

**SOLUSI *HARMFUL ALGAL BLOOM* (HAB) DI PERAIRAN
TELUK LAMPUNG**



Guru Pembimbing

Devy Hazwar, S.Pd

Disusun oleh Tim JABAR.02.00073:

Fikri Bil Khairansyah

Raihan Aulia Rahman

Sabrina Dewi Anggraeni



Muhammadiyah 8
Secondary School
Bandung

SMP MUHAMMDIYAH 8 BANDUNG

2021

DAFTAR ISI

1	PENDAHULUAN.....	1
2	PERMASALAHAN	1
3	TUJUAN	2
4	METODOLOGI.....	2
5	IDENTIFIKASI PERMASALAHAN DAN RISET	3
	5.1 IDENTIFIKASI MASALAH	3
	5.2 FAKTOR PENYEBAB	3
6	ASUMSI.....	4
7	SOLUSI.....	4
	7.1 SOLUSI JANGKA PANJANG	4
	7.2 SOLUSI JANGKA PENDEK	5
	7.2.1 ALTERNATIF-1: PENGEMBANGAN SENSOR ALGA SEBAGAI SISTEM ISYARAT DINI DAN ALAT ULTRASONIK PENGENDALI ALGA	6
	7.2.2 ALTERNATIF-2: PEMBUATAN SISTEM AERASI DENGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU.....	9
	7.2.3 ALTERNATIF-3: PENGGUNAAN ARANG AKTIF UNTUK PENGENDALIAN ALGA MENGGUNAKAN AMPAS KOPI.....	11
8	PEMILIHAN ALTERNATIF SOLUSI TERBAIK.....	13
9	SISTEM AERASI UNTUK KERAMBA JARING APUNG MENGGUNAKAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU	15
10	SOAL HITUNGAN.....	19
11	PEMBUATAN PROTOTIPE & UJI EVALUASI.....	22
	11.1 <i>WORK BREAKDOWN STRUCTURE</i> PEMBUATAN PROTOTIPE.....	22
	11.2 DESAIN PROTOTIPE	23
	11.3 PEMBUATAN PROTOTIPE.....	25
	11.4 UJI COBA (AWAL) PROTOTIPE DAN EVALUASI	26
	11.5 PERBAIKAN PROTOTIPE (PROTOTIPE FINAL).....	26
	11.6 KESIMPULAN DAN SARAN	27
12	DAFTAR PUSTAKA	28

1 PENDAHULUAN

Laporan ini disusun untuk *problem solving* guna memenuhi persyaratan lomba KIHAJAR STEM yang merupakan wadah eksplorasi untuk peserta didik di satuan pendidikan SD, SMP, SMA, dan SMK/ sederajat dan SILN agar dapat memiliki keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan mampu berkomunikasi dalam menyelesaikan masalah atau *project* berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) melalui pendayagunaan Teknologi Informasi dan Komunikasi.

2 PERMASALAHAN

Mortalitas ikan di Teluk Lampung tidak hanya terjadi pada ikan di alam liar tetapi juga terjadi pada ikan di Keramba Jaring Apung (KJA). Salah satu penyebabnya adalah terjadinya fenomena *Harmful Algal Bloom* (HAB). HAB adalah ledakan populasi fitoplankton berbahaya yang disebabkan oleh peningkatan unsur hara dalam suatu perairan.



Gambar 1 Ilustrasi Ikan Mati di KJA Akibat Fenomena HAB

Unsur hara yang meningkat terjadi akibat aktivitas agrikultur yang tinggi di sekitar Teluk Lampung. Aktivitas tersebut menghasilkan banyak limbah kimia, seperti nitrat ke dalam perairan Teluk Lampung.

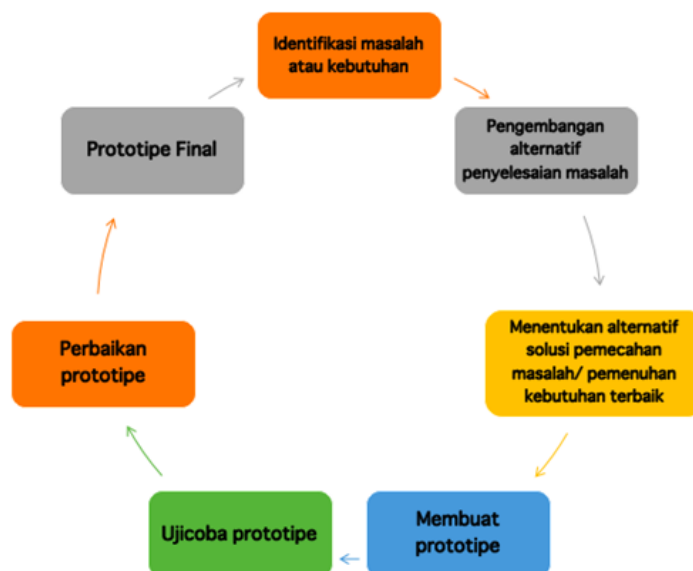
Fenomena HAB ditandai dengan terjadinya perubahan pada warna air laut menjadi coklat kemerahan diikuti dengan kematian ikan secara massal. Persebaran HAB di dalam perairan budidaya akan berdampak pada keberlangsungan ikan budidaya pada keramba yang dapat memengaruhi hasil panen ikan sehingga dibutuhkan solusi untuk mengurangi kematian massal yang terjadi pada ikan.

3 TUJUAN

Tujuan proyek ini adalah untuk mencari dan membuat prototipe sebagai solusi untuk **mengurangi kematian massal ikan di Keramba Jaring Apung** di perairan Teluk Lampung akibat fenomena HAB.

4 METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam memberikan solusi terhadap permasalahan adalah dengan menggunakan pola *Engineering Design Process* (EDP) seperti yang ditunjukkan oleh diagram di bawah ini:



Gambar 2 Diagram Alir *Engineering Design Process* (EDP)

EDP adalah proses merancang suatu sistem, komponen, atau proses untuk memenuhi kebutuhan yang diinginkan.

5 IDENTIFIKASI PERMASALAHAN DAN RISET

5.1 IDENTIFIKASI MASALAH

Dari deskripsi yang disebutkan di atas, maka masalah yang dihadapi oleh masyarakat Teluk Lampung adalah:

- terjadi mortalitas ikan secara massal (baik ikan di alam liar maupun ikan budidaya di Keramba Jaring Apung) di Teluk Lampung karena peningkatan kelimpahan dari populasi HAB.

5.2 FAKTOR PENYEBAB

Faktor penyebab peningkatan kelimpahan dari populasi HAB menyebabkan kematian massal pada ikan, baik yang ada di alam liar dan di lokasi budidaya adalah:

- HAB menyebabkan kandungan oksigen yang terlarut dalam air (*dissolved oxygen*) berkurang sehingga air sangat miskin oksigen. Karena air miskin oksigen, maka ikan akan mati.

Penyebab HAB menurunkan kadar oksigen dalam air adalah:

- ketika malam hari, alga melakukan respirasi sehingga mengubah oksigen di air menjadi CO₂.
- setelah alga-alga tersebut mati, maka mikroba yang menguraikan alga mati tersebut akan menggunakan lebih banyak oksigen (faktor pembusukan).

Faktor penyebab peningkatan kelimpahan dari populasi HAB adalah peningkatan unsur hara karena aktivitas agrikultur yang tinggi (yang menggunakan pupuk kimia seperti urea dan fosfat) sehingga menghasilkan banyak limbah kimia seperti nitrat, fosfat serta sejenisnya.

6 ASUMSI

Untuk mencari solusi terbaik dari permasalahan di atas, karena ada beberapa informasi yang tidak tersedia, maka kami membuat beberapa asumsi sebagai berikut ini:

- a) tidak ada sumber daya listrik yang tersedia di area KJA.
- b) ukuran setiap keramba adalah 5m x 5m dengan kedalaman sekitar 1,5m.

7 SOLUSI

Dari permasalahan yang dihadapi oleh masyarakat Teluk Lampung serta penyebabnya, maka dilakukan riset untuk mencari solusi terhadap **akar permasalahan**. Riset dilakukan dengan melakukan studi pustaka.

Dari hasil studi pustaka serta hasil diskusi dengan semua anggota tim, maka kami mengusulkan **solusi jangka panjang** (sebagai solusi pencegahan) serta **solusi jangka pendek** (sebagai solusi korektif atau perbaikan terhadap masalah).

7.1 SOLUSI JANGKA PANJANG

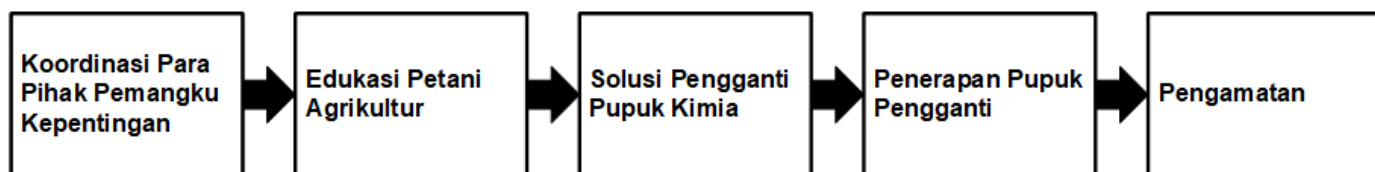
Pengurangan Penggunaan Pupuk Kimia pada Aktivitas Agrikultur di Sekitar Teluk Lampung

Akar permasalahan kematian massal ikan di Teluk Lampung ini adalah akibat fenomena HAB. HAB terjadi karena aktivitas agrikultur yang tinggi (penggunaan pupuk kimia seperti urea dan *Super Phosphat*) sehingga menghasilkan banyak limbah kimia seperti nitrat, fosfat serta sejenisnya.

Jika pencemaran limbah kimia seperti nitrat, fosfat ini tidak dikendalikan, maka HAB ini akan terus terjadi dan berulang. Untuk mengurangi risiko HAB ini, maka penggunaan pupuk kimia tersebut harus dikendalikan, misalnya dengan mengganti dengan pupuk kompos atau pupuk kandang ataupun alternatif lain. Ini merupakan **solusi preventif** sehingga permasalahan tidak akan berulang lagi.

Solusi ini membutuhkan waktu hingga beberapa tahun serta melibatkan banyak pihak seperti dinas kementerian pertanian, lingkungan hidup, pemerintah daerah, para ahli serta petani atau pengusaha agrikultur.

Alur kerja atau proses untuk solusi ini kurang lebih sebagai berikut.



Gambar 3 Diagram Alir Solusi Jangka Panjang

Edukasi kepada petani agrikultur perlu dilakukan oleh para ahli beserta pihak dinas kementerian serta pemerintah daerah tentang efek penggunaan pupuk kimia seperti urea dan *Super Phosphat* yang bisa mengakibatkan fenomena HAB sehingga merusak ekosistem laut.

Para ahli mencari solusi untuk mengganti pupuk kimia dengan pupuk kompos atau pupuk kandang atau alternatif yang lain yang secara biaya tidak membebani petani tersebut.

Penerapan penggunaan pupuk pengganti pupuk kimia pada lahan pertanian secara bertahap akan mengurangi limbah kimia nitrat dan fosfat yang mengalir ke perairan Teluk Lampung. Secara perlahan mungkin membutuhkan waktu hingga tahunan, maka unsur hara seperti nitrat dan fosfor yang mengalir ke laut akan berkurang sehingga efek HAB bisa dikendalikan.

7.2 SOLUSI JANGKA PENDEK

Solusi ini adalah **solusi korektif** untuk permasalahan yang dihadapi masyarakat Teluk Lampung. Solusi ini bertujuan untuk **mengurangi kematian massal ikan-**

ikan di KJA. Melalui diskusi dan *brainstorming*, tim kami mengusulkan beberapa alternatif solusi seperti dijelaskan di bawah ini.

7.2.1 ALTERNATIF-1: PENGEMBANGAN SENSOR ALGA SEBAGAI SISTEM ISYARAT DINI DAN ALAT ULTRASONIK PENGENDALI ALGA

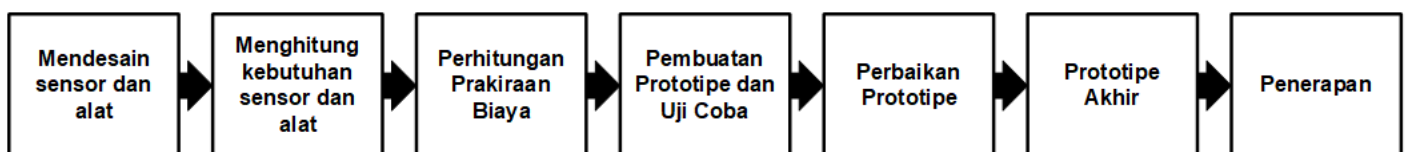
Prinsip Kerja Solusi

Untuk mengetahui secara dini fenomena HAB, maka akan dibuat sensor alga. Sensor alga ini merupakan Sistem Isyarat Dini (*Early Warning System*) dipakai untuk mendeteksi kepadatan alga yang ada di laut, sehingga kita bisa memprediksi kapan akan terjadi HAB. Sensor ini akan diletakkan di laut yang akan mengukur kepadatan alga dengan mendeteksi intensitas cahaya. Apabila kepadatan alga telah mencapai nilai tertentu (tinggi) sebelum terjadi HAB, maka jumlah cahaya yang dideteksi sensor berkurang sehingga sensor bisa diatur untuk mengeluarkan gelombang suara ultrasonik pada frekuensi tertentu yang bisa mengendalikan penyebaran alga.

Parameter lainnya yang bisa diukur berkaitan dengan pengendalian HAB antara lain:

- a) konsentrasi nitrat dan fosfat
- b) konsentrasi oksigen
- c) suhu / temperatur
- d) kepadatan alga.

Alur Kerja / Prosedur

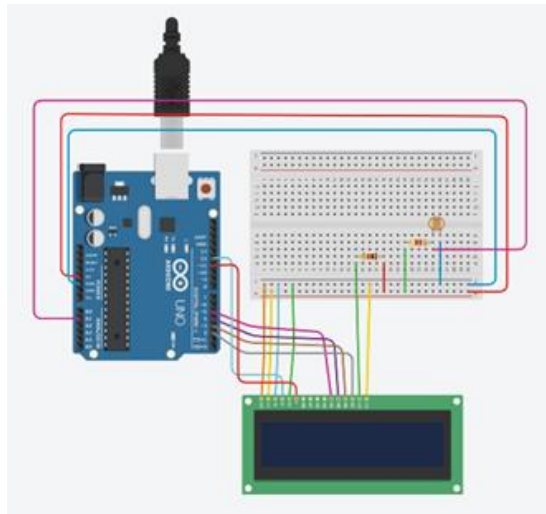


Gambar 4 Diagram Alir Pembuatan Sensor Alga dan Ultrasonic Pengendali Alga

Langkah atau prosedur untuk alternatif solusi ini adalah:

1. Desain sensor dan alat ultrasonik

Langkah awal dalam solusi ini adalah membuat desain sensor dan alat ultrasonik. Sensor dan alat dalam solusi ini akan menggunakan platform Arduino seperti yang terlihat dalam gambar di bawah ini:



Gambar 5 Desain Rangkaian Sensor Alga dan Alat Ultrasonik

Solusi ini akan membutuhkan beberapa bahan yang kurang lebih sebagai berikut:

- Arduino uno
- LCD
- LDR
- LED
- Resistor
- *Buzzer*
- Kabel
- Protoboard
- *Loud Speaker*
- *Casing* tahan air
- Dan lain lain

2. Kebutuhan sensor dan alat

Langkah selanjutnya adalah menghitung jumlah sensor yang dibutuhkan serta alat ultrasonik dengan memperhitungkan luas area KJA yang terdampak oleh HAB. Karena di sekitar KJA tidak ada sumber listrik, maka dibutuhkan pembangkit listrik, misalnya adalah tenaga surya (*solar cell*). Diasumsikan bahwa 1 kotak KJA ukuran 5m x 5m x 1,5m akan membutuhkan 1 buah sensor dan panel surya sebagai sumber listrik.

3. Menghitung perkiraan biaya

Perkiraan biaya untuk solusi ini dengan mempertimbangkan volume atau luas area KJA yang terdampak HAB. Perkiraan harga untuk pembuatan 1 buah sensor serta *casing*-nya adalah 600 ribu rupiah. Sedangkan perkiraan harga panel surya beserta pengontrolnya adalah sekitar 900 ribu rupiah. Jadi, perkiraan total biaya adalah 1,5 juta rupiah per keramba.

4. Membuat prototipe dan uji coba

Membuat model atau prototipe untuk menguji kemampuan sensor dan alat yang akan dibuat.

5. Perbaiki prototipe

Dari hasil uji coba dan pengamatan, dilakukan perbaikan protipe jika ditemukan kekurangan dari desain awal prototipe.

6. Pembuatan protipe akhir

7. Penerapan

Prototipe akhir diterapkan sebagai solusi permasalahan yang dihadapi.

7.2.2 ALTERNATIF-2: PEMBUATAN SISTEM AERASI DENGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU

Prinsip Kerja Solusi

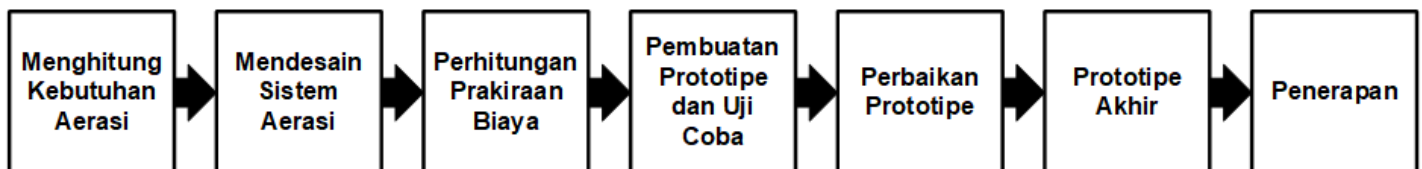
Kadar oksigen yang baik serta sirkulasi air dapat menghambat persebaran alga. Aerasi adalah suatu proses penambahan udara atau oksigen ke dalam air. Jika kandungan oksigen terlarut dalam air meningkat, maka solusi ini bisa mencegah kematian ikan akibat kekurangan oksigen.

Ada beberapa jenis aerator yang bisa digunakan, misalnya:

1. aerasi permukaan misalnya air mancur atau aerasi kincir air.
2. aerasi celup, misalnya pompa aerator dengan gelembung udara.

Karena KJA memiliki kedalaman kurang lebih 1,5 m, maka kami memutuskan untuk menggunakan aerasi celup sebagai solusi.

Alur Kerja / Prosedur



Gambar 6 Diagram Alir Pembuatan Sistem Aerasi Tenaga Bayu

Langkah atau prosedur untuk alternatif solusi ini adalah:

1. Menghitung kebutuhan aerasi berdasarkan jumlah keramba yang ada di KJA. Kebutuhan aerasi dihitung dengan mempertimbangkan jumlah ikan dan volume keramba.
2. Membuat desain aerasi. Karena tidak ada sumber listrik di sekitar KJA, maka dalam membuat desain aerasi harus mempertimbangkan kebutuhan sumber listrik. Keramba berada di laut sehingga kami memutuskan untuk

menggunakan pembangkit listrik tenaga bayu (angin) sebagai pembangkit listrik.

3. Menghitung perkiraan biaya untuk solusi ini dengan mempertimbangkan volume atau luas area KJA yang terdampak HAB. Satu bidang KJA diasumsikan membutuhkan 1 buah sistem aerasi. Perkiraan harga barang bekas sebagai bahan pembuatan sistem aerasi tenaga bayu: kincir bekas = 25 ribu, dinamo sepeda bekas = 75 ribu, aerator DC = 150 ribu. Alat alat lain (seperti rangka dan lain-lain) = 100 ribu. Jadi, perkiraan total biaya adalah 350 ribu rupiah per keramba.
4. Membuat Prototipe dan Uji Coba. Membuat model atau prototipe sebelum membuat sistem aerasi untuk seluruh keramba. Melakukan uji coba prototipe apakah hasil keluaran sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.
5. Perbaiki Prototipe. Dari hasil uji coba dan pengamatan, dilakukan perbaikan protipe jika ditemukan kekurangan dari desain awal prototipe.
6. Pembuatan Protipe Akhir.
7. Prototipe akhir diterapkan sebagai solusi permasalahan yang dihadapi.

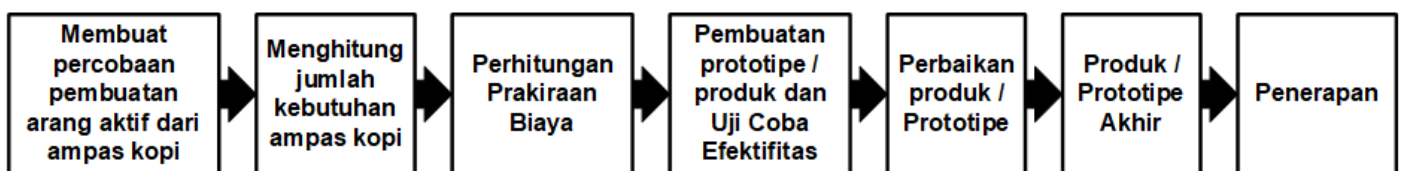
7.2.3 ALTERNATIF-3: PENGGUNAAN ARANG AKTIF UNTUK PENGENDALIAN ALGA MENGGUNAKAN AMPAS KOPI

Prinsip Kerja Solusi

Ampas kopi adalah bahan yang murah dan mudah didapatkan serta dapat digunakan untuk mengurangi kadar amonia, nitrit dan nitrat. Dengan turunnya kadar nitrit dan nitrat, maka persebaran HAB bisa dikendalikan.

Ampas kopi termasuk bahan organik yang dapat dibuat menjadi arang aktif untuk digunakan sebagai adsorben atau bahan penyerap. Bahan baku yang berasal dari bahan organik dapat dibuat menjadi arang aktif karena bahan baku tersebut mengandung karbon. Arang aktif merupakan suatu padatan berpori yang dihasilkan dari bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi.

Alur Kerja / Prosedur



Gambar 7 Diagram Alir Solusi Arang Aktif dari Ampas Kopi

Langkah atau prosedur untuk alternatif solusi ini adalah:

1. Membuat percobaan pembuatan arang aktif dari ampas kopi. Prosesnya kurang lebih sebagai berikut ini:

Ampas kopi akan dikeringkan dalam oven. Selanjutnya akan dikarbonisasi menggunakan tungku atau *furnace*, dilanjutkan menghitung rendemen untuk mengetahui jumlah arang aktif yang dihasilkan. Selanjutnya dilakukan aktivasi secara kimia dengan perendaman larutan activator, yaitu HCl 0,1 M. Selanjutnya dicuci dengan air demineral

hingga pH 6 untuk menghilangkan sisa HCl di dalam arang aktif ampas kopi. Selanjutnya dikeringkan dalam oven.

2. Menghitung kebutuhan jumlah ampas kopi.
Dari studi literatur, dibutuhkan 2 gram ampas kopi untuk bisa bekerja efektif dalam volume cairan 50 ml. Dengan volume keramba $5 \times 5 \times 1,5 = 37,5 \text{m}^3$, maka akan dibutuhkan kurang lebih 750 kg ampas kopi per keramba.
3. Menghitung perkiraan biaya untuk solusi ini dengan mempertimbangkan volume atau luas area KJA yang terdampak HAB. Jika diasumsikan pengolahan 1 kg ampas kopi menjadi arang aktif menghabiskan total biaya 20 ribu rupiah, maka total biaya untuk 1 bidang keramba adalah 15 juta rupiah. Biaya ini belum termasuk penggantian secara berkala.
4. Membuat Prototipe / Produk dan dan Uji Coba Efektivitas. Melakukan uji efektivitas arang kopi yang dibuat dalam mengendalikan pertumbuhan alga.
5. Perbaiki produk atau prototipe. Dari hasil uji coba dan pengamatan, dilakukan perbaikan proses pembuatan arang kopi jika ternyata produk yang dibuat tidak efektif atau gagal dalam mengendalikan pertumbuhan alga.
6. Pembuatan produk atau protipe akhir.
7. Prototipe akhir diterapkan sebagai solusi permasalahan yang dihadapi.

8 PEMILIHAN ALTERNATIF SOLUSI TERBAIK

Tim kami melakukan diskusi dan *brainstorming* untuk menentukan solusi terbaik yang bisa digunakan untuk mengurangi kematian ikan massal di Teluk Lampung.

Hasil diskusi kami tuangkan dalam bentuk tabel perbandingan sebagai berikut:

Tabel 1. Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Alternatif Solusi untuk Mengurangi Kematian Massal Ikan di Teluk Lampung

ALTERNATIF	KELEBIHAN	KEKURANGAN	KEPRAKTISAN	BIAYA
Alternatif-1	<ul style="list-style-type: none"> - Aman untuk ikan dan organisme air lainnya - Teknologi tinggi ramah lingkungan - Tidak ada racun 	<ul style="list-style-type: none"> - Susah untuk dibuat. Memerlukan percobaan untuk menentukan frekuensi yang tepat serta desain sensor yang akurat - Membutuhkan pelindung alat yang tahan air dan cuaca karena alat terbuat dari elektronik - Perawatan mahal terutama jika terjadi kerusakan 	Memungkinkan dipasang sebagai solusi untuk skala besar (perairan luas) selama alat andal, tahan air dan cuaca	Mahal
Alternatif-2	<ul style="list-style-type: none"> - Aman untuk ikan dan organisme air lainnya - Teknologi sederhana - Tidak ada racun 	Aerasi tidak membunuh alga secara langsung	Sederhana dan praktis	Terjangkau
Alternatif-3	<ul style="list-style-type: none"> - Aman untuk ikan dan organisme air lainnya - Tidak ada racun 	<ul style="list-style-type: none"> - Membutuhkan banyak karbon aktif dan banyak ampas kopi - Karbon aktif harus secara periodik diganti - Proses pembuatan karbon aktif dari ampas kopi tidak praktis 	Tidak praktis dipasang untuk skala luas	Mahal

Dari tabel perbandingan di atas, maka berdasarkan diskusi dengan tim diputuskan bahwa solusi untuk **alternatif-2 (Pembuatan Sistem Aerasi dengan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu)** adalah yang terbaik dari semua alternatif.

9 SISTEM AERASI UNTUK KERAMBA JARING APUNG MENGGUNAKAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU

Solusi yang kami pilih adalah **Pembuatan Sistem Aerasi dengan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu** untuk mengurangi kematian massal ikan ikan KJA di Teluk Lampung. Untuk menerapkan solusi ini dibutuhkan tahapan-tahapan pekerjaan sebagai berikut.

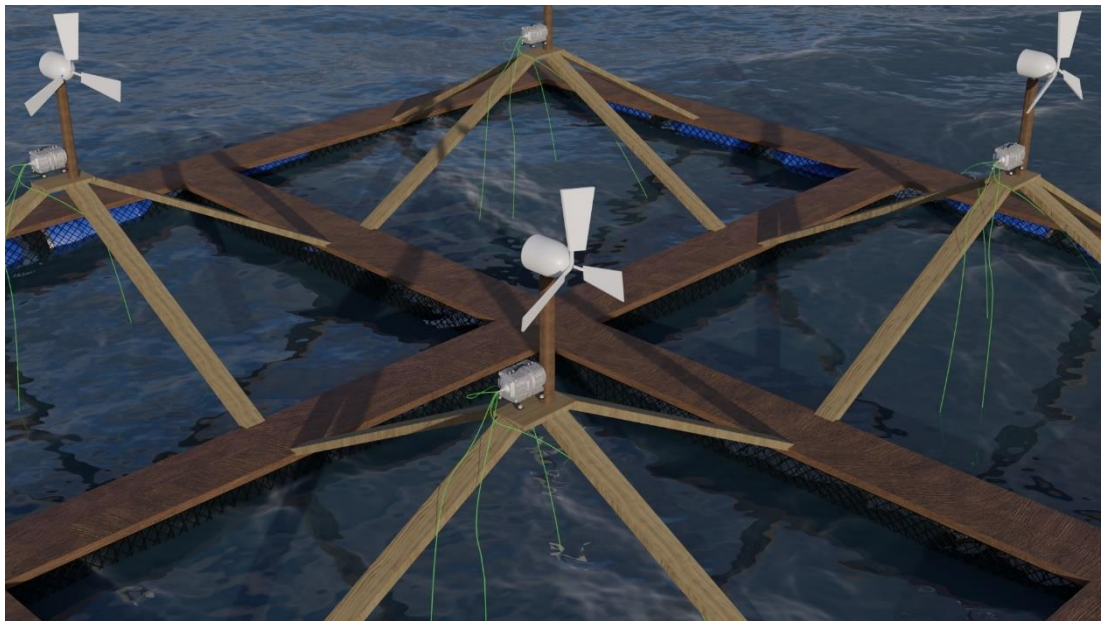
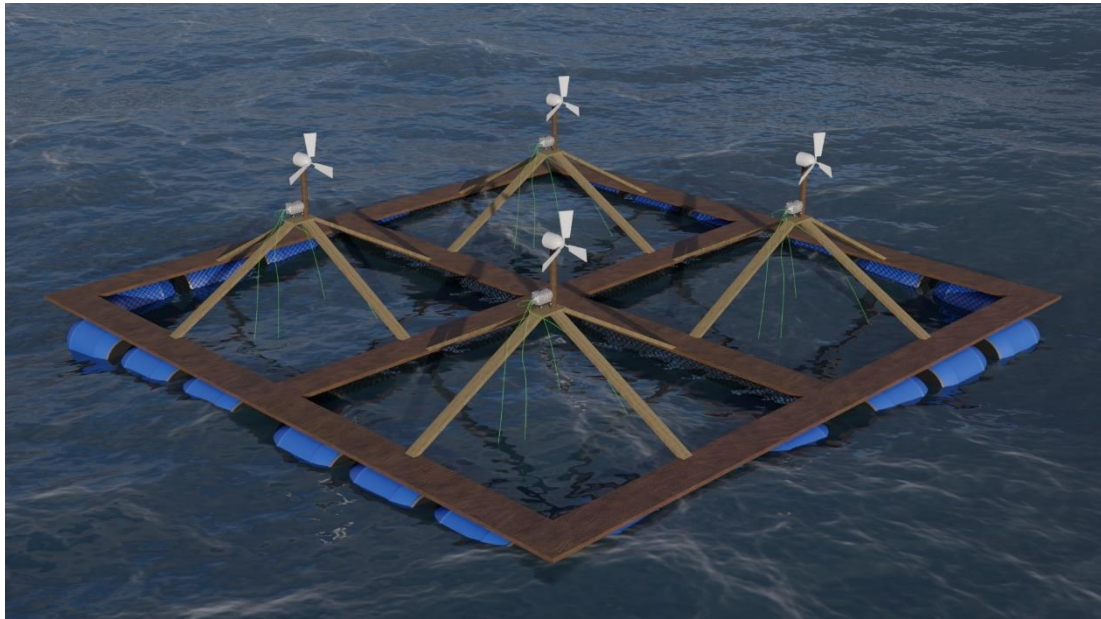
Tabel 2. Work Breakdown Structure Pembuatan Sistem Aerasi Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

NO	PEKERJAAN / SUB PEKERJAAN
1	Perhitungan Kebutuhan Aerasi setiap Keramba
1.1	Menghitung perkiraan jumlah ikan per keramba
1.2	Menghitung volume keramba
1.3	Menentukan kebutuhan aerasi per jumlah ikan dan volume keramba dalam satuan liter/menit
2	Membuat Desain Sistem Aerasi
2.1	Membuat gambar 3 dimensi sistem aerasi pada KJA
2.2	Membuat desain rinci dari sistem, termasuk konstruksi, pembangkit listrik tenaga bayu dan sebagainya
2.3	Menentukan peralatan yang dibutuhkan untuk sistem aerasi
2.4	Menentukan spesifikasi peralatan yang dibutuhkan sesuai keluaran (<i>output</i>) yang diharapkan
3	Menghitung Rinci Biaya yang Dibutuhkan
3.1	Biaya bahan utama
3.2	Biaya peralatan pendukung / aksesoris
3.3	Biaya tenaga kerja
3.4	Biaya perawatan atau penggantian jika rusak
4	Membuat Prototipe Sistem Aerasi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu
4.1	Membuat desain rinci prototipe
4.2	Menentukan bahan dan peralatan yang dibutuhkan untuk prototipe

Tabel 2. Work Breakdown Structure Pembuatan Sistem Aerasi Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

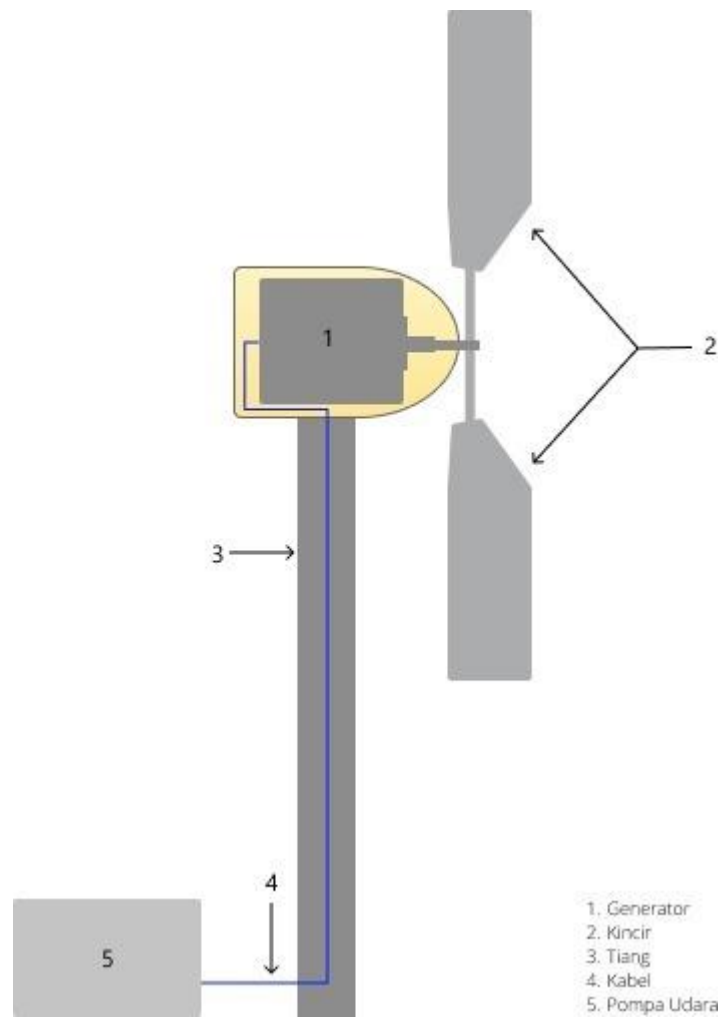
NO	PEKERJAAN / SUB PEKERJAAN
4.3	Menentukan spesifikasi peralatan yang dibutuhkan untuk prototipe
4.4	Membuat prototipe
5	Uji Coba (Awal) Prototipe
5.1	Melakukan uji coba prototipe
5.2	Mengamati dan mencatat hasil uji coba, misalnya kemampuan menyalakan aerator, pengaruh perubahan arah angin, dan sebagainya
5.3	Membandingkan hasil uji coba dengan spesifikasi yang diharapkan
5.4	Melakukan diskusi untuk perbaikan prototipe jika hasil uji coba berbeda dari spesifikasi atau <i>output</i> yang diharapkan
6	Perbaikan Prototipe dan Uji Coba Kembali
6.1	Memperbaiki prototipe sesuai hasil diskusi ketika uji coba prototipe
6.2	Melakukan uji coba kembali dari hasil perbaikan prototipe
6.2.1	Membuat model HAB dalam beberapa ember atau <i>box</i> air dan diisi ikan
6.2.2	Menguji sistem aerasi dan pengaruhnya pada kematian ikan
6.3	Mengamati dan mencatat kembali hasil uji coba dan efektivitas prototipe
7	Pembuatan Prototipe Akhir (<i>Final</i>)
7.1	Membuat prototipe akhir
7.2	Memastikan bahwa prototipe akhir sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan
8	Penerapan Prototipe Sistem Aerasi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu
8.1	Pembelian peralatan dan bahan yang dibutuhkan untuk sistem aerasi
8.2	Pembuatan sistem aerasi sesuai dengan desain

Berikut ini adalah gambar desain sistem aerasi dengan pembangkit listrik tenaga bayu yang kami buat menggunakan *software* 3 dimensi blender.



Gambar 8 *Overview* Desain Sistem Aerasi dengan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

Untuk gambar skematik dari kincir angin sebagai pembangkit listrik dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 9 Skema Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

10 SOAL HITUNGAN

Seorang peneliti ingin mengetahui massa jenis air laut yang mengalami *blooming* fitoplankton berbahaya (HAB). Peneliti tersebut kemudian memasukkan sebuah balok kayu dengan massa jenis $0,804 \text{ gr/cm}^3$ ke air laut. Balok tersebut memiliki ukuran $80 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$. Jika setelah diamati ternyata volume balok yang berada di atas permukaan air adalah sebesar $9,6 \text{ dm}^3$. Berapakah massa jenis air laut tersebut dalam satuan kg/m^3 ?

Dalam menjawab soal ini kami menggunakan **HUKUM ARCHIMEDES**.

Suatu benda yang dicelupkan sebagian atau seluruhnya ke dalam zat cair, mengalami gaya ke atas (F_a) yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkan oleh benda tersebut.

Rumus dasar yang kami gunakan dalam perhitungan ini adalah:

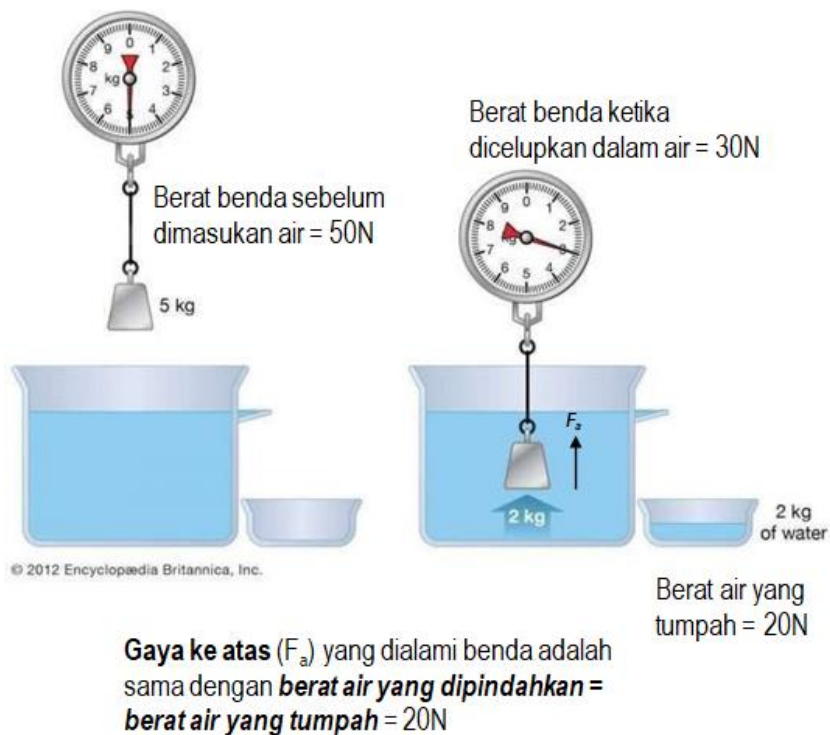
$$\rho = \frac{m}{V}$$

$\rho = \text{massa jenis (gr/cm}^3 \text{ atau kg/m}^3)$
 $m = \text{masa (gr atau kg)}$
 $V = \text{Volume (cm}^3 \text{ atau m}^3)$

$$W = m * g$$

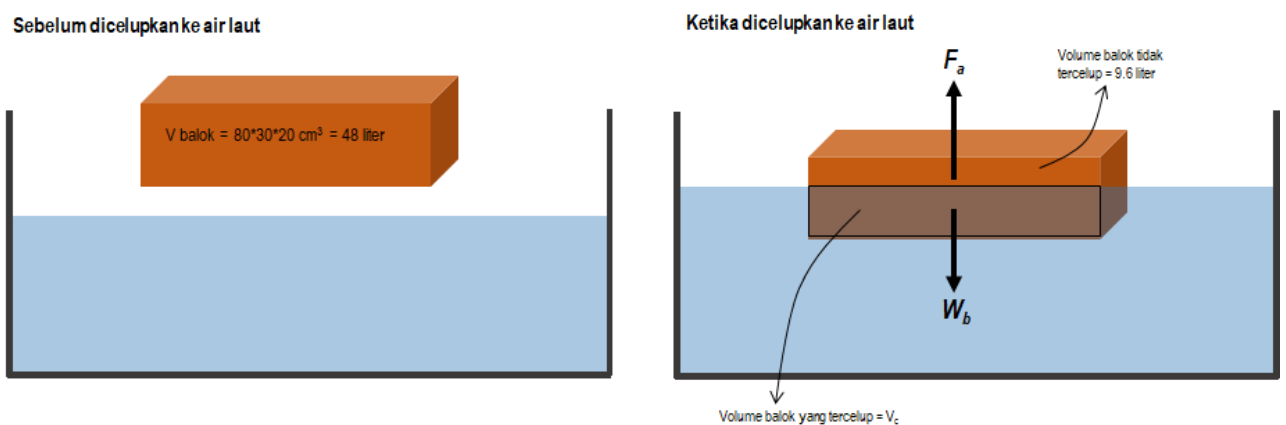
$W = \text{berat benda (Newton)}$
 $g = \text{konstanta percepatan gravitasi (m/det}^2 = 10 \text{ m/det}^2)$

Sebagai ilustrasi, gambar berikut ini menjelaskan Hukum Archimedes.



Gambar 10 Ilustrasi Hukum Archimedes

Ilustrasi hitungan bisa digambarkan sebagai berikut:



Gambar 11 Ilustrasi Soal Hitungan

$$V_{\text{balok}} = 80 \cdot 30 \cdot 20 \text{ cm}^3 = 48 \text{ liter}$$

$$V_c = \text{Volume balok tercelup} = 48 - 9.6 = 38,4 \text{ liter}$$

Sesuai Hukum Archimedes, pada keadaan setimbang, gaya ke atas (F_a) sama dengan gaya berat balok (W_b).

$$F_a = W_b$$

Menghitung F_a

F_a adalah gaya ke atas yg dialami benda yang besarnya sama dengan *berat air laut yang dipindahkan* ($W_{air\ laut}$).

$$F_a = W_{air\ laut} = m_{air\ laut} * g$$

$$F_a = W_{air\ laut} = (\rho_{air\ laut} * V_{air\ laut}) * g ; \text{ di mana } V_{air\ laut} = V \text{ balok tercelup} = V_c$$

$$F_a = W_{air\ laut} = (\rho_{air\ laut} * V_c) * g$$

Menghitung W_b

W_b adalah berat balok

$$W_b = m_b * g$$

$$W_b = (\rho_b * V_b) * g$$

Dari persamaan $F_a = W_b$, maka dapat dihitung:

$$F_a = W_b$$

$$(\rho_{air\ laut} * V_c) * g = (\rho_b * V_b) * g$$

$$\rho_{air\ laut} * V_c = \rho_b * V_b$$

$$\rho_{air\ laut} = \frac{\rho_b * V_b}{V_c}$$

$$\rho_{air\ laut} = \frac{0,804 * 48}{38.4} = 1,005 \frac{gr}{cm^3}$$

Untuk mengubah dari gr/cm^3 ke kg/m^3 :

$$\frac{gr}{cm^3} = \frac{10^{-3}kg}{10^{-6}m^3} = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

$$\text{Jadi } \rho_{air\ laut} = 1,005 \frac{gr}{cm^3} = 1005 \frac{kg}{m^3}$$

11 PEMBUATAN PROTOTIPE & UJI EVALUASI

11.1 WORK BREAKDOWN STRUCTURE PEMBUATAN PROTOTIPE

Tabel berikut ini menjelaskan *work breakdown structure* untuk pembuatan prototipe serta pengujiannya.

Tabel 3. Work Breakdown Structure Pembuatan Prototipe Aerasi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu dan Pengujiannya

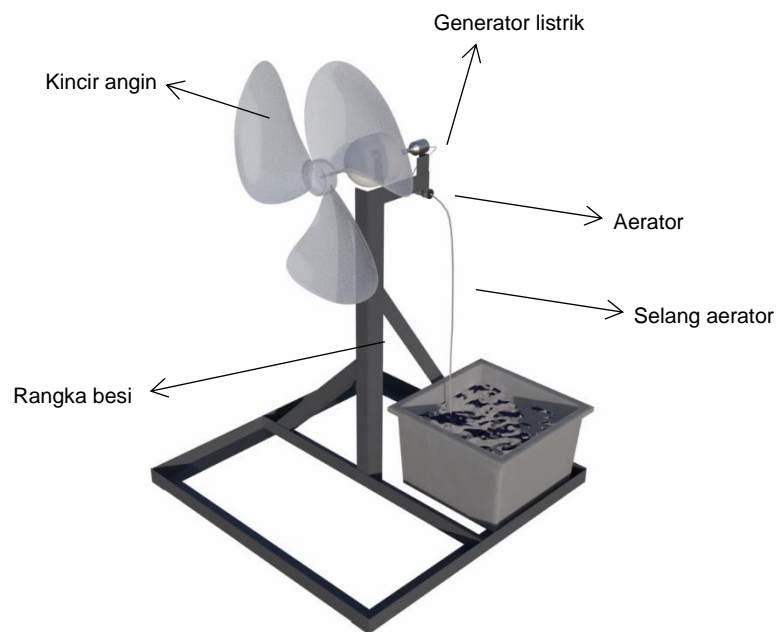
NO	PEKERJAAN / SUB PEKERJAAN
1	Membuat Desain Prototipe Aerasi
1.1	Membuat gambar 3 dimensi prototipe, termasuk rangka
1.2	Menentukan peralatan yang dibutuhkan untuk prototipe aerasi
1.3	Menentukan spesifikasi peralatan yang dibutuhkan sesuai keluaran (<i>output</i>) yang diharapkan
2	Pembelian Bahan dan Penyiapan Peralatan
3	Pembuatan Prototipe
3.1	Pembuatan dan perakitan rangka
3.2	Pembuatan dan perakitan sistem aerasi
4	Pengujian (Awal) Prototipe
4.1	Melakukan uji coba fungsional prototipe
4.2	Mengamati dan mencatat hasil uji coba, misalnya kemampuan menyalakan aerator, pengaruh perubahan arah angin, dan sebagainya
4.3	Membandingkan hasil uji coba dengan spesifikasi yang diharapkan
4.4	Melakukan diskusi untuk perbaikan prototipe jika hasil uji coba berbeda dari spesifikasi atau <i>output</i> yang diharapkan
5	Perbaikan Prototipe dan Uji Coba Kembali
5.1	Memperbaiki prototipe sesuai hasil diskusi ketika uji coba awal prototipe
5.2	Melakukan uji coba kembali dari hasil perbaikan prototipe.
5.2.1	Membuat model HAB dalam beberapa ember atau <i>box</i> air dan di-isi ikan
5.2.2	Menguji sistem aerasi dan pengaruhnya pada kematian ikan

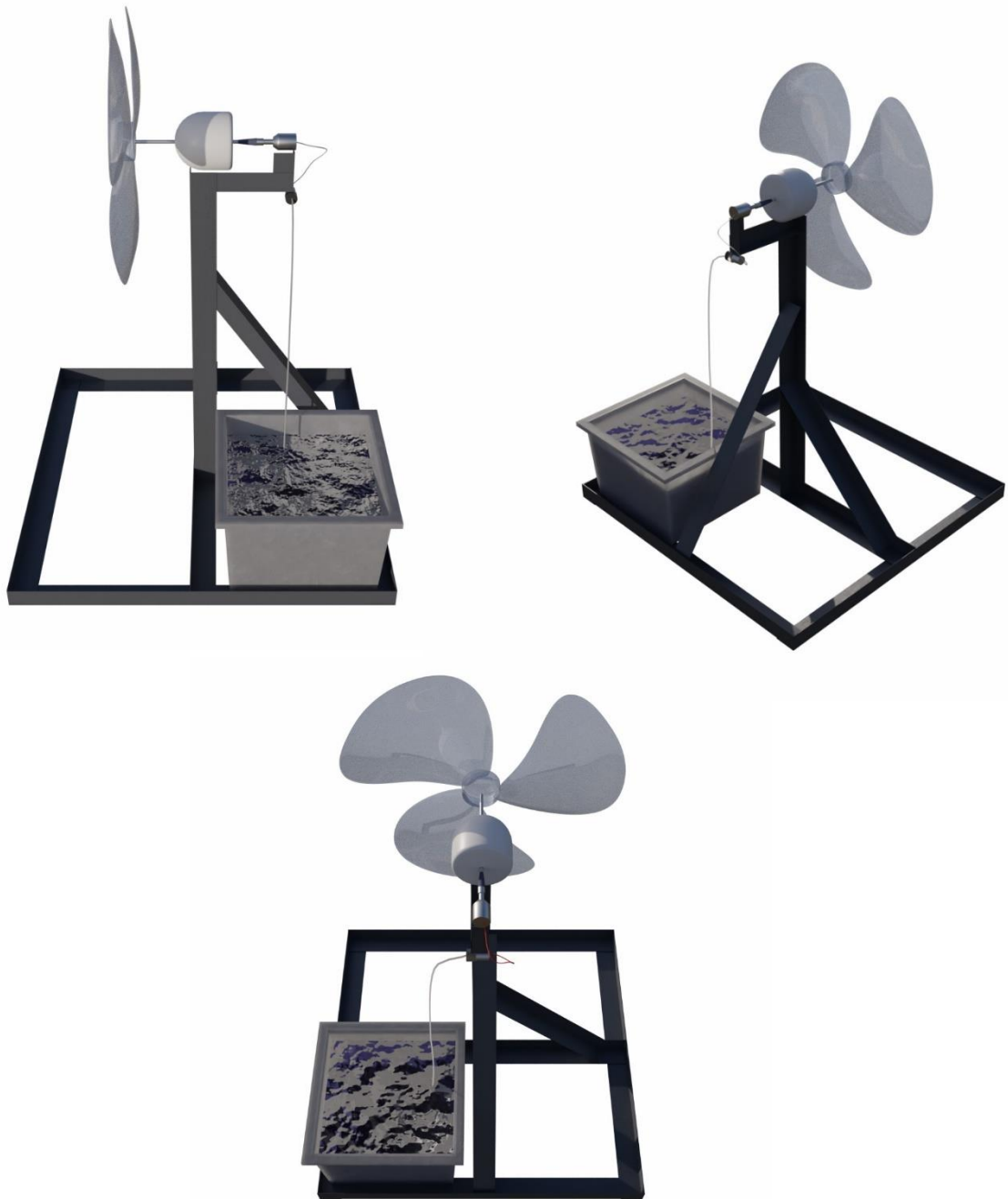
Tabel 3. *Work Breakdown Structure* Pembuatan Prototipe Aerasi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu dan Pengujiannya

NO	PEKERJAAN / SUB PEKERJAAN
5.3	Mengamati dan mencatat kembali hasil uji coba dan efektivitas prototipe
6	Kesimpulan dan Saran dari Pembuatan Prototipe

11.2 DESAIN PROTOTIPE

Desain prototipe dibuat dengan menggunakan *software* Blender. Gambar berikut ini menunjukkan hasil desain yang kami buat dalam 3 dimensi.





Gambar 12 Desain Prototipe Awal

Dari desain ini, keluaran (*output*) yang diharapkan adalah sistem pembangkit listrik tenaga angin mampu mengeluarkan tegangan dan arus yang cukup untuk menyalakan atau menggerakkan aerator.

Untuk membuat prototipe ini, dibutuhkan bahan serta peralatan dengan spesifikasi sebagai berikut:

Bahan:

- Kincir dari kipas angin bekas – 1 buah
- Generator Listrik Bekas, dari dinamo sepeda 12V DC – 1 buah
- Aerator DC 6V – 1 buah
- Besi siku untuk rangka prototipe – 3 meter 2 buah
- Mur dan baut ukuran 6-8mm - secukupnya
- Kabel – secukupnya
- Selang aerator – secukupnya
- Selang air dan klem besi untuk menyambungkan kincir dengan generator

Alat

- Gergaji besi
- Obeng
- Kunci
- *Cutter* pemotong
- Penggaris
- Kipas angin sebagai simulator angin

11.3 PEMBUATAN PROTOTIPE**1. Membuat Rangka**

Langkah pertama dalam membuat prototipe adalah membuat rangka. Besi siku ukuran 3 meter dipotong menjadi 5 bagian sehingga masing masing panjangnya 60 cm. Ini akan digunakan sebagai rangka utama. Untuk menghubungkan rangka tersebut, kami menggunakan mur dan baut yang dikecangkan dengan kunci.

2. Merakit dan Memasang Kincir Angin, Generator, Aerator dan Aksesorisnya

Untuk menyambungkan antara kincir angin dan generator listrik (dinamo sepeda), kami menggunakan selang air yang kami kencangkan dengan klem.

Proses pembuatan dan perakitan prototipe bisa dilihat di video *problem solving* yang kami kirimkan.

11.4 UJI COBA (AWAL) PROTOTIPE DAN EVALUASI

UJI COBA DAN PENGAMATAN

Untuk mensimulasikan angin yang berguna untuk memutar kincir angin, kami menggunakan kipas angin yang dipasang di depan kincir. Setelah kipas angin dihidupkan, kincir angin ikut berputar. Hasil putaran digunakan untuk menggerakkan dinamo sepeda.

Dari pengamatan kami, putaran kincir angin ternyata *mampu* menghasilkan listrik DC yang bisa menyalakan atau menghidupkan aerator. Terlihat aerator bisa menghasilkan gelembung udara.

Hasil uji coba awal prototipe bisa dilihat di video *problem solving* yang kami kirimkan.

DISKUSI PENYEMPURNAAN PROTOTIPE (EVALUASI)

Dari prototipe yang telah kami buat, ternyata jika arah angin berubah, kincir angin tidak bisa mengikuti arah perubahan angin sehingga tidak bisa berputar optimal. Untuk itu kami akan menyempurnakan prototipe sehingga jika arah angin berubah, maka kincir tetap bisa berputar secara optimal.

11.5 PERBAIKAN PROTOTIPE (PROTOTIPE FINAL)

Untuk menyempurnakan prototipe, kami mengubah desain prototipe sehingga kincir angin bisa berputar mengikuti perubahan arah angin. Untuk itu, kami akan menambahkan bearing dan sayap ekor seperti yang terlihat pada desain gambar bawah ini.



Gambar 13 Desain Prototipe Akhir

11.6 KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Prototipe yang telah kami buat berhasil menghidupkan aerator dengan menggunakan pembangkit listrik tenaga bayu. Prototipe final ini bisa diterapkan dan dibuat di setiap KJA yang ada di Teluk Lampung untuk mengurangi kematian massal ikan.

SARAN

Sebelum dibuat dan diterapkan pada KJA, maka prototipe harus diuji lebih lanjut yaitu untuk:

- Mengetahui jumlah aerasi yang dibutuhkan (dalam satuan liter/menit) per jumlah ikan dan volume keramba. Uji coba lebih lanjut bisa dilakukan untuk menghitung kebutuhan aerasi ini.
- Menentukan kecepatan angin rata-rata sehingga generator listrik mampu menghasilkan daya yang dibutuhkan oleh aerator untuk menghasilkan aerasi yang dibutuhkan.

12 DAFTAR PUSTAKA

- a) Layanan Televisi Edukasi Pusdatin Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi (sumber: <http://tve.kemdikbud.go.id/vod>)
- b) Layanan Suara Edukasi Pusdatin Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi (sumber: <http://suaraedukasi.kemdikbud.go.id/>)
- c) *How to prevent algal blooms in lakes and reservoirs* (sumber: <https://www.lgsonic.com/how-to-prevent-algal-blooms/>)
- d) *Ultrasonic algae control* (sumber: <https://www.lgsonic.com/ultrasonic-algae-control/>)
- e) Apa Penyebab Alga Berlimpah dan Bagaimana Cara Mengendalikannya? (sumber: <https://azollafishfarms.blogspot.com/2014/12/apa-penyebab-alga-berlimpah-dan.html>)
- f) Irmanto & Suyata. 2009. “*Penurunan Kadar Amonia, Nitrit, Dan Nitrat Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Arang Aktif dari Ampas Kopi*”, *Jurnal Molekul*. 2009; 4(2): 105-114.
- g) Asnita Fraselina Samosir, Bambang Yulianto, Chrisna Adhi Suryono. 2019. “*Arang Aktif dari Ampas Kopi sebagai Absorben Logam Cu Terlarut dalam Skala Laboratorium*”, *Journal of Marine Research* Vol.8, No.3 Agustus 2019, pp. 237-240.
- h) Ade Irawan, Qadar Hasani, dan Herman Yuliyanto. 2014. “*Fenomena Harmful Algal Blooms (HABs) di Pantai Ringgung Teluk Lampung, Pengaruhnya dengan Tingkat Kematian Ikan yang Dibudidayakan pada Karamba Jaring Apung*”, *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* Vol. 15 (1): 48-53.