

PENGUJIAN SISTEM MONITORING KONDISI LINGKUNGAN PERAIRAN DENGAN MEMPERHATIKAN KONSUMSI DAYA DAN JARAK PENGIRIMAN DATA DENGAN MENGGUNAKAN WAHANA BUOY

Joga Dharma Setiawan¹, Paryanto², Hanif Muhammad Rakha³
^{1,2,3} Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, S.H., Semarang 50275, Indonesia
*Email: rakhanif2@gmail.com

Abstrak

Marine heatwaves dapat menyebabkan dampak buruk bagi kehidupan laut. *Marine heatwaves*, yang dapat disebabkan oleh kombinasi proses atmosfer dan oseanografi, memiliki pengaruh yang kuat terhadap struktur dan fungsi ekosistem laut. Sebagai contohnya yaitu pada musim panas boreal pada tahun 2003 gelombang panas yang ada di atmosfer yang berada di Eropa menyebabkan peningkatan laju fluks udara-udara menuju laut Mediteranaia Utara, yang dikombinasikan dengan angin lemah sehingga menyebabkan stratifikasi termal skala regional dan anomaly pemanasan 2-3°C di permukaan air. Adapun salah satu peralatan dari sistem informasi kelautan ini adalah sistem *buoy*. Pada dasarnya *buoy* adalah wahana yang dilengkapi berbagai macam sensor yang menghasilkan data berupa parameter-parameter kelautan. *Buoy* pada prinsipnya adalah sebuah alat yang mengapung di atas permukaan air yang kemudian diikat pada sebuah jangkar. Umumnya *buoy* tertambat terdiri dari dua bagian utama, di atas dan di bawah permukaan air. Bagian atas yang mengapung di permukaan berfungsi sebagai tempat komponen elektronika. Sedangkan bagian bawah permukaan *buoy* terdapat rantai yang mengikat *buoy* ke jangkar di dasar perairan. Berdasarkan uraian di atas maka penulis ingin membuat sebuah sistem monitoring lingkungan dengan teknologi LoRa pada *prototype* model *buoy* yang berfungsi untuk memantau kondisi perairan. Selanjutnya dilakukan pula pengujian jarak jangkauan dan konsumsi daya sistem monitoring dengan menggunakan teknologi LoRa dan teknologi GSM. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa teknologi LoRa mampu mengirim data secara stabil dengan jangkauan hingga 1000 meter yang dikarenakan terdapatnya beberapa hambatan yang terdapat pada lokasi pengujian. Sedangkan modul GSM mampu mengirim data secara stabil dengan jangkauan hingga 2000 meter. Didapatkan pula bahwa teknologi LoRa mengonsumsi daya sebesar 0,0066 watt pada kondisi *idle* serta mengonsumsi daya sebesar 0,0561 watt pada saat mengirimkan data dengan *spreading factor* 7 dan sebesar 0,2508 watt pada *spreading factor* 12 dalam sekali mengirimkan data, lebih kecil jika dibandingkan dengan modul GSM yang mengonsumsi daya sebesar 0,1565 watt ketika dalam kondisi *idle* serta 0,463 watt disaat kondisi mencari sinyal, dan 0,928 watt ketika dalam kondisi mengirimkan data dalam sekali pengiriman.

Kata kunci: buoy; energi; lora; monitoring; perairan

Abstract

Marine heatwaves can have a negative impact on marine life. *Marine heatwaves*, which can be caused by a combination of atmospheric and oceanographic processes, have a strong influence on the structure and function of marine ecosystems. For example, in the boreal summer of 2003, a heat wave in the atmosphere in Europe caused an increase in the rate of air-air flux towards the North Mediterranean Sea, which combined with weak winds caused regional-scale thermal stratification and a warming anomaly of 2-3°C in the north water level. One of the equipment of this marine information system is the *buoy* system. Basically a *buoy* is a vehicle equipped with various sensors that produce data in the form of marine parameters. *Buoy* in principle is a device that floats on the surface of the water which is then tied to an anchor. Generally moored buoys consist of two main parts, above and below the water surface. The upper part that floats on the surface serves as a place for electronic components. Meanwhile, at the bottom of the *buoy* there is a chain that binds the *buoy* to an anchor at the bottom of the water. Based on the description above, the author wants to create an environmental monitoring system with LoRa technology on a *prototype* *buoy* model that functions to monitor water conditions. Furthermore, testing of the range and power consumption of the monitoring system was also carried out using LoRa technology and GSM technology. From the test results, it was found that LoRa technology is able to send data stably with a range of up to 1000 meters due to the presence of several obstacles at the test location. While the GSM module is able to send data stably with a range of up to 2000 meters. It was also found that LoRa technology consumes 0.0066 watts of power at *idle* and consumes 0.0561 watts of power when sending data with a *spreading factor* of 7 and 0.2508 watts at a *spreading factor* of 12 in one sending data, which is smaller than with a GSM module that consumes 0.1565 watts of power when it's *idle* and 0.463 watts when looking for a signal, and 0.928 watts when it's sending data in one transmission.

Keywords: buoy; energy; lora; monitoring; waters

1. Pendahuluan

Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) secara geografis terletak di sekitar garis khatulistiwa. Tiga perempat wilayah Indonesia adalah wilayah perairan, yang terdiri dari kurang lebih 3,351 juta km² wilayah laut (perairan pedalaman, kepulauan, dan laut territorial) dan kurang lebih 2,936 juta km² wilayah perairan Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) dan landasan kontinen. NKRI mempunyai panjang daris pantai terpanjang kedua setelah Kanada, yaitu 99.093 km [1]. Selain ikan, kekayaan laut Indonesia di wilayah pesisir berupa sumber daya hayati seperti mangrove, terumbu karang, dan padang lamun. Jenis biota laut di Indonesia yang teridentifikasi baru keitar 6.869 jenis termasuk tumbuhan laut (mangrove, alga, dan lamun), yang terbagi 77,87 persen fauna laut, 14,14 persen alga, 2,08 persen flora laut, dan 5,91 persen mikroba laut. Selain potensi dari sector perikanan, laut Indonesia terkenal mempunyai keanekaragaman hayati dan keindahan pantai yang dapat menjadi daya tarik wisatawan lokal maupun mancanegara. Keindahan laut Indonesia terkenal sampai ke mancanegara [2]. Kondisi wilayah laut juga memiliki andil besar dalam perubahan iklim dan cuaca dunia. Perbedaan temperatur permukaan laut serta arah angin laut merupakan salah satu aspek dalam perubahan iklim dan cuaca [3].

Suhu permukaan laut merupakan parameter kelautan yang mempengaruhi fisis laut dunia. Peningkatan kecil pada suhu permukaan laut secara tidak langsung dapat berdampak seperti terjadi pemutihan karang dan kematian organisme laut. Selain itu peningkatan suhu permukaan laut berpengaruh terhadap fenomena El nino/Southern Oscillation (ENSO) yang dikenal dengan istilah El nino. Fenomena El nino di Indonesia akan membuat curah hujan menuruh di daerah Indonesia [4]. Penyebab kerusakan ekosistem laut dapat berasal dari pencemaran lingkungan, perubahan temperatur perairan, serta perubahan iklim dunia. Gelombang panas atau *heatwaves* biasa terjadi di atmosfer. Gelombang panas ini menyebabkan cuaca panas yang terlalu lama. Namun, gelombang panas juga apat terjadi di laut dan ini dikenal sebagai gelombang panas laut atau biasa dikenal dengan *marine heatwaves*. *Marine heatwaves* terjadi Ketika suhu lautan sangat hangat untuk waktu yang lama dan dapat memiliki dampak yang signifikan terhadap ekosistem kelautan. [5]. Oleh karena itu, pengamatan tentang kondisi lingkungan laut Indonesia sangat penting untuk dilakukan. Tujuannya adalah untuk memaksimalkan pemanfaatan potensi sumber daya laut dan mencegah dampak yang lebih besar dari bencana.

Adapun salah satu peralatan dari sistem informasi kelautan ini adalah sistem *buoy*. Pada dasarnya *buoy* adalah wahana yang dilengkapi berbagai macam sensor yang menghasilkan data berupa parameter-parameter kelautan [6]. *Buoy* pada prinsipnya adalah sebuah alat yang mengapung diatas permukaan air yang kemudian diikat pada sebuah jangkar. Umumnya *buoy* tertambat terdiri dari dua bagian utama, di atas dan di bawah permukaan air. Bagian atas yang mengapung di permukaan berfungsi sebagai tempat komponen elektronika. Sedangkan bagian bawah permukaan *buoy* terdapat rantai yang mengikat *buoy* ke jangkar di dasar perairan [7]. *Buoy* yang ada di Indonesia rata-rata berfungsi untuk mendeteksi gelombang tsunami yang ada di Indonesia. Jika dikembangkan lebih lanjut, selain menjadi pendeteksi tsunami, *buoy* juga dapat digunakan untuk memantau aktivitas kegiatan bawah laut seperti aktivitas terumbu karang ataupun biota laut yang lain.

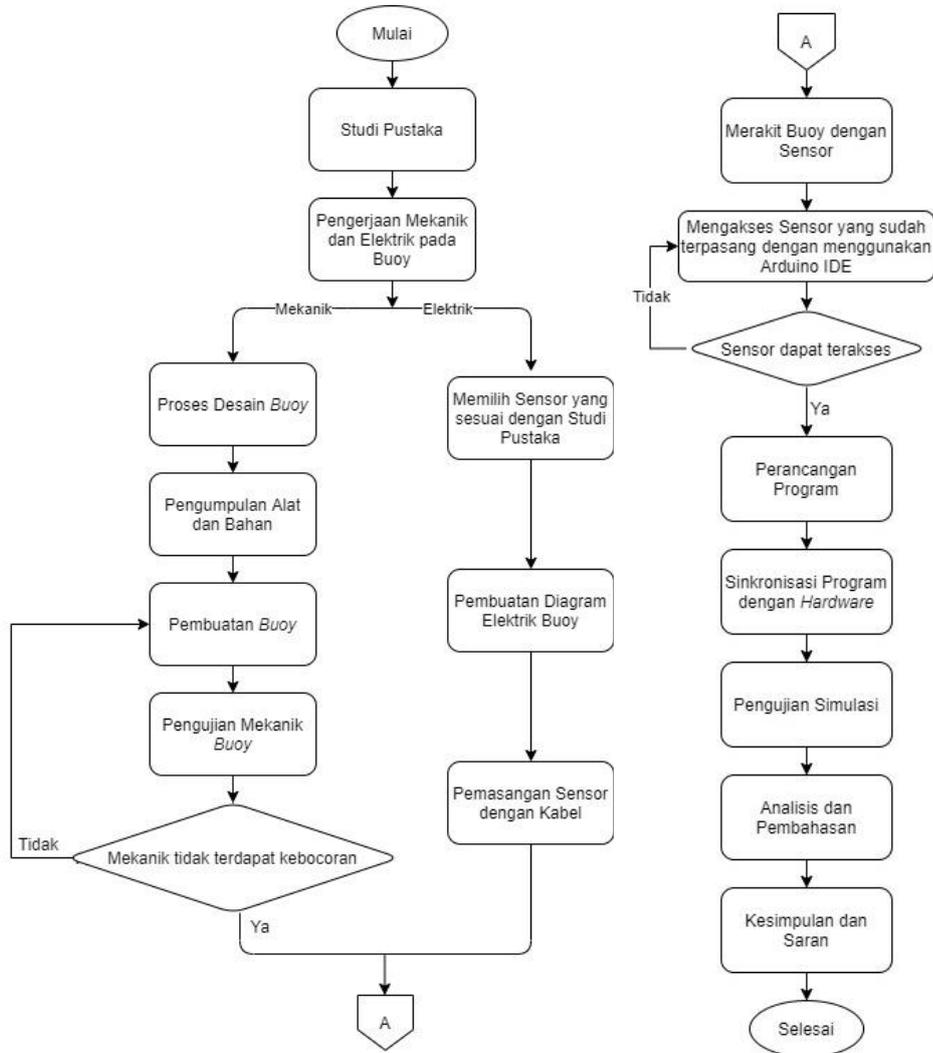
Selain itu, turut berkembang pula teknologi transmisi data LoRa yang memiliki jangkauan pengiriman jarak jauh, tetapi memiliki konsumsi daya yang rendah. LoRa adalah suatu teknologi transmisi data digital yang menggunakan *chirp spread spectrum* dalam melakukan transmisi data sehingga memiliki ketahanan terhadap *noise* dan interferensi. Selain itu, teknologi ini juga memiliki konsumsi energi yang rendah jika dibandingkan dengan teknologi komunikasi data lainnya [8]. LoRa mampu mengirim data dengan jarak jangkauan hingga 22km hanya dengan menggunakan antenna *low-cost off-the-shelf rubber duck* pada kondisi *line of sight* (LOS) di laut. Sedangkan jika digunakan antenna dengan gain yang lebih tinggi, LoRa mampu mengirim data hingga 28km [9].

Berdasarkan uraian diatas maka penulis ingin membuat prototipe model *buoy* yang berfungsi untuk memantau kondisi perairan meliputi kecepatan dan arah angin, temperature air, intensitas cahaya, GPS, dan ketinggian gelombang yang dapat beroperasi dalam jangka panjang serta dapat menghasilkan data yang akurat yang dapat dikirimkan secara *wireless* dengan memanfaatkan teknologi komunikasi seperti LoRa dan GSM [10]. Selain itu, akan dilakukan pula proses pengujian jarak jangkauan dan kualitas pengiriman data serta konsumsi daya dari sistem LoRa jika dibandingkan dengan modul GSM SIM900. Dengan adanya *buoy* ini diharapkan dapat meningkatkan pemantauan aktivitas kegiatan bawah laut seperti aktivitas terumbu karang ataupun biota laut yang lain serta bisa memantau perubahan suhu permukaan laut yang diakibatkan oleh fenomena *marine heatwaves*, sehingga kondisi perairan Indonesia dapat termonitor dengan baik.

2. Metode Penelitian

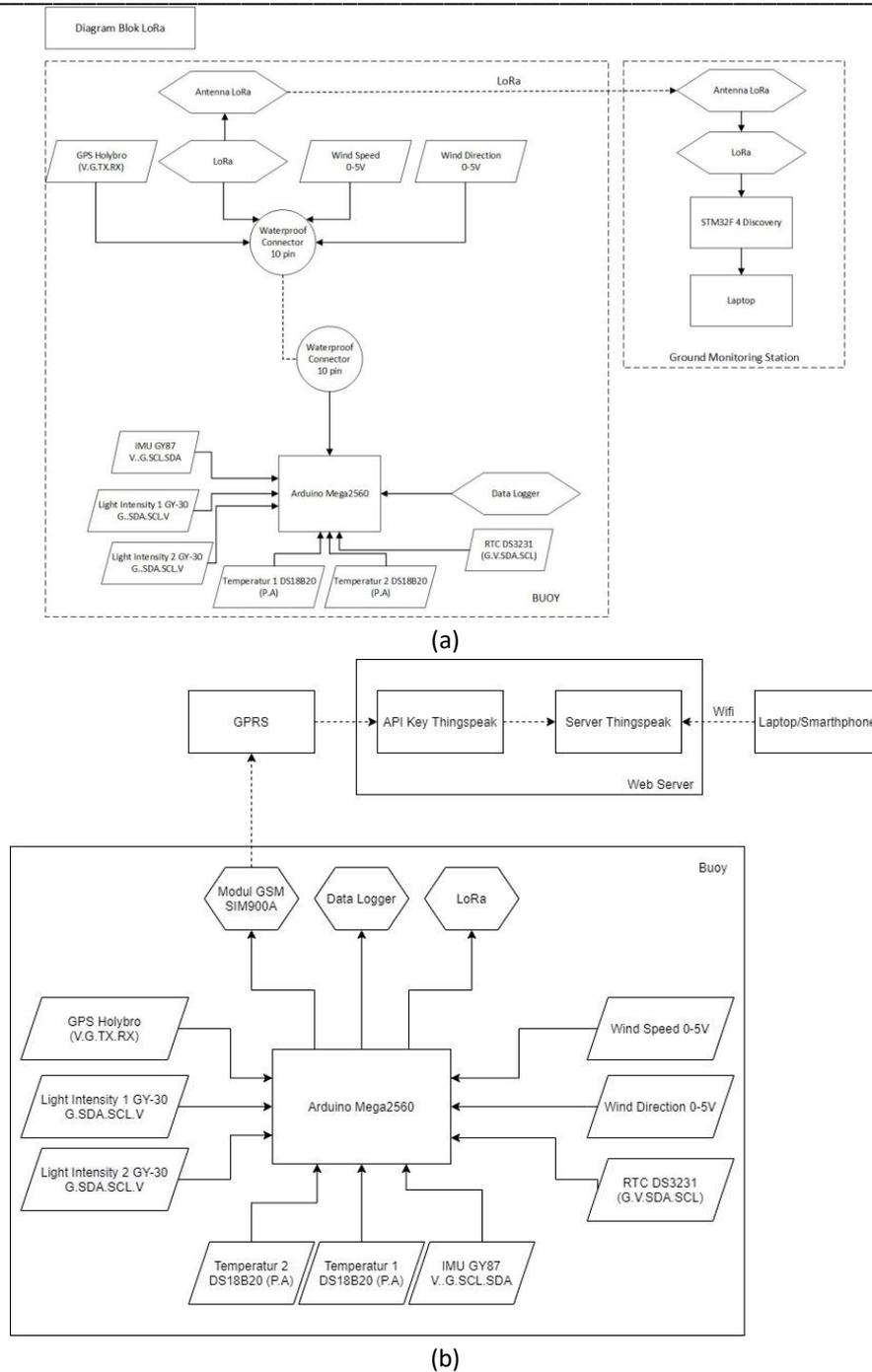
2.1 Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini akan digunakan sebuah diagram alir untuk mempermudah dalam melakukan proses penelitian. Diagram alir yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Proses penelitian dimulai dengan melakukan studi literatur dan dilanjutkan dengan membuat diagram skematik & *wiring* komponen elektrik sistem monitoring untuk pengujian awal. Pembuatan diagram skematik & *wiring* ini bertujuan untuk mempermudah dalam pengalokasian pin-pin *microcontroller*. Pada dasarnya sistem ini akan mengumpulkan data-data sensor baik secara langsung maupun melalui Arduino. Sensor yang digunakan pada penelitian ini antara lain sensor intensitas cahaya (BH1750), sensor temperatur air (DS18B20), GPS, sensor ketinggian gelombang (GY-30), sensor arah angin, dan sensor kecepatan angin. Sedangkan untuk mengambil data sensor yang melalui Arduino maka digunakan sebuah perangkat parsing berupa STM32F103C8T6. Data sensor ini selanjutnya akan digabungkan dengan data sensor lain oleh Arduino Mega. Data yang telah digabungkan selanjutnya akan dikirimkan melalui modul LoRa maupun modul GSM dan disimpan oleh modul *data logger* pada sebuah *memory card*. Diagram skematik komponen dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. (a). Diagram Skematik Pengiriman Data Menggunakan Modul LoRa dan (b). Modul GSM

Tahapan penelitian dilanjutkan dengan mengumpulkan alat dan bahan serta melakukan proses perangkaian komponen untuk pengujian awal. Jika komponen telah terangkai, maka dilakukan proses pengujian awal yang terdiri dari pengujian jarak jangkauan dan kualitas pengiriman data, serta konsumsi daya dengan membandingkan dua buah modul yaitu modul LoRa dan modul GSM. Berikut ini adalah tabel parameter pada modul LoRa dan Modul GSM yang ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2.

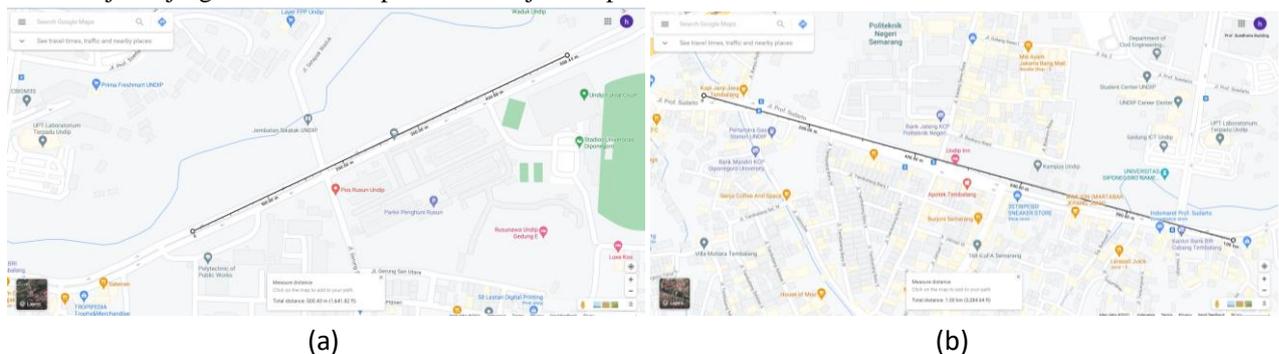
Tabel 1. Parameter Modul LoRa

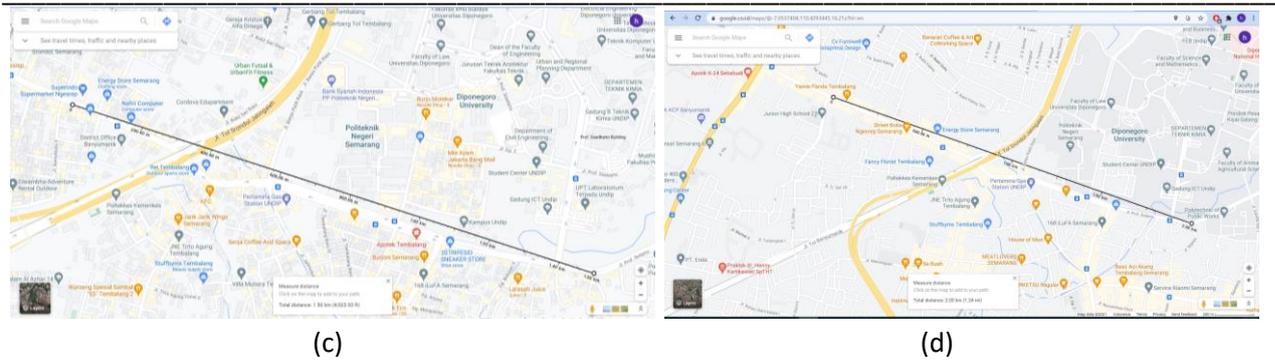
Parameter utama		Performance			Keterangan
		Min.	Typ.	Max.	
<i>Operating Voltage (V)</i>		2,5	5	5,5	Direkomendasikan menggunakan 5,0V
<i>Communication Level (V)</i>		-	3,3	-	untuk 5V TTL, direkomendasikan menambahkan konversi level
<i>Operating Temperature (°C)</i>		-40		85	Industrial design
<i>Operating Frequency (MHz)</i>		850	868/915	930	Suport ISM band
<i>Power Consumption</i>	<i>TX Current (mA)</i>	-	650	-	<i>Instant power consumption</i>
	<i>RX Current (mA)</i>	-	14	-	
	<i>Sleep Current (mA)</i>	-	3	-	Software dimatikan
<i>Max Tx Power (dBm)</i>		29,5	30	31	
<i>Receiving Sensitivity (dBm)</i>		-149	-150	-151	Air data rate is 0,3kbps
<i>Air Data Rate (bps)</i>		0,6k	-	300k	<i>Controlled via user's programing</i>
		0,018k	-	62,5k	<i>Controlled via user's programing</i>

Tabel 2. Parameter Modul GSM

Parameter	Implementasi
<i>Power Supply</i>	3,4V – 4,5V
<i>Peak current of power supply</i>	3,0A
<i>GSM class</i>	<i>Small MS</i>
Ukuran	24mm x 24mm x 3mm
Berat	3,4 gram

Pengujian jarak jangkauan dan kualitas pengiriman data dilakukan dengan memvariasikan jarak antara *transmitter* dan *receiver* dari masing-masing modul. *Transmitter* akan diatur untuk mengirimkan data sensor dengan interval pengiriman setiap sepuluh detik sekali. Pada penelitian dilakukan di daerah sekitar Universitas Diponegoro dengan jangkauan pengujian sebesar 100m, 200m, 300m, 400m, 500m, 1000m, 1500m, 2000m, dan 2.500 meter. Gambar peta posisi dan jarak jangkauan dari setiap lokasi ditunjukkan pada Gambar 3.





Gambar 3. (a). Peta Lokasi Pengujian dengan jarak 100m-500m, (b). pada jarak 1000m, (c). pada jarak 1500m, (d) pada jarak 2000m

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui jarak jangkauan pengiriman data dari setiap modul pengiriman data sehingga data tersebut dapat diterima oleh *receiver*. Pengujian jarak dilakukan dengan memvariasikan jarak antara *transmitter* dan *receiver*. Data yang telah diterima oleh *receiver* tersebut akan dilakukan analisis tentang kualitas data yang mencakup kelengkapan data dan waktu yang dibutuhkan untuk menerima 10 paket data. Sedangkan untuk pengujian konsumsi daya, akan dilakukan dengan mengukur nilai arus dari masing-masing modul ketika berada pada posisi idle dan mengirim data.

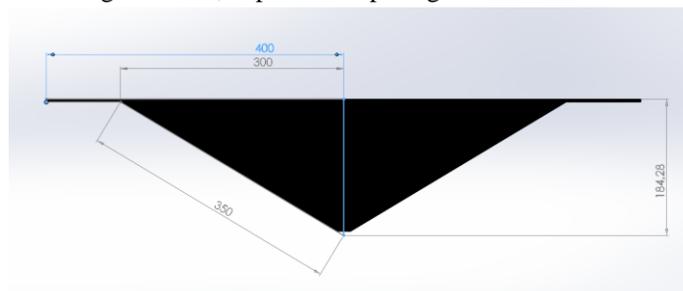
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Desain Keseluruhan Alat

Pada pembuatan mekanik, terdapat 4 tahapan dalam pembuatannya, yaitu bagian rangka pelampung, bagian rangka badan *buoy* sebagai tempat komponen elektrik dari *buoy*, bagian rangka tiang *buoy* sebagai tempat sensor kecepatan angin dan arah angin, dan bagian sensor bawah air

Desain Pelampung Buoy

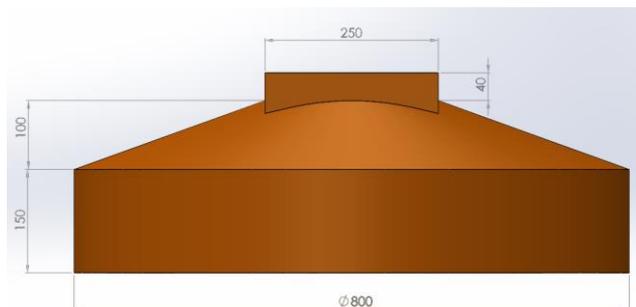
Pelampung *buoy* ini mempunyai fungsi sebagai tempat mengapungnya *buoy* dan tempat *power supply* pada *buoy*. Hal ini membuat pelampung pada *buoy* menggunakan bahan yang anti air dan tidak mudah bocor. Sehingga perencanaan desain pelampung *buoy* didapatkan sebagai berikut, dapat dilihat pada gambar 4



Gambar 4. Desain Pelampung Buoy

Desain Badan Buoy

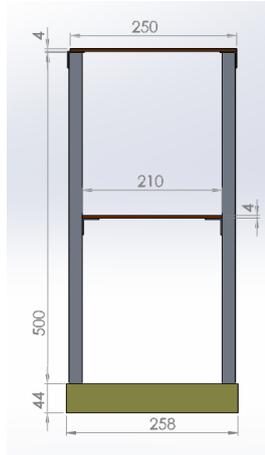
Pada tahap pembuatan rangka badan *buoy*, digunakan *plywood* sebagai rangka *buoy*. Badan *buoy* ini berfungsi untuk tempat dari komponen elektrik. Badan *buoy* ini nantinya disambungkan dengan bagian pelampung *buoy* seperti yang ditampilkan pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Desain Badan Buoy

Desain Tiang Buoy

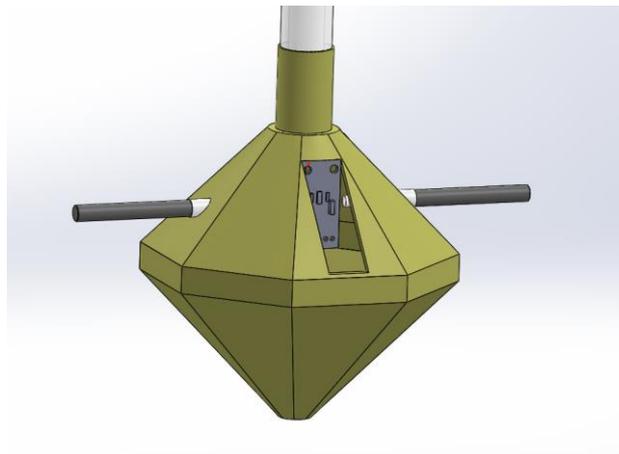
Pada tiang buoy memiliki fungsi sebagai tempat diletakkannya sensor kecepatan angin dan arah angin untuk mengetahui data dari angin yang bertiup pada daerah yang ditempati oleh buoy tersebut. Dimensi dari tiang buoy ditunjukkan pada gambar 6 Di bawah ini.



Gambar 6. Desain Tiang Buoy

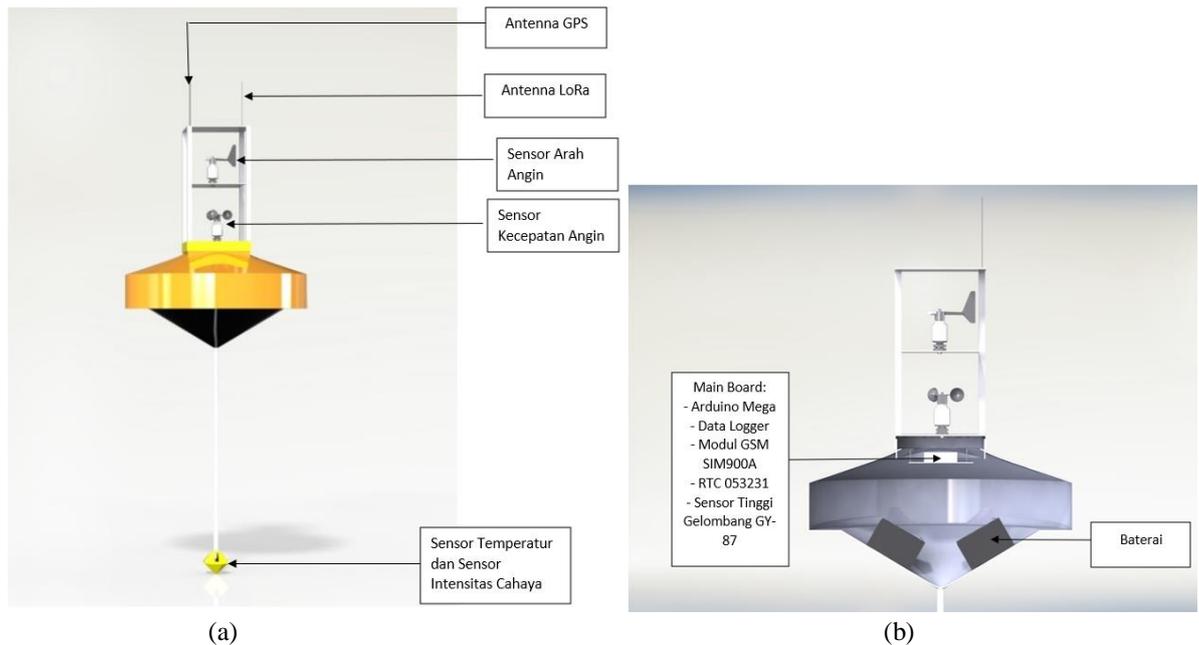
Desain Sensor Bawah Air

Pada bagian sensor bawah air tersebut digunakan sebagai peletakan sensor intensitas Chaya GY-30 BH1750 dan sensor temperatur DS18B20. Pembuatan sensor bawah air ini menggunakan bahan material PLA dengan menggunakan 3D printer



Gambar 7. Desain Sensor Bawah Air

Berikut ini adalah bagian-bagian keseluruhan model prototipr dari alat monitoring kondisi lingkungan perairan dengan menggunakan wahana *buoy*. Gambar menunjukkan bagaimana ketika alat sudah di *assembly* beserta dengan penempatan dari sensor-senosr yang sudah di rangkai di dalamnya. Main board beserta *power supply* diletakkan di dalam badan *buoy* mempunyai tujuan supaya tidak terkena cipratan dari air, mengingat *buoy* yang dibikin akan diletakkan pada daerah perairan. Pada tabel 3 diperlihatkan spesifikasi dari prototipe model *buoy* dimana menampilkan data lebar, tinggi, berat, serta sensor-sensor yang digunakan pada prototipe model *buoy* kali ini.



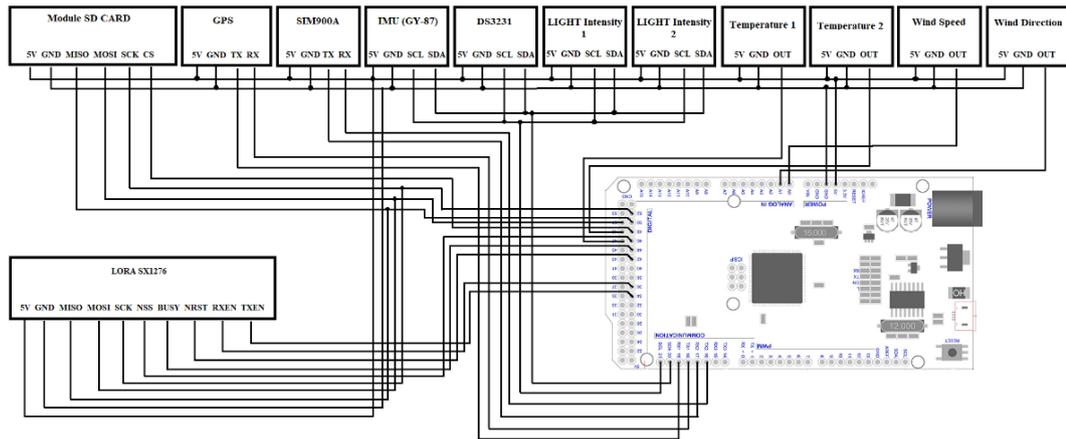
Gambar 8. (a) bagian luar dari *buoy* dan (b) bagian dalam dari *buoy*

Berikut ini adalah tabel dari spesifikasi dari prototipe model *buoy*

Parameter	Keterangan
Lebar	800mm
Tinggi	900mm
Berat	20kg
Modul Pengiriman Data	LoRa SX1262 dan GSM SIM900A
Antenna	Omnidirectional 3dB
Sensor	Sensor arah angin
	Sensor Kecepatan Angin
	Sensor GPS (Holybro Pix32)
	Sensor Intensitas Cahaya (GY-30 BH1750)
	Sensor Temperatur Air (DS18B20)
	Sensor Ketinggian Gelombang (GY-87)

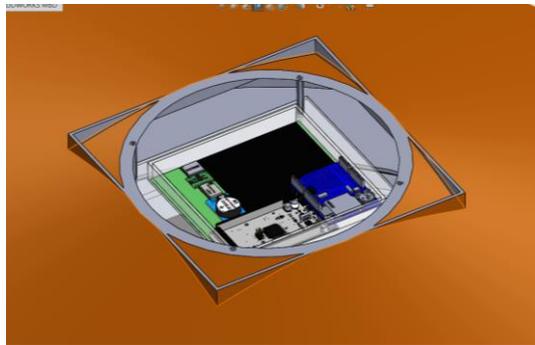
3.2 Wiring Sistem Akuisisi Data

Dalam merancang keseluruhan alat menggunakan modul LoRa dan modul GSM dilakukan proses pembuatan wiring komponen. Berikut ini adalah gambar dari alokasi pin *microcontroller* Arduino Mega pada bagian transmitter seperti yang ditunjukkan pada gambar 9 dibawah ini. Proses *wiring* diawali dengan pembuatan *wiring diagram* yang bertujuan untuk mencegah kesalahan dalam proses *wiring* karena kesalahan dalam *wiring*/penyambungan kabel dapat menyebabkan *hardware* tidak dapat berjalan atau bahkan dapat menyebabkan kerusakan pada *hardware*



Gambar 9. Wiring diagram

Peletakan komponen elektrik pada buoy diletakkan pada sisi atas body buoy, hal ini bertujuan jika terdapat kebocoran pada body buoy air tidak akan langsung mengenai komponen elektrik pada buoy. Gambar 10 menampilkan gambar desain dari komponen elektrik pada badan *buoy* yang dibuat menggunakan *software* SolidWorks



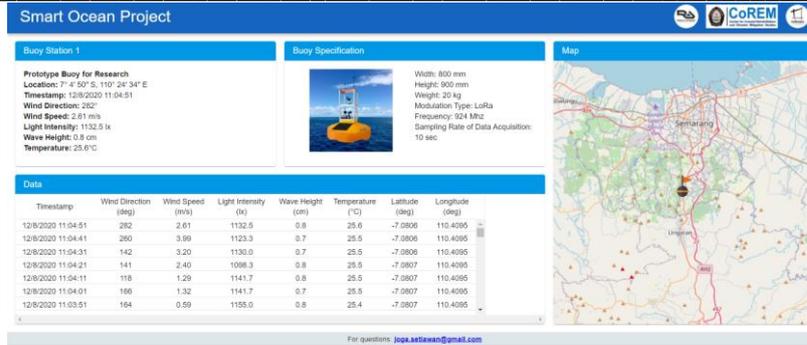
Gambar 10. Desain komponen elektrik pada badan buoy

Langkah selanjutnya melakukan Mengunggah program yang sudah dibuat menggunakan *software* Arduino IDE ke mikrokontroler Arduino Uno dengan menggunakan kabel donwloader khusus untuk Arduino Uno, lalu , secara otomatis coding yang sudah di unggah akan tersimpan ke mikrokontroler Arduino Uno sebagai perintah. Setelah program berhasil diunggah dan berhasil dijalankan, langkah selanjutnya adalah menaruh semua komponen tersebut pada bagian atas dari badan *buoy* sehingga alat siap dilakukan pengujian. Gambar 10 menunjukan gambar dari desain komponen elektrik pada badan *buoy*.

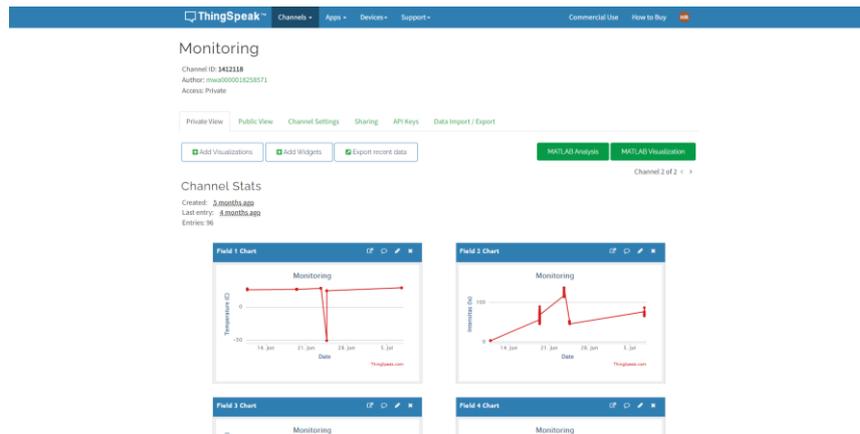
3.3 Analisa Hasil Pengujian

Pengujian pada buoy dilakukan dengan menguji wahana pada buoy serta komunikasi pada buoy dengan menggunakan modul LoRa dan modul GSM SIM900A dimana buoy diletakkan pada kolam renang lalu mengukur kondisi lingkungan yang ada di sekitar buoy tersebut. Pengujian kerja alat pada tugas akhir ini untuk menunjukkan pengujian *hardware* dan *software* yang telah dirancang dapat bekerja dengan baik mengirimkan data berupa data sensor, data latitude dan longitude, tanggal, dan waktu pengiriman.

. Berikut adalah hasil dari tampilan aplikasi sistem monitoring secara IoT dengan menggunakan sistem komunikasi LoRa yang dibuat dengan menggunakan *software* Visual Studio Community yang dapat dilihat pada gambar (a) dan tampilan web server Thingspeak untuk memonitoring kondisi perairan secara IoT dengan menggunakan sistem komunikasi modul GSM yang dapat dilihat pada gambar (b).



(a)



(b)

Gambar 11. Tampilan aplikasi sistem monitoring dengan menggunakan sistem komunikasi (s) LoRa dan (b) GSM

Pengujian jarak atau jangkauan dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh jangkauan modul LoRa dapat melakukan pengiriman data. Parameter yang digunakan adalah jarak antara modul LoRa transmitter dengan modul LoRa receiver. Hasil pengujian dilihat dari seberapa jauh jarak dan pengaruh data pembacaan sensor dapat terkirim data atau tidak. Pengujian dilakukan ditempat terbuka tanpa adanya penghalang. Tabel Menampilkan hasil pengujian jarak pengiriman dengan menggunakan modul LoRa dan modul GSM.

Tabel 3. Hasil Pengujian Jarak Menggunakan modul LoRa

Jarak (m)	Keterangan
100	Data terkirim, stabil
200	Data terkirim, stabil
300	Data terkirim, stabil
400	Data terkirim, stabil
500	Data terkirim, kurang stabil
1000	Data terkirim, kurang stabil
1500	Data tidak terkirim
2000	Data tidak terkirim

Tabel 4. Hasil Pengujian Jarak Menggunakan modul GSM

Jarak (m)	Keterangan
100	Data terkirim, stabil
200	Data terkirim, stabil
300	Data terkirim, stabil
400	Data terkirim, stabil
500	Data terkirim, stabil
1000	Data terkirim, stabil
1500	Data terkirim, stabil
2000	Data terkirim, stabil

Dari data pada tabel 4 dapat dilihat bahwa modul LoRa dapat mengirim data secara maksimal pada jarak 400 meter. Pada jarak 500 meter dan 1000 meter, data yang dikirim oleh modul LoRa tidak terlalu maksimal dikarenakan terdapatnya halangan berupa perbedaan ketinggian jalan pada saat pengujian dilaksanakan dan beberapa pepohonan yang

mengakibatkan pengiriman data tidak maksimal. Pada jarak 1500 meter dan 2000 meter data yang dikirimkan oleh modul LoRa tidak terkirim, hal ini disebabkan karena adanya penghalang berupa ketinggian jalanan, beberapa pepohonan, kendaraan, serta bangunan yang terdapat pada jalan tersebut. Dari data pada tabel 5 dapat dilihat bahwa modul GSM SIM900A dapat mengirim data secara maksimal pada jarak 2000 meter. Pada pengujian pengiriman data menggunakan modul GSM SIM900A, ketika sistem dihubungkan dengan sumber daya, modul GSM tersebut akan ikut hidup dan mulai mencari jaringan. Modul GSM SIM900A dapat mencari jaringan dengan baik sehingga menghasilkan pengiriman data yang dikirimkan sangat baik

3.4 Pengujian Konsumsi Daya

Pengujian konsumsi daya dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tegangan dan arus listrik yang dipakai untuk mengirim data. Penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui perkiraan masa pakai ketika sistem ditenagai oleh baterai. Pada pengujian konsumsi daya akan didapatkan nilai tegangan dan arus ketika *transmitter* sedang mengirimkan data Adapun untuk menentukan nilai daya (Watt) yang dikonsumsi dapat menggunakan persamaan 3.1 berikut.

$$P = V \times I \quad (1)$$

Keterangan:

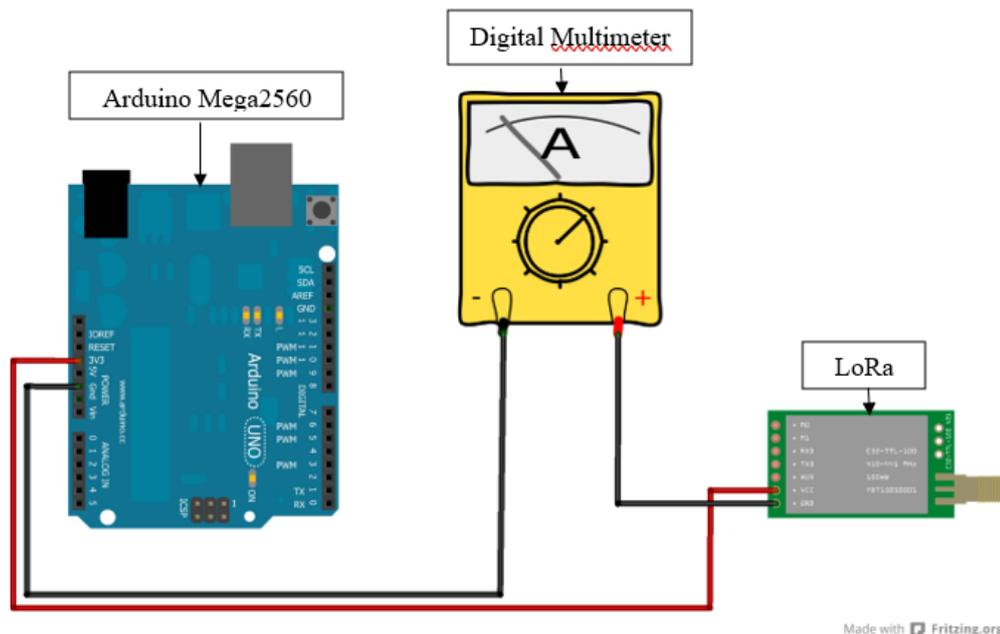
P = Daya keluaran modul (watt)

V = Tegangan kerja modul (Volt)

I = Arus kerja modul (Ampere)

1. Konsumsi Daya Modul LoRa

Pengujian/pengukuran konsumsi daya pada modul LoRa merupakan konsumsi daya yang digunakan modul LoRa saat tidak mengirimkan data serta saat LoRa mengirim data. Konsumsi daya penting diketahui supaya dapat melihat daya dibutuhkan oleh alat secara keseluruhan baik saat LoRa tersebut aktif dalam mengirimkan data maupun saat sedang tidak mengirimkan data. Pada penelitian kali ini pengukuran daya diukur dengan menggunakan digital multimeter dengan mengukur arus yang dihasilkan oleh modul LoRa itu sendiri. Gambar 12 menampilkan sketsa yang dilakukan untuk mengukur konsumsi arus menggunakan digital multimeter.



Gambar 12. Sketsa pengukuran arus pada modul LoRa

Pengambilan data konsumsi arus dilakukan dengan mengambil data ketika *transmitter* mengirimkan data. Pengujian dilakukan dengan mengamati perubahan nilai arus listrik ketika *transmitter* sedang beroperasi maupun sedang tidak beroperasi atau dalam kondisi idle. Sedangkan nilai tegangan ada pada nilai konstan sebesar 3,3 Volt. Pengukuran arus dilakukan dengan menggunakan digital multimeter yang dipasang seri dengan *power supply* seperti yang ditunjukkan

pada gambar skematik pengukuran arus pada modul LoRa yang ditunjukkan pada gambar 4.35. Pengukuran arus pada modul LoRa dilakukan pada 2 kondisi yaitu pada saat *spreading factor* pada LoRa menggunakan SF7 dan SF12.

Dari pengujian arus yang dilakukan didapatkan nilai ketika modul LoRa tidak sedang melakukan transmit data atau dalam keadaan idle, didapatkan nilai arus yang terbaca pada digital multimeter adalah sebesar 2mA (0,002A). Untuk mencari konsumsi daya maka dapat dikalikan dengan tegangan pada *power supply* sebesar 3,3v, maka dapat digunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned}\text{Power consumption (watt)} &= \text{Tegangan (v)} \times \text{Arus (A)} \\ &= 3,3 \text{ v} \times 0,002 \text{ A} \\ &= 0,0066 \text{ watt}\end{aligned}$$

Lalu dilakukan pengujian ketika modul LoRa ketika sedang melakukan transmit data pada *spreading factor* 7, didapatkan nilai arus yang terbaca oleh digital multimeter adalah sebesar 17mA. Untuk mencari konsumsi daya maka dapat dikalikan dengan tegangan pada *power supply* sebesar 3,3v, maka dapat digunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned}\text{Power consumption (watt)} &= \text{Tegangan (v)} \times \text{Arus (A)} \\ &= 3,3 \text{ v} \times 0,017 \text{ A} \\ &= 0,0561 \text{ watt}\end{aligned}$$

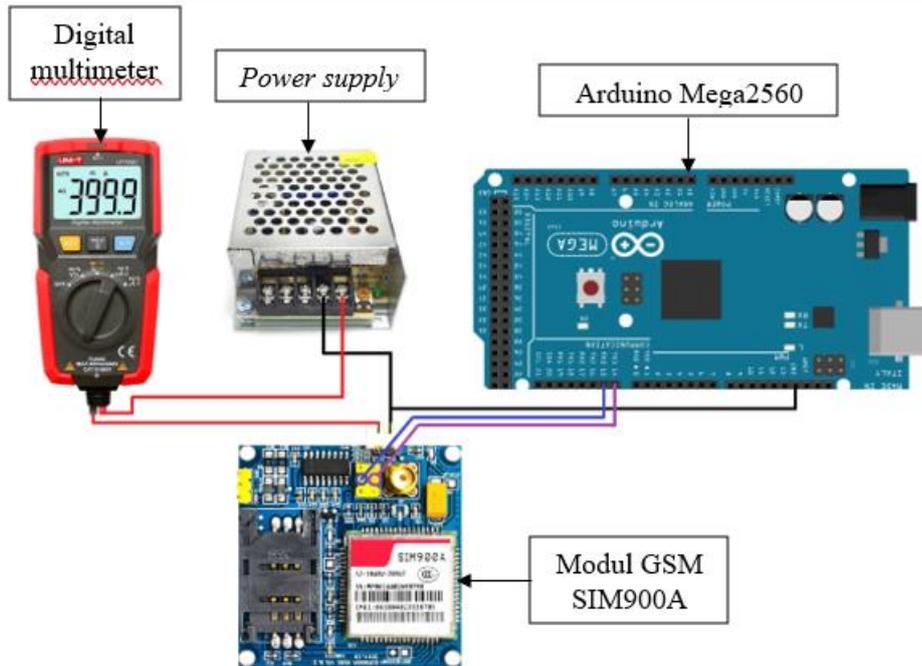
Lalu dilakukan pengujian ketika modul LoRa ketika sedang melakukan transmit data pada *spreading factor* 12, didapatkan nilai arus yang terbaca oleh digital multimeter adalah sebesar 76mA. Untuk mencari konsumsi daya maka dapat dikalikan dengan tegangan pada *power supply* sebesar 3,3v, maka dapat digunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned}\text{Power consumption (watt)} &= \text{Tegangan (v)} \times \text{Arus (A)} \\ &= 3,3 \text{ v} \times 0,076 \text{ A} \\ &= 0,2508 \text{ watt}\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas maka dapat diketahui bahwa konsumsi daya dari sistem monitoring tersebut dengan menggunakan modul LoRa disaat kondisi sedang tidak mengirimkan data atau *idle* adalah sebesar 0,0066 watt, lalu konsumsi daya yang dilakukan pada kondisi LoRa mengirimkan data dilakukan pada 2 kondisi *spreading factor* yaitu pada *spreading factor* 7 dan 12. Pada kondisi LoRa mengirimkan data dengan *spreading factor* 7 maka konsumsi daya yang didapatkan sebesar 0,0561 watt dalam sekali mengirimkan data dan pada kondisi LoRa mengirimkan data dengan *spreading factor* 12 maka konsumsi daya yang didapatkan sebesar 0,2508 watt dalam sekali mengirimkan data.

2. Konsumsi Daya Modul GSM SIM900A

Pengujian/prngukuran konsumsi daya pada modul GSM merupakan konsumsi daya yang digunakan modul GSM saat tidak mengirimkan data serta saat GSM mengirim data. Konsumsi daya penting diketahui supaya dapat melihat daya dibutuhkan oleh alat secara keseluruhan baik saat GSM tersebut aktif dalam mengirimkan data maupun saat sedang tidak mengirimkan data. Pada penelitian kali ini pengukuran daya diukur dengan menggunakan digital multimeter yang seperti yang ditampilkan pada sketsa pengukuran arus pada gambar 13 berikut ini.



Gambar 13. Sketsa pengukuran arus pada modul GSM SIM900A

Dari gambar 13 modul GSM akan mengalami 3 kondisi dalam pembacaan konsumsi arus yang pertama adalah didapatkan nilai ketika modul GSM tidak mengirimkan data atau dalam kondisi *idle*, didapatkan nilai arus sebesar 31,3mA. untuk mencari konsumsi daya maka dapat dikalikan dengan tegangan pada *power supply* sebesar 5v, maka dapat digunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned} \text{Power consumption (watt)} &= \text{Tegangan (v)} \times \text{Arus (A)} \\ &= 5 \text{ v} \times 0,0313 \text{ A} \\ &= 0,1565 \text{ watt} \end{aligned}$$

Kondisi yang kedua adalah disaat modul GSM dalam kondisi init atau sedang mencari sinyal didapatkan nilai konsumsi arus modul GSM adalah sebesar 92,6mA. untuk mencari konsumsi daya maka dapat dikalikan dengan tegangan pada power supply sebesar 5v, maka dapat digunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned} \text{Power consumption (watt)} &= \text{Tegangan (v)} \times \text{Arus (A)} \\ &= 5 \text{ v} \times 0,0926 \text{ A} \\ &= 0,463 \text{ watt} \end{aligned}$$

Kondisi yang ketiga adalah disaat modul GSM mengirimkan data ke server didapatkan nilai konsumsi arus modul GSM adalah sebesar 185,6mA. untuk mencari konsumsi daya maka dapat dikalikan dengan tegangan pada power supply sebesar 5v, maka dapat digunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned} \text{Power consumption (watt)} &= \text{Tegangan (v)} \times \text{Arus (A)} \\ &= 5 \text{ v} \times 0,1856 \text{ A} \\ &= 0,928 \text{ watt} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas maka diketahui bahwa konsumsi arus pada modul GSM SIM900A terdapat 3 kondisi yang berbeda yaitu disaat kondisi *idle* atau tidak sedang mentransmit data maka konsumsi arus yang dihasilkan sebesar 31,3mA sehingga didapatkan konsumsi daya dengan mengkalikan dengan tegangan sebesar 5v sebesar 0,1565 watt. Kondisi kedua adalah kondisi dimana modul GSM mencari sinyal atau dalam kondisi init, pada kondisi ini dihasilkan konsumsi arus sebesar 92,6mA sehingga dihasilkan konsumsi daya sebesar 0,463 watt. Kondisi ketiga adalah disaat modul GSM mengirimkan data ke server, dalam sekali mengirimkan data ke server modul GSM sebesar 185,6mA sehingga dihasilkan konsumsi daya sebesar 0,928 watt dalam sekali mengirimkan data ke server.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut:

- a. Telah berhasil dibuat sistem monitoring kondisi perairan pada *prototype* model buoy yang dapat mengirim data sensor secara *wireless* menggunakan transmisi data LoRa dan GSM dan data tersebut ditampilkan dalam bentuk GUI (*Graphical User Interface*).
- b. Jarak jangkauan pengiriman data dengan menggunakan modul LoRa dapat mengirimkan data pada jarak 1000 meter. Sedangkan jarak jangkauan pengiriman data menggunakan modul GSM mencapai jarak 2000 meter dengan kualitas data yang stabil.
- c. Konsumsi arus listrik sistem monitoring dengan menggunakan modul LoRa sebagai transmisi datanya adalah sebesar 2mA pada kondisi idle atau modul LoRa tidak mengirimkan data-data sensor dan saat modul LoRa dalam kondisi pengiriman data dilakukan dalam 2 kondisi yaitu pada *spreading factor* 7 dan 12. Pada *spreading factor* 7 konsumsi arus pada modul LoRa sebesar 17mA sedangkan pada *spreading factor* 12 konsumsi arus pada modul LoRa sebesar 76mA. Sedangkan konsumsi arus listrik sistem monitoring pada modul GSM terdapat 3 kondisi yaitu pada saat kondisi idle sebesar 31,3mA; lalu pada saat modul GSM dalam kondisi init atau mencari sinyal konsumsi arus sebesar 92,6mA dan pada saat modul GSM dalam kondisi pengiriman data sebesar 185,6mA.

5. Daftar Pustaka

- [1]. Badan Pusat Statistik Indonesia, 2017. *Statistik Sumber Daya Laut dan Pesisir*. s.l.:Badan Pusat Statistik Indonesia
- [2]. Hobday, A. J. et al., 2016. A Hierarchical Approach to Defining Marine Heatwaves. *Progress in Oceanography*, Issue 141, pp. 227-238.
- [3]. Carvalho, K. dan Wang, S. (2020). Sea Surface Temperature Variability In The Arctic Ocean And Its Marginal Seas In A Changing Climate: Patterns And Mechanisms. *Global And Planetary Change*, 193, P.103265.
- [4]. Purwanta, W., 2001. Merancang Sistem Buoy dan Sensor Sebagai Perangkat Pemantauan Lingkungan Perairan Yang Murah, Handal, dan Mandiri. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, September, 2(3), pp. 287 - 295.
- [5]. Utama, S. M., Rafi, A. M., Ristoadi, J. & Hariyanto, 2019. Rancang Bangun Sistem Buoy Menggunakan Sistem Komunikasi Long Range Untuk Pengamatan Wilayah Pesisir. *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*, 03(01), pp. 19-25.
- [6]. Munandar, E., Jaya, I. & Atmadipoera, A. S., 2018. Design of Wave Buoy For Coastal Wave High Monitoring. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, April, 10(1), pp. 1-14.
- [7]. Setiawan, J. D., Paryanto & Ihsan, M. S., 2021. Pengujian Kualitas Pengiriman Data dan Konsumsi Daya Sistem Monitoring Kondisi Perairan Pada Perahu Otonom Propulsi Tenaga Angin. *Jurnal Teknik Mesin*, April.
- [8]. Semtech, (2016). *SX1276/77/78/79 - 137 MHz to 1020 MHz Low Power Long Range Transceiver*. California: Semtech Corporation. diakses di: https://semtech.my.salesforce.com/sfc/p/#E0000000JeIG/a/2R0000001Rbr/6EfVZUorrpoKFFvaF_Fkpgp5kzjiNyiAbqcpqh9qSjE
- [9]. Jovalekic, N., Drndarevic, V., Pietrosevoli, E., Darby, I., dan Zennaro, M. (2018). Experimental Study of LoRa Transmission over Seawater. *Sensors 2018*, 12, 2853.
- [10]. Krogstad, H. E., Barstow, S. F., Aasen, S. E. & Rodriguez, I., 1999. Some Recent Developments In Wave Buoy Measurement Technology. *Coastal Engineering*, Volume 37, pp. 309-329.