

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN KONTROLER MEDIA BUDIDAYA TERUMBU KARANG SKALA MIKRO DENGAN *ARDUINO* *NANO* DAN *FLUTTER SDK*



ABIMANYU

19102054

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO
2023**

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN KONTROLER MEDIA BUDIDAYA
TERUMBU KARANG SKALA MIKRO DENGAN *ARDUINO
NANO DAN FLUTTER SDK*
*DESIGN AND DEVELOPMENT OF MICRO SCALE CORAL
PROPAGATION MEDIA CONTROLLER WITH ARDUINO
NANO AND FLUTTER SDK***

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer



ABIMANYU

19102054

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2023

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING

**RANCANG BANGUN KONTROLER MEDIA BUDIDAYA
TERUMBU KARANG SKALA MIKRO DENGAN *ARDUINO*
NANO DAN *FLUTTER SDK*
*DESIGN AND DEVELOPMENT OF MICRO SCALE CORAL
PROPAGATION MEDIA CONTROLLER WITH ARDUINO
NANO AND FLUTTER SDK***

Dipersiapkan dan Disusun oleh

ABIMANYU

19102054

Fakultas Informatika

Institut Teknologi Telkom Purwokerto

25 Juli 2023

Pembimbing Utama,

Aulia Desy Nur Utomo, S.Kom.,
M.Cs.

NIDN 0609128902

LEMBAR PENETAPAN PENGUJI
RANCANG BANGUN KONTROLER MEDIA BUDIDAYA
TERUMBU KARANG SKALA MIKRO DENGAN *ARDUINO*
NANO* DAN *FLUTTER SDK
DESIGN AND DEVELOPMENT OF MICRO SCALE CORAL
PROPAGATION MEDIA CONTROLLER WITH ARDUINO
NANO AND FLUTTER SDK

Dipersiapkan dan Disusun oleh

Abimanyu

19102054

Telah Diujikan dan Dipertahankan dalam Sidang Ujian Tugas Akhir

Pada Hari , Tanggal . . . Januari 2024

Penguji I,

Penguji II,

Penguji III,

.....

NIDN

.....

NIDN

.....

NIDN

Dekan,

Pembimbing Utama,

Auliya Burhanuddin, S.Si., M.
Kom.

NIK. 19820008

Aulia Desy Nur Utomo, S.Kom., M.Cs.

NIDN 0609128902

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Abimanyu

NIM : 19102054

Program Studi : S1 Teknik Informatika

Menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul berikut:

**RANCANG BANGUN KONTROLER MEDIA BUDIDAYA TERUMBU
KARANG SKALA MIKRO DENGAN *ARDUINO NANO* DAN *FLUTTER*
*SDK***

Dosen Pembimbing Utama : Aulia Desy Nur Utomo, S.Kom., M.Cs.

1. Karya tulis ini adalah benar-benar **ASLI** dan **BELUM PERNAH** diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Institut Teknologi Telkom Purwokerto maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan, dan penelitian Saya Sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Tim Dosen Pembimbing.
3. Dalam Karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab Saya, bukan tanggungjawab Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
5. Pernyataan ini Saya buat dengan sesungguhnya, apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka Saya bersedia menerima Sanksi Akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Purwokerto, 12 Januari 2024,

Yang Menyatakan,

Abimanyu

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat, rahmat, dan karunia-Nya yang tak terkira jumlahnya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan tepat waktu. Penulisan tugas akhir ini ditujukan sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Institut Teknologi Telkom Purwokerto.

Adapun judul tugas akhir ini yaitu **“RANCANG BANGUN KONTROLER MEDIA BUDIDAYA TERUMBU KARANG SKALA MIKRO DENGAN *ARDUINO NANO* DAN *FLUTTER SDK* RANCANG BANGUN KONTROLER MEDIA BUDIDAYA TERUMBU KARANG SKALA MIKRO DENGAN *ARDUINO NANO* DAN *FLUTTER SDK* “**.

Adapun dalam proses penyelesaian penelitian dan penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan, motivasi, doa, dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat dalam membantu proses penelitian dan penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Arfianto Fahmi, S.T., M.T. selaku Rektor Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
2. Bapak Auliya Burhanuddin, S.Si., M.Kom. selaku Dekan Fakultas Informatika Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
3. Ibu Amalia Beladinna Arifa, S.Pd., M.Cs. selaku Kepala Program Studi S1 Teknik Informatika.
4. Aulia Desy Nur Utomo, S.Kom., M.Cs. selaku dosen pembimbing I yang telah bersedia membimbing serta mengarahkan penulis dalam menyelesaikan kesulitan yang dihadapi selama menyusun tugas akhir.
5. Orang tua penulis, Bapak Sudarmono dan Ibu Lidia yang selalu memberikan doa terbaik, memberikan motivasi dan dukungan kepada penulis, sehingga penulis mampu menamatkan pendidikan S1 dan mendapatkan gelar sarjana.
6. Teman-teman penulis yang telah memberikan dukungannya selama penulis menempuh pendidikan di Institut Teknologi Telkom Purwokerto.

Semoga Allah SWT senantiasa memberkahi dan membalas seluruh amal dan kebaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan

pendidikan sarjana penulis. Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan dan penulisan tugas akhir ini. Meskipun demikian, penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Purwokerto, 12 Januari 2024

Abimanyu

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	iv
BAB I	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II.....	6
2.1 Kajian Pustaka	6
2.2 Landasan Teori	15
2.2.1 Terumbu Karang.....	15
2.2.2 Fragmentasi Terumbu Karang.....	15
2.2.3 Metode <i>Prototype</i>	15
2.2.4 <i>Internet of things</i>	16
2.2.5 <i>Firebase</i>	16
2.2.6 <i>Flutter</i>	16
2.2.7 <i>Android</i>	16
2.2.8 <i>Arduino Nano</i>	17
2.2.9 <i>Blackbox Testing</i>	17
2.3 Hipotesa Penulisan.....	Error! Bookmark not defined.
BAB III	18
3.1 Objek dan Subjek Penelitian	18
3.2 Jenis dan Sumber Data.....	18

3.3	Diagram Alir Penelitian	18
3.4	Jadwal Penelitian	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA		115

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.2 Diagram Alir	18
Gambar 3.4 Metode Penelitian <i>Prototyping</i>	20
Gambar 3.4 Diagram Perancangan Skema Sistem.....	32
Gambar 3.5 Perancangan Skema Sistem.....	33
Gambar 3.6 <i>wireframe</i> aplikasi <i>interface</i> berbasis <i>mobile</i>	34
Gambar 3.7 <i>wireframe</i> aplikasi <i>interface</i> berbasis <i>mobile</i> halaman <i>splashscreen</i>	34
Gambar 3.8 <i>wireframe</i> aplikasi <i>interface</i> berbasis <i>mobile</i> halaman <i>home</i>	35
Gambar 3.9 <i>wireframe</i> aplikasi <i>interface</i> berbasis <i>mobile</i> halaman utilitas <i>High Power LED</i>	36
Gambar 3.10 <i>wireframe</i> aplikasi <i>interface</i> berbasis <i>mobile</i> halaman utilitas pompa <i>Wave Maker</i>	37
Gambar 3.11 <i>wireframe</i> aplikasi <i>interface</i> berbasis <i>mobile</i> halaman utilitas pompa peristaltik.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Pustaka.....	9
Tabel 3.1 <i>Black Box Testing</i> : Pengujian <i>Sensor</i> Suhu Air Media Budidaya Pada <i>Arduino Nano</i>	32
Tabel 3.2 <i>Black Box Testing</i> : Pengujian <i>Sensor</i> pH Air Media Budidaya Pada <i>Arduino Nano</i>	32
Tabel 3.3 <i>Black Box Testing</i> : Pengujian <i>Sensor</i> Ketinggian Air Media Budidaya Pada <i>Arduino Nano</i>	33
Tabel 3.4 <i>Black Box Testing</i> : Pengujian <i>Mosfet Driver</i> Perangkat <i>High Power LED</i> Media Budidaya Pada <i>Arduino Nano</i>	33
Tabel 3.5 <i>Black Box Testing</i> : Pengujian <i>Mosfet Driver</i> Pompa <i>Wave Maker</i> Media Budidaya Pada <i>Arduino Nano</i>	33
Tabel 3.6 <i>Black Box Testing</i> : Pengujian <i>Mosfet</i> Pompa <i>Peristaltik 1</i> Media Budidaya Pada <i>Arduino Nano</i>	33
Tabel 3.7 <i>Black Box Testing</i> : Pengujian <i>Mosfet</i> Pompa <i>Peristaltik 2</i> Media Budidaya Pada <i>Arduino Nano</i>	34
Tabel 3.8 <i>Black Box Testing</i> : Pengujian <i>Relay</i> Kipas Pendingin Media Budidaya Pada <i>Arduino Nano</i>	34
Tabel 3.9 <i>Black Box Testing</i> : Pengujian Aplikasi <i>Interface</i> kontroler Media Budidaya Pada <i>Arduino Nano</i>	34
Tabel 3.10 Jadwal Penelitian.....	38

ABSTRAK

Indonesia adalah negara kepulauan yang memiliki kekayaan sumber daya alam hayati laut yang sangat melimpah dengan potensi pemanfaatan yang besar. Dengan bentangan gugusan terumbu karang sebesar $\pm 51.000\text{Km}^2$ setara dengan 17 persen dari keseluruhan luas gugusan terumbu karang dunia menjadikan Indonesia sebagai negara dengan bentangan gugusan terumbu karang terluas kedua di dunia. Namun kegiatan manusia dan kenaikan suhu air laut yang diakibatkan oleh pemanasan global menciptakan ancaman besar bagi kelestarian terumbu karang, dimana polusi dan kenaikan suhu rata-rata air laut dapat secara langsung menyebabkan terjadinya pemutihan terumbu karang (*Coral Bleaching*) yang bisa mengakibatkan kematian massal terumbu karang. Dilihat dari penyebabnya kerusakan terumbu karang yang terjadi dapat dikelompokkan menjadi dua kategori utama, yaitu kerusakan yang diakibatkan oleh efek dari kegiatan sehari-hari manusia sebagai contoh seperti penambangan koloni karang, perdagangan koloni karang, penangkapan ikan menggunakan peledak di daerah terumbu karang, aktifitas nelayan yang menggunakan pukat harimau, dan penyebab lain. Sementara kerusakan yang terjadi karena disebabkan oleh alam adalah seperti perubahan iklim, aktifitas biologis, sebaran penyakit, maupun adanya hewan pemangsa. Indonesia sendiri memiliki resiko tinggi dalam hal kerusakan terumbu karang, hal ini diakibatkan oleh penangkapan ikan berlebih dengan menggunakan alat destruktif, pencemaran limbah, tumpahan minyak, dan pembangunan yang dekat dengan garis pantai sehingga menimbulkan pelumpuran. Hal ini dibuktikan dengan kondisi gugusan terumbu karang di pesisir Gili Matra pada tahun 2016, terjadi kenaikan suhu yang mengakibatkan 50% koloni karang mengalami pemutihan (*coral bleaching*), sedangkan 11% koloni karang ditemukan dalam kondisi pucat dan terdapat kematian koloni karang sebesar 1% dari koloni karang yang terdampak pemutihan. Dengan ancaman kerusakan masif akibat kerusakan lingkungan dan pemanasan global ini tentunya upaya pencegahan dengan cara budidaya yang dilakukan pada media yang terkontrol dan terisolasi dari lautan lepas menjadi salah satu alternatif. Jika dibandingkan dengan budidaya terumbu karang di lautan lepas, budidaya terumbu karang yang terisolir pada media budidaya akuarium memiliki keunggulan dalam hal kontrol karena kualitas air dapat dikontrol dengan teliti. Upaya rehabilitasi terumbu karang melalui usaha budidaya dapat dilakukan dengan metode transplantasi koloni karang. Transplantasi karang adalah metode perkembangbiakan vegetatif koloni karang, dengan melakukan fragmentasi atau pemecahan pada koloni karang untuk selanjutnya fragmen koloni ditempatkan pada media budidaya terkontrol. IOT atau *Internet of things* merupakan teknologi yang sedang berkembang pesat dimana melalui teknologi ini dapat memberikan kemudahan ketika dibutuhkan sebuah media *monitoring* dan media kontrol terhadap suatu *parameter* dalam hal ini adalah *parameter* air akuarium. Dengan perangkat kontroler berbasis *Internet of things* pengguna dapat mengakses informasi *parameter* air dan mengontrol instrumen pendukung kehidupan di mana pun pengguna berada. Salah satu pemanfaatan *Internet of things* adalah pengendalian jarak jauh. Hal ini memungkinkan pengguna untuk mengendalikan perangkat pencahayaan kapanpun dan di mana pun, dengan

catatan di lokasi perangkat kontroler digunakan terdapat akses *internet* yang dapat digunakan dan memadai.

Kata kunci : Terumbu Karang, Fragmentasi Karang, Firebase, Arduino Nano, Android, Flutter

ABSTRACT

Indonesia is an archipelago that has an abundance of marine biological resources with great potential for utilization. With a coral reef area of $\pm 51.000Km^2$, equivalent to 17 percent of the total area of the world's coral reefs, Indonesia is the country with the second largest coral reef area in the world. However, human activities and rising sea temperatures caused by global warming pose a major threat to the sustainability of coral reefs, where pollution and rising average sea temperatures can directly cause coral bleaching, which can lead to the mass death of coral reefs. In terms of causes, coral reef damage can be categorized into two main categories, namely damage caused by the effects of daily human activities such as coral colony mining, coral colony trading, explosive fishing in coral reef areas, fishing activities that use trawling, and other causes. While damage caused by nature is such as climate change, biological activity, the spread of disease, and the presence of predatory animals. Indonesia itself has a high risk in terms of damage to coral reefs, this is caused by overfishing using destructive tools, waste pollution, oil spills, and development that is close to the shoreline, resulting in smothering. This is evidenced by the condition of the coral reef ecosystem in the waters of Gili Matra in 2016, an increase in temperature resulted in 50% of coral colonies experiencing bleaching (coral bleaching), while 11% of coral colonies were found in pale conditions and there was coral colony mortality of 1% of coral colonies affected by bleaching. With the threat of massive damage due to environmental damage and global warming, of course, prevention efforts by means of cultivation carried out in controlled media and isolated from the open ocean are one alternative. When compared to coral reef cultivation in the open ocean, isolated coral reef cultivation in aquarium culture media has advantages in terms of control because water quality can be carefully controlled. Coral reef rehabilitation efforts through aquaculture can be done with coral transplantation methods. Coral transplantation is a method of planting and growing coral colonies by fragmenting coral colonies and then placing colony fragments in controlled cultivation media. IOT or Internet of things is a technology that is growing rapidly where through this technology it can provide convenience when a monitoring and control media is needed for a parameter, in this case the aquarium water parameter. With an Internet of things-based controller device, users can access water parameter information

and control life support instruments wherever the user is. One utilization of the Internet of things is remote control. This allows users to control lighting devices anytime and anywhere, provided that the location where the controller device is used has usable and adequate internet access.

Keyword : Coral Reefs, Coral Fragmentation, Firebase, Arduino Nano, Android, Flutter

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara kepulauan dengan sumber daya alam hayati laut yang sangat melimpah dengan potensi pemanfaatan yang besar[1]. Salah satu sumber daya alam hayati laut yang melimpah tersebar di seluruh perairan laut dan pantai Indonesia adalah terumbu karang[1]. Dengan bentangan gugusan terumbu karang $\pm 51.000Km^2$ atau sebesar 17 persen dari luas keseluruhan gugusan terumbu karang dunia menjadikan indonesia sebagai negara dengan bentangan gugusan terumbu karang terluas kedua di dunia [2].

Kegiatan manusia dan perubahan suhu air laut akibat pemanasan global menciptakan ancaman besar bagi kelestarian terumbu karang, polusi dan kenaikan suhu air laut dapat menyebabkan pemutihan terumbu karang (*Coral Bleaching*) yang dapat menyebabkan kematian massal terumbu karang [1]. Dilihat dari penyebabnya kerusakan terumbu karang yang terjadi dapat di kelompokkan menjadi dua kategori utama, yaitu kerusakan yang diakibatkan oleh kegiatan manusia seperti penambangan karang, perdagangan karang, pengeboman ikan di daerah terumbu karang, aktifitas nelayan yang menggunakan pukat harimau, dan lain-lain. Sementara kerusakan yang disebabkan oleh alam adalah seperti perubahan iklim, aktifitas biologis, sebaran penyakit, maupun adanya hewan pemangsa [3].

Indonesia sendiri memiliki resiko tinggi dalam hal kerusakan terumbu karang, hal ini diakibatkan oleh penangkapan ikan berlebih dengan menggunakan alat destruktif, pencemaran limbah, tumpahan minyak, dan pembangunan yang dekat dengan garis pantai sehingga menimbulkan pelumpuran [4]. Hal ini dibuktikan dengan kondisi ekosistem terumbu karang di perairan Gili Matra pada tahun 2016, terjadi kenaikan suhu yang mengakibatkan 50% koloni karang mengalami pemutihan (*coral bleaching*), sedangkan 11% koloni karang ditemukan dalam kondisi pucat dan terdapat kematian koloni karang sebesar 1% dari koloni karang yang terdampak pemutihan [5]. Kerusakan terumbu karang sudah menjadi ancaman besar untuk kelangsungan hidup biota laut dan kehidupan manusia, dengan pemanasan global, pengasaman laut dan pencemaran lingkungan yang tidak dapat kita kendalikan kematian massal terumbu karang sangat mungkin untuk terjadi.

Dengan ancaman kerusakan masif akibat kerusakan lingkungan dan pemanasan global ini tentunya upaya pencegahan dengan cara budidaya yang dilakukan pada media yang terkontrol dan terisolasi dari lautan lepas menjadi salah satu alternatif. Dalam penelitian ini, penulis memilih metode *prototyping* yaitu salah satu pendekatan dalam rekayasa perangkat lunak yang secara langsung mendemonstrasikan bagaimana sebuah perangkat lunak atau komponen-komponen perangkat lunak akan bekerja dalam lingkungannya sebelum tahapan konstruksi aktual dilakukan. Model *prototype* digunakan sebagai indikator dari gambaran yang akan dibuat pada masa yang akan datang dan membedakan dua fungsi eksplorasi dan demonstrasi [6].

Jika dibandingkan dengan budidaya terumbu karang di lautan lepas, budidaya terumbu karang yang terisolir pada media budidaya akuarium memiliki keunggulan dalam hal kontrol karena kualitas air dapat dikontrol dengan teliti [7]. Upaya rehabilitasi terumbu karang melalui usaha budidaya dapat dilakukan dengan metode transplantasi karang. Transplantasi karang adalah metode penanaman dan penumbuhan koloni karang dengan melakukan fragmentasi pada koloni karang untuk selanjutnya fragmen koloni ditempatkan pada media budidaya [3].

Internet of things adalah keterkaitan dari perangkat perangkat sensorik dan penggerak yang memberikan kemampuan untuk berbagi data dan informasi antar *platform* dengan memanfaatkan jaringan *internet* untuk mengembangkan aplikasi yang inovatif [8]. *Internet of things* (IOT) adalah salah satu teknologi yang berkembang pesat yang memberikan manfaat dalam keperluan *monitoring* dan kontrol terhadap *parameter* air akuarium [9]. Dengan perangkat kontroler berbasis *Internet of things* pengguna dapat mengakses informasi *parameter* air dan mengontrol instrumen pendukung kehidupan di mana pun pengguna berada [10]. Salah satu pemanfaatan *Internet of things* adalah pengendalian jarak jauh. Hal ini memungkinkan pengguna untuk mengendalikan perangkat pencahayaan kapanpun dan di mana pun, dengan catatan di lokasi perangkat kontroler digunakan terdapat akses *internet* yang dapat digunakan dan memadai [11].

Pengguna nantinya dapat mengendalikan perangkat IOT menggunakan aplikasi *mobile* pada *platform android* untuk memudahkan pengguna dalam memantau dan mengendalikan instrumen dan kontroler.

Dalam ini penulis berharap budidaya terumbu karang yang terisolir dari lautan lepas dapat membantu mencegah kepunahan spesies spesies karang akibat penambangan berlebih maupun akibat dari perubahan iklim.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan melihat kerusakan terumbu karang di pesisir indonesia akibat kerusakan habitat maupun penambangan oleh penjual terumbu karang ornamental, penulis tertarik membuat Rancang bangun media dan perangkat budidaya terumbu karang *indoor* yang terisolasi dari lautan lepas sebagai salah satu upaya pelestarian terumbu karang.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Pertanyaan dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara membuat perangkat kontroler media budidaya terumbu karang mikro menggunakan *arduino nano v3* yang mengendalikan perangkat pencahayaan, perangkat *auto doser*, perangkat *auto top up*, perangkat *Wave Maker*, dan perangkat *sensor*?
2. Bagaimana cara membuat *mobile apps* sebagai *interface* antara perangkat kontroler dengan pengguna?
3. Bagaimana cara menggunakan *arduino nano* dengan *firebase*?
4. Bagaimana cara melakukan penjadwalan siklus cahaya pada perangkat pencahayaan melalui *mobile apps*?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Tujuan dari perancangan ini adalah membuat perangkat kontroler instrumen pendukung kehidupan seperti perangkat pencahayaan, perangkat pembuat *Wave Maker*, perangkat *auto doser*, perangkat *auto top up*, dan perangkat *sensor*.
2. Mempermudah pengguna untuk melakukan *monitoring* dan pengendalian instrumen pendukung kehidupan melalui *mobile apps*.

3. Mengintegrasikan *arduino nano* dengan *firebase* sebagai sarana penyimpanan data.
4. Membuat fitur *scheduling* pencahayaan pada *mobile apps*.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Perangkat kontroler dapat terhubung dengan wifi untuk mengirim data *sensor* dan mendapat perintah dari *API*.
2. Aplikasi perangkat *mobile* terhubung dengan kontroler melalui *firebase API* untuk menampilkan data *sensor* dan memberi perintah.
3. Perangkat pendukung kehidupan meliputi pompa, aquarium, media bakteri, kipas pendingin, pompa suplementasi, pompa *auto top up*, dan lampu pencahayaan.
4. Media budidaya yang digunakan adalah aquarium khusus dengan peralatan pendukung dengan *volume* air kurang dari 500 liter.
5. Spesimen penelitian yang digunakan adalah *Montipora Capricornis*, *Acropora Selago*, *Zoanthus*, dan *seriatopora hystrix*.
6. *Sensor* kontroler mencakup *sensor* suhu, *sensor* ph dan ketinggian air.
7. Kontrol yang dimiliki perangkat kontroler meliputi kontrol *sensor*, kontrol cahaya, kontrol gelombang arus air, kontrol pengisi air otomatis, kontrol perangkat dosing otomatis, dan kontrol kipas pendingin.
8. Aplikasi *mobile* memiliki akses meliputi data *sensor*, manipulasi data perangkat kontroler, dan kalibrasi kontroler.
9. Spesifikasi perangkat *mobile* minimal *OS version Android 9*, *Random Access Memory* 2GB, dan prosesor minimal 4 *core*.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai sarana informasi bagi para pelaku budidaya terumbu karang.
2. Sebagai upaya pelestarian terumbu karang akibat penambangan terumbu karang yang berlebihan.
3. Dengan penelitian ini dapat membantu petani terumbu karang ornamental komersil yang memiliki minat untuk melakukan budidaya terumbu karang yang terisolasi dari lautan lepas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Pada era teknologi pemanfaatan teknologi *Internet of things* sebagai perangkat kontroler sudah banyak dilakukan di berbagai bidang, untuk pengembangan kontroler salah satunya adalah sebagai perangkat kontroler media budidaya hewan kemudian dilakukan kajian pustaka dengan tujuan memudahkan dalam menganalisis topik-topik yang pernah dibuat untuk kemudian dapat dijadikan referensi pada penelitian ini.

Penelitian yang dilakukan oleh Mauli Kasmi, Asriany, Andi Ridwan Makkulawu, Arif Fuddin Usman, dan Hadiratul Kudsiah pada tahun 2021 yang berjudul “Aplikasi Teknologi Pengembangan Budidaya Karang Hias Lestari Sebagai Mata Pencarian Alternatif di Pulau Barrang Lompo Makassar, Sulawesi Selatan” menjelaskan rancang teknologi budidaya terumbu karang ornamen dengan menggunakan metode transplantasi menghasilkan produk terumbu karang ornamen untuk keperluan perdagangan terumbu karang [12].

Penelitian yang dilakukan oleh Fakhri Setiawan, Azhar Muttaqin, S.A. Tarigani, Muhidin, Hotmariyah, Abdus Sabil, dan Jessica Pinkani yang berjudul “Dampak pemutihan karang tahun 2016 terhadap ekosistem terumbu karang: studi kasus di TWP Gili Matra (Gili Air, Gili Meno dan Gili Trawangan) Provinsi NTB” menunjukkan hasil pengamatan kondisi terumbu karang di perairan Gili Matra dimana ditunjukkan terdapat kerusakan terumbu karang berupa *coral bleaching* dan penurunan kualitas warna pada koloni karang di perairan tersebut [5].

Penelitian yang dilakukan oleh Dista Yoel Tadeus, Khasnan Azazi, dan Didik Ariwibowo yang berjudul “Model Sistem *Monitoring* pH dan Kekeruhan pada Akuarium Air Tawar berbasis *Internet of things*” yang

meneiliti tentang sistem *monitoring* pH dan kekeruhan pada akuarium air tawar yang memungkinkan pengguna dapat melihat kekeruhan dan tingkat keasaman air pada aquarium, ditambah alat tersebut juga didesain untuk mengaktifkan sistem filtrasi jika tingkat kekeruhan air pada aquarium tidak sesuai [9].

Penelitian yang dilakukan oleh Eltra E. Barus, Andreas Ch. Louk, Redi K. Pinggak yang berjudul “Otomatisasi Sistem Kontrol Ph Dan Informasi Suhu Pada Aquarium Menggunakan *Arduino Uno* Dan *Raspberry Pi 3*” menjelaskan rancangan sistem monitoring dan kontrol besaran Ph, besaran suhu pada air akuarium dengan memanfaatkan mikrokontroler *arduino uno* dan *raspberry pi3*, yang menghasilkan sebuah alat kontrol besaran pH dan besaran suhu air, alat tersebut dirancang dan bangun dengan *sensor* pH bertipe E-201-C dan *sensor* suhu bertipe DS18B20 sebagai sebagai pengukur besaran nilai pH dan suhu dari air media dengan *solenoid valve* yang digunakan sebagai *driver* terhadap sistem pengendali besaran pH. Sistem *monitoring* besaran suhu air akuarium menggunakan *sensor* DS18B20 dengan deviasi pengukuran dalam jangka 2% - 6%. Sistem kontrol nilai pH pada air akuarium memiliki patokan pada nilai pH standar lingkungan hidup yang mendukung keberlangsungan hidup ikan hias. Kontrol kualitas air sudah diuji coba dengan menggunakan spesimen uji yaitu ikan dengan jenis koki yang memiliki standar pH dengan rentang nilai pH 7-8 dan rentang suhu adalah 25 - 30C dan didapatkan hasil uji coba yang memuaskan [7].

Penelitian yang dilakukan oleh Rometdo Muzawi, Yoyon Efendi, dan Wirta Agustin yang berjudul “Sistem Pengendalian Lampu Berbasis *Web* dan *Mobile*” memaparkan pemanfaatan teknologi *Internet of things* sebagai Sistem Pengendalian Lampu Berbasis *Web* dan *Mobile* sebagai kontroler dengan jangkauan luas menggunakan jaringan *internet* untuk mengontrol peralatan elektronik lain seperti contohnya adalah lampu. Perangkat kontrol diakses dengan memanfaatkan layanan *internet* gawai

berbasis android dengan protokol jaringan internet yang memberikan efisiensi tinggi yang memberikan manfaat sebagai contoh penghematan daya listrik, dengan melihat hal tersebut teknologi kontroler ini cocok digunakan oleh petugas terkait dimana kontroler ini akan memudahkan pekerjaan tersebut [11].

Penelitian yang dilakukan oleh Endang Sri Rahayu, Listanto, dan Reza Diharja pada 2022 yang berjudul “Rancang Bangun Perangkat *Wearable* Pemantau Kondisi Kesehatan di Masa Pandemi Covid-19” menerangkan tentang pemanfaatan teknologi mikro kontroler dan aplikasi *mobile* untuk membaca SpO2 dan besaran suhu dalam tubuh dengan *Arduino nano* yang dibekali sensor suhu MAX30102 untuk mencari nilai rata - rata SpO2 dan suhu dalam tubuh. Lalu memantau penerapan *social distancing* dengan pengukuran jarak gawai *wearable* oleh *sensor HM10 transmitter 1* dengan cara mencari nilai pengukuran jarak yang didapatkan *sensor*, dan aplikasi *mobile* yang telah dirancang menggunakan *flutter sdk* dan telah ter *install* pada gawai pengguna sebagai tampilan grafis untuk memantau data – data bacaan SpO2, suhu dalam tubuh, dan mengirimkan notifikasi status *physical distancing* [13].

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

No	Judul	Penulis, Tahun	Masalah	Metode	Hasil
1	Dampak pemutihan karang pada tahun 2016 terhadap ekosistem koloni terumbu karang: studi kasus di TWP Gili Matra (Gili Air, Gili Meno dan Gili Trawangan) Provinsi NTB	Fakhrizal Setiawan, Azhar Muttaqini, S,A. Tarigani, Muhidin, Hotmariyah, Abdus Sabil, dan Jessica Pinkani (2017)	Peningkatan suhu permukaan laut yang diakibatkan oleh pemanasan global pada awal hingga pertengahan tahun 2016 menyebabkan pemutihan karang atau <i>coral bleaching</i> diTWP Gili Matra.	Pengumpulan data rekrutmen karang keras menggunakan metode <i>Quadrat Transect</i> (QT) atau transek kuadrat dengan ukuran 50 x 50cm (Hill and Wilkinson, 2004; Yulianto et al.,2012) yang diletakan berhimpitan dengan PIT disetiap interval 10 meter. Replika QT berjumlah antara 12 hingga 18 replikasi. Pengumpulan data rekrutmen hanya mencatat jumlah koloni dan genera karang yang ukurannya kurang dari 4 cm disetiap transek kuadrat.	Hasil temuan kondisi koloni karang mengalami <i>bleaching</i> sebesar 50%, koloni dengan kondisi <i>discolored</i> sebesar 11%, dan koloni sehat mencapai 31%. Koloni yang mati akibat <i>bleaching</i> sebesar 1%.

No	Judul	Penulis, Tahun	Masalah	Metode	Hasil
2	Otomatisasi Sistem Kontrol Ph Dan Informasi Suhu Pada Akuarium Menggunakan <i>Arduino Uno</i> Dan <i>Raspberry Pi 3</i>	Eltra E. Barus, Andreas Ch. Louk, Redi K.Pinggak (2018)	<i>Parameter</i> kualitas air pada proses budidaya ikan hias berperan dalam menciptakan suasana lingkungan kehidupan yang sesuai dengan kebutuhan ikan hias agar mampu memberikan suasana yang nyaman bagi kelangsungan pertumbuhan dan perkembangan ikan hias	Sensor pH E-201-C dan sensor suhu DS18B20 digunakan untuk mengukur pH dan suhu air. Kedua sensor ini terhubung dengan modul pH dan suhu. Sensor pH E-201-C bersifat analog sehingga harus dilakukan kalibrasi untuk mendapatkan rumus konversi sensor analog ke digital maka digunakan larutan buffer. Sebagai larutan buffer digunakan larutan buffer pH 4, larutan buffer fosfat pH 7, dan larutan buffer pH 9.	Alat kontroler dirancang menggunakan sensor suhu dan ph memberikan informasi bacaan pada air akuarium dengan baik.

No	Judul	Penulis, Tahun	Masalah	Metode	Hasil
----	-------	----------------	---------	--------	-------

3	Sistem Pengendalian Lampu Berbasis Web dan <i>Mobile</i>	Rometdo Muzawi, Yoyon Efendi, dan Wirta Agustin (2018)	memanfaatkan teknologi <i>internet</i> untuk melakukan proses pengendalian lampu berbasis web dan <i>mobile</i> .	membangun sebuah <i>prototype</i> dengan aplikasi berbasis web dan <i>mobile</i> menggunakan bahasa pemrograman python dan php.	<i>prototype</i> kendali lampu ini telah diterapkan dan berhasil dilakukan dengan dua kondisi kendali tombol satu digunakan untuk menghidupkan satu lampu dan tombol dua digunakan untuk menghidupkan lampu secara bersamaan.
4	Model Sistem <i>Monitoring</i> pH dan Kekeruhan pada Akuarium Air Tawar berbasis <i>Internet of things</i>	Dista Yoel Tadeus, Khasnan Azazi, dan Didik Ariwibowo (2019)	<i>Internet of things</i> (IoT) telah dimanfaatkan sebagai sistem <i>monitoring</i> dan otomasi <i>parameter</i> lingkungan ikan dan vegetasi air namun sistem ini membutuhkan biaya yang tinggi	Alat ini dirancang untuk <i>monitoring</i> kekeruhan dan tingkat keasaman air pada aquarium. Sehingga, pengguna dapat melihat kekeruhan dan tingkat keasaman air pada aquarium. Ditambah alat ini juga didesain untuk langsung menyalakan filter jika tingkat kekeruhan pada	Model sistem <i>monitoring parameter</i> lingkungan pada akuarium ikan hias berbasis IoT yang dibangun menggunakan komponen opensource berbiaya rendah pada penelitian ini telah berhasil dilakukan sehingga dapat menjadi alternatif bagi solusi bisnis maupun komunitas
No	Judul	Penulis, Tahun	Masalah	Metode	Hasil

				aquarium tidak sesuai dengan rentan yang ditentukan.	hobi ikan hias atau biota air lainnya.
5	Aplikasi Teknologi Pengembangan Budidaya Karang Hias Lestari Sebagai Mata Pencarian Alternatif di Pulau Barrang Lompo Makassar, Sulawesi Selatan	Mauli Kasmi, Asriany, Andi Ridwan Makkulawu, Arif Fuddin Usman, dan Hadiratul Kudsiah (2021)	Paradigma pasar ekspor karang hias sudah mulai tertarik dengan hasil produk budidaya karena diversifikasi produksi dengan variasi jenis dan warna dapat dikembangkan sesuai selera pemenuhan pasar ekspor.	Budidaya terumbu karang dengan metode transplantasi.	Perbaikan kualitas produk karang hias pasca panen saat dipelihara akuarium sistem modular pada sistem <i>inventory</i> dengan penerapan teknologi peralatan penghilang kadar amoniak karang hias hasil invensi.
6	Rancang Bangun Perangkat <i>Wearable</i> Pemantau Kondisi Kesehatan di Masa Pandemi Covid-19	Endang Sri Rahayu, Listanto, dan Reza Diharja (2022)	Kasus pelanggaran protokol kesehatan di indonesia mulai dari bulan April sampai dengan 21 Desember 2020 terdapat 34 perkara, dan peningkatan kasus penularan Covid-19 sulit dikendalikan, sehingga jumlah pasien terinfeksi virus Covid-19 terus meningkat	Mikrokontroller Arduino Nano BLE 33 SENSE dapat digunakan untuk menghubungkan sebuah alat ke smartphone dengan menggunakan teknologi BLE	ketiga fungsi (1) <i>physical distancing</i> secara otomatis, (2) memonitor saturasi oksigen secara real time. (3) memonitor suhu tubuh secara real time, dapat berjalan dengan baik. Hasil uji coba karakterisasi perangkat <i>wearable</i> pada pengukuran SpO2 dari
No	Judul	Penulis, Tahun	Masalah	Metode	Hasil

					<p>10 sampel mendapatkan rata – rata selisih pengukuran 3,20 %, dan memiliki akurasi 99,58 %, uji coba karakterisasi perangkat <i>wearable</i> pada pengukuran suhu tubuh dari 10 sampel mendapatkan rata – rata selisih pengukuran 0,90 %, dan memiliki akurasi 97,59 %.</p> <p>Pengukuran SpO2 pada perangkat <i>wearable</i> memiliki standar deviasi yang kecil yaitu sebanyak 0,96 %, sedangkan pengukuran suhu tubuh memiliki standar deviasi sebesar 1,64 %. Teknologi Bluetooth Low Energi (BLE) yang hemat daya dapat melakukan pengukuran jarak (<i>physical distancing</i>)</p>
No	Judul	Penulis, Tahun	Masalah	Metode	Hasil

					sejauh 1 meter dengan baik.
--	--	--	--	--	-----------------------------

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Terumbu Karang

Terumbu karang adalah ekosistem makhluk hidup di lautan yang dibangun oleh makhluk laut penghasil *calcium carbonate* khususnya jenis-jenis karang batu dan alga berkapur, bersama dengan biota lain yang hidup di dasar lautan. Terumbu karang merupakan ekosistem dinamis dengan kekayaan *bio diversity* serta produktivitas tinggi, karena itu terumbu karang mempunyai peran yang signifikan. Secara ekologis, terumbu karang merupakan tempat hewan maupun tumbuhan laut mencari makan dan berlindung. Secara fisik menjadi pelindung pantai dan kehidupan ekosistem perairan dangkal dari abrasi laut [14].

2.2.2 Fragmentasi Terumbu Karang

Fragmentasi yaitu reproduksi aseksual terumbu karang dimana koloni baru akan tumbuh dari patahan karang. Patahan koloni yang lepas dapat menempel di dasar perairan serta membentuk tunas dan koloni baru. Hal ini biasa terjadi pada karang bercabang yang memiliki pertumbuhan cepat [15].

Karang dapat berkembang biak secara aseksual dengan menumbuhkan *polyp* baru pada tubuh utama. Perkembangbiakan karang juga dapat dilakukan dengan perkembangbiakan vegetatif yang dilakukan dengan usaha dari luar dengan cara fragmentasi, yaitu dengan memecah karang menjadi fragmen lalu pecahan tersebut di ikatkan pada media tanam untuk koloni karang melakukan pemulihan luka dan penumbuhan polip baru [16].

2.2.3 Metode *Prototype*

Metode prototipe adalah metode pengembangan yang kemudian produk prototipe dihasilkan untuk kemudian dipresentasikan kepada pelanggan, dan pelanggan terkait akan diberi kesempatan meninjau kembali atau memberikan masukan agar perangkat lunak yang dihasilkan benar-benar sesuai dengan keinginan dan kebutuhan [17].

2.2.4 *Internet of things*

Internet of things merupakan teknologi komunikasi yang memungkinkan perangkat elektronik untuk berinteraksi dengan pengguna yang umumnya dimanfaatkan sebagai media monitoring dan media kontroler yang mewujudkan layanan kompleks melalui koneksi antara objek fisik dan virtual berdasarkan teknologi pertukaran informasi. *Internet of things* atau sering disebut IoT adalah sebuah gagasan dimana semua benda di dunia nyata dapat berkomunikasi satu dengan yang lain sebagai bagian dari satu kesatuan sistem terpadu menggunakan jaringan *internet* sebagai penghubung[19].

2.2.5 *Firebase*

Firebase adalah teknologi yang disediakan oleh google untuk menangani sejumlah besar data tidak terstruktur dalam pengembangan perangkat lunak [20]. *Firebase* digunakan untuk memudahkan pengiriman data secara *online* ke *android* [8].

2.2.6 *Flutter*

Flutter merupakan *SDK* yang memungkinkan *developer* dapat membangun sistem informasi *multi platform* pada perangkat *Android* dan *IOS* hanya dengan satu kode [21]. Aplikasi *Mobile*

Aplikasi *mobile* adalah perangkat lunak yang memiliki user *interface* dengan mekanisme interaksi user yang unik pada device *mobile*. Aplikasi *mobile* juga dirancang khusus untuk platform *mobile* seperti *Android*, *IOS*, atau *Java* [22].

2.2.7 *Android*

Menurut Ir. Yuniar Supardi (2017 : 1) *Android* adalah “sebuah sistem operasi perangkat *mobile* berbasis *linux* yang mencakup sistem operasi, *middleware*, dan aplikasi. Menurut Yosef Murya (2014 : 3) *Android* adalah “sistem operasi berbasis *linux* yang di gunakan untuk telepon seluler

(*mobile*) seperti telepon pintar (*smartphone*) dan komputer tablet (PDA).” [23].

Android adalah sistem operasi berbasis *Linux* yang diperuntukan untuk perangkat telepon seluler. *Android* merupakan produk perangkat lunak dari *Google*, namun lebih tepatnya *Android* merupakan bagian dari *Open Handset Alliance* aliansi yang terdiri dari 30 organisasi dengan komitmen menyediakan perangkat seluler yang lebih baik untuk pasar telepon seluler [19].

2.2.8 Arduino Nano

Arduino nano merupakan papan elektronik yang berisi mikrokontroler berbasis ATmega328 dengan 14 pin I/O digital (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, frekuensi clock 16MHz, koneksi USB dan tegangan operasi sebesar 7-12V. *Arduino NANO* memiliki kelebihan dibanding papan *microcontroller* lain. Sistem *arduino* bersifat *open source*, *arduino* menggunakan bahasa pemrograman C yang sudah di modifikasi sintaks dan strukturnya. Selain itu pada board Arduino sudah terdapat USB *port* yang memudahkan dalam memprogram mikrokontroler. Selain digunakan sebagai alat pengisi daya dan jalur pemrograman, port USB ini juga dapat digunakan sebagai port serial. [24].

2.2.9 Blackbox Testing

Pengujian *black box* merupakan metode yang mudah digunakan karena hanya memerlukan batas bawah dan batas atas pada data yang diharapkan. Perkiraan jumlah data pengujian dapat dihitung menggunakan jumlah kolom data masukan yang akan diuji, aturan masukan yang harus dipenuhi, dan kasus batas atas dan bawah. yang mengisi[25].

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Objek dan Subjek Penelitian

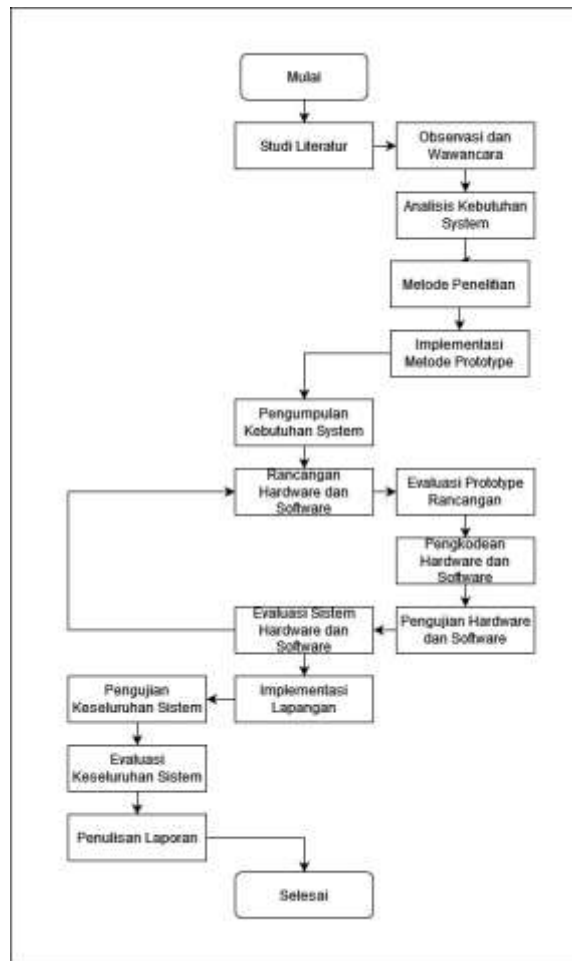
Objek penelitian merupakan hal yang menjadi titik perhatian dari suatu penelitian. Titik perhatian dari penelitian ini adalah Rancang Bangun Perangkat kontroler dengan *Arduino Nano* dan aplikasi *interface* menggunakan *Flutter SDK* dan *Firebase*. Sedangkan subjek penelitian merupakan kelompok spesimen terumbu karang yang akan di amati. Pada penelitian ini subjek yang akan diamati adalah kelompok spesimen koloni karang dari spesies *Montipora Capricornis*, *Acropora Selago*, *Seriatopora Hystrix*, dan *Dragon Eyes Zoanthids* dari genus *Zoanthus*.

3.2 Jenis dan Sumber Data

Teknik Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur dan metode kualitatif dengan melakukan wawancara dengan pemilik aquarium terumbu karang rumahan dan penjual terumbu karang ornamental di kota purwokerto untuk mendapatkan data tingkat pertumbuhan karang, tingkat kematian karang *parameter* air dan jenis terumbu karang yang dimiliki guna membantu penulis mengevaluasi hasil penelitian nantinya.

3.3 Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah diagram alir penelitian dari Rancang Bangun Kontroler Media Budidaya Terumbu Karang Skala Mikro Dengan *Arduino Nano* Dan *Flutter SDK*.



Gambar 3.2 Diagram Alir

menjelaskan tahapan penelitian yang akan dilakukan, dimulai dari tahap :

3.3.1 Studi Literatur

Pengumpulan informasi dengan jalan membaca dan mempelajari berbagai literatur terdahulu dan materi perkuliahan yang telah di peroleh selama mengikuti kegiatan perkuliahan guna memperoleh landasan teori yang berkesinambungan dengan materi yang akan diteliti di dalam tugas akhir ini.

3.3.2 Observasi dan Wawancara

Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif dengan melakukan wawancara dengan pemilik aquarium terumbu karang rumahan dan penjual terumbu karang ornamental di kota purwokerto untuk mendapatkan data tingkat pertumbuhan coral, *parameter* dasar air, jenis terumbu karang yang dimiliki, dan tingkat mortalitas terumbu karang, yang akan digunakan dalam mengevaluasi hasil penelitian nantinya. Analisis Kebutuhan Sistem.

3.3.3 Analisis Kebutuhan Sistem

Dalam merancang bangun sistem, penulis menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak dengan ketentuan seperti berikut :

a. Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Keras

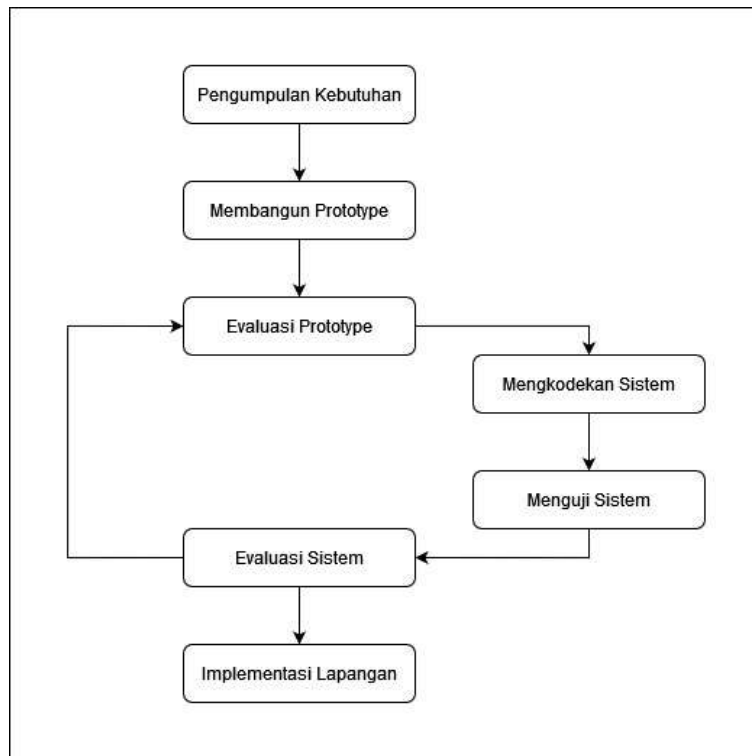
Analisis perangkat keras ini penulis lakukan dengan menganalisis alat serta bahan yang dibutuhkan guna melakukan penelitian rancang bangun kontroler media budidaya terumbu karang dengan *arduino nano* dan *flutter SDK* yang ingin dilakukan.

b. Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak

Analisis perangkat lunak ini penulis lakukan dengan menganalisis spesifikasi dan jenis jenis perangkat yang dibutuhkan atau dapat membantu penulis dalam menyelesaikan masalah penelitian dan menyelesaikan rancang bangun yang ingin dilakukan.

3.3.4 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan penulis menggunakan metode *Prototyping*, pemilihan metode ini dimaksudkan untuk membantu penulis dalam membuat dan menyusun laporan penelitian ini. Kemudian alur dari metode penelitian *prototyping* yang digunakan adalah sebagai berikut :



Gambar 3.3 Metode Penelitian *Prototyping*

3.3.5 Implementasi Metode *Prototype*

3.3.6.1 Pengumpulan Kebutuhan Sistem

Pada tahap ini penulis akan menyiapkan alat dan bahan apa saja yang dibutuhkan dalam kegiatan penelitian rancang bangun dengan metode *prototyping* nantinya. Adapun alat dan bahan tersebut beserta spesifikasinya adalah sebagai berikut:

1. Alat

Perangkat keras yang digunakan yaitu :

a) Laptop *Acer Aspire V3-372T* dengan spesifikasi:

- 1) *Processor : Intel i5 6200U*
- 2) *Memory : 8 GB RAM DDR3*
- 3) *Graphic Card : Intel HD graphics 520*
- 4) *SSD : 256 GB*

b) Ponsel *Samsung S21 FE* dengan spesifikasi:

- 1) *Chipset : Exynos 2100*

- 2) *Memory : 8 GB RAM LPDDR4*
- 3) *Storage : 256 GB*
- 4) *Network : 4G LTE*
- c) *Solder Taffware* dengan spesifikasi:
 - 1) *Temperature Range : 250°C - 400°C*
 - 2) *Working Voltage : 200 Volt – 220 Volt*
- d) *Visual Studio Code* dengan spesifikasi:
 - 3) *Version : 1.74.2*
- e) *Windows 10 Pro* dengan spesifikasi:
 - 1) *Architecture : 64 bit*
- f) *One UI 5.0* dengan spesifikasi:
 - 1) *Android Version : Android 11*
- g) *Arduino IDE* dengan spesifikasi:
 - 1) *Version : 1.8.17.0*
- h) *Adobe XD* dengan spesifikasi:
 - 1) *Version : 39.0.12.12*
- i) *Mozilla Firefox* dengan spesifikasi:
 - 1) *Version : 108.0.2*
- j) *Fritzing* dengan spesifikasi:
 - 1) *Version : 0.9.2.b*
- k) *AutoCAD 2021 English* dengan spesifikasi:
 - 2) *Version : AC1032*

2. Bahan

Bahan yang digunakan yaitu :

- a) *Microcontroller Arduino Nano v3* dengan spesifikasi:
 - 1) *Microcontroller : ATmega 328*
 - 2) *Memory : 2KB SRAM*
 - 3) *Storage : 32KB Flash Memory*
 - 4) *Operating Voltage : 5v*
 - 5) *PWM pins : 6 pins*
- b) *Media Budidaya Terumbu Karang* dengan spesifikasi:

- 1) *Aquarium : Dimensi 130 cm x 45 cm x 45 cm*
 - 2) *Water Source : Natural Sea Water*
 - 3) *Filtration System : Multi Chamber Sump Filter*
 - 4) *Return Pump : Armada AM-105B 4000LPH*
 - 5) *Anaerobic Nitrate Reactor*
- c) Modul Jaringan *Espressif ESP8266* dengan spesifikasi:
- 1) *Network : 2.4 GHz Wi-Fi (802.11 b/g/n, supporting WPA/WPA2)*
 - 2) *CPU : Tensilica Xtensa L106*
 - 3) *Operating Voltage : 3.3v*
- d) Pompa Peristaltik *Kamoer Peristaltic Pump NKP-DC-S06D* dengan spesifikasi:
- 1) *Working Voltage : 12 Volt*
 - 2) *Flow Range : 5.2ml/min to 90ml/min*
- e) Perangkat Pencahayaan Buatan dengan spesifikasi :
- 1) *Working Voltage : 12 Volt – 36 Volt*
 - 2) *Light Emitter : Light Emmiting Diode*
 - 3) *Light Spectrum Range : 450nm – 660nm*
 - 4) *Optical Lens Angle : 45° - 120°*
 - 5) *Power consumption : 80 Watt*
 - 6) *Heat Dissipation : Alumunium Heatsink Single fan*
- f) Pompa Pembuat Arus *DCP002* dengan spesifikasi:
- 1) *Working Voltage : 12 Volt*
 - 2) *Flow Range : 400LPH – 1000LPH*
- g) Modul Waktu *Tiny RTC DS1307* dengan spesifikasi:
- 1) *Working Voltage : 5 Volt*
 - 2) *Communication Protocol : I2C Protocol*
- h) Modul Layar *OLED Display* dengan spesifikasi:
- 1) *Working Voltage : 3.3 Volt – 5 Volt*
 - 2) *Dimension : 0.91 Inch*
 - 3) *Communication Protocol : I2C Protocol*

i) Modul *Mosfet IRF 520N* dengan spesifikasi:

- 1) *Working Voltage : 3.3 Volt – 5 Volt*
- 2) *FET Type : N-Channerl Mosfet*
- 3) *Source Voltage Range : 0 Volt - 24 Volt*
- 4) *Source Current Range : <5 Ampere*
- 5) *Drain Voltage Range : 0 Volt - 24 Volt*
- 6) *Drain Current Range : <5 Ampere*

j) *Sensor Suhu Waterproof Probe DS18B20* dengan spesifikasi:

- 1) *Working Voltage : 3.3 Volt - 5 Volt*
- 2) *Temperature Reading Range : -55°C to 125°C*
- 3) *Reading Accuracy : 0.5°C on -10°C to 85°C*

k) *Sensor Ketinggian Air Float Switch* dengan spesifikasi:

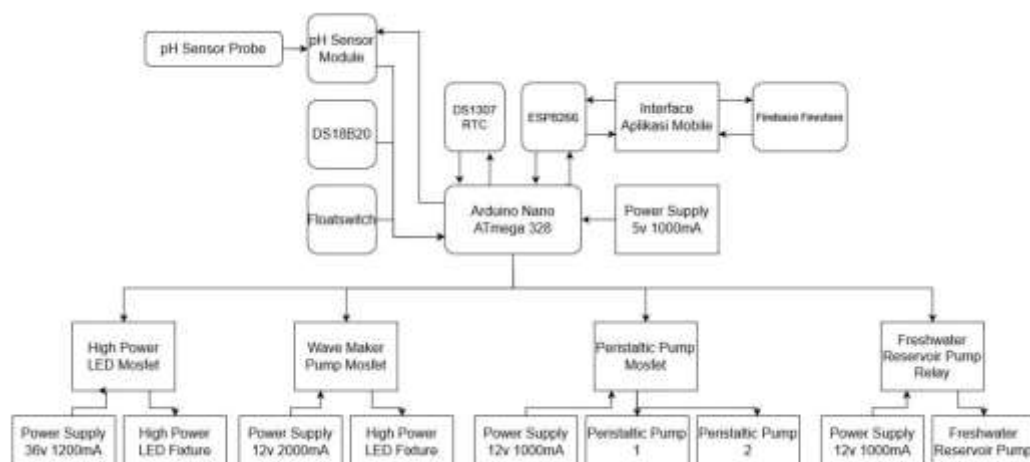
- 1) *Max Load : 10 Watt*
- 2) *Working Pressure : 0.6 MPA*

l) *Sensor pH PH-4502C* dengan spesifikasi:

- 1) *Working Voltage : 3.3 Volt - 5 Volt*
- 2) *Communication Protocol : I2C Protocol*
- 3) *Reading pH range : 0 – 14*
- 4) *Working Temp : 0°C to 80°C*

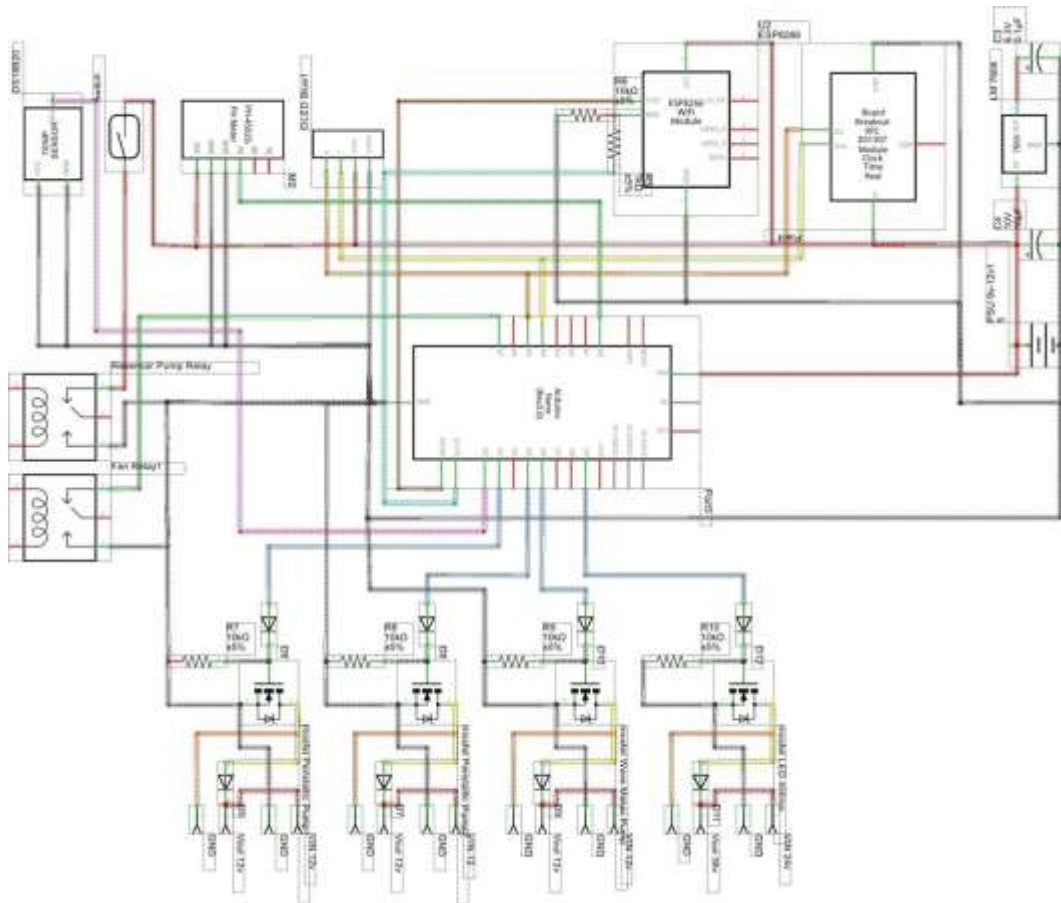
3.3.6.2 Rancangan *Hardware dan Software*

1. Blok Perancangan Arsitektur Sistem



Gambar 3.4 Blok Diagram Perancangan Skema Sistem Perangkat kontroler

2. Perancangan *Schematics*



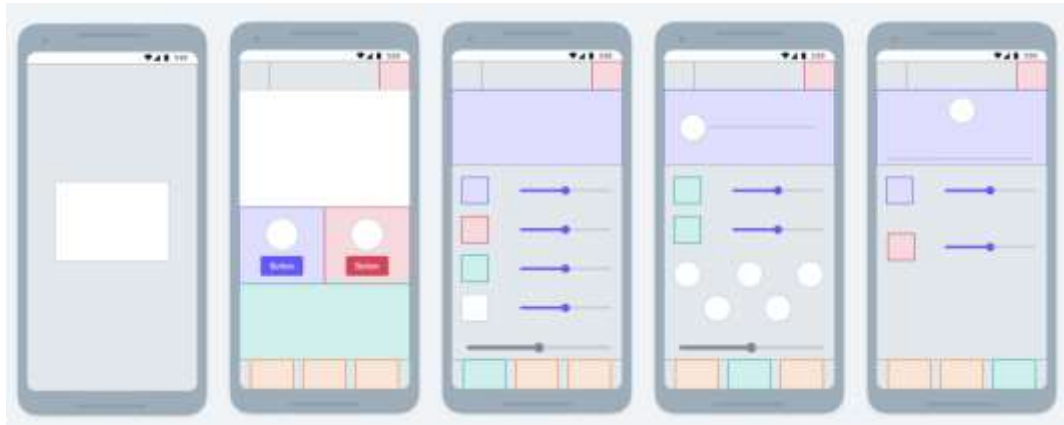
Gambar 3.5 Perancangan Skema Sistem Perangkat kontroler

Perancangan skema terdiri atas komponen-komponen yang meliputi *microcontroller arduino nano v3*, *network module esp8266*, *rtc ds1307*, *display OLED*, *sensor suhu*, *sensor pH*, *sensor float switch*, *mosfet*, dan *relay*.

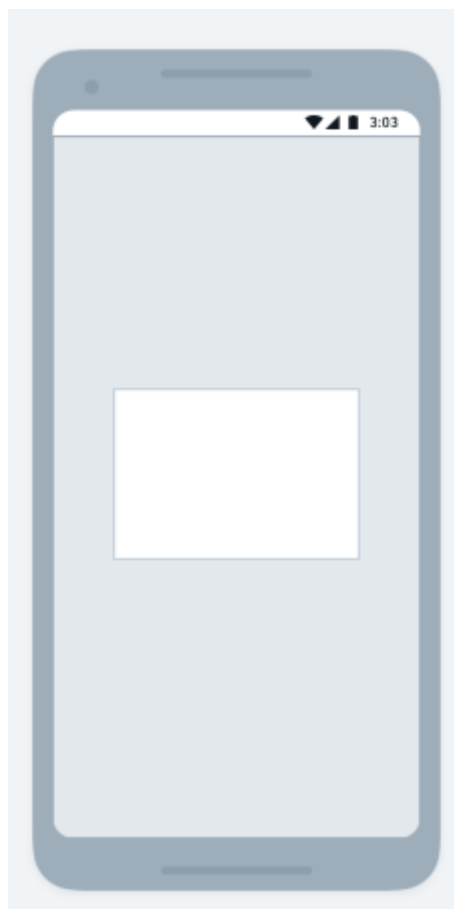
3. Perancangan Aplikasi *Interface* Berbasis *Mobile*

Perancangan *wireframe* aplikasi *interface* berbasis *mobile* dilakukan dengan menggunakan *whimsical*. Pada perancangan ini terdapat 5 halaman *design wireframe*, yaitu halaman *splashscreen*, halaman *home*, halaman utilitas *High Power LED*, halaman utilitas pompa *Wave Maker*, halaman utilitas pompa peristaltik. Aplikasi (*master*) ini nantinya akan dihubungkan

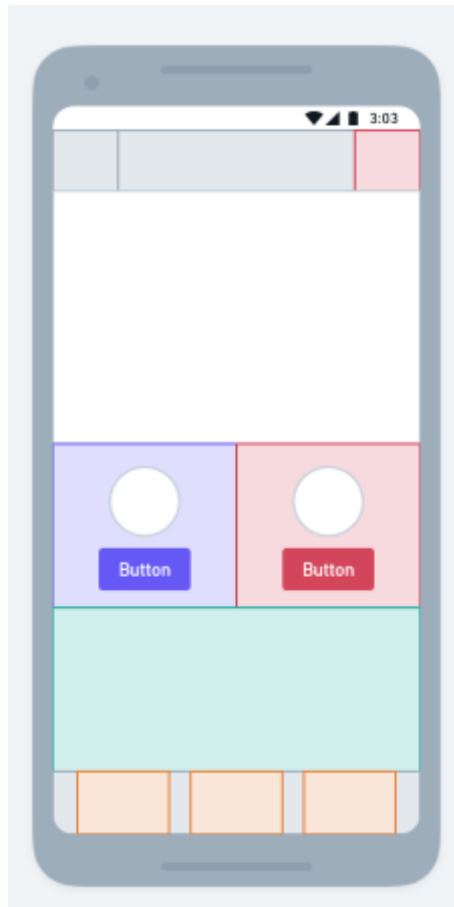
dengan perangkat instrumen pendukung kehidupan (*slave*) melalui kontroler *Arduino Nano v3*.



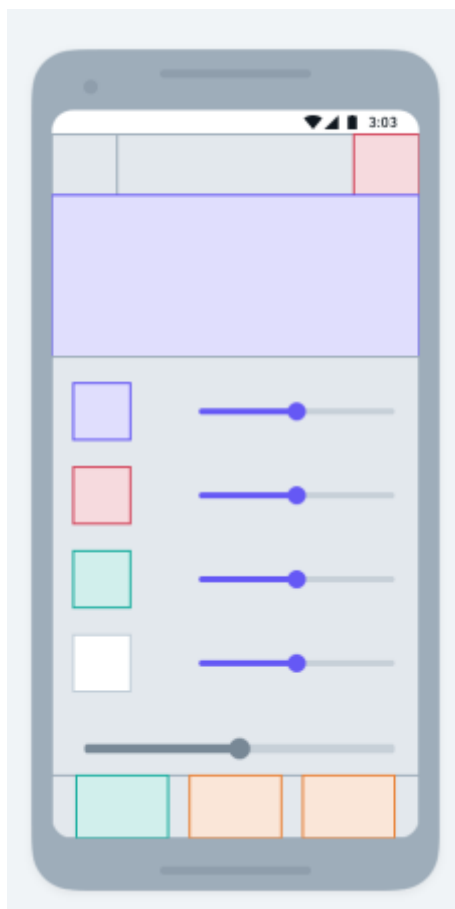
Gambar 3.6 Gambar *wireframe* aplikasi *interface* berbasis *mobile*



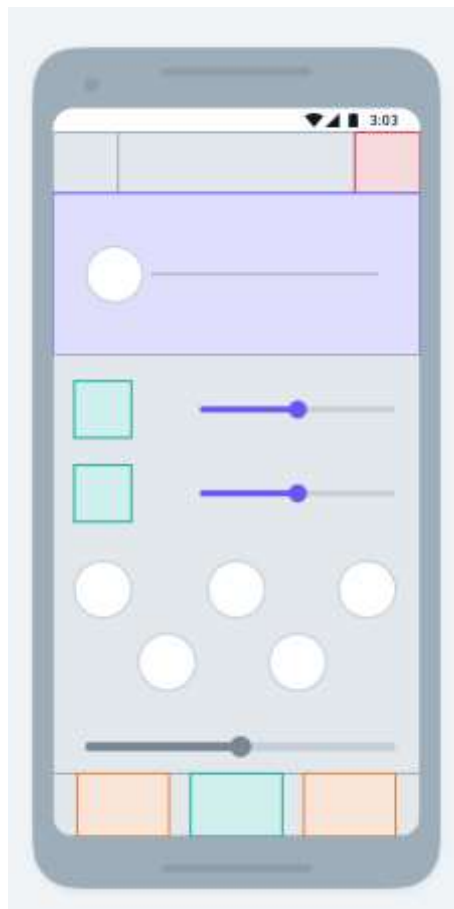
Gambar 3.7 Gambar *wireframe* aplikasi *interface* berbasis *mobile* halaman *splashscreen*



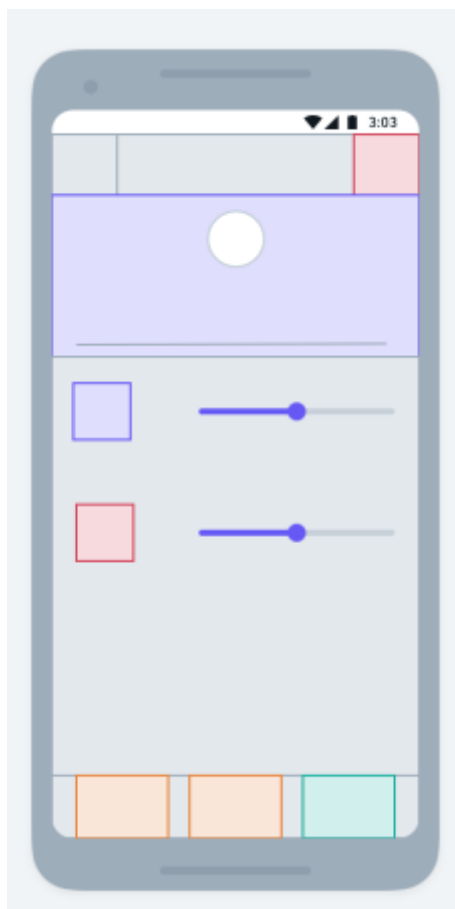
Gambar 3.8 Gambar *wireframe* aplikasi *interface* berbasis *mobile* halaman *home*



Gambar 3.9 Gambar *wireframe* aplikasi *interface* berbasis *mobile* halaman utilitas *High Power LED*



Gambar 3.10 Gambar *wireframe* aplikasi *interface* berbasis *mobile* halaman utilitas pompa *Wave Maker*



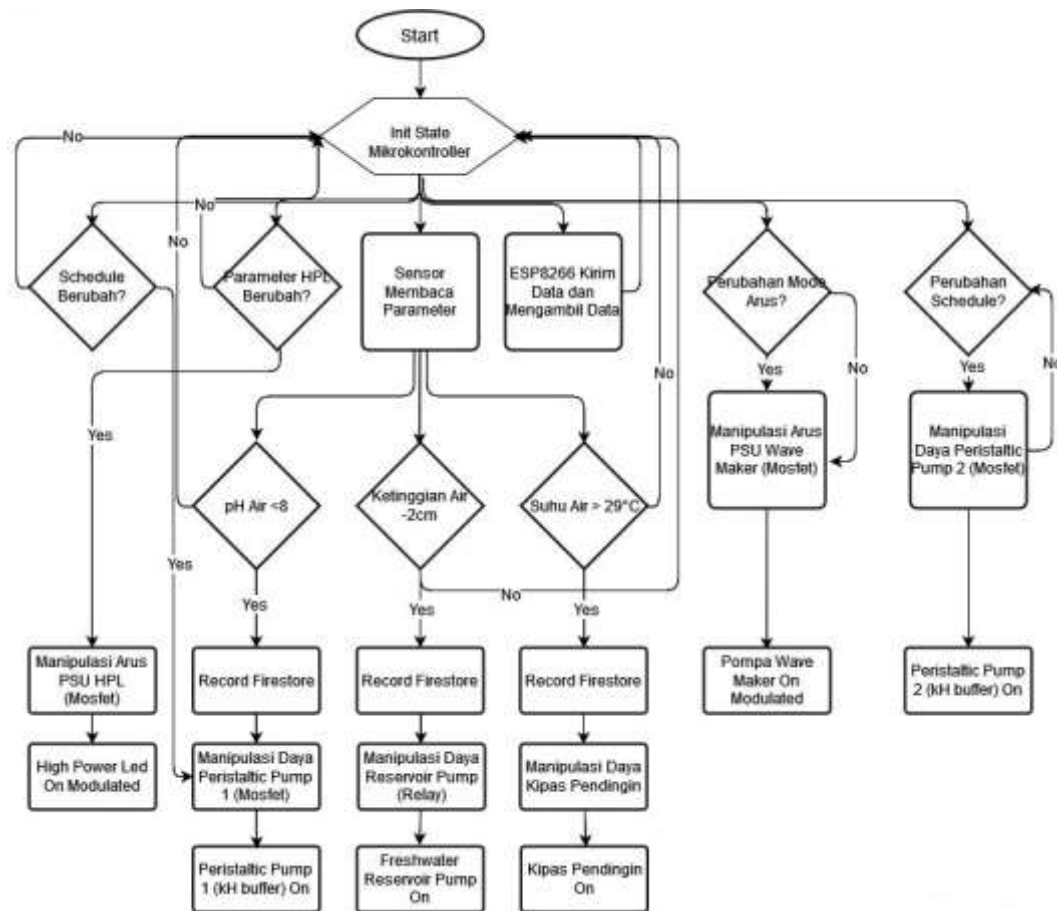
Gambar 3.11 Gambar *wireframe* aplikasi *interface* berbasis *mobile* halaman utilitas pompa peristaltik

3.3.6.3 Evaluasi *Prototype* Rancangan

Evaluasi *prototype* penulis lakukan sebagai upaya untuk mengetahui apakah *prototyping* yang di rancang sudah sesuai dengan rancangan yang sudah di analisa dan di rencanakan. Hal ini dilakukan dengan melakukan pengamatan pada *prototype* kontroler media budidaya terumbu karang, antara lain peletakan *sensor*, peletakan *High Power LED*, peletakan pompa *Wave Maker*, dan pengetesan *parameter* air yang meliputi suhu air, *salinity Calcium, Magnesium, Nitrate, Phosphate, dan Alkalinity*.

3.3.6.4 Pengkodean *Hardware* dan *Software*

Tahap Pengkodean ini akan dilakukan ketika rancangan sistem sudah disetujui, dimana pada tahapan ini perangkat keras kontroler *Arduino Nano* akan di isi dengan program menggunakan *arduino IDE* untuk mengendalikan instrumen pendukung kehidupan dan melakukan komunikasi data dengan *server firebase firestore*. Sedangkan pada sisi aplikasi *interface* berbasis *mobile* juga akan dilakukan pengkodean untuk membangun *UI* dan *Logic* dengan menggunakan bahasa *dart* pada *flutter SDK*.



Gambar 3.11 Sistem *flowchart*

Pada analisis cara kerja sistem kontroler disini penulis membuat cara kerja dari perangkat yang akan dibuat. Pada ketika kontroler pertama kali di aktifkan maka kontroler akan berjalan sesuai dengan *default initial state*, dimana pada *state* ini berisi *parameter* dan data data statis yang berguna untuk mengendalikan media budidaya secara *autopilot*. Selanjutnya kontroler akan melakukan komunikasi dengan *firebase firestore* untuk mendapatkan *parameter-parameter* yang diperlukan, selesai melakukan pengambilan data kontroler selanjutnya akan melakukan pembacaan *parameter* air melalui *sensor* suhu, *sensor* pH, dan *sensor* ketinggian air yang kemudian data bacaan ini akan dikirim ke server *firebase firestore* sekali setiap 60 detik kemudian

data bacaan *sensor* tadi akan diolah oleh program untuk menentukan tindakan apa yang harus dilakukan oleh kontroler, jika bacaan suhu melebihi 29°C maka kontroler akan mengaktifkan kipas pendingin, jika bacaan $\text{ph} < 8$ maka kontroler akan mengisyaratkan *peristaltic pump 1 (buffer kH)* untuk menambahkan larutan *buffer kH* secara berkala dalam suatu interval waktu, dan bacaan *sensor* terakhir adalah *sensor* ketinggian air, dimana ketika ketinggian air di dalam *chamber sump filter* mengalami penyusutan akibat penguapan maka kontroler akan mengisyaratkan pompa *reservoir* air tawar untuk menambahkan sejumlah air ke dalam media budidaya sampai ketinggian air awal ditemui.

3.3.6.5 Pengujian *Hardware* dan *Software*

Pada tahap pengujian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Black Box*. Pengujian dilakukan terhadap perangkat kontroler dan aplikasi *interface* yang sebelumnya sudah dibuat.

Tabel pengujian *sensor* suhu DS18B20 pada *arduino nano* yang akan digunakan sebagai pembaca suhu air.

Tabel 3.1 *Pengujian Sensor Suhu Air Media Budidaya Pada Arduino Nano*

No	Skenario	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Waktu Respon

Tabel 3.2 *Pengujian Sensor pH Air Media Budidaya Pada Arduino Nano*

No	Skenario	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Waktu Respon

Tabel 3.3 *Pengujian Sensor Ketinggian Air Media Budidaya Pada Arduino Nano*

No	Skenario	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Waktu Respon

Tabel 3.4 *Pengujian Mosfet Driver Perangkat High Power LED Media Budidaya Pada Arduino Nano*

No	Skenario	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Waktu Respon

Tabel 3.5 *Pengujian Mosfet Driver Pompa Wave Maker Media Budidaya Pada Arduino Nano*

No	Skenario	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Waktu Respon

Tabel 3.6 *Pengujian Mosfet Pompa Peristaltik 1 Media Budidaya Pada Arduino Nano*

No	Skenario	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Waktu Respon

Tabel 3.7 *Pengujian Mosfet Pompa Peristaltik 2 Media Budidaya Pada Arduino Nano*

No	Skenario	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Waktu Respon

Tabel 3.8 *Pengujian Relay Kipas Pendingin Media Budidaya Pada Arduino Nano*

No	Skenario	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Waktu Respon

Tabel 3.9 *Pengujian Aplikasi Interface kontroler Media Budidaya Pada Arduino Nano*

No	Skenario	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Waktu Respon

3.3.6.6 Evaluasi Sistem *Hardware* dan *Software*

Pada tahap ini dilakukan evaluasi sistem *hardware* dan *software* yang sudah diuji sebelumnya, apabila semua skenario pada setiap test berjalan dengan baik maka penelitian bisa dilanjutkan ke tahap selanjutnya. Namun ketika hasil test tidak sesuai dengan hasil yang diharapkan akan dilakukan pengecekan ulang dan perbaikan pada sistem.

3.3.6.7 Implementasi Lapangan

Sistem yang telah lolos tahap evaluasi akan di implementasikan ke dalam media budidaya terumbu karang untuk mengendalikan instrumen-instrumen pendukung kehidupan. Dan akan dilakukan observasi dan pendataan kondisi perangkat dan spesimen koloni karang secara berkala selama 75 hari.

3.3.6 Evaluasi Keseluruhan Sistem

Pada tahap ini akan dilakukan proses pengumpulan dan pengevaluasian data-data hasil observasi implementasi lapangan dan pengujian keseluruhan sistem perangkat. Apabila hasil yang diperoleh dari pengujian dan observasi pada media budidaya terumbu karang yang terkontrol dengan kontroler dan aplikasi *mobile* berjalan dengan baik maka penelitian ini dapat dianggap berhasil. Namun ketika ditemukan kekurangan atau kesalahan pada salah satu rancangan maka akan dilakukan evaluasi ulang dan perbaikan pada bagian yang mengalami masalah seperti pada metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode *prototyping*, dimana akan dilakukan perbaikan pada tahapan sebelumnya ketika ditemukan permasalahan pada tahapan evaluasi sistem.

3.3.7 Penulisan Laporan

Tahapan terakhir yang perlu dilakukan penulis ketika hasil penelitian keseluruhan yang didapat dinyatakan berhasil, pada tahap ini penulis akan melampirkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan. Tujuan dari penulis menyelesaikan laporan ini sebagai media informasi mengenai penelitian yang telah dilakukan oleh penulis untuk di kemudian hari dapat dimanfaatkan oleh pihak-pihak yang membutuhkan

3.4 Hipotesa Penelitian

Penulis memiliki hipotesa bahwa kegiatan budidaya terumbu karang memungkinkan untuk dilakukan pada media terkontrol dan terisolir dari lautan lepas dengan menggunakan media aquarium dengan instrumen pendukung kehidupan yang dikendalikan oleh perangkat mikrokontroler dan software interface.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan kelanjutan dari perancangan, yaitu implementasi, pengujian, dan pembahasan evaluasi terhadap alat prototype yang telah di rangkai dan di kodekan.

4.1 Implementasi

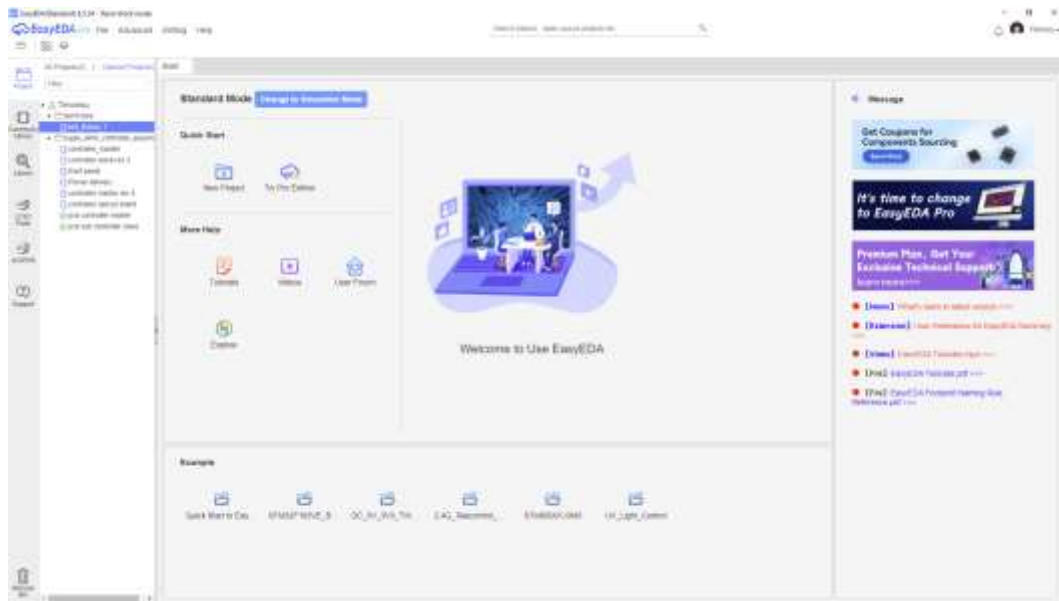
Implementasi adalah penerapan metode prototyping terhadap rancangan sistem yang telah dibuat berdasarkan hasil analisis dan desain.

4.1.1 Membangun Prototipe

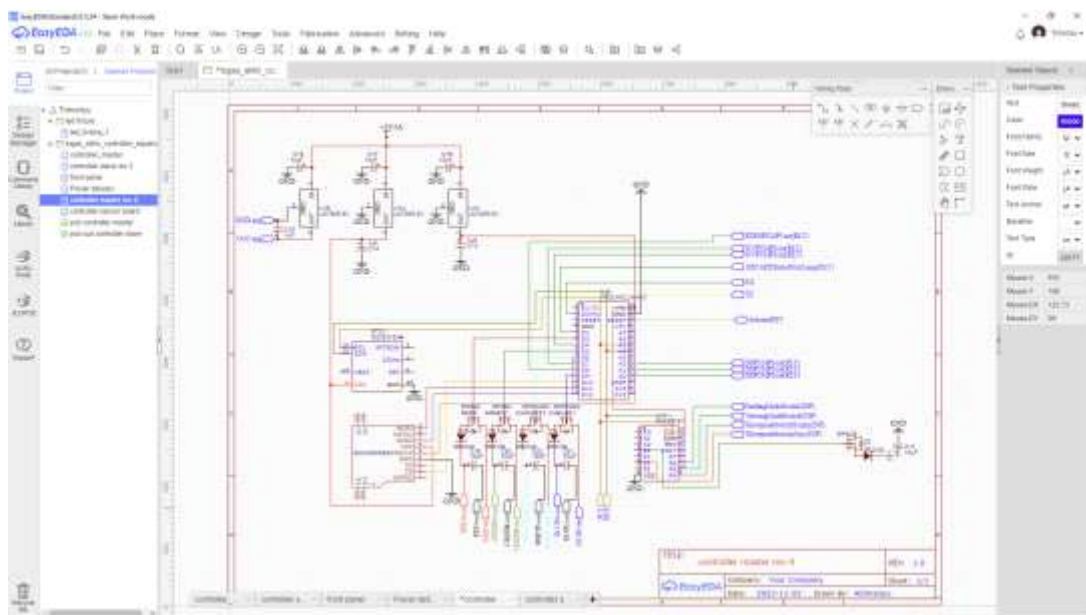
Tahapan ini adalah tahap dimana rancangan hardware dan software akan di ubah menjadi sebuah produk prototipe yang siap untuk dilakukan pengujian teknis melalui blackbox testing dan observasi. Pada tahapan ini penulis akan melakukan evaluasi rancangan, pembangunan prototipe sistem perangkat keras dan pembangunan prototipe sistem perangkat lunak

a. Evaluasi rancangan

Sebelum melakukan pembangunan penulis melakukan evaluasi rancangan prototipe awal dengan pertimbangan dari sisi teknikal berdasarkan tinjauan pustaka lebih lanjut, evaluasi ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi EasyEDA untuk rancangan skematik elektronika, Adobe XD untuk rancangan interface aplikasi mobile, dan Microsoft Visio untuk rancangan alur kerja perangkat lunak dan database.

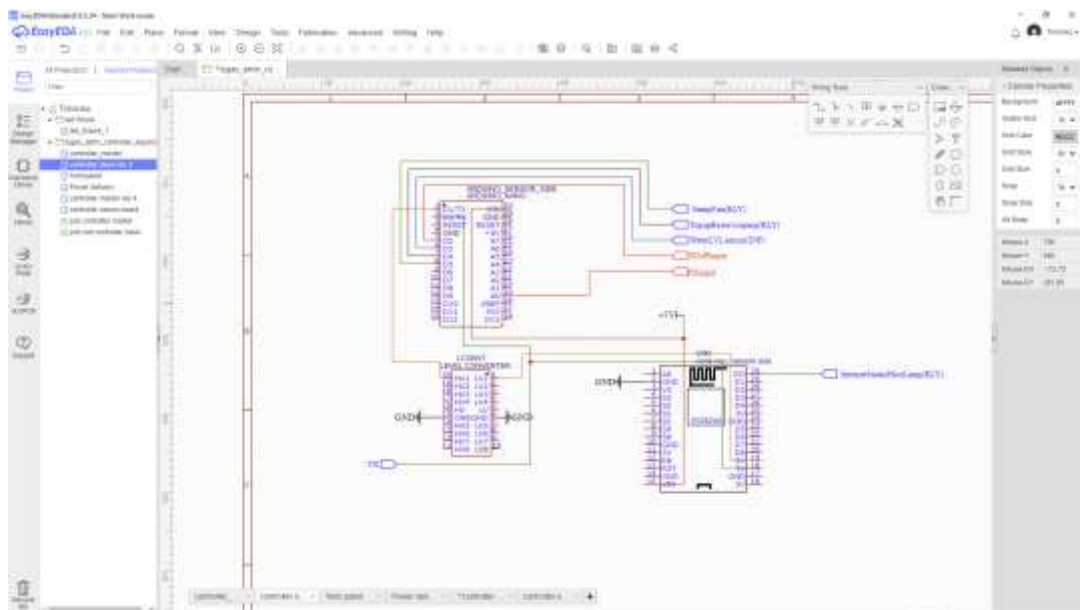


Gambar 4.1 Tampilan awal aplikasi EasyEDA

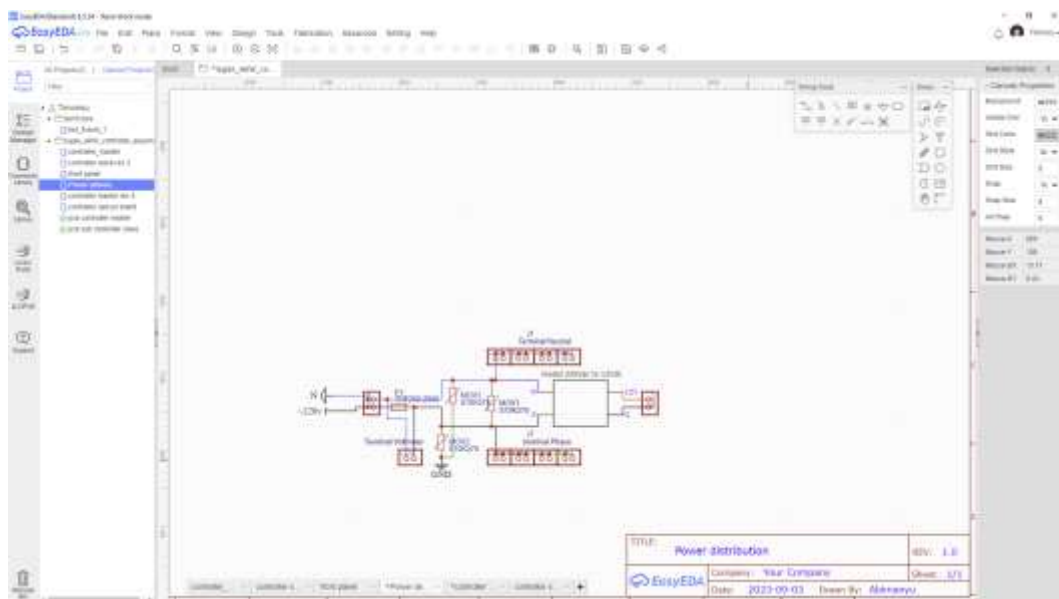


Gambar 4.2 tampilan *splashscreen* setelah melakukan *register* atau *login*.

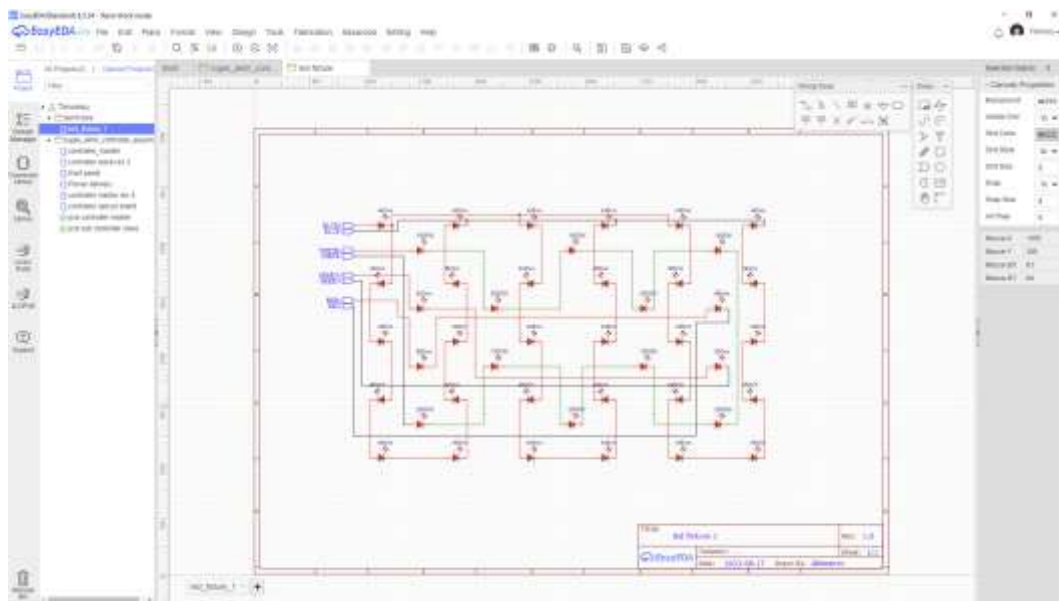
Perancangan skematik rangkaian elektronika *controller_master* menggunakan EasyEDA



Gambar 4.3 Perancangan skematik rangkaian elektronika *controller_slave* menggunakan EasyEDA



Gambar 4.4 Perancangan skematik rangkaian elektronika *power_distribution* menggunakan EasyEDA



Gambar 4.5 Perancangan skematik rangkaian elektronika *led_fixture* menggunakan EasyEDA

Gambar 4.1 merupakan tampilan editor skematik dari aplikasi EasyEDA yang memudahkan dalam pembuatan rancangan sirkuit elektrik yang dibutuhkan pada desain prototipe ini, pada evaluasi desain skematik rangkaian elektronika ini penulis melakukan beberapa perubahan pada desain awal rangkaian elektronika dengan tetap mengacu pada standar keamanan dan spesifikasi dari manufaktur komponen elektronika, perubahan tersebut adalah sebagai berikut :

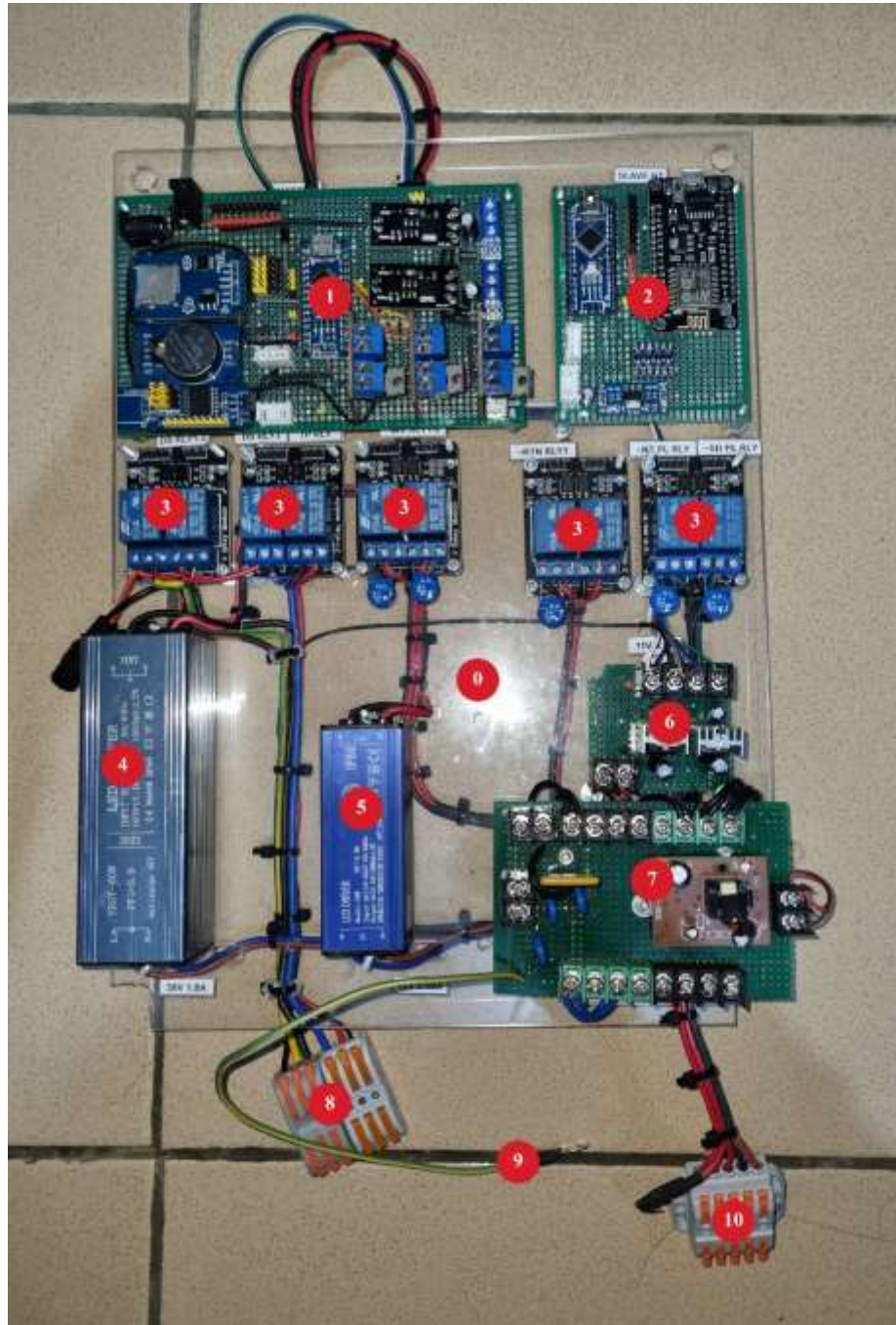
- i. Perubahan struktur rangkaian elektronika, dimana pada rancangan sebelumnya semua komponen mikrokontroler di satukan dalam satu skema rangkaian, setelah dilakukan peninjauan ulang pada evaluasi ini desain rangkaian di ubah dengan memisah rangkaian menjadi 2 bagian yang saling berkomunikasi satu sama lain, hal ini dikarenakan terdapat beberapa tugas yang sensitif terhadap penjadwalan program dan berkemungkinan dapat mengganggu penjadwalan tugas satu sama lain. Bagian pertama *controller master* dengan komponen induk Arduino Nano v3 sebagai mikrokontroler yang mengatur tugas yang bergantung pada penjadwalan program seperti aktivasi pompa suplementasi, aktivasi dan modulasi tegangan rangkaian lampu fotosintesis. Lalu bagian kedua adalah *controller slave* yang

mencakup sebuah mikrokontroller Arduino Nano v3 dan Node MCU esp8266, dimana mikrokontroller Arduino Nano v3 kedua ini memiliki tugas untuk melakukan pembacaan sensor, aktivasi relay pompa top up, kipas pendingin dan berkomunikasi dengan Node MCU, sedangkan pada NodeMCU memiliki tugas untuk berkomunikasi dengan *Firestore Realtime Database*, *Arduino-master-side* dan *Arduino-sensor-side*.

- ii. Perubahan tipe modul MOSFET yang digunakan pada *controller master* untuk memodulasi tegangan lampu pada channel biru dan putih, pada rancangan sebelumnya rangkaian tersebut menggunakan modul HCMODU0083 dengan tipe MOSFET IRF520 yang memiliki maksimum tegangan VDS 24v, setelah dilakukan peninjauan ulang dengan melihat besaran beban tegangan sebesar 36v – 45v, maka dilakukan penggantian menggunakan MOSFET dengan model IRFR120N dengan batas tegangan *Voltage Drain to Source* yang lebih tinggi yaitu 100v.
- iii. Penambahan komponen rektifikasi tegangan pada *controller master* dengan menggunakan dioda rektifikasi schottky dengan tipe SR2100 untuk keperluan rektifikasi tegangan.
- iv. Penambahan kapasitor elektrolit dengan kapasitansi 1uF - 10uF sebagai penstabil tegangan dan filter.
- v. Penambahan rangkaian penyalur daya dengan tegangan 220v – 250v 50Hz, pada rangkaian ini juga ditambahkan perlindungan *overvoltage* dan *overcurrent* dengan komponen MOV tipe S10K275 sebagai pencegah lonjakan tegangan dan komponen PTC X250TF2000 sebagai pencegah lonjakan arus, pada rangkaian ini juga diberikan rangkaian penurun tegangan 12v 2A.
- vi. Pemisahan rangkaian pengatur tegangan 5v dari rangkaian utama *controller master* dengan menggunakan *voltage regulator* LM7805CV yang mengubah keluaran rangkaian penurun tegangan 12v menjadi tegangan sebesar 5v.

4.2 Pembangunan prototipe sistem perangkat keras

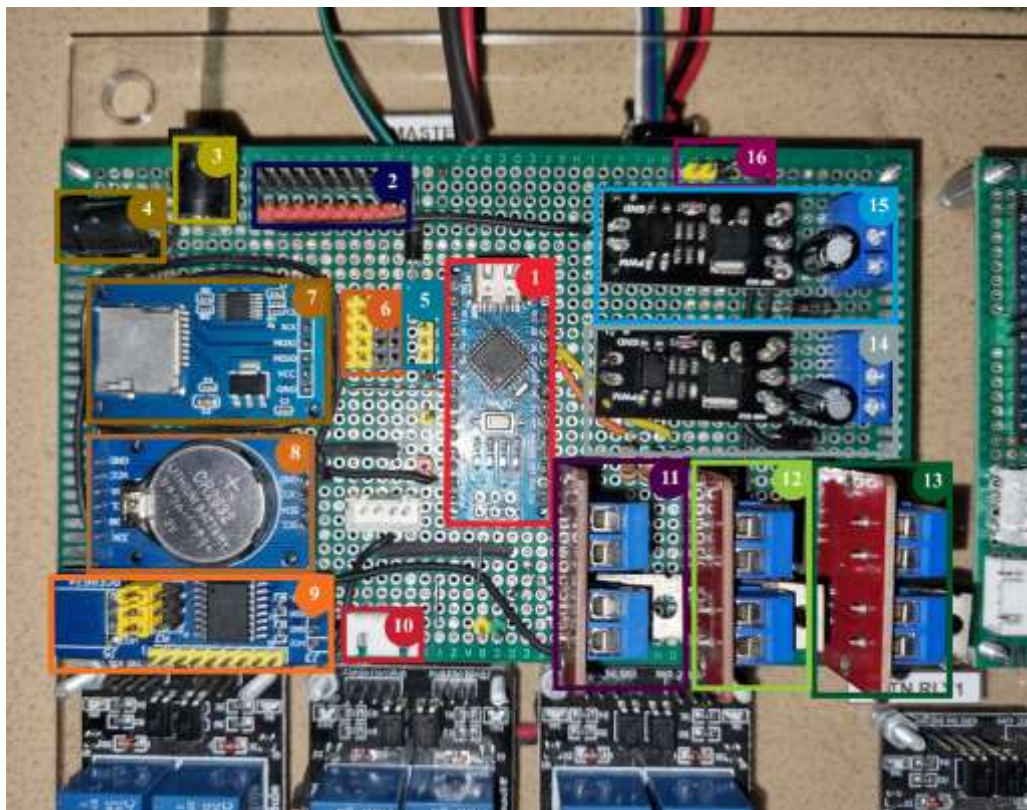
Pembangunan prototipe sistem perangkat keras dilakukan mengacu pada design rangkaian elektronika yang telah dievaluasi.



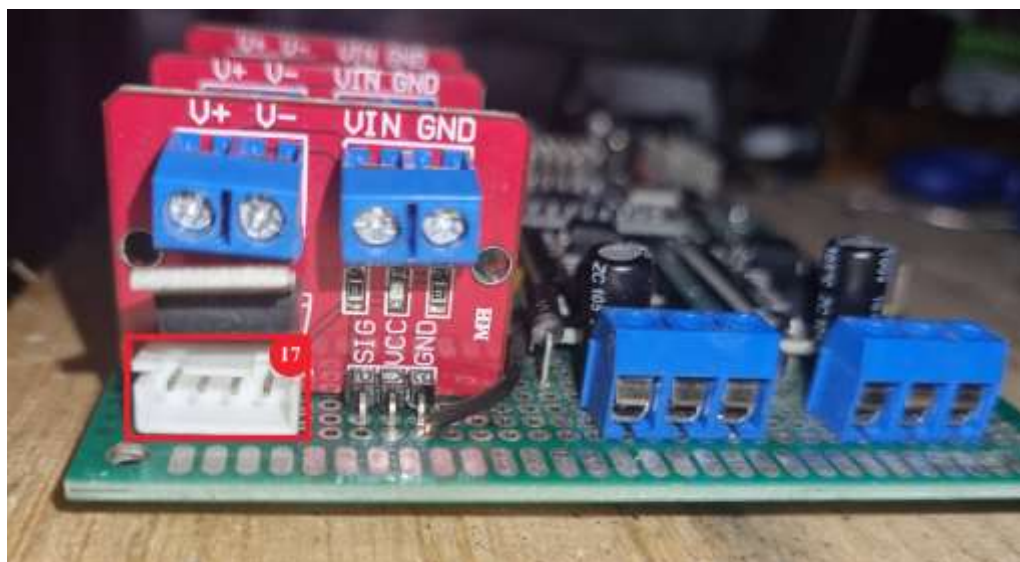
Gambar 4.6 papan kontroler induk dirangkai dengan papan pendukung lainnya pada media penunjang akrilik.

Keterangan :

0. Papan induk acrylic
1. Papan rangkaian *controller master*.
2. Papan rangkaian *controller slave*.
3. Modul *optoisolated logic 2 channel relay*.
4. LED *driver* 60 watt.
5. LED *driver* 20 watt.
6. Papan rangkaian *voltage regulator* 12v to 5v.
7. Papan rangkaian penyalur daya 220v dan regulator 12v
8. Konektor kabel keluaran *relay dosing channel* 1, 2, 3 dan *top up pump relay* dengan tegangan 12v.
9. Kabel *grounding* keluaran MOV pelindung lonjakan tegangan.
10. Konektor kabel keluaran *relay return pump*, *wave maker ch1,2* dan *pilot lamp network indicator*.



Gambar 4.7 rangkaian papan *controller master* (tampak atas)



Gambar 4.8 rangkaian papan *controller master* (tampak samping kanan)

Papan *controller master* dibangun dengan topologi *star common ground* untuk meminimalisir terjadinya *noise* dan EMI dari masing masing komponen kerja yang terhubung. Sedangkan pada bagian jalur daya (5v dan GND) untuk daya kontrol *relay* telah di isolasi dari jalur daya utama ditunjukkan pada poin 2 dan 6 pada gambar 4.7, hal ini ditujukan untuk menghindari gangguan yang tidak diinginkan dari efek beban induksi *relay* itu sendiri.

Keterangan :

1. Mikrokontroler *Arduino Nano v3*

Pada papan *controller master* mikrokontroler *arduino nano v3* berfungsi sebagai pengeksekusi perintah pengguna terhadap instrumen instrumen pendukung kehidupan utama seperti pompa balik, pompa suplementasi, pompa pembuat arus, dan lampu fotosintesis.

2. Power pin 5v(merah) GND(hitam) untuk relay
3. DC jack 5.5 *input* 5vdc untuk daya *relay*.
4. DC jack 5.5 *input* 5vdc untuk daya utama.
5. *Output* pin untuk sinyal aktivasi *relay dosing pump channel* 1, 2, 3 (A0, A1, A2).

Output untuk pin SIG pada masing masing *channel relay* pompa suplementasi alkalinitas, kalsium, dan magnesium.

6. Power pin 5v untuk daya *optoisolator relay*.
7. Modul SD *card reader* dengan komunikasi SPI (fitur hanya untuk pengujian).

Modul sd card reader ini menggunakan protokol komunikasi SPI untuk berkomunikasi dengan *arduino controller side*, fitur R/W *file* ini sendiri hanya bagian dari pengujian penulis dan tidak termasuk dalam agenda penelitian.

8. Modul RTC DS3231SN

Modul *Real Time Clock* DS3231SN ini menggunakan protokol komunikasi I2C untuk berkomunikasi data waktu dengan mikrokontroler *arduino controller master*.

9. Modul GPIO Expander PCF874

Modul *General Purpose Input Output Expander* PCF874 ini menggunakan protokol komunikasi I2C untuk berkomunikasi data *pin state* pada GPIO dari PCF874, digunakan sebagai perpanjangan tangan jumlah pin GPIO yang terbatas pada mikrokontroler *arduino controller side*.

10. Konektor XH 2.54 4 pin untuk penyalur daya dan komunikasi modul LCD dengan protokol I2C.

11. Modul MOSFET IRF520 untuk modulasi tegangan daya rangkaian LED hijau.

12. Modul MOSFET IRF520 untuk modulasi tegangan daya rangkaian LED Merah.

13. Modul MOSFET IRF520 untuk modulasi tegangan daya kipas pendingin rangkaian LED.

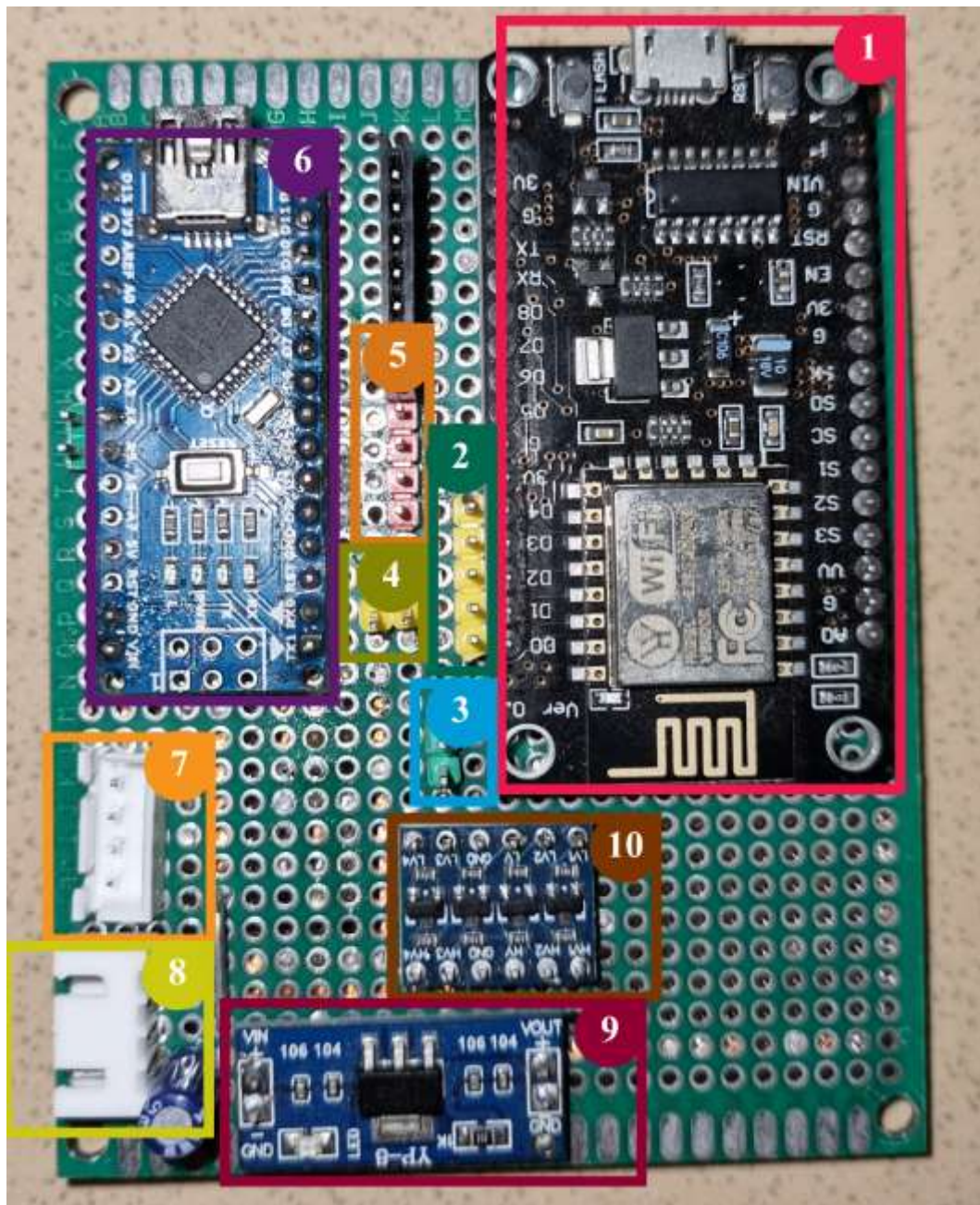
14. Modul MOSFET IRFR120N

MOSFET ini digunakan untuk modulasi tegangan daya rangkaian LED putih, pada bagian keluaran MOSFET dilengkapi dengan dioda penyearah tegangan untuk menghindari kerusakan komponen yang mungkin terjadi akibat kesalahan pemasangan dan sebuah kapasitor elektrolit yang berfungsi sebagai penyetabil dan penyaring tegangan.

15. Modul MOSFET IRFR120N

MOSFET ini digunakan untuk modulasi tegangan daya rangkaian LED biru, pada bagian keluaran MOSFET dilengkapi dengan dioda penyearah tegangan untuk menghindari kerusakan komponen yang mungkin terjadi akibat kesalahan pemasangan dan sebuah kapasitor elektrolit yang berfungsi sebagai penyetabil dan penyaring tegangan.

16. *Output* pin untuk aktivasi *relay wavemaker channel 1, 2* dan *return pump*.
17. Konektor XH 2.54 4 pin untuk komunikasi dengan *controller slave* dengan protokol *serial data communication*.



Gambar 4.9 Rangkaian papan kontroler sekunder (*controller slave*)

Keterangan :

1. Modul pengembangan Node MCU

Pada *controller* slave terdapat modul pengembangan Node MCU, berbasis pada mikrokontroler ESP8266EX yang

merupakan versi pengembangan dari ESP8266, mikrokontroler ini digunakan sebagai *network endpoint* dan kontrol *relay* lampu indikator *network status*.

2. Pin GPIO Node MCU

Pada pin D0 digunakan untuk mengaktifasi *network pilot lamp relay*.

3. Pin jumper komunikasi serial TX (*arduino nano v3 sensor side*) dan RX(*Node MCU network endpoint*).

4. Pin jumper komunikasi serial RX (*arduino nano v3 sensor side*) dan TX(*Node MCU network endpoint*).

5. Pin GPIO Arduino Nano v3

Sebagai pin masukan *water level sensor*(D3), keluaran aktivasi *relay* pompa *top up* (D4), dan keluaran aktivasi *relay* kipas pendingin aquarium (D5).

6. Mikrokontroler Arduino Nano v3

Mikrokontroler *arduino nano sensor side* yang memiliki fungsi untuk membaca sensor dan mengendalikan aktivasi *relay* pompa *top up* dan kipas pendingin aquarium.

7. Konektor XH 2.54 4 pin

Digunakan untuk masukan bacaan sensor temperatur dan ph.

8. Konektor XH 2.54 4 pin

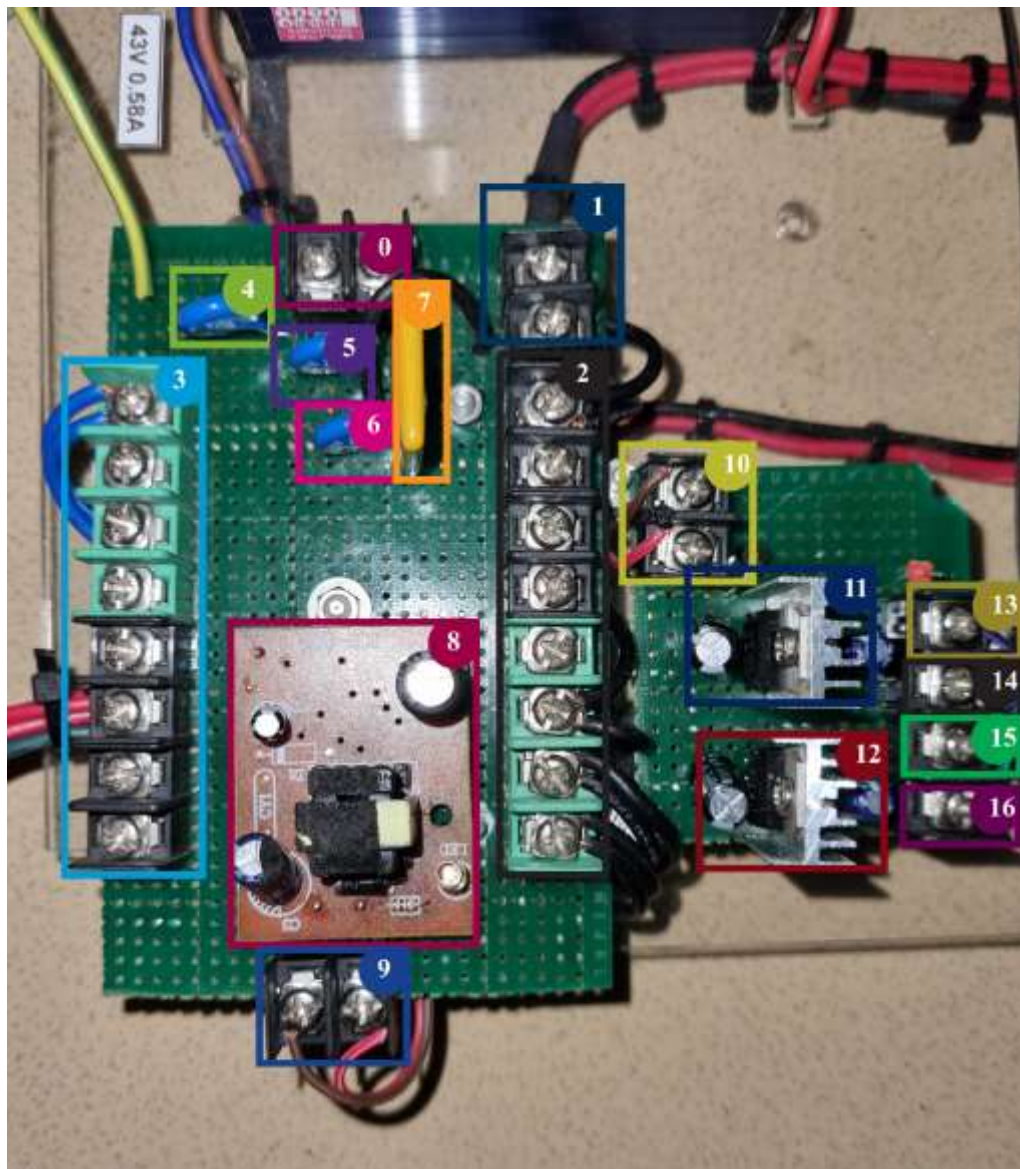
Digunakan untuk komunikasi serial antara *arduino master side* dengan *node mcu network endpoint*.

9. Voltage regulator

IC pengatur tegangan AMS1117 digunakan untuk mengubah tegangan masukan sebesar 5vdc ke tegangan kerja esp8266 yaitu 3.3vdc.

10. *Bi-linear level shifter 5vdc logic – 3vdc logic*

Modul pengubah level logika 5vdc ke 3.3vdc atau sebaliknya, digunakan untuk mengubah level logika keluaran pin TX *arduino* yang memiliki tegangan kerja 0vdc sampai 5vdc ke tegangan kerja 0vdc sampai 3.3vdc yang dapat diterima oleh pin RX ESP8266EX.



Gambar 4.10 rangkaian papan penyalur daya (*power distribution*)

Keterangan :

1. Terminal P/N masukan *voltmeter*

Terminal ini hanya dilindungi oleh *PPTC* untuk menghindari lonjakan arus namun tidak dilindungi oleh *MOV Metal Oxide Varistor* yang melindungi komponen dari lonjakan tegangan tiba tiba, hal ini dimaksudkan ketika terjadi gangguan daya pada kontroler yang diakibatkan oleh besaran tegangan yang tidak

sesuai seperti *overvoltage* atau *undervoltage*, pengawas dapat mengecek hal tersebut pada *voltmeter* yang masih terhubung dengan terminal daya PLN. Namun hal ini tidak berlaku jika penyebab gangguan daya disebabkan oleh *overcurrent* yang dapat terjadi akibat beban kontroler tambahan yang terlalu besar atau terjadi arus pendek pada komponen kontroler sehingga mengakibatkan daya kontroler diputus seluruhnya oleh PPTC dan *voltmeter* tidak akan menunjukkan bacaan.

2. Terminal fasa 220vac.

Terminal daya fasa 220 vac yang dilindungi dengan PPTC dan *Metal Oxide Varistor* untuk kebutuhan daya komponen *power supply*, pompa balik, pompa arus, *pilot lamp*.

3. Terminal netral.

Terminal netral fasa 220v yang dilindungi dengan PPTC dan *Metal Oxide Varistor*.

4. MOV pelindung lonjakan voltase S10K275 (*neutral to ground*).

Metal Oxide Varistor digunakan untuk melindungi jalur *Neutral* dari lonjakan tegangan sementara yang sewaktu waktu dapat terjadi dengan memindahkan lonjakan ke jalur *ground*, perlindungan ini bekerja dengan memanfaatkan sifat dari *varistor* atau *variable resistor* yang memiliki nilai resistansi yang dapat berubah tergantung pada besaran tegangan yang diberikan, pada kasus ini resistansi dari MOV akan berkurang drastis ketika besaran tegangan melewati batas yang telah ditentukan manufaktur, pada model S10K275 sendiri MOV akan mulai mengalirkan arus pada tegangan diatas $\pm 275\text{Vac}$ dan dapat menahan lonjakan arus sejenak sampai sebesar 2.5KA.

5. MOV pelindung lonjakan voltase S10K275 (*line to line*).

Metal Oxide Varistor digunakan untuk melindungi jalur *Phase* dari lonjakan tegangan sementara yang sewaktu waktu dapat terjadi dengan menyalurkan lonjakan ke jalur *Neutral*, perlindungan ini bekerja dengan memanfaatkan sifat dari *varistor* atau *variable resistor* yang memiliki nilai resistansi yang dapat berubah tergantung pada besaran tegangan yang diberikan, pada kasus ini resistansi dari MOV akan berkurang drastis ketika besaran tegangan melewati batas yang telah ditentukan manufaktur, pada model S10K275 sendiri MOV akan mulai mengalirkan arus pada tegangan diatas $\pm 275\text{Vac}$ dan dapat menahan lonjakan arus sejenak sampai sebesar 2.5KA.

6. MOV pelindung lonjakan voltase S10K275 (*phase to ground*).

Metal Oxide Varistor digunakan untuk melindungi jalur *Phasel* dari lonjakan tegangan sementara yang sewaktu waktu dapat terjadi dengan memindahkan lonjakan ke jalur *ground*, perlindungan ini bekerja dengan memanfaatkan sifat dari *varistor* atau *variable resistor* yang memiliki nilai resistansi yang dapat berubah tergantung pada besaran tegangan yang diberikan, pada kasus ini resistansi dari MOV akan berkurang drastis ketika besaran tegangan melewati batas yang telah ditentukan manufaktur, pada model S10K275 sendiri MOV akan mulai mengalirkan arus pada tegangan diatas $\pm 275\text{Vac}$ dan dapat menahan lonjakan arus sejenak sampai sebesar 2.5KA.

7. PPTC pelindung lonjakan arus TF2000.

PPTC atau *Polymeric Positive Temperature Coefficient* memiliki manfaat yang sama seperti sekering filamen yang umum digunakan, yaitu untuk melindungi jalur daya dari arus berlebih, namun PPTC tidak memerlukan pergantian setelah terjadi lonjakan arus, hal ini dapat terjadi dikarenakan cara kerja PPTC

yang bekerja dengan memanfaatkan sifat *variable resistor* yang dapat berubah nilai resistansinya tergantung pada suhu kerja, dimana ketika suhu meningkat resistansi dari PPTC juga akan meningkat drastis sehingga memutus arus yang mengalir sampai lonjakan arus menurun. Dalam kasus ini penulis menggunakan PPTC dengan model TF2000 X250 yang memiliki rating maksimal arus pemicu sebesar 2A.

8. Modul *voltage adapter* 220v – 12v.

Modul untuk mengubah tegangan 220v menjadi 12v dengan arus maksimal 2A.

9. Terminal keluaran 12vdc.

10. Terminal masukan 12vdc.

11. *Voltage regulator* LM7805CV.

Dengan menggunakan IC LM7805CV mengubah tegangan masukan 12Vdc menjadi 5Vdc dengan arus maksimal 1A untuk daya LED *channel* merah.

12. *Voltage regulator* LM7805CV.

Dengan menggunakan IC LM7805CV mengubah tegangan masukan 12Vdc menjadi 5Vdc dengan arus maksimal 1A untuk daya LED *channel* hijau.

13. Terminal keluaran 12v.

Terminal untuk daya pompa *top up*.

14. Terminal GND.

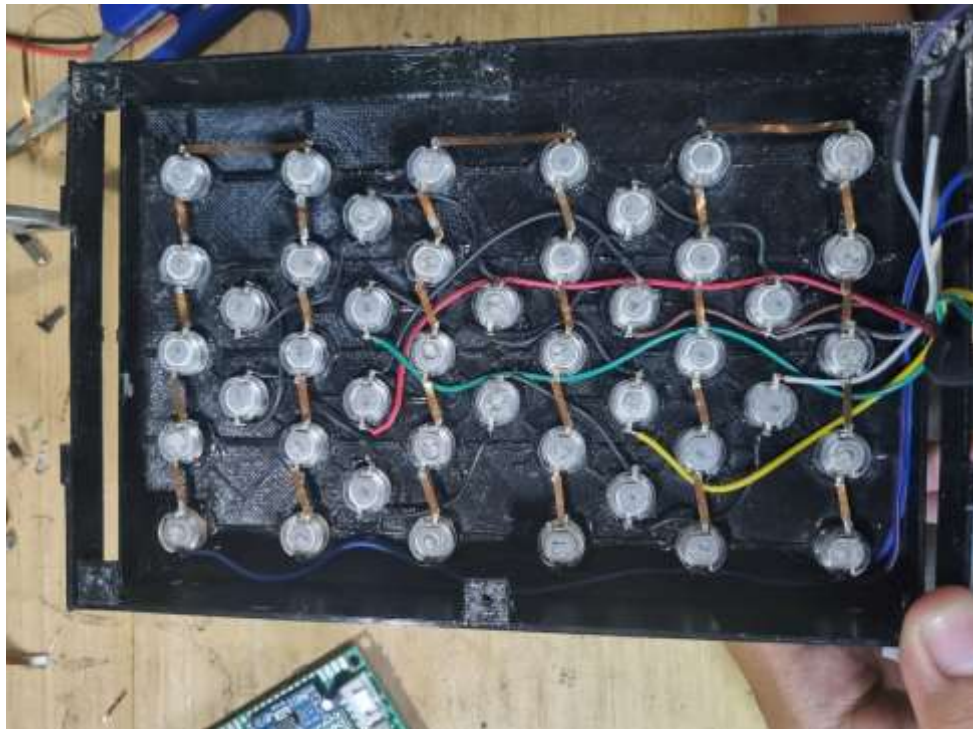
Terminal *common ground* untuk *voltage regulator* LM7805CV dan terminal 12v.

15. Terminal keluaran 5v

Terminal keluaran IC LM7805CV untuk LED channel merah.

16. Terminal keluaran 5v

Terminal keluaran IC LM7805CV untuk LED channel hijau.

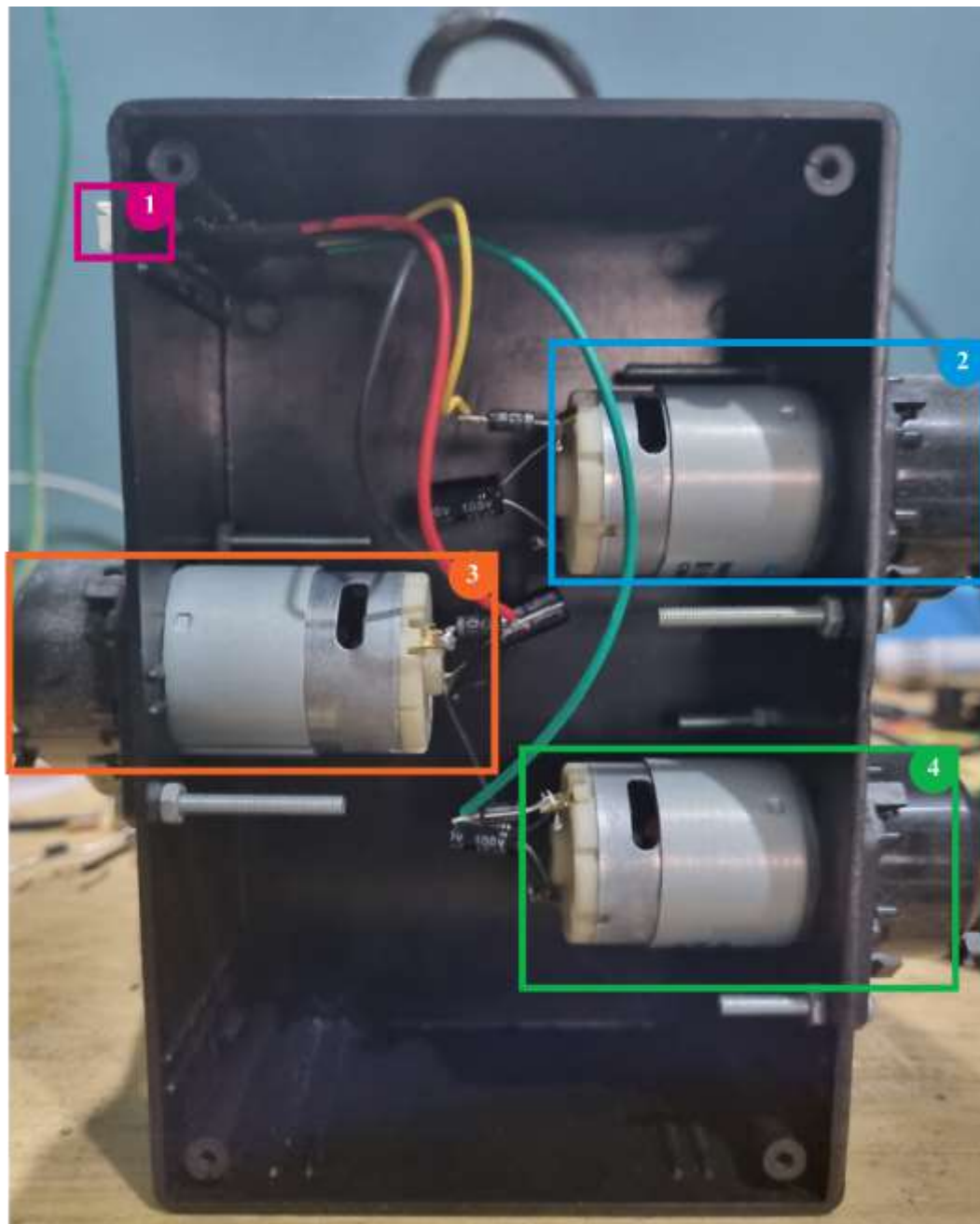


Gambar 4.11 Rangkaian *emitter* LED 4 *channel* pada *casing* lampu fotosintetis

Lampu fotosintesis menggunakan plastik dengan jenis PETG untuk *casing* yang dibuat dengan menggunakan teknologi *3D printing*, kipas pendingin 6cm x 6cm sebanyak 2 buah, *heatsink* alumunium, dan 44 *emitter* LED berjenis HPL atau *High Power Light Emitting Diode* yang terdiri dari :

- a. 1 buah *emitter* dengan keluaran gelombang 395nm (ultraviolet)
- b. 24 buah *emitter* dengan keluaran gelombang 445nm – 447nm(biru dalam).

- c. 5 buah *emitter* dengan keluaran gelombang 450nm – 465nm (biru).
- d. 10 buah *emitter* dengan keluaran suhu warna 10.000K (putih).
- e. 2 buah *emitter* dengan keluaran gelombang 625nm (merah).
- f. 2 buah *emitter* dengan keluaran gelombang 520nm – 530nm (hijau).

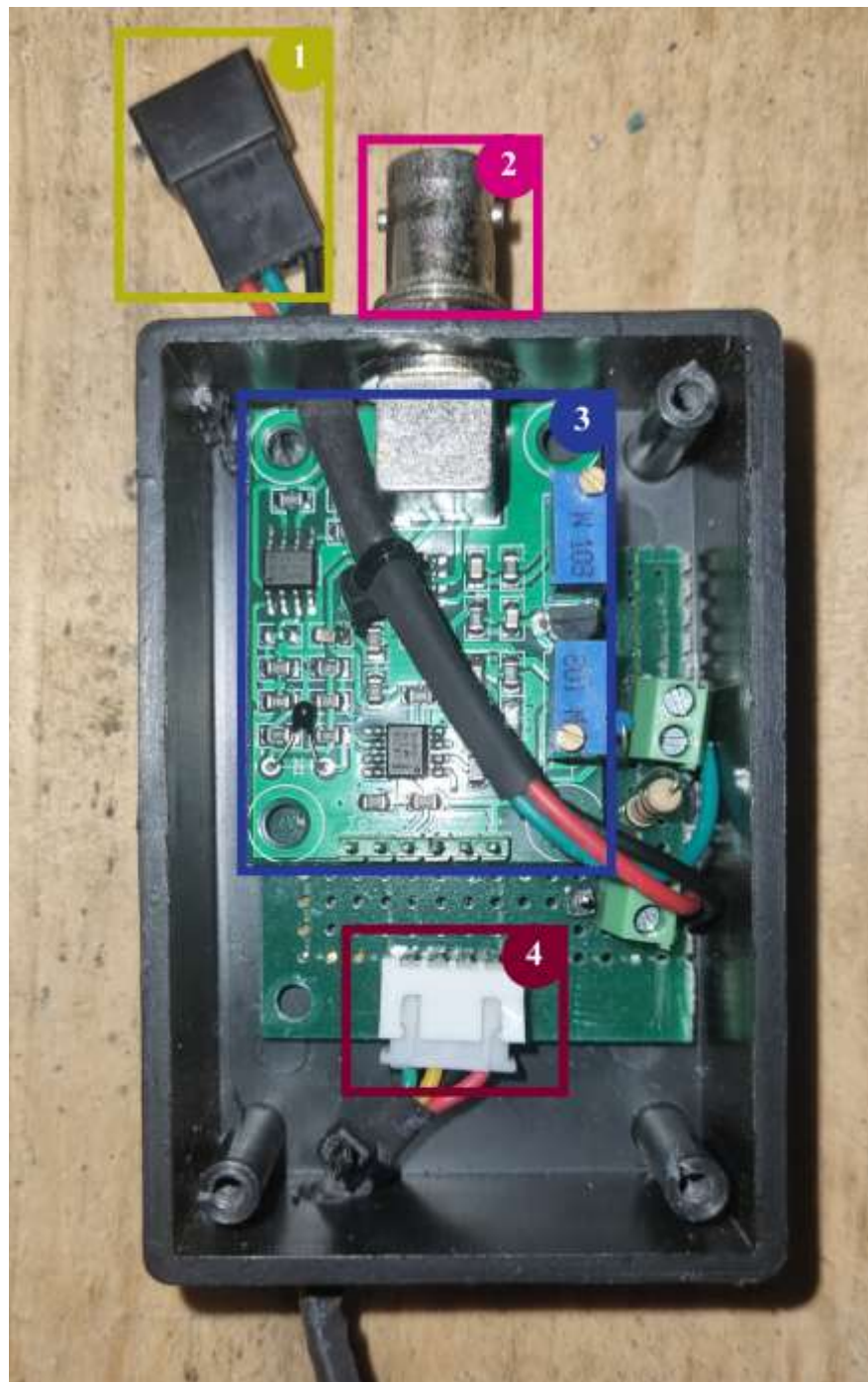


Gambar 4.12 Rangkaian pompa peristaltik suplementasi 3 *channel* (*dosing pump*) pada kotak plastik.

Rangkaian pompa peristaltik di lindungi dengan menggunakan *casing* plastik, dioda rektifikasi, kapasitor penyetabil tegangan, dan menggunakan konektor XH 2.54 sebagai penghubung daya.

Keterangan :

1. Konektor XH 2.54 untuk daya masukan (*channel 1, 2, 3*) dan GND.
2. Pompa peristaltik *channel 1*.
3. Pompa peristaltik *channel 2*.
4. Pompa peristaltik *channel 3*.



Gambar 4.13 rangkaian papan sekunder sensor ph dan suhu.

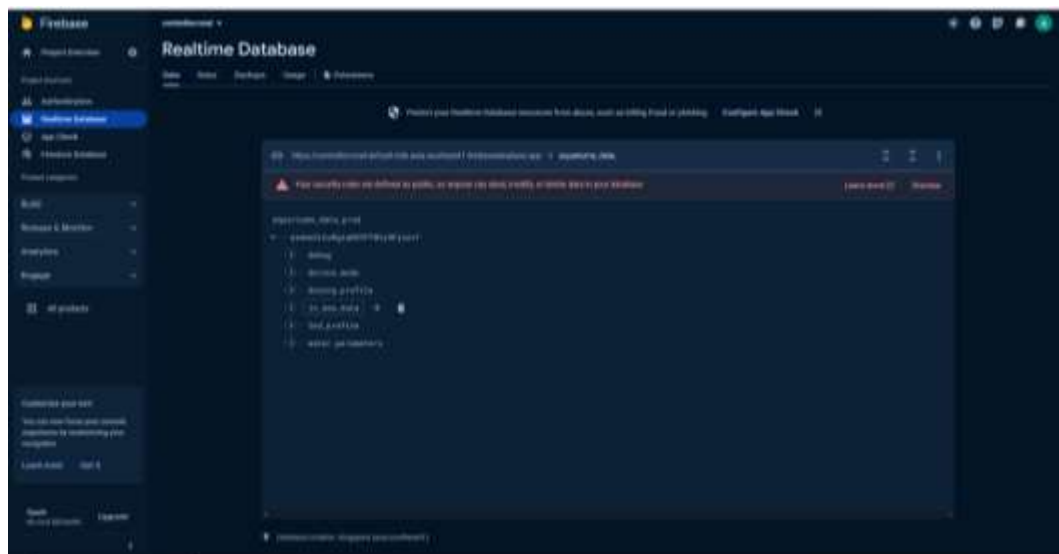
Rangkaian papan sekunder menampung papan PH 4502C dan sebuah *pull-up* resistor untuk keluaran sensor suhu DS18B20.

Keterangan :

1. Konektor JST XH 2.54 3 pin masukan dari *temperature probe* DSB18B20.
2. Konektor BNC masukan dari *ph probe*.
3. Modul pengolah data *ph probe* PH-4502C.
4. Konektor XH 2.54 4 pin keluaran papan sekunder sensor *ph* dan suhu.

4.3 Pembangunan prototipe sistem perangkat lunak

Pada fase ini akan dilakukan pembangunan sistem perangkat lunak yang mencakup sistem database, sistem tertanam kontroler, dan sistem *monitor* berbasis *android*.



Gambar 4.13 sistem database menggunakan layanan firebase *realtime database*.

Sistem *realtime database* firebase digunakan sebagai penghubung untuk sebagian data yang memerlukan logging, dan sebagai penyimpan data untuk data yang disimpan secara tunggal. Data ini disimpan dalam bentuk collection menyerupai struktur data JSON, adapun struktur JSON nya adalah sebagai berikut:

1. Struktur data JSON

```
{
  "asowZLkuRgia6K2FF0tyHEjuxv1": {
    "debug": [
```

```

    null,
    117,
    218,
    124,
    174,
    188,
    25,
    21,
    27,
    true,
    true,
    true,
    true,
    true
  ],
  "device_mode": {
    "17": 0,
    "18": 2
  },
  "dosing_profile": {
    "13": 4,
    "14": 45,
    "15": 50,
    "16": 48
  },
  "is_new_data": {
    "debug": false,
    "device_profile": true,
    "sensor_data": false
  },
  "led_profile": [
    null,
    5,
    10,
    16,
    18,
    62,
    100,
    79,
    0,
    107,
    255,
    255,
    255
  ],

```

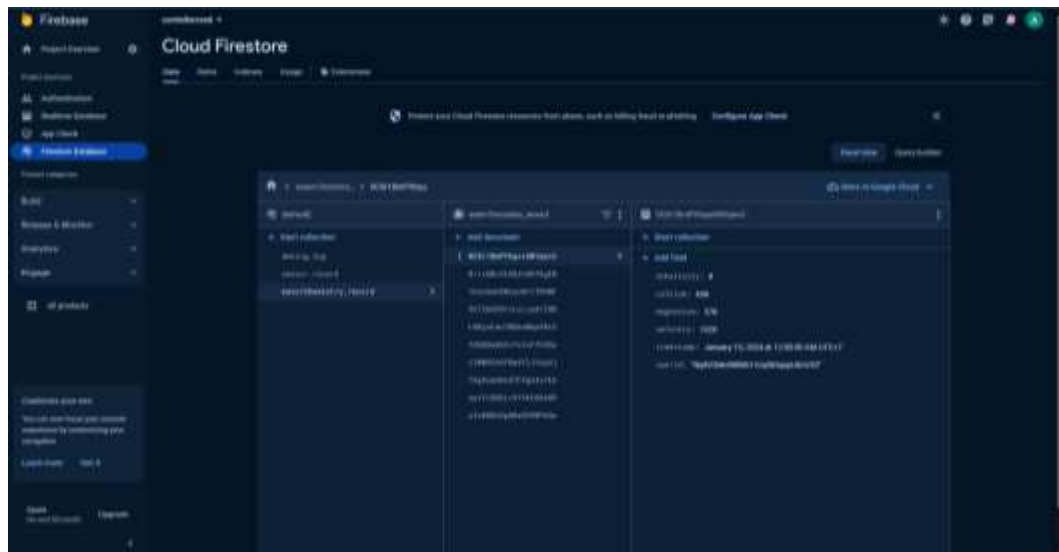
```

"water_parameters": {
  "sensor_readings": [
    null,
    429,
    -12700,
    1
  ],
  "water_chemistry": {
    "alkalinity_reading": 8,
    "calcium_reading": 420,
    "date": "2023-12-18 17-10",
    "magnesium_reading": 550
  }
}
}
}

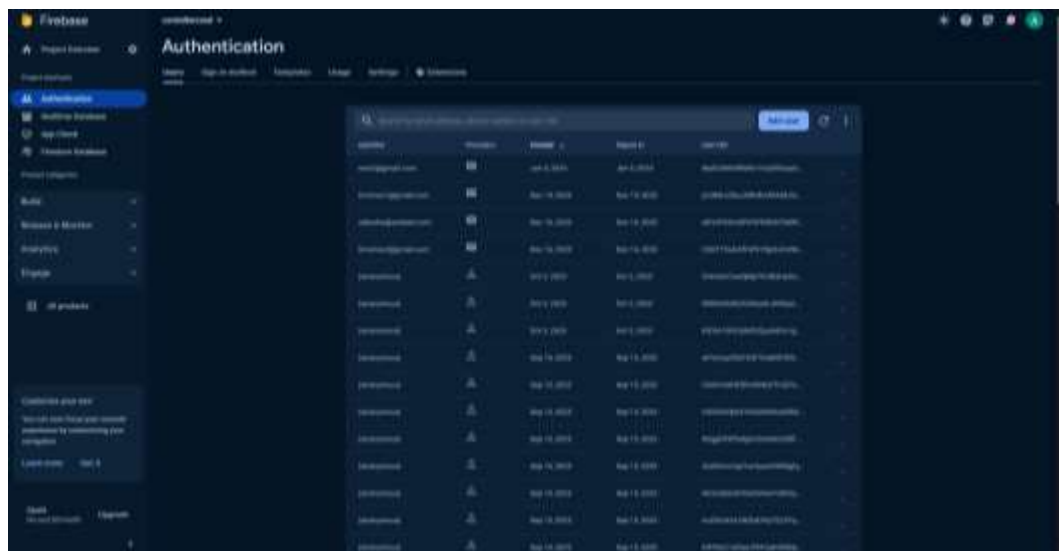
```

Keterangan:

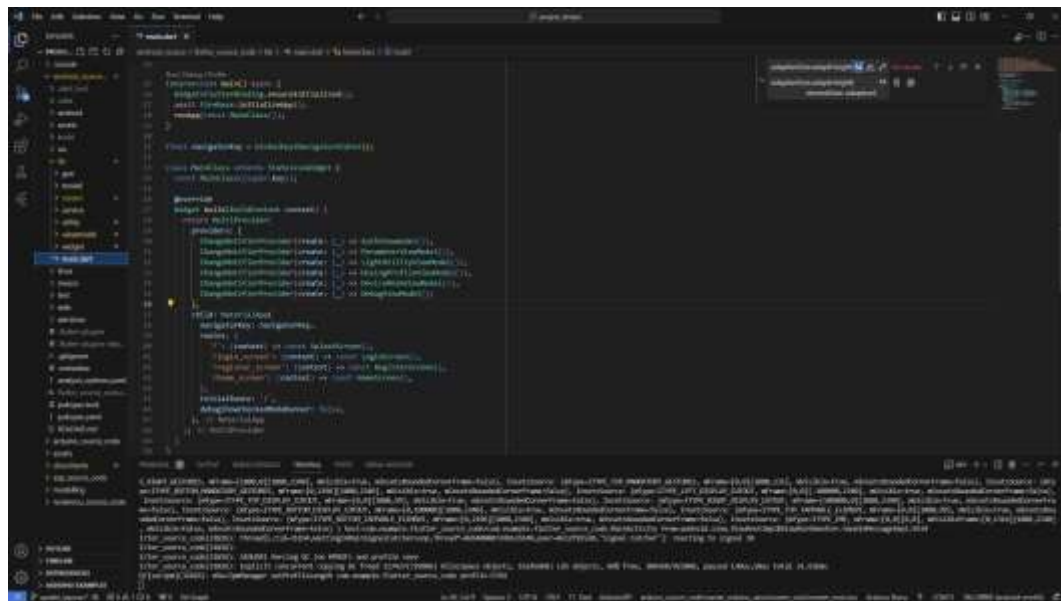
1. Key "asdowZLkuRgia6K2FF0tyHEjuxv1"
 Adalah kunci unik yang diambil dari uid pengguna, kunci ini menjadi indikator pemilik *value* dari struktur data yang menjadi anak *key* tersebut
2. Key "debug"
 Adalah kunci yang memiliki data anak berupa *list* atau *array* yang berisi deretan data debugging controller yang terstruktur.
3. Key "device_mode"
 Adalah kunci yang memiliki 2 data anak, dimana pada data anak "17" mengindikasikan mode kerja dari *controller master*, dan data anak "18" mengindikasikan mode *wave pattern* dari pompa arus yang harus dieksekusi oleh *controller master*
4. Key "dosing_profile"
 Adalah kunci yang memiliki 4 data anak yang mewakili profil pompa suplementasi yang harus dieksekusi oleh *controller master*.
5. Key "is_new_data"
 Adalah kunci yang memiliki 3 data anak yang mengindikasikan apakah terdapat data baru pada data *debug*, *device_data(device_mode, led_profile, dosing_profile)*, dan *sensor_data*.
6. Key "led_profile"
 Adalah kunci yang memiliki data anak berupa *list* atau *array* yang berisi deretan data terstruktur profil lampu fotosintesis seperti penjadwalan, kekuatan dasar, dan *timing multiplier* yang harus dieksekusi oleh *controller master*.
7. Key "water_parameters"
 Adalah kunci yang memiliki 2 data anak, yaitu "sensor_readings" yang berisi data bacaan sensor dari *controller slave* yang dikirimkan melalui *network endpoint esp8266ex*, dan data anak "water_chemistry" yang berisi data parameter air hasil masukan pengguna.



Gambar 4.14 Sistem database menggunakan layanan *firebase firestore*. Sistem *firebase firestore* digunakan sebagai *data logger* yang mencatat bacaan sensor, bacaan parameter air hasil masukan pengguna, dan rekaman jumlah suplementasi yang pernah diberikan.

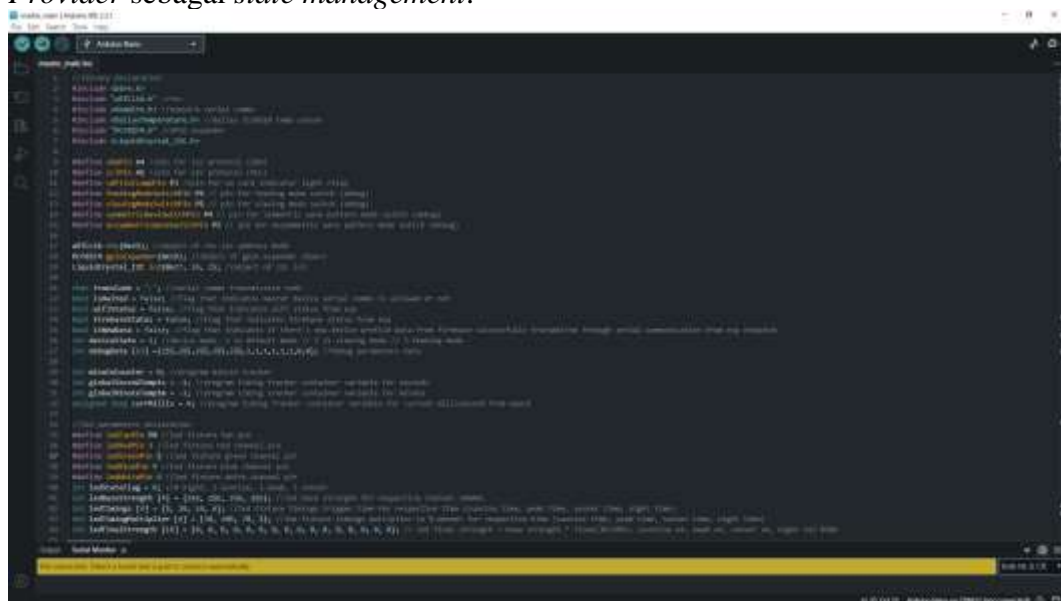


Gambar 4.15 sistem database menggunakan layanan *firebase authentication*. Sistem *firebase authentication* digunakan untuk melakukan proses autentikasi pengguna untuk menjaga keamanan data kontroler dan aplikasi.



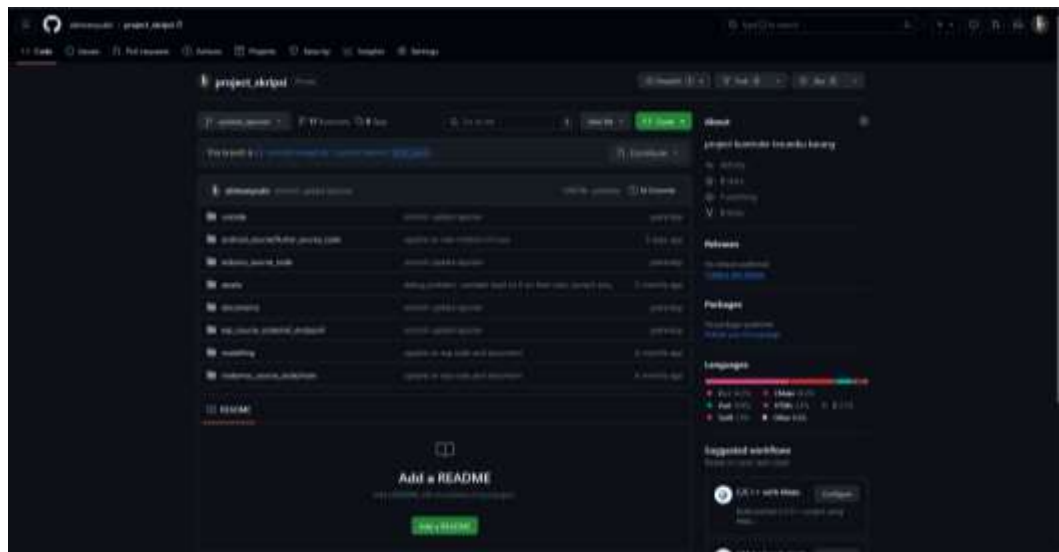
Gambar 4.16 pembuatan aplikasi *android* menggunakan SDK *flutter* dengan *visual studio code*.

Aplikasi pemantauan dan kontrol berbasis *Android* dibuat menggunakan *Software Development Kit Flutter* dengan menggunakan IDE *visual studio code*. Aplikasi dibangun dengan arsitektur MVVM atau *Model, View, ViewModel* dan *Provider* sebagai *state management*.



Gambar 4.17 pembuatan perangkat lunak tertanam untuk mikrokontroler.

Perangkat lunak tertanam dibuat menggunakan bahasa *c++* dengan *Arduino IDE*, ada 3 *source code* yang dibuat untuk masing masing mikrokontroler.



Gambar 4.18 repositori github untuk *project* kontroler media budidaya terumbu karang.

4.1.2 Pengujian dan Analisis Prototipe

Pada tahap ini produk prototipe yang sudah dibuat akan diujikan dengan metode *blackbox testing* yang akan menguji beberapa aspek dari keseluruhan sistem kontroler adalah sebagai berikut:

1. Pengujian fungsionalitas aplikasi *android*.

Pengujian aplikasi dilakukan menggunakan *operating system One UI berbasis Android 13* pada gawai dengan model *Samsung S21 FE* dan jaringan internet indihome berkecepatan 25Mbps – 40Mbps.



Gambar 4.19 tampilan *form login* dengan *email&password form validator*.



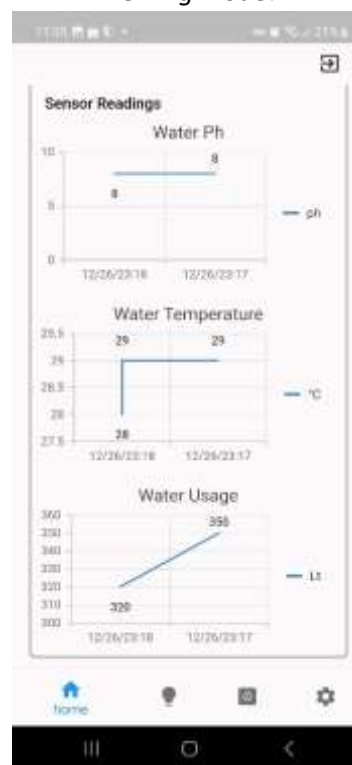
Gambar 4.20 tampilan register *login* dengan *email&password form validator*.



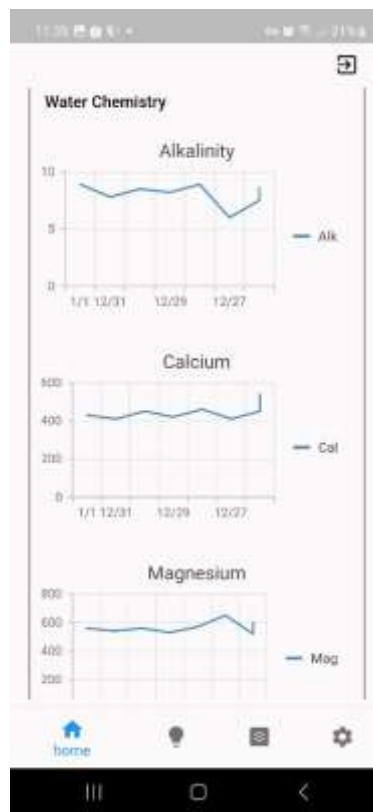
Gambar 4.21 tampilan *splashscreen* setelah melakukan *register* atau *login*.



Gambar 4.22 Tampilan *homepage* dengan *card feeding mode*, *wave mode*, *viewing mode*.



Gambar 4.23 Tampilan *homepage* dengan *sensor readings chart*.



Gambar 4.24 Tampilan *homepage* dengan *water chemistry chart*.

The screenshot displays a mobile application interface showing 'Water Test Input' and two charts. The top chart, 'Magnesium', has a y-axis from 0 to 600 and shows a blue line fluctuating between approximately 500 and 650. The bottom chart, 'Salinity', has a y-axis from 1022 to 1028 and shows a blue line fluctuating between approximately 1024 and 1027. Below the charts is a 'Water Test Input' section with four input fields: 'Alkalinity' (8.4), 'Calcium' (420), 'Magnesium' (570), and 'Salinity' (1026). Each field has a unit indicator to its right: 'mg/l' for Alkalinity, 'mg/l' for Calcium, 'mg/l' for Magnesium, and 'ppt' for Salinity. There is also a 'Test Date' field with a calendar icon. A blue 'Upload' button is located below the input fields. At the bottom of the screen is a navigation bar with icons for 'home', a lightbulb, a list, and a settings gear.

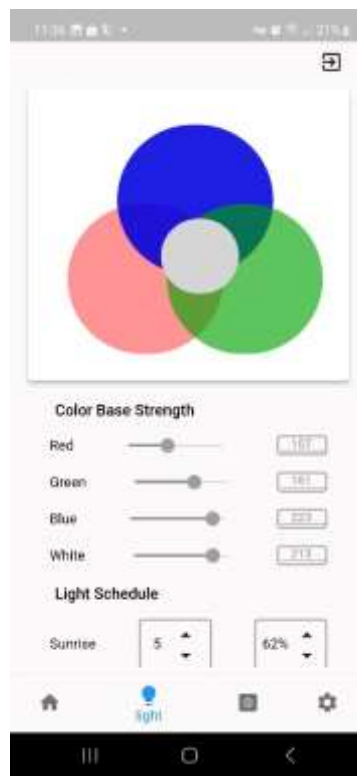
Gambar 4.25 Tampilan *homepage* dengan *form input* hasil uji parameter air.



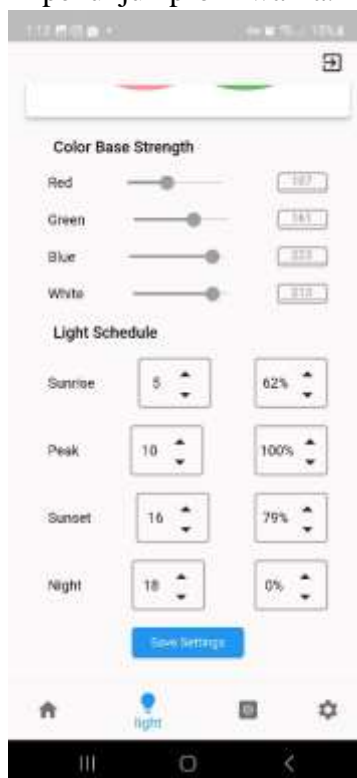
Gambar 4.26 Tampilan *date picker form input* hasil uji parameter air.



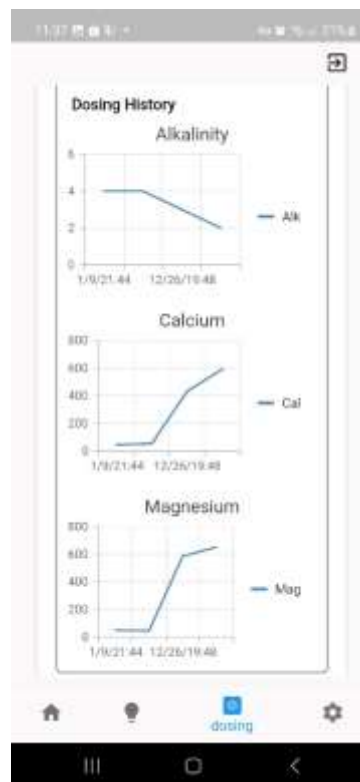
Gambar 4.27 Tampilan peringatan *form input* hasil uji parameter air tidak valid.



Gambar 4.28 Tampilan halaman *photosynthetic light utility* bagian diagram penunjuk profil warna.



Gambar 4.29 Tampilan halaman *photosynthetic light utility* bagian form profil warna.



Gambar 4.30 Tampilan utilitas suplementasi (*dosing utility*) bagian *dosing history*.

The screenshot displays the 'Dosing Profile Input Form' utility. It features two main sections: 'Dose per Day' and 'Dosing Divider'.

Dose per Day: This section includes three sliders for Alkalinity, Calcium, and Magnesium. Each slider has a corresponding input field with a '+' and '-' button.

Dosing Divider: This section includes a grid of input fields for selecting a dosing divider. The values range from 4 to 64 in increments of 4. The value '4' is currently selected.

Below the grid, a note states: "the dose will be divided by: 4 times through the day(24hour)".

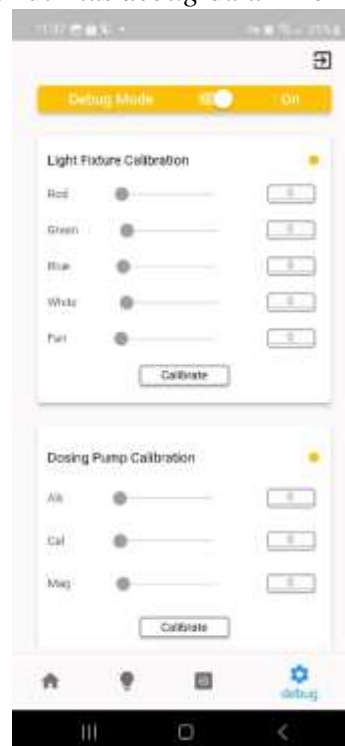
A 'Save Settings' button is located at the bottom of the form.

The bottom navigation bar includes icons for home, a lightbulb, a 'dosing' button, and a settings gear.

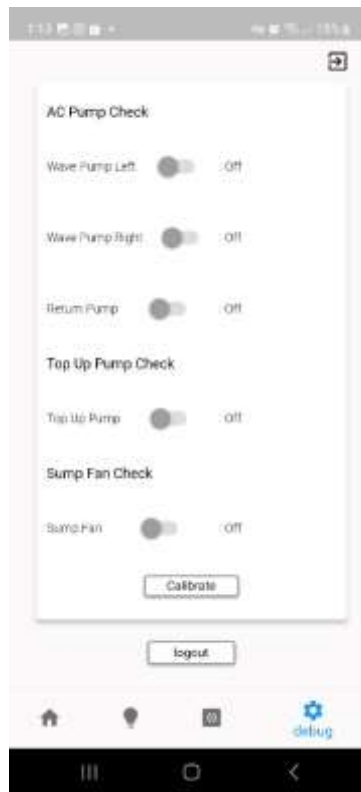
Gambar 4.31 Tampilan utilitas suplementasi (*dosing utility*) bagian *dosing profile input form*.



Gambar 4.32 Tampilan utilitas *debug* dalam kondisi *debug mode off*.



Gambar 4.33 Tampilan utilitas *debug* dalam kondisi *debug mode on*.



Gambar 4.34 Tampilan utilitas *debug* bagian *Alternative Current Pump Check*.

Tabel 3.10 Pengujian Aplikasi Interface kontroler Media Budidaya Pada *Arduino Nano*

N o	Skenario	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Waktu Respo n
1.	Memuat halaman login	Halaman dimuat tanpa masalah <i>user interface</i> seperti overflowing.	Halaman dimuat dengan tanpa masalah	<1s
2.	Validasi form login	Form login mampu melakukan validasi form email, format password, dan	Form login mampu melakukan validasi dengan baik	<1s

		panjang minimal teks		
3.	Viewmodel autentikasi login	Halaman login mampu melakukan proses autentikasi dengan <i>firebase authentication viewmodel</i> .	Proses autentikasi berjalan baik ketika informasi autentikasi benar, dan aplikasi memberi peringatan ketika informasi autentikasi bermasalah	<1s
4.	Navigasi ke halaman register	<i>Textbutton</i> mampu memindahkan halaman dari halaman login ke halaman <i>register</i>	<i>Textbutton</i> mampu memindahkan halaman	<1s
5.	Memuat halaman register	Halaman dimuat tanpa masalah <i>user interface</i> seperti overflowing.	Halaman dimuat dengan tanpa masalah	<1s
6.	Validasi form register	Form register mampu melakukan validasi form email, format password, dan panjang minimal teks	Form register mampu melakukan validasi dengan baik	<1s
7.	Viewmodel autentikasi register	Halaman register mampu melakukan proses autentikasi dengan <i>firebase</i>	Proses autentikasi berjalan baik ketika informasi autentikasi benar, dan aplikasi memberi peringatan	<1s

		<i>authentication viewmodel.</i>	ketika informasi autentikasi bermasalah	
8.	Navigasi ke halaman login	<i>Textbutton</i> mampu memindahkan halaman dari halaman <i>login</i> ke halaman <i>register</i>	<i>Textbutton</i> mampu memindahkan halaman	<1s
9.	Halaman <i>splashscreen</i>	Halaman <i>splashscreen</i> muncul ketika pengguna sukses melakukan autentikasi dan mengalihkan ke halaman login ketika gagal	Halaman <i>splashscreen</i> muncul ketika proses autentikasi sukses dan mengalihkan ke halaman login ketika gagal	<2s
10.	Halaman <i>home</i> muncul ketika autentikasi sukses dilakukan	Ketika halaman <i>splashscreen</i> dan <i>splashscreen load</i> sukses dimuat, aplikasi akan dinavigasi menuju halaman <i>home page</i>	Halaman <i>home page</i> sukses dimuat ketika halaman <i>splashscreen</i> selesai dimuat	<2s
11.	Sistem navigasi halaman pada foot bar muncul di halaman <i>home</i>	Semua <i>footbar icon</i> mampu menavigasi halaman sesuai ikon	Semua <i>footbar icon</i> mampu menavigasi halaman sesuai dengan ikon yang ditekan	<1s

12.	Tombol keluar pada kanan atas pada halaman <i>home</i>	Ketika icon di tekan akan memunculkan <i>alert dialog</i> yang akan mengkonfirmasi ulang keluar dari aplikasi	Ketika icon ditekan memunculkan <i>alert dialog</i> dan aplikasi akan selesai ketika menekan tombol konfirmasi	<1s
13.	Utilitas <i>feeding mode</i> pada halaman <i>home</i> dapat diaktifkan dan non aktifkan melalui tombol <i>on/off</i>	Tombol <i>on</i> akan mengaktifkan <i>feeding mode</i> hanya ketika status <i>viewing mode</i> sedang non aktif, dan tombol <i>off</i> akan menonaktifkan <i>feeding mode</i> tanpa syarat.	Tombol <i>on</i> mengaktifkan status <i>feeding mode</i> ketika <i>viewing mode</i> dalam keadaan nonaktif, dan tombol <i>off</i> <i>feeding mode</i> mampu menonaktifkan status <i>feeding mode</i> tanpa syarat.	<1s
14.	Utilitas <i>wave mode</i> digunakan untuk memilih mode arus yang ada	Ketika ditekan, salah satu dari 3 tombol pada utilitas <i>wave mode</i> akan mengubah status <i>wave mode</i> saat ini.	Ketika ditekan, salah satu dari 3 tombol opsi <i>wave mode</i> mengubah status <i>wave mode</i> saat ini	<1s
15.	Utilitas <i>viewing mode</i> pada halaman <i>home</i> dapat diaktifkan dan non aktifkan melalui tombol <i>on/off</i>	Tombol <i>on</i> akan mengaktifkan <i>viewing mode</i> hanya ketika status <i>feeding mode</i> sedang non aktif, dan tombol <i>off</i>	Tombol <i>on</i> mengaktifkan status <i>viewing mode</i> ketika <i>feeding mode</i> dalam keadaan nonaktif, dan tombol <i>off</i>	<1s

		akan menonaktifkan <i>viewing mode</i> tanpa syarat.	<i>viewing mode</i> mampu menonaktifkan status <i>viewing mode</i> tanpa syarat.	
16.	<i>Viewmodel device mode viewmodel</i> dapat digunakan untuk memanipulasi data pada <i>server firebase realtime database</i> pada data <i>device mode</i> .	<i>Viewmodel device mode viewmodel</i> dapat melakukan <i>read, create dan update</i> pada <i>server firebase realtime database</i> terhadap data <i>device mode</i> dan <i>wave mode</i> dari kontroler ketika dipanggil.	<i>Viewmodel device mode viewmodel</i> melakukan <i>read, create atau update</i> pada <i>server firebase realtime database</i> terhadap data <i>device mode</i> dan <i>wave mode</i> dari kontroler ketika dipanggil.	<2s
17.	Diagram garis pada bagian parameter dimuat tanpa masalah dimensi (<i>overflow</i>)	Ketika dimuat diagram tidak akan mengalami <i>error overflow</i> , baik ketika tidak atau sedang dimuat dengan data.	Ketika dimuat diagram tidak mengalami <i>error overflow</i> , baik ketika tidak atau sedang dimuat dengan data.	<1s
18.	<i>Viewmodel parameter_viewmodels</i> menyiapkan data bacaan sensor dan parameter kimia air untuk ditampilkan pada diagram – diagram parameter	<i>Viewmodel parameter_viewmodels</i> mampu menyiapkan data bacaan sensor dan parameter kimia melalui fungsi <i>fetch</i> dan <i>getter</i> data	<i>Viewmodel parameter_viewmodels</i> dapat menyiapkan data bacaan sensor dan parameter kimia melalui fungsi <i>fetch</i> dan <i>getter</i> data	<2s

		<i>response</i> melalui halaman sekunder <i>splashscreen_load</i> .	<i>response</i> melalui halaman sekunder <i>splashscreen_load</i> ketika autentikasi sukses dilakukan.	
19.	Form masukan hasil pengujian kadar ion pada air.	Form dimuat tanpa <i>error overflow</i>	Form berhasil dimuat tanpa <i>error overflow</i>	<1s
20.	Form masukan hasil pengujian kadar ion pada air menolak masukan yang tidak valid	Validasi form dilakukan dengan mengatur batas format, jumlah, besaran dari nilai yang dapat dimasukan	Form melakukan validasi sesuai ketentuan <i>form validators</i>	<1s
21.	<i>Datepicker</i> dari <i>form</i> masukan hasil pengujian kadar ion dimuat dengan baik dan memberikan data yang sesuai ketika ikon <i>datepicker</i> ditekan	Sebuah <i>pop up card</i> akan muncul memberikan pengguna pilihan data keterangan waktu	<i>Pop up datepicker</i> berfungsi dengan semestinya dan memberikan data balik yang sesuai	<1s
22.	Ketika data <i>form</i> valid, tombol upload akan mengirimkan data ke <i>server firebase firestore</i> , dan memberikan <i>pop up</i> peringatan	Tombol upload akan mengirimkan data <i>form</i> menuju <i>server firebase firestore</i> ketika valid dan memperingati pengguna dengan	Tombol upload dapat mengirimkan data dengan baik jika data pada form valid dan koneksi internet baik, namun akan memperingati	<1s

	ketika data masukan invalid atau kosong.	<i>pop up alert dialog</i> ketika data masukan tidak valid	pengguna melalui <i>pop up alert dialog</i> ketika ada masalah pada proses pengiriman data, masalah koneksi, atau ketika data invalid.	
23.	<i>Widget body light utility</i> dapat dimuat dengan baik ketika ikon navigasi “lampu” di tekan	Halaman <i>home</i> akan melakukan <i>rebuilding</i> pada <i>body</i> ketika ikon navigasi “lampu” ditekan	<i>Body</i> dari halaman <i>home</i> di <i>rebuild</i> ketika ikon navigasi “lampu” ditekan dan menampilkan <i>body widget</i> halaman utilitas lampu fotosintesis	<1s
24.	Mengubah tingkat <i>opacity</i> dari masing masing warna pada diagram memanipulasi nilai <i>slider</i> dari masing masing warna	Tingkat <i>opacity</i> pada masing masing warna di diagram komposisi warna akan berubah ketika <i>slider</i> masing masing warna dimanipulasi nilainya	Ketika <i>slider</i> warna di gunakan dengan cara menggeser untuk mengubah nilai warna akan terlihat pada tingkat <i>opacity</i> warna tersebut pada diagram komposisi	<1s
25.	Pengguna dapat mengubah profil penjadwalan lampu pada <i>form</i> masukan penjadwalan dan	Level konsentrasi (<i>opacity</i>) dari masing masing warna dapat dimanipulasi dengan	Data profil pencahayaan seperti level konsentrasi (<i>opacity</i>) warna dan penjadwalan dapat	<1s

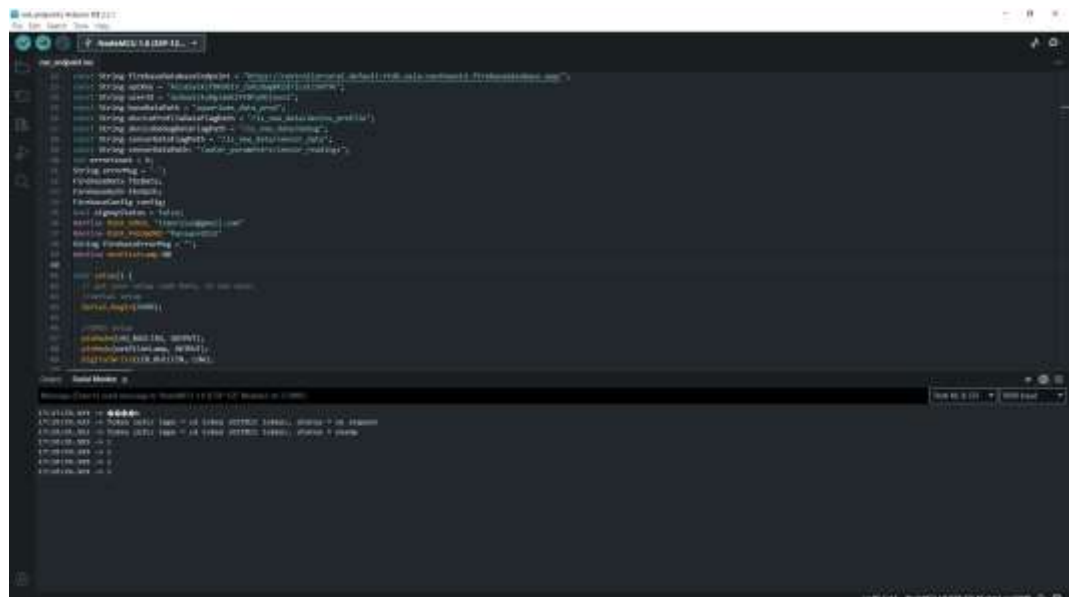
	komposisi warna pada <i>slider</i> warna	slider komposisi warna, dan penjadwalan fotosintesis dapat dilakukan dengan menentukan waktu picu dalam format pukul dan tingkat kekuatan pada jadwal tersebut	dimanipulasi dengan baik menggunakan <i>slider</i> warna dan <i>form</i> penjadwalan	
26.	Melalui tombol <i>save settings</i> pada halaman utilitas lampu pengguna dapat menyimpan profil saat ini ke dalam server database	Ketika pengguna menekan tombol <i>save settings</i> akan mengirimkan data profil konsentrasi warna dan penjadwalan lampu fotosintesis ke <i>server database firebase realtime database</i> melalui <i>viewmodel light utility viewmodel</i> .	Tombol menjalankan fungsinya dengan baik, menyimpan data profil saat ini melalui <i>light utility viewmodel</i> ke <i>server database firebase realtime database</i>	<1s
27.	Pengguna dapat berpindah ke halaman utilitas suplementasi dengan menekan ikon “dosing” pada <i>navigation footbar</i>	<i>Widget body dosing utility page</i> dimuat tanpa <i>error overflow</i> dan diagram garis <i>dosing history</i> menampilkan data riwayat	Ketika pengguna menekan ikon halaman suplementasi halaman <i>home</i> mampu melakukan <i>rebuild widget body</i>	<1s

		suplementasi ketika <i>widget body dosing utility page</i> dimuat	dengan menampilkan <i>widget body dosing utility page</i> dan menyajikan data riwayat suplementasi ketika halaman dimuat	
28.	Pengguna melakukan pembaruan profil suplementasi	Form profil suplementasi akan melakukan validasi data dan mengirimkan data melalui <i>viewmodel dosing utility viewmodel</i> ketika tombol <i>save setting</i> ditekan	Form profil dapat melakukan validasi data dengan cara membatasi <i>range</i> data yang bisa dimasukan, dan tombol <i>save setting</i> dapat menyimpan data dengan baik	<1s
29.	Pengguna mengaktifkan dan menonaktifkan mode <i>debug</i> dengan <i>switch debug mode</i>	Switch akan berubah status nya ketika di klik dan mengaktifkan tanda ketika debug mode sedang aktif dengan mengganti warna <i>background slider</i> dan lingkaran indikator menjadi warna kuning ketika aktif	Switch mampu melakukan perubahan status dengan baik dan indikator mode <i>debug</i> berubah sesuai status yang sedang berlaku	<1s

30.	Pengguna melakukan <i>logout</i> dengan tombol <i>logout</i> pada halaman debug	Ketika ditekan, tombol <i>logout</i> melakukan proses autentikasi <i>logout</i>	Ketika tombol ditekan aplikasi akan melakukan proses autentikasi <i>logout</i> dan mengubah data pada <i>flutter secure storage</i> dengan menghapus catatan <i>uid user</i> yang menandakan tidak ada pengguna aktif pada saat ini dan mengalihkan aplikasi ke halaman autentikasi	<2s
-----	---	---	---	-----

2. Pengujian konektivitas *network endpoint controller slave*

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan *network endpoint slave controller* ESP8266 Node MCU dengan jaringan wifi dan server firebase.

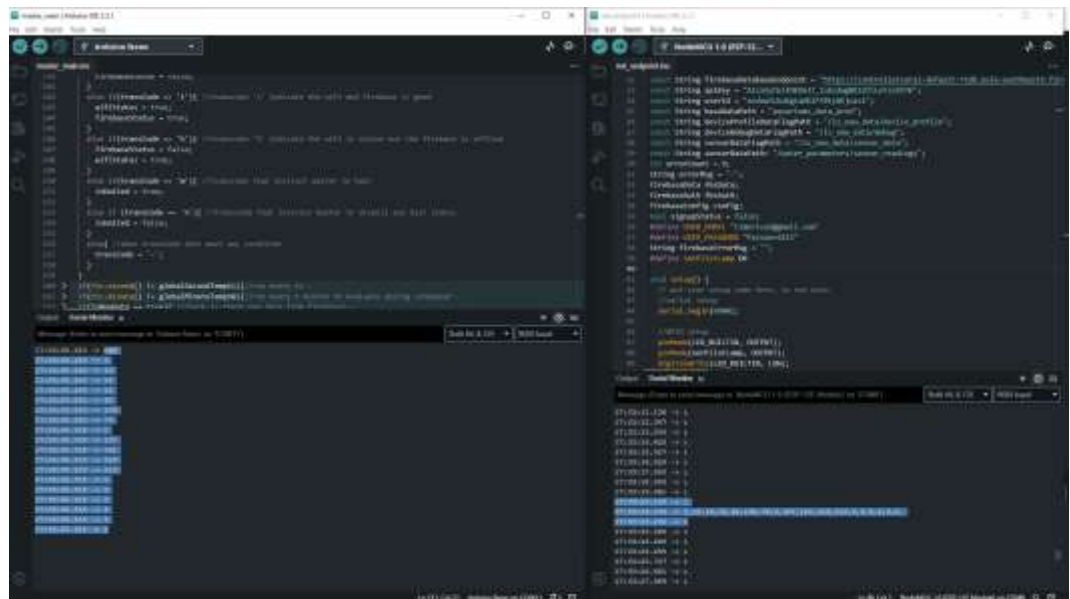


Gambar 4.35 Pengujian konektivitas NodeMCU dengan jaringan *wifi* dan *server firebase*.

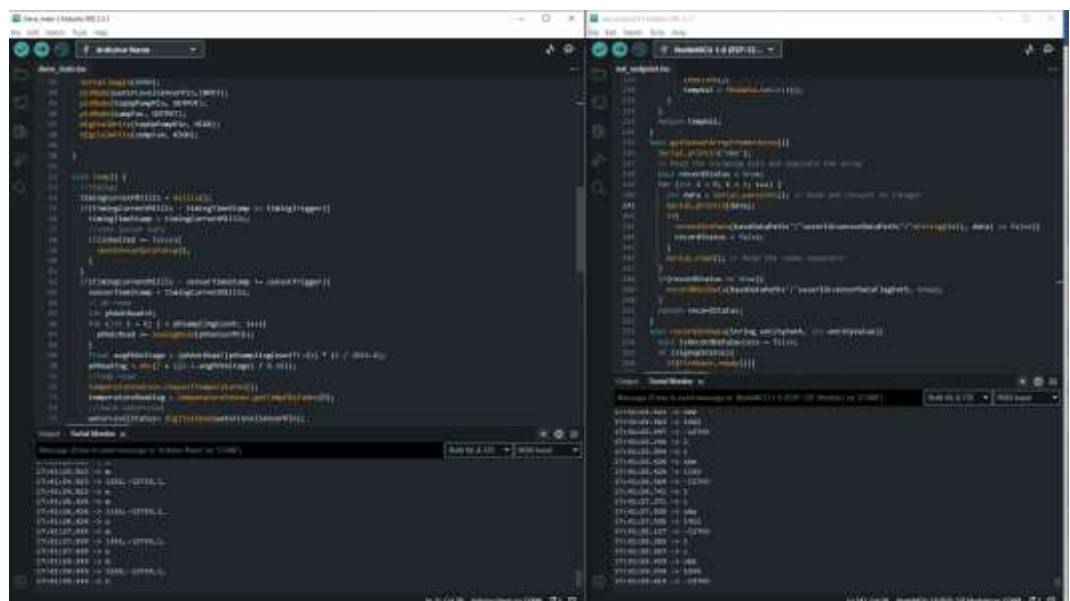
Tabel 3.11 Pengujian konektivitas NodeMCU ESP8266 dengan jaringan dan *server*

No	Skenario	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Waktu Respon
1.	Node MCU menyambung dengan jaringan wifi yang sudah ditentukan	Node MCU terhubung dengan internet melalui jaringan wifi	Node MCU dapat terhubung dengan internet melalui jaringan wifi jika jaringan tersedia jika SSID dan password yang diberikan benar	<1s
2.	Node MCU dapat terhubung dengan <i>server firebase</i>	Ketika terhubung dengan jaringan internet Node MCU akan membuat hubungan dengan <i>server firebase</i> dengan melakukan proses autentikasi dengan menggunakan email dan password.	Node MCU dapat melakukan autentikasi dengan menggunakan email dan password pada <i>server firebase authentication</i> dan membuat objek <i>firebase RTDB</i>	<1s

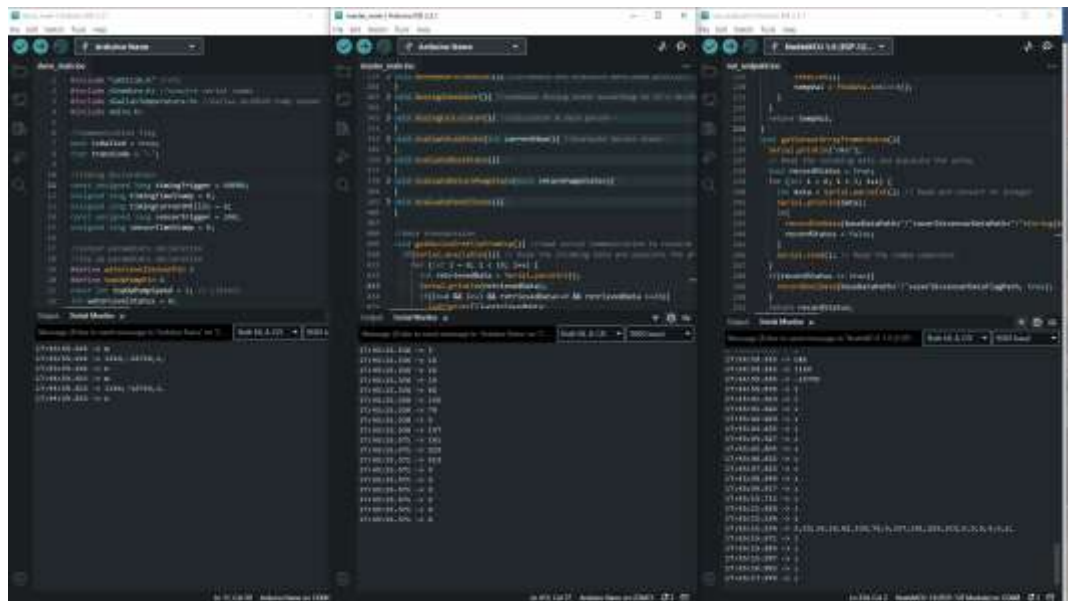
3. Pengujian komunikasi serial mikrokontroler



Gambar 4.36 Pengujian komunikasi antara *network endpoint* NodeMCU dengan *controller master* Arduino nano v3 melalui protokol komunikasi serial.



Gambar 4.37 Pengujian komunikasi antara *network endpoint* NodeMCU dengan *sensor side controller slave* Arduino nano v3 melalui protokol komunikasi serial.



Gambar 4.38 Pengujian komunikasi sekuensial antara *network endpoint* NodeMCU, *controller master* Arduino nano v3 dan *sensor side controller* Arduino nano v3 melalui protokol komunikasi serial.

Tabel 3.12 Pengujian komunikasi serial

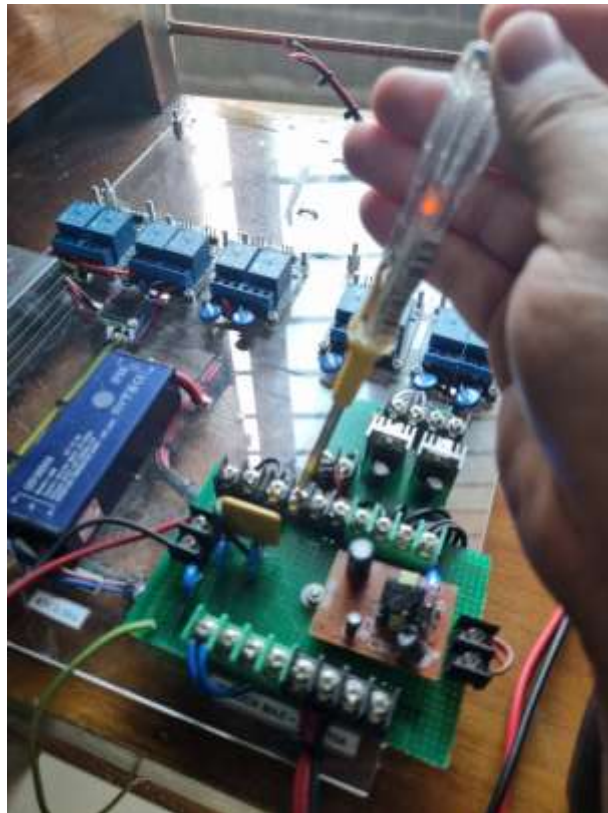
No	Skenario	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Waktu Respon
1.	Node MCU melakukan <i>broadcast status internet</i> dengan <i>controller master</i> Arduino nano v3 dan <i>controller slave sensor side</i> Arduino nano v3 melalui protokol komunikasi <i>serial</i>	Ketika Node MCU terhubung dengan internet melalui jaringan wifi dan sudah melakukan autentikasi dengan <i>server firebase</i> akan melakukan broadcast pada jalur komunikasi TX dengan data sebuah char 'i'	Node MCU dapat terhubung dengan internet melalui jaringan wifi jika jaringan tersedia jika SSID dan password yang diberikan benar dan melakukan <i>broadcast</i> pada jalur <i>serial</i> TX dengan data sebuah char 'i'	<1s

		yang mengindikasikan koneksi internet dan server aman		
2.	<i>Controller slave sensor side Arduino nano v3</i> mengirimkan data bacaan sensor setiap 1 menit	<i>Controller slave sensor side Arduino nano v3</i> dapat mengirimkan data bacaan sensor melalui komunikasi <i>serial</i> setiap 1 menit	Setiap 1 menit <i>controller slave sensor side arduino nano v3</i> mengirimkan sinyal kepada <i>controller slave network endpoint</i> node mcu bahwa arduino ingin mengirimkan data bacaan sensor dengan kode sinyal 'm' lalu mengirimkan deretan data bacaan sensor	<1s
3.	<i>Controller slave network endpoint</i> node mcu mengirimkan data <i>device profile</i> ketika <i>ping firebase is_new_data/device_data</i> mengembalikan data <i>true</i>	<i>controller slave network endpoint</i> node mcu akan mengirimkan sinyal kepada <i>controller master arduino nano v3</i> ketika <i>ping firebase</i>	Ketika <i>ping firebase</i> mengembalikan data <i>true controller slave</i> node mcu mengirimkan data sinyal 'j' kepada <i>controller</i>	<2s

		mengembalikan data <i>true</i>	<i>master arduino nano v3</i> untuk bersiap menerima deret data <i>device profile</i> yang akan di transmisikan melalui jalur komunikasi <i>serial TX</i>	
--	--	--------------------------------	---	--

4. Pengujian sistem penyedia daya

Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat uji tegangan *avometer* dan *testpen* untuk menguji besaran tegangan dan orientasi jalur daya pada bagian bagian penyedia daya dan tegangan masukan dari tegangan 1 fasa 220v – 250v PLN.

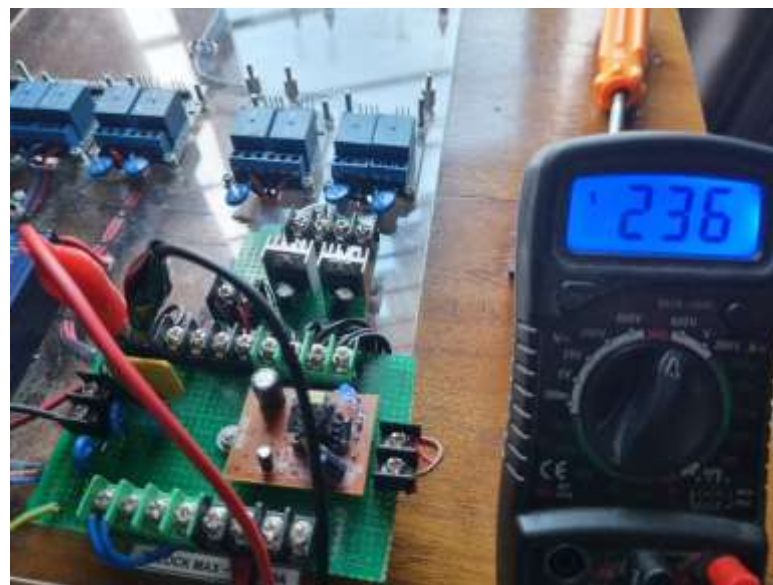


Gambar 4.39 Pengujian orientasi jalur daya

Terminal atas (hitam – hijau) digunakan sebagai jalur fasa 230v dan terminal bawah (hijau – hitam) digunakan sebagai jalur netral.



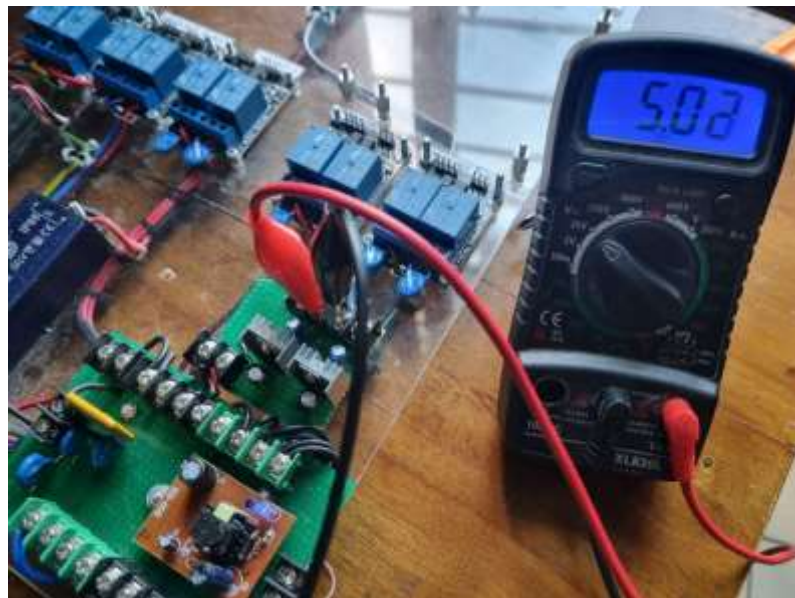
Gambar 4.40 Pengujian tegangan terminal jalur daya



Gambar 4.41 Pengujian tegangan terminal daya *voltmeter*



Gambar 4.42 Pengujian terminal keluaran *voltage regulator* 12v



Gambar 4.43 Pengujian terminal keluaran *voltage regulator* 5v

Tabel 3.13 *Pengujian papan penyalur daya*

No	Skenario	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Waktu Respon
4.	Terminal hitam hijau digunakan untuk mengambil daya 1 fasa 220v	Arus dapat mengalir melalui terminal	Arus mengalir dengan baik melalui terminal	<1s

5.	Terminal hijau hitam digunakan sebagai jalur netral	Arus dapat mengalir melalui terminal netral	Arus mengalir dengan baik melalui terminal	<1s
6.	Mengambil daya dengan tegangan bolak balik 220v – 250v melalui terminal penyalur daya fasa	Terminal fasa papan daya mampu menyediakan daya berupa arus bolak balik dengan tegangan 230v	Terminal fasa papan daya menyediakan daya dengan tegangan 235v	<1s
7.	Mengambil daya dengan arus searah bertegangan 12v	Modul <i>voltage regulator</i> pada papan daya mampu mengubah daya masukan 220v – 250v menjadi arus searah bertegangan $12v \pm 5\%$	Modul <i>voltage regulator</i> memberikan arus searah dengan tegangan sebesar 12.02v	<1s
8.	Mengambil daya dengan arus searah bertegangan 5v	Modul <i>voltage regulator</i> LM7805CV pada papan daya harus mampu memberikan arus searah dengan tegangan $5v \pm 5\%$	Modul <i>voltage regulator</i> LM7805CV memberikan arus searah tegangan sebesar 5.05v	<1s

5. pengujian perangkat sensor

Pengujian perangkat sensor dilakukan dengan menguji masing masing sensor dengan media uji yang sudah diketahui besaran ujinya.

```
87 Serial.println("avg adc read"+String(phAdcRead/ph  
88 Serial.println("avg volt: "+String(avgPhVoltage))  
89 }
```

Output Serial Monitor ✕

Message (Enter to send message to 'Arduino Nano' on 'COM6')

```
22:21:02.231 -> avg volt: 2.13  
22:21:03.202 -> ph :9.47  
22:21:03.202 -> temperature :28.56  
22:21:03.202 -> water level :0  
22:21:03.250 -> avg adc read436  
22:21:03.250 -> avg volt: 2.13  
22:21:04.219 -> ph :9.44  
22:21:04.219 -> temperature :28.56  
22:21:04.219 -> water level :0  
22:21:04.251 -> avg adc read437  
22:21:04.251 -> avg volt: 2.13  
22:21:05.234 -> ph :9.47  
22:21:05.234 -> temperature :28.56  
22:21:05.234 -> water level :0  
22:21:05.280 -> avg adc read436  
22:21:05.280 -> avg volt: 2.13
```

Gambar 4.44 Pengujian sensor suhu dan sensor ph dengan menggunakan larutan kalibrasi 9.18 pada suhu 28°C

```

84 Serial.println( ph : "+String(phReading));
85 Serial.println("temperature :"+String(temperat
86 Serial.println("water level :"+String(waterLeve
87 Serial.println("avg adc read"+String(phAdcRead/
88 Serial.println("avg volt: "+String(avgPhVoltage
89 }

```

Output Serial Monitor X

message (Enter to send message to 'Arduino Nano' on 'COM6')

```

:24:00.316 -> water level :0
:24:00.352 -> avg adc read519
:24:00.352 -> avg volt: 2.53
:24:01.328 -> ph :6.84
:24:01.328 -> temperature :28.56
:24:01.328 -> water level :0
:24:01.368 -> avg adc read517
:24:01.368 -> avg volt: 2.52
:24:02.331 -> ph :6.80
:24:02.331 -> temperature :28.56
:24:02.331 -> water level :0
:24:02.376 -> avg adc read518
:24:02.376 -> avg volt: 2.53
:24:03.333 -> ph :6.93
:24:03.333 -> temperature :28.56
:24:03.333 -> wa

```

Gambar 4.45 Pengujian sensor suhu dan sensor ph dengan menggunakan larutan kalibrasi 6.68 pada suhu 28°C

Tabel 3.14 Pengujian sensor

No	Skenario	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Waktu Respon
1.	Sensor ph dapat membaca besaran ph dalam air media	Sensor mampu membaca nilai ph larutan uji sesuai dengan nilai ph larutan uji tersebut dengan deviasi maksimal sebesar 5%	Sensor ph memberikan bacaan 9.44 – 9.47 pada larutan uji 9.18	<10s

2.	Sensor suhu dapat membaca besaran suhu dalam air media	Sensor mampu membaca besaran suhu pada larutan uji dengan suhu 28°C dengan deviasi maksimal 5%	Sensor suhu memberikan bacaan 28.56°C pada larutan uji	<1s
3.	Sensor ketinggian air membaca ketinggian air pada ruang pompa	Sensor mampu memberikan sinyal (<i>HIGH</i>) ketika air pada ruang pompa menyusut dan memberikan sinyal (<i>LOW</i>) ketika ketinggian air mencapai batas normal	Sensor memberikan sinyal (<i>HIGH</i>) ketika ketinggian air pada ruang pompa menyusut dan memberikan sinyal (<i>LOW</i>) ketika air kembali pada tingkat normal	<1s

6. pengujian kendali lampu fotosintetis

Pengujian dilakukan dengan memberikan tegangan kerja pada setiap *channel* rangkaian lampu fotosintesis dan memastikan kipas pendingin bekerja dengan semestinya.



Gambar 4.46 Pengujian rangkaian lampu



Gambar 4.47 Pengujian kipas pendingin rangkaian lampu

Tabel 3.15 Pengujian rangkaian lampu

No	Skenario	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Waktu Respon
1.	Rangkaian lampu <i>channel</i> biru akan menyala ketika diberi tegangan kerja	Setiap <i>emmitter</i> pada rangkaian lampu biru akan menyala ketika diberikan tegangan kerja	Setiap <i>emmitter</i> pada rangkaian lampu biru menyala ketika diberikan tegangan kerja	<1s
2.	Rangkaian lampu <i>channel</i> putih akan menyala ketika diberi tegangan kerja	Setiap <i>emmitter</i> pada rangkaian lampu putih akan menyala ketika diberikan tegangan kerja	Setiap <i>emmitter</i> pada rangkaian lampu putih menyala ketika diberikan tegangan kerja	<1s
3.	Rangkaian lampu <i>channel</i> merah akan menyala ketika diberi tegangan kerja	Setiap <i>emmitter</i> pada rangkaian lampu merah akan menyala ketika diberikan tegangan kerja	Setiap <i>emmitter</i> pada rangkaian lampu merah menyala ketika diberikan tegangan kerja	<1s

4.	Rangkaian lampu <i>channel</i> hijau akan menyala ketika diberi tegangan kerja	Setiap <i>emmitter</i> pada rangkaian lampu hijau akan menyala ketika diberikan tegangan kerja	Setiap <i>emmitter</i> pada rangkaian lampu hijau menyala ketika diberikan tegangan kerja	<1s
5.	Rangkaian lampu yang menyala akan didinginkan oleh kipas pendingin	Ketika rangkaian lampu diberi tegangan kerja maka kipas pendingin akan menyala	Kipas pendingin menyala ketika rangkaian lampu diberi tegangan kerja	<1s
6.	Penjadwalan fotosintesis di atur oleh program di mikrokontroler <i>controller master arduino nano v3</i>	Program mampu untuk menjadwalkan aktivasi mosfet pada masing masing <i>channel</i> lampu fotosintesis.	Penjadwalan lampu fotosintesis dilakukan sesuai dengan penjadwalan yang diatur	<1s

7. Pengujian pompa suplementasi

Pengujian dilakukan dengan melihat durasi aktif dalam satuan milisekon dari setiap *channel* pompa dengan *offset* sebagai jeda antar *channel*, durasi aktif dT ditentukan menggunakan formula:

Dengan:

dT = durasi aktif (s)

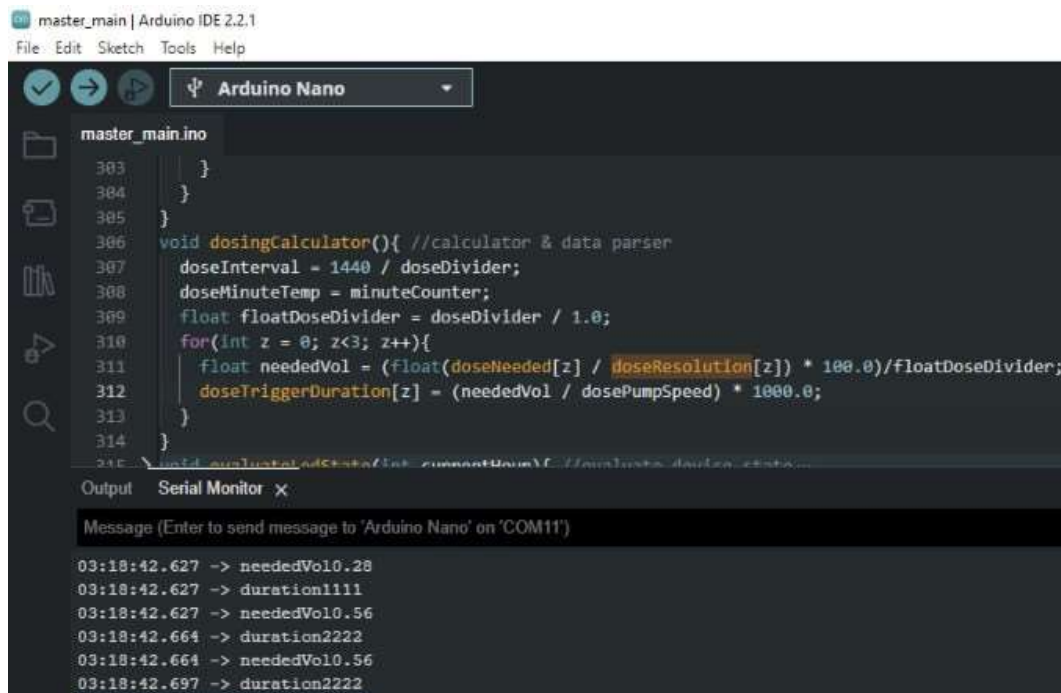
a = dosis (*konsentrasi larutan*)

b = konsentrasi larutan suplemen (*konsentrasi/volume*)

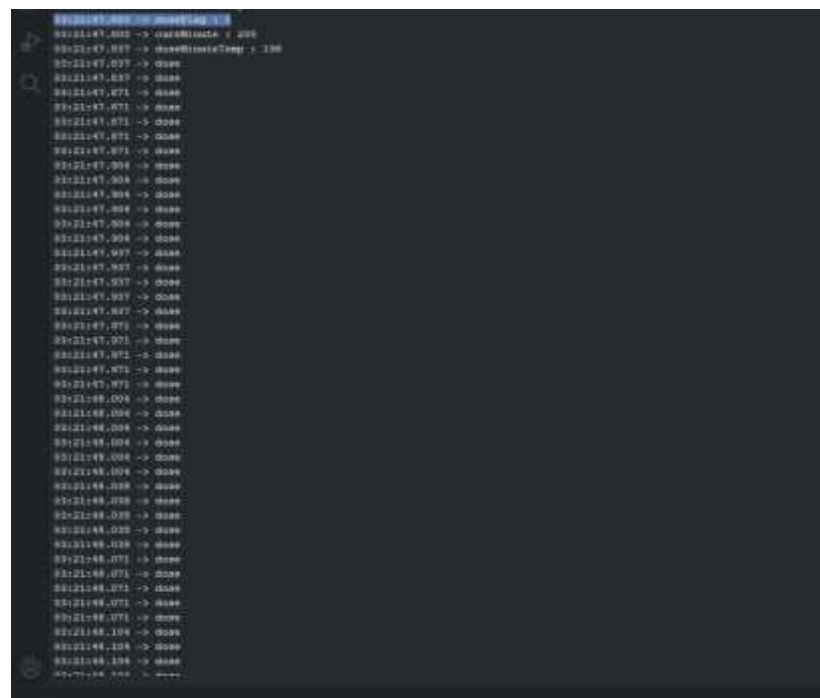
c = pembagi

Q = kecepatan pompa (ml/s)

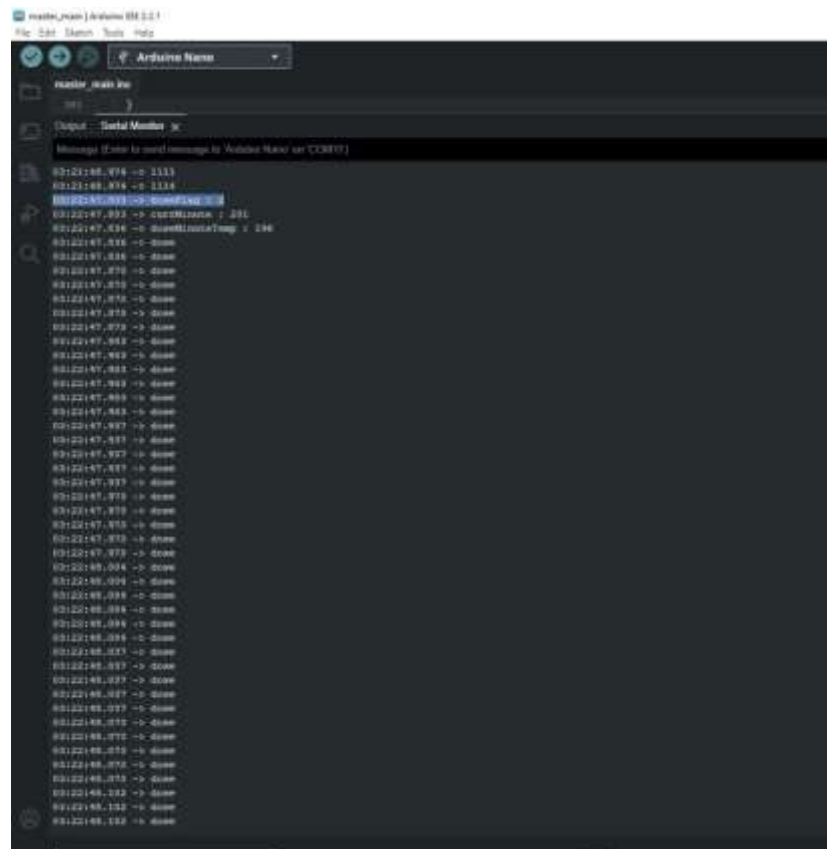
$$dT = \frac{\left(\frac{a}{b}\right) \times \left(\frac{100}{c}\right)}{Q} \times 1000$$



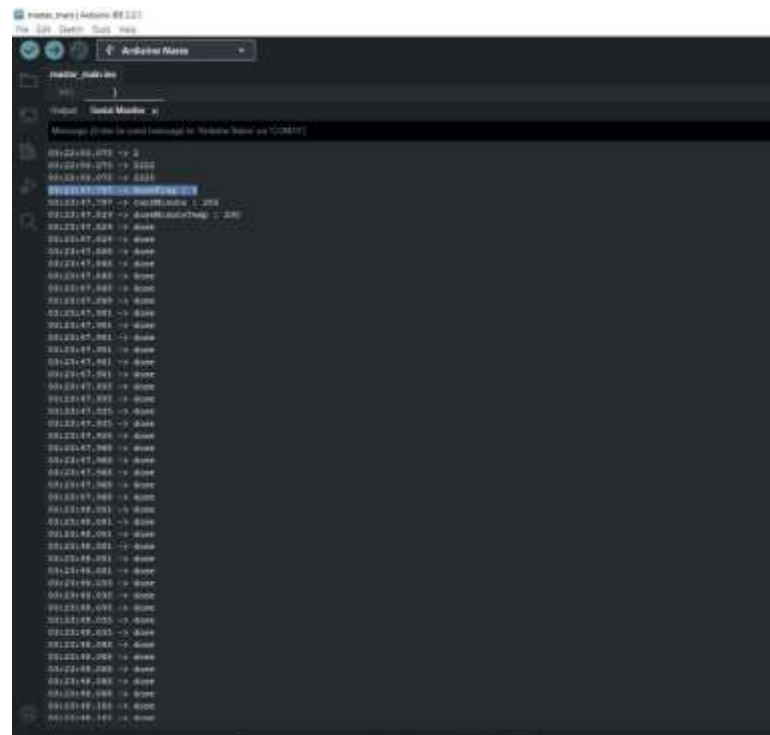
Gambar 4.48 Pengujian kalkulasi durasi



Gambar 4.49 Pengujian durasi pompa *channel 1 (alkalinity)*



Gambar 4.50 Pengujian durasi pompa *channel 2* (*calcium*)



Gambar 4.51 Pengujian durasi pompa *channel 3 (magnesium)***Tabel 3.16** Pengujian *dosing pump*

No	Skenario	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Waktu Respon
1.	Program menentukan durasi aktif setiap <i>channel</i> pompa suplementasi	Program menghitung durasi aktif pompa dalam satuan mili sekon dengan acuan kecepatan pompa, konsentrasi suplemen, dan kadar suplemen yang dibutuhkan per dosis	<p>Program menghitung durasi aktif pompa dengan acuan kecepatan pompa (0.25ml/s), konsentrasi suplemen (alk : 1 Dkh/100ml, cal : 10ppm / 100ml, mag : 100ppm / 10ml), dosis yang dibutuhkan (1Dkh, 10ppm, 10ppm). Durasi setiap <i>channel</i> pompa didapatkan dengan formula $dT = \frac{(\frac{a}{b}) \times (\frac{100}{c})}{Q} \times 1000$ adalah:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pompa 1 :1111ms - Pompa 2 :2222ms - Pompa 3 :2222ms 	<1s

2.	Pompa 1 menyala dengan durasi yang telah ditentukan	Setelah program menghitung durasi aktif uji pompa 1, program akan mengaktifkan pompa tersebut dengan menggunakan fungsi <i>digitalWrite</i> selama 1111ms	Program mengaktifkan pompa 1 dengan total durasi aktif 1137ms	<1s
3.	Pompa 2 menyala dengan durasi yang telah ditentukan	Setelah program menghitung durasi aktif uji pompa 2, program akan mengaktifkan pompa tersebut dengan menggunakan fungsi <i>digitalWrite</i> selama 2222ms	Program mengaktifkan pompa 2 dengan total durasi aktif 2239ms	<1s
4.	Pompa 3 menyala dengan durasi yang telah ditentukan	Setelah program menghitung durasi aktif uji pompa 3, program akan mengaktifkan pompa tersebut dengan menggunakan	Program mengaktifkan pompa 3 dengan total durasi aktif 2254ms	<1s

		fungsi <i>digitalWrite</i> selama 2222ms		
5.	Aktivasi setiap pompa dijeda sesuai dengan jeda waktu yang ditentukan	Program akan memberikan jeda 1 menit pada setiap aktivasi pompa	Pada pencatatan program pompa 2 dijeda 1 menit dari aktivasi pompa 1, dan pompa 3 dijeda 1 menit dari aktivasi pompa 2	<1 menit

8. Pengujian penjadwalan pompa arus

Pengujian dilakukan dengan melihat jadwal dan durasi aktivasi pompa arus.



Gambar 4.52 Pengujian aktivasi *relay* pompa arus



Gambar 4.53 Pengujian aktivasi pompa arus dalam kondisi aktif

Tabel 3.17 Pengujian pompa arus

No	Skenario	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Waktu Respon
1.	Program menentukan durasi aktif setiap pompa arus dan penjadwalan aktivasi pompa arus	Dalam keadaan <i>device mode 1</i> , dan <i>wave mode 2</i> atau <i>synchronous wave</i> setiap pompa akan bergantian menyala dengan durasi yang sama rata, pada <i>wave mode 3</i> atau <i>asynchronounous wave</i> pompa akan dibuat bertumpuk	Pada mode <i>syncrhonous wave</i> program mengaktifkan kedua pompa bergantian dengan durasi yang sama rata, dan pada mode <i>asynchronous wave</i> pompa akan mengaktifkan salah satu pompa lebih lama durasinya sesuai dengan <i>offset</i>	6s – 8s

		jadwal dan durasi aktivasi nya.	yang telah ditentukan sehingga sebelum pompa tersebut dinonaktifkan pompa lainya akan menyala terlebih dahulu	
--	--	---------------------------------	---	--

9. Pengujian aktivasi pompa *top up*

Pengujian dilakukan dengan melihat respon *relay top up pump* pada perubahan keadaan sensor ketinggian.



Gambar 4.54 Pengujian aktivasi *relay top up pump***Tabel 3.18** Pengujian pompa arus

No	Skenario	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Waktu Respon
1.	Relay pompa akan aktif sesuai dengan kondisi sensor ketinggian	Program akan mengaktifkan <i>relay top up pump</i> ketika sensor ketinggian air aktif dan akan menonaktifkan <i>relay</i> ketika sensor tidak memberikan sinyal aktif	Relay aktif ketika program mendapatkan sinyal aktif dari sensor dan relay dinonaktifkan ketika sensor tidak lagi mengirim sinyal	<1s

10. Pengujian debit air pompa balik

Pengujian dilakukan dengan mencari waktu yang diperlukan pompa untuk mengisi bidang air antara batas luap dan batas rendah dari sistem *overflow* akuarium lalu mencari besaran debit air dengan menggunakan rumus *volumetric flow rate* $Q = \frac{V}{t}$ dengan Q adalah besaran debit, V adalah besaran volume bidang air, dan t adalah besaran waktu yang diperlukan pompa untuk mengisi bidang air tersebut.

Tabel 3.19 Pengujian debit air pompa balik

No	Skenario	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Waktu Respon
1.	Pompa melakukan sirkulasi ulang menerus antara bidang air akuarium budidaya	Pompa mengalirkan air dengan debit minimal 2000LPH dan maksimal 4000LPH	Hasil pengujian menunjukkan kecepatan pompa dalam mengisi bidang air batas atas dan batas bawah sistem <i>overflow</i> dengan ketinggian pipa ± 92 cm adalah:	± 34.74 s

dengan bidang air sistem filtrasi		$V =$ $128.4\text{cm} \times 44.4\text{cm} \times 3.5\text{cm}$ $V = 19,953.36\text{cm}^3$ $t = 34.74\text{ s}$ $Q = \frac{V}{t}$ $Q = \frac{19.95336\text{ L}}{34.74\text{ s}}$ $Q = 0.5743626943\text{ L/s}$ Atau $Q = 2,067.70569948\text{ L/h}$	
---	--	---	--

11. pengujian kadar salinitas air media

Pengujian dilakukan dengan mengambil sampel air media dan menggunakan alat *refractometer* untuk mencari nilai salinitas dari sampel air.



Gambar 4.55 Persiapan alat uji dan sampel air.



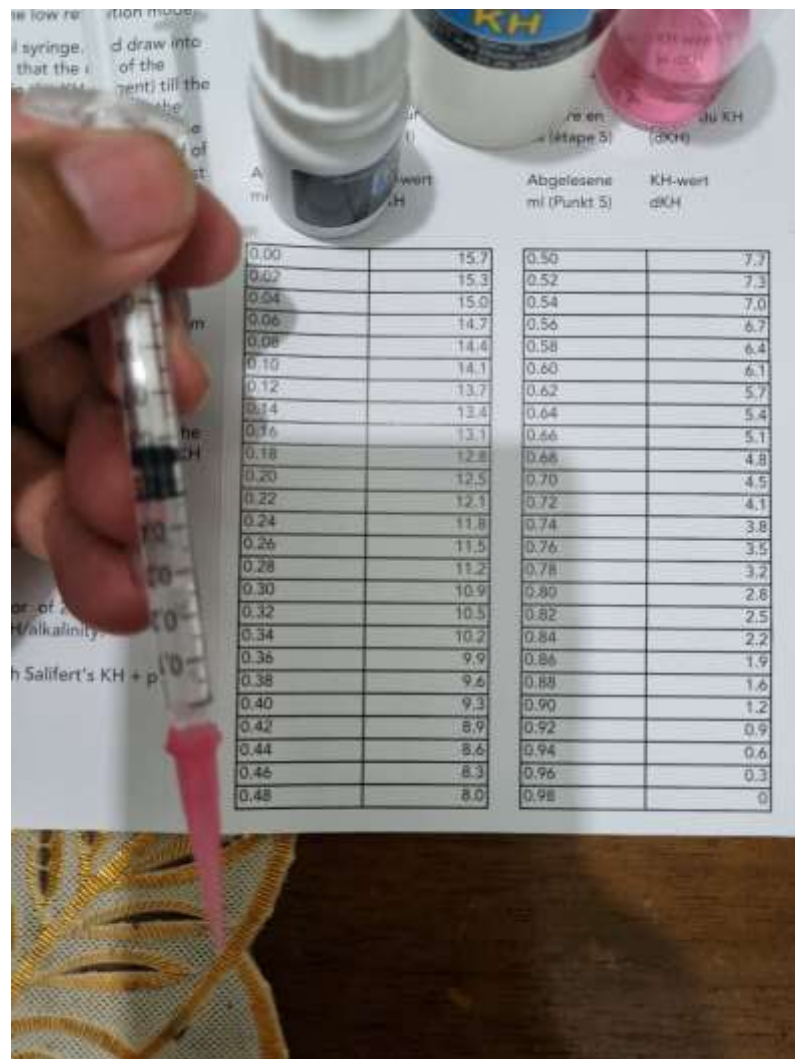
Gambar 4.56 Pengujian tingkat salinitas air media.

Tabel 3.20 Pengujian tingkat salinitas air media

No	Skenario	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Waktu Respon
1.	Menguji kadar salinitas air dengan menggunakan alat uji <i>refractometer</i>	Air media memiliki besaran salinitas pada rentang 1.025 – 1.026	Air media memiliki besaran salinitas sebesar 1.026	<1s

12. Pengujian kadar elemen pembangun air media

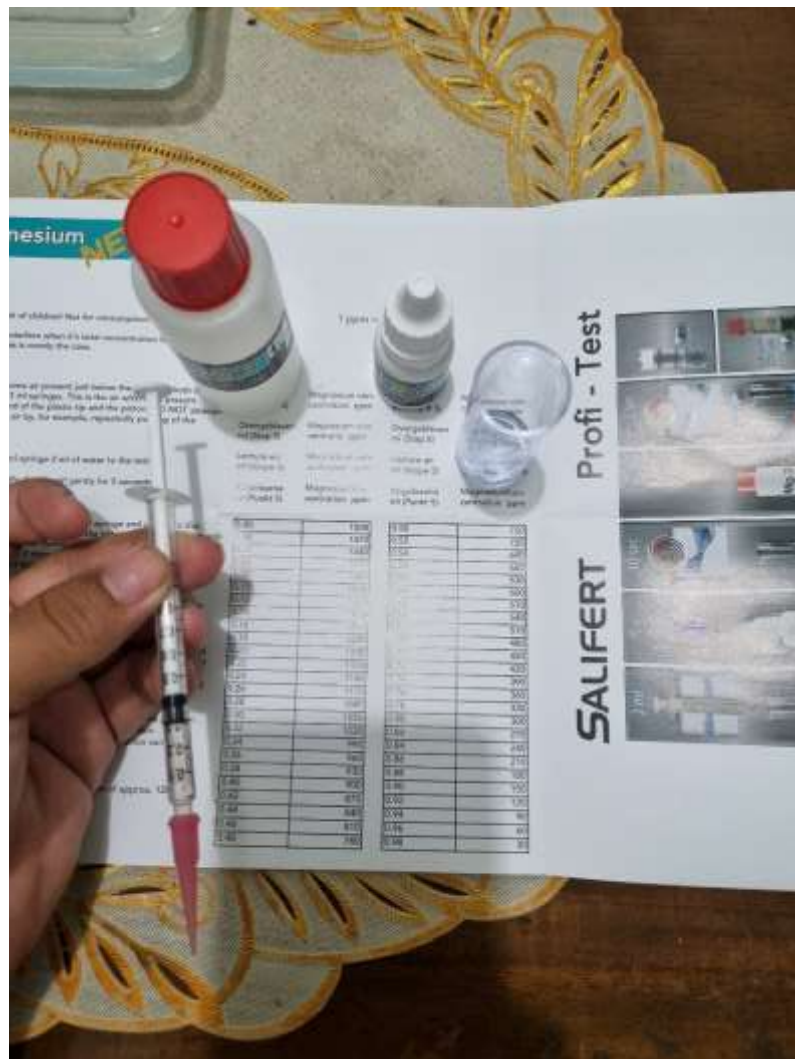
Pengujian dilakukan melalui metode uji titrasi dengan menggunakan produk *test kit* salifert.



Gambar 4.57 Pengujian tingkat alkalinitas air media



Gambar 4.58 Pengujian tingkat kalsium air media



Gambar 4.59 Pengujian tingkat magnesium air media

Tabel 3.21 Pengujian tingkat elemen pembangun air media

No	Skenario	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Waktu Respon
1.	Menguji kadar alkalinitas air dengan menggunakan alat uji titrasi	Air media memiliki besaran alkalinitas pada rentang 7.8DKh – 8.5DKh	Bacaan besaran alkalinitas sebesar 8.3DKh	<1s

2.	Menguji kadar kalsium air dengan menggunakan alat uji titrasi	Air media memiliki besaran alkalinitas pada rentang 400ppm – 450ppm	Bacaan besaran kalsium sebesar 420ppm	<1s
3.	Menguji kadar magnesium air dengan menggunakan alat uji titrasi	Air media memiliki besaran magnesium mendekati batas natural 1300ppm	Bacaan besaran magnesium air media sebesar 1050ppm	<1s

4.1.3 Evaluasi Sistem

Pada tahap ini produk prototipe yang sudah diujikan akan dievaluasi hasil ujinya apakah menemui batas masalah penelitian.

a. Evaluasi prototipe

Tabel 3.21 Pengujian tingkat elemen pembangun air media

No	Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Deviasi
1.	Pengujian fungsionalitas aplikasi <i>android</i> .	Semua fungsi dari aplikasi <i>android</i> berjalan dengan baik sesuai rancangan	Aplikasi <i>android</i> berjalan dengan baik sesuai rancangan	0
2.	Pengujian konektivitas <i>network endpoint controller slave</i> NodeMCU ESP8266EX	Semua fungsi dalam program tertanam Node MCU berjalan baik sesuai rancangan	Program tertanam mampu menjalankan fungsi koneksi jaringan internet, fungsi koneksi dengan <i>server firebase</i> , dan komunikasi serial dengan baik	0

3.	Pengujian komunikasi serial mikrokontroler	Komunikasi serial dilakukan dengan menggunakan <i>transmission code</i> yang memberi instruksi kepada mikrokontroler tujuan, dan berbagi data melalui jalur komunikasi serial	2 mikrokontroler <i>android nano v3</i> mampu berkomunikasi satu sama lain dengan <i>controller slave network endpoint</i> Node MCU	0
4.	Pengujian sistem penyedia daya	Semua terminal papan daya harus memberikan tegangan dalam rentang rancangan $\pm 5\%$	Semua terminal pada papan daya memberikan tegangan daya yang sesuai dengan batas rentang rancangan	0.1% - 2.6%
5.	Pengujian perangkat sensor	Semua sensor harus memberikan bacaan dengan batas deviasi maksimal 5%	Semua sensor masuk ke dalam batas deviasi maksimal	2% - 3%
6.	Pengujian kendali lampu fotosintetis	Setiap rangkaian lampu harus menyala ketika diberi daya dalam tegangan kerja yang diatur oleh penjadwalan program	Setiap rangkaian lampu menyala sesuai dengan masukan daya dari penjadwalan program.	0
7.	Pengujian pompa suplementasi	Setiap <i>channel</i> pompa suplementasi	Program mampu menjadwalkan	1.4% - 2.4%

		diaktifkan sesuai penjadwalan program pada durasi yang telah ditentukan dengan deviasi maksimal 5%	aktivasi pompa dengan durasi di dalam batas deviasi	
8.	Pengujian pompa arus	Penjadwalan aktivasi pompa diatur oleh program sesuai dengan ketentuan pada fungsi <i>wavemakerScheduler</i>	Penjadwalan pompa berjalan sesuai dengan mode dan ketentuan aktivasi pada program	0
9.	Pengujian aktivasi pompa <i>top up</i>	Aktivasi pompa <i>top up</i> diatur oleh sinyal dari sensor <i>water level</i>	Relay pompa <i>top up</i> aktif ketika sensor <i>water level</i> memberikan sinyal dan akan dinonaktifkan ketika sensor tidak lagi memberikan sinyal	0
10.	Pengujian debit air pompa balik	Debit air pompa pada ketinggian ± 90 cm mencapai kecepatan dengan rentang 2000LPH – 4000LPH	Pompa memberikan arus air dengan kecepatan 2067LPH	0
11.	pengujian kadar salinitas air media	Air media harus mempunyai tingkatan salinitas	Bacaan salinitas adalah 1.026	0

		dalam rentang 1.025 – 1.026		
12.	Pengujian kadar elemen pembangun air media	Semua elemen pembangun dalam rentang yang mendekati batas normal air laut natural $\pm 5\%$	Alkalinitas dan kalsium mendekati besaran normal air laut natural, namun bacaan magnesium memiliki deviasi melebihi batas deviasi	$\pm 19\%$

Dengan mengkaji ulang 12 hasil pengujian produk prototipe sebanyak 11 pengujian memenuhi batasan masalah dan batas deviasi dengan catatan kadar magnesium air media perlu ditingkatkan dengan cara menambah dosis suplementasi magnesium pada air media

4.1.4 Implementasi Sistem

Setelah pengujian dan evaluasi produk prototipe dipastikan sesuai dengan ketentuan penelitian maka produk prototipe sudah siap untuk di implementasikan kedalam media budidaya terumbu karang dan melakukan kegiatan budidaya terumbu karang.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa rancang bangun kontroler media budidaya terumbu karang dengan *arduino nano v3* dan *flutter sdk* telah berhasil dilakukan. Hal ini dapat disimpulkan dari hasil pengujian instrumen pendukung kehidupan yang mampu memenuhi dan menjaga kondisi dan persyaratan dasar hidup bagi biota terumbu karang.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan penelitian yang sudah dibuat, peneliti dapat memberikan saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut :

1. Untuk penelitian selanjutnya untuk menambahkan instrumen *auto tester* pada elemen krusial seperti *alkalinity levels* yang sangat memegang peranan penting dalam kestabilan sistem budidaya terumbu karang.
2. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya menambah instrumen *auto doser* untuk tidak hanya memenuhi suplementasi dasar, namun juga memenuhi suplementasi *trace element* dan *amino acids*.
3. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya untuk menambahkan instrumen kontrol suhu air media yang lebih stabil dengan mengintegrasikan sistem *chiller* dan *heater*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Salim, "Pengelolaan ekosistem terumbu karang akibat pemutihan (bleaching) dan rusak," *J. Kelaut.*, vol. 5, no. 2, pp. 142–155, 2012.
- [2] M. Kasmi, A. Asriany, A. R. Makkulawu, and A. F. Usman, "Peningkatan Pengelolaan Budidaya Karang Hias Lestari Berbasis Masyarakat," *J. Balireso J. Pengabd. pada Masy.*, vol. 5, no. 2, pp. 109–123, 2020.
- [3] Z. Zulfikar and D. Soedharma, "Teknologi Fragmentasi Buatan Karang (*Caulastrea furcata* dan *Cynarina lacrimalis*) dalam Upaya Percepatan Pertumbuhan pada Kondisi Terkontrol," *J. Natur Indones.*, vol. 10, no. 2, p. 76, 2012, doi: 10.31258/jnat.10.2.76-82, 2008.
- [4] A. R. Rubianto, "Fasilitas Penelitian Dan Budidaya Terumbu Karang Di Tanjung, Lombok Utara," *eDimensi Arsit. Petra*, vol. VII, no. 1, pp. 857–864, 2019, [Online]. Available: <http://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-arsitektur/article/view/9350%0Ahttp://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-arsitektur/article/download/9350/8429>.
- [5] F. Setiawan *et al.*, "Dampak Pemutihan Karang Tahun 2016 Terhadap Ekosistem Terumbu Karang: Studi Kasus Di TWP Gili Matra (Gili Air, Gili Meno dan Gili Trawangan) Provinsi NTB Coral Bleaching Impact in 2016 Towards Coral Reef Ecosystem: Case Studies TWP Gili Matra (Gili Air)," *J. Kelaut. Indones. J. Mar. Sci. Technol.*, vol. 10, no. 2, p. 147, 2018, doi: 10.21107/jk.v10i2.2878.
- [6] S. Siswidiyanto, A. Munif, D. Wijayanti, and E. Haryadi, "Sistem Informasi Penyewaan Rumah Kontrakan Berbasis Web Dengan Menggunakan Metode Prototype," *J. Interkom J. Publ. Ilm. Bid. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 15, no. 1, pp. 18–25, 2020, doi: 10.35969/interkom.v15i1.64.
- [7] E. E. Barus, R. K. Pingak, and A. C. Louk, "Otomatisasi Sistem Kontrol Ph Dan Informasi Suhu Pada Akuarium Menggunakan Arduino Uno Dan Raspberry Pi 3," *J. Fis. Fis. Sains dan Apl.*, vol. 3, no. 2, pp. 117–125, 2018, doi: 10.35508/fisa.v3i2.612.
- [8] I. N. B. Hartawan and I. W. Sudiarsa, "Analisis Kinerja Internet of Things Berbasis Firebase Real-Time Database," *J. Resist. (Rekayasa Sist. Komputer)*, vol. 2, no. 1, pp. 6–17, 2019, doi: 10.31598/jurnalresistor.v2i1.371.
- [9] D. Y. Tadeus, K. Azazi, and D. Ariwibowo, "Model Sistem Monitoring pH dan Kekeruhan pada Akuarium Air Tawar berbasis Internet of Things," *Metana*, vol. 15, no. 2, pp. 49–56, 2019, doi: 10.14710/metana.v15i2.26046.
- [10] R. K. Putra Asmara, "Rancang Bangun Alat Monitoring Dan Penanganan

- Kualitas Ait Pada Akuarium Ikan Hias Berbasis Internet Of Things (IOT),” *J. Tek. Elektro dan Komput. TRIAC*, vol. 7, no. 2, pp. 69–74, 2020, doi: 10.21107/triac.v7i2.8148.
- [11] R. Muzawi, Y. Efendi, and W. Agustin, “SATIN – Sains dan Teknologi Informasi Sistem Pengendalian Lampu Berbasis Web dan Mobile Rometdo Muzawi,” *Sains dan Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 29–35, 2018.
 - [12] H. K. Mauli Kasmi, Asriany, Andi Ridwan Makkulawu, Arif Fuddin Usman, “Aplikasi Teknologi Pengembangan Budidaya Karang Hias Lestari Sebagai Mata Pencaharian Alternatif di Pulau Barrang Lompo Makassar , Sulawesi Selatan Application of Development Technology for Sustainable Ornamental Corals Aquaculture as Alternative Income I,” *J. Panrita_Abdi*, vol. 5, no. 3, pp. 432–446, 2021, [Online]. Available: <http://journal.unhas.ac.id/index.php/panritaabdi>.
 - [13] E. S. Rahayu, L. Listanto, and R. Diharja, “Rancang Bangun Perangkat *Wearable* Pemantau Kondisi Kesehatan di Masa Pandemi Covid-19,” *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 6, no. 3, p. 1630, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i3.4195.
 - [14] Suryanti, Supriharyono, and W. Indrawan, “Kondisi Terumbu Karang dengan Indikator Ikan Chaetodontidae di Pulau Sambangan Kepulauan Karimun Jawa, Jepara, Jawa Tengah,” *Bul. Oseanografi Mar.*, vol. 1, pp. 106–119, 2011.
 - [15] R. Djamaluddin, J. I. Paransa, and Hatidja Djoni, “Rignolda Djamaluddin Riset Terapan Unggulan Unsrat,” p. 3, 2019.
 - [16] T. . Hadi, Giyanto, B. Prayudha, M. Hafizt, A. Budiyanto, and Suharsono, *Indonesia coral reef status 2018*. 2019.
 - [17] E. Orlando and Y. I. Chandra, “Penerapan Metode Prototype Dalam Membuat Alat Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno,” vol. 23, no. 2, pp. 9–23, 2022.
 - [18] A. Surahman, B. Aditama, and M. Bakri, “Sistem Pakan Ayam Otomatis Berbasis Internet of Things,” *Jtst*, vol. 02, no. 01, pp. 13–20, 2021.
 - [19] Y. Efendi, “Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile,” *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 1, pp. 19–26, 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i1.48.
 - [20] C. Khawas and P. Shah, “Application of Firebase in Android App Development-A Study,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 179, no. 46, pp. 49–53, 2018, doi: 10.5120/ijca2018917200.
 - [21] E. Haryanto, M. Arif, and M. Setiawan, “Perancangan Sistem Informasi Pembelajaran Praktikum Online Multiplatform Berbasis Framework Flutter,” *Pros. Semin. Nas. ...*, 2021, [Online]. Available: <http://e-journal.janabadra.ac.id/index.php/PSN/article/viewFile/1568/1040>.

- [22] D. A. Afit Muhammad Lukman, “Aplikasi mobile memiliki user interface dengan mekanisme interaksi unik yang disediakan oleh platform mobile . Aplikasi mobile juga telah dirancang khusus untuk platform mobile (misalnya IOS , android , atau windows mobile).,” *Evolusi*, vol. 7, no. 2, pp. 58–65, 2019.
- [23] L. Safitri *et al.*, “Analisa Dan Perancangan Sistem Informasi Text Chatting Berbasis Android Web View,” *Molecules*, vol. 2, no. 1, pp. 1–12, 2020.
- [24] H. Prabowo and F. Arifin, “Pengembangan Media Pembelajaran Kendali Fuzzy Logic Berbasis Arduino Nano Pada Mata Kuliah Praktik Sistem Kendali Cerdas,” *Elinvo (Electronics, Informatics, Vocat. Educ.*, vol. 3, no. 1, pp. 39–45, 2018, doi: 10.21831/elinvo.v3i1.19739.
- [25] W. N. Cholifah, Y. Yulianingsih, and S. M. Sagita, “Pengujian Black Box Testing pada Aplikasi Action & Strategy Berbasis Android dengan Teknologi Phonegap,” *STRING (Satuan Tulisan Ris. dan Inov. Teknol.*, vol. 3, no. 2, p. 206, 2018, doi: 10.30998/string.v3i2.3048.