarkan beberapa referensi dan melakukan perbandingan terhadap desain-desain ruang penumbuh yang banyak beredar di internet, serta bahan yang digunakan untuk membuatnya, penulis pada tugas akhir ini memutuskan untuk memilih kotak yang terbuat dari *styrofoam* seperti pada Gambar 4.1 dengan pertimbangan:

1. Mudah didapatkan (banyak tersedia di toko-toko penjual kemasan)
2. Harga yang cukup terjangkau bagi penulis
3. Dimensi kotak yang cukup beragam pilihannya
4. Cukup baik menjaga temperatur di dalam kotak dan menghalau agar cahaya dari luar kotak tidak tembus ke bagian dalam.



Gambar 4. 1 *Box Styrofoam*

Adapun kotak *styrofoam* yang digunakan pada penelitian ini adalah kotak *styrofoam* ukuran 35L dengan dimensi 51 x 37,5 x 35 cm yang dapat dilubangi menjadi 9 – 12 lubang pot (Gambar 4.2), serta pada bagian dalamnya diberi sekat untuk peletakan kipas DC (Gambar 4.3). Kipas DC berfungsi untuk menghembuskan kabut dari larutan nutrisi yang telah dihasilkan oleh *ultrasonic atomizer* sebelumnya, sehingga penyebaran kabut ke akar-akar tanaman dapat terserbar secara merata.



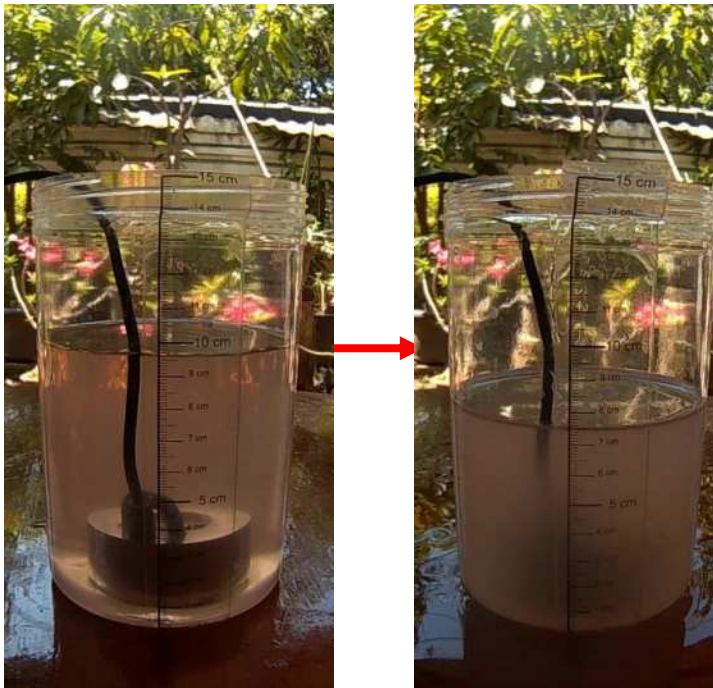
Gambar 4. 2 Kotak yang sudah diberi lubang untuk 9 pot tanaman



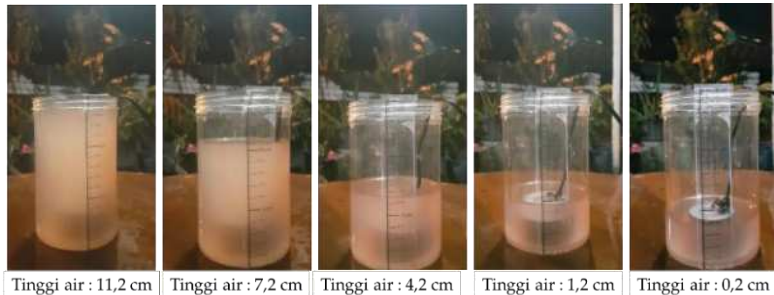
Gambar 4. 3 Bagian dalam kotak *styrofoam* yang diberi sekat

4.2 Pengujian Ultrasonic atomizer

Ultrasonic atomizer yang digunakan adalah model generik (tanpa merk) yang menurut spesifikasinya dapat mengubah cairan menjadi kabut dengan kapasitas 400ml /jam, dicatu dengan catu daya DC 24V / 1A. Namun dari percobaan yang dilakukan, dengan menggunakan wadah toples berdiameter 10 cm, tinggi 15 cm, hasil percobaan pengoperasian *ultrasonic atomizer* selama 1 jam terlihat bahwa level ketinggian berkurang sekitar 20 cm, yang berarti cairan yang diubah sebanyak sekitar 120ml (6ml / cm), jauh dari spesifikasi yang tertera. Dari hasil pengujian juga didapat ketinggian cairan optimal agar perangkat dapat bekerja dengan baik, yaitu sekitar 1,2 cm – 7,2 cm (Gambar 4.5). Gambar 4.6 menunjukkan bahwa *ultrasonic atomizer* dapat mengubah larutan nutrisi menjadi bentuk kabut, dengan serbuk putih pada kabel yang menunjukkan sisa-sisa dari nutrisi yang telah dikabutkan.



Gambar 4. 4 (a) volume larutan nutrisi sebelum dikabutkan; (b) sesudah dikabutkan



Gambar 4. 5 Pengujian ketinggian larutan optimal



Gambar 4. 6 Serbuk putih dari larutan nutrisi yang dikabutkan

4.3 Pengujian kipas DC

Kipas DC (Gambar 4.6) yang digunakan adalah kipas yang biasa digunakan untuk *casing* komputer meja berbentuk persegi empat dengan ukuran 8 cm x 8 cm dengan spesifikasi yang tertera adalah tegangan kerja 12VDC / 0.1A. Namun pada penelitian ini kipas DC ini dicatu menggunakan catu daya yang sama dengan *ultrasonic atomizer*, yaitu 24VDC, dan tidak terjadi masalah. Gambar 4.7 menunjukkan pemasangan kipas DC pada bagian sekat di dalam *GrowBox* dan dapat beroperasi sesuai dengan harapan, yaitu dapat berputar dan mensirkulasikan kabut yang dihasilkan oleh *ultrasonic atomizer*.



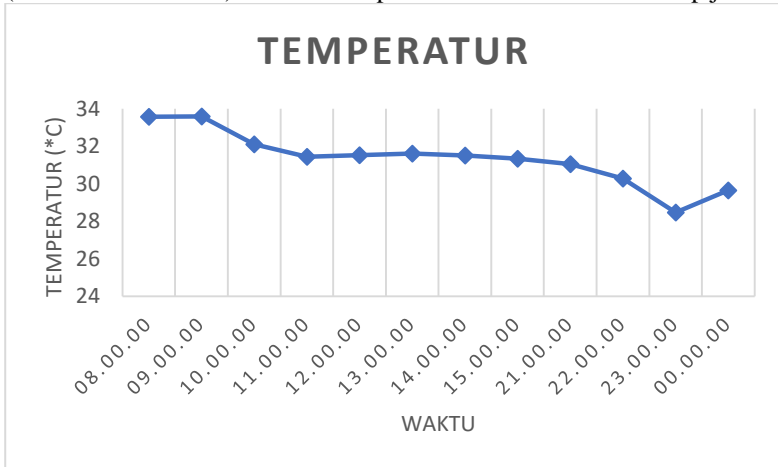
Gambar 4. 7 Kipas DC



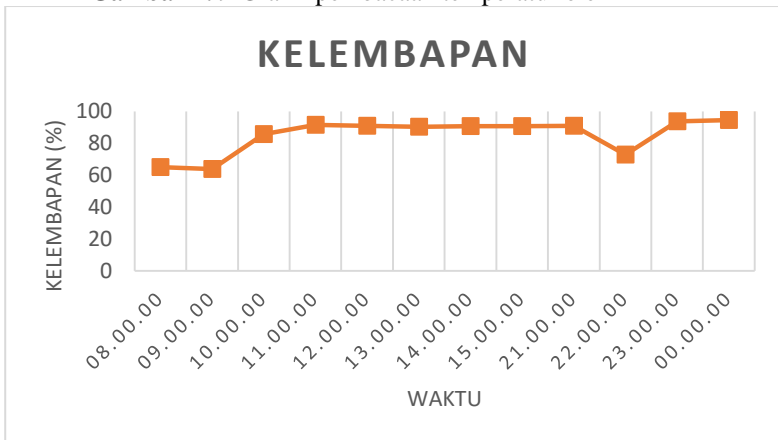
Gambar 4. 8 Kipas DC yang sedang beroperasi pada posisinya

4.4 Pengujian Sensor DHT 22

Pengujian dilakukan dengan cara melihat nilai yang ditampilkan oleh antarmuka pada aplikasi BLYNK, apakah ada nilainya (yang berarti sensor bekerja) atau bernilai 0 (berarti tidak ada data sensor yang terbaca/diterima oleh NodeMCU ESP8266). Data pembacaan sensor (Gambar 4.8 dan 4.9) diambil setiap menit dan dirata-ratakan tiap jam.



Gambar 4. 9 Grafik pembacaan temperatur oleh DHT22



Gambar 4. 10 Grafik pembacaan kelembapan oleh DHT22

Dapat dilihat dari grafik di atas bahwa sensor DHT 22 dapat bekerja dengan baik (mengirimkan data temperatur dan kelembapan) dengan temperatur rata-rata sekitar 32°C dan kelembapan rata-rata sekitar 90%.

Selain itu, dilakukan juga uji nilai pembacaan antara sensor DHT 22 dengan sensor kelembapan dan temperatur yang dijual di pasaran (komersil), ditunjukkan pada Gambar 4.11. Hasil perbandingan ini ditampilkan pada Tabel 4.1. Dapat dilihat bahwa nilai pembacaan antara kedua sensor tersebut tidak jauh berbeda. Pada pembacaan temperatur (satuan °C), kedua sensor menunjukkan nilai yang nyaris sama (rata-rata error = 0,14), sedangkan untuk hasil pembacaan kelembapan (satuan %) kedua sensor menunjukkan nilai yang cukup berbeda (rata-rata error =



Gambar 4. 11 Perbandingan nilai pembacaan sensor

Tabel 4. 1 Perbandingan DHT22 dan sensor komersil

No	DHT22		Sensor Komersil		Perbedaan	
	Temp.	Humid.	Temp.	Humid.	Temp.	Humid.
1	31,1	51,4	31,1	51	0	0,4
2	30,9	53,8	31,0	52	0,1	1,8
3	30,7	53,2	30,9	51	0,2	2,2
4	30,6	54,1	30,8	52	0,2	2,1
5	30,7	53,5	30,9	52	0,2	1,5

4.5 Pengujian Sensor HC-SR04

Pengujian sensor HC-SR04 dilakukan dengan menggunakan toples berdiameter 10cm dan tinggi 15 cm yang diberi garis pengukur (Gambar 4.12). Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah jarak antara sensor dengan permukaan air menunjukkan hasil yang tepat atau terdapat error. Dari 7 kali percobaan yang dilakukan, pembacaan sensor menunjukkan hasil yang cukup akurat seperti yang terlihat pada Tabel 4.1, dengan selisih pengukuran (error) berkisar 0,09 cm dari nilai asli. Dapat dilihat juga indikator pompa DC pada saat nilai ketinggian air kurang dari 5 cm menyala, menandakan bahwa pompa DC bekerja sesuai dengan nilai yang telah ditentukan (menyala jika ketinggian air < 5 cm).

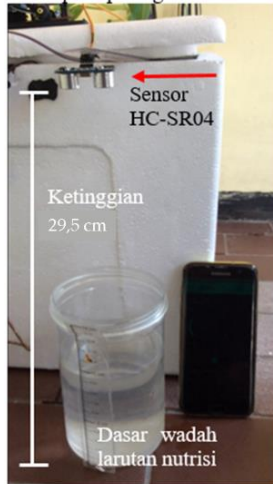
Tabel 4. 2 Hasil pengujian sensor HC-SR04

Percobaan ke-	Pembacaan Sensor (cm)	Nilai Asli (cm)	Selisih (cm)
1	0,02	0	0,02
2	0,93	0,9	0,03
3	2,17	2	0,17
4	3,2	3,2	0
5	4,23	4,25	0,02
6	5,33	5,1	0,23
7	6,29	6,5	0,21



Gambar 4. 12 Pengujian HC-SR04

Pengujian juga dilakukan dengan memasang sensor HC-SR04 di bagian penutup *GrowBox* dan menggunakan nilai 29,5 cm sebagai nilai ketinggian kotak (dari penutup *GrowBox* sampai ke dasar wadah larutan nutrisi), didapat hasil pengukuran ketinggian cairan (9,5 cm) yang mendekati nilai sesungguhnya (9,4 cm) . Pemasangan sensor sebenarnya diasumsikan seperti pada Gambar 4.13.



Gambar 4. 13 Pengujian sensor HC-SR04 pada *GrowBox*



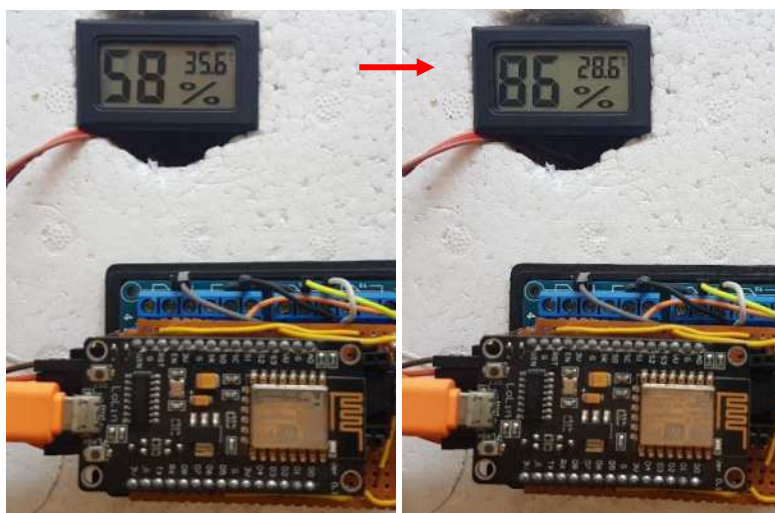
Gambar 4. 14 Posisi pemasangan sensor dan *ultrasonic atomizer*

Dari hasil pengukuran, terlihat bahwa sensor memberikan nilai ketinggian yang terbaca yaitu 9,5cm, sedangkan ketinggian air aslinya adalah 9,4cm. Untuk kebutuhan pendeteksian ketinggian larutan nutrisi pada sistem ini, hasil yang didapat sudah memuaskan dan memenuhi kebutuhan. Gambar 4.14 menunjukkan posisi pemasangan dari sensor DHT22, HC-SR04, dan pemasangan *ultrasonic atomizer* pada bak nutrisi.

4.6 Pengujian Penggunaan *Ultrasonic atomizer* dan DC Fan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan *Ultrasonic atomizer* dan DC Fan terhadap temperatur dan kelembapan di ruang tumbuh *GrowBox*. Pengujian dilakukan dengan cara menonaktifkan terlebih dahulu *ultrasonic atomizer* dan DC Fan, kemudian diukur temperatur dan kelembapannya. Setelah itu, *Ultrasonic atomizer* dan DC Fan dinyalakan untuk melihat apakah ada perubahan yang terjadi di dalam ruang tumbuh *GrowBox*.

Dari hasil yang didapat (Gambar 4.15) terlihat terjadi perubahan temperatur dan kelembapan setelah *Ultrasonic atomizer* dan DC Fan dinyalakan. Terjadi kenaikan kelembapan relatif dalam ruang dari 58% menjadi 86%, dan penurunan temperatur dari 35,6°C menjadi 28,6°C.



Gambar 4. 15 Kelembapan *GrowBox* (a) sebelum sistem dijalankan; (b) sesudah sistem dijalankan

Ultrasonic atomizer dan *DC Fan* dapat bekerja untuk memanipulasi nilai temperatur dan kelembapan di dalam ruang tumbuh *GrowBox*. Gambar 4.16 menunjukkan hasil akhir dari realisasi *GrowBox*, sedangkan Tabel 4.3 menunjukkan keluaran dari kontrol on waktu proporsional.

Tabel 4. 3 Output dari kontrol on proporsional

No.	Temperatur	Kelembapan	Output kontrol on
1	35,8	47,9	154,20
2	36,9	48,1	153,80
3	32,9	56,5	137,00
4	32,5	58,1	133,80
5	32,5	60,4	129,20
6	32,7	61,1	127,80
7	32,5	62,4	125,20
8	32,3	64,7	120,60
9	36,8	67,1	115,80
10	36,9	74,2	101,60



Gambar 4. 16 Realisasi *GrowBox* dan kontrolnya

-halaman ini sengaja dikosongkan-

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Telah dirancang sebuah ruang tumbuh untuk budidaya aeroponik menggunakan kotak *styrofoam* yang dilengkapi sistem kontrol penyemprotan larutan nutrisi serta antarmuka *monitoring* melalui internet. Sistem kontrol menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler untuk mengatur pensaklaran aktuator berupa *ultrasonic atomizer*, kipas DC, dan pompa DC berdasarkan nilai pembacaan sensor DHT 22 dan HC-SR04 dengan bantuan modul relay. Antarmuka *monitoring* dibangun di atas aplikasi Blynk yang terpasang pada *smartphone*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kelembapan ruang tumbuh dapat diatur oleh sistem. Durasi *on* dan *off ultrasonic atomizer* diatur oleh kontrol proporsional, semakin kecil nilai kelembapan maka semakin lama durasi *ultrasonic atomizer* bekerja, dan sebaliknya. Nilai kelembapan dari ruang tumbuh yang dirancang dapat meningkat dari 61% menjadi 85% dalam waktu 47 detik. Sistem kontrol juga menjaga ketinggian bak larutan nutrisi dari permukaan *ultrasonic atomizer* dengan cara mengaktifkan pompa DC untuk memompa larutan nutrisi cadangan jika ketinggian larutan nutrisi pada bak nutrisi kurang dari 5 cm. Hasil pengujian juga menunjukkan antarmuka *monitoring* dapat menampilkan nilai pembacaan dari tiap sensor serta status *on / off* dari tiap aktuator yang ada, juga memungkinkan pengguna mengambil alih kontrol terhadap aktuator secara manual melalui internet.

5.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut, penulis memberikan saran untuk memasukkan faktor pH dan *electric conductivity* sebagai faktor yang juga dikontrol untuk budidaya aeroponik karena faktor ini juga mempengaruhi laju pertumbuhan tanaman, dan nilainya bervariasi pada tiap fase pertumbuhan. Selain itu, catu daya yang digunakan juga sebaiknya memiliki tingkat kehandalan yang tinggi karena budidaya aeroponik sangat bergantung pada penyemprotan yang dilakukan secara elektrik.

-halaman ini sengaja dikosongkan-

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "Data Luas Lawah Sawah per Provinsi", BPS Indonesia, 2018. [Online]. Tersedia: bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/895. [Diakses: 01-Feb-2018].
- [2] P. Crisnapati, I. Wardana, I. Aryanto and A. Hermawan, "Hommons: Hydroponic management and monitoring system for an IOT based NFT farm using web technology", 2017 5th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM), 2017.
- [3] D. Eridani, O. Wardhani and E. Widiyanto, "Designing and implementing the arduino-based nutrition feeding automation system of a prototype scaled nutrient film technique (NFT) hydroponics using total dissolved solids (TDS) sensor", 2017 4th International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE), 2017.
- [4] Wicaksono, A., Widasari, E., & Utamingrum, F., "Implementasi Sistem Kontrol dan Monitoring pH pada Tanaman Kentang Aeroponik secara Wireless", 2017 Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer, 1(5), 386-398.
- [5] I. Idris and Muhammad Ikhsan Sani, "Monitoring and control of aeroponic growing system for potato production", 2012 IEEE Conference on Control, Systems & Industrial Informatics, 2012.
- [6] N, Rosdiana, Sugiyono, L. Prayoga., "Studi Pengaruh Nutrisi Aeroponik Terhadap Pertumbuhan Tajuk Kentang Kultivar Granola", 2014 Student Thesis Univeristas Jenderal Soedirman, 2015.
- [7] S. Nainggolan, "Peran Kavitas Hidrodinamik dan Kavitas Ultrasonik pada Penyisihan Fenol dengan Proses Oksidasi Lanjut Berbasis Ozon", Undergraduate, UI, 2010.
- [8] LEONG, Thomas; ASHOKKUMAR, Muthupandian; KENTISH, Sandra. "The fundamentals of power ultrasound-A review". 2011.
- [9] R. Setiawan and M. Rivai, "Implementasi Analog Front End pada Sensor Kapasitif Untuk Pengaturan Kelembaban Menggunakan Mikrokontroler STM32", Jurnal Teknik ITS, vol. 6, no. 1, 2017.
- [10] Subandi, Ayub. "Rancang Bangun Sistem Aeroponik Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler" Prosiding SENIATI [Online], Number Book-2 (12 December 2016)

- [11] A. Saptadi, "Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembapan Antara Sensor DHT11 dan DHT22", *JURNAL INFOTEL - Informatika Telekomunikasi Elektronika*, vol. 6, no. 2, p. 49, 2014.
- [12] R. Vina and E.T. Aan, "SISTEM PENGENDALI PINTU BERBASIS WEB MENGGUNAKAN NODEMCU 8266", 2017, Diploma Thesis, *STMIK AKAKOM Yogyakarta*
- [13] R. Kodali and B. Sarjerao, "A low cost smart irrigation system using MQTT protocol", 2017 *IEEE Region 10 Symposium (TENSYP)*, 2017.
- [14] Nugra A., M. Rivai, and Suwito, "Aplikasi Wireless Sensor Network Untuk Pembacaan Meteran Air." *Jurnal Teknik ITS* 6.2 (2017): A762-765.
- [15] Syamsiar, Muhammad Dzulkifli, Muhammad Rivai, and Suwito. "Rancang Bangun Sistem Irigasi Tanaman Otomatis Menggunakan Wireless Sensor Network." *Jurnal Teknik ITS* 5.2 (2016): A261-A266.
- [16] Gumelar, D.M., M. Rivai, and Tasripan, "Rancang Bangun Wireless Electronic Nose Berbasis Teknologi Internet of Things", 2017, *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), pp.A750-752.
- [17] J. Pitakphongmetha, N. Boonnam, S. Wongkoon, T. Horanont, D. Somkiadcharoen and J. Prapakornpilai, "Internet of things for planting in smart farm hydroponics style", 2016 *International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC)*, 2016.
- [18] M. Lori, "Understanding Time Proportional Control", *Iwaki America Corporation*, 2018.

LAMPIRAN A : Listing Program

```
// Inialisasi BLYNK & ESP8266 //
#define BLYNK_PRINT Serial
#define BLYNK_DEBUG

#include <ESP8266WiFi.h>
#include
<BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <ArduinoOTA.h>

char auth[] = "xxx"; //masukkan
auth token dari BLYNK di sini
char ssid[] = "xxx"; //masukkan
SSID WiFi yang akan digunakan
di sini
char pass[] = "xxx";//masukkan
pass WiFi dari SSID di atas
char hostOTA[] = "OTAupdate";
char      passOTA[]      =
"OTAOTAOTA";

BLYNK_CONNECTED()
{
  Blynk.syncAll();
}

WidgetLED  REL1(V0); //
Indikator Relay 1 di App
WidgetLED  REL2(V1); //
Indikator Relay 2 di App
WidgetLED  REL3(V2); //
Indikator Relay 3 di App

// Timer //
BlynkTimer timer;

// DHT 22 //
#include <SPI.h>
#include <DHT.h>

#define DHTPIN D4
#define DHTTYPE DHT22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

// Pengaturan pin //
#define REL1pin D7
#define REL2pin D6
#define REL3pin D5
#define TRIGGER D1
#define ECHO D2

boolean REL1Stat = 1;
boolean REL2Stat = 1;
boolean REL3Stat = 1;

// PID Relay Output
#include <PID_v1.h>

double Setpoint, Input, Output;
double Kp=100, Ki=0, Kd=0;
PID myPID(&Input, &Output,
&Setpoint, Kp, Ki, Kd,
DIRECT);
int WindowSize = 1000;
unsigned long
windowStartTime;
```

```

// Main Program //
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("GrowBox");
  Serial.println("... Please Wait");
  Serial.println(" ");

  pinMode(REL1pin, OUTPUT);
  pinMode(REL2pin, OUTPUT);
  pinMode(REL3pin, OUTPUT);
  pinMode(TRIGGER,
OUTPUT);
  pinMode(ECHO, INPUT);

  ##### Fungsi update
  OTA #####

  ArduinoOTA.setHostname(host
OTA);

//ArduinoOTA.setPassword(pas
sOTA);
  ArduinoOTA.onStart(()) {
    Serial.println("OTA: Start");
  };
  ArduinoOTA.onEnd(()) {
    Serial.println("\nOTA: End");
  };

  ArduinoOTA.onProgress(())(unsi
gned int progress, unsigned int
total) {
    Serial.printf("Progress:
%u%r", (progress / (total /
100)));
  });

  ArduinoOTA.onError(())(ota_err
or_t error) {
    Serial.printf("Error[%u]: ",
error);
    if (error ==
OTA_AUTH_ERROR)
      Serial.println("OTA: Auth
Failed");
    else if (error ==
OTA_BEGIN_ERROR)
      Serial.println("OTA: Begin
Failed");
    else if (error ==
OTA_CONNECT_ERROR)
      Serial.println("OTA: Connect
Failed");
    else if (error ==
OTA_RECEIVE_ERROR)
      Serial.println("OTA: Receive
Failed");
    else if (error ==
OTA_END_ERROR)
      Serial.println("OTA: End
Failed");
  });
  ArduinoOTA.begin();
  Serial.println("OTA: Ready");

  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
  dht.begin();

  REL1.off();
  REL2.off();
  REL3.off();

  windowStartTime = millis();
  //initialize the variables we're
linked to

```

```

    Setpoint = 85;
    //tell the PID to range between
    0 and the full window size
    myPID.SetOutputLimits(0,
    WindowSize);
    //turn the PID on

myPID.SetMode(AUTOMATIC
);

    timer.setInterval(5000L,
BacaDHT);
    timer.setInterval(1000L,
BacaPING);
}

void loop()
{
    ArduinoOTA.handle();
    Blynk.run();
    timer.run();
}

///// Pretelan /////
// Baca Sensor HC-SR04 //
void BacaPING()
{
    long duration;
    float distance;
    float distBlynk;
    digitalWrite(TRIGGER,
LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(TRIGGER,
HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(TRIGGER,
LOW);

```

```

    duration = pulseIn(ECHO,
HIGH);
    distance = (duration/2) / 29.1;
    distBlynk = (29.5 - distance);
    Serial.print ("distance :");
    Serial.println(distance);
    Blynk.virtualWrite(8,
distBlynk);

    if (distBlynk < 5)
    {
        REL1on();
    }
}

// Baca Sensor DHT //
void BacaDHT()
{
    float h = dht.readHumidity();
    float t = dht.readTemperature();
    // or dht.readTemperature(true)
    for Fahrenheit

    if (isnan(h) || isnan(t))
    {
        Serial.println("Failed to read
from DHT sensor!");
        Blynk.virtualWrite(11, 0);
        Blynk.virtualWrite(12, 0);
        return;
    }
    Blynk.virtualWrite(11, h);
    Blynk.virtualWrite(12, t);

    float Input = h;
    unsigned long now = millis();
    myPID.Compute();

```

```

/*****
*****
* turn the output pin on/off
based on pid output

*****
*****/
if (now - windowStartTime >
WindowSize)
{ //time to shift the Relay
Window
windowStartTime +=
WindowSize;
}
if (Output < now -
windowStartTime)
{
digitalWrite(REL3pin, LOW);
digitalWrite(REL2pin, LOW);
} else {
digitalWrite(REL3pin,
HIGH);
digitalWrite(REL2pin,
HIGH);
}
}

// Terima perintah dari App //
BLYNK_WRITE(V7)
{
int i=param.asInt();
if (i==1)
{
REL1Stat = !REL1Stat;
RELexe();
}
}

```

```

BLYNK_WRITE(V6)
{
int i=param.asInt();
if (i==1)
{
REL2Stat = !REL2Stat;
RELexe();
}
}

BLYNK_WRITE(V5)
{
int i=param.asInt();
if (i==1)
{
REL3Stat = !REL3Stat;
RELexe();
}
}

// Eksekusi Perintah //
void RELexe()
{
if (REL1Stat == 0)
{
Blynk.notify("GrowBox :
REL 1 ON");
digitalWrite(REL1pin, LOW);
REL1.on();
}
else
{
digitalWrite(REL1pin,
HIGH);
REL1.off();
}

if (REL2Stat == 0)
{

```

```

    Blynk.notify("GrowBox      :
REL 2 ON");
    digitalWrite(REL2pin, LOW);
    REL2.on();
}
else
{
    digitalWrite(REL2pin,
HIGH);
    REL2.off();
}

if (REL3Stat == 0)
{
    Blynk.notify("GrowBox      :
REL 3 ON");
    digitalWrite(REL3pin, LOW);
    REL3.on();
}
else
{
    digitalWrite(REL3pin,
HIGH);
    REL3.off();
}
}

// Nyalakan Relay 1 //
void REL1on()
{
    REL1Stat = 0;
    RELexe();
    delay (10000L);
    REL1Stat = 1;
    RELexe();
}

// Nyalakan Relay 2 //
void REL2on()
{
    REL2Stat = 0;
    RELexe();
    REL2Stat = 1;
    RELexe();
}

// Nyalakan Relay 3 //
void REL3on()
{
    REL3Stat = 0;
    RELexe();
    REL3Stat = 1;
    RELexe();
}
}

```

-halaman ini sengaja dikosongkan-

BIOGRAFI PENULIS



Samuel Leonardo Hamonangan Siregar adalah nama lengkap dari penulis. Penulis adalah anak ketiga dari empat bersaudara, dan dilahirkan pada tanggal 19 Maret 1995 di kota Palembang, Sumatera Selatan. Namun, sejak kecil penulis berpindah-pindah domisili dari satu daerah ke daerah lain. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Katolik Xaverius A2 kota Ambon (lulus tahun 2007), kemudian menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Katolik Rajawali Makassar (lulus tahun 2010), setelah itu melanjutkan pendidikannya di sekolah kejuruan SMK Telkom SP 2 Makassar dengan jurusan Teknik Transmisi Telekomunikasi (lulus tahun 2013). Penulis kemudian berkesempatan untuk melanjutkan pendidikannya ke jenjang perkuliahan di Departemen Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) dengan bidang studi Elektronika Industri. Selama menjalani dunia perkuliahan cukup aktif dalam berbagai kegiatan di baik di dalam maupun luar kampus, seperti menjadi asisten praktikum dan asisten laboratorium, juga menjadi pengurus di organisasi pemuda gereja tempat penulis beribadah.