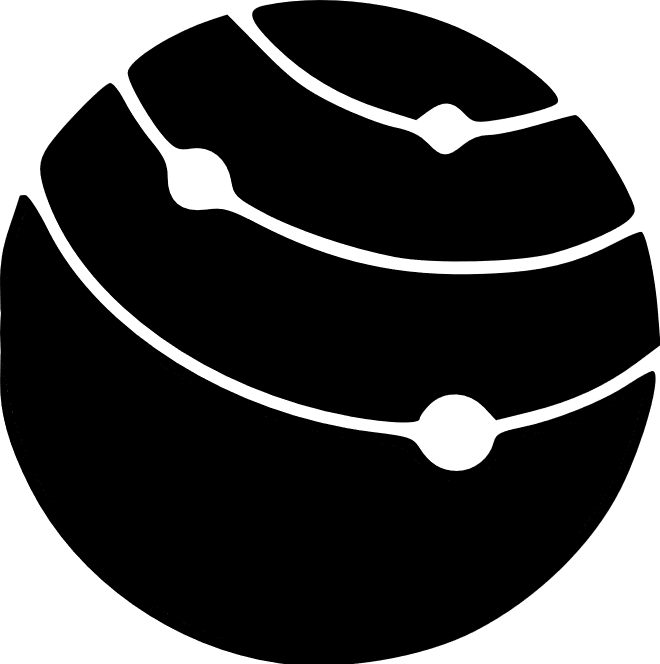
LAPORAN KERJA PRAKTEK

AQUASCAPE

oleh

Raymond Tirta Kelana, Kafin Mufid

10217109, 10217110



PROGRAM STUDI FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

2020-2021

# ABSTRAK

Aquascape secara umum adalah pembuatan ekosistem secara utuh pada akuarium layaknya ekosistem bawah air seperti aslinya. Aquascape sebagai hobi secara umum memerlukan waktu yang sangat lama untuk mengembangkan dan menjaga keberlangsungan dari ekosistem yang telah didesain sedemikian rupa. Untuk mengurangi waktu serta tenaga yang dibutuhkan untuk menjaga kehidupan di akuarium tersebut maka dapat dilakukan upaya monitoring dan kontrol parameter-parameter ekosistem air tersebut secara otomatis. Perkembangan mikrokontroller, sensor aktuator hingga saat ini memungkinkan proses tersebut dapat dilakukan. Pada Aquascape ini didesain sistem monitoring suhu, TDS, dan turbiditas serta sistem kontrol suhu menggunakan berbagai macam sensor dan aktuator. sensor dan aktuator tersebut dihubungkan ke ESP 32 agar data dapat dikirim serta parameter dikendalikan melalui internet menggunakan Antares sebagai penghubung. Pada kasus ini data dan parameter dapat dilihat serta diatur pada halaman web frontend yang dibuat mengggunakan React aquascape serta aplikasi Android yang dibuat menggunakan MIT App Inventor. Pada web telah dibuat juga sistem backend menggunakan Express.js yang terhubung sistem database MongoDB sehingga memungkinkan berbagai macam pengembangan-pengembangan selanjutnya yang lebih fleksibel.

Kata Kunci : Aquascape, ESP 32, Node.js, MIT App Inventor.

# DAFTAR ISI

ABSTRAK i

DAFTAR ISI ii

Bab I Latar Belakang 1

Bab II Dasar Teori 2

II.1 Aquascape 2

II.2 Arduino dan Sensor 3

II.3 Web dan Android 5

Bab III Hasil dan Pembahasan 8

III.1 Hasil 8

III.1.1 Akuarium 8

III.1.2 ESP 32 dan Sensor 9

III.1.3 Web dan Android 11

III.2 Pembahasan 13

III.2.1 Akuarium 13

III.2.2 ESP 32 dan Sensor 14

III.2.3 Web dan Android 16

Bab IV Kesimpulan 18

DAFTAR PUSTAKA 19

# Latar Belakang

Pembuatan aquascape ini bertujuan untuk dekorasi pada kantor Antares serta showcase platform Antares. Platform Antares yang dapat mempermudah koneksi device IoT menggunakan berbagai macam protokol dapat mempermudah proses mengembangan device IoT. Tentu saja pada kasus ini platform Antares bertugas untuk menghubungkan ESP 32 ke device lain yang dapat melihat apa yang ESP 32 kirim serta sebaliknya. Antares dapat menyatukan komunikasi MQTT, HTTP dan LoRa sehingga potensi untuk aplikasinya sangat luas dan beragam.

Aquascape sendiri merupakan upaya untuk membuat ekosistem air sedemikian rupa dalam suatu akuarium kecil. Ilmu yang dibutuhkan untuk membuat aquascape beragam mulai dari desain akuarium hingga pengelolaan flora dan fauna air sehingga butuh upaya ekstra untuk merealisasikan hal tersebut. Disinilah peran automasi menggunakan mikrokontroller yang terhubung dengan sensor dan aktuator dapat mempermudah pengembangan Aquascape. Mikrokontroller yang memiliki fleksibilitas yang tinggi dapat dihubungkan dengan sensor dan aktuator yang tepat untuk mengeksekusi hal yang diinginkan sesuai kebutuhan.

Pada awalnya direncakan sistem Aquascape dengan sistem kontrol pH, suhu, paparan cahaya serta pakan ikan namun mengingat batasan dalam kemampuan, waktu, dan pendanaan membuat perlunya penentuan prioritas fitur yang perlu diimplentasikan duluan sehingga dipilihlah suhu, TDS, turbidity, dan pH sebagai kandidat untuk implementasi.

# Dasar Teori

## Aquascape

Aquascape merupakan upaya untuk membuat ekosistem air di dalam aquarium sedemikian rupa sehingga nampak seperti ekosistem yang hidup, lengkap dengan flora dan faunanya. Aquascape juga menitikberatkan desain dalam mendekorasi akuarium bergantung keinginan pengguna. Aquascape memiliki beberapa parameter yang dapat menentukan baik atau tidaknya kondisi ekosistem air pada akuariuam di antaranya ialah suhu, TDS, turbiditas, dan pH.

*Total Dissolved* *Solids* (TDS) merupakan parameter air yang mengindikasikan jumlah dari total partikel, umumnya di bawah 2 mikrometer yang terlarut dalam air. Jumlah partikel ini umumnya diukur dalam jumlah ppm karena umumnya tidak banyak. Salah satu cara pengukuran total dissolved solids ialah dengan tes konduktivitas umumnya terdapat hubungan yang linear antara keduanya. Dalam akuarium parameter ini menunjukkan general hardness (GH), kesadahan (KH), serta unsur-unsur seperti nitrit, nitrat,klorin, dll. Seluruhnya ditunjukkan dalam nilai TDS sebagai total dari jumlah keseluruhan parameter-parameter tersebut. Pada akuarium kadar TDS mempengaruhi seberapa dapat bertahan. Kadar yang sangat tinggi hingga di atas 400 ppm umumnya dapat membuat ikan tidak bertahan lama.

Dengan adalah *Total Dissolved Solids* dalam ppm, adalah konstanta korelativitas yang umumnya berkisar dari 0.55-0.8, EC adalah Electrical Conductivity dalam µS/cm pada suhu 25 °C.

Untuk kadar-kadar parameter akuarium secara umum memiliki batasan sendirinya masing-masing. Misalnya Nitrat dan nitrit dalam akuarium yang baik adalah nol, dan bisa ditoleransi sampai 40 ppm. Klorin yang baik adalah 0 ppm. Kemudian GH adalah kombinasi dari ion magnesium dan kalsium yang ditemukan di air yang kuantitasnya beragam bergantung dari flora dan fauna pada akuarium. Terakhir KH yang baik berkisar antara 120-180 ppm pada air jernih.

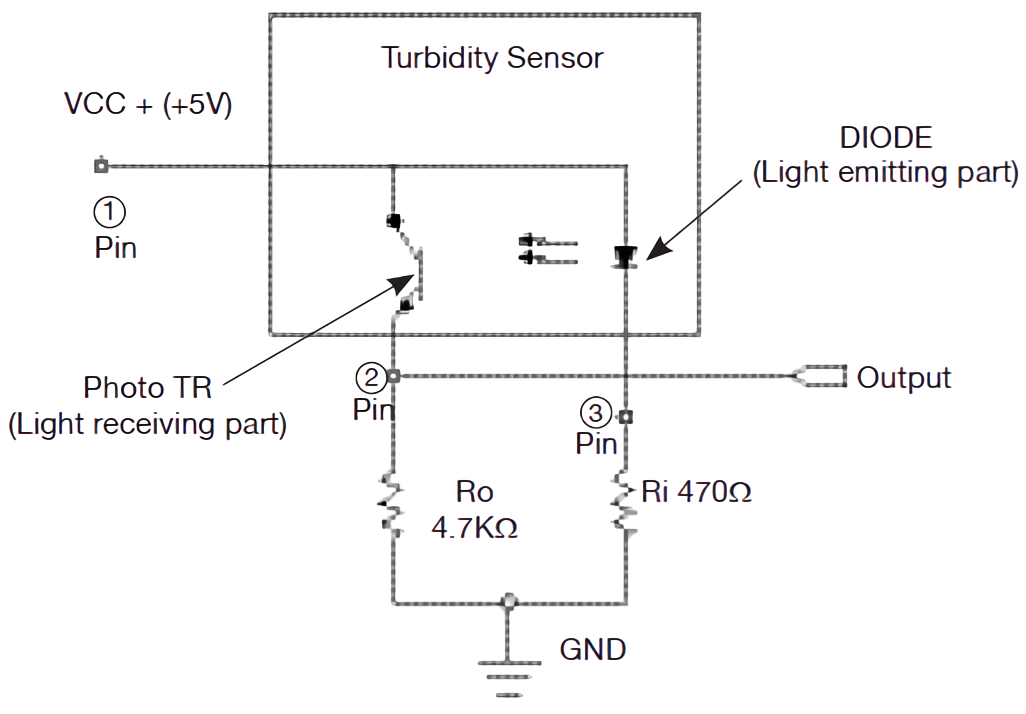
Turbiditas adalah pengukuran kekeruhan dalam air, di mana parameternya tergantung kejernihan dari air. Air yang tidak jernih, dapat membuat aquarium sulit di lihat, dan mengganggu pandangan mata. Air yang keruh dapat dibersihkan dengan peggunaan filter dan juga alat bantu lainnya seperti eachem clarity, atau microbe-lift clarifier plus freshwater, dan sebagainya. Turbiditas disebabkan oleh partikel yang tertangguhkan dan seringkali disebabkan oleh partikel substrat dan apapun yang berada di bawah tank oleh ikan atau saat dekorasi tank. Parameter yang baik untuk turbiditas aquarium adalah di kisaran 1-600 satuan turbiditas.

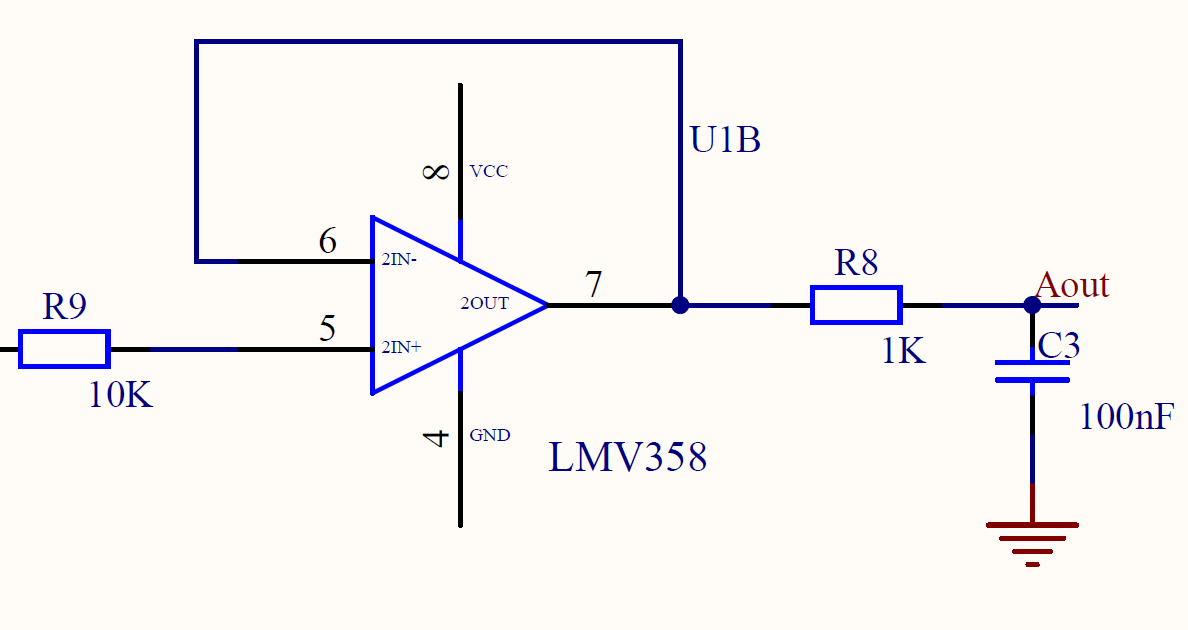
## Arduino dan Sensor

Arduino adalah salah satu platform untuk mengoding mikrokontroller yang paling populer. Arduino memiliki kelebihan dapat digunakan untuk berbagai jenis mikrokontroller seperti seri AVR, ESP8266, ESP32, STM32, STM8, nRF52, dsb. Kelebihan lain dari arduino juga ialah kemudahan untuk mengoding berbagai macam mikrokontroller dengan perintah yang sama sehingga memudahkan pengguna untuk mem-*porting* kodingan dari satu mikrokontroller ke mikrokontroller lainnya tanpa kesulitan yang signifikan. Pada laporan ini digunakan mikrokontroller ESP32 karena terdapat dukungan untuk WiFi serta memiliki hardware ADC yang mendukung beberapa pin sekaligus.

ESP32 sendiri adalah mikrokontroller dari Espressif yang pertama dirilis pada tahun 2016 dengan arsitektur Xtensa LF6. Mikrokontroller ini popular karena memiliki dukungan untuk WiFi serta Bluetooth pada komponennya secara langsung sehingga membuat pengembangan perangkat IoT menjadi lebih mudah. Selain itu mikrokontroller ESP 32 memiliki bermacam hardware, masing-masing untuk fungsi yang berbeda-beda seperti timer, counter, DAC, MCPWM, dll.

Terdapat tiga sensor yang digunakan untuk mengukur berturut-turut suhu, turbiditas dan TDS. Untuk pengukuran suhu dipilih sensor DS18B20 karena sensornya yang tahan air serta pengukuran suhunya yang memiliki keluaran digital 12 bit dengan akurasi ± 0.5°C dinilai lebih dari cukup untuk mengukur suhu air.

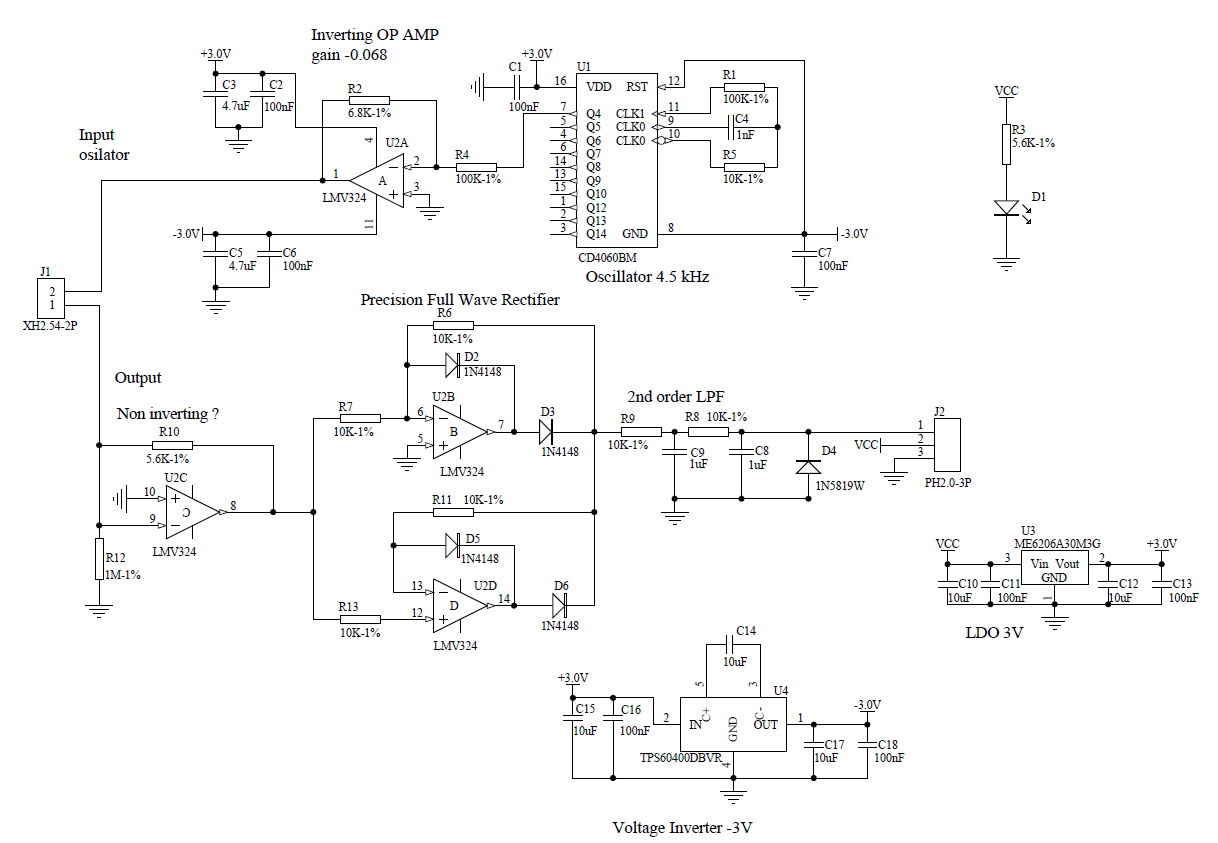
Sensor lain yang digunakan ialah sensor turbiditas atau yang disebut juga dengan kekeruhan air. Sensor ini bekerja dengan cara mendeteksi cahaya IR yang lewat dari LED ke fototransistor dimana di antara keduanya dilewatkan cairan yang ingin diukur turbiditasnya. Pada akhirnya intensitas yang diterima akan bergantung turbiditas cairan yang selanjutnya akan dikonversi lagi menjadi tegangan. Selanjutnya terdapat board dfrobot yang menjadi buffer op amp agar tegangannya tidak drop Ketika diukur.

*(a)* *(b)*

*(3)*

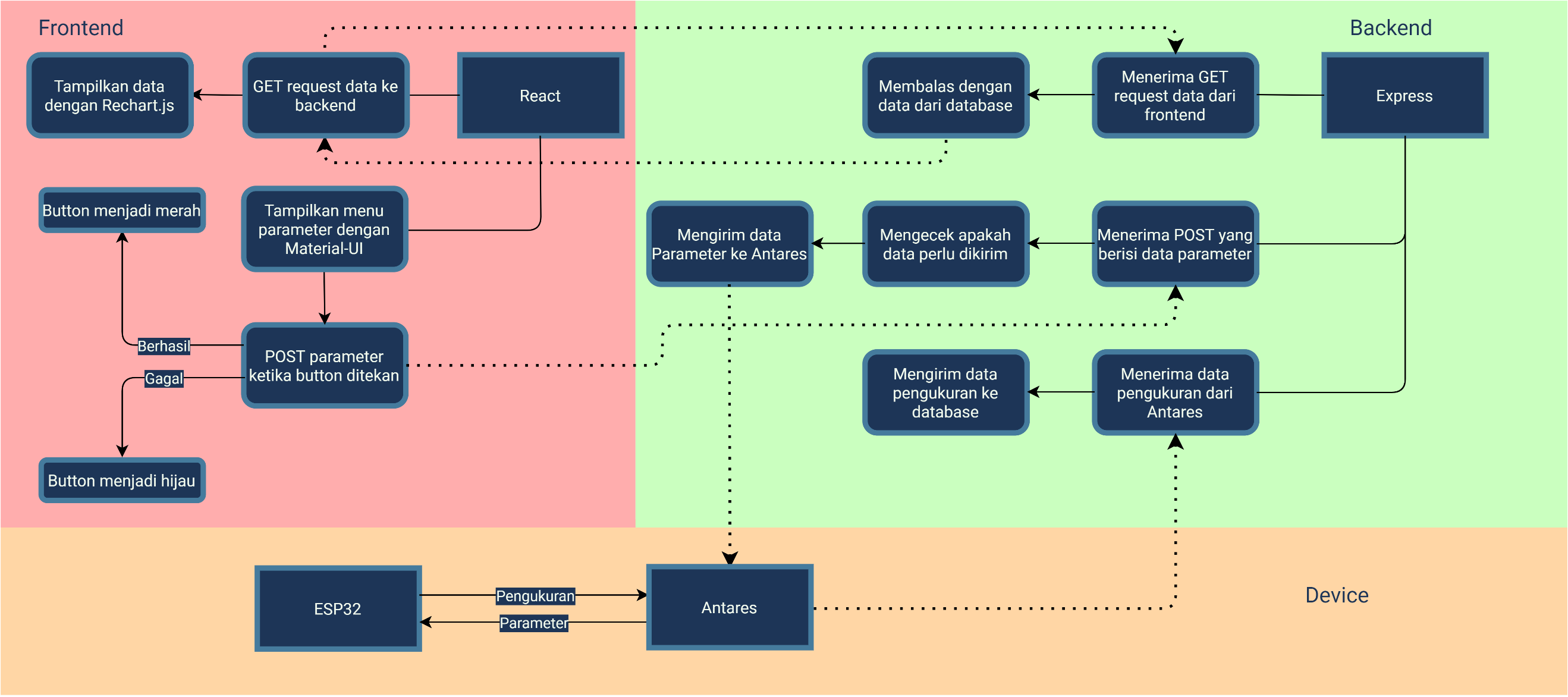
*Gambar II.1. Bagian komponen sensor turbidity DFRobot: (a) casing (b) rangkaian pada probe sensor (c) rangkaian pada board DFRobot.*

Sensor terakhir yang digunakan pada saat ini ialah sensor TDS (Total Dissolved Solids), sensor ini mengukur jumlah partikel baik organik maupun non organik dalam cairan, umumnya dalam satuan ppm. Prinsip kerja sensor TDS ini ialah dengan mengukur konduktivitas listrik di antara kedua probenya. Selanjutnya nilai tersebut dikonversi menjadi nilai TDS yang berkorelasi dengan konduktivitas. Umumnya agar lebih akurat TDS ini juga dapat dikalibrasi dengan larutan buffer khusus TDS. Sensor ini selanjutnya terhubung ke PCB yang terdapat osilator dengan frequency sekitar 4.5kHz untuk memberikan input AC ke probe TDS. Selanjutnya output probe tersebut akan diterima oleh buffer op amp dan akhirnya diteruskan ke full wave precision rectifier sebelum akhirnya diterima LPF ordo 2 dengan cutoff 16 kHz.



*Gambar II.2. Bagian komponen board sensor TDS DFRobot*

## Web dan Android

Infrastruktur web yang digunakan terdiri dari frontend, backend, dan database. Frontend dibuat menggunakan React Framework, Backend dibuat menggunakan Express.js, dan database dibuat menggunakan MongoDB. Infrastruktur tersebut dipilih karena salah satu yang paling umum dan menggunakan Node.js sehingga terdapat banyak dokumentasi serta library untuk berbagai macam tujuan.

*Gambar II.3. Skema desain arsitektur web yang digunakan*

Untuk bagian frontend digunakan Material-UI yang merupakan library untuk membuat bermacam komponen UI. Pada kasus ini digunakan untuk membuat slider untuk mengatur parameter serta button untuk mensubmit parameter yang diinginkan. Pada button digunakan juga komponen hooks pada react agar dapat mengubah tampilan berdasarkan kondisi yang berbeda, di mana dalam kasus ini ketika pengirim data berhasil (backend akan mengirimkan kode HTTP 201) maka tombol akan berwarna hijau yang menandakan hal tersebut berhasil. Button juga tidak dapat dipencet berkali-kali untuk mencegah pemencetan button berkali-kali. Terakhir, jika pengiriman data gagal (kode HTTP bukan 201), maka button akan berwarna merah yang menandakan kegagalan tersebut. Selanjutnya untuk menggambarkan grafik digunakan recharts.js untuk menampilkan grafik data yang dikirim dari device ESP 32. Data ini dikirim ke frontend menggunakan HTTP GET dengan library axios dari backend. Data parameter juga dikirimkan dari frontend ke backend menggunakan HTTP POST dengan library axios yang sama.

Untuk bagian backend Express.js berfungsi untuk mengirim dan menerima data ke Antares. Untuk penerimaan data pengukuran digunakan MQTT.js yang bekerja dengan cara mensubscribe, layaknya MQTT. Hal ini dilakukan agar penerimaan data terbaru lebih mudah dan tidak perlu menanyakan setiap waktu layaknya HTTP yang perlu dimulai dari client meminta request datanya. MQTT.js ini terhubung ke broker MQTT antares, yakni ”mqtt.antares.id:1883”. Pada broker MQTT tersebut ketika kita mensubscribe maka akan dikirimkan seluruh data yang lalu lalang pada device dan agar dapat dipisahkan Selanjutnya setelah data diterima oleh Express data ini akan dikirimkan ke database MongoDB menggunakan library MongoDB driver. Hal ini dilakukan untuk mempermudah interaksi backend dengan database agar lebih sederhana. Selanjutnya dengan library axios juga, ketika frontend meminta data grafik (HTTP GET) dari frontend maka Express.js akan membalas request tersebut dengan cara melakukan query untuk 10 data terbaru dari database yang selanjutnya dikirim kembali ke frontend. Terakhir ketika frontend mengirimkan data parameter yang diinginkan (HTTP POST) selanjutnya backend pertama-tama akan mengecek data parameter terkini pada Antares. Apabila data parameter pada Antares berbeda dengan data parameter dari frontend (dibandingkan dengan library lodash.js) maka data parameter dari frontend tersebut akan dikirimkan. Apabila data sama atau data berhasil dikirimkan (HTTP POST ke Antares berhasil) maka backend akan mengirimkan kode HTTP 201 ke frontend untuk menandakan keberhasilan pengiriman data parameter. Selanjutnya setelah pengecekan data dengan lodash.js maka backend akan mengirimkan HTTP POST yang berisikan data parameter yang diinginkan ke Antares. Hal ini dilakukan karena frontend tidak dapat langsung melakukan HTTP request ke Antares secara langsung karena akan terblokir COR (Cross-origin Request) karena alasan keamanan pada browser sehingga data direlay ke backend sebelum akhirnya dikirimkan ke antares.

Terakhir digunakan database MongoDB karena banyak dokumentasi serta mudahnya berinteraksi dengan database tersebut pada node.js secara umum. MongoDB sendiri adalah database berbasis dokumen yang menggunakan sistem NoSQ. MongoDB menggunakan dokumen yang serupa dengan JSON dengan berbagai macam skema untuk menyimpan datanya.

Pada Android sendiri digunakan tookit MIT App Inventor yang merupakan IDE berbasis web yang dapat digunakan untuk membuat aplikasi Android dengan algoritma berbasis blok sehingga proses pembuatan menjadi lebih sederhana. Pada aplikasi MIT App Inventor terdapat berbagai macam fitur seperti membuat berbagai halaman menu yang berbeda-beda hingga mengirim dan menerima HTTP Request. MIT App Inventor dapat digunakan untuk membuat aplikasi yang relatif kompleks bergantung kriteria yang dibutuhkan pada aplikasi.

# Hasil dan Pembahasan

## Hasil

### Akuarium

Pada akuarium didapatkan hasil ekosistem akuarium yang telah hidup dan berjalan selama beberapa minggu. Dalam akuarium ini terdapat tanaman weeping moss serta *Vallisneria Gigantea* beserta makhluk hidup 20 udang-udang kecil serta beberapa ikan hias kecil. Ekosistem ini telah berjalan tanpa ada masalah dan hanya perlu dilakukan perawatan yakni mengganti air setiap beberapa hari beserta membersihkan kaca akuarium untuk visibilitas. Akuarium ini sudah terhubung dengan filter yang dapat membersihkan air di dalamnya.



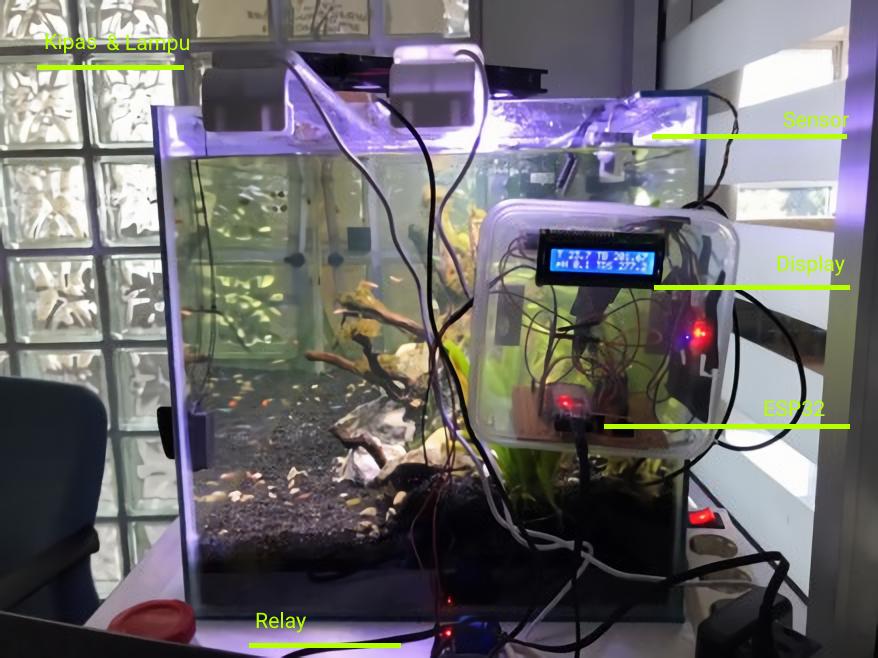
*Gambar III.1. Kotak akuarium sebelum diisi dengan berbagai macam bagian ekosistem.*



*Gambar III.2. Kotak akuarium setelah diisi dengan berbagai macam bagian ekosistem.*

### ESP 32 dan Sensor

ESP 32 terhubung dengan 3 sensor yakni suhu dengan DS18B20, TDS dengan DFRobot TDS sensor, serta Turbiditas dengan DFRobot Turbidity sensor. ESP 32 juga terhubung dengan relay yang mengatur nyala dan mati dari kipas 12 V serta lampu 2×32 watt. ESP 32 mendapatkan daya dari USB charger yang terhubung serta ESP 32 juga terhubung dengan WiFi yang berada pada lokasi tersebut sehingga mendapatkan akses internet. ESP 32 disolder ke Perfboard sebelum dihubungkan ke berbagai macam komponen lain. Pada perfboard juga ditambahkan pin-pin apabila ingin menambahkan komponen lain ke ESP 32.



*Gambar III.3. Komponen-komponen ESP 32 yang bertugas mengatur aquascape.*

Pada relay, kipas 12 V diatur berdasarkan suhu yang diukur menggunakan sistem kontrol on/off di mana ketika suhu air berada di atas nilai tertentu maka kipas akan menyala dan sebaliknya. Untuk pengaturan lampu ESP 32 mengambil waktu NTP dari internet dan memanfaatkan waktu tersebut untuk menjadwal nyala dan matinya lampu setiap harinya. Kedua parameter tersebut diambil dari Antares secara berkala.

Hasil akurasi pengukuran sensor, untuk suhu sesuai dengan spesifikasi dari Maxim, memiliki galat ± 0.5°C dibandingkan dengan sensor suhu eksternal. Hasil akurasi dari sensor TDS juga sesuai dengan spesifikasi dari DFRobot ± 10% *full scale* yang dibandingkan dengan sensor TDS eksternal. Untuk pengukuran turbiditas didapatkan pengukurannya sangat bervariatif dan tidak stabil, serta melebihi nilai turbiditas akuarium yang didapatkan secara umum melebihi 500 NTU hingga menghasilkan ribuan NTU. Hal ini tidak sesuai dari DFRobot dan kemungkinan dapat diakibatkan dari beberapa sumber.

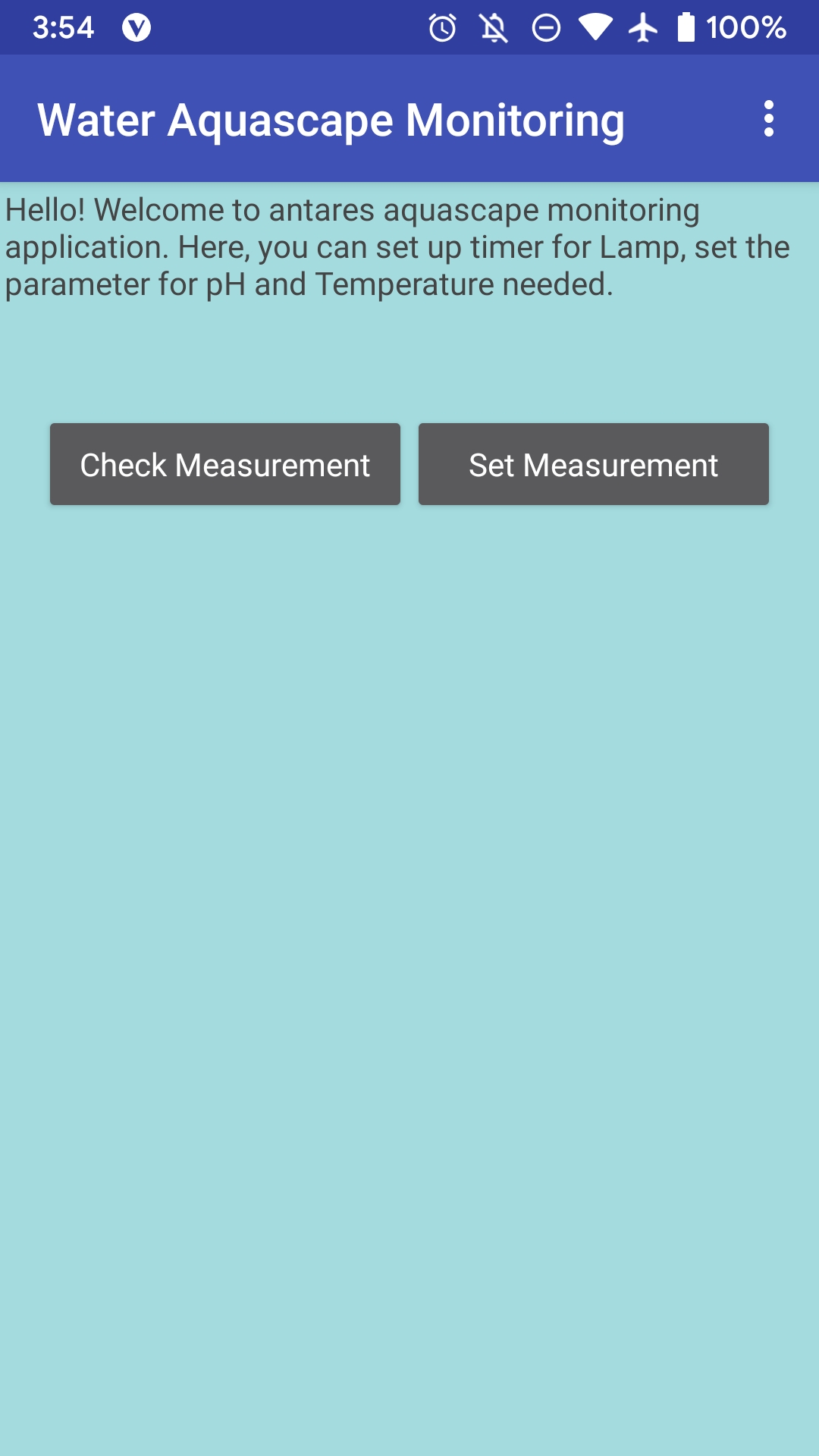
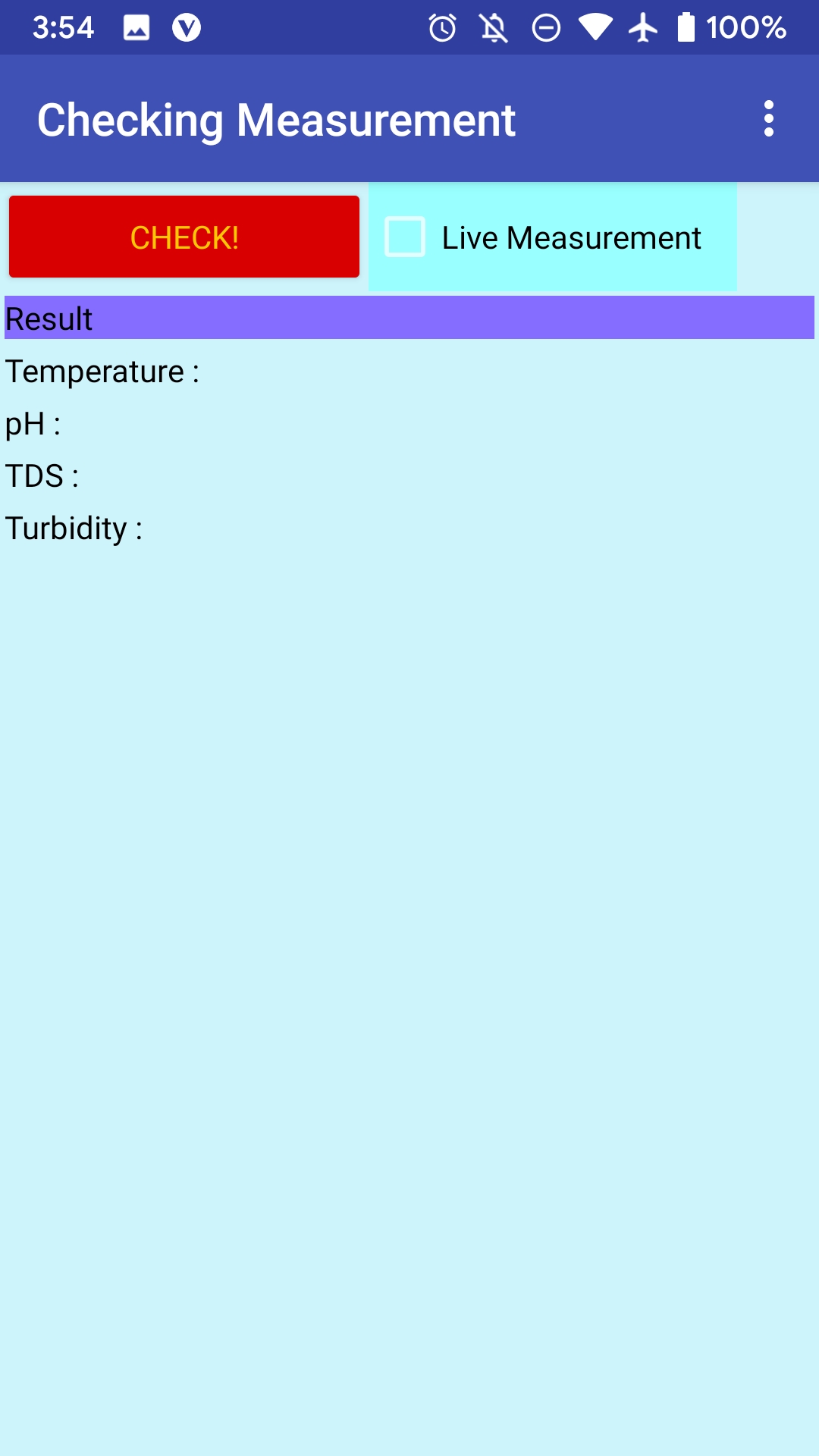
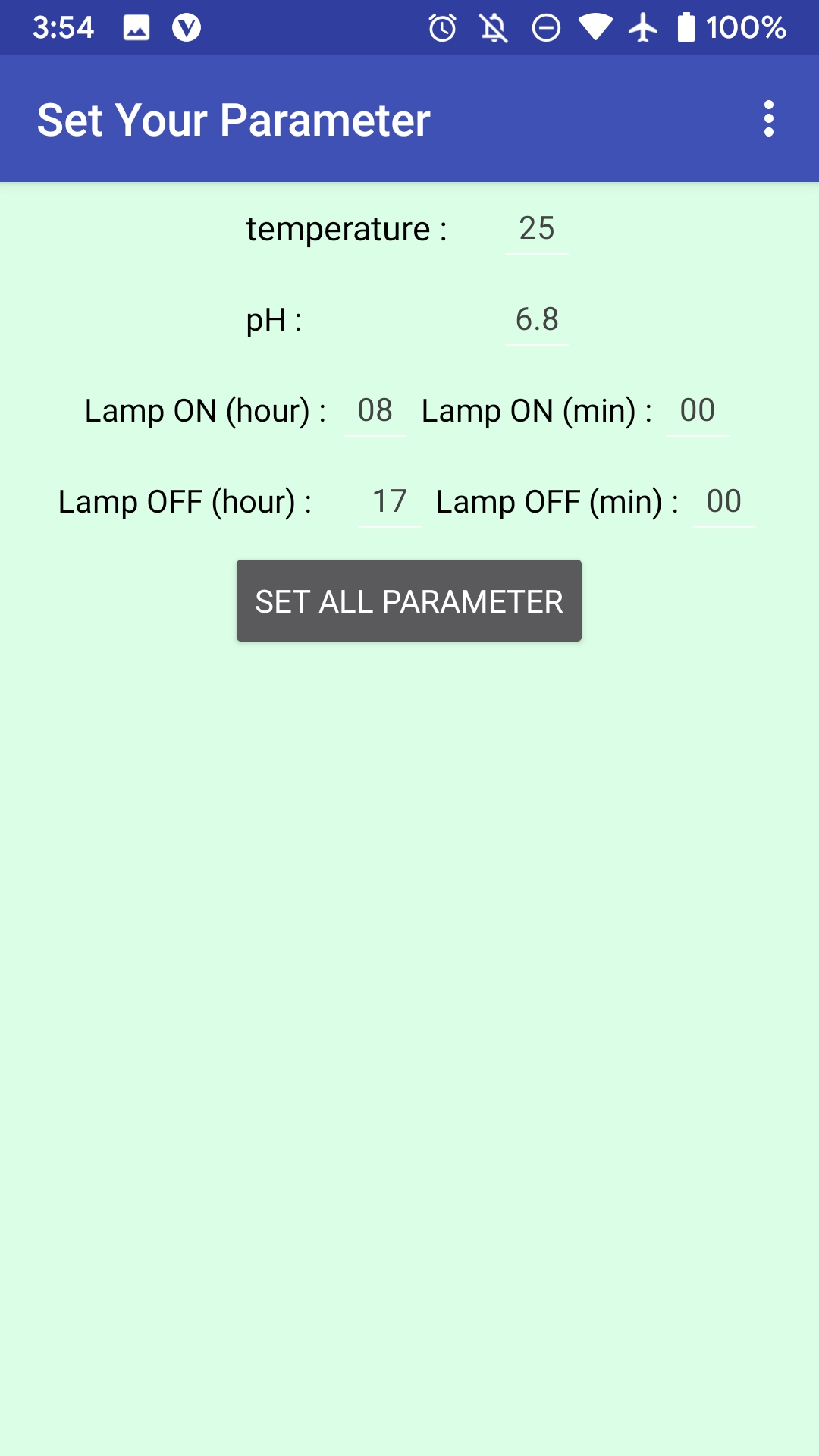
### Web dan Android

Web UI terdiri dari web satu halaman yang berisikan slider untuk mengatur suhu dan pH dengan rentang yang ditentukan, input field untuk memasukan jam waktu lampu mulai menyala dan waktu lampu kembali mati, serta button untuk mengirimkan parameter yang telah ditentukan tersebut. Selain hal tersebut di bawah button terdapat 4 grafik yakni suhu, TDS, turbiditas, dan pH yang menampilkan data 20 menit terakhir (20 data terakhir). Untuk pH sendiri datanya masih berbentuk noise saja karena belum dilakukan implementasi untuk bagian hardwarenya.



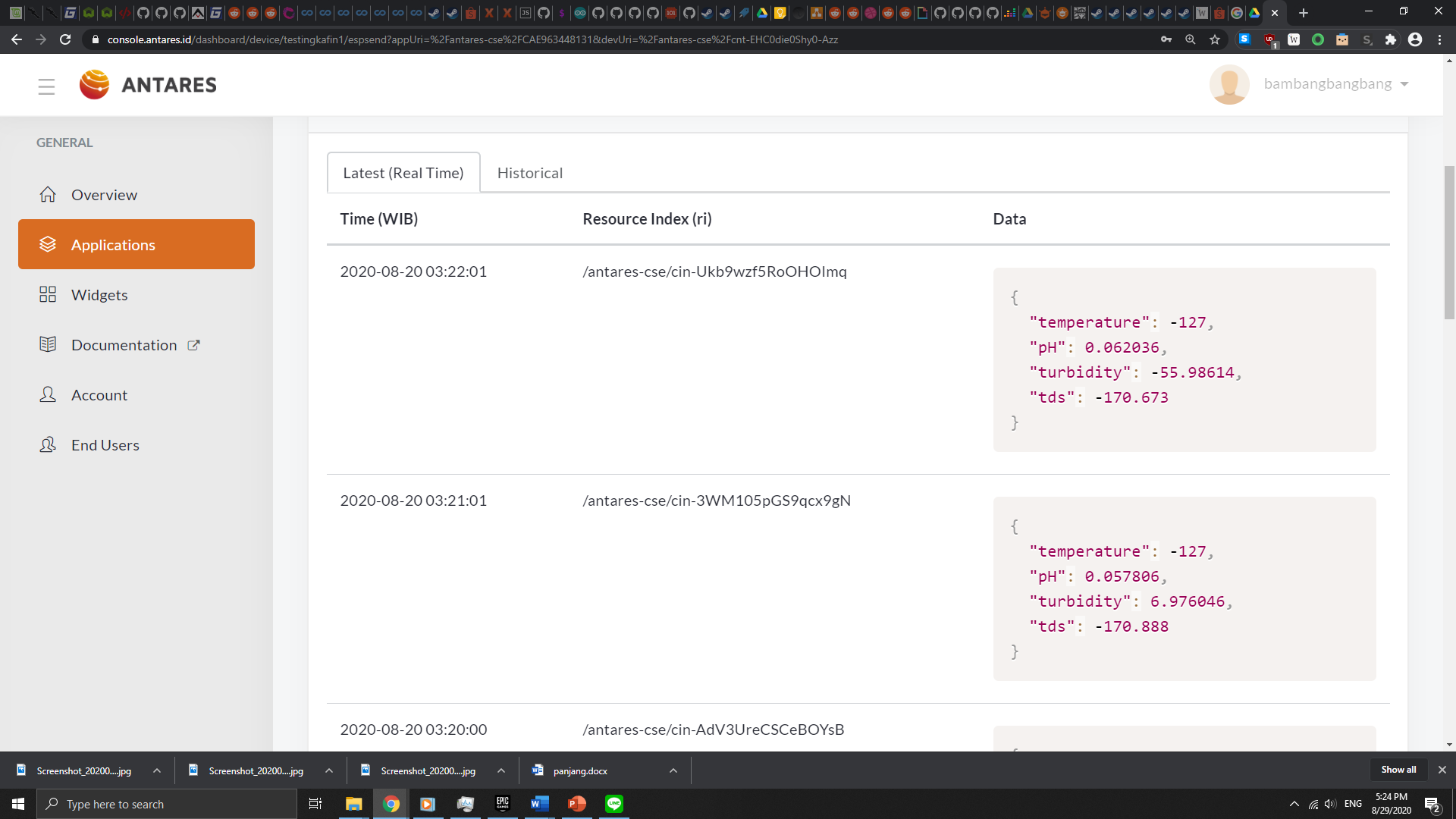
*Gambar III.4. Desain frontend web.*

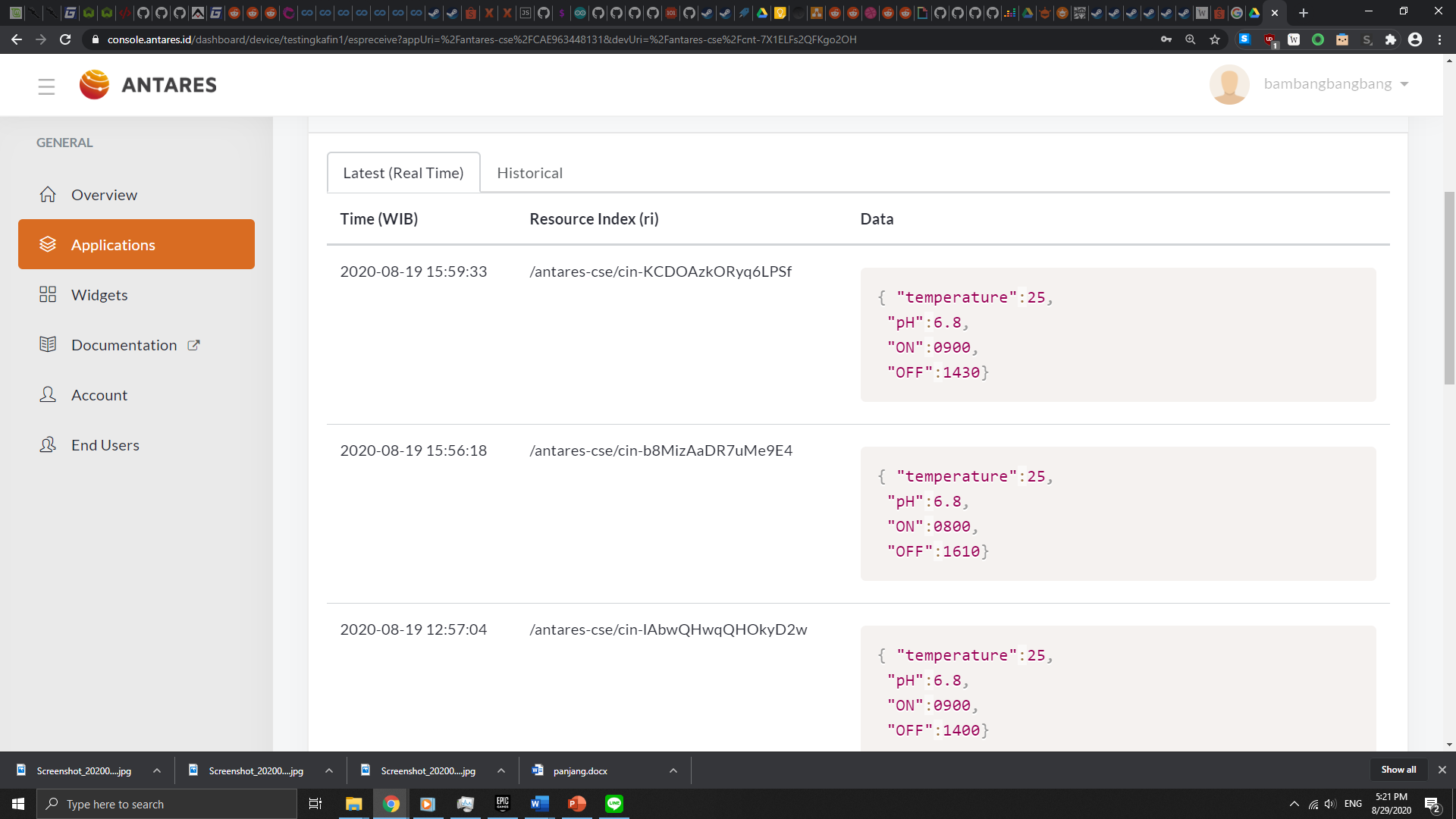
Aplikasi Android terdiri dari tiga buah bagian, pertama bagian ketika aplikasi pertama dibuka. Bagian ini bertujuan untuk memilih bagian menu selanjutnya yakni menu untuk melihat data pengukuran ataupun menu untuk mengatur parameter. Pada menu untuk melihat data pengukuran, terdapat tombol *check* yang berfungsi untuk mengambil data paling terakhir pengukuran yang terdapat pada antares secara manual. Di sebelah tombol tersebut terdapat checklist yang berfungsi untuk mengambil data live yang secara otomatis diupdate untuk mempermudah melihat perubahan data secara terus-menerus. Selanjutnya pada bagian pengaturan paremeter terdapat parameter default yang telah terisi, parameter ini merupakan nilai bawaan yang merupakan rekomendasi untuk konfigurasi akuarium yang digunakan tersebut. Parameter ini sendiri dapat diganti dengan parameter yang diinginkan apabila dibutuhkan menggunakan keyboard Android. Selain hal tersebut juga diimplentasikan pengecekan waktu ON dan OFF yang tidak boleh sama untuk lampu karena kode arduino yang digunakan akan tidak bekerja jika hal tersebut dilakukan.



*Gambar III.5. Desain aplikasi Android.*

Pada Antares juga dapat dilihat data secara langsung menggunakan halaman web antares sendiri. Pada Antares dapat dibuat bagian khusus untuk pemakaian Aquascape ini beserta dengan device-device yang berfungsi untuk mengirim serta menerima data tersebut. Digunakan dua device pada Antares yakni untuk mengirimkan data serta untuk menerima data secara terpisah. Pemakaian dua device ini juga akan mempermudah proses penerimaan data pada berbagai macam komponen terutama pada ESP 32.





*Gambar III.6. Data dapat dilihat pada web Antares secara langsung.*

## Pembahasan

### Akuarium

Tanaman secara umum membutuhkan cahaya dengan intensitas minimal tertentu agar dapat melakukan fotosintesis. Pada akuarium digunakan lampu LED 2x32 W untuk memberikan cahaya yang cukup agar tanaman dapat berfotosintesis. Secara umum dibutuhkan lampu dengan daya yang lebih dari itu untuk ukuran akuarium 80x40x50 cm yang digunakan. Namun selama beberapa minggu didapatkan bahwa tanaman dapat bertahan hidup selama waktu tersebut. Tentunya hal ini tidak dapat menjadi kesimpulan bahwa tanaman bisa bertahan hidup dalam jangka panjang. Diperlukan pengamatan untuk jangka waktu yang lebih panjang lagi dalam hal ini.

Pada akuarium digunakan tanaman weeping moss serta *Vallisneria Gigantea*. Tanaman-tanaman ini dipilih karena tidak terlalu membutuhkan suplai CO2 eksternal sehingga mampu bertahan hidup pada akuarium yang tidak diberikan tangki CO2. Mayoritas tanaman memerlukan tangki CO2 sehingga opsi yang dapat digunakan terbatas. Umumnya pemberian tangki CO2 yang diatur kadarnya dalam air akan membuat tanaman bisa bertahap hidup dengan lebih baik mengingat CO2 dibutuhkan dalam siklus fotosintesis pada tanaman. Tamanan yang mengkonsumsi banyak CO2 dalam akuarium akan sulit untuk bertahap hidup. Pada desain ditentukan tidak digunakan tangki CO2 karena biayanya yang mahal.

### ESP 32 dan Sensor

Dapat dipasang beberapa sensor yg sama pada titik-titik berbeda di akuarium agar mendapatkan pengukuran yang lebih menggambarkan kondisi akuarium secara keseluruhan. Hal ini juga dapat membantu untuk algoritma sistem kontrolnya jika ingin melakukan sistem kontrol yang lebih presisi lagi menggunakan beberapa actuator sekaligus.

Data yang diterima untuk menambah ketepatan dapat dimitigasi dengan beberapa cara, salah satunya ialah menggunakan ADC dengan error yang kecil. ESP 32, walaupun memiliki resolusi ADC 12 bit, ADC tersebut sendiri relatif tidak linear serta tidak presisi (menurut datasheetnya ± 6% secara keseluruhan pada kondisi terbaik). ADC internal yang kurang baik ini dapat dimitigasi dengan 2 cara. Pertama dengan menggunakan ADC external yang lebih presisi dan akurat seperti ADS1115 yang error LSB serta resolusinya jauh di atas ESP 32 atau solusi lebih ekonomisnya ialah dengan melakukan kalibrasi 2 titik ( 150 mV dan 850 mV) seperti yang tertera di dokumentasi ESP 32. Nanti hasil pengukuran ADC dari 2 tegangan tersebut akan dimasukan eFuse ESP 32 agar didapatkan ADC yang lebih akurat dan linear.

Metode pengendalian kipas untuk mengatur suhu yang digunakan pada akuarium ialah dengan metode on/off. Metode ini hanya menyalakan kipas Ketika suhu berada di atas titik tertentu dan mematikan apabila beradah di bawah titik tertentu tersebut. Agar didapatkan pengendalian suhu yang lebih presisi lagi dapat dilakukan teknik pengendalian kipas secara PWM. Pengendalian kecepatan kipas dengan PWM dapat dilakukan dengan modul DAC sigma-delta yang sudah dimiliki oleh ESP 32. Nantinya sinyal PWM ini akan dihubungkan ke gate MOSFET yang bertugas sebagai saklar untuk menyalamatikan kipas dengan cepat.

Pada ESP 32 untuk saat ini dapat dilakukan pengaturan parameter dari aplikasi Android ataupun via web pada website yang telah dibuat sebelumnya. Karena akuarium ini dibuat untuk showcase Antares salah satu fitur yang lebih baik ditambahkan ialah dengan menambah keypad agar parameternya dapat diubah secara langsung. Keypad ini dapat dihubungkan ke pin pada ESP 32 mengingat masih banyak pin yang tersisa yang dapat digunakan.

Automasi yang saat ini berhasil dilakukan ialah automasi pengaturan suhu serta automasi pengaturan jadwal nyala/mati dari lampu. Automasi ini dapat dikembangkan lagi agar dapat mengatur pemberian makanan ikan secara otomatis. Pemberian makanan ikan ini dapat dihubungkan ke actuator yang dapat mengatur seberapa banyak makanan ikan yang ingin diberikan agar selain jadwal pemberian makanannya dapat diatur, kuantitas makanan ikan yang diberikan juga dapat diatur untuk membuat konfigurasi tersebut lebih fleksibel.

Sensor TDS bekerja dengan cara memberikan sinyal AC yang dilewatkan ke cairan yang ingin diukur, pada kasus ini ialah air pada akuarium. Sensor pH sendiri bekerja dengan cara mengukur beda potensial elektroda AgCl yang selanjutnya besarannya diamplifikasi dan skalanya digeser sehingga 0-14 pH berkorelasi menjadi 0-4 V. Elektroda AgCl ini diukur beda potensialnya sehingga apabila sensor TDS yang memberikan sinyal listrik AC digunakan pada saat yang bersamaaan, maka pengukuran sensor pH ini akan terganggu dan akan memberikan hasil yang jauh dari sesuai. Salah satu cara untuk mengakali hal tersebut ialah menggunakan dua power supply yang berbeda, pertama untuk ESP 32 dan kedua untuk sensor pH + ADC. Nanti keduanya dapat dihubungkan via optoisolator agar dapat dilakukan pengukuran secara bersamaan.

Sensor Turbidity DFRobot yang digunakan setelah dilakukan pengecekan lebih lanjut tidak begitu cocok digunakan untuk melakukan pengukuran turbiditas pada akuarium. Hal ini disebabkan oleh skala sensor yang terlalu lebar ( 0 s/d 4000 NTU) sehingga menyebabkan pengukuran menjadi tidak begitu akurat, mengingat akuarium umumnya hanya berada pada puluhan hingga ratusan NTU saja secara umum. Sensor Turbiditas ini juga tidak memiliki datasheet yang lengkap sehingga tidak dapat dilakukan pengecekan dan kalibrasi untuk memastikan bisa dilakukan konversi dari besar tegangan ke NTU secara lebih baik. sensor turbiditas ini berasal dari Amphenol yang menurut datasheetnya seharusnya memiliki konversi dari tegangan ke turbiditas secara linear namun pada dokumentasi yang diberikan oleh DFRobot, konversinya malah menggunakan regresi polynomial yang dipertanyakan kebenarannya. Selain kompleksitas dari konversi nilai tersebut, datasheet dari Amphenol sendiri menyebutkan akurasi ± 20% dengan dokumentasi tentang kalibrasi, linearitas, sumber error yang nihil membuat sensor tidak dapat digunakan. Solusinya ialah dengan menggunakan sensor turbiditas lain atau dengan membeli cairan kalibrasi turbiditas untuk berbagai NTU dan melakukan regresi dari nilai tegangan ke NTU secara manual untuk mendapatkan persamaan konversi yang dapat digunakan.

### Web dan Android

User Interface pada frontend web dibuat menggunakan React. React sendiri merupakan framework JavaScript yang popular dengan berbagai macam library-library yang dapat digunakan untuk berbagai macam hal. Pada kasus ini digunakan library Material-UI untuk membuat slider serta button dan digunakan library Recharts.js untuk membuat grafiknya. User interface ini masih belum tersusun rapih dan untuk membuat visualisasi lebih baik dapat digunakan beberapa metode seperti *container* untuk menggrup komponen UI dan membuat komponen menjadi lebih tersusun. Selain itu frontend dapat dipindahkan ke domain permanen untuk mempermudah pemakaian yang ada.

Pada web digunakan sistem database NoSQL menggunakan database MongoDB. Database ini dihubungkan ke backend untuk selanjutnya diteruskan ke frontend datanya untuk berbagai macam tujuan. Pada Node.js dapat digunakan library MongoDB driver untuk melakukan berbagai jenis query ke database. Pada frontend bisa ditambahkan fitur untuk melihat data baik jangka pendek maupun jangka panjang serta melihat dalam rentang tertentu dengan memanfaatkan query MongoDB bergantung data yang diinginkan. Fitur ini belum sempat dikembangkan mengingat pengembangan frontend yang masih sederhana, namun jika ditinjau dapat diimplementasikan secara teknis.

pada User Interface juga baik pada Android maupun web juga bisa ditambahkan konfigurasi parameter yang lebih fleksibel lagi. Salah satunya ialah menambahkan fitur untuk mengatur nyala dan matinya lampu secara manual. Pada saat ini nyala dan matinya lampu hanya bergantung jam saja. Dapat ditambahkan pilihan untuk mengatur nyala dan matinya lampu secara manual, layaknya memencet sebuah saklar. Fitur ini berguna untuk demonstrasi serta untuk mengecek kerja lampu. Nyala dan matinya lampu juga dapat dimanfaatkan untuk mendorong pertumbuhan tanaman. Salah satu Teknik untuk melakukan hal tersebut ialah dengan metode Siesta, yakni menyalamatikan lampu secara berturut-turut dalam interval yang ditentukan. Metode ini dapat dibuat implementasinya baik pada ESP 32 serta pada bagian Android dan web untuk mempermudah pengaturannya.

Aplikasi Android pada saat ini dibuat menggunakan MIT App Inventor. Proses pembuatan aplikasi Android dengan toolkit tersebut sangat mempermudah proses pengerjaannnya namun, aplikasi tersebut tidak bisa didesain lebih lanjut lagi untuk membuat User Experience menjadi lebih baik. Aplikasi Android ini dapat dibuat ulang implementasinya pada Android Studio secara lebih baik agar dapat ditambahkan berbagai macam fitur yang tidak bisa diimplementasikan di MIT App Inventor seperti membuat grafik nilai.

# Kesimpulan

Telah dibuat ekosistem Aquascape yang telah berhasil hidup dalam waktu cukup lama beserta sistem monitoring dan kontrol untuk Aquascape tersebut yang masih dapat dikembangkan lebih lanjut. Pada saat ini telah dibuat sistem monitoring suhu, TDS, dan turbiditas yang telah berjalan. Untuk pembacaan pH telah dikerjakan bagian softwarenya namun terdapat kendala yang telah ditemukan solusinya namun belum sempat untuk diimplementasikan. Terkait pembacaan sensor untuk suhu dan TDS datanya sudah cukup akurat namun untuk sensor turbiditas sensornya belum bekerja dan perlu upaya seperti penggantian sensor dan kalibrasi juga. Sistem kontrolnya untuk saat ini baru dapat mengatur suhu sedangkan dapat dibuat fitur pengendalian parameter lainnya seperti pH, pemberian makanan ikan, dsb.

Telah dibuat juga interface untuk monitoring berupa halaman front end web beserta aplikasi Android. Pada bagian web halamannya masih relatif belum rapih sehingga bisa diperbagus layoutnya untuk selanjutnya. Pada web juga belum terlalu digunakan fitur sepenuhnya database memanfaatkan berbagai macam query yang mungkin dilakukan pada database MongoDB tersebut. Untuk Android juga fiturnya masih belum terlalu banyak mengingat aplikasi tersebut dibuat di MIT App Inventor. Aplikasi Android dapat didesain ulang secara lebih baik pada Android Studio untuk menambahkan fitur serta mempermudah pengembangan selanjutnya.

# DAFTAR PUSTAKA

Atekwana, E., Atekwana, E., Rowe, R., Werkemajr, D., & Legall, F. (2004). The relationship of total dissolved solids measurements to bulk electrical conductivity in an aquifer contaminated with hydrocarbon. Journal of Applied Geophysics, 56(4), 281–294. https://doi.org/10.1016/s0926-9851(04)00057-6

Pustaka dari Situs Internet :

Anonim, (2019), What is Aquascaping?, https://aquascapinglove.com/learn-aquascaping/what-is-aquascaping/, *Download* (diturunkan/diunduh) pada 2 September 2020.

Anonim, (2018), What is the Proper TDS for an Aquarium? (Using a TDS Meter),https://atlantis-aquatics.com/tds-meter/#:~:text=TDS%20%3D%20(60%2D75%20ppm,%2C%20algae%20treatment%20chemicals%2C%20etc. , *Download* (diturunkan/diunduh) pada 2 September 2020.

Anonim, (2018), Water turbidities in the aquarium, https://www.aquasabi.com/aquascaping-wiki\_aquarium\_cloudy-water, *Download* (diturunkan/diunduh) pada 2 September 2020.

Espressif, (2020, ESP32 Series Datasheet Version 3.4, https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32\_datasheet\_en.pdf, *Download* (diturunkan/diunduh) pada 2 September 2020.

Maxim Integrated, (2019), DS18B20 - Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer,https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf, *Download* (diturunkan/diunduh) pada 2 September 2020.

DFRobot, (2017), Gravity: Analog TDS Sensor/Meter for Arduino, https://wiki.dfrobot.com/Gravity\_\_Analog\_TDS\_Sensor\_\_\_Meter\_For\_Arduino\_SKU\_\_SEN0244, *Download* (diturunkan/diunduh) pada 2 September 2020.

DFRobot, (2017), Analog TDS Sensor(V1.0) Schematic, https://raw.githubusercontent.com/Arduinolibrary/Gravity\_Analog\_TDS\_Sensor\_For\_Arduino/master/Analog%20TDS%20Sensor(V1.0)%20Schematic.pdf, *Download* (diturunkan/diunduh) pada 2 September 2020.

DFRobot, (2015), Gravity: Analog Turbidity Sensor For Arduino, https://wiki.dfrobot.com/Turbidity\_sensor\_SKU\_\_SEN0189, *Download* (diturunkan/diunduh) pada 2 September 2020.

DFRobot, (2015), SEN0189 Turbidity sensor(V1.0) schematic, https://wiki.dfrobot.com/Turbidity\_sensor\_SKU\_\_SEN0189, *Download* (diturunkan/diunduh) pada 2 September 2020.

Amphenol, (2019), Thermometrics Turbidity Sensors | TSW-10 Datasheet, https://www.amphenol-sensors.com/en/component/edocman/218-thermometrics-turbidity-sensors-tsw-10-datasheet/download?Itemid=8483%20%27, *Download* (diturunkan/diunduh) pada 2 September 2020.