

***MODIF* : Sistem Monitoring Pengukuran Debit dan Kecepatan Air Berbasis *LORA & ESP8266* Dalam Mendukung Estimasi Daya Kerja yang Dihasilkan Mikrohidro dan Wilayah Konservasi Air pada Embung Kladuan**

Untuk memenuhi salah satu persyaratan  
mendapatkan gelar Sarjana Teknik



Penyusun:

Uyun Briantama (17524084)

Ahmad Anugrah Akbar (17524079)

Mohamat Nur Rohman Aziz (17524086)

**Program Studi Teknik Elektro**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**

**Yogyakarta**

**2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

***MODIF* : Sistem Monitoring Pengukuran Debit dan Kecepatan Air Berbasis *LORA & ESP8266* Dalam Mendukung Estimasi Daya Kerja yang Dihasilkan Mikrohidro dan Wilayah Konservasi Air pada Embung Kladuan**

Penyusun:

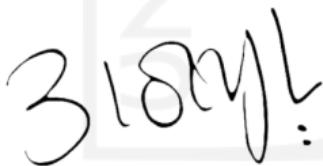
Uyun Briantama (17524084)

Ahmad Anugrah Akbar (17524079)

Mohamat Nur Rohman Aziz (17524086)

Yogyakarta, 25 Mei 2021

Dosen Pembimbing 1



Elvira Sukma Wahyuni  
155231301

Dosen Pembimbing 2



Firdaus  
105240101

**Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta  
2021**

# LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

## **MODIF : Sistem Monitoring Debit dan Kecepatan Air Berbasis LORA & ESP8266 Dalam Mendukung Estimasi Daya Kerja yang Dihasilkan Mikrohidro dan Wilayah Konservasi Air pada Embung Kladuan**

Disusun oleh:

Uyun Briantama (17524084)  
Ahmad Anugrah Akbar (17524079)  
Mohamat Nur Rohman Aziz (17524086)

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada tanggal: 6 Mei 2021

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji : Elvira Sukma Wahyuni, S.Pd., M.Eng. 

Anggota Penguji 1 : Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Eng., Ph.D. 

Anggota Penguji 2 : Tulis Jojok Suryono, M.P.Eng, Ph.D. 

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

Tanggal: 25 Mei 2021

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Eng., 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 didiskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 25 Mei 2021

Uyun Briantama (17524084)



Ahmad Anugrah Akbar (17524079)



Mohamat Nur Rohman Aziz (17524086)



# DAFTAR ISI

<i>HALAMAN PENGESAHAN</i>	<i>ii</i>
<i>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR</i>	<i>iii</i>
<i>PERNYATAAN</i>	<i>iv</i>
<i>DAFTAR ISI</i>	<i>5</i>
<i>RINGKASAN TUGAS AKHIR</i>	<i>6</i>
<i>BAB 1 : Definisi Permasalahan</i>	<i>7</i>
<i>BAB 2 : Observasi</i>	<i>8</i>
<i>BAB 3 : Usulan Perancangan Sistem</i>	<i>13</i>
3.1 Usulan Rancangan Sistem	<i>13</i>
3.2 Metode Uji Coba dan Pengujian Usulan Rancangan Sistem	<i>21</i>
<i>BAB 4 : Hasil Perancangan Sistem</i>	<i>24</i>
4.1 Kesesuaian Usulan dan Hasil Perancangan Sistem	<i>24</i>
4.2 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya	<i>25</i>
4.3 Analisis dan Pembahasan Kesesuaian antara Perencanaan dan Realisasi	<i>27</i>
<i>BAB 5 : Implementasi Sistem dan Analisis</i>	<i>30</i>
5.1 Hasil dan Analisis Implementasi	<i>30</i>
5.2 Pengalaman Pengguna	<i>33</i>
5.3 Dampak Implementasi Sistem	<i>36</i>
5.3.1 Sosial	<i>36</i>
5.3.2 Lingkungan	<i>37</i>
<i>BAB 6 : Kesimpulan dan Saran</i>	<i>38</i>
6.1 Kesimpulan	<i>38</i>
6.2 Saran	<i>39</i>
<i>Daftar Pustaka</i>	<i>40</i>
<i>LAMPIRAN – LAMPIRAN</i>	<i>41</i>

## RINGKASAN TUGAS AKHIR

Embung Kladuan UII merupakan salah satu dari situs hidrologis air yang direncanakan untuk dimanfaatkan sebagai media edukasi dalam pemanfaatan sebagai sarana pembangkit listrik mikrohidro dan konservasi wilayah air. Sebuah skema Mikrohidro (Embung Kladuan UII) memerlukan dua hal interaksi antar beberapa *project* dari sensor pembacaan yaitu, debit air dan level ketinggian untuk mengetahui pengaruh pengukuran terhadap kinerja dari daya yang dapat dihasilkan oleh Mikrohidro. Dimana fokus *project* yang dibuat, akan berkaitan dengan pengaruh pengukuran debit air Embung Kladuan sebagai media edukasi terhadap pembangkit listrik berskala Mikro maupun daerah cakupan konservasi air. *Project* ini akan bekerja dengan menggunakan efek hall pada sensor untuk menentukan volume, debit dan kecepatan air/*flow rate*, dimana sensor yang terbaca akan langsung mengirim data pada *Receiver* yang dilanjutkan pada pengunggahan data ke *Cloud Server* (terkoneksi *WIFI*) untuk setiap 30 detiknya dengan memanfaatkan NodeMCU dan *LORA SX1278*.

Perbandingan data pembacaan akan dibandingkan dengan nilai *error* yang dihasilkan dari pembacaan analog dan digital, sehingga penentuan nilai toleransi akan mencari nilai yang mendekati nilai sebenarnya. Interaksi antar *project* pada pengukuran debit embung serta ketinggian akan membantu pihak pengelola dalam mengetahui data masukan terkait nilai yang dibutuhkan dalam pemantauan terkait estimasi daya kerja mikrohidro yang dihasilkan dikarenakan prinsip dari fungsi mikrohidro pada Embung Kladuan menerapkan pemanfaatan energi potensial. Untuk menampilkan data pembacaan, dapat langsung ditampilkan pada sebuah aplikasi dan *website* untuk menampilkan data yang diperoleh dari pengukuran. Penampilan data tersebut didapatkan dari pengumpulan data pada *Cloud (Thingspeak)*, yang selanjutnya akan diolah dalam bentuk aplikasi yang terintegrasi dengan *Cloud server* pada smartphone dalam bentuk *widget* maupun laman *website*.

## BAB 1 : Definisi Permasalahan

Embung merupakan salah satu siklus dari hidrologis. Embung memiliki fungsi untuk menyimpan, menampung dan mengalirkan air yang berasal dari sumber aliran tertentu, maupun yang berasal dari air hujan. Pada umumnya debit air dapat dimanfaatkan berdasarkan tipe aliran yang dihasilkan, seperti debit puncak/deras dan debit aliran sedang. Dimana salah satu contoh pemanfaatan debit puncak/deras sebagai salah satu sumber daya terbarukan terkait pembangkit listrik berskala besar/PLTA dan untuk debit aliran yang sedang, dapat diperuntukan untuk beberapa jenis kebutuhan tertentu, beberapa diantaranya digunakan untuk pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro/PLTMH sebagai media edukasi dan sarana konservasi air terhadap lingkungan sekitar [1]. Dimana hal ini sejalan dengan pernyataan bapak Ir. Suharyatma, M. T., selaku pihak yang terkait dengan pembuatan Embung Kladuan. Menurut beliau tujuan dari dibuatnya Embung Kladuan UII adalah sebagai media untuk menampung kebutuhan air yang berasal dari aliran sungai merapi, konservasi air dan sarana edukasi terkait pemanfaatan sumber energi terbarukan berskala Mikro. Dimana pembangkit listrik Mikrohidro mengacu pada pembangkit listrik dengan skala di bawah 100 kW [2].

Penentuan terkait pengukuran estimasi daya yang dihasilkan mikrohidro dapat dilakukan dengan mengetahui beberapa faktor pendukung seperti, debit masukan dalam  $m^3/s$ , ketinggian dari air itu sendiri (meter), gaya gravitasi ( $m/s^2$ ) serta faktor total dari efisiensi sistem [2]. Pengukuran debit air dapat menjadi suatu pertimbangan untuk mengetahui seberapa besar estimasi daya kerja mikrohidro yang dihasilkan terhadap pengaruh debit air dan kecepatan air yang terukur pada saat musim hujan maupun musim kemarau pada sisi hulu Embung Kladuan. Dimana pemanfaatan dari mekanisme mikrohidro pada Embung Kladuan, akan memanfaatkan potensi dari energi potensial yang dihasilkan untuk ketinggian total 10 meter, yang mana pada ketinggian 2 meter dari atas permukaan embung, air akan disalurkan melalui pipa dan menuju turbin pada mikrohidro serta apabila ketinggian kurang dari 8 meter, maka secara otomatis mekanisme dari penggunaan mikrohidro akan berhenti. Berdasarkan dari paparan yang telah dijelaskan, maka dapat disimpulkan bahwa dibutuhkan suatu teknologi untuk dapat membantu memantau kondisi debit masukan terhadap Embung Kladuan, dimana data debit air tersebut dapat menjadi sumber informasi yang berguna bagi pengelolaan sumber daya embung yang bersangkutan, terkhususnya untuk estimasi daya kerja hasil Mikrohidro dan konservasi wilayah air. Sebagai langkah awal dalam *prototyping* sistem monitoring debit air tersebut, akan memanfaatkan hulu air sebagai tempat peletakan sensor. Pengambilan data akan dilakukan dengan menghitung sampel dari luas air yang terukur yang selanjutnya akan diakumulasikan dengan persentase lebar dari hulu embung. Dengan demikian, hal ini dinilai tepat untuk pengambilan sampel dari perhitungan data.

## BAB 2 : Observasi

Proses observasi yang dilakukan bertujuan untuk memastikan bahwa rancangan sistem yang diusulkan sesuai dengan batasan realistis yang ditentukan serta mengakomodasi perkiraan kebutuhan awal *prototyping* yang telah disesuaikan dengan keinginan pengguna. Untuk mencapai hal tersebut, tahapan observasi ini diawali dengan mengumpulkan informasi-informasi dasar tentang kebutuhan sistem yang akan digunakan oleh pengguna, dalam hal ini adalah pihak pengelola embung. Terdapat dua hal utama sebagai luaran dari proses observasi ini yaitu kumpulan informasi solusi yang memungkinkan dan spesifikasi sistem yang telah disesuaikan dengan kebutuhan pengguna.

Dimana proses observasi diawali dengan pengumpulan berbagai macam informasi berkaitan dengan solusi yang akan dirancang untuk menanggulangi permasalahan yang telah dirumuskan sebelumnya. Berikut ini merupakan beberapa rangkuman hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan pelaksanaan *project* ini.

Menurut [3] dalam penelitian sebelumnya yang terkait pendeteksi dini banjir berbasis *Esp8266* dan *weather API*, mendapatkan hasil pada penggunaan sensor *water flow*nya yaitu dengan melakukan percobaan sebanyak 12 kali percobaan dengan masing-masing pengambilan data sebanyak 3 kali menghasilkan nilai keluaran *error* sebesar 0% dan dalam pengamplifikasiannya yang telah dilakukan sesuai dengan tujuan awal yang telah ditentukan.

Penelitian dari [4], mendapatkan kesimpulan analisis dari sensor *water flow* yaitu mempunyai nilai akurasi dalam membaca data sebesar 0.34 lebih lama dari pada waktu yang telah ditentukan. Serta akurasi nilai dari penerapan tanpa aplikasi sebesar 98% dan menggunakan aplikasi *Blynk* sebesar 97%. Tetapi dengan kelemahan pada laman *userface* masih dinilai kurang.

Tabel 2.1 menampilkan beberapa kumpulan tambahan terkait sumber informasi yang menunjukkan beberapa alternatif solusi yang telah dibuat saat ini, untuk membantu dalam hal untuk mengoptimalkan fungsi dari pengukuran debit air.



Tabel 2.1. Kumpulan solusi tambahan yang identik dengan proyek tugas akhir

Penulis	Usulan Solusi	Hasil / Evaluasi
Benedicto N, dkk. (2018) [5]	<i>Monitoring level, pH, dan flow sensor. Menggunakan ASIC microcontroller dan GSM module. Peletakan ditempatkan pada sisi turbine</i>	Hasil validasi sensor sudah baik, Berdasarkan mengumpulkan hasil pengujian, daya keluaran meningkat proporsional dengan kecepatan turbin dan <i>flow rate</i> nya.
Achmad Brahmantio Ramadhan, dkk. (2019) 1-8 [6]	<i>Monitoring debit air. Menggunakan NodeMCU, water flow sensor, solenoid valve, dan modul relay. Hasil data akan ditampilkan pada aplikasi Blynk</i>	Kesimpulan analisis dari sensor <i>water flow</i> yaitu mempunyai nilai akurasi dalam membaca data sebesar 0.34 lebih lama daripada waktu yang telah ditentukan. Serta akurasi nilai dari penerapan tanpa aplikasi sebesar 98% dan menggunakan aplikasi <i>Blynk</i> sebesar 97%. Tetapi dengan kelemahan pada laman <i>userface</i> masih dinilai kurang menarik.
Ngakan Kutha Krisnawijaya, dkk. (2019) [7]	<i>Monitoring pengukuran debit. Menggunakan WEMOS ESP8266, water flow sensor, Router TPLink MR3020, Wireless USB Modem, Blynk Server, dan sensor ketinggian</i>	Mendapatkan hasil bahwa data sensor dengan modul berjenis ESP8266 dapat dibaca dan terkirim pada server <i>Blynk</i> melalui jaringan seluler. Sehingga hal ini akan menunjukkan kemampuan <i>datalogger</i> dalam mencantumkan data mengenai potensi debit aliran sungai. Penelitian tersebut masih belum dapat mengoptimalkan fungsi dari sensor pengukuran debit karena bersifat rancangan <i>portable</i> online serta belum diterapkan secara langsung.
Sharad S. Mulik, dkk. (2020). [8]	<i>Monitoring Fluid flow/ flow rate dengan YF-DN50 flow sensor dan Arduino Mega 2560 microcontroller</i>	Eksperimen dilakukan pada pompa sentrifugal untuk pemantauan dan pengukuran debit <i>outlet</i> dengan metode konvensional. Grafik perbandingan debit <i>outlet</i> yang diukur memiliki akurasi yang baik. Tetapi perancangan masih untuk skala kecil di karena rangkaian terlalu sederhana dan masih tahap pengembangan jika dimanfaatkan di dalam skala sedang maupun besar.
E. Janhavi Sawanth V, dkk. (2018) [9]	<i>Smart Water Flow Control dan Monitoring System dengan mikrokontroler Arduino UNO, water flow sensor, XBEE, LCD display, dan relay. Sistem akan dibagi menjadi 2 untuk transmitter dan receiver</i>	Konsep <i>IoT</i> sudah terlihat dengan baik Proyek ini berhasil mengatasi masalah mengendalikan dan memantau air dengan membuat proses otomatis.

Berdasarkan hasil penelusuran tersebut, dapat dilihat bahwa secara umum sensor digunakan untuk mengukur debit air dan *flow rate*. Dimana sensor yang umum digunakan untuk mengukur debit & *flow rate* adalah *water flow sensor* dan untuk mikrokontroler yang digunakan dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Pada *project* ini akan menggunakan modul *ESP8266* dengan *LORA SX1278* dikarenakan pengukuran yang dilakukan berada pada ruang lingkup *outdoor* dan

kinerja yang dihasilkan antara kedua modul dapat dipahami dalam pin penghubung dan bahasa program yang sama. Selanjutnya, komunikasi pada modul LORA akan dapat menggunakan sistem arah *node point* untuk penggunaan rangkaian *Sender* dan *Receiver*. Pemilihan modul NodeMCU, memungkinkan data dapat terintegrasi dengan *WIFI* atau jaringan lainnya. Untuk modul *LORA SX1278*, mampu menyesuaikan kemampuan terhadap *range* jarak pengiriman, hal ini dikarenakan pengukuran akan dilakukan pada kondisi terbuka dimana *range* tersebut akan membantu dalam mengalokasikan data pada suatu jaringan yang terhubung. Penggunaan jaringan radio dengan frekuensi 433 Mhz pada *LORA SX1278*, dinilai sangat cocok untuk skala *outdoor* dikarenakan daya *range* pengiriman dan penerimaan yang diperoleh lebih dari 10 km dengan mempertimbangkan jenis dan ukuran antena yang digunakan. Hal tersebut dapat terjadi karena dalam pemilihan antena, akan menentukan *range* jangkauan yang diinginkan atau mengoptimalkan spesifikasi yang diberikan dari *LORA SX1278*. Untuk penggunaan *NodeMCU (ESP8266)*, dipilih karena penyediaan akses *WIFI* yang didukung spesifikasi IEEE 802.11 dengan frekuensi 2.4 GHz serta bahasa pemrograman yang mudah dimengerti, dikarenakan dalam penggunaannya masih menggunakan program bahasa *Arduino Ide* yang relatif umum digunakan dan banyak sumber referensi terkait. NodeMCU akan mudah panas apabila sering digunakan terus menerus atau penggunaan akses pin yang berlebihan. Oleh karena itu, untuk mencegah hal demikian dibutuhkan suatu rancangan atau komponen yang meringankan kerja dari NodeMCU tersebut. Sehingga berdasarkan daftar utama dari kebutuhan sistem, dengan mengangkat isu *low cost*, beberapa referensi diatas telah memenuhi kebutuhan tersebut. Observasi dari beberapa *marketplace*, harga beberapa komponen utama tersebut masih tergolong murah. Namun, untuk konsep *IoT* masih ditemukan beragam solusi, sehingga untuk menyelesaikan masalah tersebut, proses tahapan observasi perlu dilakukan untuk memenuhi kebutuhan pengguna melalui survei atau observasi langsung ke lokasi guna menentukan kebutuhan dan spesifikasi sistem yang sesuai.

Dimana proses survei diawali dengan menghubungi salah satu dosen Teknik Elektro, pak Wahyudi Budi Pramono, S.T., M. Eng sebagai salah satu pihak penanggung jawab. Hal ini dikarenakan Embung Kladuan dalam pemanfaatannya, sebagai penghasil listrik berskala Mikro/Mikrohidro yang sudah direncanakan pembuatannya oleh prodi Teknik Elektro. Setelah mendapatkan narasumber yang tepat, selanjutnya melakukan persiapan berupa daftar pertanyaan yang dapat bermanfaat untuk membantu menentukan spesifikasi sistem dan kebutuhan pengguna (Tabel 2.2). Adapun beberapa pertanyaan yang disiapkan dan respon dari pihak terkait adalah sebagai berikut :

Tabel 2.2. Hasil survei antara pengembang dan pengguna

Pertanyaan	Jawaban/tanggapan
Sebenarnya, untuk fungsi dari Embung Kladuan itu sendiri seperti apa?	Untuk fungsi dari Embung Laduan itu sendiri, di khususkannya untuk media edukasi maupun tahapan penegembangan terhadap pembangkit listrik skala Mikrohidro dan wilayah pemantauan konservasi air.
Untuk penerapannya terhadap Mikrohidro, apakah memanfaatkan langsung pada aliran air atau memanfaatkan dari energi potensial dari ketinggian air itu sendiri ?	Untuk pemanfaatannya kami menggunakan dari potensial air itu sendiri, yang mana pada bagian embung mempunyai ketinggian max 10 meter dimana pipa selebar 30 cm di kedalaman 2 meter akan langsung terhubung menuju turbin penggerak.
Untuk pemanfaatannya apakah akan digunakan setiap hari atau ada waktu tertentu?	Untuk penggunaannya, sepertinya tidak untuk digunakan setiap hari. Dikarenakan embung bersifat menampung dari aliran dari sungai di merapi, jikalau tampungan sudah sesuai dengan batas aman dari pelaksanaan maka gerbang penghubung pipa akan dibuka. Untuk optimalnya kami memperkirakan pada musim penghujan akan dinilai sangat cocok
Dari pihak prodi sendiri, apakah ada saran untuk tempat pemasangannya sendiri?	Untuk usulan mungkin bisa di perimbangkan, kalian bisa memanfaatkan 2 sensor untuk pengambilan sampel. Peletakan dapat dilakukan pada bagian sekitar gerbang air ditambah dengan sensor ketinggian atau mungkin dapat diletakan pada bagian pembuangan mikrohidro untuk keamanan
Apakah ada saran bagaimana cara mengukur debit air embung yang berpotensi sebagai PLTMH?	Salah satu saran yang diberikan adalah dengan menggunakan percepatan aliran dan mengukur ketinggian dari aliran sungai sebelum ke Embung Laduan. Dengan begitu maka akan didapatkan debit air yang mengalir.

Berdasarkan informasi yang didapatkan dari hasil survei/wawancara dengan pengguna dan penelusuran beberapa literatur / teknologi yang telah dikembangkan, maka didapatkan daftar spesifikasi dari sistem yang akan dikembangkan sebagai solusi permasalahan yang diangkat, yaitu monitoring pengukuran debit air Embung Kladuan. Berikut ini adalah daftar spesifikasi lengkapnya.

1. Sistem yang dibangun sebagai *prototyping* untuk memonitoring sample data debit terhadap daya kinerja hasil pembangkit listrik tenaga Mikrohidro dan konservasi wilayah air.
2. Pemilihan modul (NodeMCU) yang digunakan harus dapat saling terintegrasi satu sama lain serta memudahkan dalam pencarian jaringan.
3. Peletakan sensor akan dilakukan pada bagian hulu embung, dimana hal tersebut sesuai dengan saran dari pihak pengelola Embung Kladuan serta tetap dalam konsep yang sama untuk mendukung terhadap estimasi daya ukur debit terhadap mikrohidro dan pemantauan konversi air pada musim hujan atau kemarau.

4. Sumber tenaga/daya akan menggunakan solar panel sebagai opsional agar dapat menerapkan pemanfaatan energi bersih dan sumber daya cadangan untuk kelangsungan kedepannya.
5. Komunikasi internet *Receiver* terhubung dengan *Cloud Server*.
6. Menerapkan 2 sistem *node point Lora* yaitu *Sender* dan *Receiver* untuk memaksimalkan *range* jangkauan dikarenakan simulasi akan dilakukan pada skala *outdoor*.
7. Penampilan data akan mempermudah pihak yang bersangkutan dalam memonitoring maupun akses umum terhadap pihak umum sebagai media edukasi baik dalam bentuk *website* atau aplikasi pendukung .

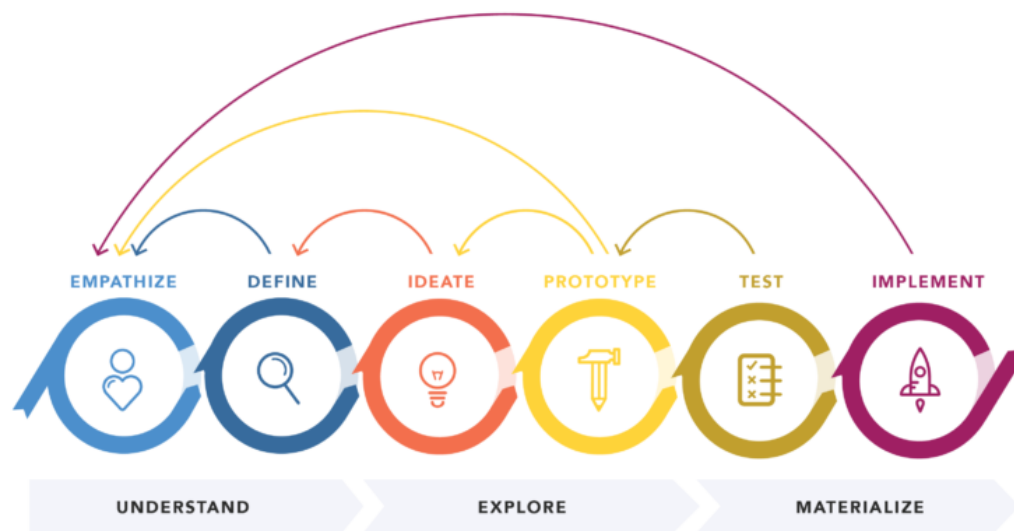
Berdasarkan spesifikasi tersebut, maka selanjutnya akan dirancang usulan sistem yang memenuhi kriteria yang telah disebutkan diatas. Survei untuk menentukan spesifikasi sebagai batasan realistik dan tahapan awal dalam rekayasa teknik.



## BAB 3 : Usulan Perancangan Sistem

### 3.1 Usulan Rancangan Sistem

Dalam perancangan sistem rekayasa, beberapa tahapan perlu dilakukan sesuai dengan kebutuhan dalam *engineering design*. Adapun tahap tersebut *understanding*, *exploration*, dan *materialize*. Proposal ini adalah sebagai suatu cara untuk memenuhi standar keteknikan dalam perancangan sistem meliputi tahapan *understanding* dan *exploration*. Tahapan-tahapan tersebut seperti siklus yang didalamnya dapat terjadi perubahan, perbaikan, maupun penambahan yang bertujuan untuk memenuhi spesifikasi kebutuhan pengguna (Gambar 3.1).

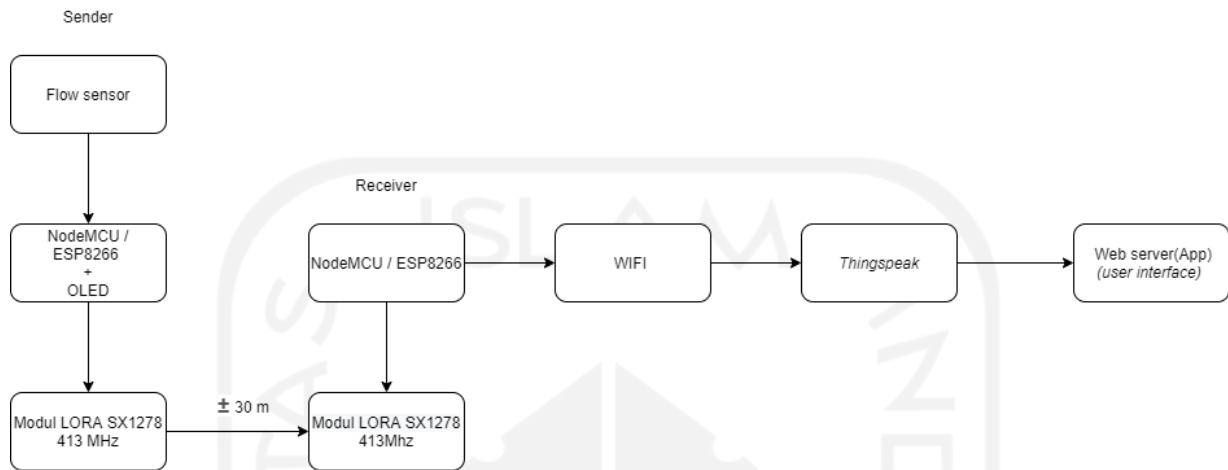


Gambar 3.1. Siklus perancangan suatu sistem rekayasa

Tahapan *understanding* adalah bagaimana pengembang sistem memahami masalah dengan baik dan menentukan secara spesifik masalah yang akan diselesaikan dengan sistem yang dirancang. *Exploration* adalah tahapan untuk mengumpulkan seluruh informasi agar sistem yang dikembangkan telah mempertimbangkan berbagai macam aspek. Pada pembahasan sebelumnya, kami telah menentukan permasalahan beserta spesifikasi dan kebutuhan pengguna. Pada tahapan ini kami akan mencoba mengusulkan suatu perancangan sistem yang akan menjadi solusi awal dalam menyelesaikan permasalahan yang dirumuskan beserta spesifikasi yang telah disesuaikan dengan kebutuhan pengguna.

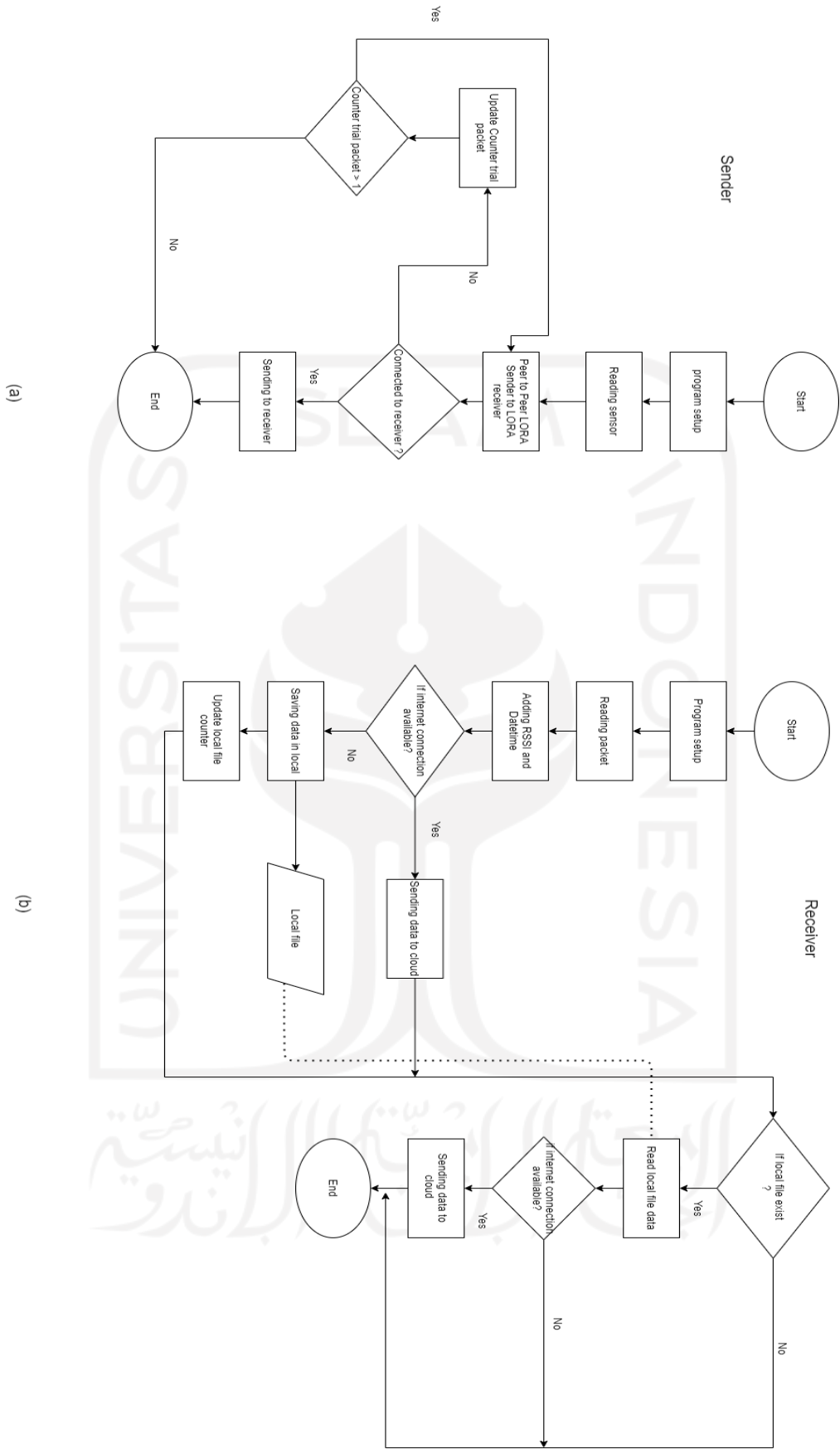
*Block diagram* mekanisme kerja yang telah dirancang dapat dilihat pada gambar 3.2, dimana dari gambar tersebut sistem akan dibagi menjadi 2 tahapan, yaitu *Sender* dan *Receiver*. Dimana pada bagian *Sender* ketika sistem mulai dijalankan, hal itu akan menjalankan mekanisme perhitungan (debit) yang telah diprogram pada sistem. Ini akan menjalankan fungsi sensor untuk mulai menghitung jumlah debit air yang terukur dengan mengetahui *flow rate* untuk setiap mL/Sec atau L/menit hingga total volume yang terukur secara keseluruhan. Dimana algoritma program

akan ditentukan terlebih dahulu untuk setiap waktu perhitungan sebelum data dikirimkan pada bagian *Receiver* yang selanjutnya diteruskan pada sistem *Cloud*. Pengiriman data dari *Sender* ke *Receiver* akan menempuh jarak sekitar 25 - 30 meter untuk mencari spot dari jangkauan maksimal *WIFI* yang tersedia. Hal ini sudah termasuk dari percobaan terhadap hambatan penerimaan terhadap kondisi sekitar.



Gambar 3.2. Block diagram dari perancangan system

Sensor akan memuat data dan mentransfer menggunakan koneksi *LORA* dengan *Frekuensi Radio* 413 MHz. Pada *node Receiver*, data yang diterima dari *node* pengirim akan dibaca dan diteruskan ke *Cloud Server*. *Node* ini akan memeriksa koneksi internet, jika koneksi tidak tersedia maka data akan masih tetap disimpan secara lokal sambil dan menunggu hingga terdapat koneksi untuk penampilannya, sehingga koneksi menjadi penting dalam hal penampilan dan penyimpanan data. Setelah itu, data akan dikirim kembali ke *Cloud* jika tersedia koneksi internet. Data yang diterima akan disimpan ke *Cloud* yang dapat dipantau secara *real-time* pada *website*. Untuk lebih jelas terkait alur *Sender* dan *Receiver* dari *LORA* akan dijabarkan pada diagram *flowchart* berikut ini (gambar 3.3)

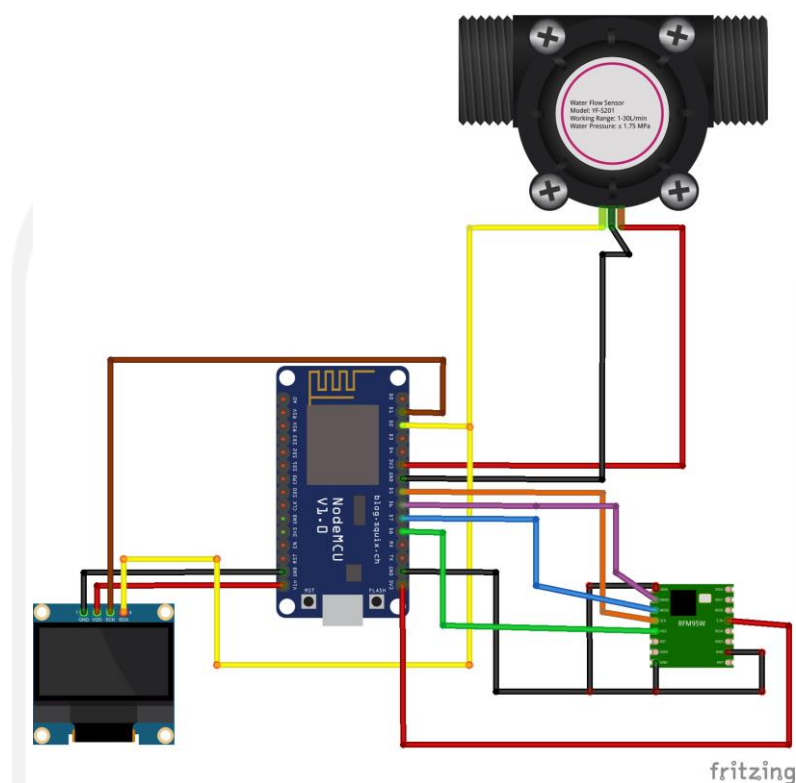


Gambar 3.3. Alur rancangan sistem secara umum. (a) Alur sistem *Sender*, (b) bagian sistem *Receiver*

Rancangan perakitan terhadap perakitan akan dijabarkan sebagai berikut :

a. *Sender*

Perakitan rancangan rangkaian sender dapat dilihat pada gambar 3.4. Pada gambar tersebut, sistem terdiri dari sebuah *water flow sensor*, layar *OLED*, modul ESP, dan *SX1278 LORA*.



Gambar 3. 4. Rangkaian perancangan sistem *Sender*

Untuk lebih lengkap mengenai rincian tiap pemasangan pin dari sistem, akan dijabarkan dibawah ini

Pin	Name	Description
1	GND	Ground (0 V)
2	D101	Digital I/O
3	D102	Digital I/O
4	D103	Digital I/O
5	VCC	Power (3.6 V Maximum)
6	MISO	SPI Data Output
7	MOSI	SPI Data Input
8	SLCK	SPI Clock
9	NSS	SPI Chip Select
10	D100	Digital I/O
11	RESET	Reset
12	GND	Ground (0 V)

Gambar 3.5. Identifikasi Pin [10]

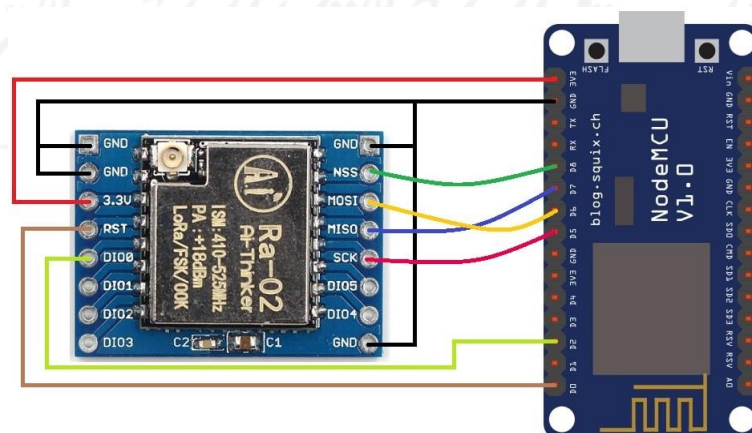


Sensor ini dapat dihubungkan ke saluran air karena memiliki saluran inlet dan outlet. Di dalam sensor, ada kincir yang mengukur seberapa banyak cairan yang melewatinya. Terdapat sensor efek *hall* magnetik yang terintegrasi mengeluarkan *pulse* listrik dengan setiap putarannya. Laju aliran air dapat dihitung dengan menghitung *pulse* dari *output* sensor. Setiap *pulse* kira-kira 2.25 milliliter. Untuk mendapatkan presisi yang lebih baik lebih dari 10%, diperlukan banyak kalibrasi. *Water flow sensor* adalah sensor digital, sehingga pemasangan dapat menghubungkan pin keluarannya (*pulse*) ke salah satu pin digital *ESP8266*. Dalam kasus ini, pin yang terhubung ke *GPIO2*, yaitu D4. Sensor bekerja pada tegangan 5 V dan dihubungkan ke  $V_{in}$  dari *ESP8266*. Demikian pula, *I2C OLED Display* dimana *SDA* & *SCL* pin masing-masing terhubung ke D2 & D1 dari *ESP8266*. Layar *OLED* akan bekerja pada tegangan 3.3V sehingga dapat dihubungkan ke pin 3.3 V dari *Nodemcu*. Identifikasi pada pemasangan pin bagian *Sender*, dapat dilihat pada tabel 3.1

Table 3.1. Penyesuaian pin pada modul *Sender*

<i>NodeMCU Pins</i>	<i>SX1278 Pins</i>
GND	GND
3.3V	VCC
D8	NSS
D7	MOSI
D6	MISO
D5	SCK
D0	RST

b. *Receiver*



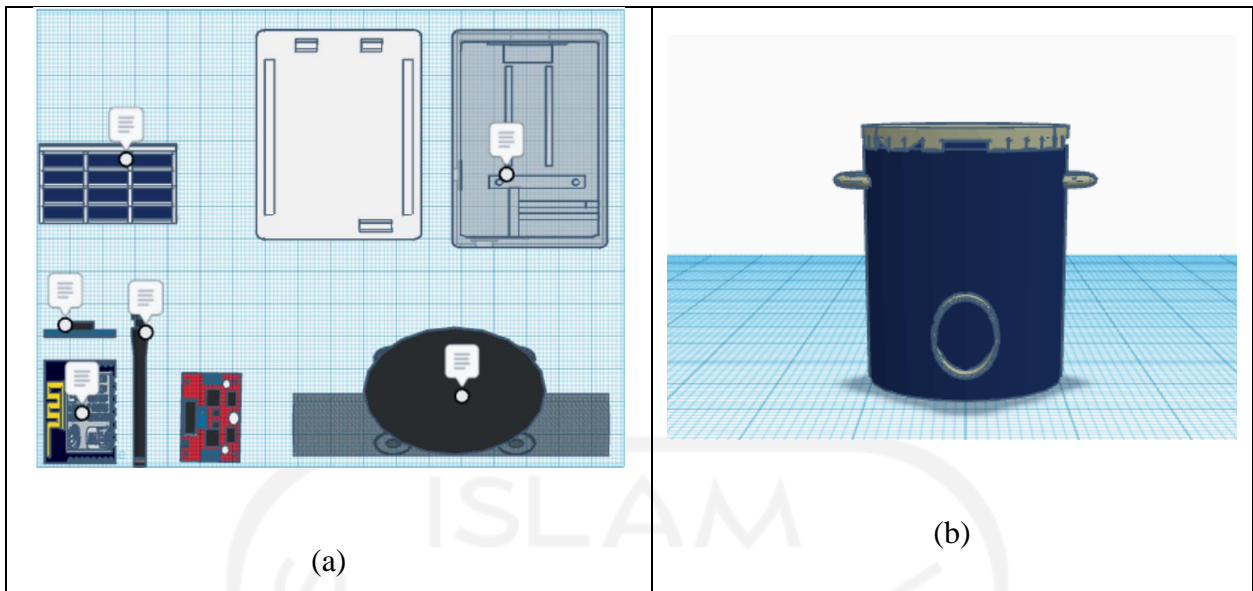
Gambar 3.4. Rangkaian komponen *Receiver*

Identifikasi pada pemasangan pin bagian *Receiver* yang diilustrasikan pada gambar 3.4, umumnya hampir sama dengan perancangan bagian *Sender* yang membedakannya hanya terletak pada penambahan pin D2/DIO 0 (Pin DIO 0 dapat disesuaikan sebagai pin interupsi) yang dapat dilihat pada tabel 3.2

Table 3.2. Penyesuaian pin pada modul *Receiver*

<i>NodeMCU Pins</i>	<i>SX1278 Pins</i>
GND	GND
3.3V	VCC
D8	NSS
D7	MOSI
D6	MISO
D5	SCK
D0	RST
D2	DIO 0

Rancangan *design project* yang akan diterapkan, dimana rancangan ini masih dalam tahapan pengembangan awal yang akan memberikan gambaran terkait produk yang akan digunakan dalam lingkup *outdoor*. *Case design*, harus mengikuti rancangan terkait peletakan sensor dan perlindungan komponen didalamnya. Dimana *case* desain mempunyai ukuran berkisar 16 x 11 x 9 *centimeters* yang dinilai cukup untuk penyimpanan komponen perangkat didalamnya. Untuk penempatan sensor *flowmeter* bisa ditempatkan pada hulu aliran Embung Klakuan disertai dengan tahapan bendungan yang akan membendung air dan melewatkan beberapa sampel air kedalam sensor *flowmeter* sesuai dengan prinsip *bernoulli*. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada ilustrasi dibawah ini



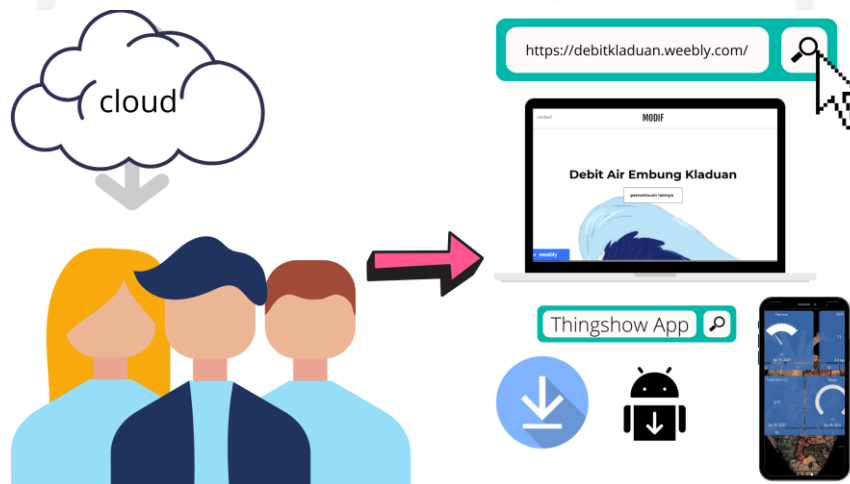
Gambar 3.5. Ilustrasi usulan rancangan desain sistem secara umum. (a) *Case design*, (b) Tempat peletakan *case* dan komponen

Untuk dapat memenuhi usulan sistem tersebut, maka diperlukan inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras. Tabel 3.3 memperlihatkan kebutuhan sistem sesuai usulan dan spesifikasi yang dibutuhkan.

Tabel 3.3. Inventarisasi kebutuhan usulan sistem perangkat keras

No	Nama Alat	Keterangan
1	Perangkat untuk kemasan alat	Dibuat untuk menjadi tempat <i>mounting</i> alat yang telah didesain agar dapat melindungi dari hujan dan panas. Perangkat ini dapat dibuat dari bahan filament 3D <i>printing</i> maupun bahan sejenis.
2	NodeMCU/ ESP8266	Untuk <i>central processing</i> unit dengan ukuran yang kecil dan kemampuan akuisisi data yang handal dengan resolusi ADC 10 bit. Hal ini berkaitan dengan ukurannya yang sudah sangat kecil dan harga yang murah (< Rp. 50.000). Berikut beberapa spesifikasinya <ul style="list-style-type: none"> <li>- Terdapat pin RX/TX UART untuk komunikasi serial,</li> <li>- Fungsi <i>wake-up</i> &lt; 2m</li> <li>- ADC 10-bit</li> <li>- Wi-Fi 2.4 GHz</li> </ul>
3	Step down power module	Digunakan untuk menurunkan tegangan dari baterai aki agar selaras dengan tegangan kerja modul dengan spesifikasi berikut <ul style="list-style-type: none"> <li>- Input voltage: 9V/12V/24V/36V</li> <li>- Output voltage: 5V</li> <li>- Output current: 3A</li> <li>- Switching frequency: 150KHZ</li> <li>- Conversion efficiency: 92%</li> </ul>
4	LORA SX1278	Harus mampu menyesuaikan kemampuan sensor terhadap range jarak pengiriman karena <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ultra-long communication distance &gt; 5 KM,</li> <li>- Constant RF power output during + 20 dBm -100 mW voltage changes,</li> <li>- High sensitivity: as low as -148dB,</li> <li>- Half-duplex SPI communication</li> </ul>
5	Water Flow Sensor G2' DN50	Kemampuan sensor harus mampu menyelaraskan daya pembacaan terhadap air yang lewat ( <i>flow</i> ), dimana spesifikasi dari <i>water flow sensor</i> ( <i>Hall Effect Sensor, Digital Output</i> ), <ul style="list-style-type: none"> <li>- Flow Range /Accuracy 10-200 L/min <math>\pm</math> 3%,</li> <li>- Rated Voltage : DC=5-18V,</li> <li>- Max Working Current 10mA,</li> <li>- Working Voltage Range DC5~15V,</li> </ul>
6	Baterai aki	Berfungsi dalam menyuplai daya dari solar panel ke rangkaian yang memungkinkan untuk menambah waktu kerja dan efisiensi dengan Spesifikasi: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Voltage : 12 Volt</li> <li>- Capacity : 7 Ah</li> <li>- Terminal Size : T2</li> <li>- Type Terminal : L</li> <li>- Weight : 1.5 Kg</li> <li>- Resistant <math>\leq</math> 40 mOhm</li> </ul>
7	LCD OLED	Teknologi OLED, lebih tipis, lebih terang dan lebih tajam dari LCD. Sangat hemat daya, seluruh layar hidup hanya 0.06 watt dengan I2C interface (SDA, SCL) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ukuran layar: 0.96"</li> <li>- Resolusi: 128x64 pixel</li> <li>- Tegangan kerja: 3.3~5v DC</li> <li>- Chip: SSD1306</li> </ul>

Dikarenakan sistem ini tidak hanya menggunakan sistem perangkat keras, namun juga perangkat lunak, maka dalam usulan perancangan ini, terdapat juga usulan sistem aplikasi yang akan digunakan. Platform penampil data, dimana pemilihan penampilan data pada laman ini adalah *Thingspeak*. *Thingspeak* dipilih dikarenakan dapat menunjukkan data *cloud* sebanyak 8.000 data dalam satu tahun dan terlihat lebih fleksibel untuk tahap pengembangannya nanti. Penampilan data pada laman *website* maupun tampilan pada aplikasi diupayakan untuk memberikan gambaran *real time* baik itu dalam bentuk animasi, grafik, *chart*, maupun dalam tampilan angka. Penampilan data tersebut didapatkan dari pengumpulan data pada *Cloud* (*Thingspeak*), yang selanjutnya akan diolah dalam bentuk *web* ataupun *App* yang dapat diakses langsung untuk layanan publik, seperti yang diilustrasikan pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Usulan rancangan aplikasi untuk pengguna

### 3.2 Metode Uji Coba dan Pengujian Usulan Rancangan Sistem

Pada tahapan ini, dimana *flow meter* akan menerapkan fungsi dari *Hall Effect*, yaitu ketika ada air yang mengalir di dalamnya maka rotor akan berputar dan menghasilkan data *pulse* yang sesuai dengan besarnya air yang mengalir. Konsep ini selanjutnya akan dirumuskan menjadi sebuah rumusan yang sesuai dengan perancangan sistem yang diinginkan. Pengukuran debit air embung lanjutan akan dibuat mengerucut pada aliran airnya, sehingga aliran air yang masuk kedalam pipa akan terhubung ke sensor. Prinsip ini menerapkan fungsi kerja dari prinsip *bernoulli*. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa semua aliran air yang mengalir dapat terukur sesuai dengan makna dari debit. Dimana debit merupakan banyaknya aliran yang mengalir dalam satuan liter per waktu. Laju aliran air dapat dihitung dengan menghitung *pulse* dari *output* sensor. Sehingga untuk mendapatkan presisi yang lebih baik lebih dari 10%, diperlukan banyak kalibrasi. Dimana kalibrasi sensor yang sesuai dapat dilakukan dengan mengukur sensor menggunakan

osiloskop dan membandingkannya dengan *datasheet* dari faktor karakteristik *pulse* yang dicantumkan pada sensor tersebut. Untuk perhitungan konstanta kalibrasi dari luas tampang lintang skematik *water flow sensor* (secara matematik/manual), maka diperoleh bentuk perhitungan nilai debit aliran yang dinyatakan dalam hubungan

$$Q = 2 C \pi A r f \quad (1)$$

dengan,  $Q$  adalah debit alir ( $m^3/s$ ),  $C$  berupa nilai dari satuan per *pulse* yang dihasilkan,  $r$  adalah jari-jari rotor (m) dan  $f$  merupakan frekuensi (Hz). Atau dapat ditulis

$$Q = kf \quad (2)$$

Dengan demikian nilai  $k$  yaitu :

$$k = 2 C \pi A r \quad (3)$$

Nilai konstanta  $k$  inilah yang akan ditentukan nilai terbaiknya dalam project ini. Konstanta akan bergantung pada jenis dan ukuran dari jenis sensor itu sendiri. Secara teoritis untuk estimasi dari daya listrik yang dapat dihasilkan dari tenaga air mengikuti persamaan berikut :

$$\text{Daya Teoritis (P)} = Q \times H \times g \quad (4)$$

Dimana  $P$  adalah daya dalam kW,  $Q$  merupakan debit dalam Liter/Sekon,  $H$  sebagai ketinggian/*Head* dan  $g$ /gravitasi =  $9.81 m/s^2$ . Tidak ada satupun sistem yang sempurna, sehingga selalu terjadi kehilangan/*loses* energi sewaktu energi potensial air diubah menjadi energi listrik. Besarnya energi yang hilang dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, seperti:

- Efisiensi turbin
- Efisiensi generator
- Efisiensi trafo
- Efisiensi sistem kontrol
- Efisiensi konstruksi sipil

Dengan demikian persamaan di atas dapat menjadi:

$$P_{netto} = 9.81 \times Q \times H \times E_t \text{ (kW)} \quad (5)$$

Dimana  $P_{netto}$  adalah daya listrik yang dapat dimanfaatkan,  $E_t$  merupakan efisiensi dari total sistem. Beberapa sumber referensi yang diketahui, bahwa untuk sistem pembangkit skala kecil, sebagai acuan kasarnya dapat digunakan nilai  $E_t$  sebesar 50% [2]. Perhitungan tersebut dapat menjadi sebuah acuan kasar dalam memperkirakan nilai daya yang dihasilkan dengan memperkirakan debit masukan yang lewat. Pengujian terhadap daya jangkauan *LORA* perlu dilakukan untuk mengetahui hambatan pada kondisi sekitar yang mempengaruhi panjang pengiriman. Pengujian dilakukan dengan meletakkan rangkain *Sender* dan sensor pada tempat peletakannya untuk menghitung debit dan mengirimkannya pada rangkaian *Receiver*. *Receiver*

akan diletakan pada bagian yang dapat menangkap koneksi jaringan dengan baik agar dapat langsung tersimpan ke *Cloud Server*, dengan demikian estimasi dari jarak *Sender* ke *Receiver* dapat diperhitungkan.



## BAB 4 : Hasil Perancangan Sistem

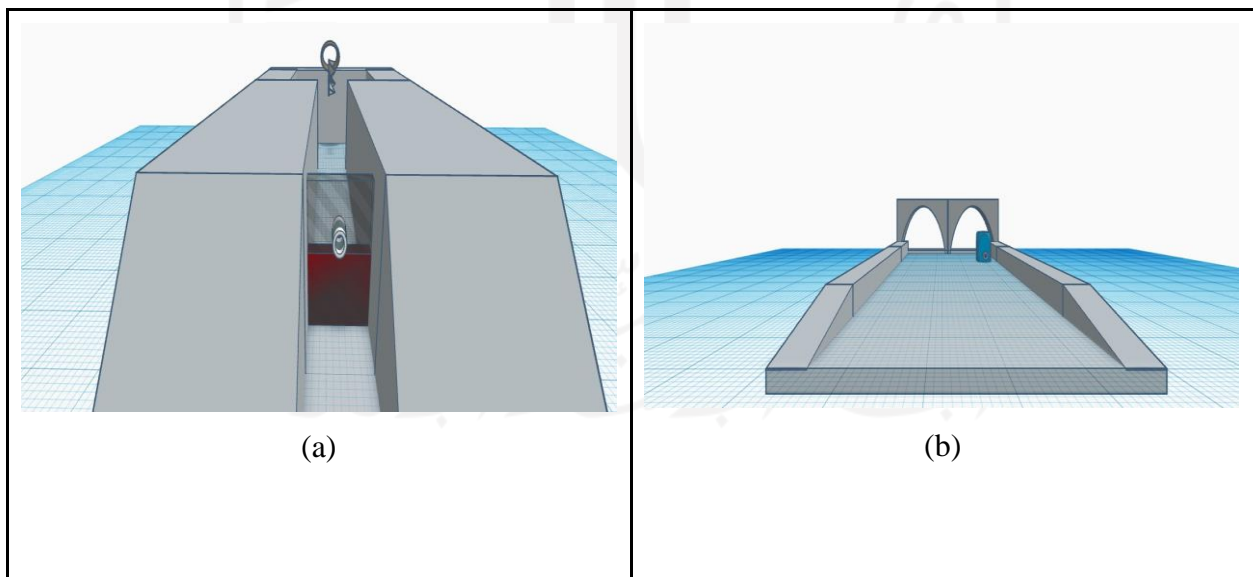
### 4.1 Kesesuaian Usulan dan Hasil Perancangan Sistem

Pada bagian ini, penjelasan berupa deskripsi secara umum apakah perancangan telah memenuhi kesesuaian dari hasil yang telah direalisasikan dibandingkan dengan usulan/spesifikasi dari rancangan *project* yang diinginkan. Dimana perbandingan akan dijelaskan menggunakan tabel untuk *head-to-head comparison* (Tabel 4.1).

Tabel 4.1 Perbandingan usulan dan hasil perancangan sistem

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Dimensi (panjang x lebar x tinggi)	12 x 8 x 6 cm	16 x 11 x 9 cm
2	Berat (gram)	100 gram	600 gram
3	Range jangkauan	1 km	± 25 m
4	Catu daya	2 Batre/komponen ( <i>sender &amp; receiver</i> )	Solar panel
5	Peletakan sensor	Outlet pembuangan mikrohidro	Hulu Embung Kladuan
6	Koneksi	WIFI kampus	Modem

Berikut ini beberapa gambaran dari sketsa awal peletakan sensor yang mengalami perubahan seiring berjalannya pelaksanaan yang ditampilkan pada gambar 4.1



Gambar 4.1. Perbedaan rancangan peletakan sensor. (a) Sketsa peletakan lama dan (b) Tempat peletakan sensor yang baru



Peletakan sensor menjadi faktor krusial untuk menentukan perhitungan debit secara langsung. Dimana sketsa awalan terkait peletakan sensor, berada pada sisi *outlet* pembuangan mikrohidro berubah menjadi peletakan pada hulu Embung Kladuan. Dimana beberapa faktor yang mempengaruhi dari perubahan peletakan sensor seperti berikut :

1. Adanya usulan dari dosen pembimbing ataupun pihak pengelola terkait letak peletakan yang dilakukan pada hulu embung untuk mengetahui setiap debit air yang masuk dari Embung Kladuan.
2. Penerapan mikrohidro pada *outlet* Embung Kladuan belum dapat dilakukan secara langsung dikarenakan masih dalam tahap pengembangan, sehingga uji coba terkait perhitungan maupun pengambilan sampel belum dapat terealisasi yang menyebabkan terjadinya pemindahan lokasi, tetapi tujuan dari pengukuran debit hulu akan mencapai hal yang sama dengan sisi *outlet* untuk mendukung terhadap pemantauan potensi mikrohidro secara kasaran, yang membedakan hanya pembacaan dari pengukuran debit aliran yang dihasilkan dan titik jatuh atau ketinggiannya.
3. Peletakan pada hulu dapat memberi gambaran langsung terkait perkiraan pengambilan sampel data terhadap estimasi daya mikrohidro yang dihasilkan serta interaksi yang dapat terjadi dengan *project* pengukuran tinggi embung yang dapat menjadi data yang berguna bagi pihak pengelola.
4. Diperkirakan untuk pengukuran pada *outlet* mikrohidro, pengukuran yang dihasilkan akan mendapatkan nilai konstan dikarenakan *inlet* (masukan) pada mikrohidro terletak pada ketinggian 2 meter dari atas permukaan total (10 meter) yang akan berhenti jika ketinggian tidak sesuai dengan persyaratan. Oleh karena itu, pengukuran pada hulu embung dipilih karena akan menghasilkan nilai yang beragam dan dapat sebagai pemantau terhadap perbandingan debit yang terukur pada musim hujan maupun musim kemarau untuk fungsi wilayah konversi air.

Dengan adanya perubahan tersebut, maka realitas yang terjadi dari rancangan usulan mengalami perubahan teknis lainnya.

#### **4.2 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya**

Untuk mempermudah pengerjaan sistem, maka diperlukan suatu perencanaan dan manajemen agar seluruh distribusi tugas dan target pencapaian dapat dipenuhi. Perencanaan disini meliputi beberapa tahapan dalam perancangan sistem keteknikan dan dilaksanakan selama 2 semester (Tugas Akhir 1 dan Tugas Akhir 2). Perancangan selanjutnya akan berfokus pada

*timeline* setelah proposal rancangan diserahkan. Berikut ini kesesuaian *timeline* kegiatan yang dijabarkan 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	Februari- Maret	Maret
2	Perancangan sistem sesuai proposal	Maret	Maret
3	Testing, Perakitan, dan Validasi	Maret-April	April
4	Pengumpulan laporan akhir	April	April
5	Expo dan pengumpulan laporan akhir	April - Mei	Mei

Tabel 4.3 menunjukkan usulan anggaran belanja untuk kebutuhan perancangan sistem pengukuran debit Embung Kluduan

Tabel 4.3 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	Water flow sensor 2 inch	Pcs	Rp .233.000, -	1	Rp. 233.000, -
2	Kabel Jumper	Pcs	Rp. 23.000,	1	Rp. 23.000, -
3	NodeMCU/ESP8266	Pcs	Rp. 50.000, -	2	Rp. 100.000, -
4	LORA SX1278	Pcs	Rp. 105.000, -	2	Rp. 210.000, -
5	Antena LORA	Pcs	Rp. 8.000,-	2	Rp. 16.000,-
6	Jasa Cetak PCB	Pcs	Rp. 23.500, -	2	Rp. 47.000, -
7	Baterai Aki	Pcs	Rp. 190.000, -	1	Rp. 190.000, -
8	OLED Display	Pcs	Rp. 44.000, -	1	Rp. 44.000, -
9	Shock drat dalam 2 inchi	Pcs	Rp. 75.000, -	2	Rp. 150.000, -
10	Selotip Paralon	Pcs	Rp. 8.000, -	2	Rp. 16.000, -
11	Modem Dongle Wifi 4G LTE	Pcs	Rp. 290.000, -	1	Rp. 290.000, -
12	Kartu Perdana Telkomsel	Pcs	Rp. 20.000, -	1	Rp. 20.000, -
13	Case kotak	Pcs	Rp. 50.000,	2	Rp. 20.000, -
14	Filter paralon 2 inch	Pcs	Rp. 21.000,	1	Rp. 21.000, -
15	Module Step Down	Pcs	Rp. 30.000,	2	Rp. 60.000, -
16	Drum/tong	Pcs	Rp. 60.000	1	Rp. 60.000,-
17	Soket Baterai	Pcs	Rp. 105.000,	2	Rp. 210.000,-
18	Baterai 18560	pcs	Rp. 14.000,	4	Rp. 56.000,-
19	Kabel 7 meter	Pcs	Rp. 29.000,	1	Rp. 28.000,-
<b>Total Belanja</b>					Rp. 1.783.000, -

### 4.3 Analisis dan Pembahasan Kesesuaian antara Perencanaan dan Realisasi

Perancangan dan realisasi yang dibutuhkan sekitar 17 item untuk perencanaan awal dan setelah berjalannya penelitian ini, ada beberapa *item* yang tidak jadi digunakan dan akan diganti dengan *item* lainnya, seperti untuk sumber daya yang semula menggunakan *battery* 3500 mAh dengan tegangan 3.7 volt, diganti dengan memanfaatkan potensi sinar matahari dengan bantuan solar panel dan aki kering sebagai suplai distribusi daya menuju komponen *Sender* dan *Receiver*, untuk pergantian tempat peletakan sensor yang semula berbentuk bendungan sederhana menjadi tong/drum. Dimana sketsa awalnya adalah membuat bendungan pada bagian pembuangan *outlet* mikrohidro menggunakan kaca ataupun mika, yang yang diharapkan dapat menahan deras nya air yang mengalir diganti menjadi tong/drum yang diletakan pada hulu embung yang dimodifikasi agar dapat menopang pengukuran serta bagian dalam komponen dapat terlindungi dari masuk nya air yang dapat membuat kerusakan komponen. Komponen yang dibutuhkan seperti *shock darat* 2 buah untuk melindungi lubang tempat air masuk menuju sensor yang terletak di bagian depan dan belakang tong/drum serta di bagian penutup tong/drum terdapat sekat penutup yang mengunci agar tidak mudah terlepas.

Ketidakesesuaian dalam menggunakan *battery* sebagai daya suplai, baik untuk *Sender* dan *Receiver* hanya dapat bertahan kurang lebih selama 15 jam untuk bagian *Sender* dan sekitar 3 jam untuk *Receiver* yang mengakibatkan, setiap beberapa jam atau hari perlu melakukan pengisian *battery/rechargeable* yang memakan waktu 7 jam hingga pengisian selesai. Hal ini mengakibatkan tidak efisiensinya waktu dikarenakan harus mengganti ataupun melakukan pengecasan *battery* untuk daya yang dibutuhkan. Ini dapat terjadi setelah dilakukannya percobaan untuk ketahanan *battery* sebagai daya yang dibutuhkan, sehingga perubahan jenis daya yang dibutuhkan akan diganti menjadi solar panel yang memanfaatkan energi sinar matahari dengan dibantu aki kering sebagai penyimpan daya dan distributor ke rangkaian *Sender* dan *Receiver*, agar dapat beroperasi pada rangkaian dibutuhkan sebuah modul *step down* untuk menurunkan tegangan aki kering yang sebesar 12 Volt menjadi 5 Volt. Diharapkan sistem ini dapat digunakan secara *real time*, yang artinya sistem dapat bekerja selama 24 jam *nonstop*, dikarenakan konsep lebih memfokuskan sistem dapat berjalan dan mengukur debit air secara presisi akan tetapi, sistem ini membutuhkan beberapa komponen tambahan untuk meringankan sistem kerja modul pada pengaplikasiannya. Sumber daya yang digunakan berupa aki kering dua buah dengan kapasitas aki yang berbeda, untuk *Sender* menggunakan kapasitas aki 6 Volt 4.5 Ah sedangkan *Receiver* menggunakan kapasitas aki 12 Volt 7 Ah, pembagian tersebut berdasarkan kebutuhan beban yang sudah dihitung. Berikut adalah tabel konsumsi beban pada *Sender/transmitter*.

Tabel 4.4 Estimasi daya total penggunaan *Sender*

Nama Komponen	Arus	Voltage	Daya (Watt)
Sensor	15 mA	5 Volt	75 mW
Node MCU/ESP 8266	70 mA	3.3 Volt	231 mW
LoRa sx1276 Sender	12 mA	3.3 Volt	39.6 mW
LED OLED	18 mA	3.3 Volt	54.9 mW
Total	115 mA	14,9 Volt	400.5 mW

Dengan kapasitas aki sebesar 4.5 Ah, maka aki akan bertahan selama kurang lebih dari 39 jam atau setara dengan 1 hari 15 jam. Untuk men-*supply* sumber daya yang dibutuhkan, *Sender* akan menggunakan panel surya dengan kapasitas 3.3 W dengan tegangan 6 Volt dan arus sebesar 0.55 A. Panel surya tersebut dapat mengisi Aki dengan kapasitas 4.5 Ah sampai penuh dan membutuhkan waktu 9 jam untuk penyinaran secara optimal. Sedangkan dalam 1 hari rata-rata panel surya optimal dalam waktu 4 - 5 jam. Sehingga yang dibutuhkan dalam pengisian maksimal sumber daya aki ini selama 2 hari. Berikut adalah tabel konsumsi beban pada *receiver*.

Tabel 4.5 Estimasi daya total penggunaan *Receiver*

Nama Komponen	Arus	Voltage	Daya (Watt)
Node MCU/ESP 8266	70 mA	3.3 Volt	231 mW
LoRa sx1276 Sender	12 mA	3.3 Volt	39.6 mW
Modem	800 mA	5 Volt	4000 mW
Total	882 mA	11.6 Volt	4270.6 mW

Dengan kapasitas aki sebesar 84 Watt, maka aki akan bertahan selama kurang lebih 19 jam. Untuk men-*supply* sumber daya yang dibutuhkan *transmitter*, menggunakan panel surya dengan kapasitas 18 W dengan tegangan 12 Volt dan arus sebesar 1.55 A. Dimana panel surya tersebut dapat mengisi aki dengan kapasitas 7 Ah sampai penuh, sehingga membutuhkan waktu 5 jam penyinaran secara optimal. Sedangkan dalam 1 hari, rata-rata panel surya optimal dalam waktu 4 - 5 jam, sehingga hal ini akan memaksimalkan dalam pengisian sumber daya aki selama 1 hari. Dengan demikian, konsep dari pengukuran 24 jam yang diinginkan masih terbilang tidak optimal, dikarenakan kebutuhan daya komponen yang cukup besar dan faktor pengisian yang memakan waktu, untuk itu konsep ini dapat digunakan dengan cara menghidupkan komponen *Sender* & *Receiver* dalam jangka waktu beberapa jam kedepannya untuk melihat estimasi terhadap daya ukur

debit air dan kelajuan air yang masuk pada bagian hulu, kemudian data yang didapatkan akan diperkirakan/dirangkum untuk melihat potensi kasaran dari hasil pengujian terhadap potensi mikrohidro yang dihasilkan, maupun pengamatan terhadap konservasi wilayah air dari data debit masukan.

Untuk penempatan alat dan desain, penempatan mengalami perubahan yang telah dijelaskan sebelumnya. Hal ini dikarenakan pihak pengelola menginginkan informasi data debit masukan pada hulu embung yang selaras dengan pengembangan mikrohidro yang belum rampung. Dimana peletakan alat di saluran luaran/*outlet* mikrohidro dengan prinsip pembuatan bendungan sederhana yang menganut persamaan *bernoulli* berpindah menuju hulu Embung Kladuan yang tetap menganut persamaan yang sama, yang berbeda hanya hasil pengukuran. Dimana perhitungan yang dilakukan pada hulu embung hanya sebagai sampel dari total keseluruhan, dikarenakan debit yang terhitung hanya beberapa persen dari seluruh air yang mengalir menuju Embung Kladuan dan dibutuhkan pekerjaan sipil lainnya apabila ingin melakukan pengukuran total. Tong/drum akan diberi pemberat di dalam bagian dasar dan diikat pada setiap sisi dengan beban berat agar memberikan struktur kokoh dan kuat dari lingkungan peletakannya berada.

Jaringan koneksi data yang diinginkan mengalami perubahan yang diakibatkan sistem protokol *WIFI* kampus yang memiliki lapisan pengamanan ketat sehingga rangkaian *Receiver* sulit untuk terkoneksi dan terhubung pada *Cloud Server*. Dengan demikian, solusi yang dapat diambil adalah dengan menggunakan konektivitas jaringan sendiri yang berasal dari modem *MIFI*. Total dari komponen yang direncanakan dan realitas yang dialami, hanya terdapat beberapa perubahan yang tidak terlalu dramatis atau sekitar 93% dari total komponen yang digunakan masih dapat dipertahankan dan beberapa komponen lainnya perlu digantikan dengan komponen yang baru sesuai dengan kebutuhan.

## BAB 5 : Implementasi Sistem dan Analisis

Pada Bab 5 ini, akan menjelaskan mengenai hasil dari implementasi yang telah diterapkan untuk membuktikan kebenaran dari *project* yang dilakukan. Dimana penjabaran tersebut akan dijabarkan pada beberapa sub-bab berikut ini :

### 5.1 Hasil dan Analisis Implementasi

Sinyal *pulse* adalah gelombang persegi sederhana sehingga cukup mudah untuk dicatat dan diubah menjadi liter per menit menggunakan rumus berikut:

$$\text{Frekuensi } pulse \text{ (Hz) / kalibrasi faktor} = \text{Flow rate dalam L / menit} \quad (6)$$

Untuk mengkonversi laju aliran dalam liter / menit, dilakukan dengan menentukan berapa liter yang telah melewati sensor dalam interval 1 detik, kemudian dikalikan dengan 1000 untuk mengubahnya menjadi mililiter.

$$\text{Flow MilliLitres} = (\text{Flow Rate} / 60) \times 1000 \quad (7)$$

Tambahkan liter yang diteruskan dalam detik ke total kumulatif sehingga

$$\text{Total Litres} = \text{Akumulasi dari total Litres sebelumnya dan sesudah} \quad (8)$$

Untuk menentukan data dari sensor tersebut apakah telah mendekati nilai sebenarnya, maka dilakukan sebuah pengujian untuk melihat nilai *error* dari pembacaan data. Pada *project* ini, pengujian awal masih dilakukan dengan bantuan dari selang yang terhubung pada pipa untuk menentukan *pulse* hasil yang terukur, dimana hal tersebut akan dibandingkan dengan *datasheet* sensor terkait *pulse* karakteristik yang dihasilkan, pada percobaan untuk 1 detik air yang melewati sensor berkisar 4 - 4.5 *pulse* yang terhitung. Hal ini dikarenakan, proyek menggunakan sensor aliran air yang berisi sensor Efek Hall yang mengeluarkan *pulse* yang sebanding dengan laju aliran. Penentuan faktor kalibrasi dilakukan dengan mengamati keluaran *pulse* yang dihasilkan untuk setiap liter yang mengalir melaluinya per menit, dan didapatkan sebuah konstanta *pulse* (N) sebesar 270 untuk 1 liter air yang terhitung dalam 1 menitnya. Selanjutnya, hasil kalibrasi yang telah didapatkan akan dimasukkan pada algoritma program arduino untuk diamati hasil keluarannya, untuk menentukan pendekatan terhadap nilai sebenarnya ataupun tidak.

Perhitungan penentuan nilai kalibrasi faktor k. Dikarenakan dalam 1 liter air yang terukur terdapat 270 *pulse* (*datasheet sensor* terkait karakteristik *pulse* yang dihasilkan), sehingga setiap *pulse* adalah 1/270 liter air yang mengalir. Perhitungan untuk pembuktian dapat dilakukan dengan mengibaratkan, total volume yang disimbolkan sebagai V<sub>total</sub> (L), waktu/t (s) dan N sebagai jumlah total *pulse* yang terhitung.

$$V_{\text{total}} \text{ (L)} = N \times 1/270 \text{ (L)} \quad (9)$$

Selain itu, volume total fluida yang mengalir melalui sensor aliran air sama dengan

water flow rate ( $Q$  - unit L/s) dikalikan dengan waktu  $t$  (satuan s).

$$V_{\text{total}}(\text{L}) = Q (\text{L/s}) \times t (\text{s}) \quad (10)$$

Jadi, didapatkan hasil perumusan sebagai berikut :

$$N \times 1/270 = Q (\text{L/s}) \times t (\text{s})$$

$$N/t = 270 \times Q (\text{L/s}) \quad (11)$$

Dimana  $N/t$  diibaratkan sebagai frekuensi  $f$ , dengan demikian :

$$f = 270 \times Q (\text{L/s})$$

$$Q(\text{L/s}) = f/270$$

$$Q(\text{L/min}) = f \times 60/270 = f/4.5$$

$$Q(\text{L/hour}) = f \times 60 \times 60/270 = f \times 60 /4.5$$

Dengan demikian *pulse* yang dihasilkan tiap detiknya adalah 4.5, sejalan dengan pembuktian yang dilakukan sebelumnya. Dimana percobaan untuk setiap 1 detik air yang melewati sensor berkisar 4 - 4.5 *pulse*. Perhitungan dari nilai *pulse* per menit akan menyebabkan nilai  $k = 4.5$ . Berikut ini tabel uji terkait konstanta  $k$  akan ditampilkan pada tabel 5.1

Tabel 5.1 Hasil Pengukuran debit ( $k = 4.5$ )

$V_{\text{setting}}$ (L)	$V_{\text{terukur}}$ (L)	$Q_{\text{digital}}$ (L/min)	Waktu (detik)	$Q_{\text{analog}}$ (L/min)	<b>Error Volume (%)</b>	<b>Error Debit (%)</b>
1	1.17	4.88	12.40	5.64	17.00%	15.57%
1.5	1.57	3.49	26.56	3.54	4.67%	1.43%
2	2.10	5.00	28.00	4.74	5 %	5.20%
2.5	2.52	4.97	31.06	4.86	0.80%	2.21%
3	3.04	5.78	31.66	5.76	1.33%	0.34%
<b>Rata-rata</b>					5.56%	4.95%

Rumus perhitungan terkait tabel 5.1 :

$$\text{Error Volume (\%)} = \left| \frac{V_{\text{terukur}} - V_{\text{set}}}{V_{\text{set}}} \right| \times 100 \quad (12)$$

$$\text{Error Debit (\%)} = \left| \frac{Q_{\text{analog}} - Q_{\text{digital}}}{Q_{\text{digital}}} \right| \times 100 \quad (13)$$

Dapat dilihat dari data yang telah di uji cobakan, untuk faktor kalibrasi  $k = 12$ , perolehan yang didapatkan dari hasil error sekitar 5.56% untuk volume *error* dan debit error sekitar 4.96%. Sehingga, dengan semakin besar volume yang terukur maka persentase *error* yang dihasilkan akan semakin sedikit dan sebaliknya. Apabila semakin sedikit volume yang terukur maka persentase *error* terjadi akan mengalami kenaikan. Hal ini dikarenakan adanya gesekan antara rotor sensor dan momen inersia yang terjadi ketika air melewati sensor.

Pengukuran volume yang besar dengan *error* yang kecil dapat disebabkan karena momen dipengaruhi oleh kompensasi dari lamanya waktu yang dibutuhkan oleh air untuk dapat melewati sensor secara sepenuhnya, sedangkan untuk pengukuran volum kecil dengan *error* yang besar disebabkan oleh adanya momen inersia pada saat melewati sensor sepenuhnya, akan tetapi pengujian yang dilakukan masih belum sempat diujicobakan pada kondisi sebenarnya. Dimana hal tersebut dapat terjadi karena beberapa alasan seperti, perancangan awalan yang di ingin dilakukan pada pengukuran *outlet* mikrohidro tidak dapat direalisasikan karena mikrohidro masih dalam tahapan pengerjaan sehingga pihak pengelola memberikan inisiatif terkait masukan ataupun saran untuk meletakkannya sensor pada hulu Embung. Dikarenakan kurangnya waktu terhadap uji coba pada kondisi real, perhitungan masih menerapkan dengan faktor kalibrasi yang didapatkan pada percobaan awalan dalam menentukan nilai  $k$  sensor dengan lokasi peletakan pada hulu embung.

Perhitungan terkait estimasi daya kerja yang dihasilkan pada Embung Kladuan, dimana data yang diperoleh dari hasil daya tampung cakupan sensor untuk 1 meter dari total lebar hulu embung yaitu sebesar 10 meter, yang mana untuk setiap kelajuan yang terukur pada sensor mendapatkan nilai sekitar 56 liter/sekon untuk 1 meter cakupan. Sehingga dapat dirumuskan untuk estimasi 10 meter cakupan, akan mendapatkan perolehan pembacaan sensor sebesar 560 liter/sekon untuk setiap kelajuan yang masuk pada hulu embung. Untuk perhitungan daya yang dihasilkan pada hulu akan seperti berikut, dimana diketahui :

Kelajuan air :  $560 \text{ liter/sekon} = 0.56 \text{ m}^3/\text{s}$

Titik/ketinggian jatuh hulu : 0.75 meter

Gaya gravitasi :  $9.81 \text{ m/s}^2$

Maka nilai Pnetto-nya :

$$P_{\text{netto}} = 9.81 \times Q \times H \times \text{Et (kW)}$$

$$P_{\text{netto}} = 9.81 \text{ m/s}^2 \times 0.56 \text{ m}^3/\text{s} \times 0.75 \text{ meter} \times 50\%$$

$$P_{\text{netto}} = 2.1 \text{ kW}$$

Sehingga, perhitungan dari estimasi potensi mikrohidro yang dihasilkan pada hulu Embung Kladuan sebesar 2.1 kW dan dengan demikian, project ini dapat menjadi salah satu cara untuk



mengukur kasaran dalam menentukan estimasi dari potensi daya pada PLTMH yang ingin diuji. Dimana pengukuran dapat dilakukan pada debit aliran air yang lebih deras ataupun sedang dengan memperhatikan ketinggian air pada lokasi yang ingin dipantau serta pemanfaatan energi potensial pada penerapannya, dengan kata lain pemindahan terkait lokasi pemantauan menjadi tidak dipermasalahkan, yang membedakan hanya total pembacaan dari debit aliran yang terukur serta titik jatuh/ketinggian sesuai lokasi.

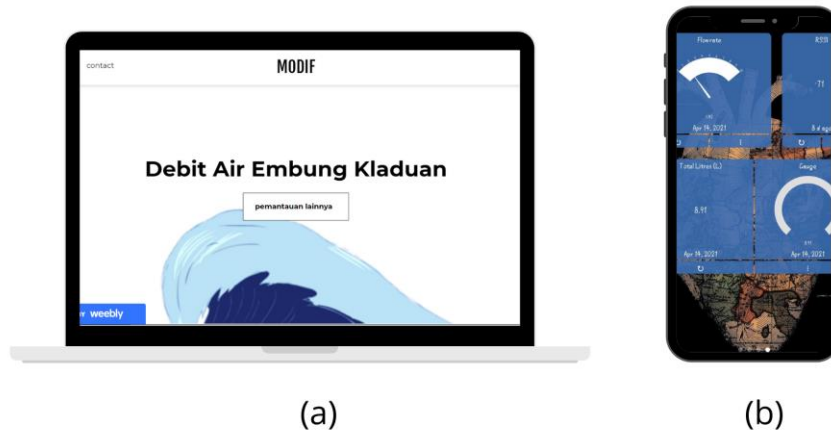
## 5.2 Pengalaman Pengguna

Dengan didukung tersedianya sebuah *website* yang berguna bagi *user* dalam memantau/memonitoring mengenai data perkembangan debit air yang terukur pada Embung Kladuan dan fungsi dari sarana edukasi yang dipelopori oleh pihak embung dapat terealisasi. Penampilan data dapat dilakukan dengan mengunjungi sebuah *website* yang akan memberikan gambaran terkait informasi lanjutan yang dapat diakses secara umum oleh *user* dalam menopang sarana edukasi terkait. Dimana *project* ini terselip pengetahuan mengenai seberapa penting debit air yang terukur terhadap daya kerja mikrohidro maupun sebagai pengamatan terhadap wilayah konservasi air. Efisiensi penampilan data dapat dilakukan dengan mengunduh sebuah aplikasi yang akan menginformasikan data dalam bentuk *widget* pada *home screen* layar *smartphone user*. Hasil progres terkait pengalaman pengguna akan dijabarkan pada table 5.2.

Tabel 5.2 Pengalaman Pengguna

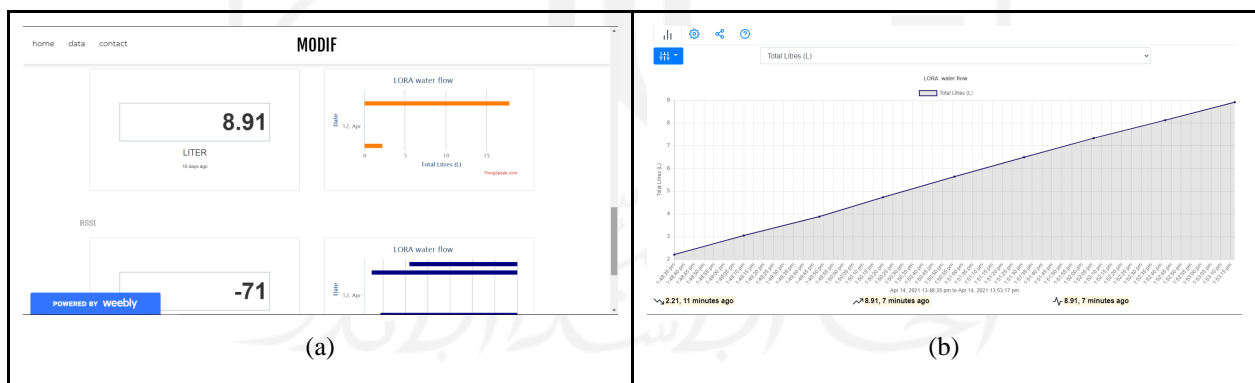
No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Fungsi	Fungsi sebagai monitoring sistem yang ditampilkan melalui grafik dan tabel sudah berjalan dengan baik.	Dipertahankan
2	Kemudahan	Pengoperasian dalam efisiensi pada <i>Website</i> dan <i>App</i> . Dimana pada <i>app</i> dapat dilakukan dengan mengunduh sebuah <i>app</i> yang terintegrasi dengan informasi yang tertuju, dan bentuk penampilan <i>widget</i> pada layar <i>smartphone</i> ( <i>Thing Show App</i> ) sedangkan pada laman <i>website</i> kemudahan dapat dilakukan dengan memasukkan tautan terkait, <a href="https://debitkladuan.weebly.com/">https://debitkladuan.weebly.com/</a>	Dipertahankan
3	Tampilan	Dapat menampilkan grafik data secara <i>real time</i> untuk memudahkan pengamatan maupun peringkasan data untuk waktu tertentu	Tampilan terkait data masih cukup sederhana sehingga dibutuhkan pengembangan terkait <i>user experience</i>
4	Interaksi	Dapat terhubung langsung pada laman pemantauan terkait <i>project</i> lain pada Embung Kladuan ( <i>Project</i> pemantauan tinggi embung)	Dipertahankan

Untuk lebih jelasnya terhadap pengalaman pengguna maka akan diperinci sebagai berikut, dimana fungsi dan kemudahan dalam akses data dapat dilakukan dengan membuka laman website (<https://debitkladuan.weebly.com/>) yang merupakan pengelolaan data *open source* ataupun mengunduh sebuah aplikasi yang terintegrasi dengan *Cloud Server Thingspeak (Thing Show App)*. Penampilan data pada layar *smartphone* dapat menjadi lebih efisien apabila ditampilkan dalam *widget* yang memudahkan tanpa harus membuka *website* terlebih dahulu. Dimana informasi data terkait penampilan dapat diakses pada halaman *website* dan disalin dalam kedalam bentuk tampilan yang disesuaikan terhadap pembacaan data sensor pada aplikasi. Penampilan fitur pada *widget* akan memberikan informasi terbaru dari pembacaan data dan informasi terkait mengenai pembaruan data. Penampilan data pada laman *website* cukup memberikan pengalaman *user* terkait informasi yang dibutuhkan maupun informasi tambahan dengan animasi yang cukup menarik dalam penampilannya



Gambar 5.1. Pengaplikasian tampilan terhadap informasi data. (a) Tampilan pada *website*. (b) Tampilan *widget* pada *home screen*

Selanjutnya penampilan data pada *home page data* dan *Live channel grapher* dapat menjadi salah satu alternatif bantuan dalam mengamati data dari sensor yang terbaca, terlebih lagi pengaplikasian grafik yang dapat merangkum data selama beberapa jam hingga sehari serta penampilan data-data sebelumnya yang telah berlalu. Pengaturan *live grapher* terhadap pembacaan data yang lalu dapat diatur apabila pada *platform* di *Thingspeak*, pembacaan data terlebih dahulu ditentukan untuk berapa lama pengaturan terhadap waktu awal kerja dan estimasi waktu berakhir, sehingga data yang telah berlalu dapat tersimpan dan ditampilkan seperti pada gambar 5.2



Gambar 5.2. Tampilan visualisasi data. (a) Tampilan pada *home page data*. (b) Laman pemantauan *live grapher*

Interaksi hubungan dalam pemantauan data Embung Kladuan antara project debit dan ketinggian dapat dilakukan dengan memberikan informasi yang saling terhubung satu sama lain. Hal ini akan sangat berguna sebagai sarana pembagian informasi dan edukasi untuk dikembangkan bagi pihak pengelola Embung. Dimana ini dilakukan dengan memasukan link *website* pada

button “informasi lainnya”, maka secara otomatis *user* akan langsung terhubung pada laman monitoring ketinggian seperti pada gambar 5.3



Gambar 5.2. Tampilan visualisasi data. (a) Tampilan pada *homepage Debit*. (b) Laman pemantauan Ketinggian air

### 5.3 Dampak Implementasi Sistem

Pembuatan *project capstone design* pasti memiliki tujuan dalam memecahkan solusi maupun pengembangan ide dari *project* yang telah ada. Sehingga implementasi sistem yang diberikan pada *project* ini akan menyinggung beberapa aspek bidang dalam pemanfaatannya.

#### 5.3.1 Sosial

Untuk bidang sosial, fungsi dari pengukuran debit dan kecepatan aliran iyalah sebagai sarana edukasi untuk mengetahui seberapa banyak air yang mengalir pada hulu embung dan seberapa cepat air tersebut mengalir dalam waktu satu detik untuk mengisi volume embung dan mencapai ketinggian tertentu. Sehingga pemanfaatan tersebut akan sangat berguna untuk mengetahui seberapa lama mekanisme kerja yang dihasilkan mikrohidro sebagai pembangkit listrik energi terbarukan. Dimana hal ini sejalan dengan tujuan pembuatan Embung Kladuan sebagai media edukasi pembelajaran yang akan bermanfaat bagi pihak pengelola, mahasiswa, maupun masyarakat sekitar embung sebagai insan ulul albab. Sehingga diharapkan dapat meningkatkan minat pelajar maupun masyarakat yang ingin mengetahui faktor apa yang mempengaruhi penerapan mikrohidro maupun tahapan pengenalan terhadap sumberdaya terbarukan yang dapat dimanfaatkan di masa yang akan datang.

### 5.3.2 Lingkungan

Dampak yang ditimbulkan kepada kondisi lingkungan akan berpengaruh terhadap fungsi lain dari Embung Kladuan, yaitu sebagai wilayah konservasi air. Embung sebagai salah satu fungsi dalam menampung air yang berasal dari sumber aliran sungai merapi, dimana fungsi dari penampungan itu sendiri akan sangat bermanfaat apabila terjadi kekeringan. Perhitungan debit Embung pada hulu akan memberikan informasi terkait mengenai data aliran yang dihasilkan pada saat musim tertentu, seperti musim hujan maupun kemarau. Karena Sistem ini adalah sistem yang memonitoring debit air yang mengalir dengan mengambil sampel dari aliran air sungai tersebut. Sehingga apabila sewaktu-waktu data informasi perhitungan dari hulu Embung mengalami penurunan, hal ini akan memberikan isyarat kepada pengelola bahwa musim telah memasuki musim kemarau yang menyebabkan pihak pengelola dapat membuka gerbang air untuk perairan masyarakat sekitar terutama bagi petani, tidak ada sampah yang dihasilkan pada sistem ini, semua kebutuhan energi yang diperlukan bersifat *green energy* dengan memanfaatkan panel surya. Dampak yang signifikan hanya terjadi pada perubahan muka sungai yang nanti akan disesuaikan dengan penempatan alat dan pemindahan batu-batu sungai agar aliran air lebih terfokus masuk kedalam.

## BAB 6 : Kesimpulan dan Saran

### 6.1 Kesimpulan

Perhitungan debit pada Embung Kladuan dalam memonitoring data debit yang terukur, terutama dengan tujuan untuk mengetahui kinerja yang dihasilkan dari pemanfaatan mikrohidro maupun konservasi wilayah air dapat menjadi salah satu hal yang bermanfaat. Hal ini dikarenakan, dengan mengetahui data dari debit air yang terukur terhadap pemantauan kinerja mikrohidro dapat memperhitungkan estimasi daya dari penggunaan mikrohidro terutama pada saat musim hujan maupun kemarau. Penggunaan mikrohidro pada Embung Kladuan menerapkan fungsi dari pemanfaatan energi potensial, dimana pada kedalaman 2 meter dari atas permukaan (10 meter ketinggian total) terdapat sebuah pipa yang akan langsung terhubung pada bagian kincir rumah mikrohidro dan secara otomatis akan menjalankan sistem mekanisme dari mikrohidro tersebut. Penerapan ini hanya berlaku ketika ketinggian mencapai 2 meter dari atas permukaan dan apabila ketinggian tersebut kurang, maka secara otomatis fungsi dari penerapan mikrohidro akan berhenti. Hal ini sejalan dengan fungsi lain dari embung Kladuan sebagai wilayah konservasi air. Sehingga fungsi dari pengukuran debit aliran ialah untuk mengetahui seberapa banyak air yang mengalir pada hulu embung dan seberapa cepat air tersebut mengalir dalam waktu satu detik untuk mengisi volume embung dan mencapai ketinggian tertentu.

Terkait estimasi daya yang dihasilkan dari penerapan potensi mikrohidro pada hulu Embung Kladuan memperoleh hasil sekitar 2.1 kW untuk cakupan 10 meter pada pengukuran lebar hulu embung untuk setiap air yang masuk, dimana kelajuan total yang dihasilkan dari pengukuran sampel sensor sebesar 560 liter/sekon dengan ketinggian/titik jatuh hulu sekitar 0.75 meter. Dengan demikian, project ini dapat menjadi salah satu pengukur kasaran untuk menentukan estimasi dari potensi daya pada PLTMH yang ingin diuji. Dimana pengukuran dapat dilakukan pada debit aliran air yang lebih deras ataupun sedang dengan memperhatikan ketinggian air pada lokasi yang ingin dipantau serta pemanfaatan energi potensial pada penerapannya, dengan kata lain pemindahan terkait lokasi pemantauan menjadi tidak dipermasalahkan, yang membedakan hanya total pembacaan dari debit aliran yang terukur serta titik jatuh/ketinggian sesuai lokasi yang diujikan.

Pada project ini, mekanisme dan pengaplikaisn dari penerapannya dirasa sudah cukup baik. Dimana perhitungan untuk mengetahui volume dan debit sample dinilai cukup mendekati nilai sebenarnya dengan persentase sekitar 5.56 % untuk volume *error* dan debit *error* sekitar 4.96 %. Dimana perhitungan tersebut dilakukan dengan membandingkan hasil dari perhitungan digital dan analog. Penampilan data terkait perhitungan dapat dilihat pada laman *website* yang mencantumkan semua informasi yang dibutuhkan. Efisiensi terhadap penampilan data dapat dilakukan dengan

mengunduh aplikasi yang terintegrasi langsung dengan *Cloud Server Thingspeak* yaitu *Thing Show*. Pemantauan terhadap kinerja sistem disarankan untuk digunakan dengan durasi beberapa jam kedepan untuk melihat dan menganalisis data debit masukan tanpa memberikan sistem bekerja selama 24 jam *nonstop*. Dengan demikian, diharapkan project ini dapat membantu dalam memberikan informasi kepada pihak terkait, sebagai salah satu fungsi dari pembangunan embung itu sendiri yaitu sebagai sarana media edukasi.

## 6.2 Saran

Pengaplikasian terhadap pemantauan debit air diharapkan dapat dikembangkan dengan meningkatkan performa dari *LORA* untuk menambahkan *range* jangkauan pengiriman dan penerimaan data. Performa dari pengaplikasian masih bisa dikatakan cukup tetapi belum sesuai dengan ekspektasi yang diharapkan, dimana performa yang dilakukan hanya menghitung jumlah sampel pada bagian hulu embung dengan memperkirakan berapa persen dari perhitungan itu sendiri yang selanjutnya akan diakumulasikan dengan persentase dari total lebar pada hulu embung. Rancangan penambahan rangkaian *RTC* kedepannya akan sangat membantu dalam mengurangi kerja modul dalam pemantauan data point. Penambahan mekanisme *sleep mode* dapat menjadi referensi pengembangan dalam menghemat kinerja sistem dan menjadi salah satu cara dalam menghemat penggunaan daya, sehingga sensor tidak harus bekerja secara terus menerus selama 24 jam. Dimana dalam pengaplikasiannya, sensor akan mulai membaca data serta mengirimkannya pada *receiver*, ketika pembacaan data mendapatkan nilai konstan secara terus menerus maka hal ini akan memicu sensor untuk memulai pelaksanaan mekanisme *sleep mode*. Pembacaan akan mulai aktif kembali (*wake-up mode*) ketika sensor mendapatkan informasi terkait adanya perubahan dari pembacaan data. Penampilan data dapat dikembangkan dengan animasi yang baik apabila menggunakan *Red Node* maupun aplikasi lainnya yang mendukung dalam hal visual. Sehingga diharapkan untuk kedepannya, mekanisme dari pengukuran debit air embung dapat dikembangkan menjadi fungsi yang lebih baik dan bermanfaat untuk penelitian selanjutnya.

## Daftar Pustaka

- [1] Ensiklopedia bebas Wikipedia bahasa Indonesia, “Debit (hidrologi).” [https://id.wikipedia.org/wiki/Debit\\_\(hidrologi\)](https://id.wikipedia.org/wiki/Debit_(hidrologi)) (accessed Jul. 19, 2020).
- [2] G. Prasetya, S. Sumaryo, and C. Ekaputri, “Desain dan Implementasi Modul Pembangkit Listrik Mikrohidro Pada Rumah dengan Pompa Penyimpanan Energi,” *eProceedings of Engineering*, vol. 5, no. 3, pp. 3831–3841, 2018, [Online]. Available: <https://libraryproceeding.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/8090>.
- [3] S. S. Mahardika, W. Kurniawan, and F. A. Bakhtiar, “Implementasi Sistem Real Time untuk Pendeteksi Dini Banjir berbasis ESP8266 dan Weather API,” vol. 3, no. 8, pp. 8238–8247, 2019.
- [4] U. M. Buana, F. Supegina, and U. M. Buana, “Peningkatan Efisiensi Sistem Pendistribusian Air Dengan Menggunakan Iot ( Internet of Things ),” *J. Elektro*, vol. 8, no. 3, pp. 234–239, 2017.
- [5] A. B. Ramadhan, S. Sumaryo, and R. A. Priramadhi, “Desain Dan Implementasi Pengukuran Debit Air Menggunakan Sensor Water Flow Berbasis Iot” *J. e-Proceeding Eng.*, vol. 6, no. 2, pp. 1–8, 2019.
- [6] B. N. Fortaleza, R. O. Serfa Juan, and L. K. S. Tolentino, “IoT based Pico Hydro Power Generation System Using Pelton Turbine,” *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, vol. 10, no. 1–4, pp. 189–192, 2018.
- [7] N. K. Krisnawijaya and I. N. G. Adrama, “Rancang Bangun Portable Online Data Logger Untuk Mengukur Potensi Debit Aliran Sungai Berbasis Internet Of Things,” *Jurnal Ilmiah TELSINAS*, vol. 2, no. 2, pp. 73–81, 2019.
- [8] S. S. Mulik, A. D. Patange, R. Jegadeeshwaran, S. S. Pardeshi, and A. Rahegaonkar, “Development and Experimental Assessment Of A Fluid Flow Monitoring System Using Flow Sensor And Arduino Interface,” *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, no. October, pp. 115–122, 2021, doi: 10.1007/978-981-15-6619-6\_12.
- [9] V. Sawanth. Janhavi, “Smart Water Flow Control and Monitoring System,” vol. 6, no. 13, pp. 1–2, 2018.
- [10] “SX1278 LoRa RF Module,” microcontrollerslab.com. <https://microcontrollerslab.com/sx1278-lora-rf-module-pinout-arduino-interfacing-datasheet/> (accessed May 20, 2021).



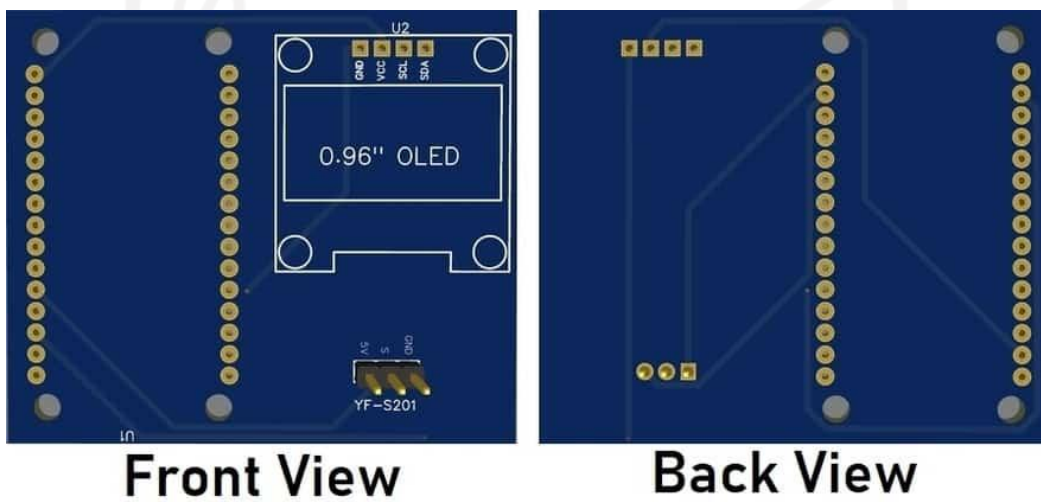
## LAMPIRAN – LAMPIRAN

- Link TA 201

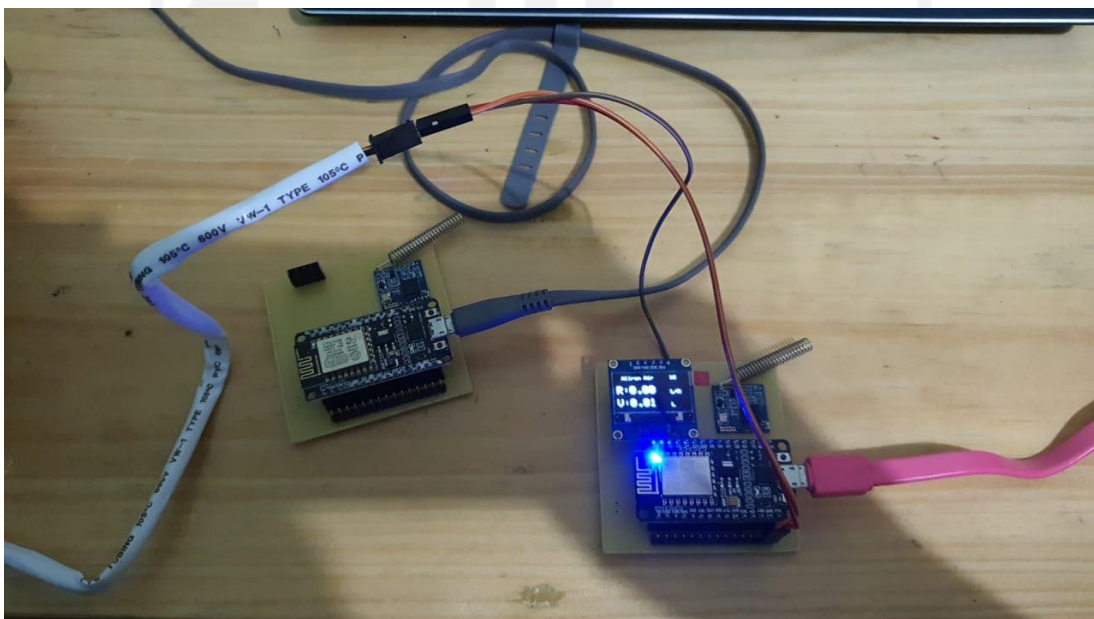
[https://docs.google.com/document/d/1by65pThG\\_E\\_BL5thLVoWcwu6HkZ\\_p9vCCXD3WsHdh88/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/document/d/1by65pThG_E_BL5thLVoWcwu6HkZ_p9vCCXD3WsHdh88/edit?usp=sharing)

- Link TA 202

<https://drive.google.com/file/d/1KwyFrzLsyIMH6NmJFgtMcu7nG8TpGk0f/view?usp=sharing>



Tampilan pcb transmitter

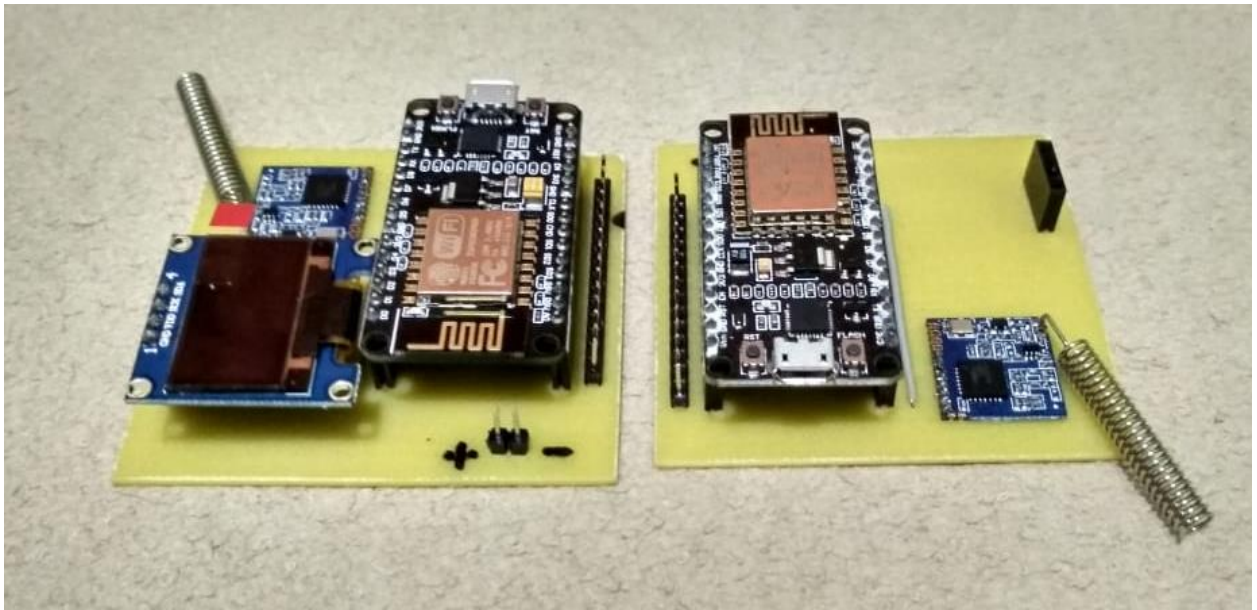


Kalibrasi sensor dan uji coba transmitter

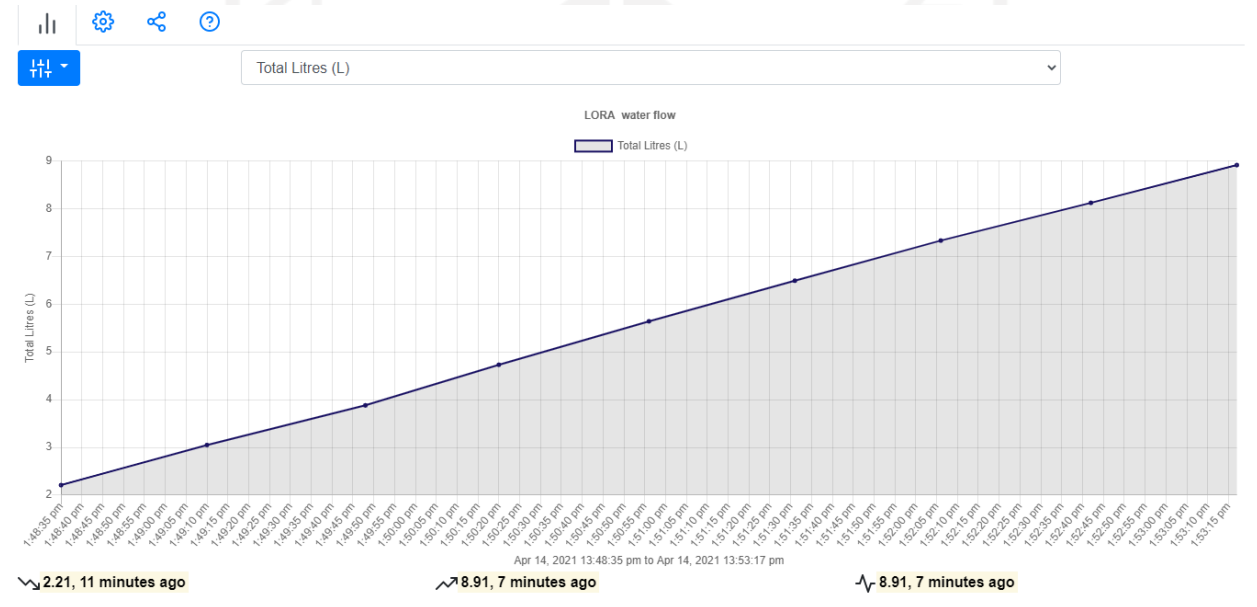
Rangkaian Panel Surya untuk komponen suplai daya



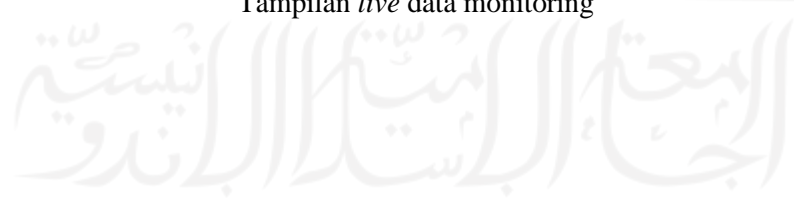
*Water flow sensor*

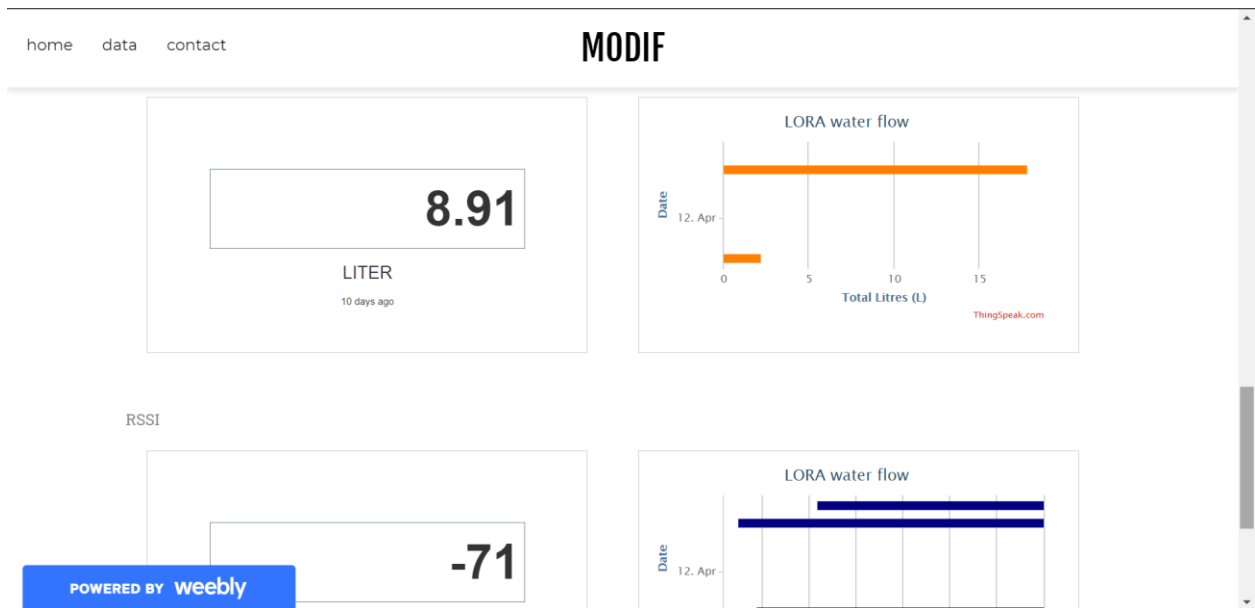


Hasil solder rangkaian *transmitter* dan *receiver*

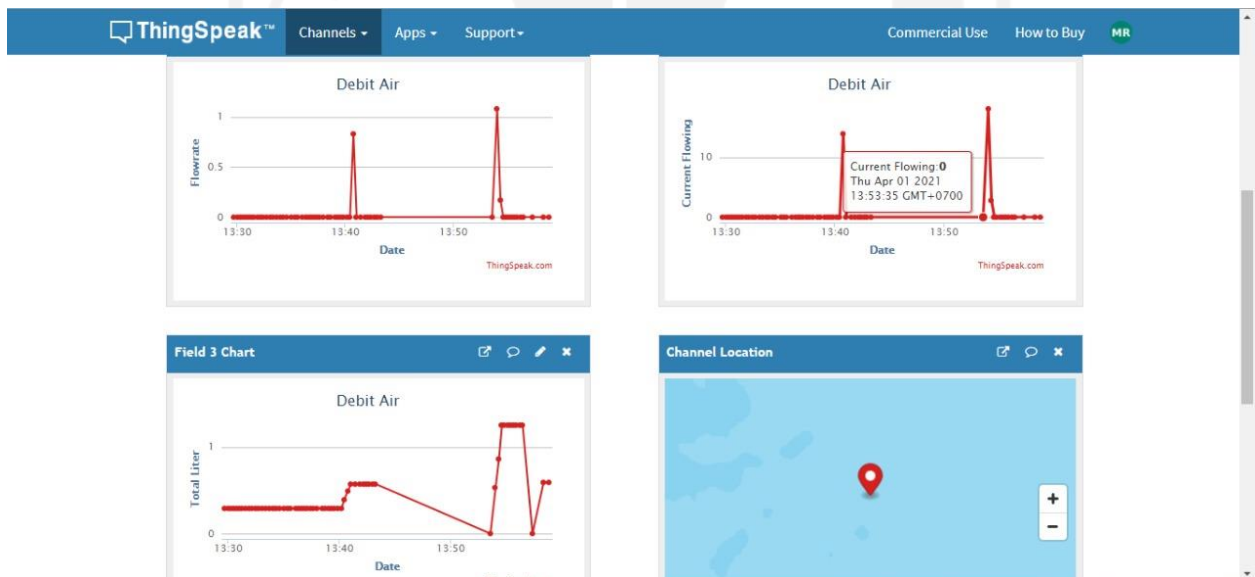


Tampilan *live* data monitoring





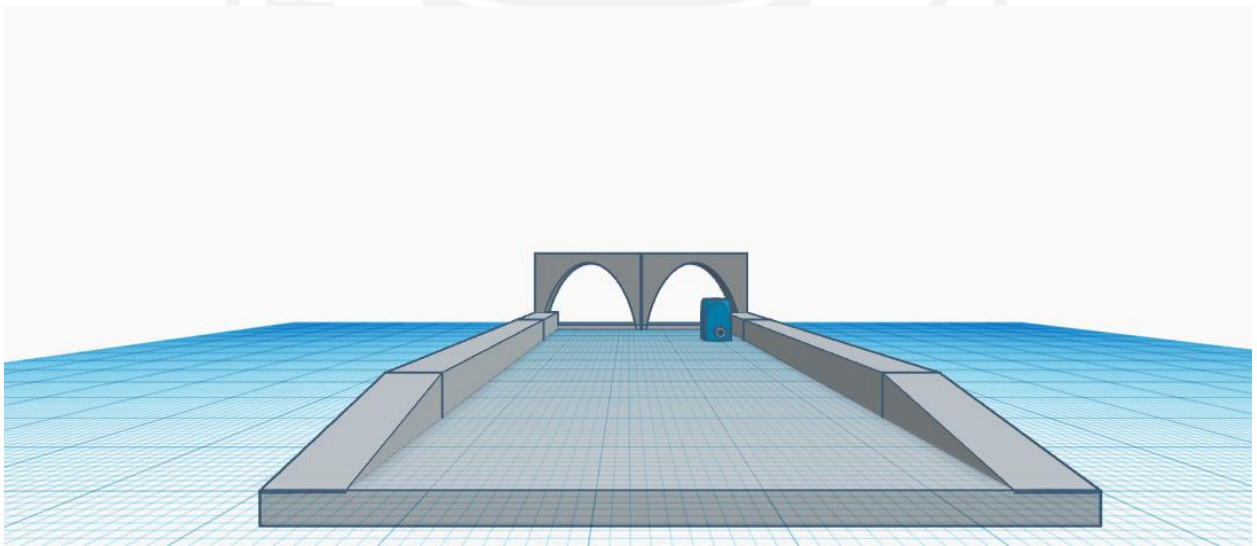
Tampilan page data pada website



Pembacaan data pada Thingspeak



Penempatan Sensor, Mikrokontroler dan Baterai



Desain ilustrasi penempatan sensor

Template Laporan keuangan Tugas Akhir 2 ☆ Saved to Drive  
 File Edit View Insert Format Data Tools Add-ons Help Last edit was seconds ago

100% \$ % .0 .00 123 Open Sans 11 B I A

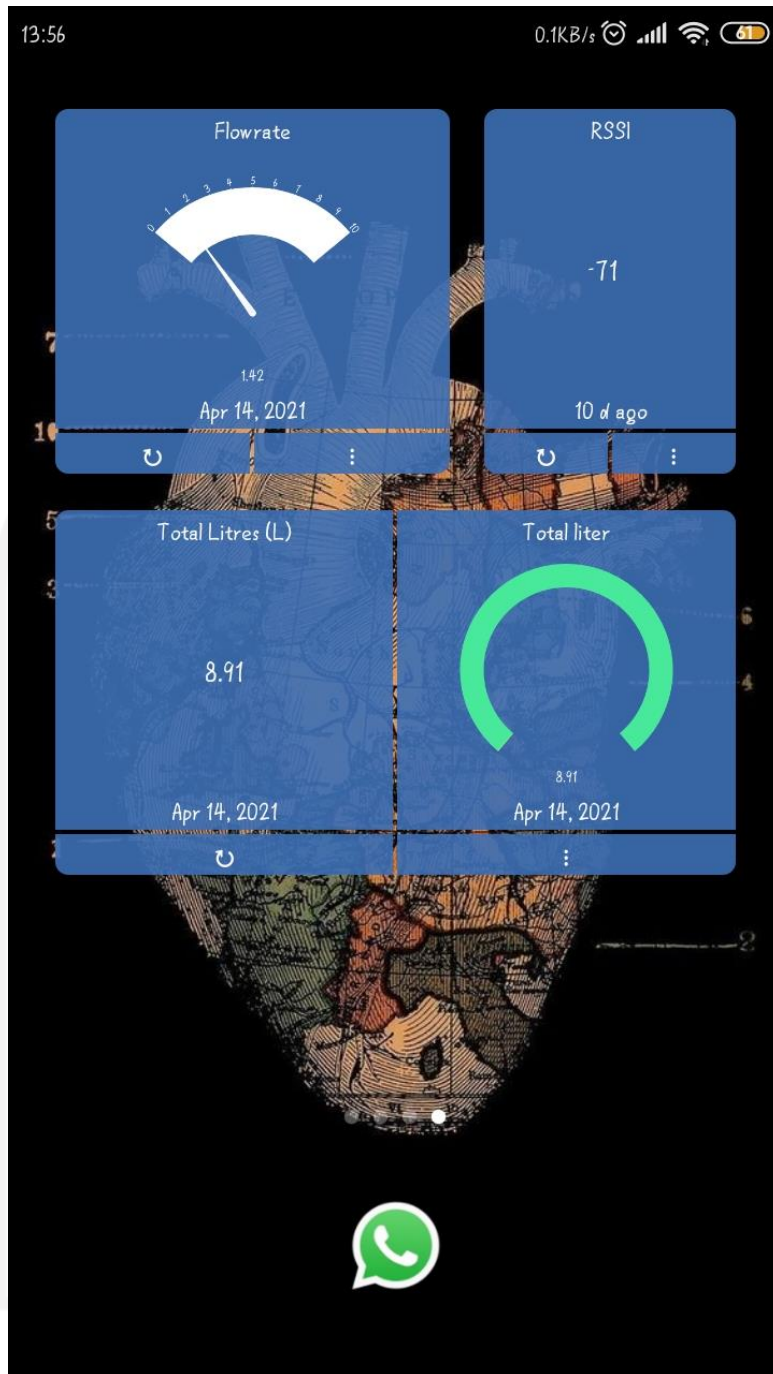
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
20	1	09 Maret 2021	LORA		2	Rp 74,000	Rp 148,000	2	<p><b>Detail Rekening</b></p> <p>Nomor Rekening 6954 0102 1142 535</p> <p>Nomor Kartu 6013 XXX X XX XX 9 248</p> <p>Nama Rekening MOHAMAT NUR ROHMAN A</p> <p>Nama Alias (Belum ada Nama Alias)</p> <p>Status Rekening ★ Rekening Utama</p> <p>Status Kartu</p> <p>Jadikan Rekening Utama</p>						
21	2	09 Maret 2021	LCD OLED		1	Rp 40,000	Rp 40,000	2							
22	3	09 Maret 2021	Jumper		1	Rp 23,000	Rp 23,000	2							
23	4	16 Maret 2021	Sensor Water Flow 2 inch		1	Rp 215,000	Rp 215,000	1							
24	5	16 Maret 2021	Soket Baterai (Sender)		1	Rp 104,000	Rp 104,000	3							
25	6	19 Maret 2021	Sambungan pipa 2inch		2	Rp 4,500	Rp 9,000	5							
26	7	19 Maret 2021	Seal tape		1	Rp 8,000	Rp 8,000	5							
27	8	21 Maret 2021	Soket Baterai (Receiver)		1	Rp 104,000	Rp 104,000	4							
28	9	22 Maret 2021	Saringan Pipa 2 inch		1	Rp 21,000	Rp 21,000	6							
29	10	12 April 2021	Box Case		1	Rp 50,000	Rp 50,000	7							
30	11	16 April 2021	Modul step down		2	Rp 30,000	Rp 60,000	8							
31	12	17 April 2021	Kabel 7 m		1	Rp 28,000	Rp 28,000	9							
32	13	18 April 2021	Bateri aki		1	Rp 190,000	Rp 190,000	10							
33	14	20 April 2021	Drum		1	Rp 60,000	Rp 60,000	11							
34	Total						Rp 1,060,000								
35	No. rekening untuk pengembalian dana : (disertai foto buku tabungan)														
36															

+ BHP

Data terkait pengeluaran



Case design dan komponen receiver



Penampilan data pada lama *homescreen* (*Thingsshow app*)

## Debit Air Embung Kladuan

pemantauan lainnya

Home page pada laman website [MODIF - Home \(weebly.com\)](http://MODIF - Home (weebly.com))

