

BAB II

TINJAUAN UMUM FASILITAS PENELITIAN ENERGI LAUT

2.1. Tinjauan tentang Fasilitas Penelitian Energi Laut

2.1.1. Pengertian Fasilitas Penelitian Energi Laut

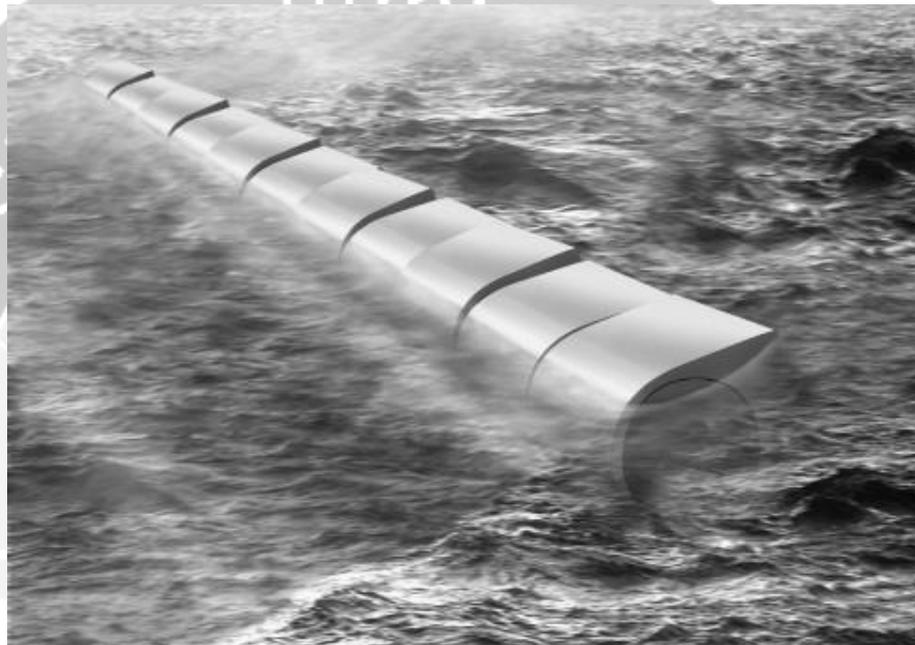
Kata fasilitas berarti sarana untuk melancarkan fungsi (Kamus Besar Bahasa Indonesia). Sementara penelitian berarti suatu kegiatan ilmiah yang didasarkan pada analisis dan konstruksi yang dilakukan secara sistematis, metodologis dan konsisten (Soekanto, 2008). Bila digabung, fasilitas penelitian merupakan sarana untuk melakukan suatu kegiatan ilmiah. Sehingga menjadikan fasilitas energi penelitian laut sebagai sarana untuk mempelajari dan memanfaatkan energi laut, serta mengembangkan teknologi untuk pemanfaatannya.

2.1.2. Sejarah Penemuan Energi Laut dan Penelitiannya

Energi laut pernah dicoba untuk digunakan pada tahun 1890. Namun pada waktu itu, peneliti-peneliti masih belum terlalu paham tentang bagaimana penggunaannya – mengingat listrik masih merupakan bentuk energi yang baru dan belum banyak digunakan. Pada awal abad 20M, riset tentang energi kelautan juga belum mendapat perhatian khusus dari pemerintah dikarenakan pasokan energi yang saat itu masih merupakan minyak bumi dan gas masih berlimpah. Permasalahan energi mulai muncul pada akhir abad 20M dan awal abad 21M. Ketersediaan energi migas mulai menurun dan satu-satunya jalan adalah melalui pengembangan energi terbarukan. Hingga saat ini, penggunaan energi terbarukan masih pada angka 19,2% (21,7% surya, 20,8% angin, 20,3% laut, 17,9% gas alam, 10,7% batubara dan 8.6% nuklir). Energi laut sendiri merupakan energi yang paling baru dan memiliki potensial terbesar – mengingat 70% permukaan bumi adalah laut. Paten pertama penggunaan energi laut kembali ke tahun 1799 – yang diajukan oleh Girard dan anaknya di Paris (Elsevier, 2002). Sejak saat itu, penelitian tentang energi laut dan pemanfaatannya terus berkembang sehingga dari tahun 1855 s/d 1973, terdapat setidaknya 340 paten yang menyangkut energi laut di Inggris. Bochaux-Praceique mengembangkan alat yang dinamai kolom air osilasi pada tahun 1910 di Royan, Perancis untuk menerangi rumahnya (Leishman dan Scobie, 2009). Pada tahun 1940, penelitian ilmiah mengenai energi ombak dipelopori oleh eksperimen-eksperimen Yoshio Masuda. Masuda menguji berbagai konsep alat bertenaga ombak di laut – dengan unit-unit untuk

menyalakan lampu navigasi. Diantara konsep-konsep tersebut, salah satunya adalah mengekstrak energi dari gerakan bersudut di sendi-sendi rakit bersambung, yang kemudian diajukan oleh Masuda pada tahun 1950.

Ketertarikan yang baru akan energi ombak dimotivasi oleh krisis minyak pada tahun 1973. Beberapa peneliti dari berbagai universitas memeriksa kembali potensi untuk membangkitkan energi dari tenaga ombak. Salah satu penemuan yang paling efisien adalah *nodding duck* yang dikembangkan oleh Stephen Salter dari *University of Edinburgh* pada tahun 1974.



Gambar 2.1 *Nodding Duck* Stephen Salter

Sumber : <https://www.theengineer.co.uk/issues/9-april-2007/stephen-salter-pioneer-of-wave-power/>

Di sebuah ujian skala kecil terkontrol, *nodding duck* dapat menghentikan 90% gerakan ombak dan mengkonversikan 90% darinya menjadi listrik – memberikan 81% efisiensi total (Thorpe, 1999).

Pada tahun 1980an, pembiayaan energi ombak turun seiring dengan turunnya harga minyak. Meskipun prototipe-prototipe baru tetap diujikan di laut. Hingga sekarang, isu perubahan iklim memicu kembali ketertarikan akan energi terbarukan, termasuk energi ombak.

2.1.3. Fungsi Fasilitas Penelitian Energi Laut

Fasilitas penelitian energi laut memiliki fungsi sebagai berikut :

- Bagi peneliti, fasilitas ini berperan sebagai wadah untuk melakukan riset tentang energi laut.
- Bagi pemerintah, fasilitas ini berperan sebagai wadah baru untuk mendukung dan memperbanyak penggunaan energi terbarukan – khususnya energi laut.
- Bagi masyarakat, fasilitas ini terbuka untuk umum dan berperan sebagai sumber informasi dan pembelajaran mengenai energi laut dan pemanfaatannya.

2.1.4. Penentuan Lokasi Fasilitas Penelitian Energi Laut

A. Dasar pertimbangan

- a. Lokasi fasilitas hendaknya berada di garis pantai untuk kenyamanan meneliti.
- b. Lokasi fasilitas harus memiliki struktur landasan yang kuat dan rigid – mengurangi dampak bencana alam.
- c. Karena fasilitas terbuka untuk umum, lokasi harus memiliki akses dari jalan utama.

B. Faktor yang mempengaruhi lokasi di garis pantai

a. Aksesibilitas

Garis pantai pada umumnya tidak memiliki jalur yang terhubung langsung dengan jalan utama. Hanya sedikit garis pantai yang memiliki akses langsung ke jalan utama. Faktor utama yang menjadi pertimbangan ialah jarak dari jalan utama menuju garis pantai tujuan.

b. Topografi

Area di sekitar garis pantai pada umumnya tidak memiliki kontur yang rata – sehingga penentuan lokasi hendaknya mempertimbangkan kontur tanah terlebih dahulu.

c. Permukaan laut

Resiko memilih lokasi di garis pantai ialah permukaan air laut yang cenderung tidak stabil, misal saat pasang/surut. Meskipun dapat diprediksi, arus air laut dan pasang/surut masih merupakan salah satu tantangan terbesar dalam pembangunan di garis pantai.

2.1.5. Pembagian Zona di Dalam Fasilitas Penelitian Energi Laut

- A. Bagian penelitian – berisi ruang-ruang untuk keperluan penelitian.
- B. Bagian kontrol – berisi ruang-ruang untuk mengontrol pembangkit listrik.
- C. Bagian perkantoran – berisi ruang-ruang administrasi, pelaporan dan publikasi.
- D. Bagian publik – berisi ruang-ruang pembelajaran, informasi dan *open space*.

2.1.6. Studi Preseden

2.1.6.1. FloWave – Ocean Energy Research Facility



Gambar 2.2 Fasilitas Riset FloWave

Sumber : flowavett.co.uk

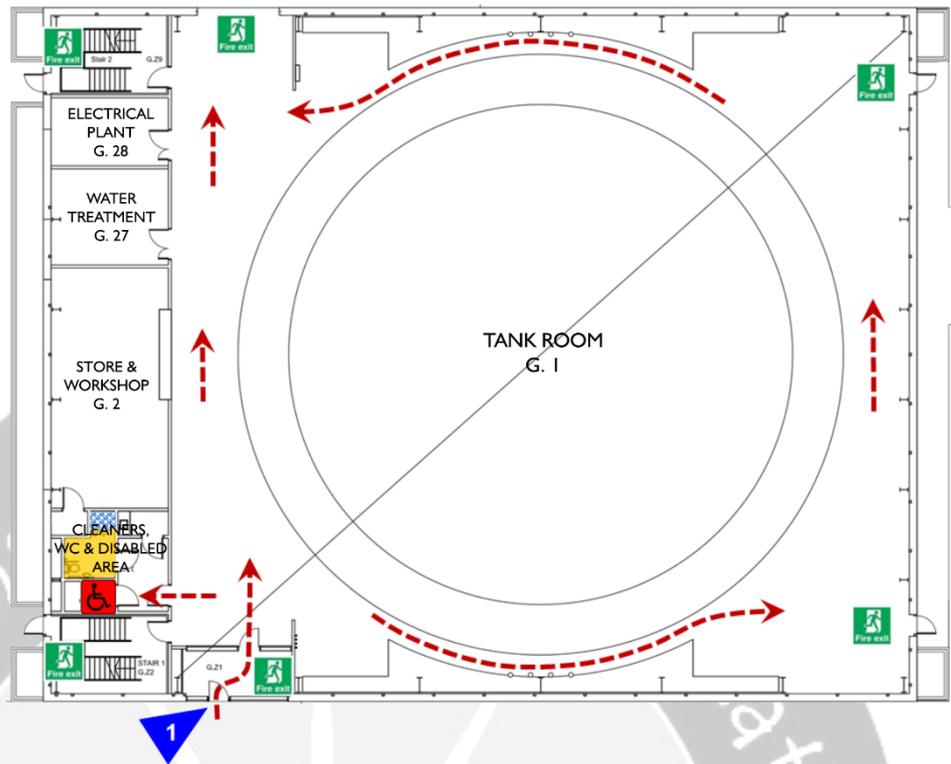
FloWave merupakan fasilitas khusus simulasi air laut di Universitas Edinburgh, Inggris. Tujuan utama dibangunnya fasilitas ini adalah untuk menguji alat-alat yang pembangkit listrik tenaga ombak yang sedang dikembangkan maupun yang sudah dikembangkan dan ingin diujikan dengan replika dari kondisi *site* asli. Fasilitas ini didirikan pada tahun 2010 dan selesai pada tahun 2013.



Gambar 2.3 Ruang Simulasi Laut FloWave

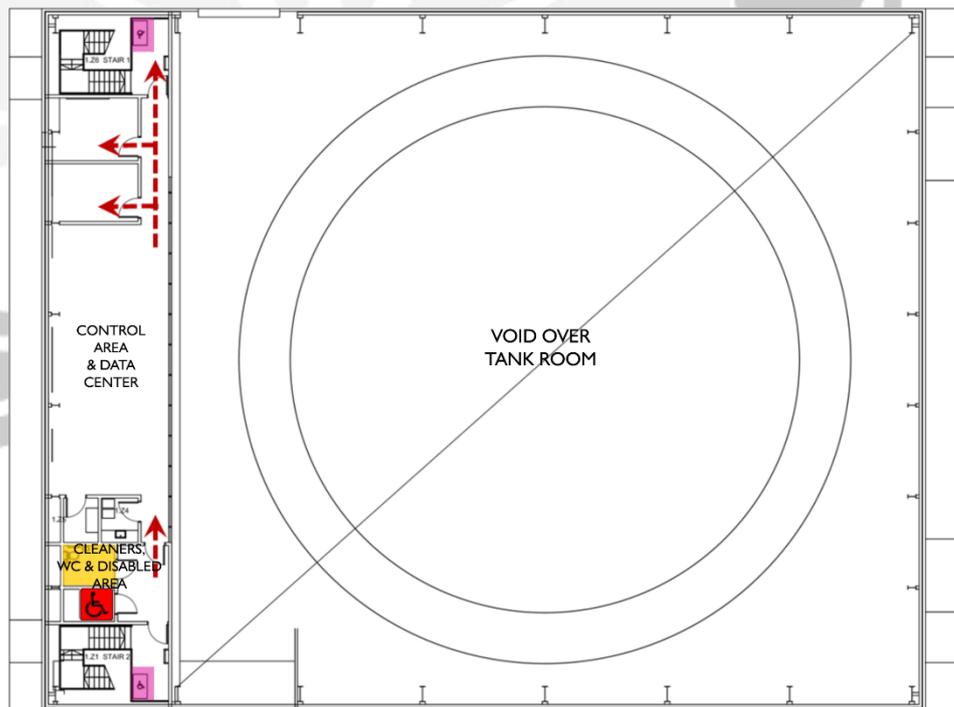
Sumber : flowavett.co.uk

Jantung dari bangunan ini ialah bak beton diameter 30m berisi kolam ombak dan arus dengan kedalaman 5m dan diameter 25m. Kolam ini dapat menampung hingga 2,4 juta liter air dan terpisah menjadi bagian atas dan bawah – terbagi oleh plat lantai ketebalan 1m. Bagian atas yang memiliki ketinggian 2m dikelilingi oleh 168 pembuat ombak, sementara bagian bawah berisi 28 unit *flow-drive* yang dapat mengarahkan arus melintasi bagian atas secara bersamaan dan leluasa dengan kecepatan arus maksimal $1,6\text{m/s}$. Kolam yang bundar memungkinkan ombak dan arus untuk dibentuk dengan bebas. 168 pembuat ombak yang mengelilingi kolam dapat menciptakan gelombang monokromatik tradisional hingga gelombang multidireksional dengan spektrum penuh (kekuatan penuh). Skala model simulator berada pada angka $1/20$ – memungkinkan peneliti untuk menjembatani model dengan skala $1/100$ (modul penuh) dan $1/6$ (modul tunggal). Tujuan skala ujian ini adalah untuk mengevaluasi performa alat hingga mencapai tahap pengembangan dimana investor dan penemu dapat mengetahui alat tersebut efisien/tidak efisien.



Gambar 2.4 Denah Lt. 1 FloWave

Sumber : FloWave Building – A Guide to Access and Facilities



Gambar 2.5 Denah Lt. 2 FloWave

Sumber : FloWave Building – A Guide to Access and Facilities

Ruang-ruang di FloWave terdiri dari :

- a. Perkantoran

Perkantoran FloWave berfungsi untuk mendokumentasi dan mempublikasikan hasil penelitian dan ujian di kolam simulatornya. Terdiri dari ruang administrasi, ruang pimpinan dan staf riset serta pusat data.

b. Kolam simulator

Kolam simulator FloWave berfungsi sebagai media penelitian dan pengujian alat-alat pembangkit listrik tenaga ombak yang masih dikembangkan dan yang akan digunakan.

c. *Workshop*

Workshop ini sebagai *maintenance* alat-alat penguji yang digunakan di FloWave.

d. *Water treatment*

Ruang ini digunakan untuk menyaring dan membersihkan air yang digunakan di dalam kolam simulator FloWave.

e. *Electrical plant*

Electrical plant FloWave berisi generator yang digunakan untuk melihat efisiensi alat pembangkit listrik tenaga ombak yang sedang diuji.

f. Ruang kontrol

Ruang kontrol kolam simulator FloWave digunakan untuk mengatur dan mengontrol kolam simulator tersebut.

2.1.6.2. EMEC – European Marine Energy Centre

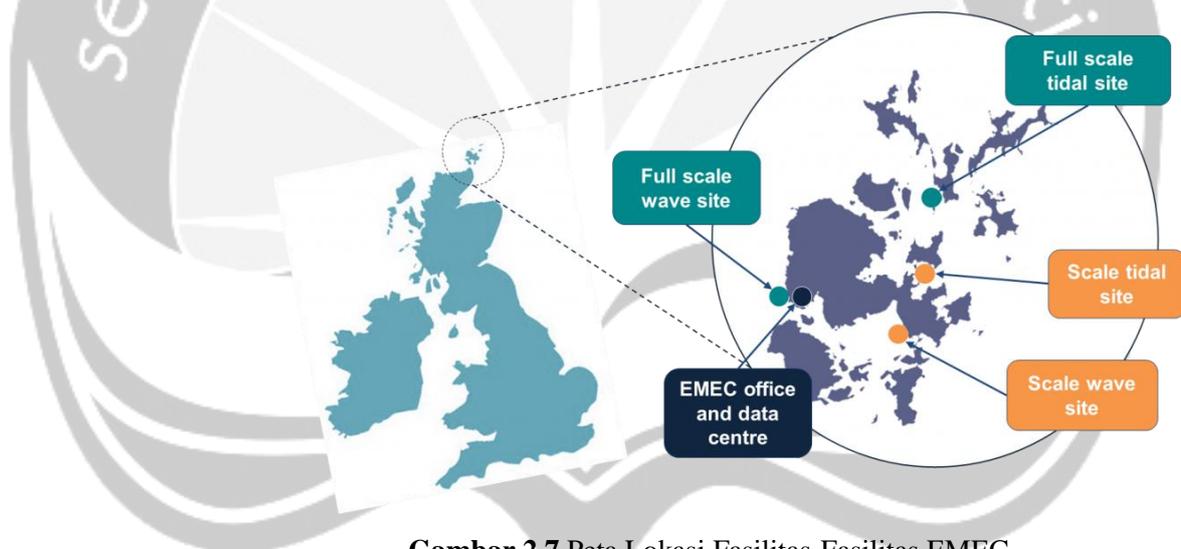
Didirikan pada tahun 2003, EMEC (European Marine Energy Centre) merupakan pusat penelitian energi laut yang pertama di Eropa sekaligus yang pertama dalam jenisnya.



Gambar 2.6 Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Ombak EMEC

Sumber : emec.org.uk

Berbeda dengan FloWave, EMEC menitikberatkan fokus penelitiannya pada lautan bebas – dengan fasilitas testing yang tersebar di 5 titik di Kepulauan Orkney, Inggris :



Gambar 2.7 Peta Lokasi Fasilitas-Fasilitas EMEC

Sumber : emec.org.uk

a. Perkantoran dan pusat data

Berpusat di Stromness, perkantoran ini ditenagai listrik mayoritas dari tenaga ombak dan pasang yang dihasilkan.

b. Situs ombak skala penuh

Situs ini terletak di Billia Croo, sebelah barat perkantoran dan pusat data di Stromness. Dengan potensi sebagai salah satu lokasi dengan ombak terkuat di Eropa, Stasiun Cuaca MET dibangun di situs ini.

c. Situs pasang skala penuh

Situs yang terletak di Fall of Warness ini dipilih karena memiliki potensi energi pasang yang cukup besar. Situs juga memiliki ADCP yang digunakan untuk mentransmisi seluruh data hasil observasi secara langsung (*broadcast*).

d. Situs ombak skala kecil

Scapa Flow memiliki kekuatan ombak yang cenderung masih kuat, namun tidak sekuat Billia Croo. Oleh karena itu, situs ini digunakan untuk menguji prototipe alat pembangkit tenaga ombak dengan skala $1/10$ sebelum ditentukan apakah alat tersebut layak diproduksi dalam skala yang sebenarnya.

e. Situs pasang skala kecil

Situs yang terletak di Shapinsay Sound ini memiliki fungsi yang hampir sama dengan situs pengujian yang berada di Scapa Flow – hanya saja situs ini untuk menguji alat pembangkit tenaga pasang.

Dalam mendirikan pusat penelitiannya, EMEC menentukan *site* berdasarkan faktor-faktor tertentu seperti kekuatan ombak/pasang, arah dan kekuatan angin, kontur dan rigiditas lahan, dll. Seperti pada Billia Croo (situs ombak skala penuh ini memiliki salah satu kekuatan ombak terbesar di Eropa. Dengan *level* dasar laut mencapai -45mdpl (Finn, 2009), lokasi ini menjadi ideal untuk dijadikan situs ombak skala penuh – menimbang juga pengaruh *environmental* yang mungkin dihasilkan.

Sebagai pusat penelitian energi laut, EMEC juga memiliki infrastruktur yang sangat memadai yang dibiayai oleh seluruh partisipan dari Eropa yang ikut mendirikan EMEC :

- a. Kontrol daerah pesisir dengan kapasitas 11kV.
- b. *Sub-station* lepas pantai untuk mengontrol alat secara langsung.
- c. Jaringan yang langsung terhubung dengan *grid* listrik Inggris.
- d. Sistem *SCADA* (*Supervisory Control and Data Acquisition*).
- e. Transfer data dengan *fiber optic* agar memungkinkan jangkauan hingga ke tempat terpencil.

- f. Pengumpulan data dasar ombak, pasang dan lingkungan.
- g. Kalibrasi Stasiun MET dengan standar nasional Inggris.
- h. Kerahasiaan data secara menyeluruh.
- i. Pemantauan dengan CCTV.

2.1.6.3. LabOceano – Brazilian Ocean Basin

Sebagai bangunan dengan kolam uji air laut terbesar di dunia, LabOceano merupakan salah satu pusat penelitian energi laut yang paling berpengaruh di dunia – khususnya Amerika Latin. LabOceano sendiri telah dibebani kurang lebih 2.000 proyek lepas pantai dan lebih dari 70 program uji model sejak bangunan ini didirikan pada tahun 2003. Bangunan ini juga memiliki ketinggian total kurang lebih 28m – setara dengan bangunan 8 lantai pada umumnya.



Gambar 2.8 Fasilitas Riset LabOceano Universitas Federal Rio de Janeiro

Sumber : http://www.laboceano.coppe.ufrj.br/index_en.php



Gambar 2.9 Pembuat Ombak Grid Kolam Uji Air Laut LabOceano

Sumber : http://www.laboceano.coppe.ufrj.br/index_en.php

Kolam air laut LabOceano memiliki bentuk persegi dengan pembuat ombak di kedua sisi kolam. Dengan kedalaman 15m – yang saat ini terdalam di dunia, kolam ini dapat mereplika kondisi laut hingga 3.000m dibawah permukaan laut. Kolam LabOceano bahkan memiliki palung artifisial di tengah kolam dengan kedalaman 10m untuk menguji alat-alat dan struktur khusus lepas pantai yang dapat mencapai 3.000m di bawah permukaan laut. Ruang-ruang di LabOceano terdiri dari :

a. Perkantoran

Perkantoran LabOceano berfungsi untuk mendokumentasi dan mempublikasikan hasil penelitian dan ujian di kolam simulatornya. Terdiri dari ruang administrasi, ruang pimpinan dan staf riset serta pusat data.

b. Kolam Simulator

Kolam simulator LabOceano berfungsi sebagai media penelitian dan pengujian alat-alat pembangkit listrik tenaga ombak yang masih dikembangkan dan yang akan digunakan, serta untuk menguji rigiditas struktur lepas pantai dalam skala kecil.

c. Ruang kontrol

Ruang kontrol kolam simulator LabOceano digunakan untuk mengatur dan mengontrol kolam simulator tersebut.

d. Ruang observasi

Ruang ini digunakan untuk mengamati langsung kolam simulator dari dalam. Ruang observasi ini memiliki 3 lantai untuk mengamati kolam yang memiliki kedalaman 15m secara menyeluruh.

e. *Water treatment*

Ruang ini digunakan untuk menyaring dan membersihkan air yang digunakan di dalam kolam simulator LabOceano.

f. *Electrical plant*

Electrical plant LabOceano berisi generator yang digunakan untuk melihat efisiensi alat pembangkit listrik tenaga ombak yang sedang diuji.

g. *Workshop*

Workshop ini sebagai *maintenance* alat-alat pengujian yang digunakan di LabOceano.

h. Studio simulasi

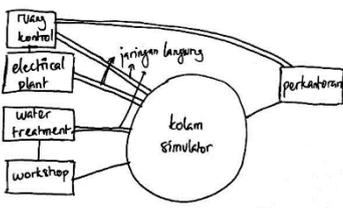
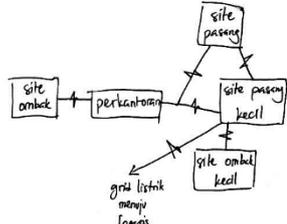
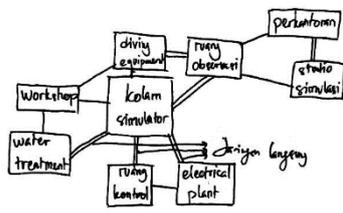
Studio simulasi LabOceano digunakan untuk membuat model dan melakukan simulasi struktur dan alat lepas pantai.

i. Ruang *diving equipment*

Untuk mendapatkan hasil yang akurat pada palung artifisial di tengah kolam simulator, butuh dilakukan *diving documentation* dengan seluruh peralatannya terletak di ruang ini.

Dari preseden-preseden tersebut, dapat dilakukan perbandingan fungsi, tata letak dan fasilitas-fasilitasnya dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 2.1 Komparasi Preseden

	FloWave	EMEC	LabOceano
Fungsi	Fasilitas pengujian	Pusat penelitian energi laut	Fasilitas pengujian
Tata Letak			
Fasilitas	Kolam simulator Ruang kontrol Water treatment Electrical plant Workshop Perkantoran	Perkantoran Stasiun MET Situs ombak skala kecil Situs ombak skala penuh Situs pasang skala kecil Situs pasang skala penuh	Kolam simulator Ruang kontrol Water treatment Electrical plant Workshop Ruang observasi Ruang peralatan selam Studio simulasi Perkantoran

Sumber : Penulis, 2017

Dengan mempertimbangkan bahwa fasilitas penelitian ini akan dilengkapi dengan fasilitas pembelajaran bagi masyarakat dan *open space* untuk rekreasi, ruang-ruang yang dibutuhkan adalah :

a. Perkantoran

- 1) Lobby
- 2) Ruang administrasi
- 3) Ruang pimpinan dan staf riset
- 4) Pusat data

b. Observasi

- 1) Stasiun cuaca
- 2) Peron observasi dasar laut
- 3) Pelabuhan eksplorasi laut

c. Penelitian

- 1) Area riset energi ombak
- 2) Area riset energi pasang
- 3) Area riset energi termal
- 4) Area riset energi arus
- 5) Area riset energi gradien salinitas
- 6) Studio simulasi
- 7) *Workshop* alat

d. Simulasi dan ujian

- 1) Kolam simulator
- 2) Ruang observasi
- 3) Ruang kontrol
- 4) *Workshop*
- 5) *Water treatment*
- 6) *Electrical generator*

e. Fasilitas pembelajaran

- 1) Ruang tunggu
- 2) Peron observasi kolam simulator
- 3) *Workshop* riset energi ombak
- 4) *Workshop* riset energi pasang
- 5) *Workshop* riset energi termal
- 6) *Workshop* riset energi arus
- 7) *Workshop* riset energi gradien salinitas

f. *Open space*

- 1) Tempat parkir
- 2) Taman transisi
- 3) Area pameran prototipe pembangkit tenaga laut