

**MAKALAH**  
**SUMBER ENERGI NON KONVENSIONAL**  
**“PEMBANGKIT LISTRIK ENERGI PASANG SURUT”**



**OLEH:**  
**PUTU NOPA GUNAWAN**  
**NIM : D411 10 009**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2013**

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Pada saat sekarang penggunaan pembangkit energy listrik tenaga minyak bumi, batu bara, dan gas alam sangatlah tidak efisien karena akan mengalami kehabisan akibat persediaan yang semakin berkurang. Hal ini tentu saja membuat kita mencari alternative yang dapat memecahkan masalah ini. Salah satu alternatifnya adalah pembangkit listrik energy pasang surut. Selain dengan persediaan yang tiada habisnya teknologi ini juga ramah terhadap lingkungan dan dapat diperoleh secara cuma – cuma.

Indonesia dengan luas perairan hampir 60% dari total luas wilayah sebesar 1.929.317 km<sup>2</sup>, Indonesia seharusnya bisa menerapkan teknologi alternatif ini. Apalagi dengan bentangan Timur ke Barat sepanjang 5.150 km dan bentangan Utara ke Selatan 1.930 km telah mendudukkan Indonesia sebagai negara dengan garis pantai terpanjang di dunia. Pada musim hujan, angin umumnya bergerak dari Utara Barat Laut dengan kandungan uap air dari Laut Cina Selatan dan Teluk Benggala. Di musim Barat, gelombang air laut naik dari biasanya di sekitar Pulau Jawa. Fenomena alamiah ini mempermudah pembuatan teknik pasang surut tersebut.

Penerapannya di Indonesia bukanlah sesuatu yang mustahil. Tapi perlu ada perencanaan yang matang untuk mewujudkannya. Karena ini dapat menjadi sumber energi alternatif potensial. Apalagi proses pembuatannya tidak merusak alam, melainkan ramah lingkungan. Tetapi sebelumnya, harus dilakukan sebuah riset yang berguna untuk mengukur kedalaman sepanjang garis pantai Indonesia. Sehingga dapat ditentukan di daerah mana saja yang layak. Bangsa Indonesia seharusnya menyadari bahwa alam menyediakan semua yang dibutuhkan. Hanya perlu kerja keras dan kebijakan yang memperhatikan sumber daya alam yang terbatas. Sehingga Indonesia tidak perlu risau akan cadangan energi.

## **B. Rumusan Masalah**

1. Prinsip dasar pembangkit listrik energi Pasang surut?
2. Kelebihan dan kekurangan pembangkit listrik energi pasang surut dengan pembangkit energy lainnya?

## **C. Tujuan**

1. Menjelaskan prinsip dasar dari proses pembangkit listrik energy pasang surut.
2. Mendeskripsikan kelebihan dan kekurangan pembangkit listrik pasang surut dengan pembangkit energy lainnya.

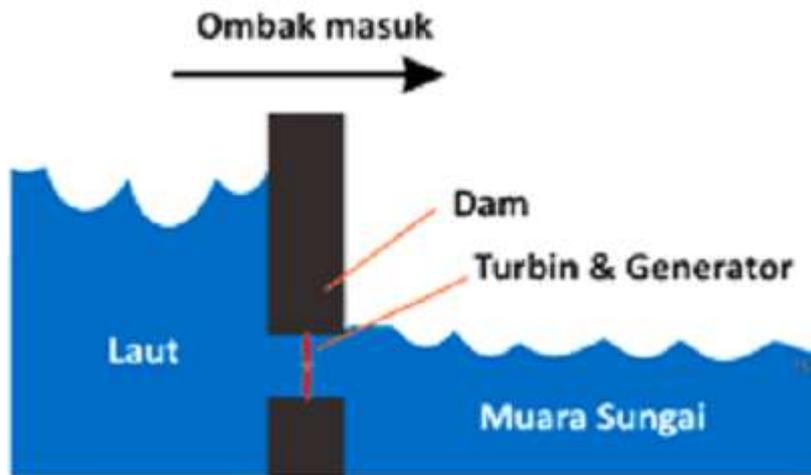
## BAB II

### PEMBAHASAN

#### A. Prinsip dasar Pembangkit Listrik Energi Pasang Surut

Pasang surut dikatakan sebagai naik turunnya muka laut secara berkala akibat adanya gaya tarik benda-benda angkasa terutama matahari dan bulan terhadap massa air di bumi. Pasang surut laut juga merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan. Pengaruh benda angkasa lainnya dapat diabaikan karena jaraknya lebih jauh atau ukurannya lebih kecil. Pasang surut laut adalah hasil dari gaya tarik gravitasi dan efek sentrifugal. Efek sentrifugal adalah dorongan ke arah luar pusat rotasi. Gravitasi bervariasi secara langsung dengan massa tetapi berbanding terbalik terhadap jarak. Meskipun ukuran bulan lebih kecil dari matahari, gaya tarik gravitasi bulan dua kali lebih besar daripada gaya tarik matahari dalam membangkitkan pasang surut laut karena jarak bulan lebih dekat daripada jarak matahari ke bumi. Gaya tarik gravitasi menarik air laut ke arah bulan dan matahari dan menghasilkan dua tonjolan (bulge) pasang surut gravitasional di laut. Lintang dari tonjolan pasang surut ditentukan oleh deklinasi, sudut antara sumbu rotasi bumi dan bidang orbital bulan dan matahari. Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa energi pasang surut air laut adalah energi yang dihasilkan akibat terjadinya fenomena pasang surut air laut.

Energi pasang surut (*Tidal Energy*) merupakan energi yang terbarukan. Prinsip kerjanya sama dengan pembangkit listrik tenaga air, di mana air dimanfaatkan untuk memutar turbin dan menghasilkan energi listrik. Energi diperoleh dari pemanfaatan variasi permukaan laut terutama disebabkan oleh efek gravitasi bulan, dikombinasikan dengan rotasi bumi dengan menangkap energi yang terkandung dalam perpindahan massa air akibat pasang surut.



Gambar 1. Proses Pasang

Pada gambar 1, terlihat bahwa arah ombak masuk ke dalam muara sungai ketika terjadi pasang naik air laut. Dalam proses ini air pasang akan ditampung ke dam sehingga pada saat air surut air pada dam dapat dialirkan untuk memutar turbine.



Gambar 2. Proses Surut

Ketika surut, air mengalir keluar dari dam menuju laut sambil memutar turbin seperti yang terlihat pada gambar 2 di atas.

Pasang surut menggerakkan air dalam jumlah besar setiap harinya, dan pemanfaatannya dapat menghasilkan energi dalam jumlah yang cukup besar. Dalam sehari bisa terjadi hingga dua kali siklus pasang surut. Oleh karena waktu siklus bisa diperkirakan (kurang lebih setiap 12,5 jam sekali), suplai listriknya pun relatif lebih dapat diandalkan daripada pembangkit listrik bertenaga ombak.

Pada dasarnya ada dua metodologi untuk memanfaatkan energi pasang surut:

### **1. Dam pasang surut (*tidal barrages*)**

Cara ini serupa seperti pembangkitan listrik secara hidro-elektrik yang terdapat di dam/waduk penampungan air sungai. Hanya saja, dam yang dibangun untuk memanfaatkan siklus pasang surut jauh lebih besar daripada dam air sungai pada umumnya. Dam ini biasanya dibangun di muara sungai dimana terjadi pertemuan antara air sungai dengan air laut. Ketika ombak masuk atau keluar (terjadi pasang atau surut), air mengalir melalui terowongan yang terdapat di dam.

Aliran masuk atau keluarnya ombak dapat dimanfaatkan untuk memutar Turbin Pembangkit listrik tenaga pasang surut (PLTPs) terbesar di dunia terdapat di muara sungai Rance di sebelah utara Perancis. Pembangkit listrik ini dibangun pada tahun 1966 dan berkapasitas 240 MW. PLTPs La Rance didesain dengan teknologi canggih dan beroperasi secara otomatis, sehingga hanya membutuhkan dua orang saja untuk pengoperasian pada akhir pekan dan malam hari. PLTPs terbesar kedua di dunia terletak di Annapolis, Nova Scotia, Kanada dengan kapasitas hanya 16 MW.

Kekurangan terbesar dari pembangkit listrik tenaga pasang surut adalah mereka hanya dapat menghasilkan listrik selama ombak mengalir masuk (pasang) ataupun mengalir keluar (surut), yang terjadi

hanya selama kurang lebih 10 jam per harinya. Namun, karena waktu operasinya dapat diperkirakan, maka ketika PLTPs tidak aktif, dapat digunakan pembangkit listrik lainnya untuk sementara waktu hingga terjadi pasang surut lagi.

## **2. Turbin lepas pantai (offshore turbines)**

Pilihan lainnya ialah menggunakan turbin lepas pantai yang lebih menyerupai pembangkit listrik tenaga angin versi bawah laut. Keunggulannya dibandingkan metode pertama yaitu: lebih murah biaya instalasinya, dampak lingkungan yang relatif lebih kecil daripada pembangunan dam, dan persyaratan lokasinya pun lebih mudah sehingga dapat dipasang di lebih banyak tempat. Beberapa perusahaan yang mengembangkan teknologi turbin lepas pantai adalah: *Blue Energy* dari Kanada, *Swan Turbines* (ST) dari Inggris, dan *Marine Current Turbines* (MCT) dari Inggris. Teknologi MCT bekerja seperti pembangkit listrik tenaga angin yang ditenamkan di bawah laut. Dua buah baling dengan diameter 15-20 meter memutar rotor yang menggerakkan generator yang terhubung kepada sebuah kotak gir (gearbox). Kedua baling tersebut dipasangkan pada sebuah sayap yang membentang horizontal dari sebuah batang silinder yang diborkan ke dasar laut.

Turbin tersebut akan mampu menghasilkan 750-1500 kW per unitnya, dan dapat disusun dalam barisan-barisan sehingga menjadi ladang pembangkit listrik. Demi menjaga agar ikan dan makhluk lainnya tidak terluka oleh alat ini, kecepatan rotor diatur antara 10-20 rpm (sebagai perbandingan saja, kecepatan baling-baling kapal laut bisa berkisar hingga sepuluh kalinya). Dibandingkan dengan MCT dan jenis turbin lainnya, desain Swan Turbines memiliki beberapa perbedaan, yaitu: baling-balingnya langsung terhubung dengan generator listrik tanpa melalui kotak gir. Ini lebih efisien dan mengurangi kemungkinan

terjadinya kesalahan teknis pada alat. Perbedaan kedua yaitu, daripada melakukan pemboran turbin ke dasar laut ST menggunakan pemberat secara gravitasi (berupa balok beton) untuk menahan turbin tetap di dasar laut. Adapun satu-satunya perbedaan mencolok dari Davis Hydro Turbines milik Blue Energy adalah poros baling-balingnya yang vertikal (*vertical-axis turbines*). Turbin ini juga dipasangkan di dasar laut menggunakan beton dan dapat disusun dalam satu baris bertumpuk membentuk pagar pasang surut (*tidal fence*) untuk mencukupi kebutuhan listrik dalam skala besar.

## **B. Kelebihan dan Kekurangan**

Jika dibandingkan dengan pembangkit listrik lainnya tentu pembangkit listrik pasang surut sangat unggul yaitu pasang surut air dapat diprediksi karena dipengaruhi oleh pergerakan bumi dan serta gravitasi bulan dan matahari, sedangkan untuk pembangkit listrik lainnya (Matahari dan angin) sangat bergantung pada perubahan cuaca apalagi terlihat perubahan cuaca yang kadang tidak menentu sehingga sangat sulit untuk diprediksi.

Selain efisiensi dalam hal prediksi keadaan pasang surut, pembangkit pasang surut juga tidak menghasilkan dampak dan limbah berbahaya seperti yang dikhawatirkan dalam pembangkit energi nuklir. Waduk atau bendungan yang dibangun untuk pembangkit pasang surut juga dapat berperan ganda selain untuk menampung air yang digunakan memutar turbin juga dapat berfungsi melindungi pulau dari gelombang laut yang besar.

Efisiensi dari pembangkit listrik pasang surut sangat sebesar dengan efisiensi 80% yang tentunya sangat besar bahkan hampir tiga kali lebih besar dibandingkan dengan efisiensi dari pembangkit batu bara dan minyak bumi yang memiliki efisiensi hanya 30% saja. Pembangkit pasang surut juga mampu menghasilkan listrik sebesar 500 sampai 1000 MW.

Namun dibalik kelebihan itu pembangkit pasang surut juga memiliki kekurangan yaitu pembangkit pasang surut sangat mahal dibangun karena medan pembangunan yang agak sulit serta turbin yang dibutuhkan juga harus mampu tahan terhadap tingkat korosi yang tinggi. Meskipun dalam pembangunannya yang mahal, namun pembangkit pasang surut hanya dibangun sekali dan dengan biaya perawatan yang relatif rendah.

**Kelebihan:**

- Setelah dibangun, energi pasang surut dapat diperoleh secara gratis.
- Tidak menghasilkan gas rumah kaca ataupun limbah lainnya.
- Tidak membutuhkan bahan bakar.
- Biaya operasi rendah.
- Produksi listrik stabil.
- Pasang surut air laut dapat diprediksi.
- Turbin lepas pantai memiliki biaya instalasi rendah dan tidak menimbulkan dampak lingkungan yang besar.

**Kekurangan:**

- Sebuah dam yang menutupi muara sungai memiliki biaya pembangunan yang sangat mahal, dan meliputi area yang sangat luas sehingga merubah ekosistem lingkungan baik ke arah hulu maupun hilir hingga berkilo-kilometer.
- Hanya dapat mensuplai energi kurang lebih 10 jam setiap harinya, ketika ombak bergerak masuk ataupun keluar.

## **BAB III**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Pembangkit listrik energi pasang surut atau tidal energy merupakan sebuah sumber energi yang terbarukan, meskipun dalam jumlahnya belum sangat populer tetapi sumber energi ini memiliki potensi yang sangat besar termasuk di Indonesia yang merupakan daerah kepulauan dengan wilayahnya sebagian besar laut. Pembangkit listrik energi pasang surut sangat bersahabat tidak membahayakan lingkungan seperti pembangkit listrik nuklir dan fosil. Keuntungan lainnya pembangkit pasang surut dapat diprediksi jika dibandingkan dengan pembangkit energi angin dan matahari yang sangat tergantung pada cuaca. Hal ini disebabkan peristiwa pasang surut dikendalikan langsung oleh gerakan relatif system bumi dan bulan.

Jika dibandingkan dengan pembangkit listrik lainnya tentu pembangkit listrik pasang surut sangat unggul yaitu pasang surut air dapat diprediksi karena dipengaruhi oleh pergerakan bumi dan serta gravitasi bulan dan matahari, sedangkan untuk pembangkit listrik lainnya (Matahari dan angin) sangat bergantung pada perubahan cuaca apalagi terlihat perubahan cuaca yang kadang tidak menentu sehingga sangat sulit untuk diprediksi.

Selain efisiensi dalam hal prediksi keadaan pasang surut, pembangkit pasang surut juga tidak menghasilkan dampak dan limbah berbahaya seperti yang dikhawatirkan dalam pembangkit energi nuklir. Waduk atau bendungan yang dibangun untuk pembangkit pasang surut juga dapat berperan ganda selain untuk menampung air yang digunakan memutar turbin juga dapat berfungsi melindungi pulau dari gelombang laut yang besar.

Efisiensi dari pembangkit listrik pasang surut sangat sebesar dengan efisiensi 80% yang tentunya sangat besar bahkan hampir tiga kali lebih besar dibandingkan dengan efisiensi dari pembangkit batu bara dan minyak bumi

yang memiliki efisiensi hanya 30% saja. Pembangkit pasang surut juga mampu menghasilkan listrik sebesar 500 sampai 1000 MW.

## **B. Saran**

Potensi energi tidal atau pasang surut di Indonesia termasuk yang terbesar di dunia. Sekarang inilah saatnya bagi Indonesia untuk mulai menggarap energi ini. Jika bangsa kita mampu memanfaatkan dan menguasai teknologi pemanfaatan energi tidal, ada dua keuntungan yang bisa diperoleh yaitu, pertama, keuntungan pemanfaatan energi tidal sebagai solusi pemenuhan kebutuhan energi nasional dan, kedua, kita akan menjadi negara yang mampu menjual teknologi tidal yang memberikan kontribusi terhadap devisa negara. Karena melihat potensi yang mana Indonesia dikelilingi dan sebagian besar daerahnya adalah daerah laut dengan tinggi gelombang yang konstan.

## DAFTAR PUSTAKA

Ahmad Hasnan. Pengenalan Potensi Pemanfaatan Arus Laut Sebagai Energi Terbarukan dan Berkelanjutan di Indonesia. <http://oke.or.id/wp-content/uploads/2010/12/wave-dan-tidal-energy.pdf> (diunduh tanggal 2 Maret 2013)

Edhi Budiharso. 2012. Energi Listrik dari Pasang Surut Air Laut . <http://teknotrek.blogspot.com/2012/12/energi-listrik-dari-pasang-surut-air.html> (diunduh tanggal 1 Maret 2013)

Linda Purdianti, dkk. 2012. Energi Pasang Surut Air Laut. [http://id.scribd.com/document\\_downloads/direct/94580506?extension=pdf&ft=1362402199&lt=1362405809&uahk=VCf9bYbhFkmbPr3eXOsKrvbGn6k](http://id.scribd.com/document_downloads/direct/94580506?extension=pdf&ft=1362402199&lt=1362405809&uahk=VCf9bYbhFkmbPr3eXOsKrvbGn6k) (di unduh tanggal 2 Maret 2013)

Meiki. 2012. Tidal Energy (Energi Pasang Surut). <http://meikieruputra.blogdetik.com/2012/11/03/tidal-energy-energi-pasang-surut/> (diunduh tanggal 1 Maret 2013)