



# INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

## PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

JALAN GANESHA NO. 10 Gedung Labtek V Lantai 2 ☎ (022)2508135-36, 📠 (022)2500940  
BANDUNG 40132

### Dokumentasi Produk Tugas Akhir

### Lembar Sampul Dokumen

|                    |   |
|--------------------|---|
| Judul Dokumen      | <b>TUGAS AKHIR TEKNIK ELEKTRO:</b><br><i>e-Shrimp: Sistem Kontrol Pintar untuk Tambak Udang Vanamei dengan menggunakan Multi Sensor</i> |
| Jenis Dokumen      | <b>DESAIN</b><br><br>Catatan: Dokumen ini dikendalikan penyebarannya oleh Prodi Teknik Elektro ITB                                      |
| Nomor Dokumen      | <b>B300-02-TA161701060</b>  |
| Nomor Revisi       | <b>Versi 02</b>   |
| Nama File          | <b>B300-02-TA161701060.docx</b>   |
| Tanggal Penerbitan | <b>2 Desember 2016</b>  |
| Unit Penerbit      | <b>Prodi Teknik Elektro – ITB</b>   |
| Jumlah Halaman     | <b>48</b> (termasuk lembar sampul ini)  |

| Data Pemeriksaan dan Persetujuan |         |                                  |              |                        |
|----------------------------------|---------|----------------------------------|--------------|------------------------|
| Ditulis Oleh                     | Nama    | Daniel Anugrah Wiranata          | Jabatan      | Ketua                  |
|                                  | Tanggal | 4 Mei 2017                       | Tanda Tangan |                        |
|                                  | Nama    | Edwin Sanjaya                    | Jabatan      | Anggota                |
|                                  | Tanggal | 4 Mei 2017                       | Tanda Tangan |                        |
|                                  | Nama    | Marcel                           | Jabatan      | Anggota                |
|                                  | Tanggal | 4 Mei 2017                       | Tanda Tangan |                        |
| Diperiksa Oleh                   | Nama    | Elvayandri, S.Si, MT             | Jabatan      | Koordinator Pembimbing |
|                                  | Tanggal | 4 Mei 2017                       | Tanda Tangan |                        |
|                                  | Nama    | Ir. Farkhad Ihsan Hariadi, M.Sc. | Jabatan      | Pembimbing             |
|                                  | Tanggal | 4 Mei 2017                       | Tanda Tangan |                        |

|           |         |                                  |              |                           |
|-----------|---------|----------------------------------|--------------|---------------------------|
| Disetujui | Nama    | Elvayandri, S.Si, MT             | Jabatan      | Koordinator<br>Pembimbing |
| Oleh      | Tanggal | 4 Mei 2017                       | Tanda Tangan |                           |
|           | Nama    | Ir. Farkhad Ihsan Hariadi, M.Sc. | Jabatan      | Pembimbing                |
|           | Tanggal | 4 Mei 2017                       | Tanda Tangan |                           |

# DAFTAR ISI

|  |           |
|--|-----------|
| <b>DAFTAR ISI.....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>CATATAN SEJARAH PERBAIKAN DOKUMEN .....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>DESAIN RISET E-SHRIMP : SISTEM KONTROL PINTAR DENGAN<br/>MULTISENSOR UNTUK TAMBAK UDANG VANNAMEI.....</b> | <b>5</b>  |
| <b>1    PENGANTAR .....</b>  | <b>5</b>  |
| 1.1    RINGKASAN ISI DOKUMEN .....   | 5         |
| 1.2    TUJUAN PENULISAN DAN APLIKASI DOKUMEN .....   | 5         |
| 1.3    REFERENSI .....   | 5         |
| 1.4    DAFTAR SINGKATAN.....   | 5         |
| <b>2    PERANCANGAN UMUM .....</b>   | <b>7</b>  |
| 2.1    DEFINISI, FUNGSI DAN SPESIFIKASI DARI SOLUSI .....  | 7         |
| 2.1.1 <i>Definisi</i> .....  | 7         |
| 2.2    SPESIFIKASI TUGAS AKHIR .....   | 9         |
| 2.3    PENJELASAN FUNGSI, FEATURE, DAN VERIFIKASI .....  | 13        |
| 2.3.1 <i>Penjelasan Fungsi Pemakai</i> .....   | 13        |
| 2.3.2 <i>Penjelasan Fungsi Perangkat Lain</i> .....  | 14        |
| 2.3.3 <i>Penjelasan Feature</i> .....  | 14        |
| 2.3.4 <i>Penjelasan Verifikasi</i> .....   | 14        |
| 2.4    DESIGN .....  | 16        |
| 2.4.3 <i>Desain Fisik Perangkat Keras</i> .....  | 25        |
| <b>3    PERANCANGAN DETAIL (DETAILED DESIGN) .....</b>   | <b>28</b> |
| 3.1    PERANGKAT KERAS / HARDWARE.....   | 28        |
| 3.1.1 <i>Hardware RPM</i> .....  | 28        |
| 3.1.2 <i>Hardware HMI</i> .....  | 35        |
| 3.1.3 <i>Modul Kincir</i> .....  | 40        |
| 3.2    DATA FLOW DIAGRAM (DFD) .....   | 42        |
| 3.3    FLOWCHART SOFTWARE E-SHRIMP .....   | 45        |
| 3.3.1 <i>Flowchart untuk Modul Remote Pond Monitoring (RPM)</i> .....  | 45        |
| 3.3.2 <i>Flowchart untuk Modul Kincir Air</i> .....  | 46        |
| 3.3.3 <i>Flowchart untuk Modul Human Machine Interface (HMI)</i> .....                                       | 47        |
| <b>4    LAMPIRAN.....</b>  | <b>49</b> |

## Catatan Sejarah Perbaikan Dokumen

| VERSI, TGL, OLEH | PERBAIKAN |
|------------------|-----------|
|                  |           |
|                  |           |
|                  |           |
|                  |           |

# Desain Riset e-Shrimp : Sistem Kontrol Pintar dengan Multisensor untuk Tambak Udang Vannamei

## 1 PENGANTAR

### 1.1 RINGKASAN ISI DOKUMEN

Dokumen isi berisi perancangan dan desain dari **e-Shrimp** : Sistem Kontrol Pintar dengan Multisensor untuk Tambak Udang Vannamei. Isi dari dokumen desain ini antara-lain *overview* dari dokumen B200 mengenai spesifikasi dari alat yang akan dibuat pada riset ini, perancangan desain sistem yang dibuat pada setiap *level* (Level 0, 1 dan 2), perancangan bentuk fisik dari alat yang dibuat pada riset dan deskripsi lingkungan dari lokasi pengoperasian alat.

Pada dokumen ini juga dilampirkan *Hardware* yang akan digunakan untuk pembuatan alat yang telah dirancang. Setiap *hardware* dicari alternatif-alternatif komponen yang dapat digunakan dan juga dilakukan pemilihan komponen yang akan digunakan untuk merealisasikan implementasi dari alat yang dirancang. Pertimbangan pemilihan komponen dilakukan dengan melakukan perbandingan spesifikasi, fungsi dan harga dari setiap komponen yang menjadi alternatif.

Untuk mempersiapkan implementasi *Software* pada alat, pada dokumen ini juga dirumuskan sebuah *Data Flow Diagram* untuk memberikan gambaran keseluruhan pada sistem yang dibuat serta aliran data (*input* dan *output*) dari setiap elemen yang ada pada sistem.

### 1.2 TUJUAN PENULISAN DAN APLIKASI DOKUMEN

Tujuan dari penulisan dokumen ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai dokumen yang menjelaskan desain dari riset Sistem Kontrol Pintar dengan Multisensor untuk Tambak Udang Vannamei
2. Sebagai landasan dalam menentukan komponen-komponen yang digunakan dan perancangan untuk implementasi *hardware* pada alat yang dibuat
3. Sebagai landasan dalam mengimplementasikan pembuatan *software* pada alat yang dibuat

### 1.3 REFERENSI

Referensi yang digunakan dalam pembuatan dokumen spesifikasi riset ini adalah sebagai berikut :

1. BS EN 60529 : *Degrees of protection provided by enclosures (IP code)*, British Standards Institution, 1992
2. SNI 01-7246-2006 tentang *Produksi udang vaname (Litopenaeus vannamei) di tambak dengan teknologi intensif*, Badan Standarisasi Nasional, 2006

### 1.4 DAFTAR SINGKATAN

| SINGKATAN | ARTI                           |
|-----------|--------------------------------|
| MCU       | <i>Microcontroller Unit</i>    |
| HMI       | <i>Human Machine Interface</i> |

| <b>SINGKATAN</b> | <b>ARTI</b>                                   |
|------------------|---|
| DO               | <i>Dissolved Oxygen</i>                       |
| pH               | <i>Power of Hydrogen</i>                      |
| SMS              | <i>Short Message Service</i>                  |
| GSM              | <i>Global System for Mobile communication</i> |
| LED              | <i>Light Emitting Diode</i>                   |
| LCD              | <i>Liquid Crystal Display</i>                 |
| RPM              | <i>Remote Pond Monitoring</i>                 |

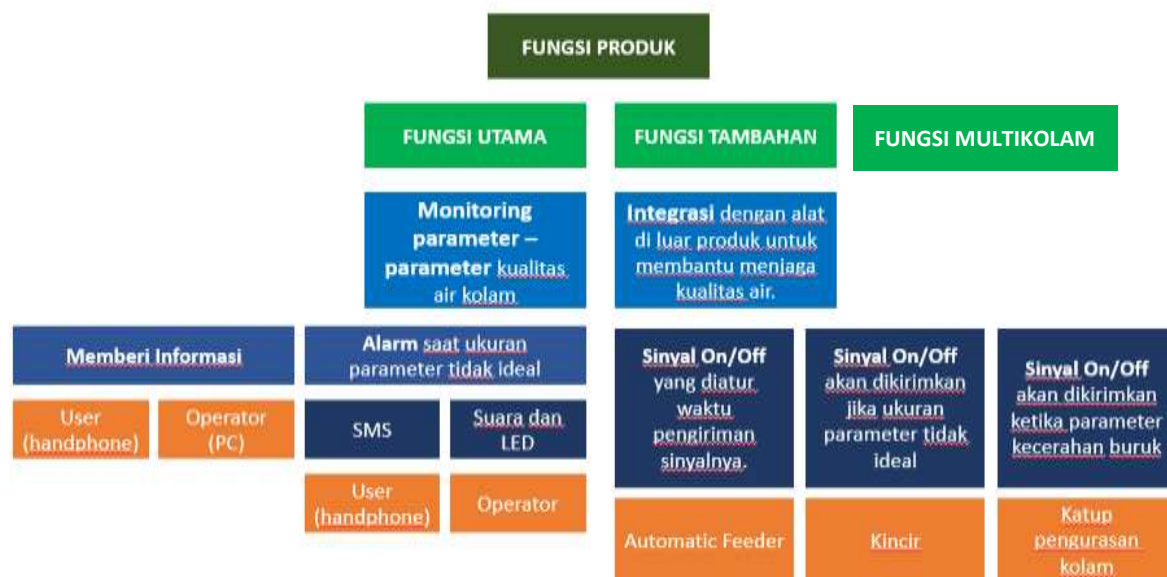
## 2 Perancangan Umum

### 2.1 Definisi, Fungsi dan Spesifikasi dari Solusi

#### 2.1.1 Definisi

*e-Shrimp* adalah alat sistem monitoring cerdas untuk tambak udang vannamei dengan multi-sensor. Alat ini memiliki kemampuan untuk melakukan monitoring terhadap parameter kualitas air kolam, mengolah data untuk memperingati penjaga kolam jika ada parameter kualitas air kolam yang berada di luar batas normal dan juga mampu untuk mengaktifkan dan mengnon-aktifkan kincir pada kolam tergantung kondisi parameter kualitas air kolam.

*e-Shrimp* memiliki beberapa fungsi yang dapat dilihat pada bagan dibawah ini:



Gambar 1 Fungsi pada e-Shrimp

**Keterangan:**

**User :** *Stakeholder* tambak udang yang perlu untuk memantau kondisi kolamnya tanpa harus berada di lokasi.

**Operator:** Orang yang bertugas untuk mengurus tambak udang.

Fungsi dari produk ini dibagi menjadi fungsi utama dan tambahan. Fungsi utama yaitu untuk melakukan monitoring terhadap parameter – parameter yang menentukan kualitas air kolam udang. Hasil pengukuran parameter – parameter kualitas air tersebut akan dikirimkan ke user (handphone) dan operator yang akan melihat hasil pengukuran lewat PC. Hal ini bertujuan agar operator dan user dapat melakukan pemantauan terhadap kolam udangnya.

Kemudian hasil dari pengukuran parameter – parameter kualitas air ini juga akan memicu alarm ketika nilai pengukurannya tidak ideal. Alarm pada produk ini berupa sms yang akan dikirimkan ke user (handphone) dan dalam bentuk suara dan lampu LED untuk memberi peringatan bagi operator. Tujuannya agar user mengetahui kondisi kolamnya dan agar operator dapat langsung melakukan tindakan yang dapat mengubah parameter – parameter kualitas air menjadi ideal kembali.

Fungsi tambahan produk ini yaitu berupa integrasi dengan alat – alat lain yang akan membantu untuk menjaga kualitas air kolam udang yaitu *automatic feeder*, kincir dan katup

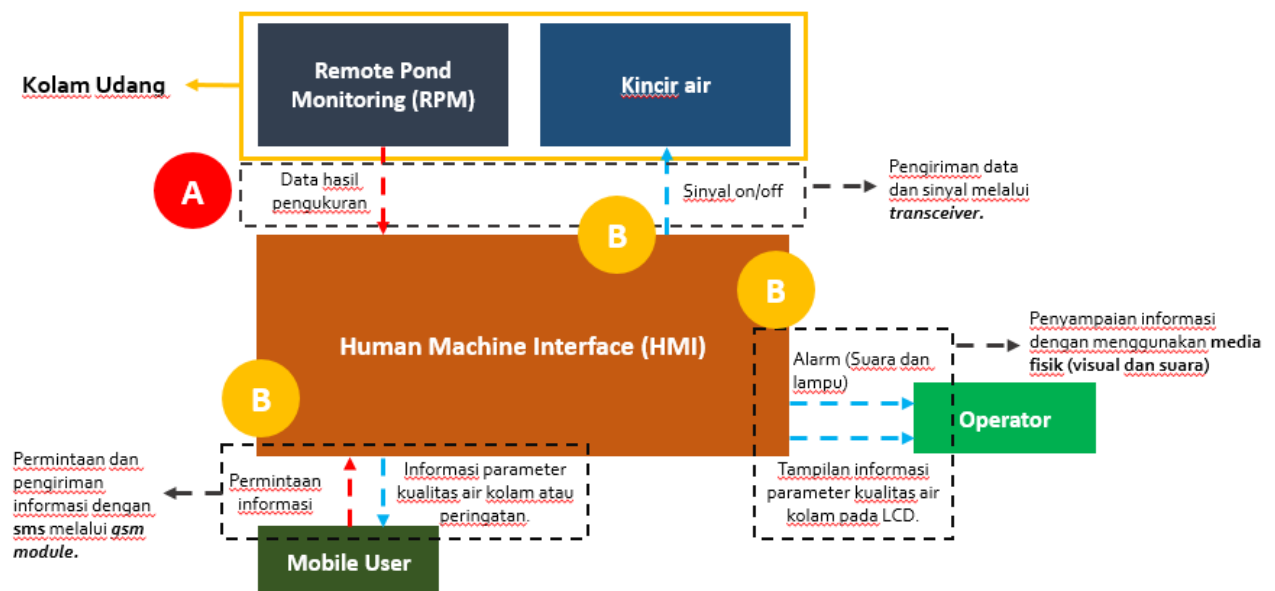
pengurasan kolam. Untuk *automatic feeder* akan dikirimkan sinyal on/off berdasarkan waktu, waktu pengiriman ini akan diatur berdasarkan jam makan udang. Untuk katup pengurasan kolam akan dikirimkan sinyal on/off ketika kecerahan air pada kolam udang sudah memburuk. Untuk kincir, sinyal on/off akan dikirimkan saat parameter – parameter kualitas air dalam keadaan yang tidak ideal. Hal ini dilakukan agar kincir bekerja dan memperbaiki kualitas air pada kolam udang.

Perlu diketahui bahwa fungsi tambahan yang akan diimplementasikan pada *e-Shrimp* saat ini baru satu bagian yaitu bagian otomasi untuk menyalakan kincir. Ada beberapa alasan mengapa hanya satu bagian yang diimplementasikan:

1. Untuk *Automatic Feeder*, pertimbangan harga menjadi salah satu kendala untuk mengimplementasikannya karena biaya sudah terkuras untuk pembelian sensor.
2. Untuk Katup Penguras, mempertimbangkan frekuensi penggunaannya yang hanya sekali dalam periode 1 – 2 minggu sehingga dinilai tidak akan signifikan manfaatnya untuk mengaplikasikan sistem otomasi pada bagian ini.
3. Secara umum, konsep dari pengaplikasian *automatic feeder* dan katup penguras sama dengan pengaplikasian otomasi kincir kolam. Dalam aplikasinya digunakan relay untuk mengontrol aktif dan non-aktifnya kincir kolam tersebut kemudian digunakan juga *transceiver* untuk menerima sinyal yang akan mengontrol aktif dan non-aktifnya relay.

Berdasarkan 3 alasan diatas, fungsi tambahan yang akan diaplikasikan pada *e-Shrimp* versi 2017 hanya pada bagian otomasi untuk kincir kolam.

Untuk memahami lebih jelas bagaimana sistem *e-Shrimp* bekerja, dapat dilihat terlebih dahulu ilustrasi dibawah ini:



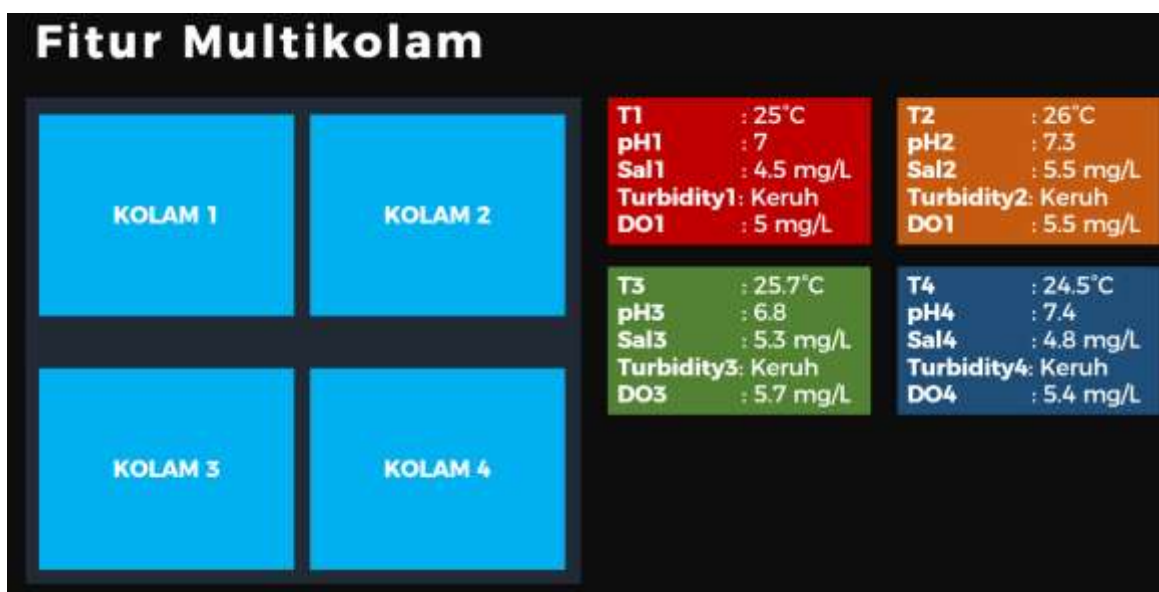
Gambar 2 Sistem Kerja e-Shrimp

Secara umum ada 2 proses pada keseluruhan sistem *e-shrimp*, pertama adalah bagian pengambilan data (A) dan yang kedua adalah bagian pengolahan dan tindakan dari hasil pengolahan tersebut (B). Dapat dilihat dari ilustrasi diatas bahwa pada proses A, *e-Shrimp* akan mengambil data dari kelima sensor yang ada kemudian meng-*compile* data tersebut ke dalam paket *array* untuk kemudian dikirim ke modul HMI menggunakan *transceiver*.



Pada bagian B, seperti yang juga bisa dilihat pada ilustrasi diatas bahwa bagian B terdiri dari pengolahan data yang diterima dari modul RPM berserta tindakan berdasarkan data yang sudah diolah tersebut. Ada 3 tindakan yang dilakukan pada bagian B, pertama pengiriman informasi status parameter kualitas air kolam ke *mobile user*, sebaliknya *mobile user* juga bisa meminta informasi yang lebih detail mengenai nilai parameter kualitas air kolam menggunakan sms ke modul HMI. Kedua yaitu peringatan untuk operator kolam berupa alarm dan lampu yang akan menyala ketika ada parameter kolam yang nilainya tidak ideal. Tindakan atau *action* ketiga yang akan dilakukan adalah pengiriman sinyal untuk mengatur aktif dan non-aktifnya relay kincir. Relay kincir ini akan meneruskan arus ke kincir kolam ketika salah satu dari parameter temperature atau oksigen terlarut berada dalam kondisi tidak ideal.

Pada e-Shrimp juga terdapat fungsi multikolam dimana, e-Shrimp dapat menampilkan data dari maksimal 4 kolam udang. Berikut adalah ilustrasinya:



Gambar 3 Fitur Multikolam e-Shrimp

## 2.2 Spesifikasi Tugas Akhir

Untuk memaksimalkan produktivitas dari tambak udang, maka diperlukan monitoring terhadap parameter – parameter kualitas air. Pada tabel berikut, dapat dilihat 12 parameter beserta nilai idealnya:

| Parameter        | Nilai Ideal        |
|------------------|--------------------|
| Salinitas        | 1 – 40 mg/L        |
| Temperatur       | 28 - 30°C          |
| pH               | 7.5 – 8.5          |
| Oksigen Terlarut | 3.5 mg/L (minimal) |
| Alkalinitas      | 100 – 150 mg/L     |

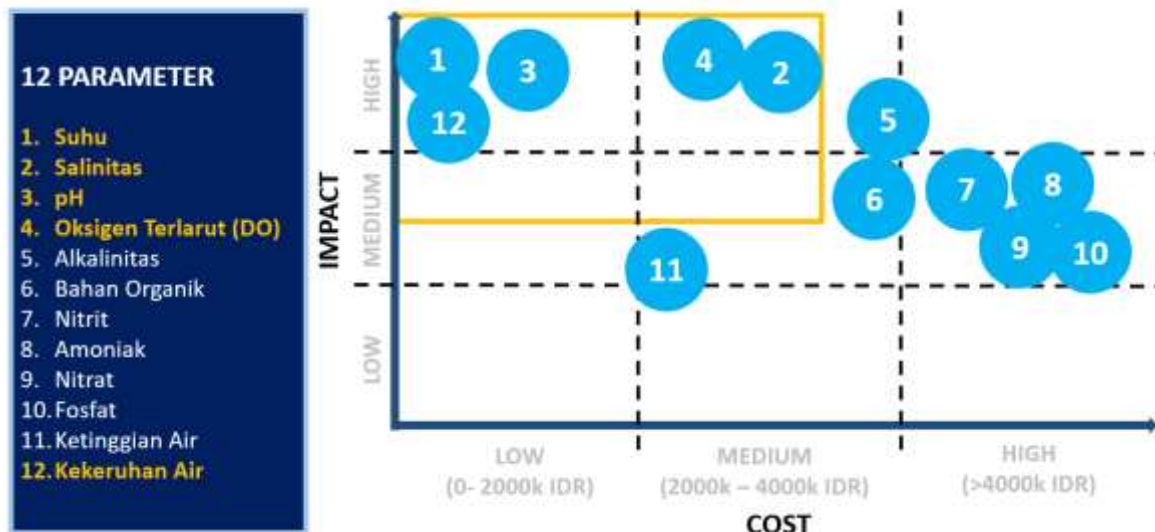
|                |                         |
|----------------|-------------------------|
| Bahan Organik  | 55 mg/L                 |
| Bahan Nitrit   | 0.01 mg/L (maksimal)    |
| Bahan Amoniak  | 0.01 mg/L (maksimal)    |
| Nitrat         | 0.5 mg/L (maksimal)     |
| Fosfat         | 35 - 100 µg/L (minimal) |
| Ketinggian air | 120 – 200 cm            |
| Kecerahan air  | 30 – 45 cm              |

Tabel 2.1 Parameter dan nilai idealnya

Fungsi *e-Shrimp* secara umum ada 2 hal yaitu memonitor parameter kualitas air kolam dan melakukan kontrol terhadap parameter kualitas air kolam tersebut dengan memberikan peringatan/*alarm* kepada operator atau penjaga kolam dan otomatis untuk menghidupkan kincir. Parameter kualitas air kolam adalah hal yang vital untuk menjalankan fungsi tersebut, maka dari itu perlu dipilih parameter kualitas air kolam yang mempunyai *impact* atau pengaruh besar terhadap produktivitas kolam tambak udang. Cara pemilihan parameter kualitas air kolam adalah dengan menggunakan matriks. Ada 2 parameter yang digunakan atau dilihat pada matriks ini yaitu *cost* atau biaya dan *impact* atau seberapa vial parameter tersebut terhadap produktivitas kolam tambak udang.

Pemilihan parameter apa saja yang akan dimonitor oleh alat dilakukan menggunakan matriks berikut:

## PEMILIHAN PARAMETER



Gambar 4 Pemilihan parameter

Dari gambar diatas, maka terdapat 5 parameter yang akan dipilih. Jadi alat yang nanti akan dibuat akan mempunyai kemampuan untuk memonitor keenam parameter tersebut. *Cost* diatas merupakan harga dari sensor untuk setiap parameter sedangkan *impact* dilihat dari dua parameter, yaitu:

1. Dampak terhadap udang jika parameter tidak berada dalam nilai ideal.

2. Keterkaitan antara parameter. Ada beberapa parameter yang bisa dimonitor dengan hanya memonitor salah satu dari parameter tersebut. Sehingga tidak perlu untuk memonitor seluruh parameter tersebut.



**Gambar 5 Pertimbangan dalam Pemilihan Parameter**

Sebagai catatan, pertimbangan diatas hanya didasarkan temuan pada hasil penelitian yang didapat dari internet. Selanjutnya pemilihan parameter ini akan lebih diperdalam setelah dilakukan kunjungan terutama untuk bagian impactnya. Pemilihan parameter juga akan sangat tergantung berapa biaya yang sanggup dikeluarkan oleh konsumen (pemilik tambak udang).

Spesifikasi untuk kelima parameter kualitas air kolam yang telah dipilih tersebut berdasarkan standar SNI 7772:2013 yang akan diukur menggunakan 5 buah sensor adalah sebagai berikut:

| Parameter        | Nilai Ideal                                    |
|------------------|--|
| Salinitas        | 10 - 35 mg/L                                   |
| Temperatur       | 28 – 31.5°C                                    |
| pH               | 7.5 – 8.5                                      |
| Oksigen Terlarut | 3.5 mg/L (angka minimal di bagian dasar kolam) |
| Kecerahan air    | 30 – 45 cm                                     |

Penjelasan lebih detail mengenai parameter yang dipilih akan dijelaskan dibawah ini:

### 1. Suhu

Perubahan suhu pada kolam biasanya disebabkan oleh cahaya matahari, suhu udara, cuaca dan iklim lingkungan tambak udang. Perubahan suhu kolam sebesar 2 derajat celcius secara singkat (kurang dari 1 jam) menyebabkan udang stress yang kemudian dapat meningkatkan resiko udang terkena penyakit. Jadi kita dapat melakukan monitoring suhu kolam udang setiap 1 jam sekali agar dapat menjaga kualitas air kolam udang. Agar dapat melakukan monitoring parameter suhu kolam udang, ketelitian alat ukur yang dibutuhkan minimal sebesar 1 derajat celcius. Hal ini

dengan mempertimbangkan bahwa perubahan dibawah 2 derajat celcius tidak berpengaruh terhadap udang.

## 2. Salinitas

Perubahan salinitas dipengaruhi oleh perubahan – perubahan jumlah ion – ion pada air. Ion – ion tersebut diantaranya adalah klorin, karbonat, bikarbonat sulfat, natrium, kalsium dan magnesium. Menurut informasi dari Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Kalimantan Timur, udang vannamei memiliki salinitas optimal pada 10 – 25 ppt. Fluktuasi salinitas harian harus dijaga dibawah 3 ppt, sedangkan laju perubahan salinitas sekitar 0.5 ppt per jamnya. Maka setidaknya kadar salinitas pada kolam harus dimonitor setiap 6 jam sekali. Melihat dari fluktuasi salinitas harian yang harus dijaga nilainya dibawah 3 ppt, maka skala terkecil pengukurannya minimal 1 ppt agar *monitoring* dapat dilakukan dengan baik.

## 3. pH

Tambak dengan pH rendah (dibawah 7) akan memiliki asam yang dominan. Kondisi ini dapat membuat udang menjadi stress, memiliki cangkang yang melembek. Sedangkan secara lingkungan, kadar CO<sub>2</sub> pada tambak akan meningkat sehingga bisa menyebabkan keracunan CO<sub>2</sub> pada udang. Tambak dengan pH tinggi (diatas 9) akan memiliki basa yang dominan. Kondisi ini akan menyebabkan kadar ammonia NH<sub>4</sub> yang bersifat racun naik di lingkungan tambak. Range pH normal menurut sistem : 7,5 – 8,5 (Memberikan range toleransi sebesar 0,5 sebelum tambak memiliki pH diluar batas normal, karena pengaruh pH yang fatal secara *real-time* jika diluar *range* standar).

Faktor yang bisa mempengaruhi perubahan nilai pH :

- Waktu (siang atau malam)
- Peningkatan kadar karbondioksida dalam air menyebabkan peningkatan pH

Table 1. Relative concentration changes for dissolved oxygen, carbon dioxide and pH in ponds over 24 hours.

| Time      | Change           |                |           |
|-----------|------------------|----------------|-----------|
|           | Dissolved Oxygen | Carbon Dioxide | pH        |
| Daylight  | Increases        | Decreases      | Increases |
| Nighttime | Decreases        | Increases      | Decreases |

Tucker (1984).

Gambar 6 Faktor yang Mempengaruhi Perubahan Nilai pH

## 4. Oksigen Terlarut (DO)

Hypoxia (DO dibawah 2,8 mg/L) dapat menyebabkan stress, nafsu makan menurun, pertumbuhan terhambat, ketahanan dari penyakit turun dan kematian pada udang. Hyperoxia (DO diatas 8,2 mg/L) dapat menyebabkan *Gas Supersaturation* yang menyebabkan *Gas Bubble Trauma* pada udang (terbentuknya gelembung gas pada darah) yang menyebabkan gangguan psikologis dan organ pada udang

- Resolusi : 0,1 mg/L
- Range DO normal menurut sistem : 3,5 mg/L – 7,5 mg/L
- Faktor yang bisa mempengaruhi perubahan nilai DO :
  1. Peningkatan temperatur menyebabkan penurunan DO
  2. Peningkatan salinitas menyebabkan penurunan eksponensial DO
  3. Peningkatan tekanan atmosfer menyebabkan peningkatan DO

Table 1. Relative concentration changes for dissolved oxygen, carbon dioxide and pH in ponds over 24 hours.

| Time      | Change           |                |           |
|-----------|------------------|----------------|-----------|
|           | Dissolved Oxygen | Carbon Dioxide | pH        |
| Daylight  | Increases        | Decreases      | Increases |
| Nighttime | Decreases        | Increases      | Decreases |

Tucker (1984).

**Gambar 7 Faktor yang Mempengaruhi Perubahan Nilai Oksigen Terlarut (DO)**

4. Peningkatan kedalaman air menyebabkan peningkatan DO
5. Waktu

## 5. Kekeruhan Air

Hal yang menyebabkan kecerahan air berubah adalah banyaknya plankton yang di air serta sisa-sisa makanan. Kecerahan yang baik berkisar antara 30 – 40 cm, karena pada kondisi itu populasi plankton cukup ideal untuk pakan alami dan material terlarut cukup rendah. Pada awal budidaya, biasanya kecerahan air tinggi (50 cm hingga dasar kolam) karena populasi plankton masih rendah dan air masih bersih. Semakin lama usia budidaya, kecerahan makin rendah (hingga 10 cm). Jarak pandang ke dalam kolam idealnya 30 - 45 cm.

Alat ini akan mempunyai sistem yang dapat memonitor sekaligus beberapa kolam udang, ini merupakan pengembangan dari alat versi sebelumnya. Penjelasan mengenai sistem monitoring multi-kolam ini akan dijelaskan lebih lanjut di bagian berikutnya.

## 2.3 Penjelasan fungsi, feature, dan verifikasi

### 2.3.1 Penjelasan Fungsi Pemakai

Terdapat dua jenis pemakai dalam sistem ini, yaitu:

1. Operator, yaitu orang yang bertanggung jawab mengawasi kualitas air kolam di lokasi serta mengoperasikan sistem. Interaksi yang melibatkan operator adalah :
  - Melihat hasil *monitoring* pada display.
  - Melakukan aksi pengaturan kualitas air yang tidak dilakukan oleh sistem
2. *Mobile user*, yaitu orang yang dapat mengakses data yang telah disimpan dan diolah di HMI. Interaksi yang melibatkan *mobile user* adalah:
  - *Mobile user* menerima data dari sistem dengan dua pilihan, yaitu:

- a. Menerima pada waktu tertentu, ketika *user* mengirimkan instruksi via SMS
- b. Menerima ketika ada parameter yang melewati batas normal

Informasi yang didapat oleh pemakai yaitu beberapa parameter kualitas air yaitu:

- a. Suhu
- b. Perubahan pH
- c. DO
- d. Salinitas
- e. Kekeruhan air

Indikasi yang didapat oleh pemakai adalah :

1. Pada operator, akan mendapatkan indikasi berupa bunyi alarm dan LED yang menunjukkan adanya parameter yang melewati batas normal
2. Pada *mobile user*, akan mendapatkan indikasi berupa SMS yang berisi informasi mengenai data *monitoring*.

### **2.3.2 Penjelasan Fungsi Perangkat Lain**

Terdapat dua perangkat utama yang digunakan produk ini, yaitu:

1. RPM

*Remote Pond Monitoring* (RPM) merupakan modul yang mengumpulkan seluruh data yang didapat dari sensor dan membawa seluruh data ke *transmitter* untuk ditransfer ke modul HMI.

2. HMI

*Human Machine Interface* (HMI) merupakan modul yang terdiri dari kumpulan data yang didapat dari modul RPM dan mengeluarkan keputusan berdasarkan kebutuhan. Keputusan-keputusan yang diberikan berupa

- Memberi sinyal on/off kepada kincir air (fitur tambahan)
- Mengirimkan informasi via SMS
- Menampilkan tampilan data *monitoring*.

### **2.3.3 Penjelasan Feature**

Terdapat dua jenis fitur pada produk ini, yaitu:

1. Fitur utama, terdapat sensor-sensor yang digunakan untuk *monitoring* kualitas air kolam, memberikan tanda berupa alarm dan LED, serta memberikan informasi kepada pemakai.
2. Fitur tambahan, integrasi dengan alat di luar produk untuk membantu menjaga kualitas air seperti otomasi untuk menyalakan kincir air untuk normalisasi parameter suhu dan DO.

### **2.3.4 Penjelasan Verifikasi**

Pengujian produk ini dilakukan dua kali. Pertama, dengan menggunakan model tambak udang yang dibuat dengan menggunakan wadah besar yang diisi air yang telah dicampur

dengan garam untuk mensimulasikan keadaan pada tambak udang air asin. Alat *monitoring* akan diletakan pada permukaan air menggunakan pelampung, sehingga kontak yang terjadi antara air dan alat hanya terdapat pada sensor. Pengujian kedua dilakukan langsung di tambak udang vaname, untuk melakukan pengujian yang tidak bisa dilakukan pada model.

Pengujian pertama dilakukan pada modul RPM. Prosedur pengujian yang dilakukan adalah:

- Menempatkan modul RPM pada model tambak
- Pengukuran kualitas air dengan menggunakan cara manual yaitu dengan menggunakan alat ukur masing-masing parameter. Pengukuran suhu menggunakan thermometer, pengukuran pH menggunakan pH meter, pengukuran DO menggunakan DO meter, dan pengukuran salinitas menggunakan salinometer
- Melakukan pengukuran sebanyak 5 kali sehingga didapatkan data yang akurat
- Mengukur kualitas air dengan menggunakan sensor-sensor yang terdapat pada modul RPM. Dan menampilkan hasil pengukuran pada PC
- Membandingkan hasil pengukuran secara manual dengan pengujian menggunakan sensor

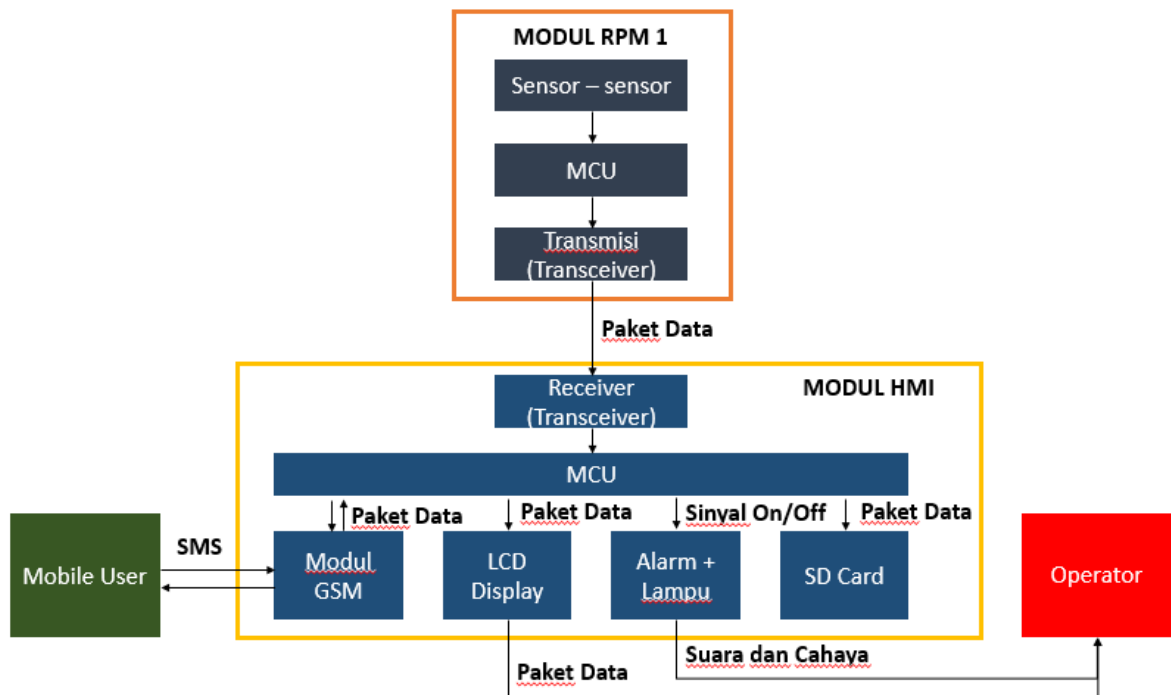
Pengujian berikutnya dilakukan pada modul HMI. Prosedur pengujian yang dilakukan adalah:

- Mengirimkan hasil pengukuran pada RPM melalui *transmitter* ke *receiver* pada modul HMI. Kemudian data diolah MCU untuk ditampilkan pada *display*. Kemudian membandingkan hasil pada *display* dengan nilai pengujian RPM dan pengukuran manual
- Menguji proses pengiriman data dari lebih dari satu modul RPM ke satu *receiver*. Kemudian data diolah MCU dan ditampilkan pada *display*. Lalu membandingkan hasil *display* dengan hasil pengujian sebelumnya (menguji satu persatu RPM)
- Menghubungkan HMI dengan PC. Kemudian memasukkan nilai yang melebihi atau dibawah batas normal kualitas air, sehingga HMI akan mengaktifkan alarm dan LED
- Menguji modul GSM dengan mengirimkan pesan secara langsung tanpa menunggu instruksi dari *mobile user*. Kemudian menguji modul GSM dengan memberikan instruksi dari *mobile user* melalui SMS, untuk meminta data *monitoring*.

Prosedur pengujian diatas dapat dilakukan dengan menggunakan model tambak udang. Sedangkan pengujian yang dilakukan di tambak udang vaname adalah daya tahan sensor, daya tahan baterai RPM, komunikasi jarak jauh antar *transmitter* RPM dan *receiver* HMI, komunikasi antar kolam, pengukuran kecerahan air serta ketinggian air serta integrasi dengan alat-alat lainnya seperti kincir air dan katup.

## 2.4 Design

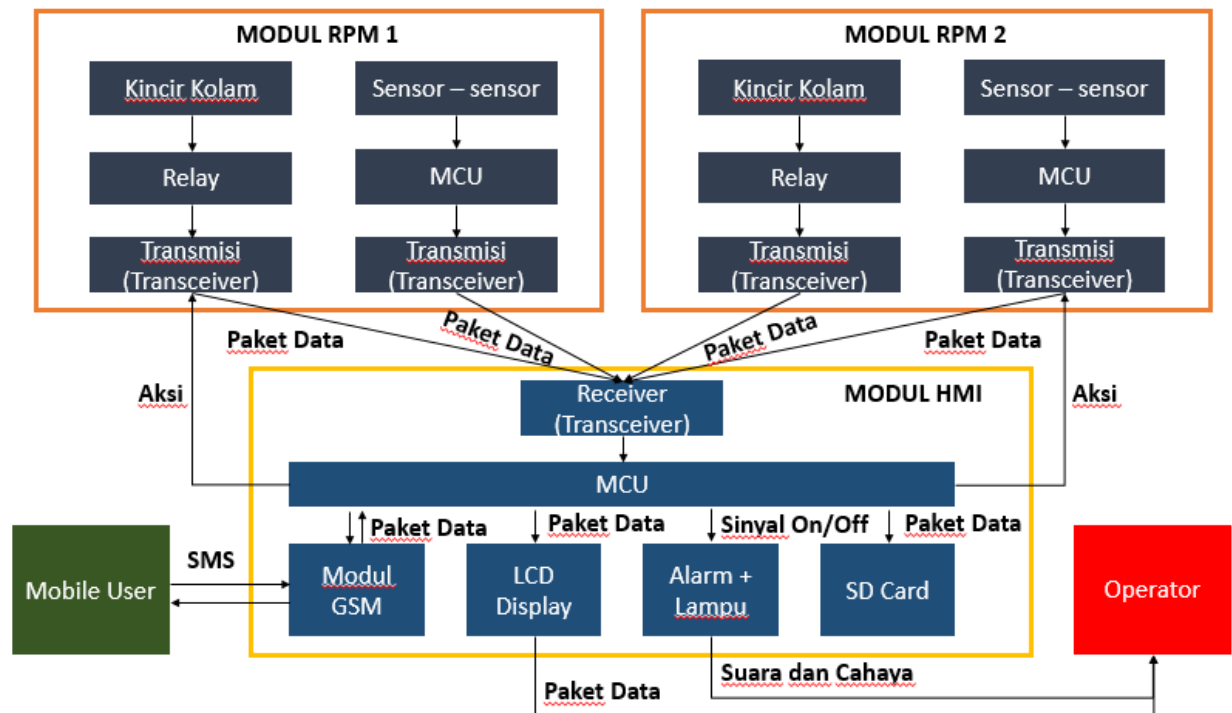
### 2.4.1 Design Produk Versi 1



Gambar 8 Desain Produk Versi 1

### 2.4.2 Design Produk Versi 2





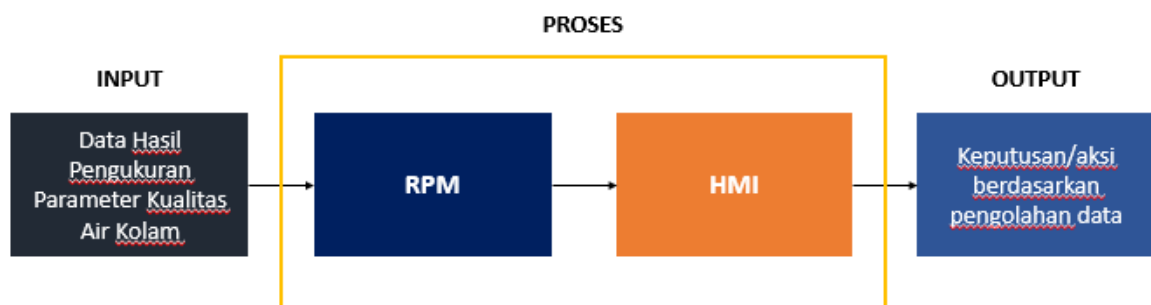
Gambar 9 Desain Produk Versi 2

Dilihat dari 2 bagan desain diatas, dapat ditemukan beberapa perbedaan secara umum, yaitu:

1. Pada desain versi 2 ditambah fitur multi-kolam, fitur multikolam ini berarti *e-Shrimp* dapat bekerja sekaligus untuk beberapa kolam. Pada tahap implementasi saat ini, *e-Shrimp* akan diimplementasikan untuk 2 kolam.
2. Implementasi fitur tambahan untuk otomasi kincir.

#### 2.4.2.1 Desain Level 0 Sistem Monitoring

Desain level 0 dari sistem *monitoring* kualitas air kolam adalah sebagai berikut:



Gambar 10 Desain Level 0 Sistem Monitoring

Penjelasan level 0 dapat dilihat pada tabel berikut:

| Parameter | Keterangan  |
|-----------|---|
| Input     | Parameter kualitas air yang terukur yang terlihat melalui hasil pengukuran sensor-sensor yang digunakan, yaitu sensor kadar pH, |

|        |   |
|--------|---|
|        | sensor suhu, sensor DO, sensor salinitas, sensor kecerahan air dan sensor ketinggian air.   |
| Output | Keputusan berdasarkan situasi yang terjadi. Misalnya, mengirimkan data atau hasil kepada pemakai melalui SMS  |
| Fungsi | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengumpulkan informasi parameter-parameter kualitas air dan mengolah data-data pada <i>data logger</i></li> <li>• Menampilkan hasil pengolahan data</li> <li>• Mengirimkan hasil pengolahan data kepada pemakai</li> </ul> |

#### 2.4.2.2 Desain Level 1 Sistem Monitoring

Berdasarkan desain level 0, sistem *monitoring* dapat dibagi menjadi dua subsistem yaitu modul *Remote Pond Monitoring* (RPM) dan modul *Human Machine Interface* (HMI). Berikut penjelasan dari kedua subsistem tersebut:

##### 1. Modul *Remote Pond Monitoring* (RPM)

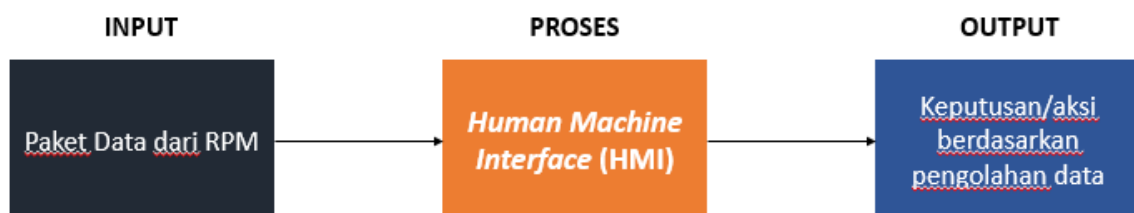


Gambar 11 Desain Level 0 Modul RPM

Penjelasan level 0 dapat dilihat pada tabel berikut ini:

| Parameter | Keterangan  |
|-----------|---|
| Input     | Data nilai parameter air kolam yang didapatkan dari sensor-sesnsor  |
| Output    | Paket data yang dibawa ke <i>transceiver</i> dan akan dikirimkan ke modul HMI   |
| Fungsi    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengumpulkan data parameter kualitas air kolam dari sensor-sensor</li> <li>• Mengirimkan paket data ke modul HMI melalui <i>transceiver</i></li> </ul> |

##### 2. Modul *Human Machine Interface* (HMI)



Gambar 12 Desain Level 0 Modul HMI

Penjelasan level 0 dapat dilihat pada tabel berikut ini:

| Parameter | Keterangan   |
|-----------|--|
| Input     | Kumpulan data yang diterima dari modul RPM   |
| Output    | Keputusan berdasarkan pengolahan data yang diterima dari modul RPM.  |
| Fungsi    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mengolah data yang didapat dari RPM</li> <li>Membuat keputusan/aksi berdasarkan hasil pengolahan data.</li> </ul> |

### 2.4.2.3 Desain Level 2 Sistem Monitoring

Berdasarkan desain level 1 sistem monitoring yang terdiri dari modul RPM dan HMI, terdapat beberapa sub-sistem lagi yang akan dijelaskan pada desain level 2 ini:

#### 1. Modul *Remote Pond Monitoring* (RPM)

Modul RPM memiliki beberapa sub-sistem diantara lain adalah keenam sensor yang telah dipilih, *microprocessor unit* (MCU), dan *Human Machine Interface* (HMI).



Gambar 13 Desain Level 1 Modul RPM

#### Sensor Temperatur

Sensor temperatur mengukur keadaan suhu air kolam di sekitar sensor. Keluaran dari sensor ini adalah tegangan yang dikonversi menjadi suhu.



Gambar 14 Desain Level 0 Sensor Temperatur

#### Sensor pH

Sensor pH mengukur tingkat keasaman air kolam di sekitar sensor. Sensor ini akan mengkonversi tingkat keasaman air kolam ke dalam bentuk tegangan



Gambar 15 Desain Level 0 Sensor pH

### Sensor Salinitas

Sensor salinitas mengukur jumlah semua kadar garam terlarut, biasanya dinyatakan dalam *parts per thousand* ( 1 ppt = 1 mg/L). Sensor ini mengukur konsentrasi larutan dengan konsentrasi ion yang tinggi. Pada larutan, arus mengalir melalui transportasi ion sehingga peningkatan konsentrasi ion di larutan menghasilkan konduktivitas yang tinggi. Arus listrik yang mengalir ini akan dikonversi menjadi tegangan



Gambar 16 Desain Level 0 Sensor Salinitas

### Sensor DO

Sensor DO mengukur tingkat saturasi oksigen yang terlarut dalam air. Sensor ini akan mengkonversi tingkat saturasi oksigen ke dalam bentuk tegangan.



Gambar 17 Desain Level 0 Sensor DO

### Sensor Kekeruhan Air

Sensor kekeruhan akan memeriksa tingkat kecerahan di dalam air. Komponen yang digunakan adalah LED / infra merah dan photodiode. Jumlah intensitas cahaya yang diterima photodiode akan menghasilkan arus. Sensor photo dioda merupakan dioda yang peka terhadap cahaya, sensor photodiode akan mengalami perubahan resistansi pada saat menerima intensitas cahaya dan akan mengalirkan arus listrik secara forward sebagaimana dioda pada umumnya.

Photodiode akan mengalirkan arus yang membentuk fungsi linear terhadap intensitas cahaya yang diterima. Arus ini umumnya teratur terhadap power density (Dp). Perbandingan antara

arus keluaran dengan power density disebut sebagai current responsitivity. Arus yang dimaksud adalah arus bocor ketika photodiode tersebut disinari dan dalam keadaan dipanjar mundur. Tanggapan frekuensi sensor photodiode tidak luas. Dari rentang tanggapan itu, sensor photodiode memiliki tanggapan paling baik terhadap cahaya infra merah, tepatnya pada cahaya dengan panjang gelombang sekitar 0,9  $\mu\text{m}$ . Semakin besar intensitas cahaya yang diterima maka arus yang dialirkan akan semakin besar juga. Arus tersebut kemudian dikonversi ke dalam bentuk tegangan

Saat photodiode terkena cahaya, maka akan bersifat sebagai sumber tegangan dan resistansinya akan menjadi kecil. Sedangkan saat photodiode tidak terkena cahaya, maka nilai resistansinya akan besar atau dapat diasumsikan tak berhingga.



Gambar 18 Desain Level 0 Sensor Temperatur

## Transmitter

Transmitter berfungsi sebagai pemancar sinyal digital dari MCU ke receiver modul HMI



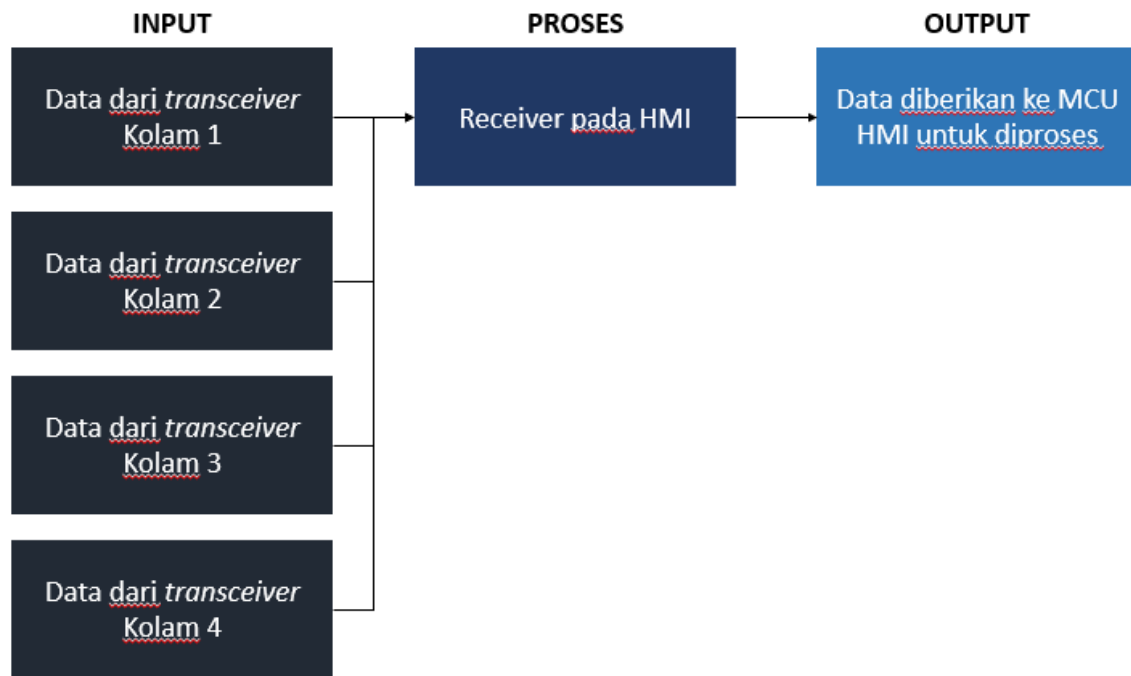
Gambar 19 Desain Level 0 Transmitter

## 2. Modul *Human Machine Interface* (HMI)

Komponen-komponen penyusun HMI antara lain:

### Receiver

Receiver berfungsi sebagai penerima data dari *transceiver* pada modul RPM. Kemudian data tersebut akan diberikan ke MCU pada HMI untuk diolah.

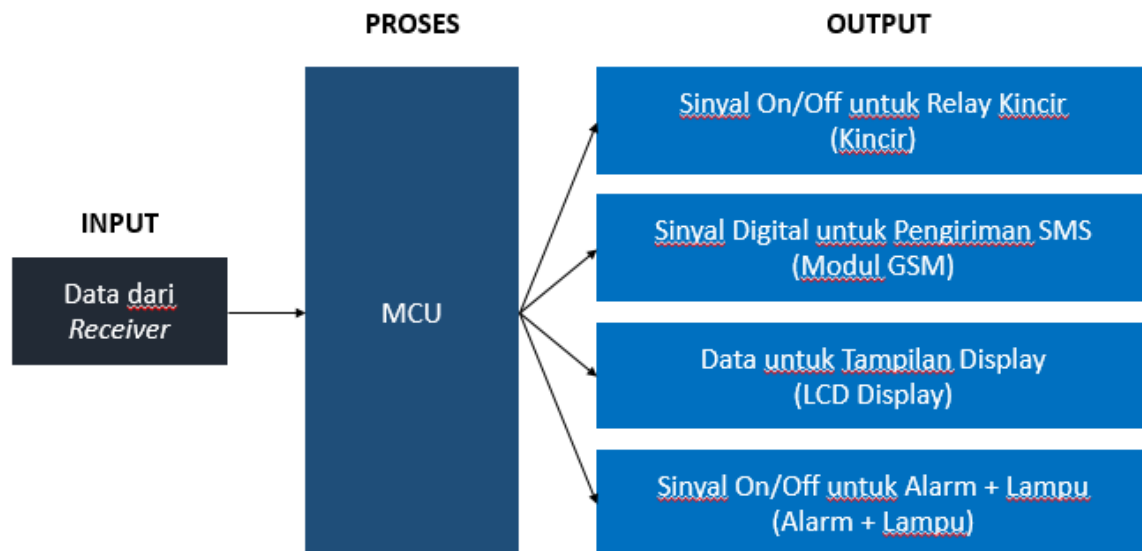


**Gambar 20 Desain Level 0 Receiver**

## MCU

MCU berfungsi sebagai pengolah data pengukuran multisensory dari modul RPM, yang kemudian memberikan keputusan berdasarkan hasil pengolahan data. Beberapa kebutuhan yang perlu dikerjakan MCU adalah sebagai berikut

- Menampilkan data parameter kualitas air pada *display*
- Mengirim data tertentu ke modul GSM berdasarkan instruksi pemakai
- Memberikan sinyal on/off pada alarm ketika terdapat parameter yang tidak sesuai dengan batas normal
- Memberikan data nilai parameter kualitas air yang telah diolah ke PC. Data yang berada di PC bertujuan untuk melihat statistic data nilai parameter kualitas air
- Sebagai pengatur fitur tambahan (kincir air, katup dan automatic feeder)



Gambar 21 Desain Level 0 MCU

## Modul GSM

Modul GSM berfungsi sebagai perantara antara MCU dengan *handphone*, yaitu dalam mengirimkan data nilai parameter yang dibutuhkan *mobile user*. Modul GSM merupakan peralatan yang digunakan sebagai mesin dalam suatu aplikasi. Dalam aplikasi yang dibuat harus terdapat mikrokontroler yang akan mengirimkan perintah kepada modul GSM berupa AT command melalui RS232 sebagai komponen penghubung (communication links). Modul ini dapat menerima dan mengirimkan SMS.



Gambar 22 Desain Level 0 Modul GSM

## Display

*Display* berfungsi menampilkan data nilai parameter kualitas air kolam yang telah diolah MCU pada modul HMI



Gambar 23 Desain Level 0 LCD Display

## Alarm dan Lampu

Alarm berfungsi sebagai penanda kepada operator jika ada nilai parameter yang tidak sesuai dengan batas normal.



Gambar 24 Desain Level 0 Alarm + Lampu

### SD Card

SD Card berfungsi sebagai penyimpanan data hasil pengukuran parameter kualitas air kolam yang sebagai penanda kepada operator jika ada nilai parameter yang tidak sesuai dengan batas normal.



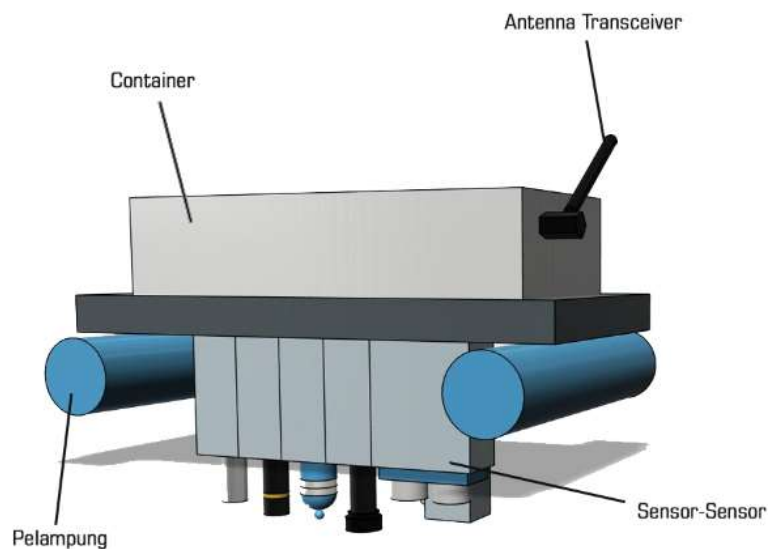
Gambar 25 Desain Level 0 SD Card



### 2.4.3 Desain Fisik Perangkat Keras

Berikut merupakan desain untuk tampilan fisik modul-modul perangkat keras pada **e-Shrimp** : Sistem Kontrol Pintar dengan Multisensor untuk Tambak Udang Vannamei, sebagai spesifikasi dan gambaran fisik untuk alat yang dirancang pada riset ini :

#### Modul RPM :



Gambar 26 Desain Tampilan Fisik Modul RPM (*Remote Pond Monitoring*)

Container pada modul RPM berisi beberapa perangkat keras yang tidak tahan air seperti board mikroprosesor, receiver, LCD, board-board probe dan lain-lain. Untuk bahan RPM, terutama untuk container digunakan bahan dengan standar *International Protection Marking* atau *Ingress Protection Marking* [1] yang setara dengan barang dengan sertifikasi IP64 (Tidak ada jalan masuk untuk debu dan tahan terhadap cipratan air).

RPM juga memiliki pelampung yang berfungsi untuk membuat RPM dapat mengambang pada tambak udang ketika beroperasi, hal ini juga diperlukan untuk mencegah terendamnya perangkat-perangkat keras yang tidak tahan air pada tambak udang.

Sensor-sensor yang digunakan pada RPM antara lain :

- Sensor temperatur
- Sensor salinitas
- Sensor pH
- Sensor DO (*Dissolved Oxygen*)
- Sensor Kekeruhan Air

Mayoritas sensor yang digunakan memiliki bentuk fisik probe yang waterproof sehingga, diletakan pada bagian bawah RPM yang akan terendam oleh air agar setiap sensor dapat melakukan pengukuran parameter kualitas air tambak secara langsung. Untuk sensor kekeruhan air, karena menggunakan LED dan photodiode yang tidak tahan air, maka akan

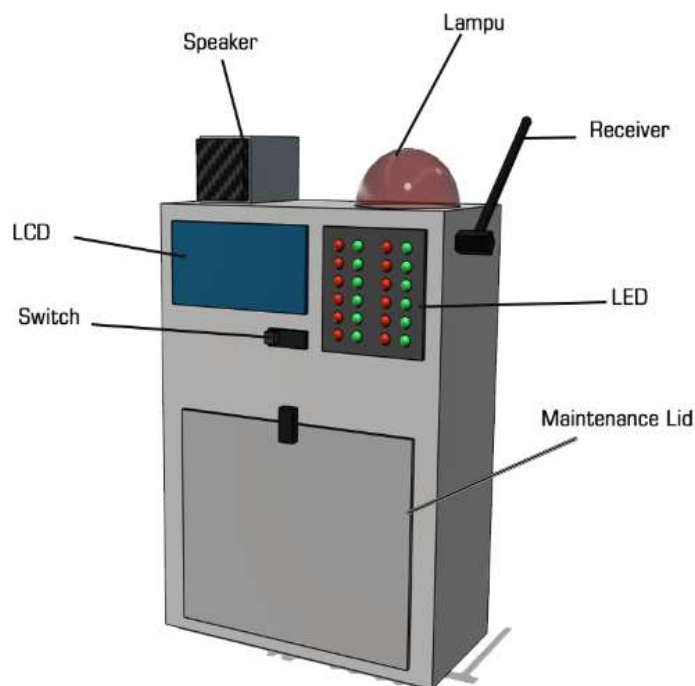
dibuat sebuah lapisan kedap air transparan pada pipa berisi LED dan photodiode untuk mencegah masuknya air.

Antenna transceiver berfungsi untuk melakukan penerimaan dan pengiriman data antara modul RPM dengan modul HMI. Diletakan bersebelahan dengan container untuk mengurangi jarak antara board transceiver dengan mikroprosessor sehingga bisa menghemat space yang ada

Dimensi : 50cm x 30cm x 50cm (Panjang x Lebar x Tinggi)

Massa : 2,5 kg

### **Modul HMI :**



**Gambar 27 Desain Tampilan Fisik Modul HMI (*Human Machine Interface*)**

Sama seperti RPM, bahan untuk HMI menggunakan casing dengan bahan yang setara dengan sertifikasi IP64.

Ada beberapa komponen yang diletakan diluar *casing* atau tembus pandang dari luar antara lain :

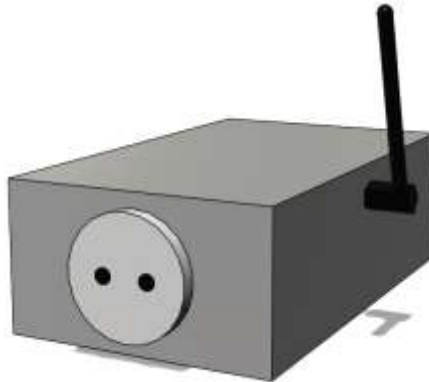
- LCD untuk menampilkan nilai-nilai parameter kualitas air tambak yang sedang dideteksi oleh RPM
- LED sebagai indikator apakah parameter kualitas air pada suatu tambak berada dinilai yang normal atau tidak (hijau untuk nilai normal dan merah untuk nilai yang tidak normal)
- Speaker untuk memberitahukan operator dijarak yang cukup jauh ketika ada parameter kualitas air tambak dalam range yang tidak normal
- Lampu untuk memberitahukan operator lokasi HMI yang RPMnya mendeteksi parameter kualitas air tambak dalam range yang tidak norma;

- Switch : Untuk menyalakan dan mematikan HMI
- Receiver : untuk melakukan komunikasi secara wireless antara perangkat HMI dengan perangkat-perangkat RPM lainnya

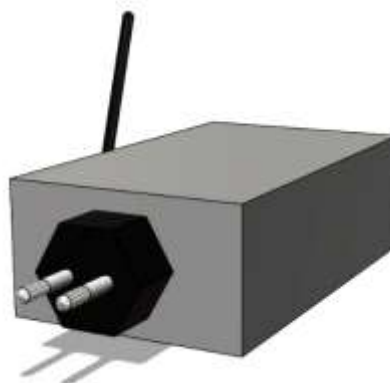
Dimensi : 40cm x 25cm x 100cm (Panjang x Lebar x Tinggi)

Massa : 2 Kg

**Modul Kincir Air :**



**Gambar 28 Desain Tampilan Fisik Modul Kincir Air (1)**



**Gambar 29 Desain Tampilan Fisik Modul Kincir Air (2)**

Modul ini berfungsi sebagai penghubung antara sumber listrik dengan kincir. Modul ini berisi sebuah rangkaian *switching* yang berfungsi sebagai sakelar yang dapat menyalakan dan mematikan kincir secara otomatis. Konsep *switching* ini diperlukan ketika terdapat parameter air kolam yang berada diluar kondisi normal yang dapat dikoreksi dengan menggunakan kincir.

Modul ini juga memiliki *receiver* yang berfungsi untuk menerima sebuah sinyal dari HMI ketika ada parameter kualitas air yang bisa dikoreksi oleh kincir, sinyal ini akan membuat *switch* menjadi terhubung dan membuat kincir berjalan.

Dimensi : 25cm x 10cm x 10cm (Panjang x Lebar x Tinggi)

Massa : 0,25 Kg

### 3 PERANCANGAN DETAIL (DETAILED DESIGN)

#### 3.1 Perangkat Keras / Hardware

##### 3.1.1 Hardware RPM

##### 3.1.1.1 Sensor Temperatur




Berikut merupakan daftar komponen yang dapat digunakan untuk implementasi sensor temperatur pada modul RPM :

| Nama Sensor                | DS18B20  | WLM35TS<br>(Waterproof LM35)  |
|----------------------------|--|---|
| Gambar                     |    |  |
| Waterproof (Yes/No)        | Yes  | Yes   |
| Range Temperatur           | -55 °C – 125 °C  | -55 °C – 150 °C   |
| Akurasi                    | ±0.5°C   | ±0.5°C  |
| Fitur Tambahan             | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Dapat memilih tingkat resolusi yang diperlukan. (lebih fleksibel)</li><li>2. Dapat mereduksi waktu konversi ADC dan lebih hemat energy</li></ol> <p>*) Kedua fitur diatas dilaksanakan dengan mengatur bit resolusi</p> | -   |
| Harga (Sumber : Tokopedia) | Rp 18.000,00   | Rp 44.000,00  |

Berdasarkan pilihan yang ada untuk implementasi sensor temperatur, pada riset ini akan digunakan DS18B20 hal ini dikarenakan pertimbangan harga dan konsep probe lebih menjamin sensor tahan terhadap air (WLM35TS hanya merupakan LM35 yang dilapisi kabel tahan air, sehingga lebih besar resikonya).

### 3.1.1.2 Sensor Salinitas

Untuk implementasi pengukuran salinitas dapat dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap nilai salinitas secara langsung atau dengan pengukuran terhadap nilai konduktivitas kemudian dikonversikan menjadi nilai salinitas. Alternatif-alternatif sensor yang dapat digunakan antara lain:

| Nama Sensor              | Atlas Scientific E.C. Probe K 0.1  | Vernier Salinity Sensor SAL-BTA  | Pasport Salinity Sensor (PS-2195)  |
|--------------------------|--|--|--|
| Gambar                   |                     |  |                           |
| Parameter yang diukur    | Konduktivitas  | Salinitas  | Salinitas, Konduktivitas dan Temperatur  |
| Range Salinitas          | 0.5 – 50,000 $\mu$ s(konduktivitas)  | 0 to 50 ppt  | 1 – 55 ppt   |
| Akurasi                  | $\pm 2\%$  | $\pm 1\%$  | $\pm 1\%$  |
| Kelebihan dan Kekurangan | <b>Kelebihan:</b> Menyediakan lebih banyak data (selain konduktivitas terdapat nilai salinitas juga) | <b>Kelebihan:</b> Hasil pengukuran langsung berupa tingkat salinitas.              | <b>Kekurangan:</b> Harga yang lebih mahal bahkan jika dibandingkan membeli 3 sensor yang ada pada parameter. |
| Arduino compatibility    | Yes  | Yes  | Yes  |
| Harga                    | \$144  | \$127  | \$230  |

Berdasarkan alternatif-alternatif yang ada maka dapat dilihat bahwa **Vernier Salinity Sensor SAL-BTA** lebih baik untuk digunakan dari segi harga yang lebih murah dan juga pengukuran yang dilakukan langsung menunjuk ke pengukuran salinitas (tidak diperlukan konversi dari nilai konduktivitas menjadi salinitas seperti alternative sensor lainnya). Namun karena ketidaktersediaan sensor tersebut di pasaran Indonesia. Sehingga dipilih sensor terbaik kedua dengan merek *Atlas Scientific* EC Probe K0.1.

### 3.1.1.3 Sensor pH

Berdasarkan kebutuhan untuk mengukur tingkat pH dari larutan, maka diperlukan sebuah sensor pH. Berikut merupakan daftar komponen yang dapat digunakan untuk implementasi sensor pH pada modul RPM :


|                       | <b>Atlas Scientific pH Sensor Kit<br/>(SEN-10972)</b>  | <b>DFRobot pH Sensor Kit (SKU :<br/>SEN01061) / DFRobot pH Sensor<br/>Kit (SKU : SEN01069)</b>  |
|-----------------------|--|---|
| Gambar                |   |    |
| Harga                 | \$149,15<br>(Dari AtlasScientific, harga belum termasuk biaya pengiriman dan impor)<br>Rp 3.750.000,00<br>(Dari Tokopedia)                                 | <b>SEN01061</b> : Rp 575.000,00<br>(Dari Tokopedia)<br><b>SEN01069</b> : Rp 900.000,00<br>(Dari Tokopedia)  |
| Range pH              | 0-14   | 0-14  |
| Akurasi               | $\pm 0,2$ pH   | $\pm 0,1$ pH  |
| Operating Voltage     | 3,3V dan 5V  | 5 V   |
| Operating Temperature | 1-99 °C  | 0-60 °C   |
| Waktu Pembacaan       | 1 detik  | < 1 menit<br>(Semakin dekat nilai pH yang dibaca dengan nilai pH sebesar 7, pembacaan lebih lama)   |
| Life Span             | 2,5 Tahun  | <b>SEN01061</b> : 1 Bulan – 6 Bulan<br><b>SEN01069</b> : 1 Tahun – 2 Tahun  |
| Output                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Data string numerik pH dari pengukuran arus ion H<sup>+</sup></li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Beda tegangan antara elektrode referensi dengan elektrode larutan yang diukur (-414mV – 414 mV)</li> </ul> |
| Isi Kit               | <ul style="list-style-type: none"> <li>pH Probe</li> <li>Konektor BNC</li> <li>pH Circuit Board</li> <li>Larutan Kalibrasi pH 4, pH 7 dan pH 10</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>pH Probe</li> <li>Konektor BNC</li> <li>pH Circuit Board</li> <li>Kabel Analog</li> </ul>                  |

Dari alternatif yang ada, kami mengambil **DFRobot pH Sensor Kit (SKU : SEN01069)** sebagai sensor untuk e-Shrimp. Hal ini dikarenakan sensor tersebut memiliki harga yang cukup terjangkau dengan *lifespan* yang cukup lama.

#### 3.1.1.4 Sensor DO (*Dissolved Oxygen*)

Berdasarkan kebutuhan untuk melakukan pengukuran pada oksigen terlarut maka dibutuhkan sebuah sensor DO. Dengan melakukan pencaharian hanya ada satu jenis sensor DO dengan harga yang cukup terjangkau untuk dapat diimplementasikan pada riset ini yaitu **Atlas Scientific Dissolved Oxygen Kit (SEN-11194)**

Berikut merupakan informasi dari komponen yang digunakan untuk implementasi sensor *Dissolved Oxygen* pada modul RPM :

|                       | Atlas Scientific Dissolved Oxygen Kit (SEN-11194)   |
|-----------------------|---|
| Gambar                |    |
| Harga                 | <p>\$149,15</p> <p>(Dari AtlasScientific, harga belum termasuk biaya pengiriman dan impor)</p> <p>Rp 4.300.000,00</p> <p>(Dari Tokopedia)</p>   |
| Operating Voltage     | 3,3V dan 5V   |
| Operating Temperature | 1-50 °C   |
| Range                 | 0-35+ mg/L  |
| Waktu Pembacaan       | 1 Detik   |
| Resolusi              | 0,1 mg/L  |
| Life Span             | 5 Tahun   |
| Output                | Data string numerik DO  |
| Isi Kit               | <p>Dissolved Oxygen Circuit</p> <p>Dissolved Oxygen Sensor</p> <p>100ml (4oz) 0 Dissolved Oxygen calibration solution</p> <p>Male BNC connector</p> <p>BNC connector breakout board</p> |

|  |                    |
|--|--------------------|
|  | D.O. Circuit decal |
|--|--------------------|

### 3.1.1.5 Sensor Kekeruhan Air (*Turbidity Meter*)

Berdasarkan kebutuhan sensor kekeruhan air, diperlukan LED sebagai sumber cahaya dan photodiode sebagai sensor penangkap cahaya. Untuk itu diperlukan LED yang memiliki panjang gelombang yang cukup panjang supaya dapat ditangkap oleh photodiode

Perbandingan LED:

|                   |   |   |
|-------------------|---|---|
| Gambar Fisik      |  |  |
| Parameter         | Infrared IR 333-A 5mm   | Ultra bright white led 5 mm SMD 1206  |
| Panjang gelombang | 940nm   | 470 nm  |
| Diameter          | 5mm   | 5mm   |
| Harga             | Rp 650,00   | Rp 400,00   |

Perbandingan photodiode

|                   |   |  |
|-------------------|---|--|
| Gambar Fisik      |  |  |
| Parameter         | BPV10NF   | BPT-BP0334   |
| Panjang gelombang | 940 nm  | 940 nm   |
| Diameter          | 5 mm  | 5 mm   |
| Harga             | Rp 3000,00  | Rp 2.280,00  |

Berdasarkan perbandingan antara IR 333-A dan ultra bright white led, sensor kekeruhan air ini menggunakan IR 333-A karena memiliki panjang gelombang yang jauh lebih panjang dibandingkan dengan lampu LED biasa. Selain itu cahaya yang keluar dari IR 333-A tidak





terlalu memencar dibandingkan dengan lampu LED biasa sehingga sinar dari IR 333-A dapat dipantulkan dengan lebih baik.

Berdasarkan data photodiode yang ada, tidak ditemukan perbedaan pada kedua photodiode yang ada. Sehingga pemilihan penggunaan photodiode tidak bermasalah. Untuk sensor kekeruhan ini digunakan photodiode tipe BPV10NF karena lebih banyak dijual dipasaran sehingga lebih mudah didapatkan

### 3.1.1.6 Microcontroller

Untuk melakukan pengolahan data-data yang diperoleh dari setiap sensor akan diperlukan sebuah mikroprosesor sebagai alat komputasi dengan dimensi yang kecil. Mikroprosesor yang menjadi pertimbangan untuk digunakan antara lain Arduino dan Raspberry Pi.



|                     | Arduino UNO (ATmega328P)   | Raspberry Pi 2 Model B   |
|---------------------|--|--|
| Gambar Fisik        |  |  |
| Operating System    | Custom   | Raspbian, Linux, Android   |
| Storage             | 32 KB  | SD Card  |
| RAM                 | 2 KB   | 1 GB   |
| Clock Speed         | 16 MHz   | 900 MHz  |
| Bahasa Pemrograman  | Arduino, C   | Phyton, C, C++, Java, Ruby   |
| <i>Suitable for</i> | Hardware, <i>prototyping</i>   | Software, Server   |
| Power Supply        | 5V USB / DC Jack   | 5V USB   |

Berdasarkan perbandingan diatas dapat dilihat bahwa Raspberry Pi memiliki spesifikasi yang lebih baik daripada Arduino. Namun dengan melakukan studi literatur lebih dalam, sebenarnya Raspberry Pi ditujukan untuk riset berbasis software, karena prinsip kerja Raspberry tidak seperti mikrokontroller, namun lebih ke komputer secara keseluruhan.

Disisi lain Arduino dirancang sebagai sebuah mikrokontroller yang memiliki ADC sehingga mendukung pengukuran pada sensor-sensor yang mengeluarkan output berupa sinyal analog. Selain itu Arduino memiliki bahasa pemrograman sendiri yang lebih mudah untuk diimplementasikan dan memiliki banyak referensi perancangan.

Untuk mendapatkan jenis mikroprosesor yang spesifik berikut merupakan perbandingan yang dilakukan untuk dua buah model Arduino yang dapat diimplementasikan pada riset ini.

|  | Arduino UNO (ATmega328P) | Arduino Mega (ATMega1280) |
|--|--------------------------|---------------------------|
|--|--------------------------|---------------------------|


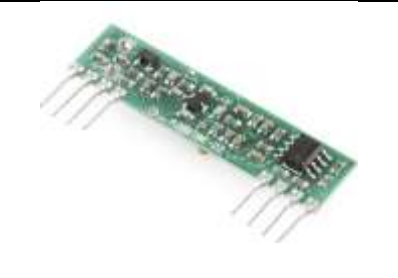
|                        |   |  |
|------------------------|---|--|
| Gambar Fisik           |  |  |
| Operating Voltage      | 5V  | 5V   |
| Input Voltage          | Recommended : 7-12 V<br>Limit : 6-20 V  | Recommended : 7-12 V<br>Limit : 6-20 V   |
| Pin Digital I/O        | 14 (6 PWM Output)   | 54 (15 PWM Output)   |
| Pin Analog Input       | 6   | 16   |
| Arus DC Setiap Pin I/O | 20 Ma   | 40 mA  |
| Arus DC untuk Pin 3,3V | 50 mA   | 50 mA  |
| Flash Memory           | 32 kB (0,5 kB untuk <i>bootloader</i> )   | 128 kB (4 kB untuk <i>bootloader</i> )   |
| SRAM                   | 2 kB  | 8 kB   |
| EEPROM                 | 1 kB  | 4 kB   |
| Clock Speed            | 16 MHz  | 16 MHz   |

RPM pertama akan didesain dengan menggunakan sensor yang lengkap sesuai spesifikasi tugas akhir (5 buah) sehingga akan diperlukan pin input analog yang cukup banyak. Oleh karena itu RPM pertama akan menggunakan Arduino Mega yang memiliki jumlah pin yang cukup banyak untuk bisa mengakomodasi perangkat-perangkat yang ada.

Sedangkan, RPM kedua hanya memiliki dua buah sensor saja, oleh karena itu Arduino Uno sudah cukup digunakan untuk implementasi mikroprosesor pada RPM kedua.

### 3.1.1.7 Transmitter & Receiver

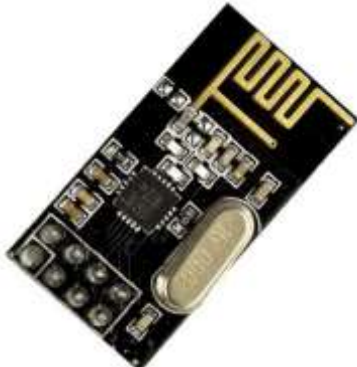
Komunikasi antara HMI dan RPM didesain dengan menggunakan komunikasi wireless untuk mempermudah instalasi (penggunaan wire akan mempersulit proses instalasi dan maintenance). Namun, berdasarkan dari riset sebelumnya jarak maksimum komunikasi antara HMI dan RPM masih kurang dari 50m. Perangkat yang digunakan antara lain sebagai berikut :

|               | Transmitter   | Receiver   |
|---------------|---|--|
|               |  |  |
| Model         | RF Link Transmitter Model<br>TWS-BS-3   | RF Link Receiver Model<br>RWS-374-3  |
| Maximum Range | 500 ft = 152,4 m  |  |

|   |  |
|---|--|
| Frequency Range                               | 434 MHz  |
| Maximum Data Transmission Speed               | 4,8 kbps   |
| Harga Termasuk Antena<br>(Sumber : Tokopedia) | Rp 87.000,00 (Transmitter + Receiver + 2 Antena) |

Oleh karena itu pada riset ini, kami akan menggantikan perangkat transmitter dan receiver dengan menggunakan transceiver **nRF24L01+**, komponen ini merupakan integrasi dari perangkat transmitter dan receiver sehingga akan mempermudah implementasi untuk melakukan komunikasi antara HMI dengan RPM terutama untuk proses pengambilan data secara bergantian di setiap RPM.

Kemudian dari segi spesifikasi, komponen ini memiliki range frekuensi dan range transmisi yang lebih besar sehingga pada riset ini diharapkan agar range transmisi antara HMI dan RPM bisa lebih besar dari riset sebelumnya. Berikut merupakan spesifikasi dari transceiver **nRF24L01+** :


|   |   |
|---|---|
|   |  |
| Model   | nRF24L01+   |
| Maximum Range                                 | 1 km  |
| Frequency Range                               | 2,4 GHz   |
| Maximum Data Transmission Speed               | 2 Mbps  |
| Harga Termasuk Antena<br>(Sumber : Tokopedia) | Rp 54.000,00 (Transceiver + Antena)   |

### 3.1.2 Hardware HMI

#### 3.1.2.1 Microcontroller


Microcontroller yang digunakan oleh HMI harus memiliki banyak pin yang mampu memfasilitasi pengiriman output dan penerimaan input yang memadai. Melihat keperluan output yang cukup banyak untuk menunjang komponen-komponen lain pada HMI. Maka

kami menggunakan Arduino Mega untuk implemementasi mikrokontroller pada HMI dengan spesifikasi sebagai berikut :

|                        | Arduino Mega (ATMega1280)  |
|------------------------|--|
| Gambar Fisik           |  |
| Operating Voltage      | 5V   |
| Input Voltage          | Recommended : 7-12 V<br>Limit : 6-20 V   |
| Pin Digital I/O        | 54 (15 PWM Output)   |
| Pin Analog Input       | 16   |
| Arus DC Setiap Pin I/O | 40 mA  |
| Arus DC untuk Pin 3,3V | 50 mA  |
| Flash Memory           | 128 kB (4 kB untuk <i>bootloader</i> )   |
| SRAM                   | 8 kB   |
| EEPROM                 | 4 kB   |
| Clock Speed            | 16 MHz   |

### 3.1.2.2 Transmitter dan Receiver



Transmitter dan Receiver pada HMI kami samakan dengan komponen transceiver yang ada pada RPM yaitu **nRF24L01+** dengan spesifikasi sebagai berikut :

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
|                                 |  |
| Model                           | nRF24L01+  |
| Maximum Range                   | 1 km   |
| Frequency Range                 | 2,4 GHz  |
| Maximum Data Transmission Speed | 2 Mbps   |

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| Harga Termasuk Antena<br>(Sumber : Tokopedia) | Rp 54.000,00 (Transceiver + Antena) |
|---|-------------------------------------|

### 3.1.2.3 LCD

LCD diperlukan pada modul HMI untuk menampilkan nilai-nilai untuk setiap parameter kualitas air kolam yang diukur oleh modul RPM. Alternatif-alternatif LCD yang digunakan antara lain :

|                                    | LCD 16x2  | LCD 20x4  |
|------------------------------------|---|---|
| Gambar Fisik                       |  |  |
| Jumlah Karakter<br>(Kolom x Baris) | 16 x 2  | 20 x 4  |
| Dimensi                            | 80mm x 36mm   | 99mm x 60mm   |
| Harga (Sumber : Tokopedia)         | Rp 62.250,00 (+ Backpack I2C/I12)   | Rp 109.000,00 (+ Backpack I2C/I12)  |

Berdasarkan perbandingan diatas dan dengan kebutuhan yang diperlukan maka LCD 20x4 akan digunakan untuk implementasi LCD pada HMI. Hal ini dikarenakan ada 6 buah parameter yang akan dideteksi oleh modul RPM, dimana dengan LCD 20x4 tampilan enam buah parameter ini dapat dibagi menjadi 2 kolom dan 3 baris.

Ilustrasi tampilan LED yang diinginkan sebagai berikut :

|              |       |
|--------------|-------|
| DD/MM/YYYY   | hh:mm |
| RPM1 Kondisi | pH :  |
| DO :         | Sal : |
| Suhu :       | Tur : |

### 3.1.2.4 LED

LED diperlukan sebagai indikator untuk setiap parameter pada RPM apakah nilai parameter tersebut masih berada dinilai yang ideal apa tidak. Alternatif yang terdapat untuk LED ini hanya berdasarkan dari diameter LED berikut perbandingan dari setiap alternatif yang ada :

| Nama Komponen              | LED 10mm  | LED 5mm  | LED 3mm   |
|----------------------------|---|--|---|
| Gambar Fisik               |  |  |  |
| Diameter LED               | 10mm  | 5mm  | 3mm   |
| Harga (Sumber : Tokopedia) | Rp 1.500,00   | Rp 700,00  | Rp 200,00   |



Berdasarkan alternatif yang ada maka kami menggunakan LED dengan diameter 5mm karena persediaan LED 5mm lebih mudah didapatkan, selain itu faktor harga dan ukuran tidak berdampak besar terhadap fungsionalitas LED sebagai indikator kondisi parameter air kolam.

Selain itu kami menggunakan dua warna LED untuk indikator di HMI :

- Warna hijau menyatakan parameter di kondisi normal
- Warna merah menyatakan parameter di kondisi tidak normal

### 3.1.2.5 Modul SD Card

Modul SD Card diperlukan untuk melakukan penyimpanan data dari parameter kualitas air tambak setiap waktunya. Alternatif komponen yang dapat digunakan untuk implementasi modul SD card antara lain :

| Nama Komponen              | MicroSD Reader & Writer Module   | Arduino Data Logging Shield SD Card + RTC Shield                                     |
|----------------------------|--|--|
| Gambar Fisik               |  |  |
| Fitur Tambahan             | -  | RTC Module   |
| Harga (Sumber : Tokopedia) | Rp 16.200,00   | Rp 120.000,00  |

Berdasarkan perbandingan yang telah dilakukan maka **MicroSD Reader & Writer Module** digunakan untuk implementasi modul SD card pada riset ini. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan dengan harga yang lebih terjangkau, selain itu Arduino Data Logging Shield SD Card + RTC Shield diperuntukan untuk modul Arduino Uno (Berdasarkan pin yang tersedia) sehingga tidak *compatible* dengan mikrokontroller yang akan digunakan yaitu Arduino Mega dan lebih sulit untuk menjangkau SD Card yang harus diletakkan pada Shield, sedangkan dengan komponen yang dipilih modul SD Card dapat dihubungkan dengan jumper dan dapat diimplementasikan pada *casing* HMI dengan akses yang lebih mudah untuk dijangkau oleh *user*

### 3.1.2.6 Speaker & Lampu

Berdasarkan kebutuhan alarm pada modul HMI, dibutuhkan sebuah alarm yang suaranya dapat didengar dalam radius 100m. Angka 100m dipilih dengan asumsi jika ukuran satu tambak udang adalah 50m x 50m. Selain itu akan dipilih alarm yang memiliki intensitas suara pada batas pendengaran manusia sehingga tidak merusak pendengaran manusia. Batas intensitas suara yang masih dapat diterima manusia adalah dibawah 90 dB.



| Parameter        | Alarm Sirine Horn 12 V/15 W   | Alarm SE-103  |
|------------------|---|---|
| Gambar fisik     |  |  |
| Tegangan operasi | 12 V  | 12V   |
| Intensitas suara | -   | 90 dB   |
| Daya             | 15 W  | -   |
| Harga            | Rp 39.500,00  | Rp 75.000,00  |

Berdasarkan data diatas, maka akan dipilih alarm yang memiliki intensitas suara yang tidak merusak pendengaran manusia :

Intensitas suara Alarm Sirine Horn 12 V/15W:

$$I = P/A = 15 \text{ w} / 4\pi(100\text{m})^2 = 1,1936 \times 10^{-4}$$

Nilai  $I_0 = 10^{-12}$

$$TI = 10 \log( I / I_0 ) = 80,768 \text{ dB}$$

Intensitas suara alarm SE-103 : 90 dB

Dari perhitungan diatas dapat terlihat jika kedua jenis alarm dapat digunakan dan menghasilkan bunyi yang cukup. Dari kedua alat tersebut, dipilih tipe SE-103 karena memiliki intensitas suara yang lebih besar dan terdapat fitur lampu sehingga dapat menandakan alarm mana yang berbunyi ketika memiliki lebih dari satu modul HMI.

### 3.1.2.7 Lampu

Komponen lampu pada HMI, diperlukan untuk mengetahui lokasi HMI yang diintegrasikan oleh RPM yang mendeteksi parameter kualitas air yang berada di kondisi normal. Sehingga untuk tambak yang menggunakan e-Shrimp yang banyak, ketika operator mendengar suara speaker yang dihasilkan oleh HMI, operator dapat dengan mudah mencari HMI yang menghasilkan suara dengan mencari HMI dengan lampu yang menyala

Berdasarkan pencarian alternatif untuk speaker, SE-103 sudah memiliki lampu yang diintegrasikan dengan speaker sehingga sudah menutupi kebutuhan lampu pada HMI.

### 3.1.2.8 Relay

Berdasarkan kebutuhan penjelasan akan relay pada modul HMI dan kincir air maka didapatkan data relay module sebagai berikut :

| Parameter          | Relay module 4 channel 5V | Relay module 2 channel 5V | Relay module 1 Channel 5V |
|--------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Harga              | 65.000                    | 35.000                    | 25.000                    |
| Jumlah i/o channel | 4                         | 2                         | 1                         |



Untuk modul HMI akan digunakan relay module 2 channel, hal ini dengan pertimbangan bahwa modul HMI hanya membutuhkan pengaturan on/off untuk alarm dan sirine saja. Jika pada proses implementasi digunakan Alarm SE-103 sebagai integrasi modul alarm dan sirine, satu channel relay ini dapat digunakan untuk pengembangan berikutnya.

### 3.1.3 Modul Kincir

#### 3.1.3.1 Mikrokontroller

Relay juga membutuhkan sebuah mikrokontroller untuk melakukan pemrosesan sinyal yang dikirim dari HMI terutama untuk menerima informasi ketika ada salah satu parameter kualitas air yang berada diluar keadaan normal yang bisa dikoreksi dengan perputaran kincir.

Karena hanya membutuhkan pin yang minimal maka implementasi modul relay dapat menggunakan Arduino UNO untuk implementasi mikrokontroller.

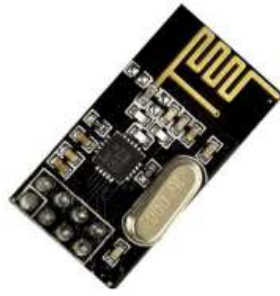


Gambar 30 Arduino UNO R3

#### 3.1.3.2 Receiver

Transmitter dan Receiver pada HMI kami samakan dengan komponen transceiver yang ada pada RPM dan HMI yaitu **nRF24L01+**






**Gambar 31 Transceiver nRF24L01+**

### 3.1.3.3 Relay

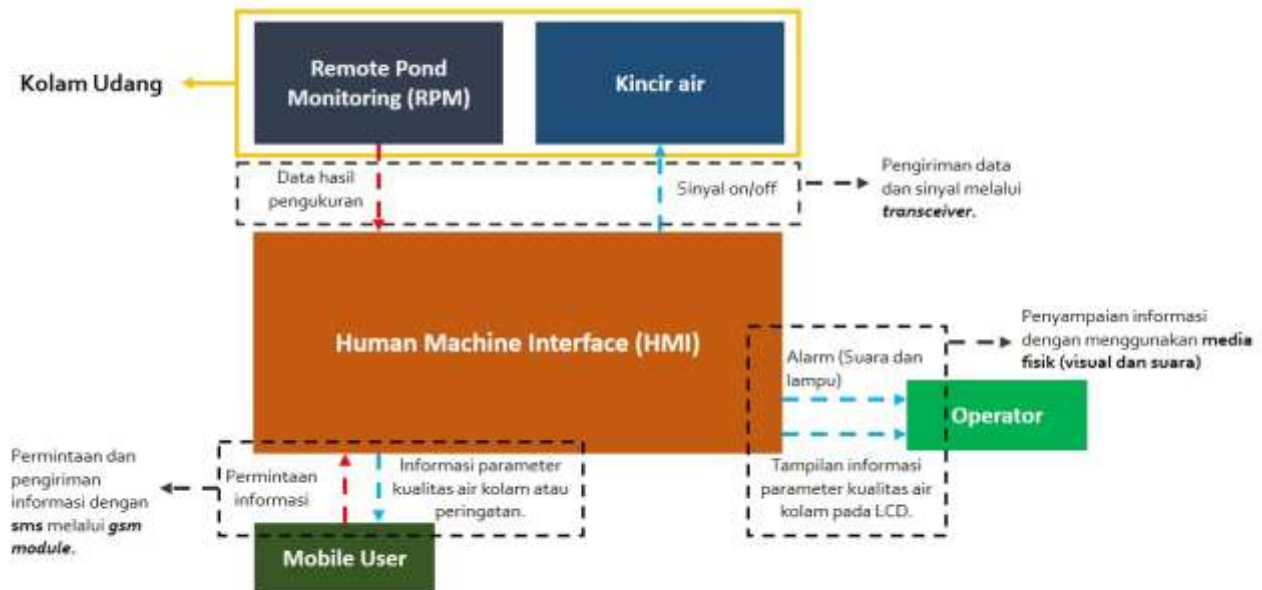
Untuk modul kincir akan digunakan relay module 1 channel. Modul kincir cukup menggunakan relay module 1 channel karena hanya mengatur on/off dari kincir tersebut.

| Parameter          | Relay module 1 Channel<br>5V  |
|--------------------|---|
| Harga              | 25.000  |
| Jumlah i/o channel | 1   |
| Gambar             |  |

## 3.2 Data Flow Diagram (DFD)

### 3.2.1 Design Level 0

## Data Flow Diagram: e-Shrimp



Gambar 32 Data Flow Diagram e-Shrimp Keseluruhan

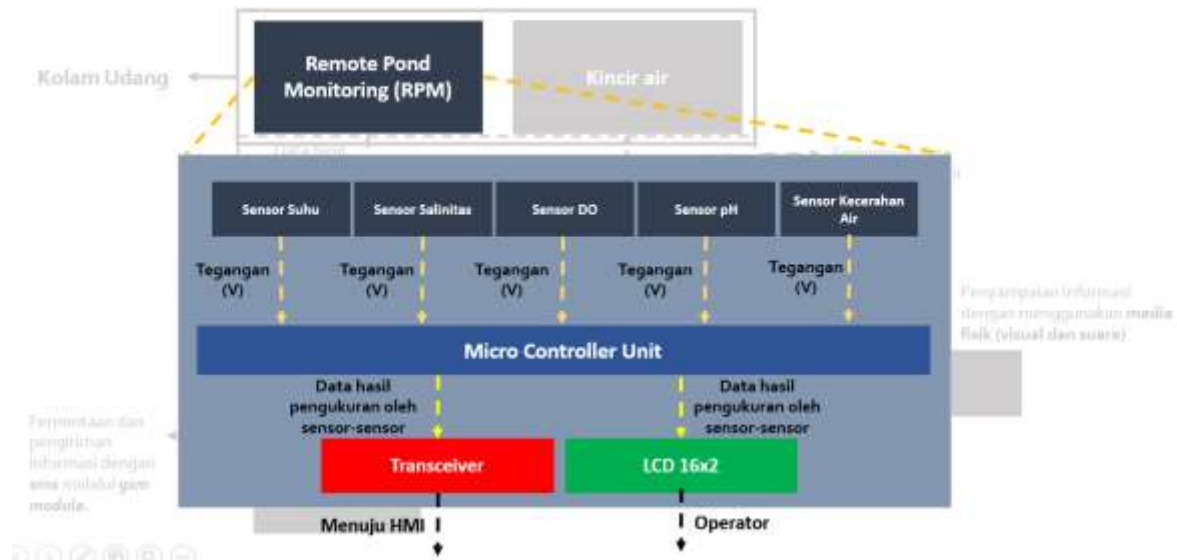
Pada gambar 31, kita dapat melihat data flow dari sistem kontrol pintar e-shrimp terbagi menjadi 3 modul utama yaitu Remote Pond Monitoring (RPM), kincir air dan Human Machine Interface (HMI). Pertama untuk hubungan antara RPM dengan HMI, RPM akan mengirimkan data hasil pengukuran parameter kualitas air kolam udang ke HMI untuk diolah. Kemudian terdapat hubungan antara kincir air dengan HMI dimana kincir air akan menerima sinyal on/off yang berasal dari HMI. Sinyal on atau off ini ditentukan dari hasil analisa pada pengukuran parameter kualitas air kolam. Informasi hasil pengukuran parameter kualitas air kolam akan dikirim ke mobile user melalui sms dan ke layar LCD untuk operator di lapangan. Jika nilai parameter tidak sesuai dengan nilai ideal maka akan ada peringatan berupa alarm untuk operator dan pesan peringatan ke mobile user dengan sms.

### 3.2.2 Design Level 1

#### 1. Modul Remote Pond Monitoring (RPM)

Gambar 33 Data flow Diagram Modul RPM

## Data Flow Diagram: Remote Pond Monitoring (RPM)



Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai data flow level 1 RPM. Aliran data dimulai dari bagian sensor yang akan mempunyai output berupa tegangan dan frekuensi. Perlu diingat bahwa sistem RPM bekerja dengan melakukan pengambilan data satu per satu. Pengambilan data satu per satu ini diatur oleh *microcontroller* (MCU) melalui *software* yang dibuat. Pengambilan data satu per satu ini dimungkinkan dengan membuat sensor menyala satu per satu. Ada 2 alasan utama mengapa sensor harus menyala satu per satu yaitu:

1. Aliran listrik yang berasal dari Arduino Mega 2560 tidak mencukupi untuk menyalakan kelima sensor secara sekaligus.
2. Ada aliran listrik kecil dari *probe* sensor yang akan mengalir ke daerah sekitar *probe* tersebut. Sehingga bacaan dari sensor dapat dipengaruhi oleh adanya aliran listrik kecil tersebut, tentunya hal ini dapat mengurangi keakuratan dari data sensor tersebut.

Kemudian setiap sensor menyala dan diambil datanya, data tersebut akan dimasukkan ke sebuah paket *array*. Setelah kelima sensor menyala dan semua data sudah dimasukkan ke dalam paket *array*, paket tersebut akan dikirim ke modul HMI melalui transceiver. Data – data dari sensor juga akan dikirim ke LCD 16x2 agar dapat dilihat oleh operator di lapangan.



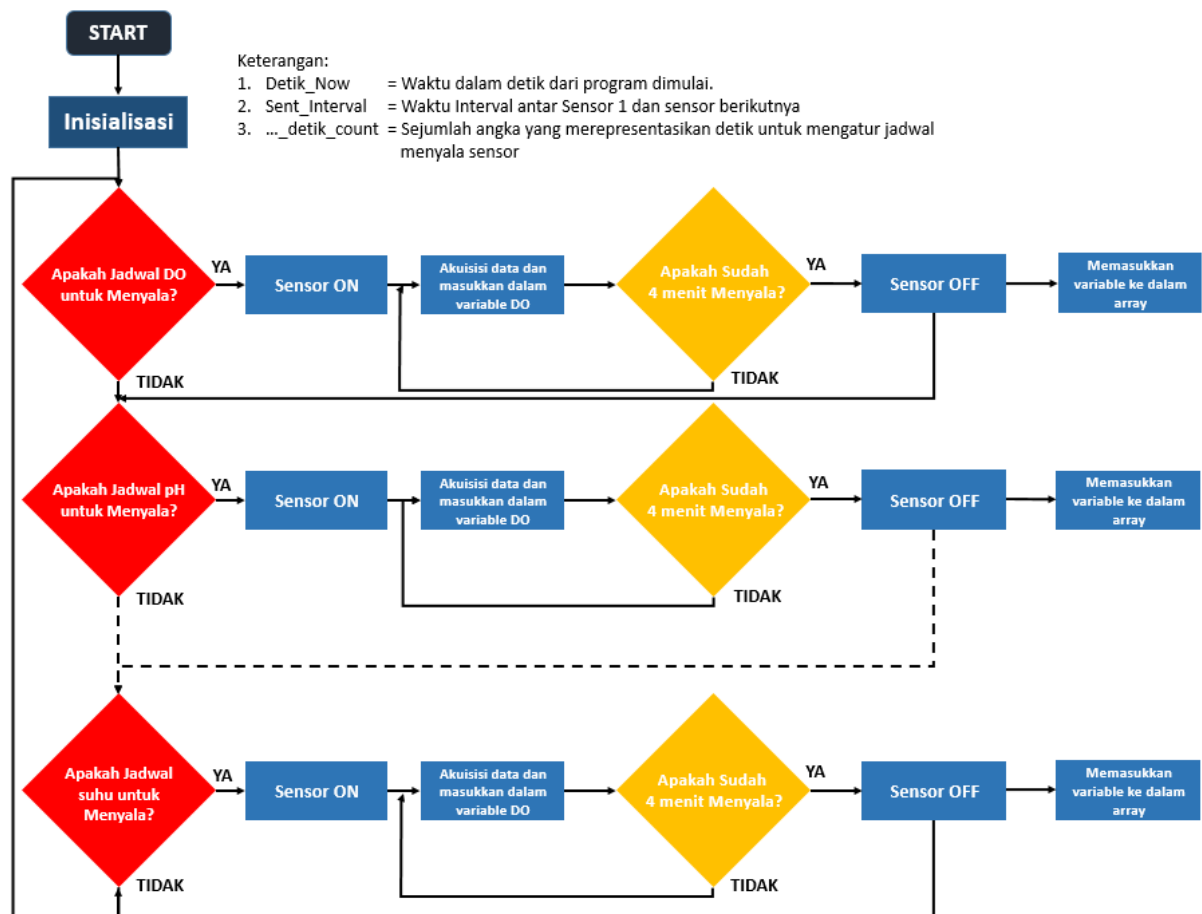
### Data Flow Diagram: Kincir Air



### 3.3 Flowchart Software e-Shrimp

Secara sederhana modul RPM akan mengatur kelima sensor yang ada untuk secara bergantian menyala dan dalam jangka waktu tertentu. Masing – masing sensor memiliki jadwal untuk menyala kemudian melakukan pengambilan data selama 4 menit dan kemudian mati selama 2 menit. Jadi setiap sensor memiliki interval selama 6 menit dari jadwal sensor tersebut menyala sampai jadwal sensor berikutnya untuk menyala. Waktu 2 menit ketika sensor dalam keadaan mati memiliki fungsi agar area sekitar *probe* sensor dapat memiliki waktu untuk menetralkan diri akibat adanya aliran listrik kecil ketika sensor dalam keadaan menyala. Jika aliran listrik tersebut belum dinetralkan tentu saja hal ini dapat berpotensi mengganggu bacaan sensor selanjutnya. Dibawah ini dapat dilihat *flowchart* untuk modul RPM, untuk menghemat tempat hanya ditunjukkan *flowchart* untuk 3 sensor. Selain menghemat tempat, juga terjadi pengulangan di dalam *flowchart* sehingga 3 sensor

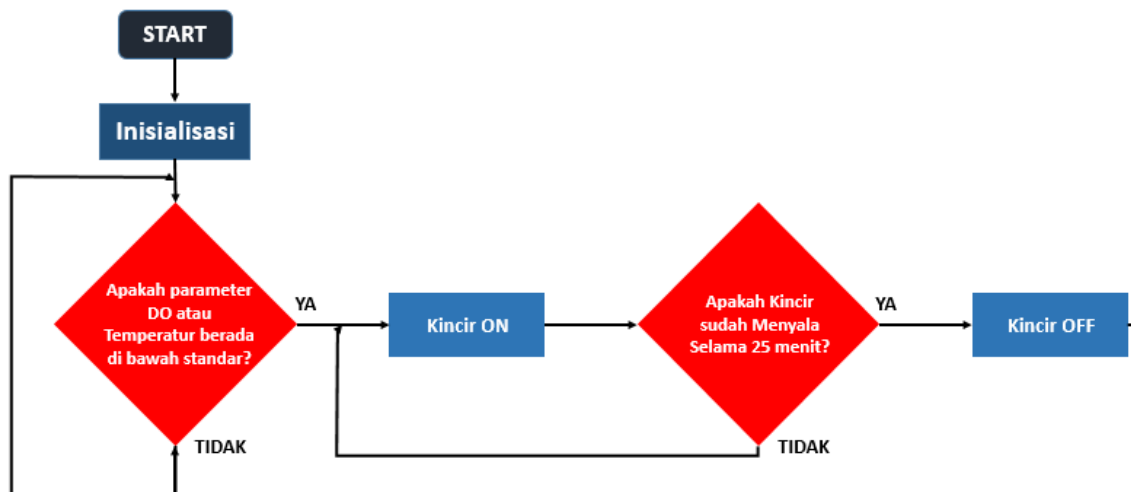
sudah dianggap bisa merepresentasikan kelima sensor yang ada di modul RPM. Berikut adalah *flowchart*-nya:



Gambar 36 *Flowchart* Modul RPM

### 3.3.2 *Flowchart* untuk Modul Kincir Air

Modul kincir air akan mengatur secara otomatis kapan kincir akan menyala dan mati. Kincir akan menyala ketika keadaan parameter DO tidak sesuai dengan standar. Ketika keadaan tidak sesuai dengan keadaan normal, kincir akan menyala selama 25 menit. Kemudian modul kincir akan memeriksa kembali keadaan DO. Sinyal on / off yang diterima modul Kincir, dikirim dari modul HMI. Sinyal yang dikirim berupa trigger yang bernilai 1 untuk menyalakan relay pada modul kincir air sehingga kincir menyala. Dibawah ini dapat dilihat *flowchart* untuk modul kincir air :



Gambar 37 Flowchat Modul Kincir

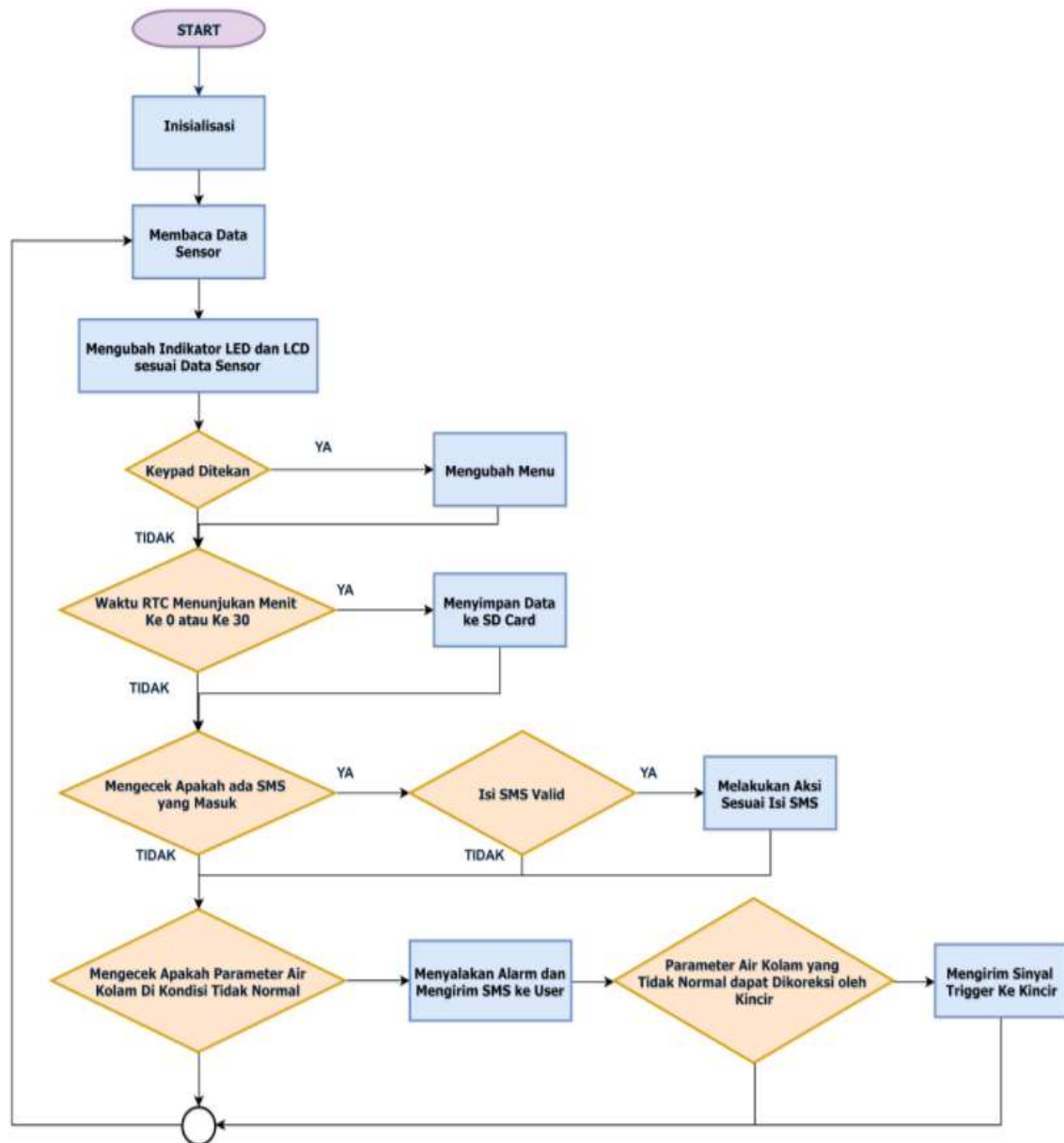
### 3.3.3 Flowchart untuk Modul Human Machine Interface (HMI)

HMI dirancang untuk melakukan *looping* secara berkala ketika dinyalakan. Proses pada sistem diawali dengan melakukan inisialisasi yang terdiri dari deklarasi library, konstanta, variabel dan *setup* awal pada komponen-komponen yang terdapat didalam HMI. Kemudian proses dilanjutkan dengan melakukan pembacaan data-data yang dikirimkan oleh RPM, dari data yang diperoleh ini maka indikator dari LED akan disesuaikan dengan keadaan parameter tersebut (antara normal dan tidak normal), serta menampilkan data sensor dan waktu yang dibaca oleh RTC pada LCD.

Proses dilanjutkan dengan mengecek penerimaan input keypad yang berpotensi untuk mengubah *menu* pada HMI, penekanan tombol keypad yang valid akan mengganti tampilan menu pada HMI. Proses selanjutnya yang dilakukan oleh HMI adalah memeriksa apakah waktu menunjukan menit ke 0 atau 30, jika iya maka data-data sensor akan dikirimkan ke SD Card, proses ini berfungsi untuk sebagai dokumentasi yang menunjukan *trend* perubahan parameter kualitas air kolam yang dapat diamati oleh *user*. Kemudian proses selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan pemeriksaan apakah HMI menerima SMS yang dikirim oleh *user* kemudian memeriksa isi dari SMS tersebut. Jika *user* mengirim perintah yang valid dari isi SMS tersebut maka HMI akan melakukan aksi sesuai dengan SMS yang diberikan oleh *user*.

Tahap terakhir yang dilakukan oleh HMI adalah melakukan pemeriksaan pada kondisi parameter kualitas air kolam, jika salah satu parameter berada diluar kondisi normal maka HMI akan memberikan notifikasi kepada *user* dalam bentuk SMS dan *alarm*. Kemudian diperiksa apakah keadaan tidak normal tersebut dapat dikoreksi oleh kincir, jika iya maka HMI juga akan mengirimkan sinyal *trigger* kepada modul kincir untuk menggerakkan kincir. Setelah itu proses HMI akan berulang lagi mulai dari pembacaan data dari sensor RPM.





**Gambar 38** *Flowchart* Modul HMI



## 4 Lampiran