



## Kajian Teknis Tahapan Persiapan Pengembangan Energi Laut di Indonesia

Irfan Syarif Arief<sup>1</sup>, Sutopo Purwono Fitri<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknologi Kelautan, Teknik Sistem Perkapalan, ITS

<sup>2</sup>Fakultas Teknologi Kelautan, Teknik Sistem Perkapalan, ITS  
irfansya@its.ac.id

### Abstrak

Potensi energi laut di Indonesia tersebar di berbagai wilayah kepulauan yang memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Terdapat tiga potensi energi laut yang telah dilakukan penelitian dan implementasi di dunia yaitu 1) potensi energi arus laut 2) potensi energi gelombang laut dan 3) potensi konversi energi thermal laut atau terkenal dengan istilah OTEC (*Ocean Thermal Energy Conversion*). Indonesia memiliki potensi energi laut tersebut misal potensi energi arus laut yang terdapat di beberapa selat seperti selat Larantuka, Toyapakeh dan selat Alas. Sedangkan potensi energi gelombang di sepanjang pantai barat Sumatra, pantai selatan Jawa, Bali, Lombok, NTT dan NTB. Untuk potensi OTEC di laut utara pulau Bali, Lombok sepanjang arah ke timur serta sekitar pulau Sulawesi dan pulau Papua. Makalah ini akan memaparkan tentang persiapan apa yang harus dilakukan bagi pengembang energi laut diantaranya adalah 1) strategi pengembangan energi laut 2) penentuan lokasi 3) kelayakan proyek 4) desain proyek dan pengembangannya 5) fabrikasi dan instalasi proyek 6) operasi dan pemeliharaan 7) decommissioning. Tahapan-tahapan ini untuk membantu pemerintah, peneliti dan investor untuk mengoptimalkan potensi energi laut di daerahnya masing-masing.

**Kata kunci:** Energi Laut, Energi Arus Laut, Energi Gelombang Laut dan OTEC.

### 1. PENDAHULUAN

Permintaan energi di Indonesia cenderung meningkat pesat sejalan dengan pertumbuhan ekonomi dan pertambahan penduduk. Berdasarkan data dari PT Perusahaan Listrik Negara (PLN) permintaan akan energi listrik terus meningkat dari tahun ketahun.

Pada tahun 2001, terjadi kenaikan permintaan listrik sebesar 6,4%, disusul tahun 2002 menjadi 12,8%. Salah satu sumber energi terbarukan yang berasal dari laut adalah energi arus laut. Pencarian energi alternatif dari arus laut merupakan salah satu langkah dalam mengatasi krisis energi listrik dan penggunaan energi mandiri. Selain mandiri, energi arus juga tidak seperti sumber energi listrik lainnya yang berkontribusi terhadap pencemaran lingkungan seperti global warming. Energi inilah yang diperlukan dalam membangun negeri yang mandiri.

Wilayah perairan selat merupakan tempat melintasnya dan berkumpulnya massa air laut. Pada lokasi selat ini memungkinkan massa air laut mengumpul dan bergerak lebih cepat karena semakin menyempitnya ruang gerak dari laut menuju selat. Pada tempat inilah yang terdapat potensi energi terbesar dari perairan sekitarnya.

Secara teori konversi energi dari arus laut menjadi energi listrik dengan cara pemanfaatan potensi energi kinetik yang tersimpan dalam aliran arus tersebut dengan memasang turbin dalam perairan. Turbin akan digerakkan oleh arus laut kemudian disambungkan ke generator pembangkit energi listrik. Pembangkit yang dekat dengan daratan akan memudahkan penyaluran energi listrik dan menghemat distribusinya. Pengembangan potensi energi ini sangat bergantung pada kecepatan arus sebab semakin tinggi kecepatan arus semakin besar pula energi yang dihasilkan. Marine Current Turbines Ltd (MCT) adalah salah satu yang sedang mengembangkan teknologi energi arus laut. Prediksi pasang surut dan arus laut digunakan untuk mencari potensi energi.

Penelitian dan pengembangan teknologi energi arus laut sebagai salah satu sumber energi terbarukan dalam memenuhi kebutuhan energi nasional dilakukan berdasarkan pada landasan hukum antara lain :

UU 30 / 2007 tentang energy, khususnya pasal 29 yang menyatakan penelitian dan pengembangan diarahkan terutama untuk pengembangan energy baru dan energy terbarukan untuk menunjang pengembangan industry energy nasional yang mandiri.

Peraturan presiden No. 5/2006 tentang kontribusi energy baaru terbarukan (termasuk tenaga air) dalam energy mix pada tahun 2025.

Instruksi presiden no. 1/2010 tentang pengembangan energi alternatif diluar panas bumi khususnya pemanfaatan energi arus laut.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

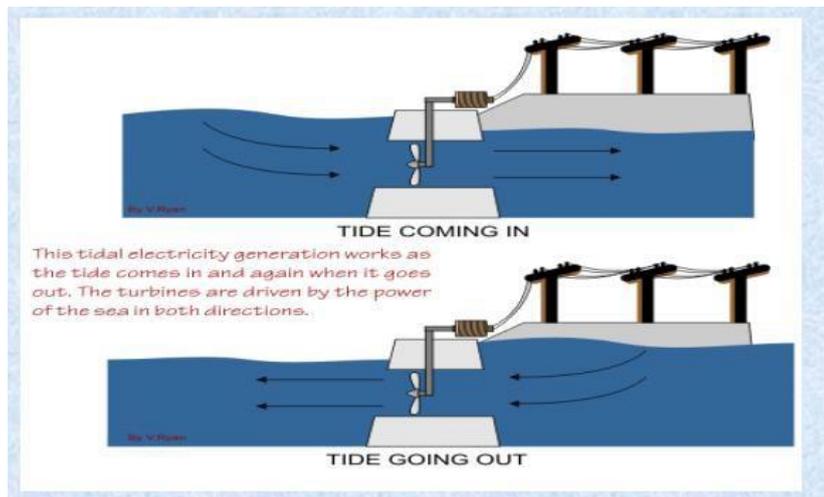
Energi arus laut didefinisikan sebagai energi yang dihasilkan dari konversi gaya kinetik, gaya potensial serta perbedaan suhu air laut menghasilkan energi listrik. Berdasarkan potensi energi yang dihasilkan dapat dikelompokkan menjadi 4 jenis diantaranya:

1. Energi gelombang (wave energy) adalah energi kinetik yang memanfaatkan beda tinggi gelombang laut dan salah satu bentuk energy yang dapat dikonversikan menjadi energi listrik melalui parameter gelombangnya, yaitu tinggi gelombang, panjang gelombang, dan periode waktu gelombang air laut dimanfaatkan sebagai energi untuk memutar turbin dan generator menghasilkan energi listrik. Sampai saat ini ada lima teknologi energi gelombang yang telah diaplikasikan sebagai pembangkit listrik yaitu sistem Rakit cockerall, tabung tegar kayser, pelampung salter dan tabung masuda.



Gambar 1 Energi Gelombang

2. Energi pasang surut adalah energi kinetik dari pemanfaatan beda ketinggian pasang dan surut, prinsip kerjanya sama dengan pembangkit listrik tenaga air (PLTA).



Gambar 2 Energi Pasang Surut

3. Energi arus laut, cara pembangkit listrik tenaga arus laut tidak berbeda jauh dengan pembangkit listrik tenaga angin yang memanfaatkan putaran kincir untuk menggerakkan generator sehingga menghasilkan listrik. Kecepatan arus laut minimal yaitu 2 m/s, namun idealnya 2,5 m/s.



Gambar 3 Energi Arus Laut

4. Energi panas laut, adalah pembangkit listrik dengan memanfaatkan perbedaan temperature air laut dipermukaan dan air laut dalam, dengan selisih temperatur minimal 20°C.

### 3. PEMBAHASAN

#### *Tahap 00 - Strategi Membangun Proyek*

Sebelum pekerjaan pembangunan dimulai, tujuan dari proyek ini harus didefinisikan dengan maksud untuk memberikan informasi keputusan bagi progress bersamaan dengan pembangunan. Rencana ke depan harus ditentukan pada tahap ini dan memperoleh komitmen dari pihak manajemen. Pada tahap ini, tujuan dari proyek ini adalah untuk memberikan gambaran tentang potensi energi arus laut dan memberikan masukan terkait konsep desain.

#### *Tahap 01 - Penentuan Lokasi (Site Screening)*

Pada tahap ini adalah menentuak satu atau lebih lokasi yang memiliki potensi sesuai dengan tujuan dan maksud dari kegiatan. Beberapa pertimbangan dalam pemilihan lokasi adalah:

1. Pertimbangan hukum dan aturan yang berlaku

Hal ini terkait dengan perlindungan terhadap lingkungan sekitar serta kebijakan yang berlaku. Batasan yang mempengaruhi desain seperti adanya peralatan navigasi.

2. Pertimbangan teknis dan fisik

Antara lain ketersediaan sumber energy laut, dalam hal ini adalah sumber energy arus laut, sambungan listrik, kondisi batimetri, morfologi dari dasar laut serta logistic.

3. Pertimbangan lingkungan

Pertimbangan lingkungan diligat dari segi ekologi, arkeologi dan peninggalan sejarah atau apakah ada pengguna lain lingkungan laut termasuk adanya infrastruktur.

#### *Tahap 02 - Kelayakan Proyek*

Berdasarkan pada hasil pemilihan lokasi pada stahap 01, maka pembangunan proyek sudah memasuki progress dimana sudah tersedia satu atau lebih lokasi potensial yang sudah diidentifikasi untuk pembangunan proyek.

Pada stage 2 ini, beberapa tahap harus dilakukan, antara lain adalah:

1. Pemilihan Teknologi

Merupakan bagian dari tahap kelayakan proyek, adalah menentukan teknologi konversi energi arus laut yang sesuai dengan tujuan awal proyek. Pemilihan teknologi haruslah berdasarkan beberapa faktor di bawah ini:

- Sifat teknikal dari lokasi serta batasan fisik
- Kondisi cuaca laut
- Performan lingkungan
- Performa keselamatan
- Biaya, termasuk modal awal dan O&M
- Derajat pembangunan dan pengembangan
- Keandalan (*reliability*), kemampuan untuk dirawat (*maintainability*) serta kemampuan untuk bertahan (*survivability*)
- Sifat operasional

2. Penilaian kelayakan

Proses pembangunan dan pengembangan harus memiliki akses ketersediaan data sebagai informasi kelayakan awal suatu proyek. Data terkait seperti data sebagai pertimbangan teknik dan fisik, data untuk koneksi listrik serta data untuk kelayakan ruang lingkung lingkungan.

3. Konseptual Desain

Evaluasi dari beberapa desain yang berbeda dan beberapa pertimbangan pemilihan desain didasarkan pada kriteria di bawah ini :

- Fungsi
- Fleksibilitas
- Sifat operational
- Biaya, termasuk modal awal dan O&M
- Performa
- Keselamatan
- Pengaruh terhadap lingkungan dan social ekonomi
- Kemudahan dalam instalasi
- Keandalan (*reliability*), kemampuan untuk dirawat (*maintainability*) serta kemampuan untuk bertahan (*survivability*), termasuk pula kondisi buruk serta pengaruh jangka panjang.

### Tahap 03 - Desain Proyek dan Pembangunan

Tahap ini dapat dilakukan apabila keluaran dari penilaian kelayakan sesuai dengan tujuan dan tidak ditemukan adanya pengaruh besar terhadap lingkungan.

Hal yang bisa dilakukan pada tahap ini adalah:

1. Penilaian Pengaruh terhadap Lingkungan
2. Desain proyek
3. Strategy pembelian
4. Pertimbangan kesehatan dan keselamatan

### Tahap 04 - Fabrikasi dan Instalasi

Tahap ini telah memberikan desain detail dan telah memperoleh persetujuan dari otoritas.

Hal yang dilakukan pada tahap ini adalah:

1. Desain detail
2. Kontrak dan proses lelang
3. Fabrikasi dan instalasi
4. Pertimbangan kesehatan dan keselamatan

### Tahap 05 – Operasional dan Perawatan

Untuk memantau proses operasi proyek, parameter kinerja harus ditetapkan selama masa operasional proyek.

Rencana Operasional dan Manajemen (*Operation and Maintenance Plan / O & MP*) harus disiapkan selama proyek berlangsung untuk membuat ketentuan :

- Struktur manajemen, mengidentifikasi peran dan tanggung jawab pihak yang terlibat..
- Prosedur darurat, termasuk Rencana Aktif Manajemen Keselamatan (atau setara) dan Rencana Tanggap Darurat (atau setara).
- Spesifikasi subkontrak layanan dukungan dan pengaturan kontrak yang terkait.
- Review, monitoring dan audit kinerja teknis.
- Langkah perbaikan (jika kinerja proyek buruk).
- Jaringan pemutusan selama pemeliharaan.
- Perencanaan dan pelaksanaan pemeliharaan preventif.
- Manajemen pemeliharaan yang tidak direncanakan;
- Ketersediaan komponen pengganti.
- Protokol komunikasi antara pihak-pihak yang terlibat dalam operasi dan pemeliharaan proyek.
- Review, monitoring dan audit kinerja lingkungan selama umur proyek untuk memastikan proyek masih sesuai dengan kondisi persetujuan.
- Penyediaan informasi tentang kinerja lingkungan kepada stakeholder dan otoritas yang berwenang.
- Persyaratan aplikasi untuk perpanjangan lisensi FEPA selama proyek berlangsung.
- Perkiraan biaya O & M selama proyek berjalan.
- Perkiraan pendapatan selama proyek berlangsung.
- Persyaratan wajib (sebagaimana berlaku).
- Tunjangan yang memadai untuk asuransi selama fase operasional.

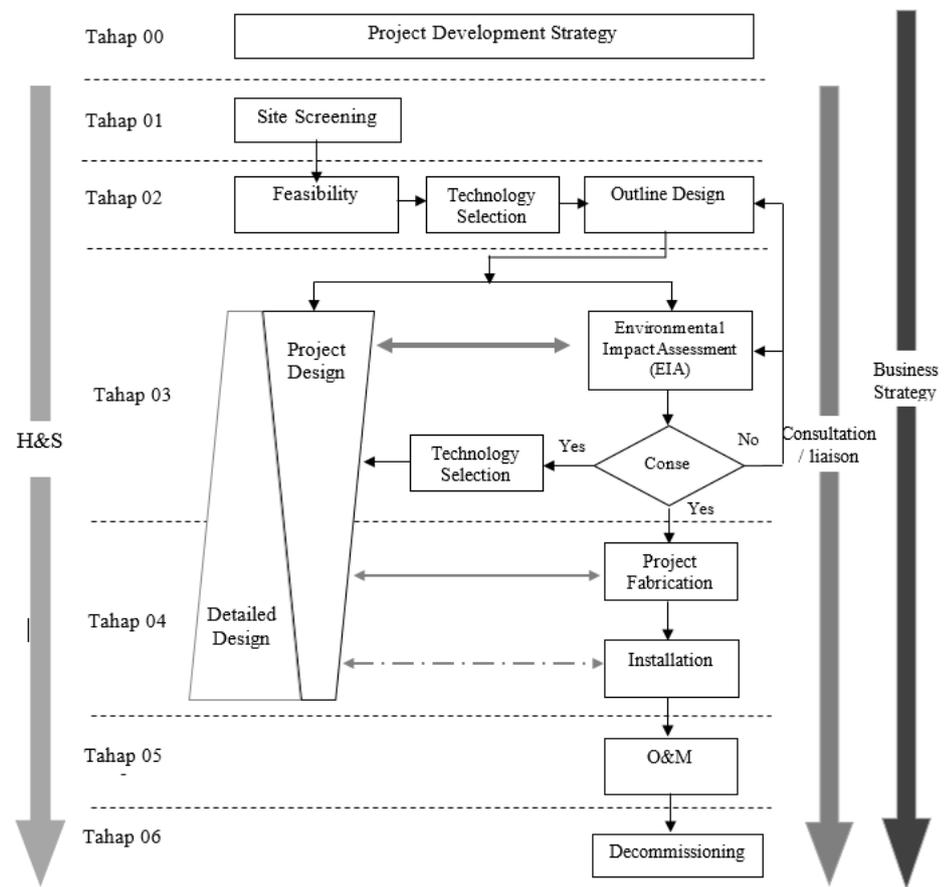
### Tahap 06 - Decommissioning

Penghentian/ penonaktifan infrastruktur proyek dengan cara yang aman dan ramah lingkungan pada akhir masa proyek, hal ini disebut dengan *decommissioning*.

Rencana *decommissioning* disiapkan sebagai bagian dari kondisi persetujuan dan revisi masa proyek. Hal ini harus berisi ketentuan penghapusan secara aman dan efektif infrastruktur proyek, terkait pekerjaan pemulihan dan pembuangan/penghapusan peralatan penghapus. Dana *decommissioning* atau ketentuan lainnya harus diatur selama masa proyek untuk memastikan bahwa *decommissioning* dan biaya pemulihan lain yang terkait telah dibahas bahkan dalam hal kepailitan.

Potensi dampak lingkungan dari aktivitas *decommissioning* perlu diidentifikasi dan dimitigasi/dikelola dengan baik. Beberapa survei lokasi/tempat harus dilakukan sebelum dan sesudah *decommissioning* untuk memberikan bukti penghapusan sesuai standar yang dapat diterima. Persyaratan dan prosedur untuk pekerjaan *decommissioning* harus detail untuk instalasi proyek. Semua infrastruktur harus benar-benar dihapus dan tempat dipulihkan ke kondisi aslinya serta layaknya dari hal dampak lingkungan.

Strategi pengadaan dan bentuk kontrak yang memadai harus dirancang untuk elemen pekerjaan *decommissioning* harus dilakukan pihak luar. Perhatian khusus harus diberikan pada ketidakpastian dan risiko yang terkait dengan kondisi kerja yang berat dari proyek lepas pantai dan kendala logistik yang mungkin timbul dari pasar yang tidak stabil.



Gambar 4 Skema Metode Proses Pengembangan Energi Laut

#### 4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapat dari makalah ini adalah memberikan gambaran tahapan – tahapan yang harus dilakukan untuk pengembangan energi laut antara lain:

Dokumen tahap 0 mengenai Strategi Pengembangan Proyek.

Dokumen tahap 1 mengenai Pemilihan Lokasi.

Dokumen tahap 2 mengenai Kelayakan Proyek

Dokumen tahap 3 mengenai Desain dan Pengembangan Proyek

Dokumen tahap 4 mengenai Fabrikasi dan Instalasi

Dokumen tahap 5 mengenai Operasional dan Pemeliharaan

Dokumen tahap 6 mengenai Decommissioning

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

Use the "Insert Citation" button to add citations to this document.