

## PEMANFAATAN GELOMBANG AIR LAUT UNTUK PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK MINI BERBASIS MIKROHIDRO SYSTEM

Redita Dicky Setiawan<sup>1</sup>, Toto Cimurti<sup>2</sup>, Rahmad Kurniawan<sup>3</sup>, Dadang Hermawan<sup>4</sup>

### ABSTRAK

Energi ombak adalah energi alternatif yang dibangkitkan melalui efek gerakan tekanan udara akibat fluktuasi pergerakan gelombang. Pemanfaatan Energi ombak tersebut untuk menjadi energi listrik dengan menggunakan Pembangkit listrik mikrohidro. Dimana jenis pembangkit listrik Mikrohidro ini berbiaya rendah dan dapat bermanfaat untuk energi listrik masyarakat di tepi pantai dan Nelayan dalam mengolah hasil laut. Maka untuk membantu dan memfasilitasi masyarakat di daerah pesisir tentang kebutuhan Energi listrik, maka perlu adanya pembangunan sebuah sistem pembangkit listrik mini atau mikrohidro dengan memanfaatkan energi gelombang air laut tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan gelombang Laut sebagai pembangkit tenaga listrik menggunakan berbasis *Mikrohidro System*.

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Alat yang digunakan adalah prototipe gelombang laut dengan model *mikrohidro system*, variabel dalam penelitian ini adalah tinggi gelombang dengan tujuan untuk memperoleh efisiensi pembangkit listrik.

Hasil penelitian diketahui bahwa semakin tinggi gelombang maka didapatkan voltase dan arus serta efisiensi yang lebih tinggi juga. Dari tinggi gelombang 70 mm didapatkan rata-rata efisiensi sekitar 0.05 %, tinggi gelombang 100 mm didapatkan rata-rata efisiensi sekitar 0.12 %, tinggi gelombang 150 mm didapatkan rata-rata efisiensi sekitar 0.34 %.

Kata kunci: Energi Ombak, Pembangkit Listrik, *Mikrohidro System*

---

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Untuk bisa melangsungkan hidupnya, manusia harus berusaha memanfaatkan sumber daya hayati yang ada di bumi ini dengan sebaik-baiknya. Akan tetapi penggunaan tersebut haruslah mempunyai tujuan yang positif yang nantinya tidak akan membahayakan manusia itu sendiri. Sehingga manusia harus mencari sumber energi alternatif lain untuk menghidupi kebutuhan sehari-harinya. Misalnya sumber daya hayati yang ada di planet bumi ini salah satunya adalah lautan. Selain mendominasi wilayah di bumi ini, laut juga mempunyai banyak potensi pangan (beranekaragam spesies ikan dan tanaman laut) dan potensi sebagai sumber energi. Energi yang ada di laut ada 3 macam, yaitu: energi ombak, energi pasang surut dan energi panas laut. Salah satu energi di laut tersebut adalah energi ombak. Sebenarnya ombak merupakan sumber energi yang cukup besar. Ombak merupakan gerakan air laut yang turun-naik atau bergulung-gulung. Energi ombak adalah energi alternatif yang dibangkitkan melalui efek gerakan tekanan udara akibat fluktuasi pergerakan gelombang. Pemanfaatan Energi ombak tersebut untuk menjadi energi listrik dengan menggunakan Pembangkit listrik mikrohidro. Dimana jenis pembangkit listrik Mikrohidro ini berbiaya rendah dan dapat bermanfaat untuk energi listrik masyarakat di tepi pantai dan Nelayan dalam mengolah hasil laut.

Maka untuk membantu dan memfasilitasi masyarakat di daerah pesisir tentang kebutuhan Energi listrik, maka perlu adanya pembangunan sebuah sistem

Pembangkit listrik Mini atau Mikrohidro dengan memanfaatkan energi gelombang air laut tersebut.

salah satu faktor yang menarik dari pembangkit listrik tenaga mini-mikrohidro adalah teknologinya yang relatif sederhana. Namun demikian, Daerah yang mempunyai topografi bergunung dan banyak mempunyai sungai merupakan potensi sumber energi yang sangat besar untuk pembangkit yang bila direncanakan secara matang dapat mengatasi masalah krisis energi. Namun demikian krisis sumber daya energi ini belum dipecahkan secara integral menggunakan potensi sumber energi air di daerah yang masih cukup besar. Masih banyak desa-desa yang jauh dari perkotaan masih belum mendapatkan pasokan listrik secara memadai. Banyak Kota dan Kecamatan yang mengandalkan PLTD dan hanya beroperasi malam hari saja dari jam 6-12 malam. Dan manakala minyak susah didapatkan akan terjadi pemadaman secara luas. Salah satu solusi adalah pembangkit mikrohidro. Lantas apa itu mikro hidro? PLTMH : merupakan singkatan dari Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro, yaitu alat yang menghasilkan listrik dengan menggunakan sumber tenaga air. Mikro menunjukkan ukuran kapasitas pembangkit, yaitu antara 5 kW sampai 100 kW.

Untuk merancang Sebuah Sistem Pembangkit Mikrohidro Berbasis Energi Gelombang Air laut ini. Kita Menggunakan 2 metode yaitu metode Tapper Channel dan Oscilating Water Collum. Untuk Lebih jelasnya dijelaskan di Bagian Tinjauan Pustaka

#### Rumusan Masalah

Dari permasalahan pada latar belakang diatas diperlukan pembangkit listrik alternatif yaitu dengan

1), 2), 3) Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang  
4) Staf/Dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang

Pemanfaatan Gelombang Air Laut Untuk Pembangkit Tenaga Listrik Mini Berbasis *Mikrohidro system*. Adapun batasan masalahnya sebagai berikut:

1. Gelombang laut dimodelkan dalam bentuk *prototype*.
2. Penelitian dilakukan secara eksperimen berbasis *mikrohidro system*.

#### Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan Gelombang Laut sebagai pembangkit tenaga listrik menggunakan berbasis *Mikrohidro System*

#### Manfaat Penelitian

Penelitian sangat penting untuk dilakukan untuk mendapatkan manfaat, diantaranya sebagai berikut:

1. Dapat membantu memecahkan masalah keterbatasan energi fosil.
2. Memberikan masukan terhadap pengembangan pemanfaatan gelombang laut terutama pada aplikasi pembangkit listrik.

#### TINJAUAN PUSTAKA

##### Potensi Konversi Energi Gelombang Menjadi Listrik di Dunia

Selain panas laut dan pasang surut, masih terdapat satu lagi energi samudera yaitu energi gelombang. Sudah banyak pemikiran untuk mempelajari kemungkinan pemanfaatan energi yang tersimpan dalam ombak laut. Salah satu negara yang sudah banyak meneliti hal ini adalah Inggris. Berdasarkan hasil pengamatan yang ada, deretan ombak (gelombang) yang terdapat di sekitar pantai Selandia Baru dengan tinggi rata-rata 1 meter dan periode 9 detik mempunyai daya sebesar 4,3 kW per meter panjang ombak. Sedangkan deretan ombak serupa dengan tinggi 2 meter dan 3 meter dayanya sebesar 39 kW per meter panjang ombak. Untuk ombak dengan ketinggian 100 meter dan perioda 12 detik menghasilkan daya 600 KW per meter. Di Indonesia, banyak terdapat ombak yang ketinggiannya di atas 5 meter sehingga potensi energi gelombangnya perlu diteliti lebih jauh. Negara-negara maju seperti Amerika Serikat, Inggris, Jepang, Finlandia, dan Belanda, banyak menaruh perhatian pada energi ini. Lokasi potensial untuk membangun sistem energi gelombang adalah di laut lepas, daerah lintang sedang dan di perairan pantai. Energi gelombang bisa dikembangkan di Indonesia di laut selatan Pulau Jawa dan Pulau Sumatera.

##### Teknik konversi Energi Gelombang Menjadi Listrik

Ada tiga cara membangkitkan listrik dengan tenaga ombak :

- **Energi gelombang**

Energi kinetik yang ada pada gelombang laut digunakan untuk menggerakkan turbin. Ombak naik ke dalam ruang generator, lalu air yang naik menekan udara keluar dari ruang generator dan menyebabkan turbin berputar. ketika air turun, udara bertiup dari luar ke dalam ruang generator dan memutar turbin kembali.

- **Pasang surut air laut**

Bentuk lain dari pemanfaatan energi laut dinamakan energi pasang surut. Ketika pasang datang ke pantai, air pasang ditampung di dalam reservoir. Kemudian ketika air surut, air di belakang reservoir dapat dialirkan seperti pada PLTA biasa. Agar bekerja optimal, kita membutuhkan gelombang pasang yang besar. dibutuhkan perbedaan kira-kira 16 kaki antara gelombang pasang dan gelombang surut. Hanya ada beberapa tempat yang memiliki kriteria ini. Beberapa pembangkit listrik telah beroperasi menggunakan sistem ini. Sebuah pembangkit listrik di Prancis sudah beroperasi dan mencukupi kebutuhan listrik untuk 240.000 rumah.

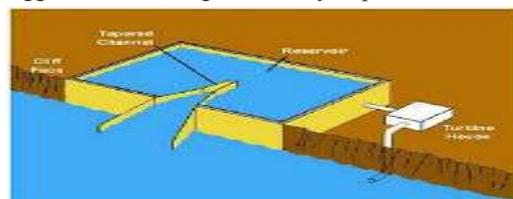
Untuk mengkonversi energi gelombang terdapat 3 (tiga) sistem dasar yaitu sistem kanal yang menyalurkan gelombang ke dalam reservoir atau kolam, sistem pelampung yang menggerakkan pompa hidraulik, dan sistem osilasi kolom air yang memanfaatkan gelombang untuk menekan udara di dalam sebuah wadah. Tenaga mekanik yang dihasilkan dari sistem-sistem tersebut ada yang akan mengaktifkan generator secara langsung atau mentransfernya ke dalam fluida kerja, air atau udara, yang selanjutnya akan menggerakkan turbin atau generator.

Daya total dari gelombang pecah di garis pantai dunia diperkirakan mencapai 2 hingga 3 juta megawatt. Pada tempat-tempat tertentu yang kondisinya sangat bagus, kerapatan energi gelombang dapat mencapai harga rata-rata 65 megawatt per mil garis pantai. Ada 3 cara untuk menangkap energi gelombang, yaitu:

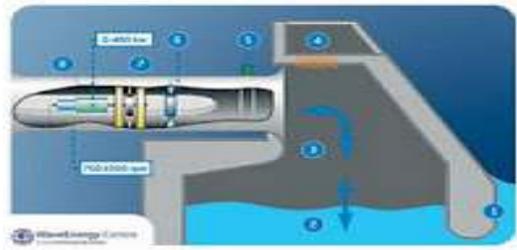
Dengan pelampung. Dimana alat ini akan membangkitkan listrik dari hasil gerakan vertikal dan rotasional pelampung. Alat ini dapat ditambatkan pada sebuah rakit yang mengambang atau alat yang tertambat di dasar laut.

Kolom air yang berosilasi (*Oscillating Water Column*). Alat ini membangkitkan listrik dari naik turunnya air akibat gelombang dalam sebuah pipa silindris yang berlubang. Naik turunnya kolom air ini akan mengakibatkan keluar masuknya udara di lubang bagian atas pipa dan menggerakkan turbin.

*Wave Surge* atau *Focusing Devices*). Peralatan ini biasa juga disebut sebagai tapered channel atau kanal meruncing atau sistem tapchan, dipasang pada sebuah struktur kanal yang dibangun di pantai untuk mengkonsentrasikan gelombang, membawanya ke dalam kolam penampung yang ditinggikan. Air yang mengalir keluar dari kolam penampung ini yang digunakan untuk membangkitkan listrik dengan menggunakan teknologi standar hydropower



Gambar 1 Tapered Channel



Gambar 2 Oscillating Water Collum

Di samping nilai ekonomis yang cukup menjanjikan ada hal-hal lain yang dapat memberikan keuntungan di bidang lingkungan hidup. Energi ini lebih ramah lingkungan, tidak menimbulkan polusi suara, emisi CO<sub>2</sub>, maupun polusi visual dan sekaligus mampu memberikan ruang kepada kehidupan laut untuk membentuk koloni terumbu karang di sepanjang jangkar yang ditanam di dasar laut.

### Sistem Pembangkit Mikrohidro

Mikrohidro adalah istilah yang digunakan untuk instalasi pembangkit listrik yang menggunakan energi air. Kondisi air yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber daya (resources) penghasil listrik adalah memiliki kapasitas aliran dan ketinggian tertentu dad instalasi. Semakin besar kapasitas aliran maupun ketinggiannya dari istalasi maka semakin besar energi yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik.

Biasanya Mikrohidro dibangun berdasarkan kenyataan bahwa adanya air yang mengalir di suatu daerah dengan kapasitas dan ketinggian yang memadai. Istilah kapasitas mengacu kepada jumlah volume aliran air persatuan waktu (flow capacity) sedangkan beda ketinggian daerah aliran sampai ke instalasi dikenal dengan istilah head. Mikrohidro juga dikenal sebagai white resources dengan teluemanan bebas bisa dikatakan “*energi putih*”. Dikatakan demikian karena instalasi pembangkit listrik seperti ini menggunakan sumber daya yang telah disediakan oleh alam dan ramah lingkungan. Suatu kenyataan bahwa alam memiliki air terjun atau jenis lainnya yang menjadi tempat air mengalir. Dengan teknologi sekarang maka energi aliran air beserta energi perbedaan ketinggiannya dengan daerah tertentu (tempat instalasi akan dibangun) dapat diubah menjadi energi listrik.

Seperti dikatakan di atas, Mikrohidro hanyalah sebuah istilah. Mikro artinya kecil sedangkan hidro artinya air. Dalam, prakteknya istilah ini tidak merupakan sesuatu yang baku namun bisa dibayangkan bahwa Mikrohidro, pasti menggunakan air sebagai sumber energinya. Yang membedakan antara istilah Mikrohidro dengan Minihidro adalah output daya yang dihasilkan. Mikrohidro menghasilkan daya lebih rendah dari 100 W, sedangkan untuk minihidro daya keluarannya berkisar antara 100 sampai 5000 W. Secara teknis, Mikrohidro memiliki tiga komponen utama yaitu air (sumber energi), turbin dan generator. Air yang mengalir dengan kapasitas tertentu disalurkan clan ketinggian tertentu menuju rumah instalasi (rumah turbin). DI rumah instalasi air tersebut akan menumbuk

turbin dimana turbin sendiri, dipastikan akan menerima energi air tersebut dan mengubahnya menjadi energi mekanik berupa berputarnya poros turbin. Poros yang berputar tersebut kemudian ditransmisikan ke generator dengan menggunakan kopling. Dari generator akan dihasilkan energi listrik yang akan masuk ke sistem kontrol arus listrik sebelum dialirkan ke rumah-rumah atau keperluan lainnya (beban). Begitulah secara ringkas proses Mikrohidro merubah energi aliran dan ketinggian air menjadi energi listrik. Persamaan konversinya adalah:

$$\text{Daya yang masuk} = \text{Daya yang keluar} + \text{Kehilangan (Loss)}$$

atau

$$\text{Daya yang keluar} = \text{Daya yang masuk} \times \text{Efisiensi konversi}$$

Persamaan di atas biasanya digunakan untuk menggambarkan perbedaan yang kecil. Daya yang masuk, atau total daya yang diserap oleh skema hidro, adalah daya kotor, P<sub>gross</sub>. Daya yang manfaatnya dikirim adalah daya bersih, P<sub>net</sub>. Semua efisiensi dari skema gambar di atas disebut E<sub>o</sub>.

$$P_{net} = P_{gross} \times E_o \text{ kW}$$

Daya kotor adalah head kotor (H<sub>gross</sub>) yang dikalikan dengan debit air (Q) dan juga dikalikan dengan sebuah faktor (g = 9.8), sehingga persamaan dasar dari pembangkit listrik adalah :

$$P_{net} = g \times H_{gross} \times Q \times E_o \text{ kW (g=9.8)}$$

dimana head dalam meter, dan debit air dalam meter kubik per detik (second (s)). Dan E<sub>o</sub> terbagi sebagai berikut.

$$E_o = E_{konstruksi sipil} \times E_{penstock} \times E_{turbin} \times E_{generator} \times E_{sistem kontrol} \times E_{jaringan} \times E_{trafo}$$

### Penelitian Terdahulu

Penelitian *gelombang laut* telah dilakukan oleh peneliti. Beberapa diantaranya digunakan sebagai dasar untuk mendukung pelaksanaan penelitian ini:

PENELITI Universitas Oregon (2007), memuplikasikan temuan teknologi terbarunya yang diberi nama Permanent Magnet Linear Buoy. Diberi nama buoy karena memang pada prinsip dasarnya, teknologi terbaru tersebut dipasang untuk memanfaatkan gelombang laut di permukaan. Berbeda dengan buoy yang digunakan untuk mendeteksi gelombang laut yang menyimpan potensi tsunami. Peneliti Oregon menjelaskan prinsip dasar buoy penghasil listrik tersebut yaitu dengan mengapungkannya di permukaan. Gelombang laut yang terus mengalir dan berirama bolak-balik dalam buoy ini akan diubah menjadi gerakan harmonis listrik. Sekilas bila dilihat dari bentuknya, buoy ini mirip dengan dinamo sepeda.

Ardhianto, Mochamad Marte (2010) “Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Menggunakan Turbin Francis di Bendungan Banjir Kanal Barat Semarang” adalah untuk memberikan satu kontribusi sebagai salah satu pemanfaatan turbin air untuk Pembangkit Listrik

Tenaga Mikrohidro serta untuk merencanakan suatu pembangkit listrik tenaga air mikro yang dapat dimanfaatkan dan diaplikasikan. Berdasar pada data dilapangan (Head = 8 meter dan Debit air 0,98 m<sup>3</sup>/detik) maka didapat daya yang dihasilkan turbin Francis sebesar 39,63 kW. Dari hasil yang didapat maka pada bendungan banjir kanal barat ini bisa dipasang Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).

Sudargana, Dkk.(2008). Penelitian direncanakan bertahap, tahap pertama merupakan penelitian deskriptif Potensi Energi Gelombang Laut untuk mencari spesifikasi energi gelombang laut yang dipakai sebagai data perancangan turbin. Penelitian mencari spesifikasi kecepatan dan amplitudo gelombang baik di pantai landai dan pantai curam. Alat uji berupa plat yang dikenai gelombang, sehingga memperoleh simpangan pegas. Dari simpangan ini dapat diperoleh kecepatan dan amplitudo gelombang laut.

## METODE PENELITIAN

### Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini adalah :

Variabel bebas :

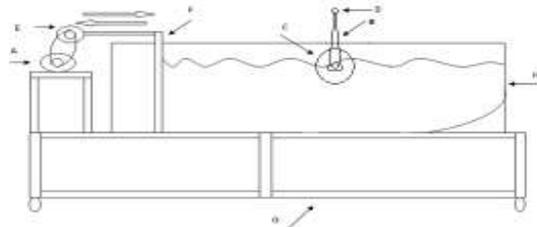
Tinggi gelombang/Amplitudo dan kecepatan gelombang

Variabel terikat :

Putaran Kincir (rpm), Putaran poros (rpm), arus listrik (ampere), tegangan listrik (Volt) dan Efisiensi PLTMH(%).

### Model Peralatan

Alat yang digunakan adalah prototipe Gelombang Laut dengan model *mikrohidro system* dengan kincir sebagai pembuat gelombang yang nanti nya air akan di tampung dalam sebuah penampungan sehingga air yang nantinya telah tertampung akan mengalir secara keras menggerakkan *mikrohidro System*



Keterangan gambar:

- A. Motor penggerak
- B. Tiang dan generator
- C. Turbin Mikrohidro
- D. Lampu Indikator
- E. Flywheel pengerak papan
- F. Papan penggerak air
- G. Kerangka
- H. Kolam

Gambar 3 prototipe pembangkit listrik gelombang laut

### Peralatan Ukur

Peralatan yang digunakan yaitu:

- Avometer/multimeter adalah alat yang dipergunakan untuk mengukur kuat arus, tegangan AC/DC, dan tahanan listrik.

- Tachometer adalah alat yang berfungsi alat untuk mengukur putaran poros.

### Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan pada tahun 2013. Lokasi pengujian di Lab. Fenomena Dasar Mesin Universitas Widyagama Malang. Adapun prosedur pengujian sebagai berikut:

1. engujian pemanfaatan gelombang laut menggunakan *mikrohidro system* dengan variasi tinggi gelombang/Amplitudo.
2. engujian pemanfaatan gelombang laut menggunakan *mikrohidro system* dengan variasi kecepatan gelombang.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian di peroleh data dan dapat dibuat grafik sebagai berikut:

### Hubungan Antara Tinggi Gelombang terhadap Voltase dan Arus



Gambar 4 Grafik Hubungan antara tinggi gelombang terhadap voltase dan arus

Dari data dan grafik diatas dapat diketahui bahwa untuk tinggi gelombang yang didapatkan adalah sekitar 80 mm untuk eksentrik gelombang 70 mm, sedangkan untuk tinggi gelombang yang didapatkan 120 mm untuk eksentrik 100 mm, untuk eksentrik gelombang 150 mm didapatkan tinggi gelombang sekitar 170 mm.

Dari grafik diatas diketahui bahwa semakin tinggi gelombang maka didapatkan voltase dan arus yang lebih tinggi juga. Dari tinggi gelombang 70 mm didapatkan rata-rata voltase sekitar 0.80 V, tinggi gelombang 100 mm didapatkan rata-rata voltase sekitar 1.18 V, tinggi gelombang 150 mm didapatkan rata-rata voltase sekitar 1.64 V. Sedangkan tinggi gelombang 70 mm didapatkan rata-rata arus sekitar 0.62 A, tinggi gelombang 100 mm didapatkan rata-rata arus sekitar 0.96 A, tinggi gelombang 150 mm didapatkan rata-rata voltase sekitar 1.94 A.

## Hubungan Antara Tinggi Gelombang Terhadap Efisiensi



Gambar 5 Grafik Hubungan antara tinggi gelombang terhadap efisiensi

Dari grafik diatas diketahui bahwa semakin tinggi gelombang maka didapatkan efisiensi yang lebih baik. Dari tinggi gelombang 70 mm didapatkan rata-rata efisiensi sekitar 0.05 %, tinggi gelombang 100 mm didapatkan rata-rata efisiensi sekitar 0.12 %, tinggi gelombang 150 mm didapatkan rata-rata efisiensi sekitar 0.34 %.

### Pembahasan

Dari grafik hubungan antara tinggi gelombang terhadap voltase dan arus dan grafik hubungan antara tinggi gelombang terhadap efisiensi dapat dilihat bahwa voltase, arus dan efisiensi mengikuti dari pola tinggi gelombang. Ini dapat dilihat pada gambar 4 dan gambar 5 ketika tinggi gelombang meningkat maka voltase, arus dan efisiensi juga akan meningkat dan sebaliknya ketika tinggi gelombang berkurang ketinggiannya maka voltase, arus dan efisiensi menjadi rendah. Ini dikarenakan semakin besar hantaman gelombang ke turbin maka putaran turbin akan semakin besar sehingga akan menghasilkan voltase dan arus yang besar. Dari segi efisiensi juga meningkat atau besar dikarenakan putaran turbin dan tinggi gelombang meningkat. Sebaliknya ketika tinggi gelombang kecil maka hantaman ke turbin akan semakin rendah yang dapat mengakibatkan arus, voltase dan efisiensi akan rendah atau kecil.

### KESIMPULAN

1. Semakin tinggi gelombang maka didapatkan voltase dan arus yang lebih tinggi.
2. Semakin tinggi gelombang maka didapatkan efisiensi yang lebih baik.

### Saran

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan variasi dimensi kincir atau turbin dan jenis- jenis turbin.

### DAFTAR PUSTAKA

Pugh, Stuart (1990), " Total Design ", Addison-Wesley Publising Company Sylvain dkk, 2007, *A Innovative Modelling Approach To Investigate The Efficiency Of Cross Flow Water Turbine Farms*, 2nd IAHR International Meeting of the Workgroup on Cavitation and Dynamic Problems

in Hydraulic Machinery and Systems Timisoara, Romania

ZANETTE, J., IMBAULT, D., dan TOURABI, A.,2007, *Fluid-Structure Interaction And Design Of Water Current Turbines*, 2<sup>nd</sup> IAHR International Meeting of the Workgroup on Cavitation and Dynamic Problems in Hydraulic Machinery and Systems Timisoara, Romania

Zulkarnain, Soekarno, H, Berlian A. 2004. *Sistem Piko Hidro untuk Daerah terpencil*. Majalah P3TEK

<http://www.p3tek.com/conten/publikasi/2>

[http://id.wikipedia.org/wiki/Energi\\_gelombang](http://id.wikipedia.org/wiki/Energi_gelombang)

[http://id.wikipedia.org/wiki/Penyimpanan\\_energi](http://id.wikipedia.org/wiki/Penyimpanan_energi)

<http://oke.or.id/wp-content/uploads/2010/12/wave-dan-tidal-energy.pdf>

<http://www.alpensteel.com/article/52-106-energi-laut-ombak-gelombang-arus/530-energi-gelombang-laut.html>

<http://www.alpensteel.com/article/52-106-energi-laut-ombak-gelombang-arus/533-pemanfaatan-energi-ombak-sebagai-pembangkit-tenaga-listrik.html>

<http://www.alpensteel.com/article/53-101-energi-terbarukan--renewable-energy/338--energi-pasang-surut-sebagai-energi-terbarukan.html>

<http://www.alternative-energy-news.info/technology/hydro/wave-power/>

<http://www.bluenergy.com>

