

Pengembangan Sistem Pembangunan Kawasan Pasang Surut dan Pemanfaatan Sumber Daya Terbarukan Dari Pompa Hempasan Gelombang Laut

**Prof.Dr.-Ing. Uras Siahaan, lic.rer.reg. (Guru Besar Arsitektur UKI)
Karyadi Kuslianto (Staff Pengajar FT Arsitektur Unika Parahyangan)
Ir. Rahmad Samosir, MT (Staff Pengajar FT Mesin UKI)**

ABSTRAK

Dunia terdiri atas mayoritas lautan dan daratan. Dengan perubahan struktur tertentu manusia dapat mengembangkan kehidupan baik di darat maupun di atas air, dan kemampuan mengubah ini sudah berkembang dan semakin meningkat selama berjuta tahun. Oleh karena desakan kebutuhan akan lahan untuk tempat tinggalnya, manusia telah diharuskan untuk mengembangkan kemampuannya menaklukkan alam lebih jauh. Perkembangan yang begitu pesat telah mengubah konsep pengembangan setempat, dari konsep pengembangan struktur lahan basah ke lahan kering. Konsekuensi perubahan ini adalah membawa permasalahan pengembangan perkotaan yang berakibat langsung kepada pergeseran tata cara kehidupan, sosial dan budaya setempat. Dengan generalisasi aturan pengembangan wilayah yang terjadi selama ini, kearifan budaya setempat dan ciri khas kewilayahan jadi tersingkirkan dan menghilang secara drastis.

Indonesia sama seperti Negara-negara lain di dunia, juga berusaha untuk memecahkan permasalahan energi dengan memanfaatkan energi terbarukan dari alam. Beberapa penelitian tentang ini di UKI sudah dilakukan. Teknik untuk mendapatkan tenaga terbarukan dari alam semakin berkembang. Di sini disampaikan kemungkinan pemanfaatan tenaga gelombang laut untuk menjadi tenaga pembangkit listrik (Ir. Rahmat Samosir, Tenaga Pengajar FT-Mesin). Hasil karya ini telah dipamerkan pada acara SMESCO KRENOV FAIR 2014 dan memenangkan juara ke III Karya Inovatif antar Universitas se Jabodetabek. Selain itu juga, prinsip yang sama dapat dikembangkan untuk mendestilasi air laut, sehingga bisa menghasilkan minum bagi penduduk setempat dengan biaya murah (R. Samosir).

Kata Kunci: Konsep Lahan Basah dan Energi Terbarukan

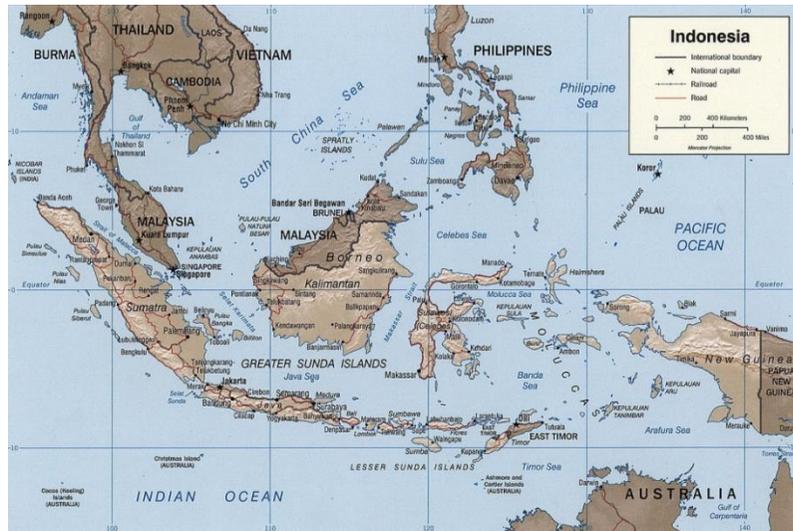
ABSTRACT

The world consists of a majority of the oceans and land. With certain structural changes humans can develop a good life both on land and on the water, and it has developed its ability to change and increase over millions of years. Hence the insistence of the need for land for residence, man has been required to develop further its ability to conquer the nature. Rapid development has changed the concept of local development, from concept development of the structure of wetlands to dry land. The consequence of this change is to bring the problems of urban development that result directly to the change in ways of life, social and cultural. By generalizing rules of the Government which occurs during the development of this region, local culture and wisdom characteristic of cantonal be eliminated and disappear drastically.

Indonesian same as other countries in the world, is also trying to solve energy problems by utilizing renewable energy from nature. Some of this research has been done in the UKI. Techniques to obtain renewable energy from nature is growing. Here presented the possibility of utilization of ocean wave energy to be a power plant (Ir. Rahmat Samosir & others). The results of this work has been exhibited at the SMESCO KRENOV FAIR 2014 and won the championship for the third inter-university inovativ work in

Greater Jakarta. In addition, the same principles can be developed for distilling sea water, so that it can produce drinking water for the local population with a low cost.

Keywords: Wetland Concept and Renewable Energy



Gambar 1. Peta Indonesia
Sumber : Wikipedia-Google Map

1. LATAR BELAKANG

Negara Kepulauan Indonesia terbentang sepanjang 5,120 kilometres (3,181 mi) dari Barat ke Timur dan 1,760 kilometres (1,094 mi) dari Utara ke Selatan, dengan jumlah pulau diperkirakan 17,508 pulau, dimana hanya sekitar 6,000 dihuni oleh penduduk. Pulau terbesarnya adalah Sumatra, Jawa, Kalimantan, Sulawesi dan Irian Jaya, dua Kepulauan Besar (Nusa Tenggara dan Maluku) dan sekitar 60 Kepulauan Kecil. Empat pulau nya berbatasan dengan Negara Tetangga adalah Kalimantan dengan Malaysia dan Brunei, Sebatik di Timur Malaysia, dibagi dengan Malaysia, Timor dengan Timor Leste dan Propinsi Papua dan Papua Barat dengan Papua New Guinea. Luas areal Indonesia adalah 1,919,317 km² (741,052 sq mi). Termasuk total teritori Indonesia adalah 93,000 km² lainnya (35,908 sq mi) perairan dalam (selat-selat, pantai dan bentuk perairan). Tambahan areal laut di sekitarnya membawa Indonesia pengakuan territorial umum (darat dan laut) sekitar 5 juta km². Pemerintah kemudian mengklaim suatu Zona Ekonomi Eksklusif, yang menambahkan luas menjadi sekitar 7,9 juta km².

Kondisi Kepulauan untuk Indonesia menyulitkan untuk pembangunan, banyak daerah terisolir dan pengadaan energi dan pengelolaan air menjadi sangat sulit. Banyak pihak tidak menyadari, bahwa kondisi ini juga memberi keuntungan besar untuk Indonesia di bidang transportasi air, pengelolaan kebudayaan, pemanfaatan tenaga air sungai dan laut untuk pembangunan. Dalam tulisan ini, saya ingin mengemukakan apa yang telah kami teliti di Universitas Kristen Indonesia, memanfaatkan air untuk pembangunan berkelanjutan dan memanfaatkan tenaga air laut untuk pembangkit tenaga listrik dan destilasi air bagi kebutuhan air minum penduduk.

2. PERMASALAHAN

Kota-kota di Indonesia berada pada umumnya di dataran rendah. Salah satu contoh diambil di sini adalah kota Banjarmasin, ibukota Propinsi Kalimantan Selatan.

Kota ini dikenal sebagai „Kota Seribu Sungai“. Sungai Martapura yang meliwati kota ini merupakan salah satu sungai yang terbesar, bercirikan sungai pasang surut (tidal river). Kawasan pusat Kota Lama Banjarmasin, yang merupakan kawasan cikal bakal perkembangan kota, berada di daerah tepian pasang surut sungai Martapura, sehingga kawasan ini memiliki karakteristik khas, yang disebut sebagai kawasan sungai pasang surut atau disingkat menjadi „kasupasut“. Transformasi perkembangan kota ini sepanjang 488 tahun mengungkap 5 konsep arsitektur kasupasut pusat Kota Lama Banjarmasin, sebagai acuan pembangunan berkelanjutan. Konsep ini tidak akan dibicarakan di sini, hanya akan diperlihatkan sebagai kajian arsitektur kota pasut dan pertimbangan bagi penataan ruang serta evaluasi pembangunan kasupasut kota Banjarmasin, sehingga dapat mempertahankan perkembangan berkelanjutan.

Kota Banjarmasin terletak sebagian besar di dataran rendah lahan basah (wetland), -0,16 meter di bawah permukaan laut, yang mengakibatkan kota ini digenangi air secara terus menerus. Genangan ini yang membentuk ratusan sungai besar dan kecil yang mengalir melalui kawasan perkotaan. Terdapat dua sungai besar yang berpengaruh dan memiliki arti penting sebagai barometer perkembangan kota, yaitu Sungai Barito dan sungai Martapura.

Kota Banjarmasin berada sekitar 23 km dari muara sungai Barito, dari Laut Jawa. Terjadi siklus pasang surut secara periodikal sekali dalam sehari. Siklus periodikal pasut ini juga mengalami perubahan secara bulanan oleh gaya tarik posisi bumi-bulan-matahari, maupun siklus tahunan oleh musim hujan dan kemarau, hingga siklus ekstrim dalam puluhan tahun. (Siklus pasut pada air sungai-sungai kota Banjarmasin bersifat *diurnal tide*, Wyrtki, 1961)

3. Fakta-fakta Perubahan Orientasi Pembangunan

3.1. Pusat Kota Lama Banjarmasin Menjadi Kota Darat

Berbagai ahli mengakui, kehidupan masyarakat Banjar di Banjarmasin berpusat kepada keberadaan mereka di air. Misalnya, seluruh pergerakan mereka bertumpu pada kemampuan tangan mengayuh sampan (Beckman dan Saleh-1960, Muhammad dan Mentayani-2007). Pembuatan konstruksi bangunan dalam menentukan batas ketinggian ruang kegiatan dan tempat tinggalnya dan kanal-kanal irigasi tradisional juga mengantisipasi kepada pasang surut hingga keseimbangan dan kestabilan dalam pelayaran.

Setelah era Kemerdekaan NKRI, bertambahnya penduduk dan peningkatan kebutuhan lahan perumahan untuk pembangunan berbagai fasilitas kegiatan kota telah memberi tekanan besar kepada tata ruang kota dan kasupasut sebagai lahan terbutka kota. Kasupasut banyak diintervensi oleh pembangunan baru, yang meningkatkan transformasi dan kepadatan kota. Pada saat ini gejala transformasi arsitektur kasupasutpusat kota lama cenderung berorientasi darat. Sebagai akibatnya, sebanyak 31 sungai menjadi tidak aktif, menyusut atau mati, akibat terputusnya sebagian jaringan pengaliran air ke induk sungainya.

Orientasi pembangunan kota Banjarmasin saat ini cenderung bergeser ke sektor darat. Keberadaan sungai sangat diabaikan, malah sering diusahakan ditiadakan, untuk kenyamanan penduduk kota terbebas dari sifat pasang surut sungai dan genangan luas di mana-mana. Sungai yang berkelok-kelok dengan banyak cabangnya ditambah kanal-kanal buatan jaman Kolonial Belanda dianggap sebagai penghambat dan menyulitkan penataan pembangunan wilayah kota Banjarmasin.

Berbagai fakta ditemukan misalnya :

1. Pembangunan tipe jembatan datar dan benchmark berbentuk piel permukaan badan jembatan yang mengikuti ketinggian piel darat, telah menjadi penghalang bagi ruang pelayaran kota, terutama bila air sungai pasang naik. Sebagai akibatnya, banyak anak sungai dan kanal-kanal tidak dapat lagi dilayari oleh transportasi air

2. Arsitektur bangunan yang renggang telah berubah menjadi rapat, lebih sesuai untuk tanah daratan, yang menutup akses dan pandangan dari jalan darat ke ruang sungai. Di sini ruang sungai menjadi tidak penting, menjadi belakang rumah
3. Perubahan arsitektur kasupasut dari tatanan kapling lahan basah (air) menjadi kapling darat
4. Melalui Peraturan Daerah No 2 tahun 2007 dan Permendagri No 1, tentang rruang terbuka hijau perkotaan, diberlakukan pengaturan garis sempadan sungai, sehingga cenderung membatasi dan menghilangkan tipe arsitektur bangunan permukiman air di kasupasut

Perubahan arsitektur bangunan air di sungai menjadi arsitektur bangunan darat akses ke jalan.

Gambar 2 dan 3 memperlihatkan perbandingan kondisi kota lama dengan kota baru



Gambar 2. Konsep pembangunan Kota Banjarmasin orientasi kearah sungai (Water based architecture)
Sumber: Collectie Tropen Museum,

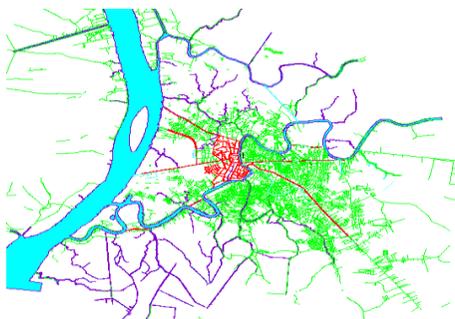


Gambar 3. Konsep pembangunan Kota Banjarmasin orientasi kearah darat (Land based architecture)
Sumber: Bappeda kota Banjarmasin, 2013

3.2. Jaringan sungai kota versus kantong-kantong air kota

Untuk Kota Banjarmasin, jaringan sungai maupun kanal mempunyai kedudukan sama penting mendukung aktivitas pelayaran. Keadaan ini telah terganggu oleh pola perkembangan daratan, sehingga pembangunan kota cenderung mengubah pola aliran air menjadi pola lingkungan kantong-kantong air yang merendang dan menimbulkan banjir. Fakta-fakta di lapangan menunjukkan hal tersebut:

1. Aliran sistim irigasi, drainase kawasan daratan kota terputus oleh urugan aliran untuk peninggian piel daratan, yang kemudian menghambat atau memutus air sungai. Sebagai akibatnya, terjadi kantong-kantong air kota yang membentuk pola-pola batas ruang air-darat di lingkungan dan merubah pola struktur kota berbasis pola aliran sungai atau jalan.
2. Penyempitan badan sungai dan kanal mengalami gejala penyempitan akibat dipadati bangunan rapat, yang ber-orientasi akses ke koridor jalan; dan pendangkalan atau pencemaran oleh limbah domestik maupun 'hampangan' yang dibentuk oleh gulma air
3. Anak sungai dan kanal kota banyak yang tidak dapat dilayari lagi, karena ditutupi jembatan atau terhalang instalasi pipa kota, maupun dikondisikan sebagai "backyard", yang cenderung menjadi saluran limbah permukiman
4. Preseden serupa terlihat pada pembangunan siring/*promanade* kasupasut tengah kota yang cenderung meniadakan fenomena alami dinamika ruang pasut sungai, dan merubah profil badan sungai menjadi saluran kanal kota



Gambar 4. Jaringan integrasi sungai- kanal Kota Banjarmasin
Sumber: Bappeda Kota Banjarmasin, 2013



Gambar 5. Zona genangan kota menjadi kantong-kantong air Kota Banjarmasin
Sumber: Bappeda kota Banjarmasin, 2013

4. PERUBAHAN BUDAYA SUNGAI PASUT MENJADI BUDAYA DARAT

Pada awal pemerintahan Orde Baru tidak ada satupun wilayah di lingkungan kota yang tidak dapat dicapai melalui transportasi air. Pusat-pusat permukiman berada di jalur-jalur sungai dan seluruh pasar di kota dihubungkan dengan jalur air. Memasuki era Orde Baru dengan proyek Repelita-nya Artha (1970) dalam Subiyakto (2005), menandai fenomena kota lebih berorientasi darat, menyebabkan jalan darat semakin pasti mulai menggantikan peran titian dan jalur air di beberapa perkampungan kota. Jembatan mulai banyak dibangun yang makin mempersulit aktivitas pelayaran sungai dalam kota. Kehidupan budaya sungai pasut cenderung ditinggalkan, dan sungai sekedar menjadi ruang terbuka atau drainase kota.

Fakta-fakta pergeseran orientasi pembangunan darat:

1. Perkembangan pembangunan jalan darat yang sangat pesat, mengakibatkan transportasi air dari muara ke hulu mulai ditinggalkan
2. Penyempitan sungai dan pelebaran ruas jalan, intervensi ke penyempitan badan kanal dan penutupan jembatan untuk lahan parkir atau perluasan halaman muka rumah oleh pihak swasta
3. Pemberlakuan garis sempadan sungai, cenderung membatasi dan menghilangkan permukiman air di kapasut sungai dan menjauhkan sungai sebagai ruang hunian bagi kehidupan penduduk kota
4. Hilangnya ketrampilan budaya mukim tradisional dalam membangun di lingkungan lahan basah, dengan sistem apung atau sistem panggung untuk menjaga aliran air dinamika pasut sungai.
5. Intervensi ke ruang sungai, maupun kanal dan peninggian daratan di kasupasut sungai untuk menghindari genangan air.



Gambar 6. Pasar apung simbol sosio ekonomi budaya sungai pasut masyarakat Banjar
Sumber: Bappeda kota Banjarmasin, 2013



Gambar 7. Gerbang kota Banjarmasin simbol pembangunan kota berorientasi budaya darat.
Sumber: Bappeda kota Banjarmasin, 2013

5. PEMANFAATAN PASANG SURUT AIR LAUT SEBAGAI ENERGI TERBARUKAN

5.1. Energi Terbarukan – Pompa Air

Hampir semua Negara di Dunia berusaha mengembangkan energy alternative yang terbarukan seperti energy surya, angin, PLTA, pasang surut, gelombang, panas bumi dan lain-lain. Memperhatikan potensi alam Indonesia dengan panjang daratan terpanjangnya, Ir. Rahmad Samosir mencoba memanfaatkan energy gelombang pantai untuk menggerakkan pompa plunyer untuk memperoleh tenaga listrik. Prinsip yang digunakan adalah memanfaatkan hempasan air kepantai sebagai pendorong plunyer dan air pada silinder ditekan masuk ke tangki penampung bertekanan tinggi. Pada saat air balik ke tengah danau, plunyer kembali ke posisi awal sehingga terjadi gerakan gigi bolak-balik.

Angin menyebabkan *gelombang* pada permukaan *laut* (dan danau) dan mentransfer sebagian energinya ke dalam air hingga terjadi gelombang dan hempasan air ke bibir pantai. Gaya ini dimanfaatkan sebagai penggerak pompa plunyer.

Latar belakang

Selain itu juga, berdasarkan berbagai penelitian, tenaga angin di Indonesia tidak menguntungkan untuk dipakai memutar baling-baling pembangkit listrik tenaga angin. Hal lain yang dipertimbangkan adalah rendahnya penghasilan para petani Indonesia, sehingga tidak mampu untuk membiayai pompa air untuk menaikkan air dari dalam tanah, sebaliknya terdapat air yang cukup di dataran yang lebih rendah. Pengadaan sumber daya listrik tenaga air masih belum dikembangkan dan cukup mahal untuk penduduk. Untuk itu dibutuhkan alternative lain untuk memanfaatkan energy gelombang laut maupun perairan danau yang potensial dilakukan. Selain itu pompa ini dapat digunakan oleh petani garam yang menggunakan air laut sebagai bahan baku garam.

Keunggulan Pompa hempasan air pantai dibanding Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Pompa air dengan menggunakan energy angin telah digunakan, namun dari sisi konstruksi pompa hempasan air pantai jauh lebih sederhana dan harganya diperkirakan jauh lebih murah. Dalam bentuk table, dibawah ini disajikan kelebihan pompa air yang digerakkan hempasan air pantai dibanding pompa yang digerakkan kincir angin.

No	Pompa digerakkan hempasan air pantai	Pompa digerakkan kincir angin
1	Konstruksinya sangat sederhana, tidak membutuhkan menara angin	Harus membuat menara angin yang tinggi, sehingga konstruksinya menjadi rumit
2	Untuk hempasan air yang lemah, pompa tetap menghasilkan air walau tekanannya rendah.	Pada tiupan angin yang rendah, pompa tidak berfungsi samasekali.
3	Diperkirakan harganya sangat murah	Harganya tergolong mahal

Table 1. Keunggulan pompa hempasan air pantai dibanding pompa kincir angin.

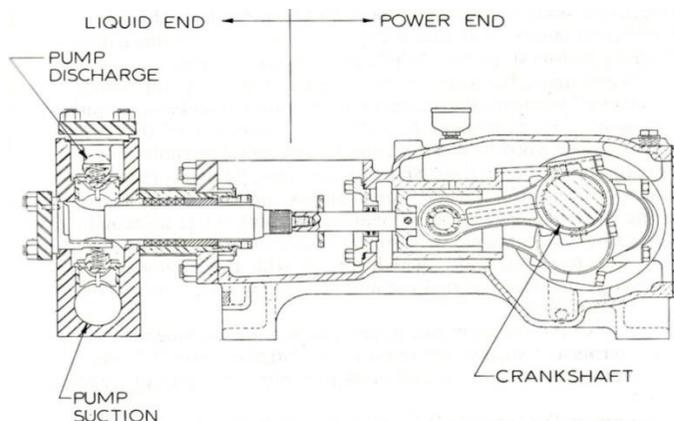
Dasar Teori.

Pompa berfungsi untuk memindahkan zat cair dari suatu tempat ke tempat, baik ke tempat yang lebih tinggi maupun ke tempat yang mempunyai ketinggian sama. Cara kerja pompa digolongkan dalam dua jenis yaitu :

- Displacement dan
- Dynamic.

System dynamic pada umumnya bekerja dengan gaya sentrifugal dan system displacement bekerja dengan cara pemampatan. Pompa dengan Sistem dynamic sangat

banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, seperti pompa rumah-tangga hingga pompa penanggulangan banjir yang berkapasitas besar, disamping konstruksinya yang sederhana juga mempunyai efisiensi yang tinggi.



Gambar 6. Pompa Plunyer yang digerakkan oleh motor (jenis displacement)
Sumber : Ir. Rahmad S.

Pompa dengan system displacement pada umumnya digunakan pada penggunaan yang bertekanan tinggi, bahkan juga digunakan untuk alat ukur (dosering). Dalam penelitian yang dilakukan Ir. Rahmad Samsosir dari FT-UKI, dipilih pompa displacement (reciprocating pump) bukan karena pertimbangan tekanan, akan tetapi untuk memanfaatkan hampasan air pantai yang bergerak bolak balik diharapkan dapat memindahkan air dari permukaan danau atau laut ke lokasi yang lebih tinggi, sehingga dibutuhkan pompa yang bergerak bolak-balik. Prinsip kerjanya adalah memanfaatkan momentum hampasan air, dimana jika sebuah benda bergerak menabrak benda lain, maka benda yang ditabrak akan menyerap sebagian atau keseluruhan energy dari benda yang menabrak.



Gambar 7. Hampasan gelombang air laut tidak berpeluang tsunami
Sumber : Rahmad Samsosir

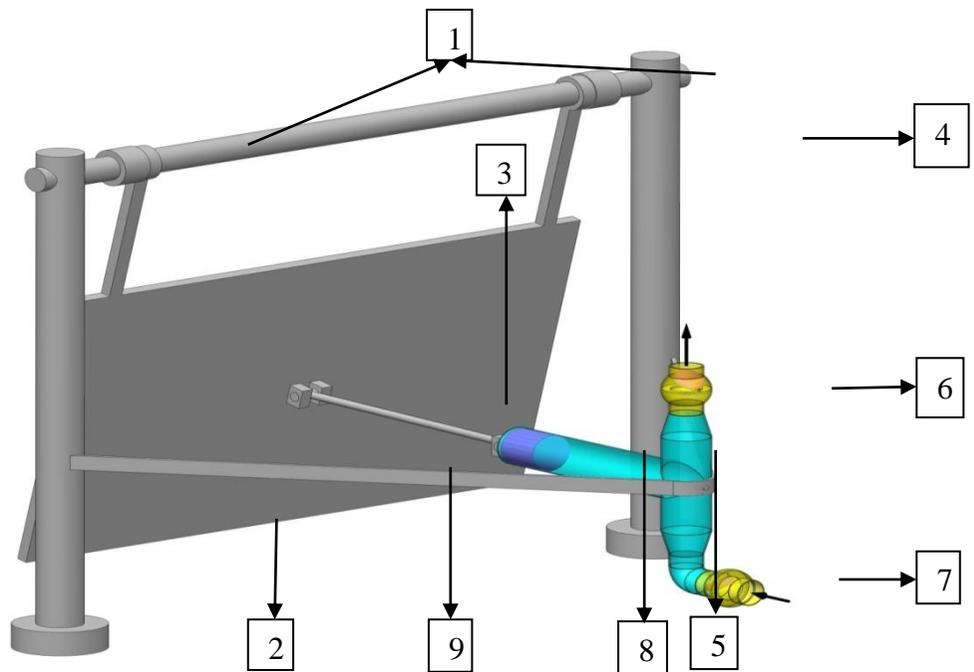


Gambar 8. Hampasan gelombang air laut berpeluang tsunami
Sumber : Rahmad Samsosir

Dengan memanfaatkan daya dorong hampasan air secara kontinu dapat diperoleh energy untuk membangkit tenaga listrik. Sistem pembangkit ini telah dikembangkan oleh Ir. Rahmad Samsosir dalam contoh model dan perhitungan tenaga seperti berikut:

Jika kecepatan air dapat ditingkatkan menjadi 5 m/detik, maka Momentum air pada plat adalah : $P = m \cdot V \rightarrow P = \text{Momentum}$, $m = \text{massa}$.

$m \times v$ menurut Newton adalah kwantitas gerak yang pengertiannya adalah : **Laju perubahan Momentum sebuah benda sama dengan gaya total yang diberikan padanya.**

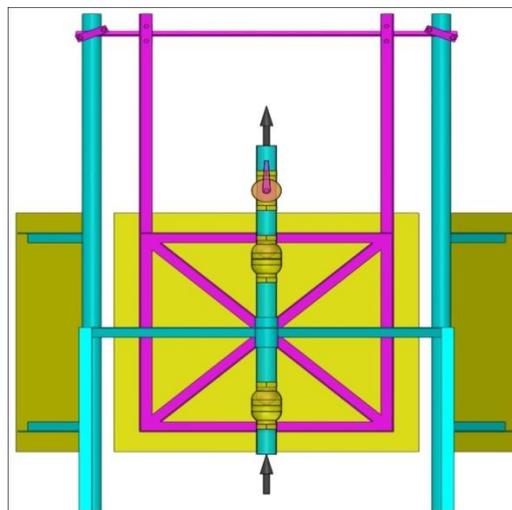


Gambar 9. Sket system yang direncanakan.
Sumber : Rahmad Samsir, 2013

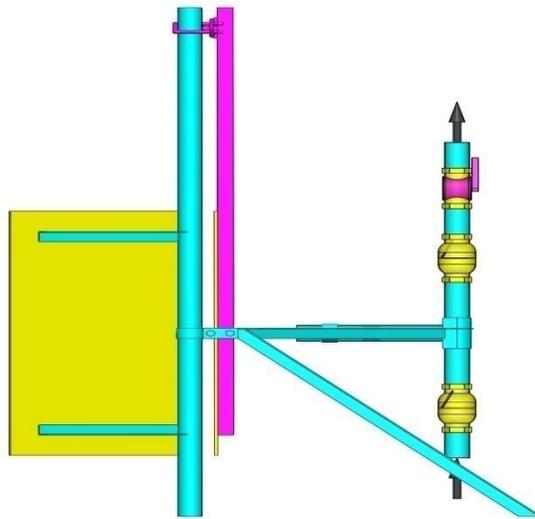
Keterangan gambar.

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 1. Bantalan | 6. Klep Buang |
| 2. Plat konversi Energi | 7. Klep Hisap |
| 3. Batang torak | 8. Torak |
| 4. Tiang | 9. Plat penahan silinder |
| 5. Silinder | |

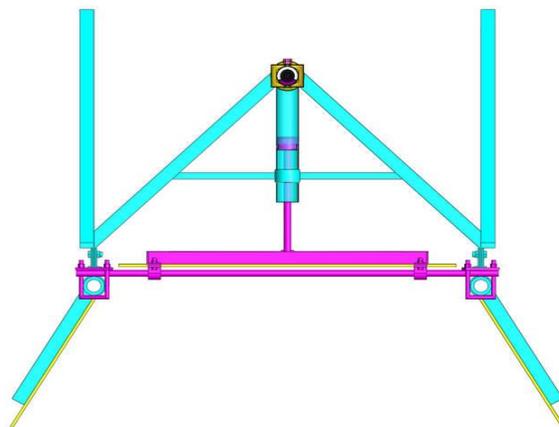
Selanjutnya adalah gambar-gambar model alat yang telah dikembangkan oleh Bpk. Ir. Rahmad Samsir.



Gambar 10. Tampak depan
Sumber : Rahmad Samsir, 2013



Gambar 11. Tampak samping
Sumber : Rahmad Samsir, 2013



Gambar 12. Tampak Atas
Sumber : Rahmad Samsir, 2013

Kecepatan hempasan air dapat ditingkatkan dengan membuat mulut masuk yang mengecil (pengarah air masuk seperti tampak pada gambar diatas). Peningkatan kecepatan air masuk dapat dihitung dengan menggunakan persamaan kontinuitas :

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 \text{ atau } V_2 = \frac{A_1 V_1}{A_2}$$

A_1 = luas penampang pemasukan air

V_1 = Kecepatan hempasan air (kecepatan air masuk)

A_2 = luas penampang plat penyerap energy

V_2 = kecepatan air memukul plat.

Dari persamaan diatas, secara terori kemampuan pompa memindahkan air dapat lebih efektif, termasuk meningkatkan tekanan output.

Untuk membuktikan efektifitas dan kemampuan dari pompa yang dirancang diatas, perlu dibuat sebuah prototypedan di uji coba.

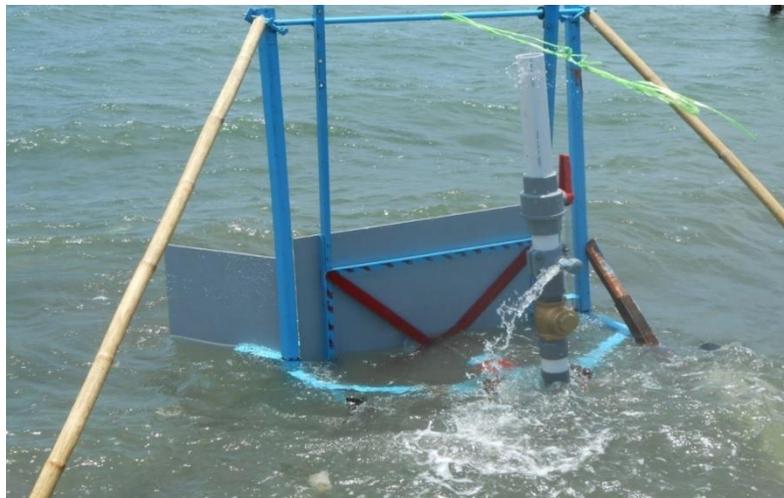
Pembuatan Alat.



Gambar 13. Pompa hempanan air pantai
Sumber : Rahmad Samosir, 2013



Gambar 14. Plat konversienergy pada posisi hisap yang telah dibangun
Sumber : Rahmad Samosir, 2013



Gambar 15. Posisi plat konversi energy melakukan kompresi
Sumber : Rahmad Samosir, 2013

Pada gambar 15 menunjukkan gerak hisap dari plat konversi energy. Pada langkah ini torak menghisap air hingga silinder pompa plunyer terisi air. Pada langkah ini, katup hisap terbuka dan katup buang tertutup, namun tampak pada kran yang letaknya sekitar 1 m diatas permukaan laut masih mengeluarkan air.

Pengujian: Pada tanggal 11 Maret 2013 telah dilaksanakan pengujian “Pompa Hempanan Air Pantai model Ayun” di pantai Ancol - Jakarta Utara yang berdekatan dengan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU Tanjung Priok). Pengujian berlangsung dari Jam 11.30 – 15.00.

Peralatan yang digunakan.

Disamping unit pompa yang telah dirakit, digunakan juga peralatan pembantu seperti :

1. Manometer
2. Anemometer.

Manometer berfungsi untuk mengetahui seberapa besar tekanan maksimum yang bisa dihasilkan pompa, sedangkan anemometer berfungsi untuk mengukur kecepatan angin. Kecepatan angin diukur agar bisa dilihat hubungan antara kecepatan angin dan kekuatan hempasan air pantai.

Langkah-langkah pengujian.

1. Alat yang telah diproduksi dipasang di pantai. Posisi alat diatur agar posisi plat konversi energy mengarah ke tengah laut, sehingga jika hempasan air yang datang dari tengah laut dapat menekan pelat konversi energy dengan optimal.
2. Pipa hisap dipasang seperti pada Gbr 3.1 dengan maksud :
 - a. Air yang diperoleh relative lebih bersih
 - b. Aliran air dari tengah laut akan meningkatkan tekanan air dalam pipa hisap.
3. Setelah pompa dipasang sesuai dengan ketentuan diatas lalu dilakukan pemotretan pada sisi keluar (pipa tekan), hasilnya seperti tampak pada Gbr 4.1. Dari gambar tersebut tampak bahwa air keluar dari sisi tekan. Ketinggian saluran buang ± 1 m dari permukaan air laut, bahkan tampak di bagian atas pipa air keluar pada saat langkah torak melakukan kompresi.

Analisa Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian diatas, dimana tekanan maksimum yang diperoleh adalah 2 kg/cm². Namun hal tersebut terjadi karena sambungan pipa keluar dari TEE terlepas pada tekanan 2 kg/cm², dengan demikian dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. **Tekanan** yang dapat diperoleh sesungguhnya melebihi dari 2 kg/cm², namun karena kondisi yang tidak memungkinkan untuk memperbaiki sambungan maka dianggap tekanan yang diperoleh adalah 2 kg/cm².
2. **Merubah diameter silinder.** Untuk menaikkan tekanan yang dihasilkan dapat dilakukan dengan memperkecil diameter silinder. Jika dikehendaki peningkatan tekanan yang lebih tinggi lagi, maka diameter silinder dapat di perkecil.

Jika tekanan dihasilkan 5,5 kg/cm², maka pompa dapat menaikkan air setinggi 55m.

5.2. Energi Terbarukan untuk Destilasi Air Laut

Akibat perusakan lingkungan, banyak daerah di Indonesia mengalami kekeringan berkepanjangan. Sumber air bersih untuk diminum dan kebutuhan sehari-hari semakin sulit dan berkurang jumlahnya. Indonesia mempunyai luas lautan jauh lebih besar dari pada daratan. Potensi air laut untuk memenuhi kebutuhan ini sangatlah besar dan penting. Untuk merubah air laut menjadi air tawar dapat dilakukan destilasi, yaitu dengan menguapkan air laut dan kemudian uap yang dihasilkan tersebut diembunkan kembali sehingga diperoleh air kondensat (air tawar), namun untuk menguapkan air tersebut dibutuhkan energi panas yang cukup besar (sebanding dengan jumlah air yang diuapkan). Berkaitan dengan hal tersebut diatas, penulis berkeinginan untuk membuat suatu alat Destilasi Air Laut yang keseluruhan proses tidak menggunakan listrik atau bahan bakar minyak tanah.

Latar Belakang.

Setelah sukses membuat Pompa Air Tenaga Hempasan air pantai, selanjutnya terpicik untuk memanfaatkan Pompa tersebut, sebagai langkah awal akan digunakan untuk mensuplai air laut untuk di destilasi. Destilasi air laut telah dilakukan sejak tahun 1872⁽¹⁾, namun proses destilasi tersebut tidak menggunakan kondensor, sehingga proses kondensasi uap berjalan lambat. Secara teori, proses destilasi yang menggunakan

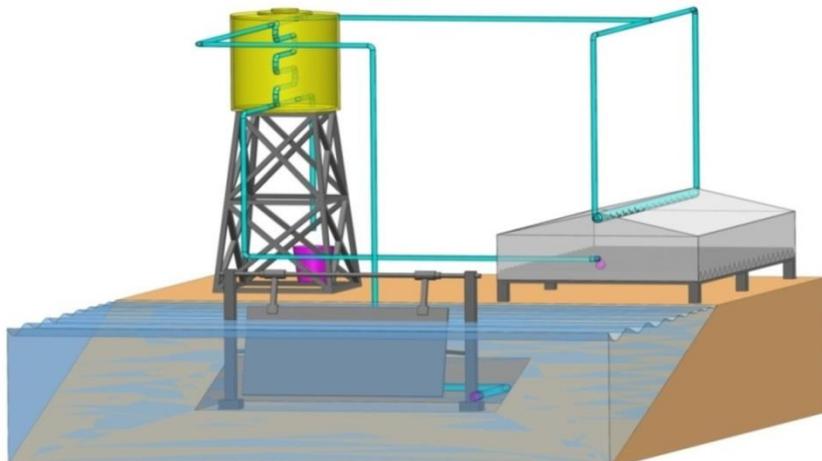
kondensor akan lebih cepat dibanding yang tidak menggunakan kondensor, karena kondensor akan memaksa uap lebih cepat menjadi kondensat. Pada awal tahun 2014, Jurusan Teknik Mesin UKI telah melakukan pengujian kondensasi uap tenaga alam dengan menggunakan Kondensor, namun hasil yang didapat dinilai tidak proporsional, sehingga kami mencoba menyempurnakan penelitian tersebut untuk mendapat hasil yang memadai.

Disamping mendapatkan **air bersih** (air destilasi), penelitian ini juga bertujuan untuk menghasilkan **Garam**, karena air laut sebagai bahan baku air destilasi mengandung garam. Pada semester ganjil 2013/2014, telah dilakukan pengujian yang sama dengan menggunakan bahan aluminium pipa sebagai kondensor, namun hasil yang dicapai kurang memadai, sehingga perlu dilakukan penyempurnakan terhadap penelitian terdahulu.

Dasar Teori.

Air jika dipanaskan akan menguap, penguapann air terjadi bukan hanya pada temperatur 100°C, akan tetapi pada temperatur yang relatif rendah air bisa juga menguap, terutama pada tekanan yang rendah. Contoh yang ekstrim adalah gejala kavitasi pada pompa terjadi karena air pada temperature rendah dihisap oleh pompa, karena tekanan yang terlalu rendah pada sisi hisap maka terjadi penguapan yang menyebabkan terjadi **kavitasi**. Demikian juga halnya jika air laut dimasukkan pada ruangan tertutup yang ditutupi oleh kaca akan mengalami penguapan. Dengan memperhatikan gambar 1 dibawah, dapat dijelaskan cara kerja alat destilasi tersebut sebagai berikut :

Air laut dipompakan dengan pompa hempasan air pantai (sistim ayun)⁽³⁾ ke menara penampungan. Dari menara penampungan air dialirkan ke rumah kaca (ruang penguapan), permukaan air Pada ruang penguapan ketebalan permukaan air harus tetap dijaga tidak lebih dari 3 cm, hal tersebut bertujuan agar temperature air bisa tinggi. Uap air yang ada pada ruang penguapan akan naik ke pendingin melalui saluran pipa. Semula pengaliran uap ke pendingin akan mengalami kesulitan, akan tetapi jika sudah mulai proses pendinginan uap, maka saluran uap menuju pendingin akan menurun hingga akhirnya tekanan didalam ruang penguapan akan menurun juga. Hal tersebut juga akan mempercepat proses penguapan yang selanjutnya mempercepat proses destilasi. Air pada temperature yang relative rendah akan mengalami penguapan jika tekanan pada permukaan air diturunkan.



Gambar 16. Sket Instalasi Destilasi Air Laut
Sumber : Rahmad Samosir, 2013

Pada table berikut disajikan Temperatur dan tekanan uap jenuh air.

Tabel 1. Temperatur dan tekanan uap jenuh dari air ⁽⁴⁾ :

Temp (°C)	Tekanan Uap jenuh (N/m ²)	(torr = mmHg)
20	$2,33 \times 10^3$	17,5
25	$3,17 \times 10^3$	23,8
30	$4,24 \times 10^3$	31,8
40	$7,37 \times 10^3$	55,3
50	$1,23 \times 10^4$	92,5
60	$1,99 \times 10^4$	149
70	$3,12 \times 10^4$	234
80	$4,73 \times 10^4$	355

Untuk mempercepat pendinginan (kondensasi) maka uap air dialirkan ke pipa spiral yang direndam dalam air cadangan yang ada diatas menara, dari pipa spiral tersebut air kondensat dialirkan ke dalam bejana penampung air tawar (hasil kondensasi).

Pada penelitian ini, yang diteliti adalah efektifitas peralatan destilasi air laut, yaitu untuk mendapatkan cara yang paling efektif untuk mengubah air laut menjadi air tawar. Untuk mempermudah pelaksanaan, dalam pengujian digunakan air tawar sebagai pengganti air laut. Setelah seluruh peralatan destilasi dan elemen-elemen pendukung selesai di konstruksi, maka dilakukan pengujian (Penelitian) tentang kemampuan alat tersebut.

Peralatan yang digunakan.

1. Tangki destilasi dan peralatannya
2. Tangki pengatur permukaan air dan peralatannya
3. Tangki air pendingin (terbuat dari fiber), dan lain-lain peralatan pendukung sesuai kebutuhan dilapangan.

Karena rancang bangun pompa plunger telah dilakukan lebih dulu, maka dalam penelitian ini tidak diikuti lagi, namun dalam penerapan dilapangan nantinya seluruhnya akan dikombinasi.

Lokasi Penelitian.

Dalam rangka penelitian kelayakan alat destilasi akan dilakukan di atap Laboratorium Teknik mesin, dimana air laut yang dibutuhkan akan dibawa ke kampus UKI dengan mengemasnya didalam Jerigen. Sementara peralatan yang diperlukan akan dikerjakan pada Laboratorium Teknik Mesin UKI, namun untuk elemen tertentu yang tidak dapat dikerjakan di Laboratorium Teknik Mesin UKI akan dikerjakan di bengkel luar, dalam hal ini dikerjakan oleh CV. Perkasa Engineering yang berlokasi di Kawasan Industri Pulo Gagung. Seluruh percobaan masih bergantung kepada biaya yang mungkin dapat didukung oleh UKI. Dalam hal ini telah diajukan besar biaya yang sangat murah, sekitar Rp. 10 juta.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada masa pemerintahan Presiden Kedua Indonesia, Suharto telah diberlakukan Rencana Pembangunan Lima Tahun (Repelita). Sistem Pembangunan ini diberlakukan secara merata dan menyeluruh, yang secara nyata memang telah mendorong peningkatan pembangunan di seluruh Indonesia. Untuk itu dibutuhkan system transportasi darat dan laut yang berlaku untuk seluruh Indonesia. Pengembangan system transportasi ditekankan ke system transportasi darat, yang kemudian berakibat kepada seluruh tatanan yang ada, sistem pembangunan yang terjadi lebih berorientasi ke darat, walaupun Indonesia secara kenyataan lebih banyak ditutupi oleh Lautan dari pada daratan. Secara perlahan muncul kelemahan-kelemahan seperti disebutkan di atas. Sebagai akibatnya adalah perubahan pandangan penduduk

Indonesia, yang semula dengan orientasi Maritim menjadi ke arah pembangunan lahan darat. Akibat dari perubahan pandangan ini mengakibatkan:

1. Hilangnya ciri khas lahan basah setempat
2. Budaya kehidupan air ditinggalkan
3. Pandangan tentang sungai sebagai pusat kehidupan dan transportasi menjadi kanal pembuangan dan bagian belakang rumah
4. Posisi jalan darat sebagai orientasi perumahan telah mengambil alih posisi sungai
5. Cara pembangunan rumah berundak-undak (tangga) menyesuaikan ke tinggian air, berubah menjadi lantai datar tanpa panggung, di atas daratan yang kemungkinan telah diurug dan menghindari dari air
6. Kondisi lahan gambut dengan kedalaman lebih dari 2 meter diatasi dengan pengurugan secara total tanpa memikirkan kemungkinan pemecahan lain
7. Romantika kehidupan di atas air berubah total ke jenis rumah bertingkat di atas tanah daratan
8. Sangat penting adalah hilangnya kekhasan budaya setempat tergusur oleh keinginan kemudahan kenyamanan semata

Perbaikan dan Usul dalam hal ini adalah seperti berikut:

1. Mencegah terjadinya generalisasi peraturan yang berlaku di seluruh Indonesia
2. Daerah yang masih bisa mempertahankan ciri khasnya, sebagai akibat terisolasinya daerah tersebut, sebaiknya cepat diantisipasi dan didata, untuk bias menerapkan aturan yang sesuai dengan kondisi setempat
3. Daerah dan perkotaan seperti Banjarmasin perlu memperdalam ciri khas kotanya
4. Orientasi permukiman ke arah jalan dan membelakangi perumahan, dapat diatasi dengan aturan ketat pengelolaan sungai, jenis perancangan yang dibolehkan dan pembuatan Master Plan yang pelaksanaannya benar-benar diawasi dengan ketat, terutama untuk daerah sensitif seperti lahan kritis pinggir sungai, pantai tebing dan lahan yang berbahaya
5. Pengembangan system pembangunan yang lebih tepat, sesuai dengan kondisi setempat
6. Kembali dikembangkan system transportasi air untuk daerah-daerah yang masih memungkinkan untuk itu

Energi Terbarukan

1. Semakin jelas, bahwa penelitian ke arah ini harus dikembangkan dan didorong oleh UKI
2. UKI harus membangun Laboratorium Water Management secepatnya, sehingga bisa dipakai oleh Program Studi Sipil dan Mesin secara bersamaan maupun bergantian
3. Kesulitan pengembangan penelitian dari Ir. Rahmad Samosir terjadi juga karena tidak ada dukungan peralatan laboratorium yang lengkap, sehingga UKI kehilangan kesempatan membuat Hak Cipta (Paten) dari dosen-dosen peneliti seperti Bapak Ir. Rahmat Samosir
4. Depdiknas perlu memberi kesempatan lebih terbuka kepada Peneliti-peneliti di kalangan Universitas, sehingga mereka tetap bisa menjadi Guru Besar melalui konsentrasi Penelitian

DAFTAR PUSTAKA

Alexander, Christopher, 1977. *A Pattern Language*, Town-Building - Construction, Oxford University Press, New York.

- Ali,R.Moh,1965.Surat-surat Perdijandjian antara Kesultanan Bandjarmasin dengan Pemerintahan-pemerintahan VOC., Bataafse Republik,Inggeris dan Hindia-Belanda 1635-1860, Arsip Nasional Republik Indonesia Kompartimen Perhubungan Dengan Rakyat(ANRI), P.N. Eka Grafika,0515/-65 Djakarta
- Breen Ann and Rigby Dick,1994.*Waterfront-Cities Reclaim Their Edge*, McGraw-Hill, Inc United Stated.
- Bianchi, L.P. dan Bustraan, P, Terjemahan Hendarji. Pompa, Penerbit Buku Teknik.
- Cullen, Gordon,1975.*Twonscape*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Douglas C. Giancoli, Terjemahan Dra. Yuhilza Hanum, M. Eng, Fisika Terapan, Penerbit: Erlangga.
- Giancoli, Douglas C., Hanum, Yuhilza,1999.FISIKA, Erlangga , Jakarta
- Khurmi; R.S, Gupta,1975.*A Textbook of Machine Design*. Eurasia Publlising House.
- Kuntjoroningrat,1996. Pengantar Antropologi 1, Penerbit PT. Rineka Cipta, Jakarta
- Marpaung, Charles O.P.,2010. Target Pengurangan Emisi CO2 dan Implikasinya Di Indonesia., Pidato Pada Upacara Pengukuhan Sebagai Guru Besar Dalam Bidang Ilmu Perencanaan Sistem Tenaga Listrik, Universitas Kristen Indonesia.
- Pujarnasa,AstudanNursuhud, Djati,2008. Mesin Konversi Energi. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Samosir, Rahmad,dkk, 2013.Pompa Ayun Energy kinetic ombak. Laporan hasil perancangan dan pengujian.
- Terry L; Henshaw, P.E, 1987.*Reciprocating Pumps*, Van Nestrand Reindhold Company.