

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Rumput Laut Coklat

Rumput laut coklat termasuk salah satu sumberdaya hayati laut yang banyak ditemukan tumbuh di perairan pantai Indonesia. Salah satu jenis alga coklat tersebut adalah *Sargassum echinocarphum*. Seperti alga coklat lainnya, *Sargassum echinocarphum* juga dapat ditemukan tumbuh melimpah pada bulan Agustus – Oktober (Rasyid, 2009). Menurut Atmadja *et al.* (1996), alga coklat lainnya yang ditemukan di perairan pantai Indonesia adalah *Turbinaria sp.*, *Hormophysa sp.* dan *Padina sp.*

Rumput laut coklat (*Sargassum sp.*) adalah genus makroalga planktonik pada ordo Fucales. Spesies ini dinamai dari Laut Sargasso di Samudra Atlantik, yang memiliki kandungan spesies *Sargassum* yang besar. Spesies genus ini dapat memanjang hingga beberapa meter. Jenis rumput laut coklat (*Sargassum sp.*) ini biasanya hidup di batu karang dan air di sepanjang tropis.

Rumput laut coklat (*Sargassum sp.*) bermanfaat rumput laut di dalam bidang farmasi (Anggadiredja, *et.al.*, 1996) dan juga mengenai teknologi ekstraksi alginat dari rumput laut coklat (Yunizal, 1999; Yunizal, 2000), di tingkat laboratorium hasilnya menunjukkan bahwa manfaat yang terkandung di dalamnya sangat berguna bagi kehidupan manusia. Nilai manfaat yang terkandung di dalamnya cukup menjanjikan, terutama bagi pengusaha pemanen rumput laut coklat dari alam, industri pengolahan (makanan, obat-obatan, kosmetika, industri) dan perdagangan (Jamal Basmal, Yunizal dan Tazwir 2000; Yunizal, Tazwir, M.Noor dan Thamrin Wikanta 2001).

Algin yang terdapat pada rumput laut coklat merupakan polimer dari asam uronat yang tersusun dalam bentuk rantai linier panjang. Bentuk algin di pasaran banyak dijumpai dalam bentuk tepung natrium, kalium atau amonium alginat yang larut dalam air. Kegunaan algin dalam industri ialah sebagai bahan pengental, pengatur keseimbangan, pengemulsi, dan pembentuk lapisan tipis yang tahan terhadap minyak. Algin dalam industri banyak digunakan dalam industri makanan untuk pembuatan es krim, serbat, susu es, roti, kue, permen, mentega, saus, pengalengan daging, selai, sirup, dan puding. Dalam industri farmasi banyak dimanfaatkan untuk tablet, salep, kapsul, plester, dan filter. Industri kosmetik untuk cream, lotion, sampo, cat rambut, dan dalam

industri lain seperti tekstil, kertas, fotografi, insektisida, pestisida, dan bahan pengawet kayu.

### 2.1.1 Faktor Lingkungan Yang Berpengaruh Terhadap Budidaya Rumput Laut Coklat

Untuk budidaya rumput laut coklat *Sargassum sp* sendiri di daerah pantai Ponjuk belum sama sekali dilakukan, namun masyarakat ponjuk sudah menguasai teknik budidaya rumput laut hijau *Euchema sp* seperti rakit bambu dan longline. Begitu pula dengan upaya konservasi terumbu karang, daerah ponjuk belum pernah digunakan sebagai daerah konservasi terumbu karang, namun untuk metode konservasi terumbu karang pada umumnya digunakan transplantasi, translokasi, dan biorock namun terkait permasalahan yang terjadi di pantai Ponjuk, diperlukan teknologi yang lebih sederhana, murah namun berdampak *multiplier effect*, baik lingkungan, ekosistem, dan juga sosial budaya masyarakat, karena itu pendekatan konsep Economics for Ecology dilakukan dengan pertimbangan, sebagai berikut:

#### A. Suhu

Suhu lingkungan berperan penting dalam proses fotosintesa, dimana semakin tinggi intensitas matahari dan semakin optimum kondisi temperatur, maka akan semakin nyata hasil fotosintesanya (Lee, *et al.* 1999). Kecukupan sinar matahari sangat menentukan kecepatan rumput laut untuk memenuhi kebutuhan nutrisi seperti karbon (C), nitrogen (N) dan fosfor (P) untuk pertumbuhan dan pembelahan selnya. Menurut Lee, *et al.* (1999), bahwa suhu yang dibutuhkan oleh beberapa rumput laut berbeda satu sama lain, tetapi secara umum suhu yang dibutuhkan oleh rumput laut untuk pertumbuhan berkisar antara 20 - 30°C. Menurut Hutagalung (1988), bahwa batas ambang suhu untuk pertumbuhan alga hijau, coklat dan merah adalah 34,5°C dan untuk alga biru hijau 37°C. Suhu mempunyai peran yang sangat penting bagi kehidupan dan pertumbuhan rumput laut. Suhu air dapat berpengaruh terhadap beberapa fungsi fisiologis rumput laut seperti fotosintesa, respirasi, metabolisme, pertumbuhan dan reproduksi (Dawes, 1981). Menurut Keputusan Menteri KLH/2/KLH/88 bahwa kisaran suhu yang demikian masih cukup ideal untuk pertumbuhan biota laut. Suhu yang terlalu rendah dan suhu yang terlalu tinggi sangat berpengaruh terhadap proses metabolisme. Menurut Rorrer, *et al.* (2004), bahwa suhu 10 - 15°C dapat meningkatkan pertumbuhan sel dan jaringan rumput laut (*L. Saccharina*) 10% / hari dan suhu 10 - 18°C dapat tumbuh 15% /hari

pada rumput laut jenis (*A. coalita*). Menurut Moll dan Deikman (1995), bahwa rumput laut tumbuh dengan cepat pada suhu 35°C dan pada suhu 40°C.

#### B. Kecerahan

Kecerahan merupakan jarak yang dapat ditembus cahaya matahari ke dalam perairan. Semakin jauh jarak tembus cahaya matahari, semakin luas daerah yang memungkinkan terjadinya fotosintesa. Kecerahan ini berbanding terbalik dengan kekeruhan (Nybakken, 1988). Menurut Effendie (2000), kecerahan adalah ukuran transparansi perairan yang ditentukan secara visual dengan menggunakan secchi disk atau lebih dikenal dengan sebutan kecerahan. Mutu dan banyaknya cahaya berpengaruh terhadap produksi dan pertumbuhan rumput laut (Kadi dan Atmadja, 1988). Menurut Archibold (1995), bahwa persaingan untuk mendapatkan cahaya dianggap sebagai faktor paling penting yang mempengaruhi penyebaran species rumput laut. Menurut Rorrer et al. (2004), bahwa alga coklat (*L. Sacharina*) dapat tumbuh dengan intensitas cahaya ( $dp < 1$  mm), Menurut Levina (1984; Jones 1993; Msuya dan Neori, 2002), bahwa sinar matahari berfungsi dalam proses fotosintesa dalam sel rumput laut.

#### C. Arus

Arus dan gerakan air mempunyai pengaruh yang besar terhadap aerasi, transportasi nutrisi, dan pengadukan air yang besar pengaruhnya terhadap keberadaan oksigen terlarut untuk menjaga kestabilan suhu (Trono dan Fortes, 1988), Peranan lain arus adalah menghindarkan akumulasi silt dan epifit yang melekat pada thallus yang dapat menghalangi pertumbuhan rumput laut. Semakin kuat arusnya, pertumbuhan rumput laut akan semakin cepat karena difusi nutrisi ke dalam sel tanaman semakin banyak sehingga metabolisme dipercepat (Soegiarto et al. 1979).

### 2.1.2 Peran dan Fungsi Pusat Penelitian Rumput Laut Coklat

Mewadahi para ilmuwan muda mengembangkan riset Menghasil produksi rumput laut coklat dengan permintaan pasar yang tidak terbatas. muncul kembali pengembangan sains building yang bertujuan sebagai wadah/ tempat bagi pemuda untuk mempelajari lebih jauh dengan terus mengembangkan invensi mereka lebih maju, sehingga warga sekitar mendapatkan ilmu dan teknik pengambilan serta budidaya yang sesuai (tidak merusak ekosistem). Bangunan BHO juga bertujuan mencari solusi perancangan bangunan di atas laut yang baik, agar bangunan mendapat kondisi termal yang sesuai, serta mengurangi tekanan aliran udara kebangunan. Sehingga mengurangi tekanan beban angin pada struktur. Dan bangunan kokoh diatas air.

## 2.2 Tinjauan Pusat Penelitian Rumput Laut

Pusat pembudayaan rumput laut merupakan tempat kegiatan penelitian dan penelitian yang bertujuan untuk memecahkan suatu persoalan, menguji hipotesis ataupun mengembangkan prinsip-prinsip umum dan memiliki tujuan pada hal yang baik, maju dan sempurna dari hal yang belum maupun sudah ada sebelumnya, serta dilakukan secara teliti menurut metode ilmiah.

### 2.2.1 Persyaratan Bangunan Penelitian

Untuk mengakomodasi kebutuhan-kebutuhan pemakai dan kegiatan yang ada, bangunan litbang harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut (TGA Suharso, Puslitbang Teknologi Informasi di Surabaya, 1998):

#### A. Fleksibilitas dan Kapabilitas

Fleksibilitas suatu laboratorium mencakup dalam peralatan mekanis, elektrik, dan sistem strukturnya. Sebuah laboratorium harus mampu fleksibel melayani dan mengikuti persyaratan dan tuntutan dalam kegiatan penelitian. Kapabilitas suatu laboratorium dapat diartikan sebagai kemampuan dari segi kelengkapan dan kesesuaian secara khusus untuk melayani fungsi penelitian yang diwadahnya. Saat ini, kemampuan untuk tumbuh (meluas), konfigurasi ulang dan multifungsi menjadi pertimbangan utama dalam mendesain laboratorium. Untuk mencapai hal tersebut, beberapa hal yang perlu dipertimbangkan (TGA Endah Susanti, Pusat Pengembangan IPTEK di D.I. Jogjakarta, 2003) :

##### 1. Interior laboratorium

Beberapa interior laboratorium yang harus bersifat fleksibel, diantaranya:

- Zona kelengkapan, direncanakan pada awal desain untuk mengakomodasikan perlengkapan, perbaikan/pemindahan meja kerja di masa yang akan datang.
- Meja kerja yang mudah dipindahkan, terdiri dari meja dan kabinet yang mudah dipindahkan. Dengan tujuan agar peneliti dapat merongkonfigurasi dan menata laboratorium sesuai dengan kebutuhan mereka.
- Partisi yang fleksibel, dapat dibuka dan dipindahkan ke tempat lain, sehingga ruang laboratorium dapat dikonfigurasi ke dalam beberapa variasi.

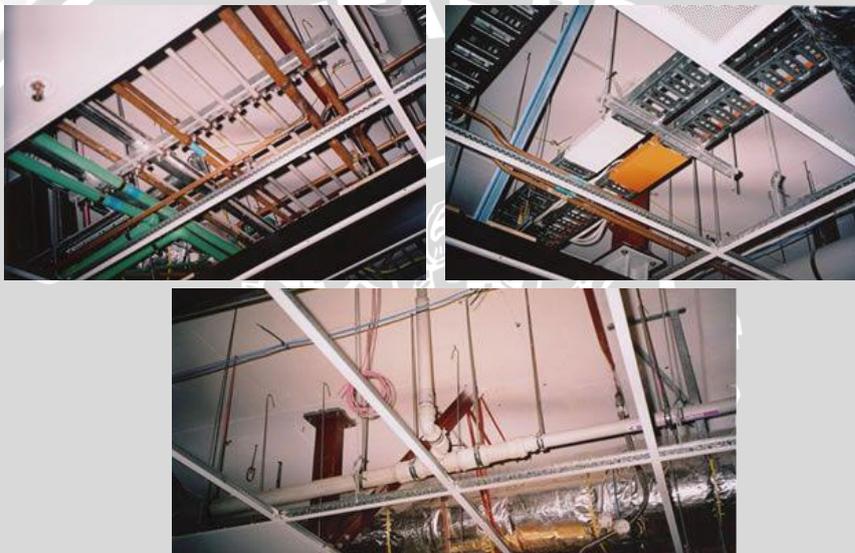




Gambar 2.1 Meja kerja yang mudah dirakit  
 Sumber : www. briangriffin.com.au

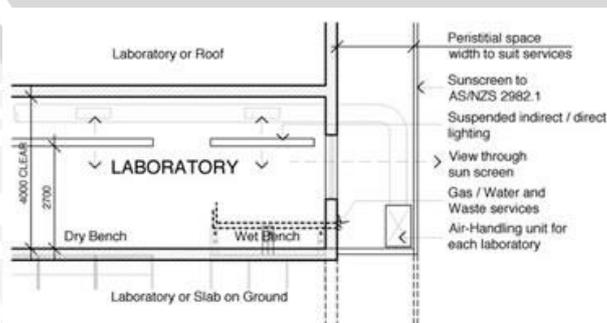
2. Sistem M.E.E. yang Fleksibel

- a. Laboratorium harus memiliki perlengkapan di dinding dan plafond untuk menggantung peralatan yang mudah dipasang/di bongkar dengan cepat.



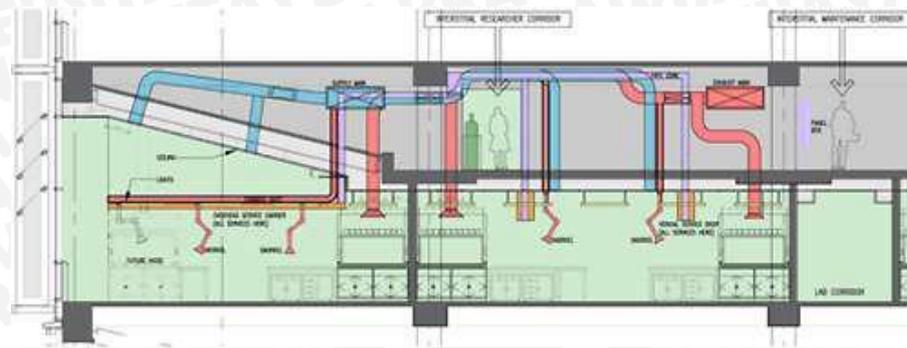
Gambar 2.2 Peletakan System MEE pada plafon yang mudah dibongkar-pasang  
 Sumber : www. briangriffin.com.au

- b. Sistem struktur harus di desain agar alat filter udara dapat dipasang/dipindahkan.
- c. Terdapat ruang di koridor utilitas, plafond, dan ruang-ruang vertikal lainnya untuk kebutuhan sistem HVAC, plumbing dan elektrikl di masa yang akan datang.



Gambar 2.3 Ruang peristitial memudahkan proses perbaikan peralatan MEE  
 Sumber : www. briangriffin.com.au

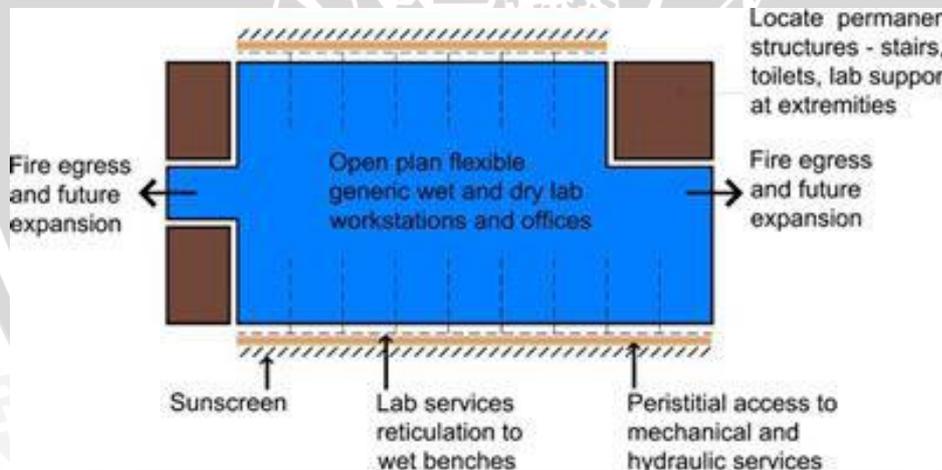




Gambar 2.4 Ruang lab dengan sistem utilitas yang fleksibel  
 Sumber : www.wbdg.org

3. Efektifitas dan efisiensi

*Form follow function* merupakan idiom yang sangat tepat untuk menggambarkan hubungan antara bentuk dengan fungsi bangunan dalam perancangan laboratorium. Berbagai bentuk geometri yang ada tidak semuanya dapat diterapkan untuk desain bentuk bangunan laboratorium. Selain itu perlu diperhatikan juga alur proses dari kegiatan yang dilakukan. Keefektifan ruang berarti tidak menyisakan ruang tidak berguna. Perhitungan terhadap kebutuhan ruang yang diperoleh dari jenis kegiatan dan peralatan yang digunakan sangat berpengaruh dalam bangunan penelitian dan pengembangan.



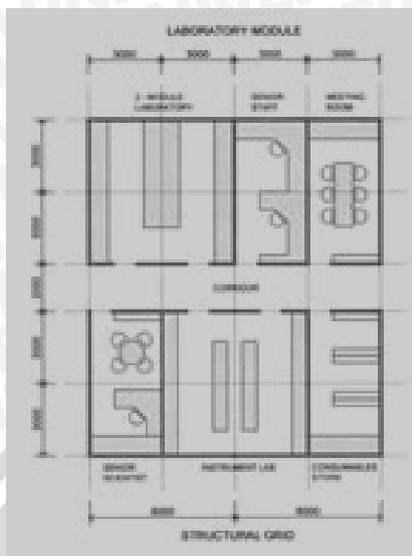
Gambar 2.5 Efektifitas ruang laboratorium yang tidak menyisakan ruang tak berguna  
 Sumber : www.briangriffin.com.au

4. Pertimbangan Arsitektural

a. Bentuk Ruang

Bentuk ruang pada bangunan litbang sangat tergantung pada kemudahan pengaruh pada alat, perlengkapan dan furniture yang mendukung keleluasaan gerak peneliti.

Berdasarkan pertimbangan efisiensi dan efektifitas, sebagian besar bentuk bangunan litbang menggunakan modul segi empat secara berulang - ulang.



Gambar 2.6 Modul segi empat pada ruang laboratorium  
Sumber : [www.briangriffin.com.au](http://www.briangriffin.com.au)

#### b. Proporsi dan skala

Kegiatan penelitian selalu melibatkan manusia sebagai subyek dan obyek yang diteliti. Kedua hal tersebut berhubungan melalui peralatan dan perlengkapan. Sifat peralatan dan perlengkapan yang ada dalam bangunan litbang adalah faktor paling berpengaruh terhadap skala ruang secara keseluruhan. Selain itu, skala dan proporsi dalam bangunan juga dipengaruhi oleh manusia dan kegiatan yang ada didalamnya, serta jenis elemen bangunan yang terdiri atas dinding, lantai, plafond, dan lain-lain.

#### c. Organisasi dan Ruang

Pertimbangan yang digunakan dalam perancangan hubungan dan organisasi ruang adalah faktor efisiensi dan efektifitas. Pada bangunan litbang, kegiatan yang terjadi secara umum dapat dibedakan atas kegiatan penelitian, kegiatan penunjang penelitian dan penunjang non penelitian. Kelompok kegiatan penelitian dan penunjang penelitian memiliki hubungan yang sangat erat dibandingkan dengan kegiatan non penelitian (kantor administrasi, auditorium, ruang pertemuan, dan lain sebagainya). Dalam bangunan litbang terdapat tiga ruang yang selalu diorganisasikan secara bersama-sama (Divisi Yayasan Nuffield, 1961), yaitu:

- 1) Laboratorium
- 2) Ruang staff peneliti
- 3) Ruang untuk keperluan khusus ( ruang sample, ruang control, ruang sentrifugal, ruang gelap dan lain sebagainya).

#### d. Dimensi Ruang

Dimensi ruang bangunan litbang ditentukan berdasarkan tipe dan jenis penelitian, peralatan dan perlengkapan, manusia dan kegiatan yang ada dalam ruang serta kondisi yang diinginkan. Kegiatan pada bangunan litbang terutama ruang laboratorium sangat tergantung pada luas ruangnya, panjang ruangan merupakan keseluruhan dinding servis yang mengakomodasikan semua peralatan kerja. Sedangkan lebar ruang adalah gabungan dari lebar peralatan serta perlengkapan, dan lebar sirkulasi. Dimensi sebuah unit laboratorium dipengaruhi oleh (TGA Susanti, Pusat Pengembangan IPTEK di D.I.Jogjakarta,2003):

- 1) Jenis dan macam kegiatan
- 2) Jumlah manusia
- 3) Cara dan waktu kerja
- 4) Standard khusus yang ditetapkan

#### e. Modul Ruang

Faktor modul erat kaitannya dengan faktor efisiensi dan efektifitas kerja pada bangunan litbang. Hal ini sangat diperlukan secara khusus pada ruang-ruang yang digunakan untuk kegiatan litbang. Modul dalam bangunan laboratorium merupakan perencanaan tiga dimensional ruang lantai yang spesifik untuk kegiatan penelitian. Dalam perencanaannya, harus dipikirkan perletakan partisi, plafond dan sistem utilitas. Selain itu penggunaan modul dipengaruhi oleh peralatan yang digunakan, sirkulasi kegiatan, serta kemudahan pengembangan layout bangunan. Setiap unit kerja mempunyai lebar rata-rata 3-3,6 m dan panjang 5-8 m, lebar koridor rata-rata 2-2,5 m dengan tinggi dinding antara 3,6-4 m. Modul laboratorium direkomendasikan berukuran 3 m (*Time Saver Standard for Building Types*).

### 2.2.2 Laboratorium Penelitian Khusus Budidaya Rumput Laut

Standar sarana dan prasarana berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Tahun 2007 Khusus Budidaya Rumput Laut tentang Ruang Praktik Program Keahlian Budidaya Rumput Laut.

A. Ruang dan demplot praktik Program Keahlian Budidaya Rumput Laut berfungsi sebagai tempat berlangsungnya kegiatan penelitian, yaitu pemilihan dan pengujian bibit, kultur jaringan, penanaman di laut, pemilihan dan pengujian hasil panen untuk diklasifikasikan, dan penyimpanan dengan perlakuan khusus terhadap rumput laut sesuai jenis dan karakteristik.

- B. Luas minimum ruang laboratorium Budidaya Rumput Laut adalah 192 m<sup>2</sup> untuk menampung 28 peneliti, yang meliputi: laboratorium basah 32 m<sup>2</sup>, laboratorium kultur jaringan 32 m<sup>2</sup>, laboratorium hama dan penyakit 16 m<sup>2</sup>, indoor cultur 32 m<sup>2</sup>, ruang pasca panen 32 m<sup>2</sup>, ruang penyimpanan dan instruktur 48 m<sup>2</sup>.
- C. Luas minimum Demplot di laut adalah 4.000 m<sup>2</sup> untuk menampung 4 peneliti.
- D. Laboratorium Budidaya Rumput Laut dilengkapi prasarana sebagaimana tercantum pada Tabel 2.1

**Tabel 2.1 Jenis, Rasio, dan Deskripsi Standar Prasarana Laboratorium Budidaya Rumput Laut**

No.	Jenis	Rasio	Deskripsi
1	Laboratorium basah	4 m <sup>2</sup> /peneliti	Kapasitas untuk 8 peneliti. Luas minimum adalah 32 m <sup>2</sup> . Lebar minimum adalah 8 m.
2	Laboratorium kultur jaringan	4 m <sup>2</sup> /peneliti	Kapasitas untuk 8 peneliti. Luas minimum adalah 32 m <sup>2</sup> . Lebar minimum adalah 8 m.
3	Laboratorium hama dan penyakit	4 m <sup>2</sup> /peneliti	Kapasitas untuk 4 peneliti. Luas minimum adalah 16 m <sup>2</sup> . Lebar minimum 4 m.
4	Demplot di laut	1000 m <sup>2</sup> /peneliti	Kapasitas untuk 4 peneliti. Luas minimum adalah 4000 m <sup>2</sup> . Lebar minimum 20 m.
5	Ruang pascapanen	8 m <sup>2</sup> /peneliti	Kapasitas untuk 4 peneliti. Luas minimum adalah 32 m <sup>2</sup> . Lebar minimum adalah 4 m.
6	Ruang penyimpanan dan instruktur	4 m <sup>2</sup> /instruktur	Luas minimum adalah 48 m <sup>2</sup> . Lebar minimum adalah 6 m.

- E. Ruang dan demplot Budidaya Rumput Laut dilengkapi sarana sebagaimana tercantum pada Tabel 2.2 sampai dengan Tabel 2.7.

**Tabel 2.2 Standar Sarana pada Laboratorium Basah**

No.	Jenis	Rasio	Deskripsi
<b>1</b>	<b>Perabot</b>		
1.1	Meja kerja	1 set/lab	Untuk minimum 8 peneliti pada pekerjaan pemilihan dan pengujian bibit.
1.2	Kursi kerja/stool		
1.3	Lemari simpan alat dan bahan		
<b>2</b>	<b>Peralatan</b>		
2.1	Peralatan untuk pekerjaan pemilihan dan pengujian bibit	1 set/lab	Untuk minimum 8 peneliti pada pekerjaan pemilihan dan pengujian bibit.
<b>3</b>	<b>Media informasi</b>		
3.1	Papan tulis	1 buah/lab	Untuk mendukung minimum 8 peneliti pada pelaksanaan kegiatan penelitian yang bersifat teoritis.
<b>4</b>	<b>Perlengkapan lain</b>		
4.1	Kotak kontak	Min. 1 buah/lab.	Untuk mendukung operasionalisasi peralatan yang memerlukan daya listrik.
4.2	Tempat sampah	Min. 1 buah/lab.	

**Tabel 2. 3 Standar Sarana pada Laboratorium Kultur Jaringan**

No.	Jenis	Rasio	Deskripsi
<b>1</b>	<b>Perabot</b>		
1.1	Meja kerja	1 set/lab	Untuk minimum 8 peneliti pada pekerjaan pengembang biakan bibit.
1.2	Kursi kerja/stool		
1.3	Lemari simpan alat dan bahan		
<b>2</b>	<b>Peralatan</b>		
2.1	Peralatan untuk pekerjaan kultur jaringan.	1 set/lab	Untuk minimum 8 peneliti pada pekerjaan pengembang biakan bibit.
<b>3</b>	<b>Media informasi</b>		
3.1	Papan tulis	1 buah/lab	Untuk mendukung minimum 8 peneliti pada pelaksanaan kegiatan penelitian yang bersifat teoritis.
<b>4</b>	<b>Perlengkapan lain</b>		
4.1	Kotak kontak	Min. 1 buah/lab.	Untuk mendukung operasionalisasi peralatan yang memerlukan daya listrik.
4.2	Tempat sampah	Min. 1 buah/lab.	

**Tabel 2. 4 Standar Sarana pada Laboratorium Hama dan Penyakit**

No.	Jenis	Rasio	Deskripsi
<b>1</b>	<b>Perabot</b>		
1.1	Meja kerja	1 set/lab	Untuk minimum 4 peneliti pada pekerjaan penanganan hama dan penyakit.
1.2	Kursi kerja/stool		
1.3	Lemari simpan alat dan bahan		
<b>2</b>	<b>Peralatan</b>		
2.1	Peralatan untuk pekerjaan penanganan hama dan penyakit	1 set/lab	Untuk minimum 4 peneliti pada pekerjaan hama dan penyakit.
<b>3</b>	<b>Media informasi</b>		
3.1	Papan tulis	1 buah/lab	Untuk mendukung minimum 8 peneliti pada pelaksanaan kegiatan penelitian yang bersifat teoritis.
<b>4</b>	<b>Perlengkapan lain</b>		
4.1	Kotak kontak	Min. 1 buah/lab.	Untuk mendukung operasionalisasi peralatan yang memerlukan daya listrik.
4.2	Tempat sampah	Min. 1 buah/lab.	

**Tabel 2.5 Standar Sarana pada Demplot Praktik**

No.	Jenis	Rasio	Deskripsi
<b>1</b>	<b>Perabot</b>		
1.1	Meja kerja	1 set/demplot	Untuk minimum 4 peneliti pada pekerjaan penanaman bibit di laut.
1.2	Kursi kerja/stool		
1.3	Lemari simpan alat dan bahan		
<b>2</b>	<b>Peralatan</b>		
2.1	Peralatan untuk pekerjaan demplot praktik	1 set/demplot	Untuk minimum 4 peneliti pada pekerjaan penanaman bibit di laut.
<b>3</b>	<b>Media informasi</b>		
3.1	Papan tulis	1 buah/lab	Untuk mendukung minimum 8 peneliti pada pelaksanaan kegiatan penelitian yang bersifat teoritis.
<b>4</b>	<b>Perlengkapan lain</b>		
4.1	Kotak kontak	Min. 1 buah/demplot.	Untuk mendukung operasionalisasi peralatan yang memerlukan daya listrik.
4.2	Tempat sampah	Min. 1 buah/demplot.	

**Tabel 2.6 Standar Sarana pada Ruang Pascapanen**

No.	Jenis	Rasio	Deskripsi
<b>1</b>	<b>Perabot</b>		
1.1	Meja kerja	1 set/ruang	Untuk minimum 4 peneliti pada pekerjaan pemilihan hasil panen untuk di klasifikasikan.
1.2	Kursi kerja/stool		
1.3	Lemari simpan alat dan bahan		
<b>2</b>	<b>Peralatan</b>		
2.1	Peralatan untuk pekerjaan hasil panen	1 set/ruang	Untuk minimum 4 peneliti pada pekerjaan pemilihan hasil panen untuk di klasifikasikan.
<b>3</b>	<b>Media informasi</b>		
3.1	Papan tulis	1 buah/lab	Untuk mendukung minimum 8 peneliti pada pelaksanaan kegiatan penelitian yang bersifat teoritis.
<b>4</b>	<b>Perlengkapan lain</b>		
4.1	Kotak kontak	Min. 1 buah/ruang.	Untuk mendukung operasionalisasi peralatan yang memerlukan daya listrik.
4.2	Tempat sampah	Min. 1 buah/ruang.	

**Tabel 2.7 Standar Sarana pada Ruang Penyimpanan**

No.	Jenis	Rasio	Deskripsi
<b>1</b>	<b>Perabot</b>		
1.1	Meja kerja	1 set/ruang	Untuk minimum 12 instruktur.
1.2	Kursi kerja		
1.3	Rak alat dan bahan		
1.4	Lemari simpan alat dan bahan		
<b>2</b>	<b>Peralatan</b>		
2.1	Peralatan untuk ruang penyimpanan dan instruktur	1 set/ruang	Untuk minimum 12 instruktur.
<b>3</b>	<b>Media data</b>		
3.1	Papan data	1 buah/ruang	Untuk pendataan penyimpanan
<b>4</b>	<b>Perlengkapan lain</b>		
4.1	Kotak kontak	Min. 2 buah/ruang.	Untuk mendukung operasionalisasi peralatan yang memerlukan daya listrik.
4.2	Tempat sampah	Min. 1 buah/ruang.	

### 2.3 Tinjauan Struktur Apung

Konsep struktur terapung digunakan sebagai tanah dengan luas permukaan yang luas. Konsep ini mampu bertahan saat terjadi gempa, karena strukturnya mengapung di atas air dan dapat terhindar dari kerusakan bangunan. Desain struktur yang mampu melindungi dari bencana alam seperti gempa adalah sebuah struktur yang kokoh, tahan gempa dan berbobot ringan, serta dapat mengapung di atas air. Desain struktur seperti inilah yang kini mulai dikembangkan oleh para ahli di bidang terkait, untuk memaksimalkan penggunaan lahan dan meminimalkan kerusakan yang terjadi saat gempa. Dengan sistem struktur tersebut, dapat menyelamatkan manusia dan barang-barang yang berada pada bangunan dan mampu menghindarkan kerusakan dari struktur itu sendiri saat terjadi gempa.

Pengembangan wilayah pantai selalu menarik perhatian dari banyak pihak, karena pekerjaan pengembangan wilayah pantai merupakan suatu megaprojek, baik dari sisi investasi dan wujud fisik struktur yang ditangani. Oleh karena itu, para ahli di bidang struktur kini terus melakukan inovasi untuk mendapatkan sistem struktur yang mampu diaplikasikan secara efektif dari sisi pembiayaan maupun teknologi dalam rangka pengembangan wilayah pantai, tanpa mengganggu ekosistem pantai dan menimbulkan kerusakan lingkungan. Salah satu system struktur yang kini secara intensif diuji coba dan dilakukan pengembangan, adalah konsep struktur terapung.

Dalam konsep struktur terapung ini, secara umum terdapat perbedaan yang sangat mendasar dibandingkan proses pembangunan struktur bangunan di darat (land-base structures). Struktur bangunan darat, proses pembangunannya sejak tahap awal hingga akhir dilakukan di tempat yang sama. Sebaliknya, struktur terapung, apapun jenisnya dibangun atau difabrikasi di tempat yang berbeda dengan lokasi terakhir di tempat instalasinya. Perbedaan kondisi inilah yang menyebabkan perbedaan proses pembangunan dan teknologi yang diperlukan dalam aplikasinya.

Konsep terapung yang akan digunakan dalam pusat penelitian rumput laut di Pantai Ponjuk, Talango adalah struktur apung *pontoon*. Tipe *pontoon* merupakan struktur terapung yang sering ditemui pada beberapa pelabuhan. Namun, untuk jenis struktur apung ini agak berbeda, dengan bentuk seperti piring yang sangat besar dan biasanya ditempatkan pada wilayah yang mempunyai perairan cukup tenang, seperti laguna atau teluk. Di Jepang, struktur ini sering disebut megafloat, dimensinya biasanya lebih besar dari 60 meter. Struktur mega float terdapat struktur tambahan, yaitu pemecah gelombang. Biasanya gelombang maksimal yang mampu ditahan tidak lebih dari 4 meter.

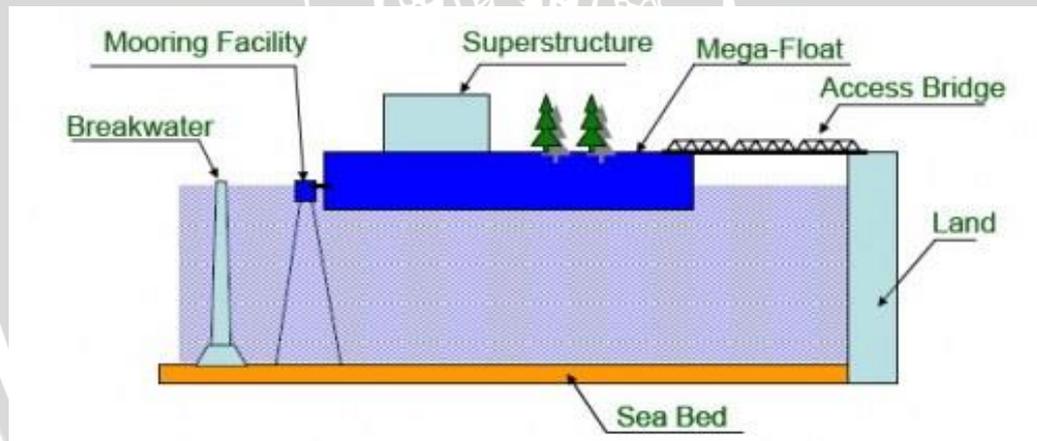
Pengembangan struktur terapung kini sudah berada pada tingkat eskalasi yang menakjubkan. Di masa mendatang, diperkirakan bangunan struktur terapung ini akan menjadi primadona konstruksi. Di beberapa negara maju, sejarah penggunaan struktur mengapung ini sudah sampai pada pengembangan konstruksi di bangunan terapung skala besar, seperti pembangunan bandara internasional terapung (*floating airport*), jembatan apung (*floating bridge*), pemecah gelombang terapung (*floating breakwater*), bahkan kota terapung (*floating city*).

Di negara maju seperti Jepang, *floating structure* atau struktur terapung ini, antara lain tidak menambah massa benda yang mendesak massa air, sehingga tidak menimbulkan efek kenaikan muka air laut. Selain itu, juga tidak menimbulkan *scouring* atau gerusan pada

pondasi pilar jembatan. Dimana, pilar jembatan konvensional umumnya mengalami masalah *scouring* yang dapat membahayakan pondasi struktur.

Dari sisi konstruksi, aplikasi struktur terapung jauh lebih efisien karena tidak perlu pembuatan dan pengerjaan desain pondasi konvensional seperti tiang pancang dan lainnya. Konstruksi mengapung ini hanya diikat dengan anchor, karena konstruksi ini dirancang hanya untuk menahan beban tarik. Untuk lebih mudah memahami dan menyederhanakannya, seperti anchor/jangkar dari sebuah kapal. Di sini, kapal seolah sebagai struktur terapung dan jangkar sebagai pengikat.

Untuk ketahanan terhadap hempasan gelombang pada anchor sangat kecil kemungkinannya. Yang paling mungkin, adalah justru *displacement* tanah dasar akibat gempa dapat menyebabkan kerusakan atau pergeeran anchor. Gelombang tidak berbahaya bagi anchor, karena semakin ke dasar pantai, gerak orbital gelombang semakin kecil dan kecepatan di dasar juga kecil. Namun secara keseluruhan, struktur terapung lebih tahan terhadap gempa, karena secara struktur tidak tertanam di tanah atau tidak berbasis pondasi, melainkan mengapung di atas air dan hanya diikat dengan anchor.



Gambar 2.7 Mega Float  
Sumber : *Google.com* , 2011

Kelebihan dari *mega float* adalah :

- Lebih murah.
- Dari segi lingkungan cukup bersahabat karena tidak merusak ekosistem laut.

- c. Lebih mudah dan cepat untuk dibuat (biasanya dibuat pada galangan kapal).
- d. Lebih mudah untuk dipindahkan dan dikembangkan apabila menggunakan *modular form*.
- e. Tidak mengalami *settlement*, untuk reklamasi biasaya terjadi saat mulai terjadi konsolidasi.
- f. Area disekitar *mega float* dapat dikembangkan untuk berbagai fasilitas olah raga air lainnya.

*Floating structure* telah digunakan untuk penampungan minyak yang dibentuk seperti *flat –tanker (box shaped )* dijepang. Lokasinya adalah diwilayah Shirashima dengan kapasitas 5.6 juta kiloliter dan di Kamigoto dengan kapasitas 4.4 juta kiloliter. Untuk infrastruktur lainnya juga banyak digunakan salah satunya adalah *offshore airport/ floating airport*.



Gambar 2.8 Floating Strucutre  
Sumber : *Google.com* , 2011

Dewasa ini dan di masa depan, diperkirakan *floating structure* atau struktur bangunan terapung akan menjadi primadona konstruksi. Di banyak negara maju, sejarah penggunaan struktur terapung sudah sampai pada tahap pengembangan *very large floating structure* atau konstruksi bangunan terapung skala besar misalnya untuk pembangunan bandara internasional terapung (*floating airport*), jembatan apung (*floating bridge*), pemecah gelombang terapung (*floating breakwater*), bahkan kota terapung (*floating city*). Keuntungan dari adanya bangunan terapung antara lain tidak menambah massa benda yang mendesak massa air sehingga tidak menimbulkan efek kenaikan muka air laut. Keuntungan berikutnya adalah tidak menimbulkan *scouring* pada pondasi pilar jembatan. Pilar jembatan konvensional umumnya mengalami masalah *scouring* atau gerusan yang dapat

membahayakan pondasi struktur. Keuntungan dari penggunaan *floating structure* menurut Watanabe (2004) adalah sebagai berikut:

- a. Efisiensi konstruksi karena tidak perlu pembuatan dan pengerjaan desain pondasi
- b. ramah lingkungan karena tidak merusak dan tidak menambah volume benda yang bersifat *massive structure*.
- c. mudah dan cepat dalam pengerjaan karena proses pengerjaan dengan metode perakitan (*assembling method*).
- d. tahan terhadap gempa karena secara struktur tidak tertanam di tanah atau tidak berbasis pondasi namun mengapung dan hanya di ikat dengan *anchor*.
- e. mudah dipindah maupun diperbaiki karena sifatnya yang dapat dirakit (*assembling method*).
- f. konstruksi apung tidak mengalami proses konsolidasi maupun setlemen.
- g. cocok untuk pembuatan konstruksi yang mengedepankan estetika model atau bentuk dibandingkan metode konvensional yang umumnya kaku.

#### **Eco Float**

Eco Float merupakan bahan yang dapat digunakan untuk struktur apung berupa pontoon. Berikut keunggulan eco float :

- a. Keamanan : Permukaan pontoon yang anti slip membuat Modular Float System bebas dari bahaya tergelincir. Modular Float Sytem juga anti karat dan aman dibuat berjalan karena ponton nya yang stabil.
- b. Fleksibilitas : bisa digunakan dimana mana dengan medan/ lapangan yang bervariasi dan dapat di ubah sewaktu-waktu sesuai dengan keinginan.
- c. Ekonomis : Biaya pemeliharaan yang murah.
- d. Konstruksi yang Simple : mudah, cepat memasang dan membongkar.
- e. Warna : bervariasi dari warna biru, oranye, abu-abu dan lain-lain.
- f. Daya tahan : tahan dengan sinar UV, cuaca dingin, air laut, korosi, zat kimia dan oli.
- g. Daur Ulang : dengan bahan dari HDPE, 100% dapat di daur ulang dan ramah lingkungan.
- h. Kompresi Tinggi : lebih dari 3500 kg/sqm.
- i. Kekuatan : test uji tari dengan hasil lebih dari 1950 kg/sqm yang disetujui oleh pihak berwenang ; test speed dengan hasil 50 mm/min.

**Solusi:**

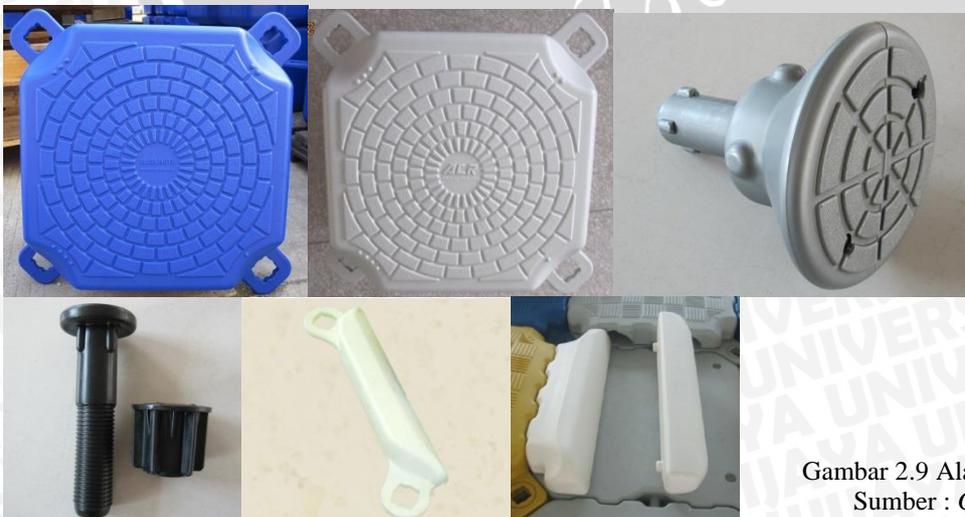
- Sistem Mengambang (*floating system*) yang mudah dipasang
- Biaya terjangkau
- Ramah Lingkungan
- Fleksibel, dapat dikonfigurasi untuk berbagai ukuran dan bentuk yang sesuai untuk beragam tipe aplikasi
- Perawatan minimum

**Keuntungan:**

- Kapasitas muatan besar hingga 350kg/m<sup>2</sup>
- Material Terjamin - *High Density Polyethylene(HDPE)* yang tahan terhadap sinar UV, air laut, korosi, kimiawi dan minyak.
- Permukaan yang tidak licin dan ujung yang siku
- Datang dengan cetakan modular untuk mempermudah instalasi.

**Aplikasi:**

- Permukaan mengapung (Floating Jetty)
- Properti tepi air (Waterfront Property)
- Panggung Aquatic untuk pertunjukan Watershow dan aktifitas lainnya
- Landasan pendaratan untuk olahraga Aquatic
- Landasan mengapung untuk kebutuhan rekayasa Militer
- Jembatan Apung
- Separasi dan Pembatas untuk Kolam Renang
- Tambak Ikan dan budidaya Air (Aquaculture)
- Landasan Apung untuk Industri dan proyek Komunitas
- Penanda Batas wilayah Air



Gambar 2.9 Alat dan Bahan Eco Float  
Sumber : *Google.com* , 2011



Gambar 2.10 Sambungan Eco Float  
 Sumber : *Google.com* , 2011



Gambar 2.11 Jetty Dock dengan Eco Float  
 Sumber : *Google.com* , 2011



Gambar 2.12 Fish Farm Dan Jembatan Dengan Eco Float  
 Sumber : *Google.Com* , 2011



Gambar 2.13 Rumah Terapung Dan Jet Ski Dock Dengan Eco Float  
 Sumber : *Google.Com* , 2011

## 2.4 Tinjauan Struktur Kapal

Konstruksi badan kapal terdiri dari lambung kiri dan lambung kanan, lunas dan beberapa geladak. Konstruksi Bangunan atas kapal adalah bangunan tambahan yang terletak di bagian atas kapal, panjangnya sebagian panjang geladak dan pada beberapa hal mungkin sepanjang geladak. Kapal sebagai sarana transportasi, selain mengalami beban muatan juga mengalami beban konstruksinya sendiri.

Konstruksi kapal secara umum berarti komponen-komponen suatu bangunan yang mendukung suatu bangunan yang mendukung suatu desain. Dalam bidang perkapalan, konstruksi kapal merupakan susunan komponen-komponen pada bangunan kapal yang mana terdiri dari badan kapal beserta bangunan atas (super structure).

Macam-Macam Sistem Konstruksi Kapal, Pada dasar badan kapal terdiri dari komponen-komponen konstruksi yang letaknya arah melintang dan memanjang. Dalam menyusun komponen-komponen di atas menjadi konstruksi badan kapal secara keseluruhan dikenal beberapa cara yang biasa dipakai dalam praktek antara lain:

### A. Sistem Rangka Konstruksi Melintang kapal

Sistem rangka konstruksi melintang kapal ialah merupakan konstruksi dimana beban yang bekerja pada konstruksi diterima oleh pelat kulit dan balok-balok memanjang dari kapal dengan pertolongan balok-balok yang terletak melintang kapal. Fungsi balok-balok memanjang antara lain :

1. Menjamin kestabilan bentuk lengkungan balok-balok melintang utama
2. Untuk pembagian gaya yang terpusat pada beberapa balok melintang utama yang berdekatan

Kebaikan dari rangka konstruksi melintang:

1. Menghasilkan konstruksi yang sederhana
2. Mudah dalam pembangunannya
3. Kekuatan melintang kapal baik sekali dengan adanya gading-gading utama
4. Jumlah dinding sekat melintang diperkecil
5. Memperkecil ruang palka

Kejelekan dari sistem rangka konstruksi melintang:

1. Modulus penampang melintang kapal adalah kecil dimana balok-balok memanjang hanyalah pelat geladak, dasar ganda dan kulit dasar serta penumpu tengah yang tak terpotong dan penumpu geladak.

2. Kestabilan dari pelat kulit lebih kecil.
3. Sistem konstruksi ini hanya dipakai pada kapal-kapal yang pendek dimana kekuatan memanjang kapal sebagai akibat momen lengkung kapal tidak besar dan tidak begitu berbahaya.

## B. Sistem Rangka Konstruksi Memanjang

Sistem konstruksi rangka memanjang ialah konstruksi dimana padanya bekerja beban yang diterima oleh rangka konstruksi dan diuraikan pada hubungan-hubungan kaku melintang kapal dengan pertolongan balok-balok memanjang. Kebaikan dari sistem rangka konstruksi memanjang ialah:

1. Dengan adanya balok-balok memanjang yang tidak terpotong akan memperbesar modulus penampang melintang kapal.
2. Dengan melekatnya balok-balok memanjang pada pelat dasar ganda berarti akan lebih kaku konstruksi-konstruksi tersebut serta memperbesar kestabilannya.

Kejelekan dari sistem rangka konstruksi memanjang ialah:

1. Mengharuskan membuat dinding sekat melintang yang banyak pada kapal.
2. Memperbesar jumlah lubang palka
3. Mempersatukan operasi pemuatan dan pembongkaran barang.
4. Sulit mengangkat barang-barang berukuran besar.

## 2.5 Tinjauan Komparasi

### 2.5.1 Bandara Terapung Yokosuka di Tokyo Bay

Ponton (Struktur terapung) terbesar dibangun sejauh ini adalah Mega Float, prototipe bandara terapung dibangun di Tokyo Bay 1998-1999.

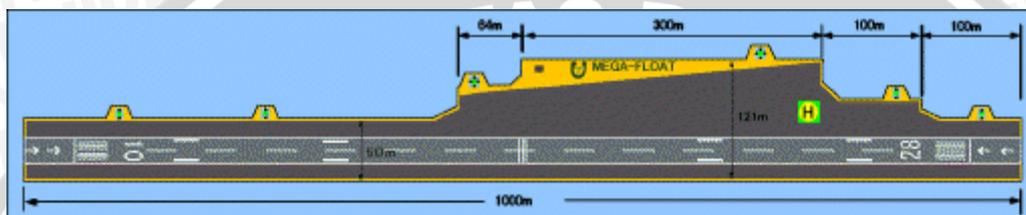
Struktur terapung yang sangat besar, Mega-Float, selesai sebagai model bandara terapung Yokosuka di Tokyo Bay pada bulan Agustus 1999. Mega float terdiri dari enam unit, yang dilas ke dalam satu struktur besar berukuran panjang 1.000 m, lebar 60m (parsial 121m) dan tebal 3m secara mendalam. Mega float adalah terbesar di dunia sebagai objek mengambang. Unit terbesar adalah 383 m x 60 m. Mega float sekarang digunakan untuk tes take-off dan landing pesawat terbang menggunakan, untuk memverifikasi komersialisasi.

Dari semua laporan dari tes sejauh ini, hasilnya lebih baik dari yang diharapkan dan platform terbukti sangat stabil, pada dasarnya tidak ada gerakan yang disebabkan oleh gelombang atau pesawat mendarat atau lepas landas.

Unit ini terbuat dari baja dan besi dengan dinding atau pilar dalam struktur kotak, ia dirancang untuk memiliki harapan hidup 100 tahun. Proyek ini oleh konsorsium 17 perusahaan Jepang. Meskipun hal ini telah digunakan untuk mendarat pesawat kecil, itu adalah tentang skala seperempat dari unit produksi yang diusulkan selesai.



Gambar 2.14 Mega Float pada bandara terapung di Tokyo Bay  
Sumber : *Google.com* , 2011



### 2.5.2 Rumah Terapung, Danau Huron, Kanada

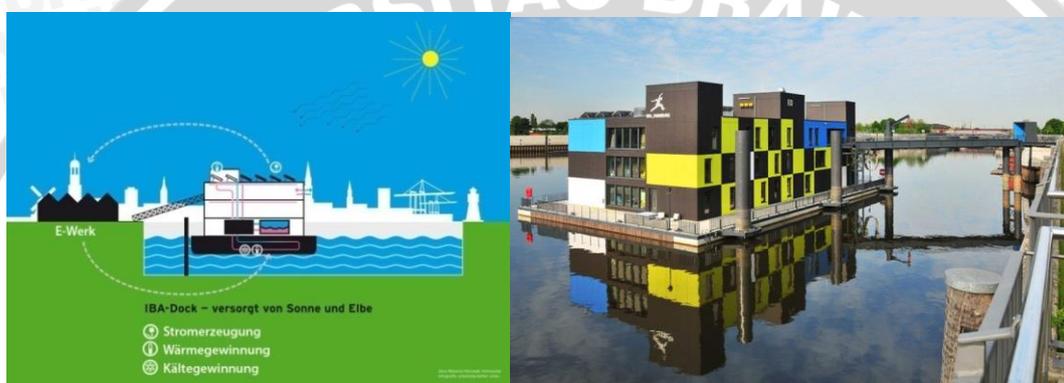
Terletak dekat sebuah pulau kecil di Danau Huron di Kanada, rumah ini liburan yang tidak biasa hanya dapat diakses dengan perahu. Dirancang oleh arsitek MOS, rumah ini mengapung di atas ponton baja yang memungkinkan untuk berfluktuasi seiring dengan perubahan level air di danau.



Gambar 2.15 Rumah terapung, Kanada  
Sumber : *www.anehdidunia.com*, 2012

### 2.5.3 IBA Dock, Jerman

Bangunan apung ini bisa dibongkar ulang dan dipindah-pindahkan. Bangunan ini didirikan oleh Slawik Architekten yang merupakan salah satu perusahaan arsitek terkemuka di Jerman. Tema bangunan yang diangkat kali ini merupakan bangunan ramah lingkungan yang menggunakan sumber energi alami sebagai pengganti minyak dan gas. Bangunan ini menggunakan matahari dan temperatur permukaan air dalam memenuhi pasokan listrik dan kebutuhan lain seperti pemanas ruangan dan *Air Conditioner*. Energi Matahari ditangkap dan diolah menjadi listrik oleh panel fotovoltaik yang terpasang di sistem bangunan.



Gambar 2.16 Proses pengerjaan IBA dock, Jerman  
Sumber : [www.designboom.com](http://www.designboom.com), 2012

Bangunan yang akan digunakan sebagai perkantoran ini mengambang di atas Sungai Elbe. Bangunan ini dibuat mengapung di atas air untuk mempersiapkan diri menghadapi kenaikan air laut yang disebabkan oleh adanya pemanasan global. Dengan sifatnya yang dapat mengapung di atas air, sebarangpun tingkat kenaikan air laut yang terjadi, bangunan ini akan bisa menyesuaikan diri dan tidak ikut terbenam bersama bangunan lain di pusat kota.



Gambar 2.17 Interior IBA dock, Jerman  
Sumber : [www.designboom.com](http://www.designboom.com), 2012

Bangunan yang diberi nama IBA Dock ini mempunyai tiga tingkat bangunan yang terdiri atas tiga modul kerangka baja rakitan yang masing-masing merupakan satu paket langit-langit, dinding dan lantai. Tiga kerangka baja modular ini digabungkan atau diisolasi menggunakan panel semen fiber. Kerangka baja modular ini bisa dibongkar dan dirakit ulang saat dipindahkan ke tempat lain atau untuk menyeberangi bawah jembatan yang tidak terlalu tinggi.

Pengunjung bisa mengakses bagian atas dek melalui akses khusus pejalan kaki yang terhubung ke daratan. Bangunan ini mempunyai dinding setebal 20 cm dan mampu menampung maksimal 1600 orang. Biaya pembangunan gedung ini ternyata mencapai jumlah yang tidak sedikit, yakni menghabiskan sampai 8.000.000 EUR atau sebesar 101 milyar rupiah lebih.



Gambar 2.18 Bangunan IBA dock, Jerman  
Sumber : [www.designboom.com](http://www.designboom.com), 2012

#### 2.5.4 Ark Hotel, Rusia

Hotel berbentuk kerang ini didesain tahan yang banjir akibat kenaikan ekstrim permukaan air laut juga terhadap gelombang. Ark Hotel dapat mengapung dan timbul secara otomatis di permukaan air. Tak hanya itu, hotel ini juga tahan gempa, dan bisa didirikan di daerah yang berbahaya secara seismik. Arsiteknya mengklaim, desain yang terdiri dari konstruksi busur dan kabel dengan bantalan bisa mendistribusikan berat secara merata saat terjadi gempa. Selain itu, struktur bawah tanahnya berbentuk tempurung, tanpa tepian atau sudut. Hotel raksasa yang mengambang ini diklaim juga sebagai 'biosfer', surga yang nyaman bagi para penghuninya, bahkan saat bencana sekalipun.



Gambar 2.19 Ark Hotel di Russia  
Sumber : *google.com* , 2011

### 2.5.5 Pusat Penelitian Kelautan, Bali

Kawasan Pantai Kuta di Bali akan memiliki sebuah bangunan Pusat Penelitian Kelautan (Marine Research Center) yang megah dengan desain unik. Saat ini desain bangunan tersebut sedang dikerjakan oleh perusahaan Solus 4. Tujuan dari proyek ini adalah untuk menjawab kebutuhan untuk penelitian tsunami dan persiapan dalam menanggapi kerusakan yang disebabkan oleh gempa bumi dan tsunami. Bangunan dengan luas 2.500 meter persegi ini direncanakan akan didirikan dengan lokasi 150 meter dari garis Pantai Kuta. Desainnya sendiri dirancang untuk dapat beradaptasi dengan lingkungan alam perairan dan memungkinkan bagi pengunjung dan para ilmuwan untuk mendapatkan pemandangan langsung yang alami di luar bangunan. Pusat penelitian kelautan ini terdiri dari laboratorium, kamar tidur bagi para ilmuwan, kolam air laut, perpustakaan, taman air, dan auditorium yang sebagian akan berada di atas permukaan laut dan sebagiannya lagi berada dibawah permukaan laut. Seperti tampak pada gambar.



Gambar 2.20 Pusat Penelitian Kelautan di Bali  
Sumber : *google.com* , 2011

### 2.6 Kerangka Teori

Berdasarkan tinjauan pustaka yang telah diuraikan di atas, dapat dibuat kerangka teorinya sebagai berikut:



Gambar 2.21 Kerangka Teori