



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	TUGAS AKHIR TEKNIK ELEKTRO: <i>e-Shrimp: Sistem Kontrol Pintar untuk Tambak Udang Vanamei dengan menggunakan Multi Sensor</i>
Jenis Dokumen	SPESIFIKASI Catatan: Dokumen ini dikendalikan penyebarannya oleh Prodi Teknik Elektro ITB
Nomor Dokumen	B200-02-TA161701060
Nomor Revisi	Versi 01
Nama File	B200-02-TA161701060.docx
Tanggal Penerbitan	12 May 2017
Unit Penerbit	Prodi Teknik Elektro - ITB
Jumlah Halaman	27 (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 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

1	PENGANTAR	5
1.1	RINGKASAN ISI DOKUMEN	5
1.2	TUJUAN PENULISAN DAN APLIKASI/KEGUNAAN DOKUMEN	5
1.3	REFERENSI	5
1.4	DAFTAR SINGKATAN.....	5
2	SPESIFIKASI.....	7
2.1	DEFINISI, FUNGSI DAN SPESIFIKASI DARI SOLUSI	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
2.5	BIAYA DAN JADWAL	24
2.5.1	<i>Biaya</i>	24
2.5.2	<i>Jadwal</i>	25
3	LAMPIRAN.....	27

Catatan Sejarah Perbaikan Dokumen

VERSI, TGL, OLEH	PERBAIKAN

Proposal Proyek Pengembangan Sistem Monitoring Cerdas untuk Tambak Udang dengan menggunakan Multi Sensor

1 PENGANTAR

1.1 RINGKASAN ISI DOKUMEN

Dokumen ini berisi penjelasan tentang spesifikasi dari sistem *monitoring* cerdas untuk tambak udang dengan menggunakan multisensor yang dilakukan pada riset ini. Pada versi sebelumnya produk dapat melakukan sistem *monitoring* kualitas air pada tambak udang dengan melakukan pengukuran terhadap beberapa parameter kualitas air, antara lain temperatur, salinitas, pH, oksigen terlarut, kecerahan air dan ketebalan lumpur. Pada riset ini sistem akan mengganti salah satu parameter yang diukur dari riset sebelumnya yaitu ketebalan lumpur dengan ketinggian.

Selain itu, dibandingkan dengan produk sebelumnya, pada riset ini produk dikembangkan agar dapat melakukan *monitoring* terhadap beberapa tambak sekaligus dengan pengambilan input parameter yang dilakukan oleh beberapa modul RPM dan menampilkan hasil pengukuran setiap parameter dari beberapa tambak dalam satu modul HMI.

Penjelasan spesifikasi dari perancangan sistem *monitoring* cerdas untuk tambak udang dengan menggunakan multisensory pada dokumen ini dibagi menjadi beberapa bagian antara lain spesifikasi dari solusi, spesifikasi produk pada riset yang dilakukan, spesifikasi fungsi dan fitur dari sistem, rencana-rencana untuk melakukan verifikasi sistem, estimasi biaya dan jadwal yang dilakukan pada riset ini.

1.2 Tujuan Penulisan dan Aplikasi/Kegunaan Dokumen

Tujuan dari penulisan dokumen ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai dokumen yang menjelaskan spesifikasi dari riset sistem *monitoring* cerdas untuk tambak udang dengan menggunakan *multisensor*
2. Sebagai landasan yang digunakan untuk melakukan perancangan, verifikasi dan implementasi sistem kedepannya
3. Sebagai catatan dari progress riset dan catatan revisi yang telah dilakukan

1.3 REFERENSI

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

1. 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>
DO	<i>Dissolved Oxygen</i>

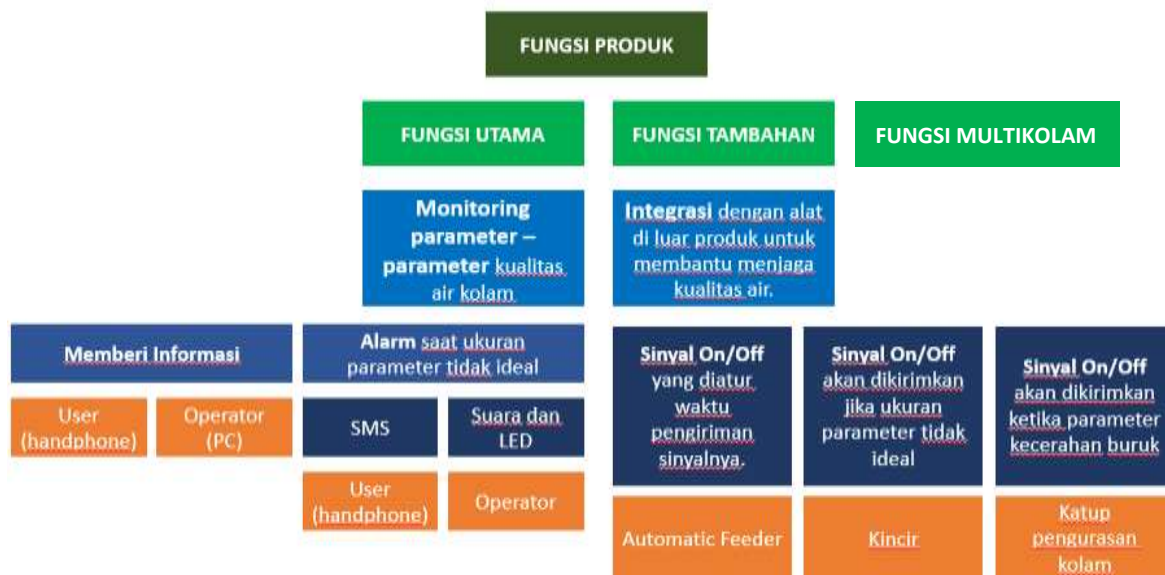
SINGKATAN	ARTI
pH	<i>Power of Hydrogen</i>
SMS	<i>Short Message Service</i>
GSM	<i>Global System for Mobile communication</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
RPM	<i>Remote Pond Mointoring</i>

2 SPESIFIKASI

2.1 Definisi, Fungsi dan Spesifikasi dari Solusi

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

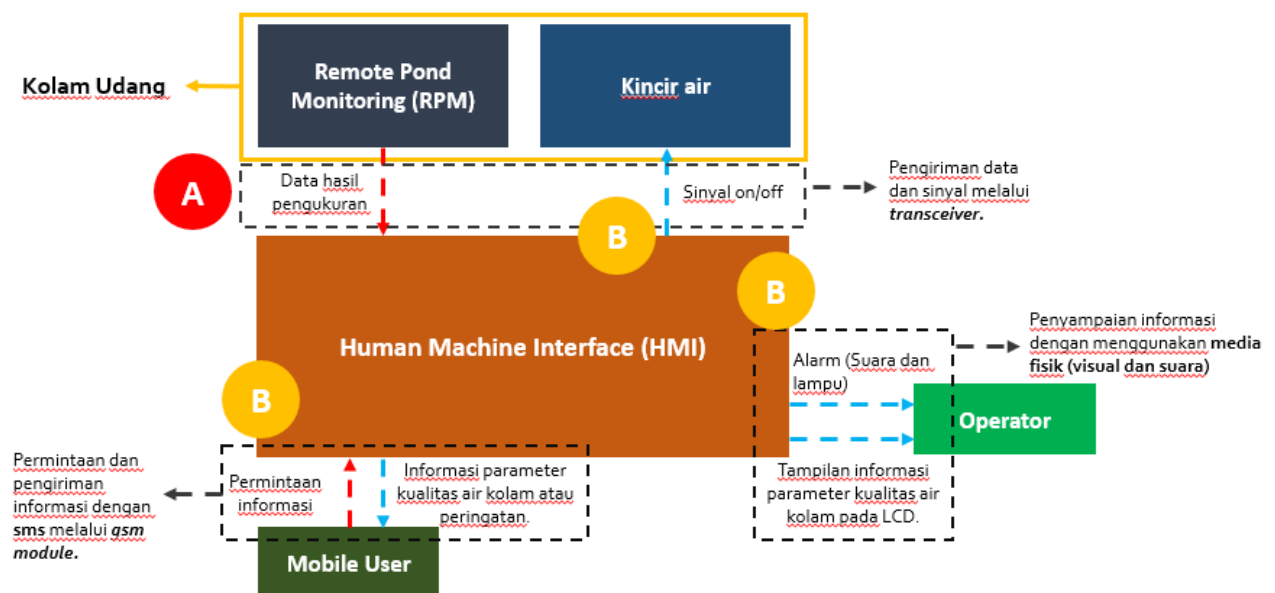
waktu, waktu pengiriman ini akan diatur berdasarkan jam makan udang. Untuk katup pengurasan kolam akan dikirimkan sinyal on/off ketika kecerahan air pada kolam udang sudah memburuk. Untuk kincir, sinyal on/off akan dikirimkan saat parameter – parameter kualitas air dalam keadaan yang tidak ideal. Hal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

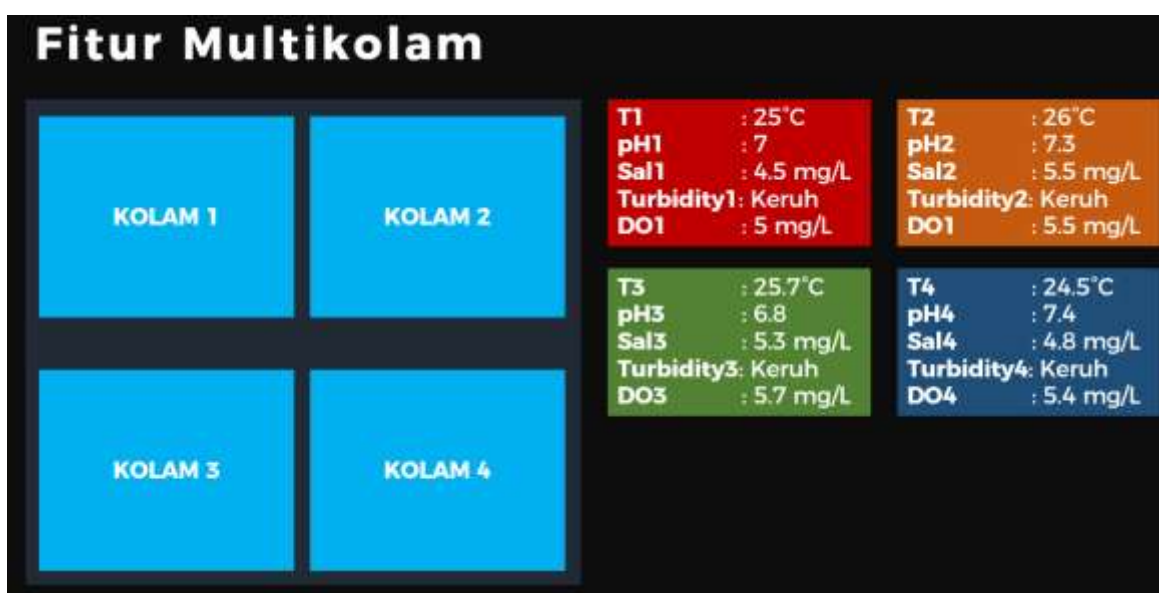


Gambar 2 Sistem Kerja *e-Shrimp*

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

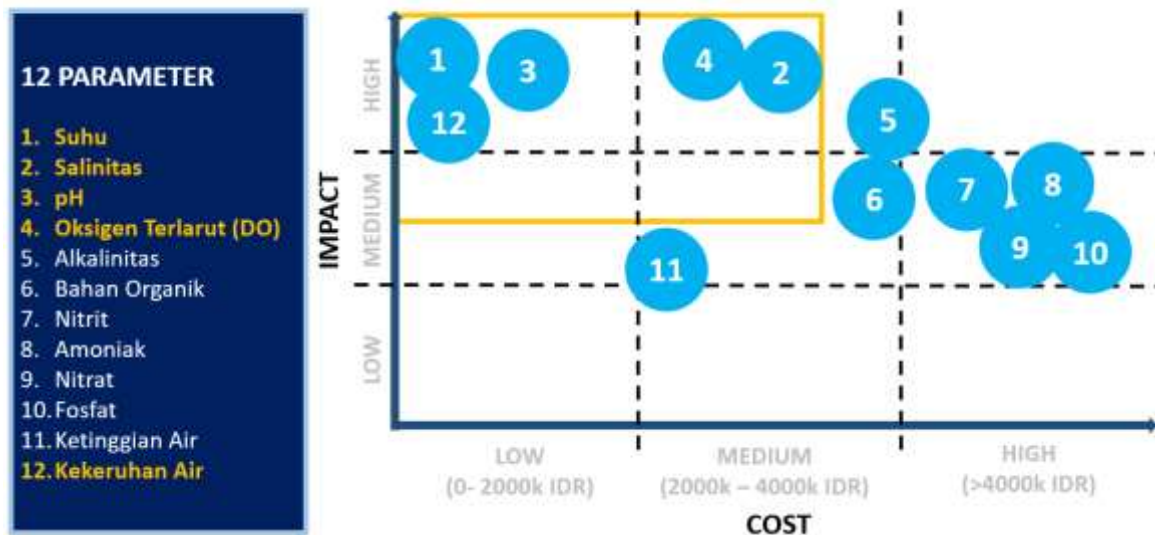
Bahan Nitrit	0.01 mg/L (maksimal)
Bahan Amoniak	0.01 mg/L (maksimal)
Nitrat	0.5 mg/L (maksimal)
Fosfat	35 - 100 µg/L (minimal)
Ketinggian air	120 – 200 cm
Kecerahan air	30 – 45 cm

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 otomasi 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:

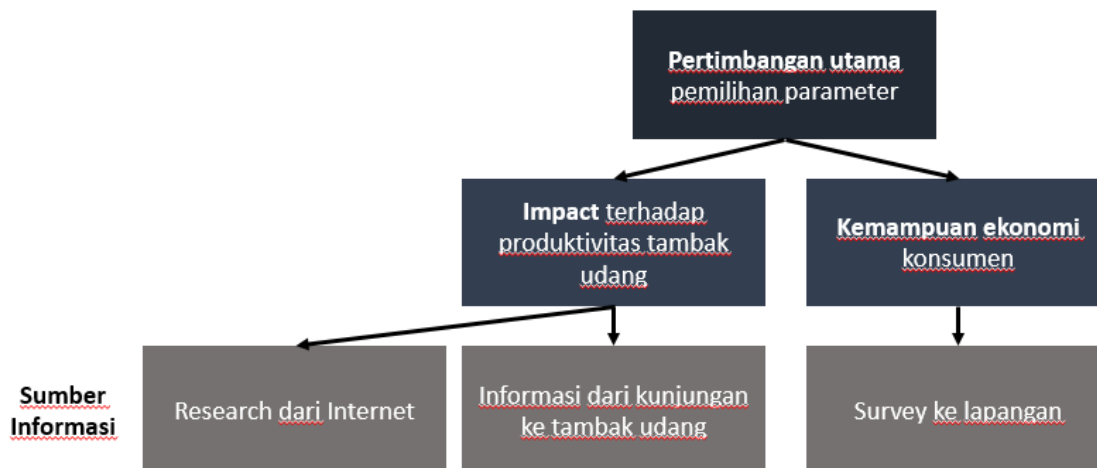
PEMILIHAN PARAMETER



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)
Kekeruhan 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 CO₂ pada tambak akan meningkat sehingga bisa menyebabkan keracunan CO₂ pada udang. Tambak dengan pH tinggi (diatas 9) akan memiliki basa yang dominan. Kondisi ini akan menyebabkan kadar ammonia NH₄ 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 Fitur

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 diletakkan 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

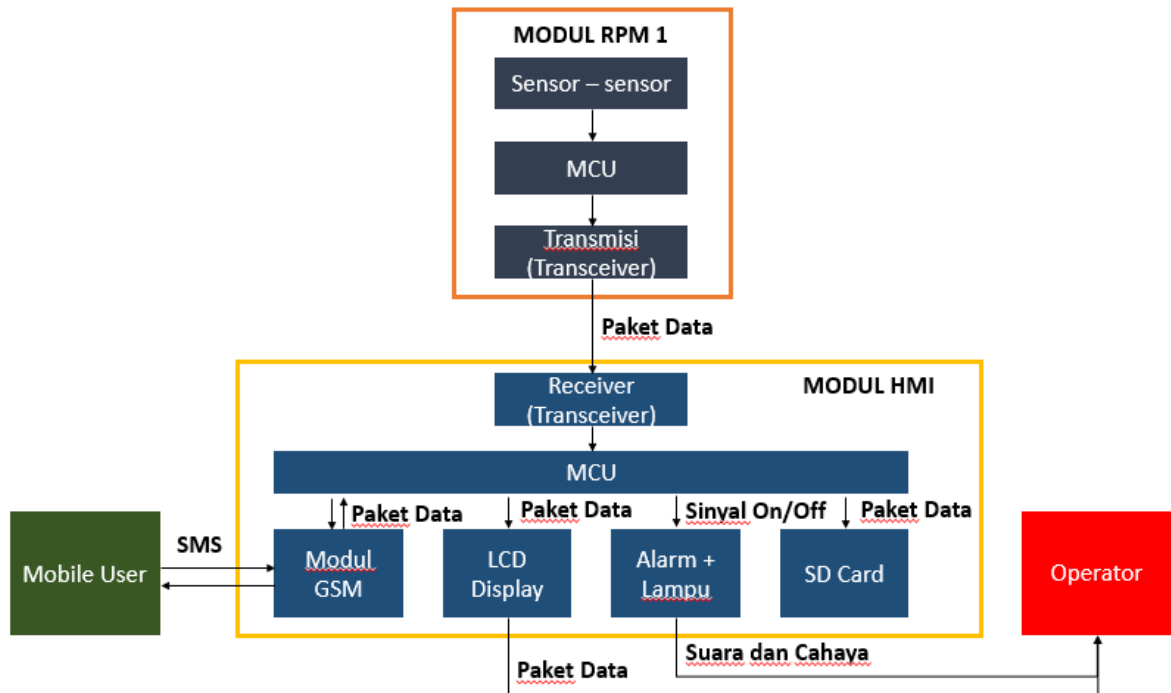
Pengujian berikutnya dilakukan pada modul HMI. Prosedur pengujian yang dilakukan adalah:

- 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*.

Prosesur 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.

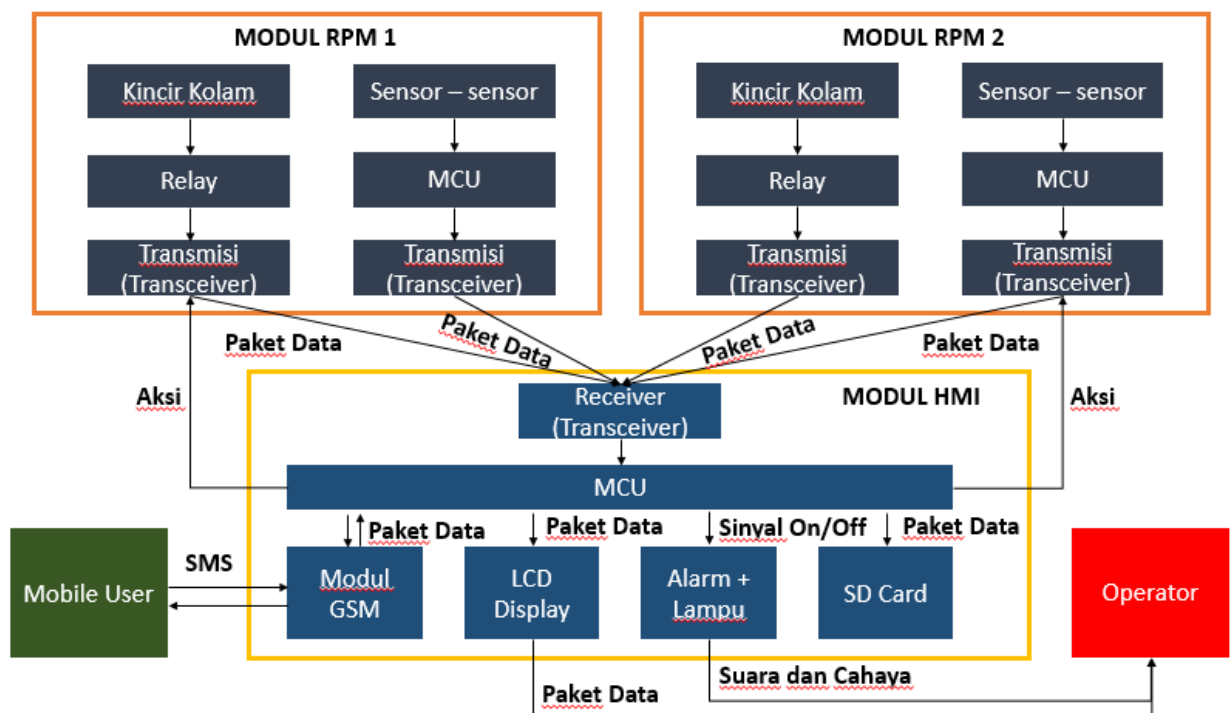
2.4 Design

2.4.1 Design Produk Versi 1



Gambar 8 Desain Produk Versi 1

2.4.2 Design Produk Versi 2



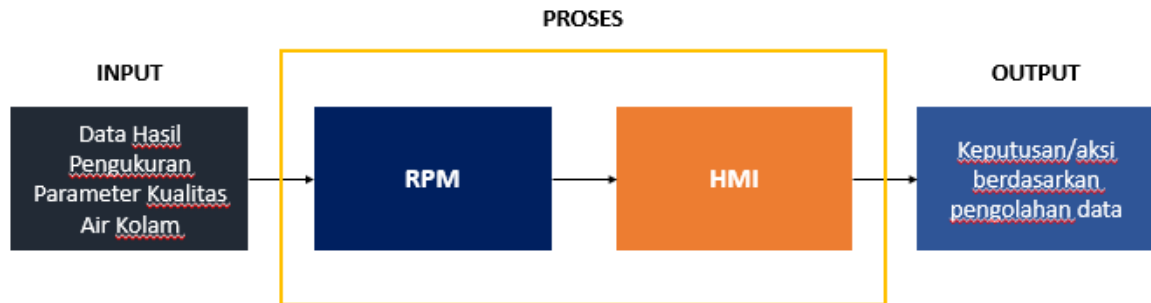
Gambar 9 Desain Produk Versi 2

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"> • Mengumpulkan informasi parameter-parameter kualitas air dan mengolah data-data pada <i>data logger</i> • Menampilkan hasil pengolahan data • Mengirimkan hasil pengolahan data kepada pemakai

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"> Mengumpulkan data parameter kualitas air kolam dari sensor-sensor Mengirimkan paket data ke modul HMI melalui <i>transceiver</i>

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"> Mengolah data yang didapat dari RPM Membuat keputusan/aksi berdasarkan hasil pengolahan data.

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 kecerahan 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 (D_p). 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



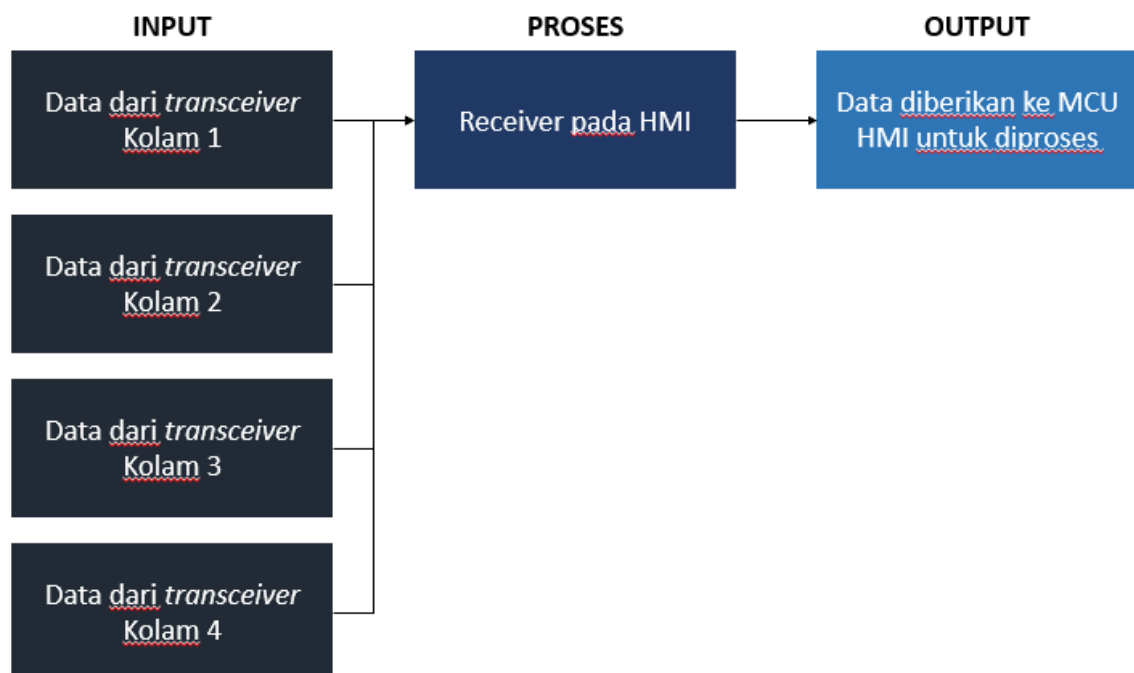
Gambar 19 Desain Level 0 Transmitter

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.

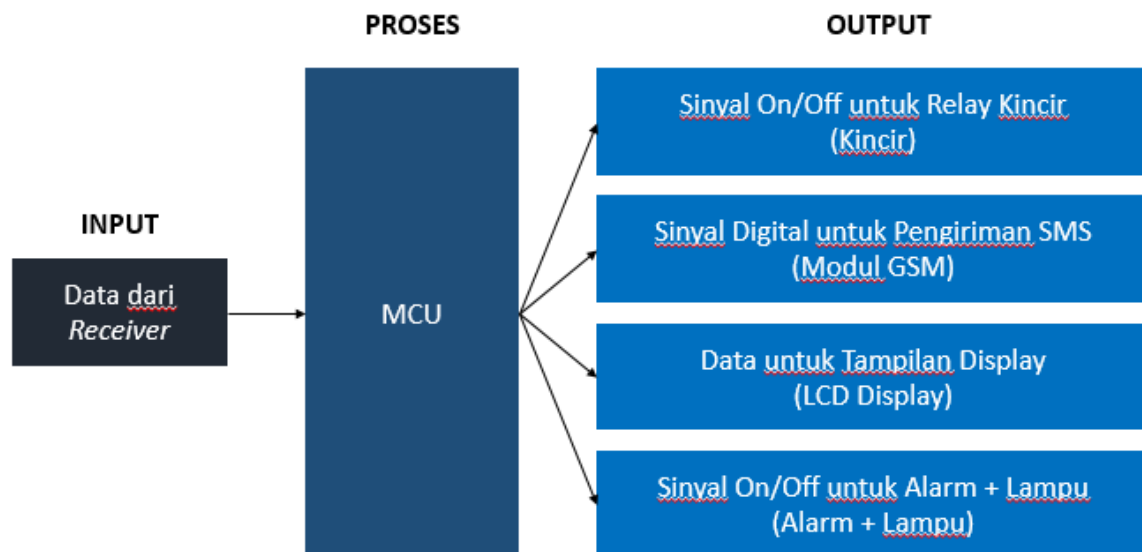


Gambar 20 Desain Level 0 Receiver

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

2.5 Biaya dan Jadwal

2.5.1 Biaya

Biaya Pengembangan :

Kebutuhan	Jumlah	Harga Satuan	Harga Total
Biaya transportasi ke tambak udang di karawang	10	Rp 100.000,00	Rp 1.000.000,00
Alat dan Komponen Listrik (Timah, Kabel, Resistor, Transistor, LED, dsb.)			Rp 300.000,00
Biaya Tidak Terduga			Rp 500.000,00
Total Biaya Pengembangan			Rp 1.800.000,00

Biaya Produksi :

Kebutuhan	Jumlah	Harga Satuan	Harga Total
MCU Arduino UNO	2	Rp 350.000,00	Rp 700.000,00
Sensor Temperatur : Waterproof DS18B20	2	Rp 30.000,00	Rp 60.000,00
Sensor Salinitas : Atlas Scientific Conductivity Sensor K 1.0 Kit	1	Rp 2.600.000,00	Rp 2.600.000,00
pH Probe Sensor Kit	1	Rp 500.000,00	Rp 500.000,00
Dissolved Oxygen Sensor Kit SEN-11194	1	Rp 3.500.000,00	Rp 3.500.000,00
Sensor Kecerahan Air IR infrared LED 940nm +Photodiode 940nm 5mm	2	Rp 6.000,00	Rp 12.000,00
Sensor Kedalaman Air : MS554 MS5540-CM	1	Rp 260.000,00	Rp 260.000,00
GSM Shield Arduino SIM900	1	Rp 300.000,00	Rp 300.000,00
LCD Display	1	Rp 100.000,00	Rp 100.000,00
Alarm	1	Rp 100.000,00	Rp 100.000,00
Case Produk	1	Rp 1.000.000,00	Rp 1.000.000,00
Total Biaya Produksi			Rp 8.862.000,00

2.5.2 Jadwal

Timeline TA TA161701060

		S	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
		M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S
KEGIATAN RUTIN	PENANGGUNG JAWAB	Sep-05					Sep-12					Sep-19										
Bimbingan tugas akhir dengan Ibu Elvayandri, S.Si, MT	Daniel, Edwin, Marcel																					
Fasa B100																						
Studi Literatur terhadap budidaya dan permasalahan di tambak udang	Daniel, Edwin, Marcel																					
Penentuan konsep dasar dari produk untuk menjawab permasalahan	Daniel, Edwin, Marcel																					
Pengumpulan Draft B100	Daniel, Edwin, Marcel																					
Pengumpulan B100	Daniel, Edwin, Marcel																					
Studi Literatur terhadap 12 parameter kualitas air tambak udang	Daniel, Edwin, Marcel																					

Timeline TA TA161701060

		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S
KEGIATAN RUTIN	PENANGGUNG JAWAB	Sep-12					Sep-19					Sep-26					Oct-03												
Bimbingan tugas akhir dengan Ibu Elvayandri, S.Si, MT	Daniel, Edwin, Marcel																												
Fasa B200																													
Analisis dan penentuan Paramater yang dukur pada niset Tugas Akhir	Daniel, Edwin, Marcel																												
Penentuan spesifikasi dasar dan sistem yang akan dibuat	Daniel, Edwin, Marcel																												
Pembuatan diagram blok dasar dan hubungan koneksi antar sistem yang akan dibuat	Daniel, Edwin, Marcel																												
Pengumpulan Draft B200	Daniel, Edwin, Marcel																												
Melakukan revisi terhadap isi dari B200	Daniel, Edwin, Marcel																												
Studi literatur untuk perancangan desain dan penentuan komponen yang digunakan	Daniel, Edwin, Marcel																												
Pengumpulan B200	Daniel, Edwin, Marcel																												

Timeline TA TA161701060

		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S
KEGIATAN RUTIN	PENANGGUNG JAWAB	Oct-10					Oct-17					Oct-24					Oct-31					Nov-07														
Bimbingan tugas akhir dengan Ibu Elvayandri, S.Si, MT	Daniel, Edwin, Marcel																																			
Fasa B300																																				
Studi literatur untuk perancangan desain dan penentuan komponen yang digunakan	Daniel, Edwin, Marcel																																			
Melakukan perancangan perangkat keras modul RMP	Daniel, Edwin, Marcel																																			
Melakukan perancangan perangkat keras modul HMI	Daniel, Edwin, Marcel																																			
Melakukan perancangan perangkat lunak pada MCU	Daniel, Edwin, Marcel																																			
Membuat Draft B300	Daniel, Edwin, Marcel																																			

Timeline TA TA161701060

		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4
		M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S
		Nov-14							Nov-21							Nov-28						
KEGIATAN RUTIN	PENANGGUNG JAWAB																					
Bimbingan tugas akhir dengan Ibu Elvayandri, S Si, MT	Daniel, Edwin, Marcel																					
Fasa B300																						
Melakukan perencanaan pembelian alat untuk implementasi	Daniel, Edwin, Marcel																					
Revisi B300	Daniel, Edwin, Marcel																					
Pengumpulan B300	Daniel, Edwin, Marcel																					

3 Lampiran