

SISIO: Sistem *Switching* Otomatis untuk Tambak Udang

Untuk memenuhi salah satu persyaratan
mendapatkan gelar Sarjana Teknik



الجامعة الإسلامية
الاندونيسية

Disusun oleh:

Rahmat Septian Ristiano (17524052)

Kurnia Satya Haqi (17524058)

Pandu Baskoro (17524062)

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2021

HALAMAN PENGESAHAN

SISIO: Sistem *Switching* Otomatis untuk Tambak Udang

Penyusun:

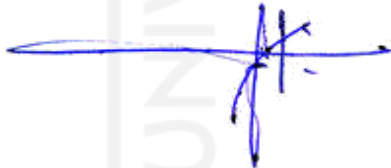
Rahmat Septian Ristiano (17524052)

Kurnia Satya Haqi (17524058)

Pandu Baskoro (17524062)

Yogyakarta, 22 Mei 2021

Dosen Pembimbing 1



Medilla Kusriyanto, S.T., M.Eng.

015240101

Dosen Pembimbing 2



Husein Mubarok, S.T., M.Eng.

155241305

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2021

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

SISIO: Sistem *Switching* Otomatis untuk Tambak Udang

Disusun oleh:

Rahmat Septian Ristiano (17524052)

Kurnia Satya Haqi (17524058)

Pandu Baskoro (17524062)

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada tanggal: 6 Mei 2021

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji : Medila Kusriyanto, S.T., M.Eng.,

Anggota Penguji 1 : Almira Budiyanto, S.Si., M.Eng.,

Anggota Penguji 2 : Donny Suryawan, S.T., M.Eng.,

**Tugas Akhir ini telah disahkan sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

Tanggal: 22 Mei 2021

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Yusuf Aziz Amrullah, Ph.D.

045240101

PERNYATAAN

Dengan ini Kami menyatakan bahwa:

1. Tugas Akhir ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi lainnya, dan sepanjang pengetahuan Kami juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Tugas Akhir yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Tugas Akhir terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 22 Mei 2021

Rahmat Septian Ristiano (17524052)



Kurnia Satya Haqi (17524058)



Pandu Baskoro (17524062)



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN	iv
DAFTAR ISI	v
RINGKASAN TUGAS AKHIR	1
BAB 1: Definisi Permasalahan	2
BAB 2: Observasi	4
BAB 3: Usulan Perancangan Sistem	7
3.1 Usulan Rancangan Sistem	7
3.2 Metode Uji Coba dan Pengujian Usulan Rancangan Sistem	12
BAB 4: Hasil Perancangan Sistem	14
4.1 Kesesuaian Usulan dan Hasil Perancangan Sistem	14
4.2 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya	15
4.3 Analisis dan Pembahasan Kesesuaian antara Perencanaan dan Realisasi	17
4.3.1 Penggantian Komponen	17
4.3.2 Penambahan Komponen	18
4.3.3 Penghapusan Komponen	18
4.3.4 Kesesuaian Manajemen Tim dan Keuangan dengan Realisasi	19
BAB 5: Implementasi Sistem dan Analisis	20
5.1 Hasil dan Analisis Implementasi	20
5.1.1 Pengujian Sistem Switching	20
5.1.2 Pengujian Sistem Telemonitoring IoT	29
5.1.3 Pengujian Sistem Charging	32
5.1.4 Pengujian Lapangan	35
5.2 Pengalaman Pengguna	36
5.3 Dampak Implementasi Sistem	37
5.3.1 Teknologi/Inovasi	37
5.3.2 Ekonomi	37
5.3.3 Budaya	38
BAB 6: Kesimpulan dan Saran	39
6.1 Kesimpulan	39
6.2 Saran	39
LAMPIRAN – LAMPIRAN	41

RINGKASAN TUGAS AKHIR

Pada tambak udang, kandungan oksigen dalam air merupakan hal yang penting untuk menjaga keberlangsungan hidup udang [2]. Kincir air digunakan untuk menyuplai oksigen tersebut. Kebanyakan kincir air menggunakan listrik PLN, sehingga ketika listrik padam kincir juga akan ikut mati. Hal ini akan menyebabkan matinya udang karena kekurangan oksigen. Untuk mengatasi permasalahan tersebut digunakan genset sebagai sumber listrik cadangan. Namun pergantian dari PLN ke genset masih dilakukan secara manual. Sehingga ketika listrik padam dan petani lupa menghidupkan genset maka udang juga akan mati. Oleh karena itu, diperlukan sistem *switching* otomatis sekaligus alarm untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Berdasarkan sistem yang telah diusulkan, dibuat alat yang dapat melakukan *switching* otomatis antara listrik pln dengan genset ketika terjadi pemadaman listrik PLN baik secara manual maupun otomatis. Alat ini dilengkapi buzzer sebagai alarm ketika terjadi pemadaman listrik dan sistem IoT menggunakan Blynk untuk pemantauan kelistrikan di tambak dari jarak jauh. Alat dikemas menggunakan *panel box* berukuran 60x40x18 cm.

Dengan adanya alat ini, diharapkan dapat membantu pekerjaan para petani pada tambak udang. Hal ini dikarenakan petani tidak harus khawatir dengan adanya pemadaman listrik dadakan oleh PLN dikarenakan alat ini memiliki fitur otomatis untuk mengubah sumber daya yang digunakan dari PLN ke genset. Petani juga tidak harus berada selalu di tambak untuk mengecek kondisi listrik pada tambak dikarenakan hal tersebut dapat dipantau secara *online* menggunakan IoT berupa aplikasi Blynk.



BAB 1: Definisi Permasalahan

Udang merupakan salah satu produk hasil perikanan yang menjanjikan. Berdasarkan [1], udang mendominasi ekspor di sektor kelautan dan perikanan dengan nilai mencapai USD 466,24 juta (37,56%) ke Amerika Serikat, Tiongkok, negara di ASEAN, Jepang, dan Uni Eropa. Dalam budidaya udang, kandungan oksigen merupakan salah satu parameter yang perlu diperhatikan [2]. Terdapat beberapa aerator yang dapat digunakan untuk budidaya perairan seperti budidaya udang. Salah satu yang sering digunakan adalah aerator dari kincir air. Kincir air dipilih karena efektivitasnya dalam biaya, perawatan yang mudah dan ketersediaannya yang banyak dipasaran [3]. Untuk itu, mayoritas tambak udang menggunakan aerator berupa kincir air yang selain berfungsi sebagai suplai oksigen dapat juga digunakan untuk mengaduk air sehingga udang dapat bertahan hidup. Kebanyakan kincir air yang digunakan untuk budidaya udang menggunakan listrik PLN sebagai penggerakannya. Oleh karenanya, ketika listrik PLN mati, maka kincir juga akan mati.

Matinya kincir air akan mempengaruhi keberlangsungan hidup udang. Hal ini dirasakan oleh petani tambak udang di Desa Sungai Pinang dan Desa Kudung, Kecamatan Lingga Timur, Kabupaten Lingga [4]. Ratusan kilogram udang mati akibat padamnya listrik PLN selama hingga 10 jam. Selain itu, APINDO (Asosiasi Pengusaha Indonesia) menyatakan bahwa padamnya listrik PLN berdampak buruk bagi UMKM perikanan seperti koi dan udang [5]. Pemadaman listrik PLN dapat mengakibatkan matinya udang karena kekurangan oksigen. Disisi lain, petani tambak di area sekitar Pantai Baru, Bantul juga menjelaskan bahwa padamnya listrik PLN dapat mengakibatkan kegagalan panen. Udang yang belum saatnya dipanen menjadi terpaksa dipanen prematur.

Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan di kawasan tambak area Pantai Baru, Bantul, para petani udang mengatasi masalah ini menggunakan genset diesel. Genset yang digunakan dinyalakan secara manual dengan cara ditarik. Selain itu, proses penggantian sumber listrik dari PLN ke genset juga dilakukan secara manual. Masalah yang muncul berkaitan dengan penggunaan genset ini adalah kelalaian manusia, seperti ketiduran dan kelupaan menyalakan genset ketika terjadi pemadaman listrik PLN. Akibatnya, keberhasilan panen menjadi terancam karena banyak udang yang mati.

Berdasarkan hal tersebut, maka otomatisasi penyalaan genset dan proses *switching* dari jaringan listrik PLN ke jaringan listrik genset menjadi penting, mengingat kelalaian manusia atau *human error* seperti ketiduran atau kelupaan dapat berakibat buruk bagi keberhasilan panen udang.

Adapun sistem yang diusulkan ditujukan untuk penggunaan pada tambak udang kecil dan menengah di kawasan Pantai Baru, Bantul, DIY dengan beban listrik yang tidak terlalu besar. Hal ini bertujuan agar biaya pembuatan sistem bisa lebih terjangkau.

Tujuan dari diusulkannya sistem ini adalah untuk mengurangi resiko matinya udang akibat kelalaian pengguna seperti ketiduran dan kelupaan menyalakan serta mengganti ke jaringan listrik genset ketika listrik PLN padam.



BAB 2: Observasi

Proses observasi yang dilakukan bertujuan untuk mencari permasalahan yang dihadapi oleh pengguna, batasan-batasan dari permasalahan tersebut dan kebutuhan awal untuk *prototype* sistem yang akan dijadikan solusi untuk permasalahan yang dihadapi oleh pengguna. Untuk mencapai hal-hal tersebut maka pada tahap observasi ini dilakukan pencarian informasi baik melalui studi literatur maupun melalui survei langsung ke pengguna dalam hal ini petani tambak. Terdapat beberapa alternatif solusi yang telah dibuat hingga saat ini seperti yang terlihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kumpulan Solusi yang Identik dengan Tugas Akhir

Penulis	Usulan Solusi	Hasil / Evaluasi
Deni Hendarto dkk	Rancang Bangun Panel <i>Automatic Transfer Switch</i> (ATS) dan <i>Automatic Main Failure</i> (AMF) Kapasitas 66 KVA	Genset dapat bekerja secara otomatis, kemasan produk dijelaskan dengan baik, namun perangkat belum menerapkan sistem monitoring [6].
Joel Panjaitan (2019) [7]	Sistem genset otomatis dengan menggunakan kontaktor	Genset sudah dapat bekerja secara otomatis, namun belum terdapat sistem monitoring sistem listrik yang digunakan dan kemasan produk tidak dijelaskan
Dwiki Aditya Wibowo dkk (2019) [8]	Rancang Bangun Implementasi <i>Internet of Things</i> Kontrol dan Monitoring pada Generator 2kVA	Dihasilkan sistem monitoring dan kendali genset melalui <i>smartphone</i> menggunakan ESP32. Konsep IoT sudah dijelaskan dengan baik, namun hasil pengujian masih belum dijelaskan.

Berdasarkan hasil penelusuran tersebut, dapat dilihat bahwa secara umum genset masih menjadi pilihan utama sebagai energi cadangan saat listrik mati. Genset tersebut dijadikan otomatis dengan menggunakan kontaktor sebagai komponen utamanya. Namun dari usulan-usulan solusi tersebut masih belum terdapat solusi yang spesifik untuk digunakan pada tambak udang. Sehingga untuk menyelesaikan masalah tersebut, maka perlu dilakukan observasi yang berupa survei ke tambak udang agar solusi yang diusulkan dapat memenuhi kebutuhan pengguna.

Proses survei diawali dengan mencari informasi tempat tambak udang di internet dan membuat daftar pertanyaan. Daftar pertanyaan diambil dari studi literatur yang telah dilakukan pada proses observasi. Dari proses pencarian tersebut maka didapatkan lokasi tambak udang di daerah Pantai Baru, Bantul, DIY. Survei ini dilakukan pada 2 jenis tambak udang yaitu milik perusahaan dan tambak udang milik masyarakat. Hal ini bertujuan agar permasalahan yang didapatkan pada proses survei merupakan permasalahan umum yang dialami para petani tambak.

Pada proses ini dilakukan 2 jenis kegiatan yaitu melakukan pengamatan pada kondisi fisik tambak udang dan melakukan wawancara pada narasumber yaitu para petani tambak. Pengamatan kondisi fisik tambak udang yang dilakukan seperti berapa banyak kincir air yang dipakai dan sistem pengkabelan ke kincir air. Sedangkan proses wawancara bertujuan untuk mendapatkan informasi secara lebih dalam mengenai permasalahan yang dihadapi petani. Adapun pertanyaan dan respon yang diberikan oleh para petani tambak adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2. Hasil survei antara pengembang dan petani tambak

Pertanyaan	Jawaban/tanggapan
Apa kegunaan kincir air pada tambak udang?	Kincir air digunakan untuk menghasilkan oksigen terlarut pada air yang dibutuhkan oleh udang sekaligus sebagai pembuat arus untuk menghilangkan kotoran udang.
Apakah kebutuhan listrik paling banyak dalam operasional tambak?	Kincir air dikarenakan kincir menyala 24 jam nonstop.
Berapa daya yang dibutuhkan oleh 1 kincir air?	Standar yang dipakai adalah 1 hp.
Apa permasalahan pada kincir air mengenai kelistrikan?	Ketika mati lampu, proses pergantian antara listrik PLN dengan genset sebagai sumber listrik untuk kincir air masih dilakukan secara manual, sehingga jika petani lupa atau lalai untuk melakukan <i>switching</i> maka udang bisa mati.
Berapa lama udang dapat bertahan tanpa oksigen?	Maksimal ketahanan udang adalah 3 jam sedangkan SOP untuk mati listrik adalah 15 menit
Apakah petani memerlukan genset yang otomatis menyala saat mati lampu?	Perlu, dikarenakan mati listrik di daerah tambak udang Pantai Baru hanya sebentar tapi sering sehingga teknisi genset harus bolak-balik menghidupkannya.
Apakah sudah terdapat sistem untuk memberi tahu petani jika terjadi mati listrik.	Belum ada, sehingga petani tambak harus <i>standby</i> .
Fitur apa yang diinginkan petani untuk gensetnya?	Indikator penuh atau tidaknya aki karena aki yang dipakai untuk genset saat ini sering tekor.

Berdasarkan informasi yang didapatkan dari proses studi literatur dan survei maka dapat disusun daftar spesifikasi sistem untuk mengembangkan sistem sebagai solusi untuk menyelesaikan permasalahan *switching* antara listrik PLN dengan genset pada tambak udang.

- Sistem yang dibangun adalah *prototype* sistem *switching* listrik antara PLN dengan genset
- Baterai digunakan sebagai sistem tenaga untuk mikrokontroler dan starter genset.

- Alarm yang digunakan untuk mengingatkan petani
- Terdapat telemonitoring untuk mengawasi kondisi kelistrikan
- Alat dikemas dalam *panel box*

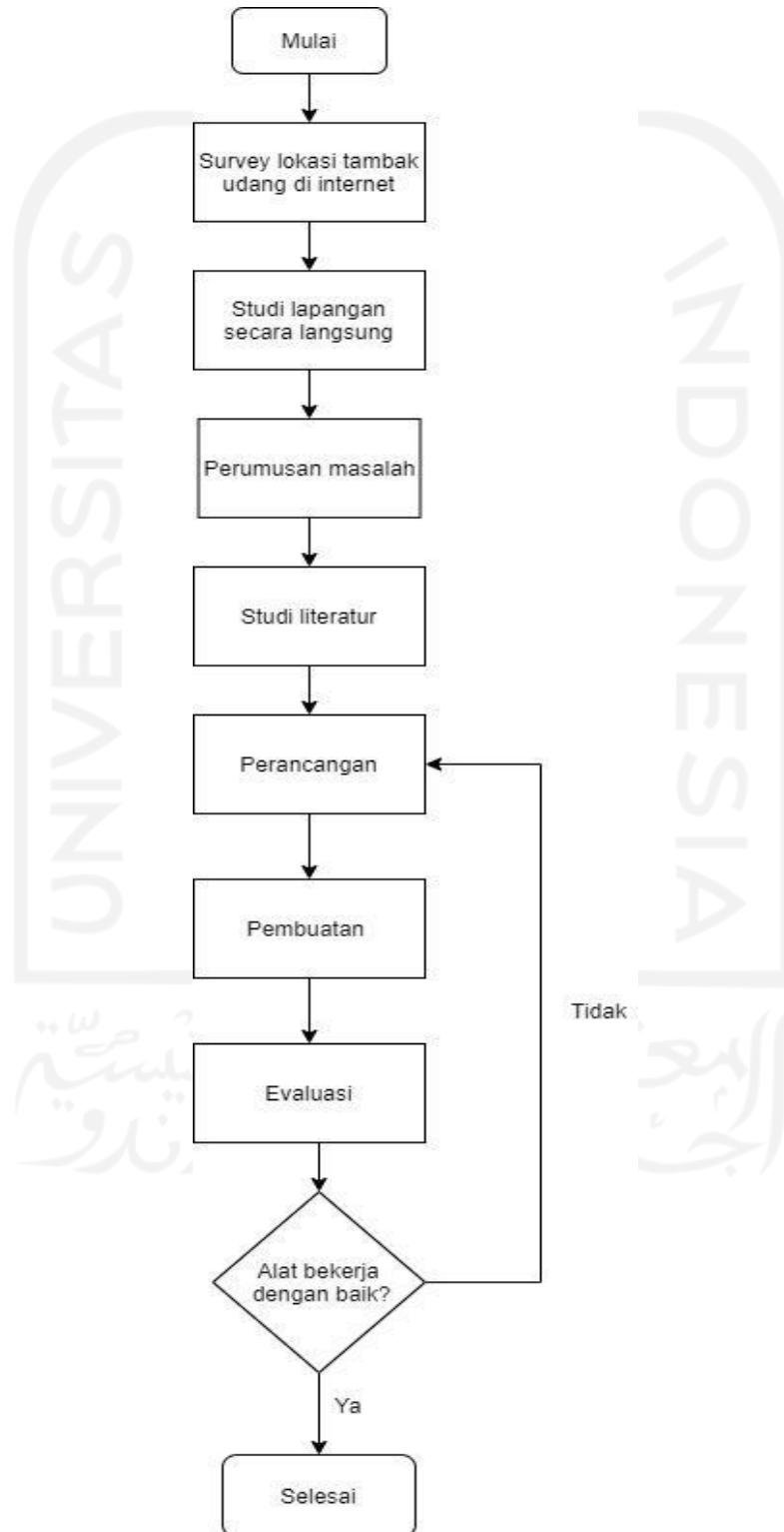
Berdasarkan spesifikasi tersebut, maka selanjutnya akan dirancang usulan sistem yang memenuhi kriteria yang telah disebutkan diatas.



BAB 3: Usulan Perancangan Sistem

3.1 Usulan Rancangan Sistem

Dalam perancangan sistem, terdapat beberapa tahapan yang dilalui agar sistem yang dirancang sesuai dengan permasalahan yang ada. Adapun tahapan atau proses yang dilakukan pada perancangan sistem ini dijelaskan pada bagan alir berikut:

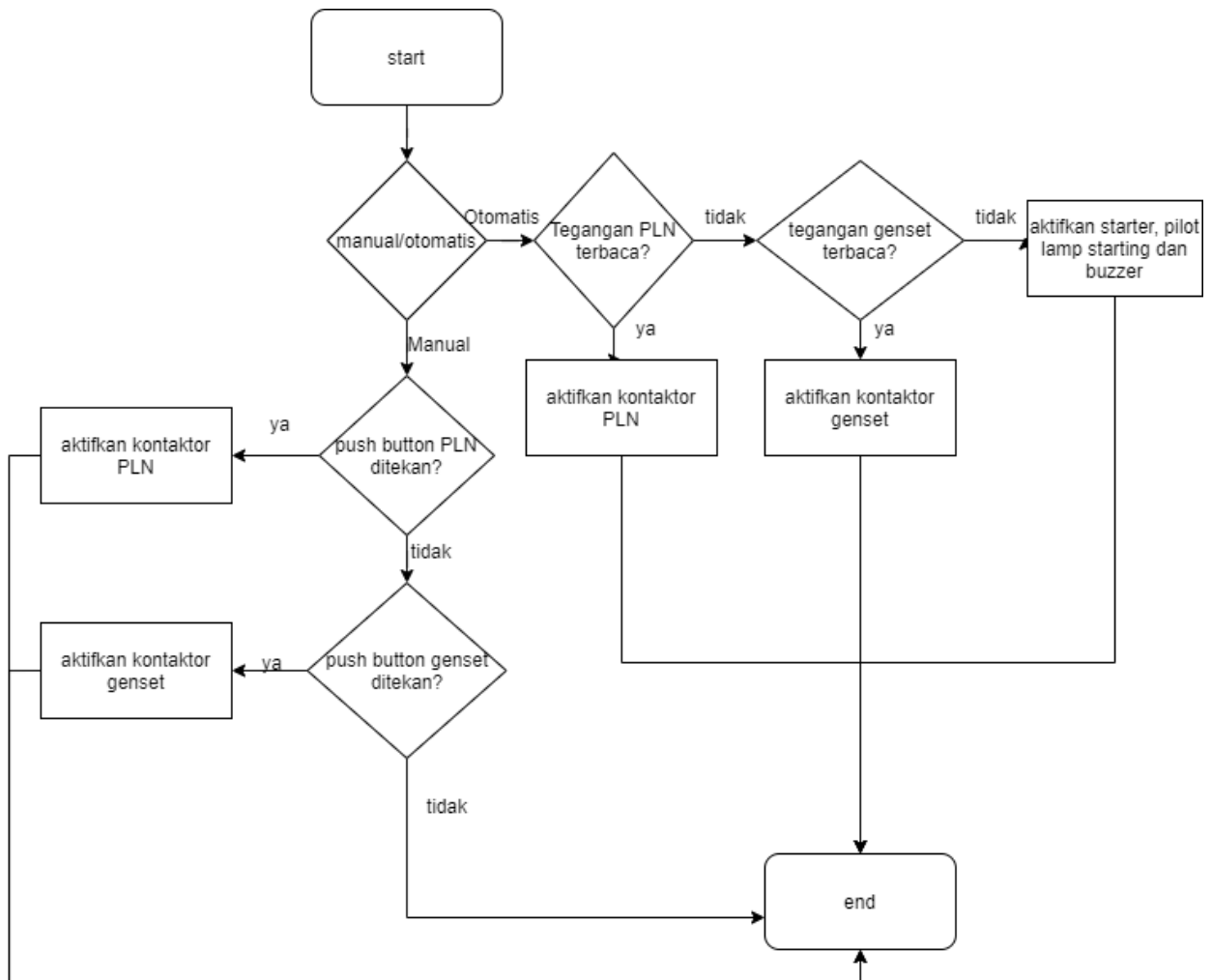


Gambar 3.1. Diagram perancangan sistem

Tahapan yang pertama kali dilakukan adalah melakukan survei lokasi tambak udang terdekat melalui internet. Tambak udang dipilih sebagai lokasi untuk mencari permasalahan yang ada karena kincir air banyak digunakan sebagai aerator untuk mencukupi kebutuhan oksigen udang. Dari tahapan ini, diperoleh informasi tambak udang terdekat berada di kawasan Pantai Baru, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Pada tahapan selanjutnya, dilakukan studi lapangan secara langsung. Tahapan ini dilakukan dengan mengamati langsung penggunaan kincir air pada tambak dan dengan mewawancarai petani tambak. Hal ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana kincir air digunakan serta kelistrikan yang digunakan pada kincir air. Selanjutnya, dilakukan identifikasi masalah yang ada pada tambak udang terkait penggunaan kincir air sebagai suplai oksigen bagi udang. Dari tahapan ini, diketahui bahwa masalah muncul ketika listrik PLN yang menjadi penggerak utama kincir air padam. Matinya kincir air dapat mengakibatkan kematian udang karena kekurangan oksigen sehingga dimungkinkan terjadinya gagal panen. Untuk mengatasi hal ini, petani tambak menggunakan genset sebagai sumber listrik cadangan. Berdasarkan wawancara, diketahui proses *switching* dari jaringan listrik PLN ke genset dan penyalaan genset dilakukan secara manual. Oleh karenanya, kelalaian pengguna seperti kelupaan dan ketiduran dapat mengakibatkan kincir air menjadi mati.

Tahapan selanjutnya adalah perancangan sistem yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Berdasarkan tahapan sebelumnya, dibutuhkan sistem *switching* otomatis dari listrik PLN ke genset. Selain itu, sistem yang dirancang juga dilengkapi dengan *buzzer* dan sistem telemonitoring untuk memberitahu petani atau pengguna jika terjadi pemadaman listrik PLN. Berikut ini merupakan usulan diagram alir sistem:





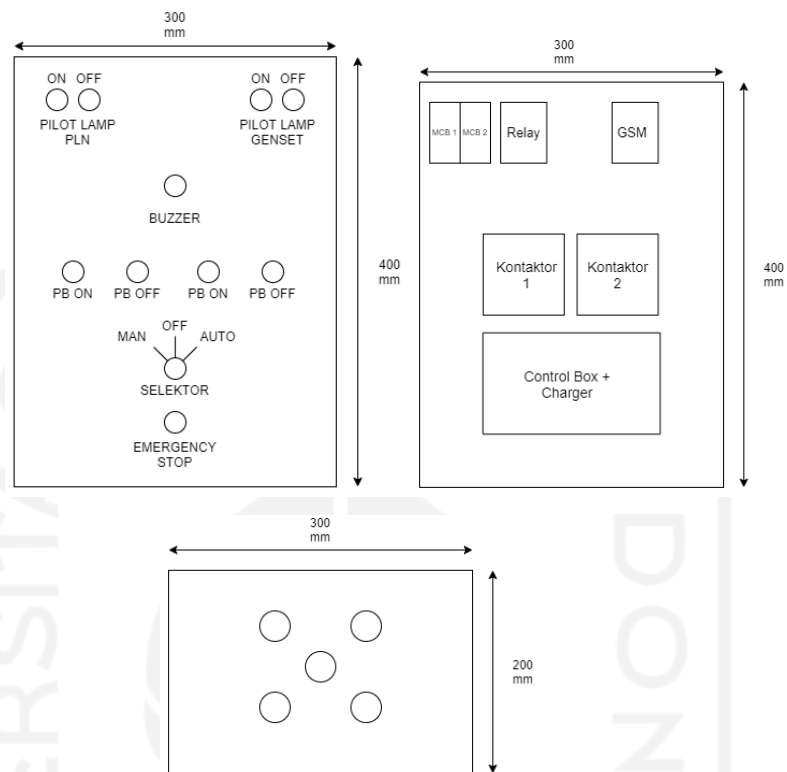
Gambar 3.2. Diagram alir sistem

Diagram pada gambar 3.2 menjelaskan tentang bagaimana sistem alat ini bekerja, diawali dengan menentukan akan menggunakan sistem yang otomatis atau manual. Ketika sistem yang dipilih otomatis maka sistem akan mendeteksi apakah ada tegangan PLN yang terbaca atau tidak, jika ada maka kontaktor PLN akan aktif dan sistem akan bekerja secara otomatis. Jika tegangan PLN tidak terbaca maka sistem akan mendeteksi adakah tegangan genset, jika ada maka kontaktor genset akan aktif dan sistem bekerja secara otomatis. Dan jika tegangan genset juga tidak terbaca maka akan mengaktifkan *starter*, *pilot lamp* dan *buzzer*.

Jika pada diagram 3.2 kita memilih sistem manual maka ketika *push button* PLN ditekan akan mengaktifkan kontaktor PLN dan sistem akan berjalan. Jika *push button* PLN tidak ditekan dan *push button* genset yang ditekan maka akan mengaktifkan kontaktor genset, jika *push button* genset tidak ditekan juga maka sistem juga tidak akan berjalan.

Alat yang diusulkan menggunakan *panel box* sebagai tempat meletakkan rangkaian dan juga sebagai panel kontrol. *Panel box* yang digunakan berukuran 40x30x20 cm. Di dalam *panel*

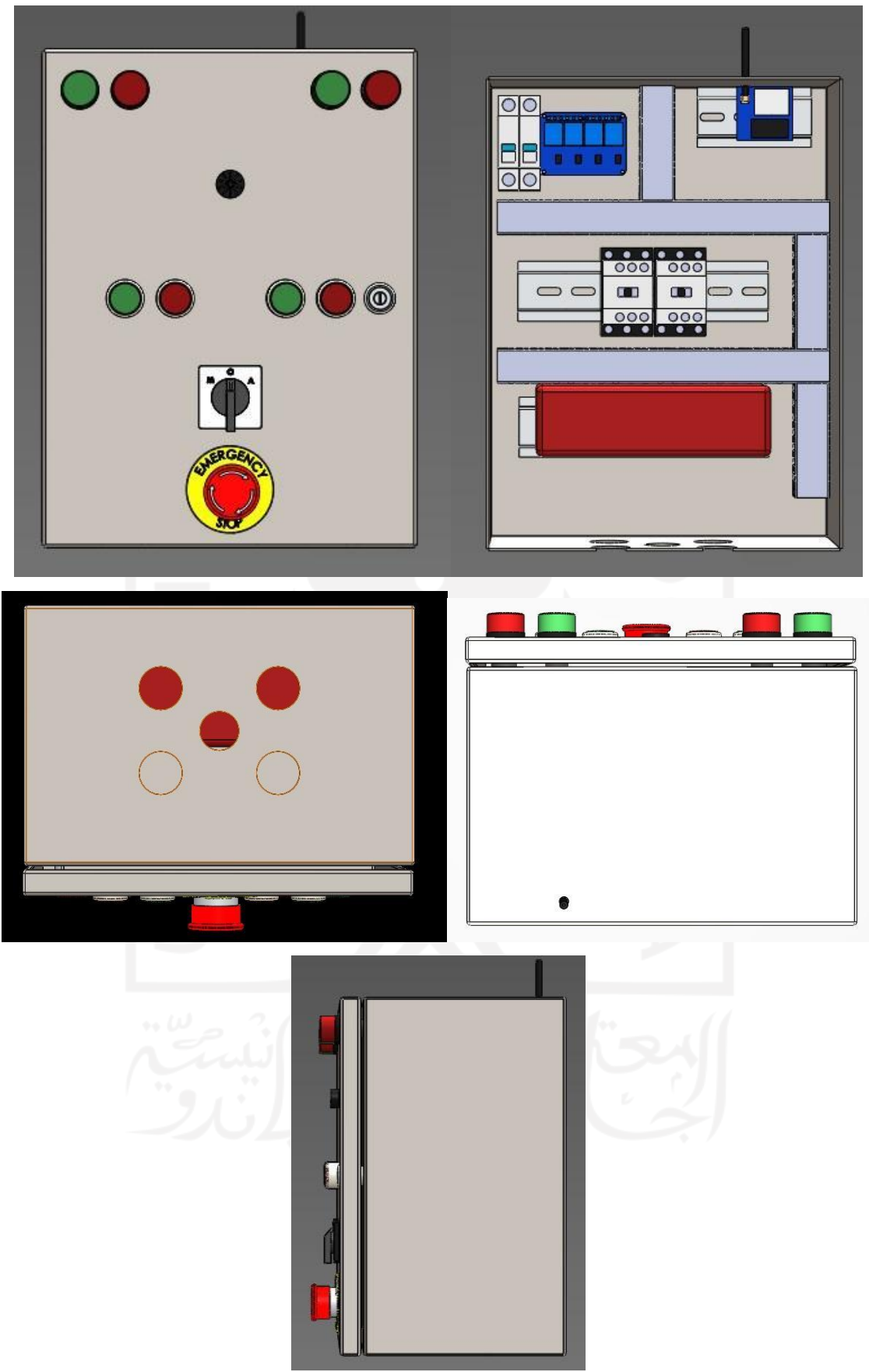
box juga terdapat *control box* yang berisi baterai, trafo, *charger auto cut off*, dan mikrokontroler. Pada bagian bawah *panel box* diberi 5 buah lubang yang digunakan untuk tempat kabel koneksi ke PLN dan genset. Berikut ini merupakan bentuk alat yang diusulkan:



Gambar 3.3. Desain *layout* panel 2D

Gambar diatas merupakan gambar desain 2D dan *layout* untuk penempatan alat pada *panel box*. Sedangkan berikut ini merupakan implementasi *layout* dalam bentuk desain 3D:





Gambar 3.4. Desain *layout* panel 3D

Adapun inventaris yang dibutuhkan untuk memenuhi sistem tersebut dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 3.1 Kebutuhan Inventaris Sistem

No	Nama Alat	Keterangan
1	Perangkat untuk kemasan alat	Digunakan sebagai tempat meletakkan rangkaian elektronis dan sebagai panel kendali. Dibuat menggunakan <i>panel box</i> yang bagian dalamnya berisi rangkaian, sedangkan bagian luar atau pintunya digunakan untuk meletakkan indikator-indikator serta komponen kendali seperti <i>push button</i> dan <i>selector switch</i> .
2	Mikrokontroler Arduino Nano	Mikrokontroler Arduino Nano dipilih karena ukurannya yang kecil sehingga dapat menghemat tempat. Selain itu, dengan harga yang murah, Arduino Nano sudah memiliki delapan pin ADC dengan resolusi 10 bit.
3	Baterai	Baterai yang digunakan ada dua, yaitu baterai sebagai suplai daya ke mikrokontroler dan baterai sebagai suplai daya ke <i>motor starter</i> . Baterai untuk motor starter menggunakan baterai VRLA 12V yang mampu menyuplai arus pada jumlah yang tinggi.
4	Modul Sensor tegangan ZMPT101B	Modul sensor tegangan digunakan untuk kondisi listrik pada jaringan PLN. Dengan menggunakan modul sensor tegangan, dapat diketahui apakah terjadi pemadaman listrik PLN atau tidak. Modul sensor ini mengukur tegangan AC dan dapat dihubungkan langsung dengan mikrokontroler.
5	Modul IoT	Modul IOT Nodemcu ESP8266 digunakan sebagai penghubung Arduino dengan internet. Dengan menggunakan modul ini, informasi berupa sumber listrik yang digunakan (PLN atau genset), nilai tegangan masing-masing sumber, dan nilai arus ke beban dapat dipantau menggunakan perangkat lunak Blynk pada <i>smartphone</i> .

3.2 Metode Uji Coba dan Pengujian Usulan Rancangan Sistem

Pengujian dibagi menjadi tiga bagian sistem yang telah dibuat, yaitu:

- Sistem *switching*

Sistem *switching* dibagi menjadi dua bagian, yaitu manual dan otomatis. Pada mode manual, pengujian dilakukan dengan cara menekan tombol *start* dan *stop* pada pintu panel dan melihat apakah beban dapat terhubung dengan sumber listrik secara bergantian. Pada mode

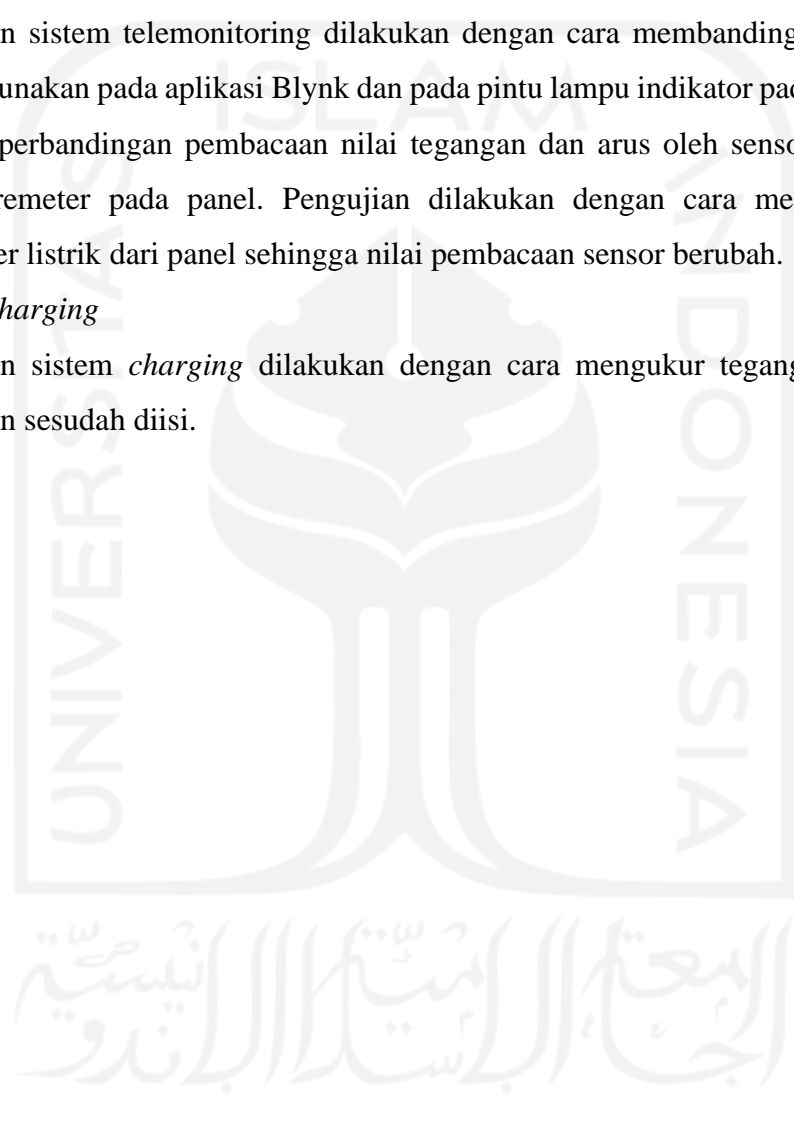
otomatis, dilakukan simulasi pemadaman listrik PLN dengan cara mencabut sumber listrik PLN dan melihat apakah sistem dapat mengganti sumber listrik menjadi genset. Selanjutnya, dilakukan simulasi jika listrik PLN kembali menyala dengan cara menghubungkan kembali sumber listrik PLN dan melihat apakah sistem dapat mengganti sumber listrik kembali ke PLN. Selain itu, dilakukan juga uji coba apabila tidak ada sumber listrik yang terhubung dan melihat apakah alarm dan *starter* dapat menyala.

- Sistem telemonitoring IoT

Pengujian sistem telemonitoring dilakukan dengan cara membandingkan sumber listrik yang sedang digunakan pada aplikasi Blynk dan pada pintu lampu indikator pada panel. Selain itu, dilakukan juga perbandingan pembacaan nilai tegangan dan arus oleh sensor, multimeter, dan voltmeter/amperemeter pada panel. Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan atau mencabut sumber listrik dari panel sehingga nilai pembacaan sensor berubah.

- Sistem *charging*

Pengujian sistem *charging* dilakukan dengan cara mengukur tegangan baterai VRLA sebelum diisi dan sesudah diisi.



BAB 4: Hasil Perancangan Sistem

4.1 Kesesuaian Usulan dan Hasil Perancangan Sistem

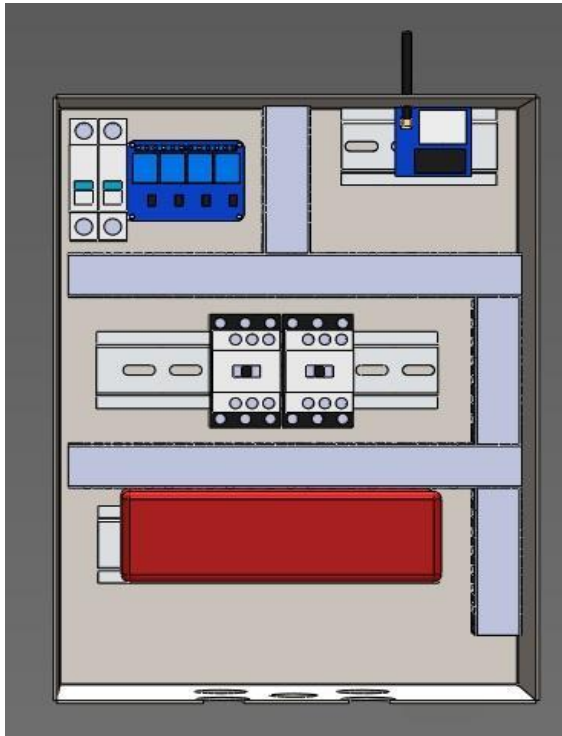
Terdapat beberapa perbedaan antara usulan dengan hasil perancangan sistem. Perbedaan berupa penggantian dan penambahan komponen dari yang diusulkan pada TA1. Hal tersebut disebabkan oleh berbagai sebab seperti mencegah agar komponen tidak terlalu rumit, adanya peraturan yang membuat komponen tidak dapat berfungsi dan untuk menambahkan fitur dari sistem yang dibuat. Walaupun terdapat perbedaan namun secara umum sistem telah memenuhi tujuan yang ingin dicapai. Perbedaan antara usulan dengan hasil perancangan sistem berupa pergantian mikrokontroler yang tadinya menggunakan STM32 menjadi Arduino Uno, sistem telemonitoring yang awalnya menggunakan GSM900A menjadi ESP8266 dan terdapat beberapa penambahan komponen yang berakibat berubahnya *layout* penempatan komponen dan bertambahnya dimensi sistem. Perbandingan spesifikasi antara usulan dengan realisasi dapat dilihat pada tabel 4.1



Gambar 4.1 *Layout* Pintu Usulan



Gambar 4.2 *Layout* Pintu Realisasi



Gambar 4.3 *Layout* Komponen Usulan



Gambar 4.4 *Layout* Komponen Realisasi

Tabel 4.1 Perbandingan usulan dan hasil perancangan sistem

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Dimensi (panjang x lebar x tinggi)	40 x 30 x 20 cm	60 x 40 x 18 cm
2	Sistem Mikrokontroller	STM32	Arduino Nano
3	Sistem Telemonitoring	SIM900A	NodeMCU ESP8266

4.2 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

Pada perencanaan dalam manajemen tim terdapat perbedaan dengan yang diusulkan. Secara umum *timeline* realisasi pelaksanaan TA2 ini mundur sekitar 1 bulan dari *timeline* yang diusulkan. Hal ini dikarenakan pada kegiatan 1 dan 2 pada tabel 4.2 memakan waktu hingga 2 bulan dari yang awalnya 1 bulan. Sehingga berakibat mundurnya seluruh kegiatan setelahnya. Perbandingan waktu kegiatan antara usulan dengan realisasi dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Kesesuaian antara usulan dan realisasi *timeline* pengerjaan Tugas Akhir 2

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Pembelian alat dan bahan	Maret	Maret – April

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
2	Perancangan sistem sesuai proposal	Maret	Maret - April
3	Testing dan Validasi	Maret	April
4	Expo dan pengumpulan laporan akhir	April	Mei

Pada RAB terdapat perbedaan anggaran antara yang diusulkan dengan realisasinya. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan komponen antara usulan dengan realisasi perbedaan harga di toko saat *survei* harga dengan harga saat pembelian dan komponen yang telah dipunyai tim sehingga tim tidak melakukan pembelian lagi. Perbandingan kesesuaian RAB usulan dengan realisasi dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
1	Kontaktor	2 pcs	Rp. 400.000,-	2 pcs	Rp. 350.000,-
2	Relay 4 Channel	1 pcs	Rp. 30.000,-	1 pcs	Rp. 26.000,-
3	Pilot Lamp	4 pcs	Rp. 10.000,-	4 pcs	Rp.23.800,-
4	Selector Switch	1 pcs	Rp. 70.000,-	1 pcs	Rp.50.000,-
5	Push Button Switch/Start	2 pcs	Rp. 40.000,-	4 pcs	Rp.74.000
6	Push Button Emergency Stop	1 pcs	Rp. 30.000,-	1 pcs	Rp. 47.000,-
7	Sensor Tegangan AC	1 pcs	Rp. 50.000, -	2 pcs	Rp. 90.000,-
8	MCB	2 pcs	Rp. 50.000, -	2	Tidak beli.
9	Panel Box	1 pcs	Rp. 150.000, -	1 pcs	Rp.330.000,-
10	Trafo	1 pcs	Rp. 40.000, -	1 pcs	Tidak beli
11	Buzzer 12 V DC	1 pcs	Rp. 50.000, -	1 pcs	Rp. 7.000.-
12	Modul Charger Otomatis	2 pcs	Rp. 50.000, -	1 pcs	Rp. 40.000,-
13	Baterai VRLA 12 V	1 pcs	Rp. 140.000, -	1 pcs	Rp. 170.000,-
14	Jumper	3 m	Rp. 30.000, -	3 m	Tidak beli
15	Regulator LM2596	2 pcs	Rp. 20.000, -	2 pcs	Rp.10.000,-
16	Dioda Bridge	1 pcs	Rp. 10.000, -	1 pcs	Tidak beli
17	Motor Starter	1 pcs	Rp. 400.000, -	-	-
18	SIM900A	1 pcs	Rp. 150.000.-	-	-
19	STM 32	1 pcs	Rp 30.000	-	-
20	Kabel NYA	5 m	Rp15.000	-	-
21	Baterai Lithium	1 pcs	Rp 50.000	-	-

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
22	Arduino Nano	-	-	1 pcs	Tidak beli
23	NodeMCU ESP8266	-	-	1 pcs	Rp. 45.000,-
24	Voltmeter Analog	-	-	2 pcs	Rp.70.000,-
25	Amperemeter Analog	-	-	1 pcs	Rp.38.500,-
26	Kabel NYAF	-	-	25 m	Rp.53,125,-
27	Pilot Lamp DC	-	-	1 pcs	Rp. 6.500,-
28	Sensor Arus ACS712	-	-	1 pcs	Rp. 24.000,-
29	Terminal Blok	-	-	3 pcs	Rp. 24.500,-
30	Rel MCB	-	-	1 pcs	Rp. 20.000
31	Dak Kabel	-	-	1 pcs	Rp 14.500,-
32	Bok Charger	-	-	1 pcs	Rp. 15.000,-
33	PCB Lubang	-	-	1 pcs	Rp. 6.000,-
34	Jasa Bor Panel box	-	-	1 pcs	Rp 400.000,-

4.3 Analisis dan Pembahasan Kesesuaian antara Perencanaan dan Realisasi

Berdasarkan subbab 4.1 dan 4.2 terdapat beberapa perubahan pada spesifikasi, waktu dan RAB. Perubahan tersebut didapatkan dari berbagai macam sebab yang didapatkan pada saat perancangan dan pengujian. Perubahan yang terjadi dibedakan menjadi 3 macam yaitu pergantian, penambahan, dan penghapusan komponen. Perubahan-perubahan tersebut dijabarkan sebagai berikut ini:

4.3.1 Penggantian Komponen

Komponen yang diganti adalah STM32, SIM900A dan Kabel NYA. STM32 diganti menjadi Arduino Uno karena STM32 bekerja pada level tegangan yang berbeda dengan perangkat *input/output* yang digunakan sehingga diperlukan perangkat tambahan untuk mengkonversi level tegangan. Selain itu, terdapat *library* yang tidak dapat digunakan pada papan STM32 jika diprogram menggunakan Arduino IDE. Hal ini mengakibatkan meningkatnya kerumitan dalam pemrograman mikrokontroler. Hal ini baru diketahui saat melakukan uji coba pada Arduino IDE yang ternyata program tidak berhasil dijalankan dan menghasilkan *error*.

SIM900A diganti menjadi NodeMCU ESP8266 dikarenakan kebijakan Kementerian Perindustrian yang mengharuskan perangkat GSM yang digunakan memiliki IMEI yang terdaftar. Namun, IMEI yang dimiliki oleh SIM900A tidak terdaftar pada

Kementerian Perindustrian sehingga dikhawatirkan tidak dapat digunakan.

Kabel NYA diganti menjadi NYAF dikarenakan kabel yang digunakan pada sistem ini menggunakan kabel dengan luas penampang yang besar untuk mengakomodir beban motor yang memiliki arus yang besar. Sehingga jika menggunakan kabel NYA yang merupakan kabel tunggal akan menyulitkan pemasangan kabel dalam *panel box* dikarenakan tidak fleksibel selain itu kabel juga akan sulit untuk dimasukkan ke modul sensor. Oleh karena itu kabel diganti menjadi kabel NYAF yang berupa kabel serabut sehingga lebih fleksibel dan dapat dimasukkan ke modul sensor.

4.3.2 Penambahan Komponen

Penambahan komponen adalah komponen yang tidak diusulkan namun ditambahkan pada proses pembuatan. Tujuan utama dari penambahan komponen ini adalah untuk memperbanyak fitur. Komponen yang ditambah adalah Voltmeter analog, amperemeter analog, sensor arus, pilot lamp DC, Terminal blok, rel MCB, dak kabel, bok charger, PCB lubang. Sensor arus ditambahkan untuk mengetahui arus yang digunakan oleh beban. Sensor ini juga sebagai pelengkap nilai pembacaan yang ditampilkan pada telemonitoring pada IoT yaitu untuk mengetahui kondisi kelistrikan sistem yang awalnya hanya melakukan pembacaan tegangan untuk kedua sumber, dengan sensor arus beban yang bekerja juga dapat diukur. Voltmeter analog dan amperemeter analog ditambahkan agar monitoring kondisi kelistrikan sistem juga dapat dilakukan secara langsung pada *panel box* tidak harus melihat IoT. Sehingga jika terdapat masalah pada sistem IoT atau penggunaan IoT tidak memungkinkan dilakukan maka pengguna tetap dapat melihat pemantauan listrik. Lampu pilot DC digunakan untuk mengetahui apakah proses *starting motor* sedang berlangsung atau tidak. Terminal blok, rel MCB, dak kabel, bok charger, dan PCB lubang ditambahkan untuk menjaga kerapian kabel pada *panel box*. Penambahan komponen ini menambah dimensi *panel box* menjadi 60x40x18 cm dari yang sebelumnya 40x30x20 cm sekaligus mengubah *layout* penempatan komponen.

4.3.3 Penghapusan Komponen

Penghapusan komponen adalah komponen yang diusulkan namun pada prosesnya tidak jadi digunakan. Motor *starter* dan baterai lithium merupakan komponen yang dihapus dari sistem. Motor starter tidak jadi digunakan karena motor starter cukup sulit untuk dibuat sehingga akan membutuhkan waktu pembuatan lama yang dikhawatirkan akan menyebabkan alat tidak selesai sesuai *timeline* TA2. Sedangkan baterai lithium dihapus

karena untuk mengurangi penggunaan komponen yang terlalu banyak dan penggunaan baterai VRLA sudah cukup.

4.3.4 Kesesuaian Manajemen Tim dan Keuangan dengan Realisasi

Dalam perencanaan manajemen tim waktu realisasi mundur 1 bulan dari waktu yang diusulkan. Hal ini dikarenakan tim mendapatkan masalah pada *panel box*. Masalah meliputi sulitnya mencari *panel box* di daerah Jogja dikarenakan stok kosong. Pembelian panel secara *online* dianggap bukan solusi karena ongkos kirim yang mahal sehingga akan menambah pengeluaran tim. Selain itu juga kesulitan untuk membuat lubang pada *panel box*. Hal ini dikarenakan tim tidak mempunyai alat untuk mengebor *panel box*. Sehingga membutuhkan pihak ketiga untuk melubangi *panel box*. Tim juga mengalami kesulitan dalam menentukan pihak ketiga tersebut sehingga tim harus berganti pihak ketiga sebanyak 1 kali. Karena pada percobaan pertama hasil pengeboran tidak rapi.

Perbedaan RAB usulan dengan realisasi selain dikarenakan adanya perubahan komponen yang dipakai, juga disebabkan karena *survei* harga dilakukan secara *online* melalui toko *online* sedangkan pembelian dilakukan secara kombinasi melalui toko *online* dan toko *offline*. Pembelian tidak dilakukan secara *online* karena komponen-komponen yang dibeli tidak berada pada 1 toko yang sama sehingga akan menambah ongkos kirim. MCB, trafo, kabel *jumper*, Arduino Nano dan dioda *bridge* telah dimiliki oleh tim sehingga tim tidak melakukan pembelian lagi. Untuk LM2596 hanya membeli 1 yang harusnya 2 karena tim sudah memiliki 1 LM2596.

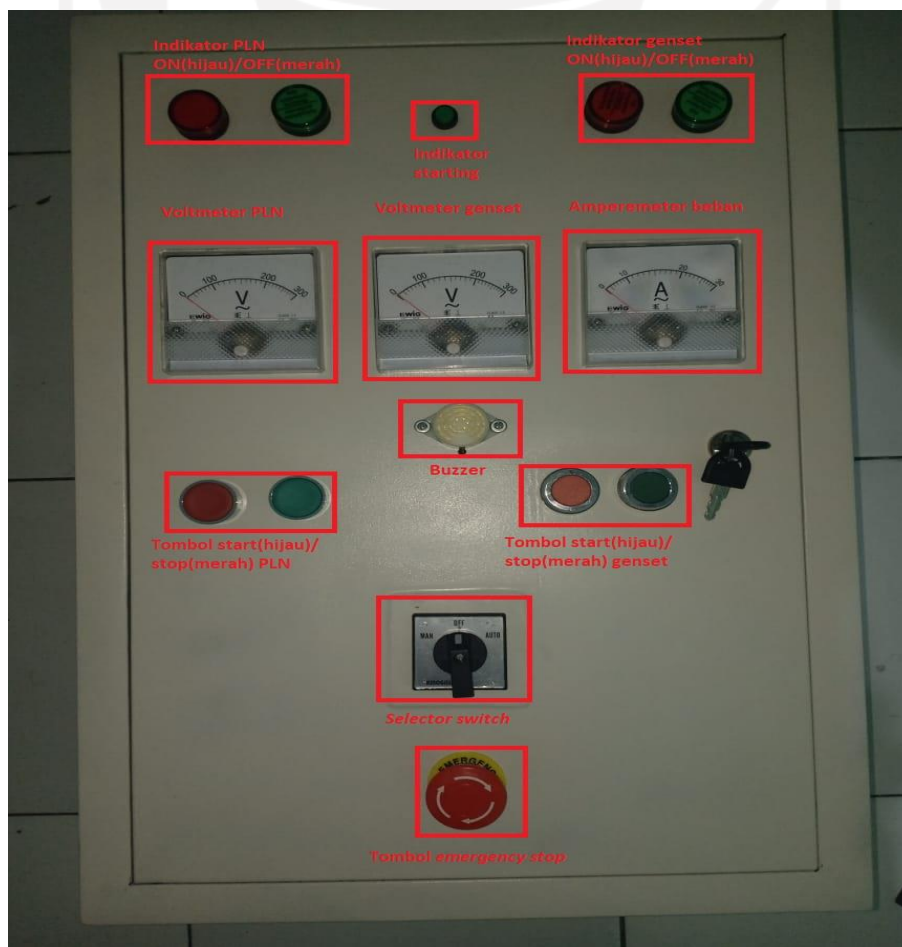
BAB 5: Implementasi Sistem dan Analisis

5.1 Hasil dan Analisis Implementasi

Pada bagian ini, dilakukan pengujian sistem berdasarkan usulan spesifikasi yang telah disebutkan sebelumnya. Pengujian dilakukan terhadap sistem *switching* yang berfungsi mengganti sumber listrik yang digunakan beban, sistem telemonitoring yang berfungsi untuk memantau kondisi kelistrikan di tambak dari jarak jauh, dan sistem *charging* yang digunakan untuk mengisi daya aki yang digunakan oleh mikrokontroler beserta aktuator-aktuator yang dikendalikan.

5.1.1 Pengujian Sistem *Switching*

Sistem *switching* berfungsi untuk mengganti hubungan beban dengan sumber listrik (PLN atau genset) baik secara manual maupun otomatis. Pada mode manual, sumber listrik dipilih dengan menekan tombol *push button* pada pintu *panel box*. Berikut ini adalah *layout* atau penempatan komponen pada pintu *panel box*:



Gambar 5.1 Penempatan komponen pada pintu *panel box*

Pada mode *switching* manual, *selector switch* diputar pada posisi “MAN” kemudian sumber listrik yang ingin digunakan dipilih menggunakan tombol seperti pada gambar 5.1. Dengan demikian, salah satu kontaktor akan aktif sesuai dengan tombol yang ditekan dan akan menghubungkan beban dengan sumber listrik yang diinginkan. Ketika salah satu sumber listrik untuk beban dipilih, maka sumber listrik lainnya tidak dapat dipilih. Untuk mengganti sumber listrik, tombol *stop* dari sumber listrik yang telah digunakan harus ditekan terlebih dahulu. Hal ini bertujuan untuk mencegah bentrok antar sumber listrik sehingga tidak merusak sistem. Selanjutnya, lampu indikator pada pintu akan menyala sebagai penanda sumber listrik mana yang sedang digunakan.

Pada mode *switching* otomatis, *selector switch* diputar pada posisi “AUTO”. Selanjutnya, sumber listrik untuk beban akan dipilih secara otomatis oleh mikrokontroler berdasarkan pembacaan tegangan listrik PLN. Ketika sensor mendeteksi adanya sumber listrik PLN, maka mikrokontroler akan mengaktifkan kontaktor PLN sehingga sumber listrik yang digunakan adalah PLN. Sebaliknya, ketika sensor tidak mendeteksi adanya listrik PLN, maka mikrokontroler akan mengaktifkan kontaktor genset sehingga listrik yang digunakan oleh beban adalah listrik dari genset. Sama seperti mode manual, indikator listrik yang digunakan akan ditampilkan oleh lampu pilot pada pintu *panel box*.

5.1.1.1 Pengujian Sistem *Switching* Manual

Pengujian bertujuan untuk mengetahui bagaimana sistem bekerja dalam mengganti sumber listrik jika dioperasikan secara manual menggunakan *push button*.



Gambar 5.2 Pengujian *switching* manual dengan PLN sebagai sumber listrik

Pada gambar 5.2, ditekan tombol *start* yang mengaktifkan kontaktor PLN sehingga beban terhubung dengan sumber listrik PLN. Dapat dilihat beban berupa lampu pijar dan kipas angin menyala. Selain itu, indikator berupa lampu pilot yang menandakan listrik PLN sedang digunakan (berwarna hijau di sebelah kiri) dan listrik genset sedang tidak digunakan (berwarna merah di sebelah kanan) akan menyala. Selanjutnya, dilakukan pengujian *switching* manual dengan genset sebagai sumber listrik untuk beban. Untuk mengganti sumber listrik satu ke sumber listrik lainnya, maka tombol *stop* (berwarna merah) dari sumber listrik yang sedang digunakan harus ditekan terlebih dahulu. Setelah itu, tombol *start* (berwarna hijau) dari sumber listrik yang ingin digunakan ditekan.



Gambar 5.3 Pengujian *switching* manual dengan genset sebagai sumber listrik

Seperti pada sebelumnya, ketika tombol *start* dari sumber listrik genset ditekan, maka kontaktor genset akan aktif sehingga beban akan terhubung dengan sumber listrik genset. Karena pada pengujian tidak tersedia genset, maka sumber listrik genset ini disimulasikan menggunakan sumber listrik PLN namun pada terminal yang berbeda. Dapat dilihat bahwa beban menyala dan indikator yang menandakan sumber listrik genset sedang dipilih serta sumber listrik PLN yang sedang tidak dipilih juga menyala.

5.1.1.2 Pengujian Sistem *Switching* otomatis

Pada bagian ini, sistem *switching* otomatis diuji dengan mensimulasikan matinya listrik PLN. Ketika listrik PLN aktif, maka tegangan akan dideteksi oleh sensor ZMPT101B. Arduino Nano sebagai mikrokontroler kemudian akan memerintahkan relay *channel 1* untuk mengaktifkan kontaktor PLN sehingga beban akan terhubung dengan sumber listrik PLN. Sebaliknya, ketika terjadi pemadaman listrik maka tegangan dari PLN tidak akan terbaca. Arduino Nano kemudian akan memerintahkan relay *channel 2* untuk mengaktifkan kontaktor genset sehingga beban akan terhubung dengan sumber listrik genset.



Gambar 5.4 Pengujian *switching* otomatis ketika listrik PLN dihubungkan

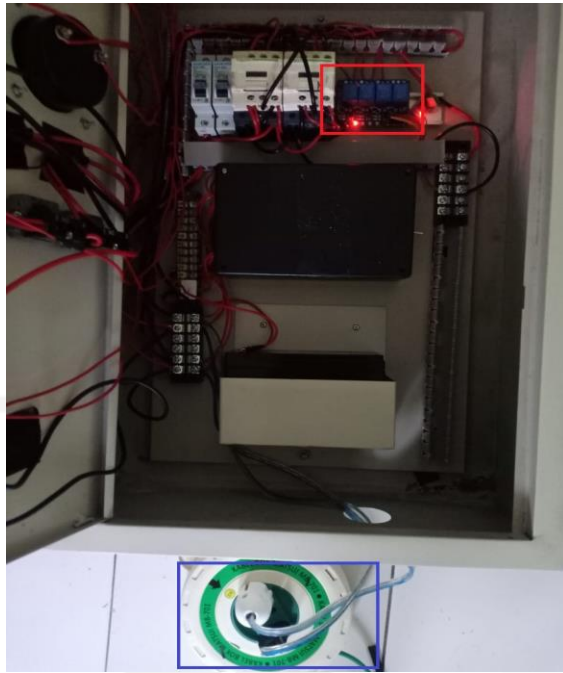
Pada gambar 5.4, *selector switch* diatur pada posisi “AUTO”. Dengan demikian, penekanan tombol pada pintu *panel box* tidak akan mempengaruhi proses *switching*. Selanjutnya, dapat dilihat bahwa ketika listrik PLN dihubungkan (kotak biru), maka sumber listrik yang dipilih adalah PLN meskipun sumber listrik genset juga terhubung (kotak merah). Hal ini ditandai dengan menyalnya lampu pilot PLN ON dan lampu pilot genset OFF. Selanjutnya, disimulasikan pemadaman listrik PLN dengan cara mencabut sumber listrik PLN (kotak biru) dari stop kontak.



Gambar 5.5 Pengujian *switching* otomatis ketika listrik PLN diputus

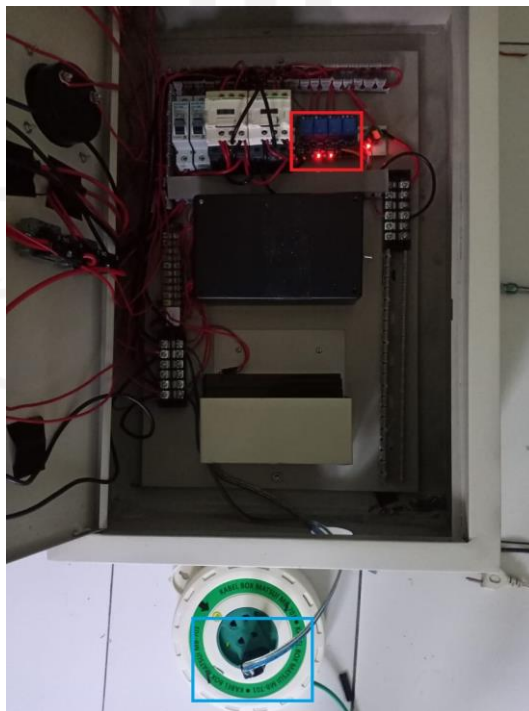
Pada gambar 5.5, dilakukan simulasi kondisi ketika listrik PLN padam. Dapat dilihat sumber listrik PLN (kotak biru) dicabut, sedangkan listrik genset terhubung dengan sistem. Pada gambar 5.5, dapat dilihat bahwa beban tetap menyala dengan menggunakan sumber listrik dari genset dan ditandai dengan menyalnya lampu pilot indikator genset.

Pada *switching* otomatis, pengendalian aktuator-aktuator seperti kontaktor, *buzzer*, *motor starter*, dan lampu pilot *starting* dilakukan oleh relay 4 *channel* yang dikendalikan oleh mikrokontroler seperti pada di bawah ini:



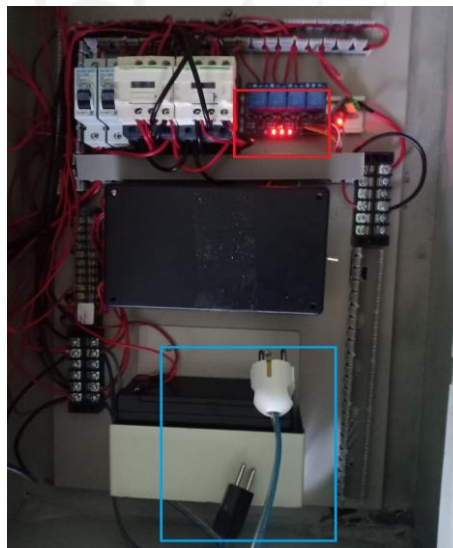
Gambar 5.6 Aktivasi *channel 1* relay

Pada gambar 5.6, ketika sumber listrik PLN dihubungkan dengan sistem (kotak biru), maka *channel 1* (kotak merah) pada relay akan aktif. Hal ini akan mengakibatkan kontaktor PLN aktif sehingga beban terhubung dengan sumber listrik PLN.



Gambar 5.7 Aktivasi *channel* 2 dan 4 relay

Pada gambar 5.7, ketika listrik PLN tidak terhubung, namun listrik genset terhubung (kotak biru), maka *channel* relay yang aktif adalah 2 dan 4 (kotak merah). Pada relay, *channel* 2 berfungsi untuk mengaktifkan kontaktor genset, sedangkan *channel* 4 merupakan kunci kontak genset yang berfungsi untuk membuat genset tetap menyala. Ketika listrik PLN terdeteksi, maka *channel* 4 akan dinonaktifkan sehingga genset akan mati secara otomatis dan beban akan terhubung dengan listrik PLN.



Gambar 5.8 Aktivasi *channel* 2, 3, dan 4 relay

Pada gambar 5.8, ketika kedua sumber listrik tidak terhubung (kotak biru), maka *channel* relay yang aktif adalah 2, 3, dan 4. Pada relay, *channel* 3 berfungsi untuk mengaktifkan *motor starter*, lampu pilot *starting*, dan buzzer. Hal ini dikarenakan ketika tidak ada sumber yang aktif, maka sistem akan berusaha menyalakan genset menggunakan *motor starter* beserta indikator proses *starting* yang ditampilkan pada lampu pilot DC. Selain itu, sistem juga akan mengaktifkan *buzzer* yang berfungsi sebagai alarm untuk memberitahu petani tambak.



Gambar 5.9 Pengujian indikator *starting* dan buzzer

Pada gambar 5.9, dapat dilihat pada kedua voltmeter bahwa sumber listrik PLN dan genset tidak aktif. Hal ini akan memicu menyalnya *starter* yang ditandai dengan indikator berupa lampu pilot DC dan juga *buzzer* sebagai alarm. Ketika salah satu atau kedua sumber listrik terdeteksi, maka *starter*, lampu pilot DC, dan *buzzer* akan mati dengan sendirinya. Berikut merupakan perbandingan perilaku sistem berdasarkan ada/tidaknya sumber listrik:

Tabel 5.1 Perbandingan perilaku sistem berdasarkan ada/tidaknya sumber listrik

No	Kondisi Listrik		Kondisi Kontaktor		Kondisi Lampu Pilot		Kondisi Starter	Kondisi Buzzer	Kondisi Kontak pada Genset
	PLN	Genset	PLN	Genset	PLN	Genset			
1	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON
2	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	OFF	ON
3	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
4	ON	ON	ON	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF

5.1.1.3 Hasil Pengujian Keberhasilan Sistem *Switching* Manual dan Otomatis

Berikut ini merupakan pengujian keberhasilan sistem *switching* manual dan otomatis dalam melakukan penggantian sumber listrik PLN ke genset dan genset ke PLN. Sistem dikatakan berhasil jika dapat mengganti sumber listrik dari PLN ke genset dan sebaliknya berdasarkan pengoperasian *push button* untuk manual dan ada/tidaknya listrik PLN untuk otomatis.

Tabel 5.2 Hasil pengujian keberhasilan sistem *switching* manual dan otomatis

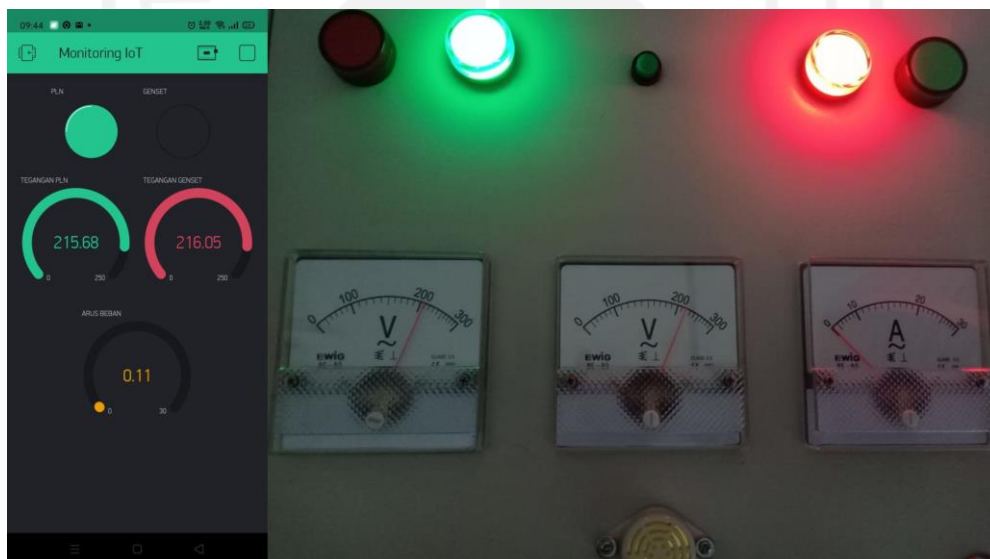
Percobaan	Manual		Otomatis			
	PLN-Genset	Genset-PLN	PLN-Genset		Genset-PLN	
	Status	Status	Status	Waktu (s)	Status	Waktu (s)
1	Berhasil	Berhasil	Berhasil	1,5	Berhasil	1,62
2	Berhasil	Berhasil	Berhasil	1,54	Berhasil	0,95
3	Berhasil	Berhasil	Berhasil	1,93	Berhasil	1,18
4	Berhasil	Berhasil	Berhasil	1,14	Berhasil	1,68
5	Berhasil	Berhasil	Berhasil	1,27	Berhasil	1,56
6	Berhasil	Berhasil	Berhasil	1,93	Berhasil	1,22
7	Berhasil	Berhasil	Berhasil	1,02	Berhasil	0,87
8	Berhasil	Berhasil	Berhasil	2,02	Berhasil	1,21
9	Berhasil	Berhasil	Berhasil	1,88	Berhasil	1,69
10	Berhasil	Berhasil	Berhasil	1,62	Berhasil	1,15
11	Berhasil	Berhasil	Berhasil	1,44	Berhasil	1,56
12	Berhasil	Berhasil	Berhasil	2,11	Berhasil	1,11
13	Berhasil	Berhasil	Berhasil	1,96	Berhasil	1,55
14	Berhasil	Berhasil	Berhasil	1,48	Berhasil	0,96
15	Berhasil	Berhasil	Berhasil	2,23	Berhasil	1,35
16	Berhasil	Berhasil	Berhasil	2,02	Berhasil	1,51
17	Berhasil	Berhasil	Berhasil	1,29	Berhasil	1,09
18	Berhasil	Berhasil	Berhasil	2,15	Berhasil	1,47
19	Berhasil	Berhasil	Berhasil	1,57	Berhasil	1,56
20	Berhasil	Berhasil	Berhasil	1,67	Berhasil	1,63
21	Berhasil	Berhasil	Berhasil	1,86	Berhasil	0,88
22	Berhasil	Berhasil	Berhasil	1,77	Berhasil	0,81
23	Berhasil	Berhasil	Berhasil	2,15	Berhasil	1,19
24	Berhasil	Berhasil	Berhasil	1,68	Berhasil	1,5
25	Berhasil	Berhasil	Berhasil	1,56	Berhasil	0,91
26	Berhasil	Berhasil	Berhasil	1,88	Berhasil	0,92
27	Berhasil	Berhasil	Berhasil	1,78	Berhasil	1,1
28	Berhasil	Berhasil	Berhasil	1,29	Berhasil	1,17
29	Berhasil	Berhasil	Berhasil	1,74	Berhasil	0,8
30	Berhasil	Berhasil	Berhasil	1,2	Berhasil	0,84
Rata-rata				1,689333		1,234667

Berdasar tabel 5.2, dapat diketahui dari 30 kali percobaan, alat mampu berhasil melakukan proses *switching* sebanyak 30 kali sehingga diperoleh persentase keberhasilan 100% baik secara manual maupun otomatis. Selain itu, pada *switching* otomatis dilakukan pengujian waktu transfer untuk mengganti sumber dari PLN ke genset dan sebaliknya. Dari pengujian tersebut, diperoleh nilai rata-rata untuk pengujian waktu transfer dari PLN ke

genset selama 1,689333 detik, sedangkan nilai rata-rata waktu transfer dari genset ke PLN selama 1,234667 detik. Adapun untuk sistem *switching* manual tidak dilakukan pengujian waktu transfer karena waktu yang dibutuhkan bergantung dari penekanan *push button* dan tidak bergantung dari mikrokontroler.

5.1.2 Pengujian Sistem Telemonitoring IoT

Sistem telemonitoring digunakan untuk memantau kondisi kelistrikan pada tambak dari jarak jauh. Pada sistem yang dirancang, digunakan telemonitoring berbasis IoT (*Internet of Things*) dengan modul NodeMCU ESP8266 dan ditampilkan pada aplikasi Blynk melalui koneksi internet. Dengan menggunakan sistem telemonitoring, sumber listrik yang sedang digunakan, nilai tegangan dari kedua sumber listrik, dan konsumsi arus oleh beban dapat dipantau dari *smartphone* pengguna.



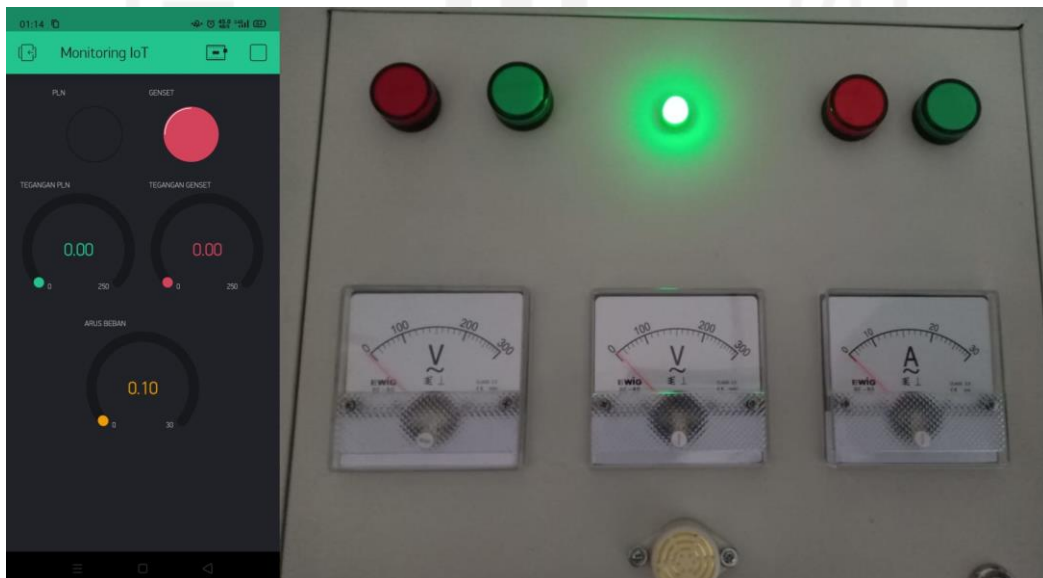
Gambar 5.10 Pengujian sistem telemonitoring IoT dengan kedua sumber listrik aktif

Pada gambar 5.10, Blynk akan menampilkan nilai tegangan dari kedua sumber, arus yang dikonsumsi beban, serta sumber listrik yang digunakan untuk beban. Dapat dilihat bahwa nilai tegangan yang terbaca pada Blynk dan voltmeter pada panel cenderung mendekati, yaitu sekitar 215V. Selain itu, pada Blynk dapat dilihat bahwa sumber listrik yang digunakan beban adalah dari PLN sebagaimana yang ditunjukkan oleh lampu pilot pada *panel box*. Adapun nilai arus yang mengalir ke beban cenderung tidak terbaca baik pada sistem telemonitoring di aplikasi Blynk, maupun pada amperemeter dikarenakan terlalu kecilnya beban yang digunakan dalam pengujian.



Gambar 5.11 Pengujian sistem telemonitoring IoT ketika listrik PLN dimatikan

Pada gambar 5.11, dapat dilihat bahwa ketika sumber listrik PLN dimatikan, maka tegangan PLN yang terbaca adalah 0V. Selain itu, pada aplikasi Blynk juga ditampilkan sumber listrik yang digunakan beban berubah menjadi listrik genset.



Gambar 5.12 Pengujian sistem telemonitoring IoT ketika kedua sumber listrik tidak aktif

Berdasarkan gambar 5.12, ketika tidak ada sumber listrik yang aktif, maka pembacaan nilai tegangan baik pada aplikasi Blynk ataupun pada voltmeter adalah 0V.

Berikut ini merupakan nilai pembacaan pada multimeter sebagai pembandingan tegangan yang terbaca pada sistem:



Gambar 5.13 Pembacaan nilai tegangan PLN (kiri) dan genset (kanan)

Dari hasil pembacaan pada gambar 5.13, diketahui pembacaan tegangan oleh sistem telemonitoring IoT sudah cukup akurat. Adapun pembacaan arus oleh sensor ACS712 masih diperlukan pengujian dan kalibrasi ulang dikarenakan tidak adanya beban berat yang dapat mensimulasikan beban pada tambak udang sesungguhnya.

5.1.2.1 Hasil Pengujian Keberhasilan Sistem Telemonitoring IoT

Berikut ini merupakan hasil pengujian keberhasilan sistem telemonitoring IoT dalam melakukan pemantauan serta waktu transfer yang dibutuhkan untuk menampilkan hasil.

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Keberhasilan Sistem Telemonitoring IoT

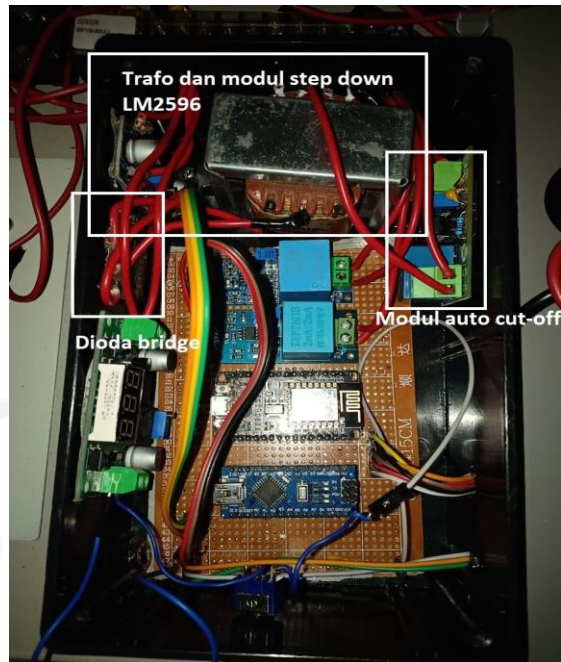
Percobaan	Sistem Telemonitoring IoT			
	PLN-Genset		Genset-PLN	
	Status	Waktu (s)	Status	Waktu (s)
1	Berhasil	1,43	Berhasil	2,5
2	Berhasil	1,54	Berhasil	1,18
3	Berhasil	2,16	Berhasil	0,83
4	Berhasil	1,41	Berhasil	2,5
5	Berhasil	1,98	Berhasil	1,72
6	Berhasil	1,22	Berhasil	1,53
7	Berhasil	2,32	Berhasil	2,7
8	Berhasil	1,38	Berhasil	4,89
9	Berhasil	4,44	Berhasil	1,94

Percobaan	Sistem Telemonitoring IoT			
	PLN-Genset		Genset-PLN	
	Status	Waktu (s)	Status	Waktu (s)
10	Berhasil	13,38	Berhasil	2,31
11	Berhasil	6,4	Berhasil	2,56
12	Berhasil	2,82	Berhasil	1,16
13	Berhasil	3,21	Berhasil	2,4
14	Berhasil	1,17	Berhasil	1,61
15	Berhasil	1,23	Berhasil	1,75
16	Berhasil	2,44	Berhasil	1,47
17	Berhasil	1,87	Berhasil	1,62
18	Berhasil	2,84	Berhasil	1,94
19	Berhasil	7,87	Berhasil	1,9
20	Berhasil	3,74	Berhasil	1,8
21	Berhasil	5,65	Berhasil	2,04
22	Berhasil	1,84	Berhasil	2,51
23	Berhasil	11,79	Berhasil	2,4
24	Berhasil	3,41	Berhasil	1,47
25	Berhasil	7,03	Berhasil	3,93
26	Berhasil	1,76	Berhasil	1,42
27	Berhasil	1,39	Berhasil	1,47
28	Berhasil	1,62	Berhasil	1,17
29	Berhasil	1,66	Berhasil	1,43
30	Berhasil	1,09	Berhasil	2,68
Rata-rata		3,403		2,027667

Berdasarkan tabel 5.2, dari 30 kali pengujian terhadap keberhasilan sistem telemonitoring IoT dalam melakukan pemantauan penggantian sumber listrik dari PLN ke genset dan sebaliknya, sistem berhasil melakukan 30 kali pemantauan atau dengan persentase keberhasilan 100%. Selain itu, diketahui juga waktu transfer rata-rata untuk menampilkan perubahan sumber listrik PLN ke genset dan genset ke PLN secara berurutan selama 3,403 detik dan 2,027667 detik.

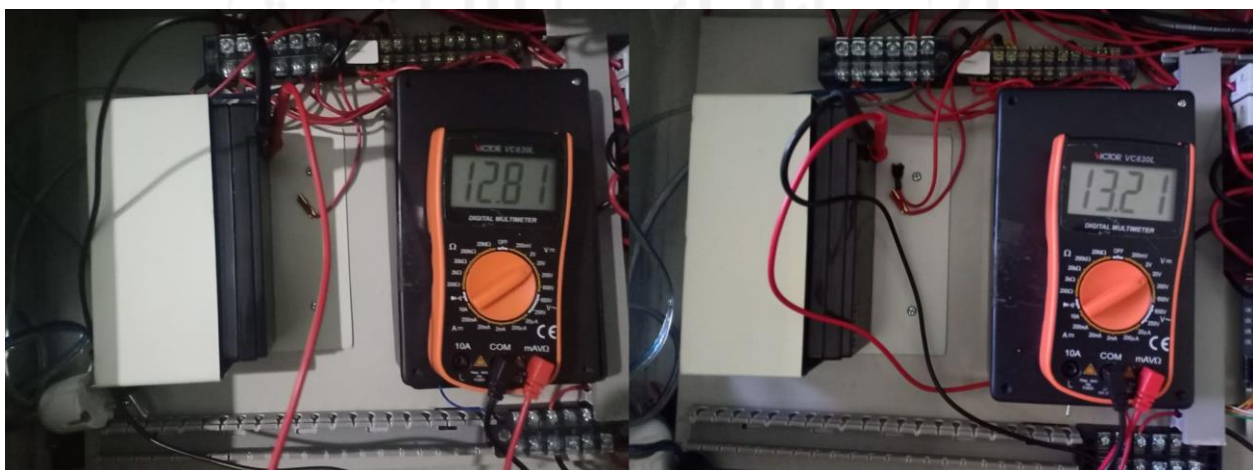
5.1.3 Pengujian Sistem Charging

Sistem *charging* digunakan untuk mengisi daya dari baterai VRLA 12V yang digunakan untuk menghidupkan mikrokontroler, sensor, aktuator, dan *motor starter*. Pada sistem yang dibuat, *charger* akan menurunkan tegangan 220VAC menjadi 15VAC menggunakan trafo. Tegangan yang telah diturunkan kemudian akan disearahkan sehingga menjadi listrik DC yang masih berpulsa-pulsa menggunakan dioda *bridge*. Agar stabil, maka digunakan modul regulator *step down* LM2596 yang tegangan keluarannya dapat diatur. Berikut ini merupakan sistem *charging* yang telah dibuat:



Gambar 5.14 Sistem *charging* yang telah dibuat

Pada gambar 5.14, digunakan modul *auto cut-off* yang berfungsi mengisi atau memutus daya dari *charger* menuju baterai. Modul ini menggunakan batas tegangan atas dan bawah sebagai acuannya. Ketika tegangan baterai mencapai batas bawah yang telah diatur, maka modul akan menghubungkan trafo dengan listrik AC 220V sehingga *charger* akan menyala. Namun, ketika tegangan baterai telah mencapai batas atas, maka modul akan memutus trafo dari listrik AC 220V sehingga *charger* akan mati. Hal ini bertujuan agar pengisian daya baterai tidak berlebihan. Pada modul yang digunakan, telah diatur tegangan batas bawah pengisian daya adalah 12,6V, sedangkan batas atasnya adalah 13,8V. Berikut ini merupakan hasil pengujian sistem *charging* yang telah dibuat:



Gambar 5.15 Tegangan baterai sebelum diisi daya (kiri) dan sesudah diisi daya (kanan)

5.1.2.1 Hasil Pengujian Keberhasilan Sistem *Charging*

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Keberhasilan Sistem Charging

Perocobaan	Sistem Charging	
	Pengisian batas bawah	Pemutusan batas atas
1	Berhasil	Berhasil
2	Berhasil	Berhasil
3	Berhasil	Berhasil
4	Berhasil	Berhasil
5	Berhasil	Berhasil
6	Berhasil	Berhasil
7	Berhasil	Berhasil
8	Berhasil	Berhasil
9	Berhasil	Berhasil
10	Berhasil	Berhasil
11	Berhasil	Berhasil
12	Berhasil	Berhasil
13	Berhasil	Berhasil
14	Berhasil	Berhasil
15	Berhasil	Berhasil
16	Berhasil	Berhasil
17	Berhasil	Berhasil
18	Berhasil	Berhasil
19	Berhasil	Berhasil
20	Berhasil	Berhasil
21	Berhasil	Berhasil
22	Berhasil	Berhasil
23	Berhasil	Berhasil
24	Berhasil	Berhasil
25	Berhasil	Berhasil
26	Berhasil	Berhasil
27	Berhasil	Berhasil
28	Berhasil	Berhasil
29	Berhasil	Berhasil
30	Berhasil	Berhasil

Berdasarkan tabel 5.4, diketahui sistem *charging* berhasil memutus daya ketika tegangan baterai telah mencapai batas atas dan mengisi daya ketika tegangan baterai mencapai batas bawah

sebanyak 30 kali dari 30 kali percobaan. Hal ini menandakan bahwa persentase keberhasilan sistem adalah sebesar 100%.

5.1.4 Pengujian Lapangan

Pengujian dilakukan pada tambak di daerah Berbah, Sleman, DIY. Pada pengujian digunakan pada kolam berukuran 400 m², dengan kedalaman 1.5 m. Beban yang digunakan pada kolam merupakan kincir air dengan daya 1 HP (746 W) 1 *phase*. Pada pengujian digunakan 2 sumber tegangan PLN dan genset dengan daya 6500 W.



Gambar 5.16 Kolam Pengujian

Dari pengujian alat mampu melakukan *switching* dari jaringan listrik PLN ke genset ketika listrik PLN dimatikan dan dari genset ke PLN ketika listrik PLN dinyalakan kembali. Berikut ini merupakan pemasangan alat pada *plant*:





Gambar 5.17 Pemasangan alat pada *plant*



Gambar 5.18 Kondisi kincir air ketika alat digunakan

Saat pengujian alat mampu menyuplai listrik ke kincir air, ketika listrik PLN aktif maka listrik yang digunakan PLN dan ketika genset aktif maka listrik genset yang digunakan. Dari kedua kondisi tersebut alat mampu mempertahankan kincir agar tetap hidup.

5.2 Pengalaman Pengguna

Berdasarkan testimoni dari pengguna, fungsi sistem yang dapat menghidupkan genset secara otomatis dapat membantu kerja pengguna dalam menjaga sistem kelistrikan tambak agar tetap hidup. Pengguna tidak perlu lagi *standby* di lokasi. Sistem alarm yang digunakan akan menghilangkan kekhawatiran pengguna jika pengguna secara tidak sengaja ketiduran dalam menunggu tambak. Namun karena alat hanya diuji coba menggunakan stop kontak dan belum diuji secara langsung pada genset milik pengguna. Petani masih belum merasa puas. Sistem tidak diuji coba pada genset pengguna karena genset yang digunakan oleh pengguna masih menggunakan sistem *starting recoil*/engkol sehingga dibutuhkan sistem mekanis tambahan untuk menghubungkan alat dengan genset.

Adapun untuk harga alat yang diestimasi akan seharga 2 juta berdasarkan RAB yang dihabiskan. Pengguna menganggap bahwa harga tersebut cukup murah jika dibandingkan fungsi yang ditawarkan, hal ini berdasarkan perbandingan dengan harga kincir yang digunakan pengguna.

Tabel 5.2 Pengalaman Pengguna

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Fungsi	Fungsi sebagai sistem <i>switching</i> otomatis antara listrik PLN dan genset secara <i>real time</i> sudah berjalan dengan baik	Dipertahankan
2	Kemudahan	Pengoperasian alat cukup mudah cukup menyambungkan alat kepada sumber listrik PLN dan genset, dan menekan push button yang telah tersedia	Dipertahankan.
3	Keamanan	Keamanan saat penggunaan alat sudah cukup baik karena terdapat beberapa keamanan	Penggunaan MCB untuk menanggulangi adanya kelebihan beban pada alat

5.3 Dampak Implementasi Sistem

5.3.1 Teknologi/Inovasi

Alat ini memiliki beberapa hal yang baru jika dibandingkan dengan alat yang sudah ada. Alat ini menggunakan sistem *switching* yang memiliki cara pengoperasian yang mudah. Alat ini juga memiliki sistem *charging* otomatis untuk aki yang menyuplai mikrokontroler yang digunakan. Alat ini juga telah dilengkapi dengan monitoring jarak jauh atau biasa disebut *IoT* (*Internet of Things*) dengan perantara aplikasi yaitu Blynk. Semua hal diatas merupakan sebuah contoh kemajuan teknologi yang digunakan pada alat ini dan terutama pada daerah tambak yang mana para petani tambak masih kurang memahami tentang banyaknya kegunaan tentang kemajuan teknologi.

5.3.2 Ekonomi

Pada hari biasanya petani tambak harus secara berkala untuk menjaga tambak udang mereka, tidak jarang juga mereka menyewa tenaga kerja untuk mengawasi keadaan tambak mereka. Dengan adanya alat ini maka petani tambak dapat lebih menghemat dikarenakan alat ini dapat bekerja secara otomatis dan dapat dipantau secara *online* dari manapun lokasinya. Petani dapat menghemat akomodasi untuk biaya transportasi untuk mengecek keadaan listrik tambak dan tidak perlu menyewa orang. Berdasarkan [9] keuntungan dari tambak udang ketika panen dapat mencapai Rp 150 juta, sehingga ketika terjadi gagal panen kerugian yang dialami tidak sedikit. Dengan menggunakan alat ini, resiko kerugian petani tambak akibat gagal panen karena kelalaian dalam melakukan *switching* ketika pemadaman lampu dapat berkurang.

5.3.3 Budaya

Alat ini dapat mengubah budaya kerja di masyarakat. Hal ini dikarenakan sistem otomatis yang ditawarkan dapat berpotensi menggantikan pekerjaan masyarakat sebagai penjaga tambak. Oleh karena itu, dengan adanya alat ini, masyarakat harus beradaptasi terhadap perubahan yang terjadi dengan terus berinovasi dalam menyelesaikan masalah sehingga tidak tergantikan oleh teknologi.



BAB 6: Kesimpulan dan Saran

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan masalah dan usulan yang telah ada maka dibuat sebuah alat yang memiliki sebuah sistem utama untuk sebuah proses *switching* listrik. Beberapa informasi mengenai alat ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Alat ini mampu melakukan *switching* secara otomatis maupun manual antara listrik PLN dan genset.
2. Alat ini menggunakan sistem telemonitoring berupa IoT (*Internet of Things*) dengan perantara Blynk.
3. Alat ini memiliki sistem *charging* otomatis untuk mengisi daya aki yang menyuplai mikrokontroler.
4. Alat ini dibuat berdasarkan keluhan kesah para petani tambak udang dikarenakan seringnya terjadi pemadaman listrik oleh PLN pada tambak udang mereka.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil pelaksanaan tugas akhir, kami memiliki beberapa saran untuk penelitian kedepannya agar performa dari sistem menjadi lebih baik lagi, yaitu:

1. Adanya penambahan fitur pada sistem IoT (*Internet of Things*) yang digunakan seperti penambahan fitur *on/off* untuk sistem yang sekarang hanya dapat memonitoring kinerja sistemnya saja.
2. Pembuatan konektor alat untuk menyambungkan sistem alat kepada genset secara mudah dan dapat disambungkan pada berbagai macam variasi genset.
3. Penambahan *database* untuk menyimpan hasil monitoring yang telah terekap.

Daftar Pustaka

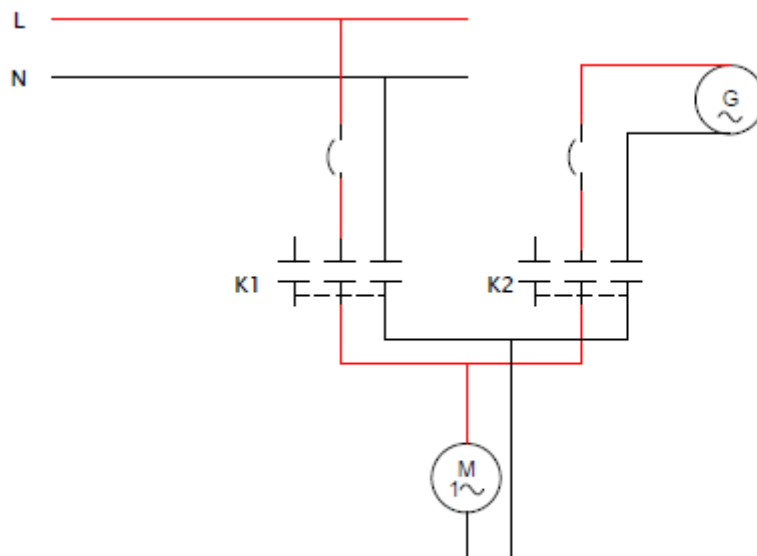
- [1] Admin, “TRIWULAN I 2020, NILAI EKSPOR PERIKANAN CAPAI USD1,24 MILIAR,” 2020. <https://kkp.go.id/artikel/18769-triwulan-i-2020-nilai-ekspor-perikanan-capai-usd1-24-miliar> (accessed Nov. 01, 2020).
- [2] S. Arsad, A. Afandy, A. P. Purwadhi, B. Maya V, D. K. Saputra, and N. R. Buwono, “Studi Kegiatan Budidaya Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Penerapan Sistem Pemeliharaan Berbeda,” *J. Ilm. Perikan. dan Kelaut.*, vol. 9, no. 1, p. 1, 2017, doi: 10.20473/jipk.v9i1.7624.
- [3] T. Itano *et al.*, “Water circulation induced by mechanical aerators in a rectangular vessel for shrimp aquaculture,” *Aquac. Eng.*, vol. 85, no. March, pp. 106–113, 2019, doi: 10.1016/j.aquaeng.2019.03.006.
- [4] Aulia, “Ratusan Kilo Udang Di Tambak Nelayan Lingga Mati Akibat Listrik PLN Padam,” 2020. <https://presmedia.id/berita-7401/ratusan-kilo-udang-di-tambak-nelayan-lingga-mati-akibat-listrik-padam.html> (accessed Jun. 10, 2020).
- [5] V. F. Thomas, “Mati Listrik Massal Rugikan UMKM Perikanan, Seperti Koi dan Udang,” 2019. <https://tirto.id/mati-listrik-massal-rugikan-umkm-perikanan-seperti-koi-dan-udang-efK6> (accessed Jun. 10, 2020).
- [6] D. Hendarto, J. Kh, S. Iskandar, and K. Pos, “Rancang Bangun Panel Automatic Transfer Switch (ATS) Dan Automatic Main Failure (AMF) Kapasitas 66 kVA,” *JUTEK J. Tek. Elektro Sains*, vol. 2, no. 1, pp. 21–32, 2015, [Online]. Available: <http://ejournal.uika-bogor.ac.id/index.php/JUTEKS/article/view/344>.
- [7] Joel Panjaitan, “RANCANG BANGUN GENSET OTOMATIS MENGGUNAKAN KONTAKTOR DENGAN TENAGA BATERAI 12 V, 50 AH,” *ATDS SAINTECH - J. Eng. Ranc.*, pp. 1–12, 2019.
- [8] D. A. Wibowo, “Rancang Bangun Implementasi Internet of Things Kontrol Dan Monitoring Pada Generator Set 2 Kva,” 2019.

- [9] Prismo, “Panen Udang Meningkatkan Berkat Listrik PLN,” *Petrominer*, 17-Sep-2020. [Online]. Available: <https://petrominer.com/panen-udang-meningkat-berkat-listrik-pln/>. [Accessed: 17-May-2021].

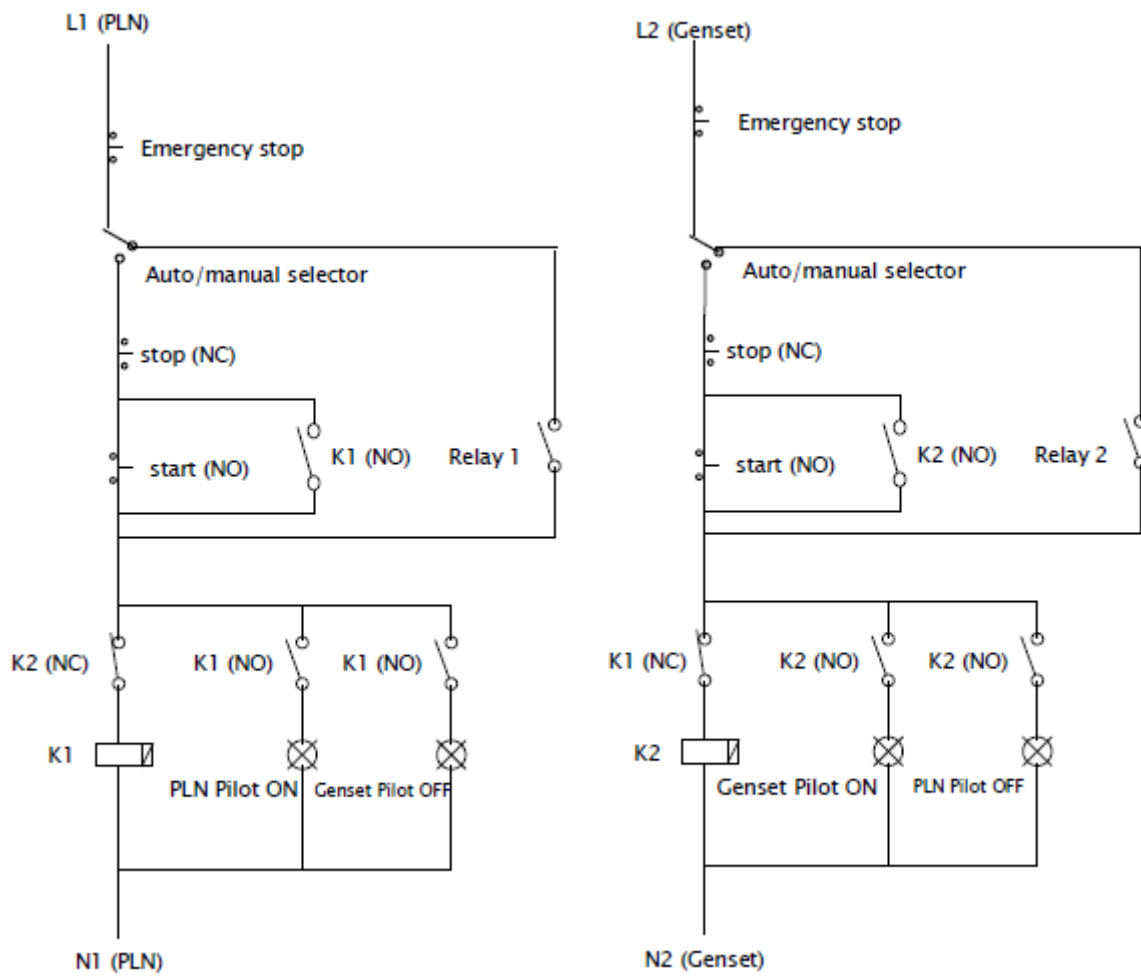
LAMPIRAN – LAMPIRAN

Hari, Tanggal	Deskripsi Kegiatan
2 Maret 2021	Merangkai kontaktor
6 Maret 2021	Merangkai kontaktor, push button on/off, push button emergency dan selector untuk genset dan PLN
15 Maret 2021	Merangkai rangkaian IoT dan melakukan percobaan dan bimbingan TA2
17 Maret 2021	Merangkai rangkaian charger
22 Maret 2021	Memasang auto cut off rangkaian charger dan bimbingan TA2
23 Maret 2021	Membuat power supply untuk arduino dan mikrokontroler
29 Maret 2021	Bimbingan TA2
1 April 2021	Kalibrasi sensor tegangan
2 April 2021	Menyelesaikan TA201
3 April 2021	Survey Panel Box
5 April 2021	Membuat layout penempatan komponen di panel box dan bimbingan TA2
6 April 2021	Kalibrasi sensor arus
8 April 2021	Membuat layout penempatan komponen di charger box dan bimbingan TA2
16 April 2021	Kalibrasi Sensor
17 April 2021	Bor Box Panel
19 April 2021	Bimbingan TA2
21 April 2021	Revisi Box Panel
22 April 2021	Pemasangan Komponen di Panel Box
23 April 2021	Pemasangan Komponen di Panel Box
24 April 2021	Pengujian Alat di Tambak

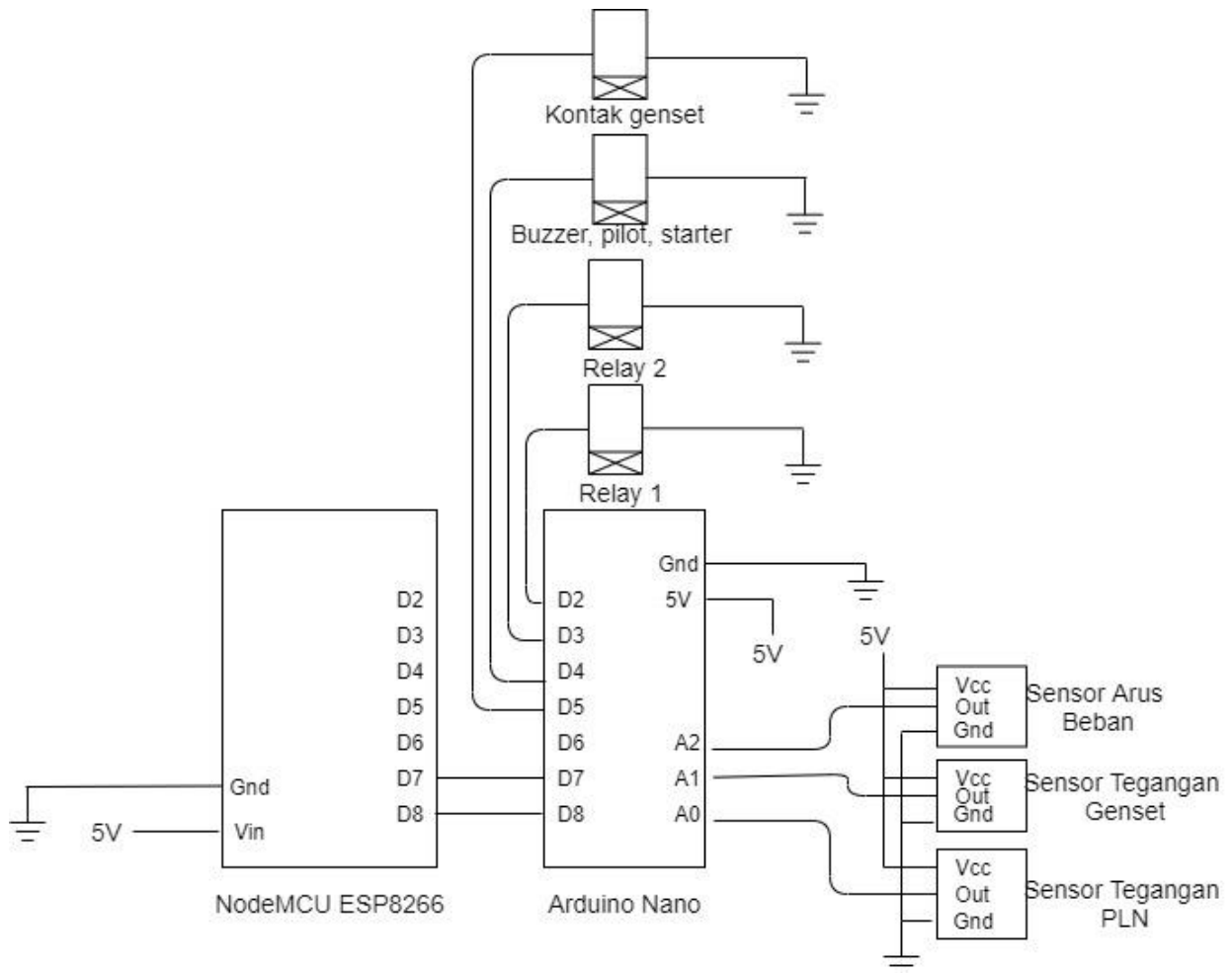
No	Tanggal pembelian	Keterangan	Jumlah	Harga Satuan	Subtotal	Bukti/No. nota
1	2 Maret 2021	Magnetic Contactor Schneider	1	Rp 175,000	Rp 175,000	1
2	2 Maret 2021	Sensor tegangan (voltage) ZMPT	1	Rp 45,000	Rp 45,000	1
3	4 Maret 2021	LAMPU PILOT BESAR 220V /APT AD 16-22	1	Rp 8,500	Rp 8,500	2
4	6 Maret 2021	Magnetic Contactor Schneider	1	Rp 175,000	Rp 175,000	3
5	6 Maret 2021	PUSH BUTTON RESET (EMERGENCY) EWIG	2	Rp 25,000	Rp 50,000	3
6	7 Maret 2021	Pilot Lamp 22mm 220V RED-INDIKATOR LAMP	1	Rp 5,100	Rp 5,100	4
7	7 Maret 2021	Pilot Lamp 22mm 220V GREEN-INDIKATOR LAMP	2	Rp 5,100	Rp 10,200	4
8	7 Maret 2021	Push Button 22mm LAYS Green+Tombol ON Lays Hijau	1	Rp 12,000	Rp 12,000	4
9	7 Maret 2021	Push Button 22mm LAYS Red+Tombol ON Lays Merah	1	Rp 12,000	Rp 12,000	4
10	7 Maret 2021	CAM SWITCH MAN OFF AUTO - 2P - KINOGAWA	1	Rp 50,000	Rp 50,000	4
11	8 maret 2021	Emergency Stop (Red Mushroom)	1	Rp 47,000	Rp 47,000	5
12	19 Maret 2021	LM2596 Adjustable DC-DC Step Down Module	1	Rp 10,000	Rp 10,000	6
13	19 Maret 2021	Modul Sensor Arus ACS712-30A	1	Rp 24,000	Rp 24,000	6
14	22 Maret 2021	Modul Controlli Charger Xh-M601 12V	1	Rp 40,000	Rp 40,000	7
15	22 Maret 2021	T Blok Besar 2x12 Pln + pelindung	1	Rp 13,500	Rp 13,500	7
16	31 Maret 2021	Buzzer Besar 5FM-27 DC 3-24V	1	Rp 7,000	Rp 7,000	8
17	1 April 2021	SENSOR TEGANGAN (VOLTAGE) ZMPT	1	Rp 45,000	Rp 45,000	9
18	2 April 2021	ACCU Kering Panasonic 12V/7.2AH	1	Rp 170,000	Rp 170,000	10
19	3 April 2021	Relay Module 4 CH	1	Rp 26,000	Rp 26,000	11
20	3 April 2021	Ampere Meter Analog Direct EWIG	1	Rp 38,500	Rp 38,500	12
22	3 April 2021	Terminal Block Blok 25A 6P	2	Rp 5,500	Rp 11,000	12
23	3 April 2021	Volt Meter Analog EWIG 300V	2	Rp 35,000	Rp 70,000	12
24	5 April 2021	Box Panel 60x40x20	1	Rp 330,000	Rp 330,000	13
25	6 April 2021	Lampu Pilot NXD-212/DC-12V Cover	1	Rp 6,500	Rp 6,500	
25	8 April 2021	Box RC	1	Rp 15,000	Rp 15,000	14
26	8 April 2021	Dak Kabel	1	Rp 14,500	Rp 14,500	15
27	8 April 2021	Rel MCB	1	Rp 20,000	Rp 20,000	15
28	12 April 2021	NODEMCU LUA DEVELOPMENT BOARD	1	Rp 45,000	Rp 45,000	16
29	12 April 2021	1x40 Pin Female Header	1	Rp 3,500	Rp 3,500	16
29	12 April 2021	PCB Lubang IC	1	Rp 6,000	Rp 6,000	16
30	21 April 2021	Kabel NYAF 1.5 mm	12.5	Rp 1,250	Rp 15,625	17
30	21 April 2021	Kabel NYAF 2.5 mm	12.5	Rp 3,000	Rp 37,500	17
30	21 April 2021	Revisi Box Panel	1	Rp 400,000	Rp 400,000	18
Total					Rp 1,938,425	



Gambar Diagram daya sistem



Gambar Diagram kendali PLN (kiri) dan genset (kanan)



Gambar Koneksi komponen pada mikrokontroler

