

**SUMBERDAYA PASANG SURUT SEBAGAI  
ENERGI PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK**

oleh

**Musrefinah Mahlan<sup>1)</sup>**

**ABSTRACT**

**TIDAL RESOURCES AS ENERGY FOR ELECTRICAL POWER GENERATOR.**

*Many sites in Indonesia estuaries show high potential of tidal energy. Due to a rapid depletion of oil resources, studying of the future possibilities of electrical power production from the tidal energy is considered importance especially for countries having limited oil resources like Indonesia. In this paper, the mechanism of the work of single basin system as well as double basin system of tidal energy conversion into electric power was described. As an example, a calculation of tidal prism volume of electrical tidal power plant at Biscayne, America, is also given. The same calculation at Banyuasin estuary, Sumatera, has also been made. To realize this idea still many studies and researches have to be done.*

**PENDAHULUAN**

Tenaga listrik merupakan elemen vital dalam pembangunan industri dan juga meningkatkan taraf hidup sosial ekonomi masyarakat. Oleh karenanya perlu mendapatkan perhatian yang layak terutama dalam hubungannya dengan program pembangunan dewasa ini.

Kegiatan pembangunan suatu daerah atau suatu bangsa pada umumnya selalu didasarkan kepada pemanfaatan sesuatu sumber alam. Semakin banyak sesuatu daerah mempunyai sumber-sumber alam dan semakin efisien pemanfaatan sumber alam tersebut, maka semakin baiklah harapan ekonomi dalam jangka panjang. Namun demikian kebijaksanaan dalam pemanfaatan sumber daya alam itu harus memperhitungkan pula segi pembangunan daerah yang bersangkutan. Dengan demikian maka pemanfaatan sumber-sumber alam hendaknya diarahkan lebih mendorong pembangun-

an dan pertumbuhan masing-masing daerah dengan tetap berpegang teguh pada tujuan guna membina tanah air Indonesia sebagai satu kesatuan sosial ekonomi yang bulat. Apabila kita teliti dan pelajari sumberdaya alam Indonesia yang banyak mempunyai perairan estuaria berenergi tinggi berupa air pasang, maka timbul gagasan untuk memperoleh tenaga pembangkit listrik daripadanya. Hal ini sejalan dengan PARANGTOPO (1979) yang berpendapat bahwa, jalan yang paling bijaksana dalam dua dasawarsa ini ialah mementingkan pembangkitan tenaga air yang jumlahnya cukup melimpah di Indonesia dan belum digarap secara tuntas.

Selanjutnya dengan adanya tenaga listrik di daerah estuaria, berarti kita memberikan kesempatan bagi daerah-daerah pesisir di sekitarnya untuk dapat menikmati penerangan listrik. Selain itu diharapkan pula merupakan suatu perangsang bagi para penanam

1). Fakultas Perikanan, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.

modal untuk datang ke daerah yang bersangkutan, sehingga terbuka kesempatan untuk berkembang bagi daerah-daerah pesisir tersebut.

### **PASANGSURUT SEBAGAI TENAGA PEMBANGKIT LISTRIK**

Estuaria adalah suatu perairan pesisir semi tertutup yang mempunyai hubungan bebas dengan laut terbuka. Dengan demikian suatu estuaria sangat dipengaruhi oleh pasangsurut (PRITCHARD 1967).

Pasangsurut dikenal sebagai gerakan osilasi permukaan air laut secara berkala. Gerakan pasangsurut itu sendiri di laut di timbulkan oleh karena adanya gaya tarik dari benda-benda angkasa seperti matahari dan bulan terhadap massa air di bumi. Selanjutnya kedudukan matahari, bulan dan bumi yang selalu berubah menyebabkan permukaan laut turun naik pada interval yang berbeda-beda.

Seperti halnya di laut, kerja dari suatu pasangsurut juga akan menimbulkan suatu perbedaan turun dan naiknya air dalam suatu lingkungan yang tertutup, seperti estuaria. Keadaan ini akan menyebabkan terjadinya perubahan energi yang nyata. Menurut ARISMUNANDAR (1975), energi yang terdapat di estuaria ini merupakan energi dalam bentuk primer dan dikenal dengan sebutan energi dalam bentuk primer. Secara definisi dikatakan bahwa energi primer adalah energi yang terdapat dalam alam atau yang terjadi secara alamiah. Selanjutnya guna memperoleh tenaga listrik, energi primer tersebut harus diubah menjadi energi sekunder. Dikemukakan bahwa tenaga listrik merupakan energi sekunder yang dibentuk dari energi primer air dengan perubahan bentuk sebanyak dua kali (ARISMUNANDAR 1977). Mula-mula tenaga potensial air dialirkan melalui turbin air untuk memutar roda turbin. Disini energi kinetik air di-

ubah energi mekanik. Roda turbin yang berputar dihubungkan dengan generator yang dapat menghasilkan tenaga listrik.

Berdasarkan pengamatannya, WEYL (1970) menyimpulkan bahwa dengan membuat suatu jarak kegiatan yang berbeda antara turbin dengan permukaan air, akan memungkinkan air mempunyai energi potensial sebesar :

$$E_{pot} = A \cdot g \cdot h$$

dimana :

$E_{pot}$  = energi potensial

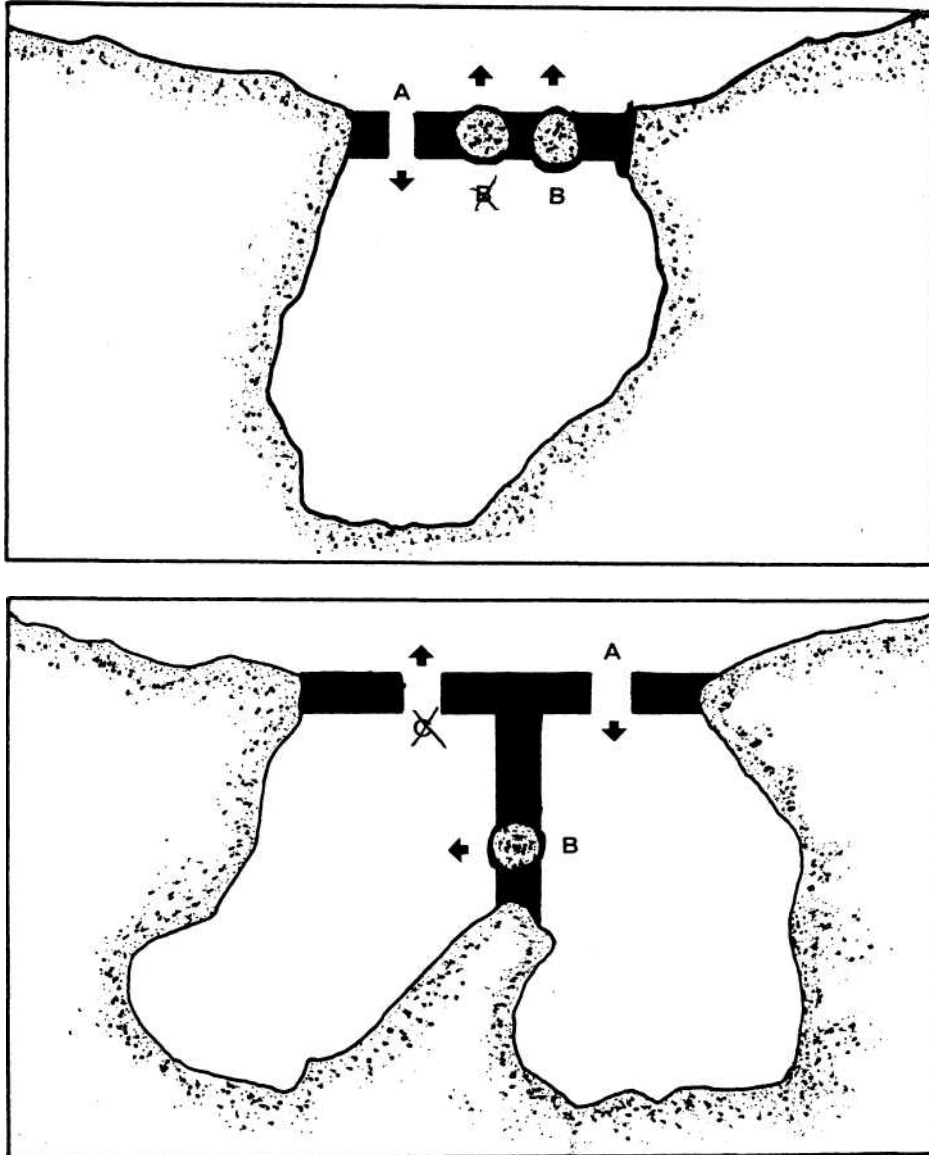
$A$  = massa air

$g$  = percepatan gravitasi

$h$  = jarak perbedaan ketinggian

Bentuk yang paling sederhana dari instalasi pembangkit listrik tenaga pasangsurut, dikenal dengan "sistem pasu tunggal" (single basin system), yang terdiri dari bendungan atau dam rendah yang membentang melintang di muara estuaria sebagai pasu (Gambar 1 atas). Peralatan instalasi pembangkit tenaga listrik ditempatkan bergabung dengan pintu air. Air pasang dibiarkan mengalir secara alam ke dalam pasu melalui pintu air yang ada. Pada air pasang, pintu air ditutup dan segera setelah permukaan laut di luarnya cukup rendah karena surut (minimum 3 m) air yang terperangkap di pasu dialirkan keluar melalui generator. Bentuk dasar stasiun tenaga pasang demikian mempunyai hal-hal yang kurang menguntungkan, dimana tidak hanya suplai tenaga yang terputus tetapi juga waktu luaran (out put) sepenuhnya tergantung pada banjir dan aliran (arus) pasang. Disini luaran total yang dihasilkan adalah sekitar sepertiga dari siklus penuh pasangsurut. Jumlah luaran tersebut sangat rendah dalam arti ekonomis sedangkan modal usahanya agak besar.

Kelemahan sistem pasu tunggal tadi dapat diatasi dengan mengusahakan rancangan (design) yang dapat pula menjalankan generator pada saat aliran air turun maupun



Gambar 1. Sistem pembangkit listrik tenaga pasangsurut

Atas :

*Sistem pasu tunggal.* Pada saat pasang air laut mengalir kedalam pasu dan pintu air (A) ditutup. Pada saat surut, air dari pasu dibiarkan mengalir ke laut melalui turbin (B).

Bawah :

*Sistem pasu ganda.* Pada saat pasang, pintu air (A) dibuka dan pintu air (C) ditutup. Begitu air kembali surut, pintu air (A) ditutup dan air mengalir melalui turbin (B) ke pasu kiri yang berisi air dengan ketinggian air surut. Begitu pasu ini diisi pintu air (C) dibuka sehingga terjadi aliran tetap melalui turbin (B).

air naik pada saat pasang, yaitu menggunakan rancangan turbin untuk operasi dua arah. Dari sini akan diperoleh tenaga sekitar 54 % dari siklus penuh pasang-surut. Luaran ini akan lebih besar lagi bila dapat dirancang generator turbo yang tidak hanya membangkitkan tenaga listrik tetapi juga sekaligus dapat memompa air secara efisien pada kedua arah yang dimaksud. Gambar 1 (bawah) adalah contoh pembangkit listrik energi pasang-surut sistem pasu ganda.

Cara memperoleh energi dari tenaga pasang di esturia ini lebih jelas digambarkan oleh MACMILLAN (1966) dalam lima tahapan berikut (Gambar 2) :

1. Air yang masuk ke esturia pada saat pasang memberikan suplai listrik.
2. Pada akhir pasang, energi diambil kembali dari jaringan kerja listrik guna memutar turbin pada tahap "over-fill".
3. Air meninggalakan esturia pada saat surut dan memberikan energi listrik.
4. Pada akhir surut, energi diambil lagi dari jaringan listrik untuk tahap "over-emptying".
5. Daun turbin harus diatur sesuai dengan arah aliran air.

Stasiun pembangkit listrik tenaga pasang yang menggunakan tahapan tersebut secara ekonomis dibangun di muara Sungai Rance, dekat St. Malo. Beroperasi dengan rata-rata kisaran pasang perbani sebesar 10,9 m dan banjir pasang sekitar 18.000 m<sup>3</sup>/detik, stasiun tersebut dapat memperoleh hasil tahunan sebesar 540 juta KWH.

Contoh lain adalah stasiun pembangkit listrik tenaga pasang-surut di bagian utara Biscayne Bay dengan luas kira-kira 2,1458 x 10<sup>8</sup> m<sup>2</sup>. Pada saat surut ke dalaman rata-rata 2,1031 m, sehingga volume air surut sebanyak 14,806 x 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>.

Batas kisaran pasang sebesar 0,5639 m, jadi volume air selama pasang diduga sebesar 18,7147 x 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>. "Tidal prism volume" (perbedaan volume antara pasang ter-

tinggi dan pasang terendah) kira-kira 3,9929 x 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>, masuk ke esturia Biscayne Bay sebagai banjir pasang yang berarti pula menaikkan volume Biscayne Bay sebesar 27%.

Bertumpu pada data yang telah dikemukakan nampak bahwa tenaga pasang di esturia mempunyai peranan cukup penting bagi penyediaan energi. Apalagi dengan mengingat bahwa energi pasang di esturia adalah energi yang tak ada habisnya dengan pengendalian yang paling mudah dan aman (PARANGTOPO 1979).

### KEMUNGKINANNYA DI INDONESIA

Dalam Rancangan REPELITA III Bab 11 ditekankan bahwa salah satu penggunaan sumberdaya energi adalah untuk pembangkitan tenaga listrik yang sangat diperlukan bagi pembangunan sektor-sektor lain. Khusus mengenai tenaga air, Indonesia termasuk urutan kedelapan diantara bangsa-bangsa di dunia dalam hal potensi teoritis mengenai listrik tenaga air. Pada laporan ECAPE tahun 1970, dicantumkan bahwa kapasitas listrik dari tenaga air di Indonesia sebesar 311,9 MW dan diperkirakan peningkatan kapasitas instansi listrik dari tenaga air antara tahun 1970 - 1980 sekitar 200 MW. (NOTODIHARDJO *et al.* 1974).

Sampai akhir PELITA I, kapasitas listrik dari tenaga air ada 409,3 MW dan diharapkan pada periode PELITA II terdapat tambahan sebesar 126 MW dari tenaga air (REPELITA II 1974). Tetapi ternyata pada Rancangan REPELITA III dituliskan bahwa kapasitas terpasang pada tahun 1977 baru mencapai 450 MW, sedangkan potensi teoritis tenaga air di seluruh Indonesia diperkirakan berjumlah 31.000 MW.

Mengenai data di atas jelas bahwa peningkatan kapasitas tenaga listrik sangat diperlukan dan potensi sumberdaya air memungkinkan adanya peningkatan tersebut. Mem-

bandingkan data di luar negeri dengan keadaan esturia di Indonesia terutama di Kalimantan dan Sumatera, dimana air pasang dapat mencapai atau menjangkau daerah pedalaman kurang lebih 100 km ke hulu, maka besar sekali kemungkinannya tenaga pasang-surut di esturia Indonesia dapat dimanfaatkan sebagai tenaga pembangkit listrik.

Berdasarkan studi pasang-surut di bagian pesisir Sumatera Selatan, yaitu daerah esturia Musi dan Banyuasin diketahui bahwa kisaran pasangannya sebesar 3,5 m. (OCEANOGRAPHY TEAM ENVIRONMENTAL RESEARCH TRAINING PROJECT 1976). Sedangkan esturia Banyuasin mempunyai area seluas  $19687,5 \times 10^2 \text{ m}^2$  dengan kedalaman rata-rata pada waktu air surut 3,2344 m (TEAM SURVEI EKOLOGI IPB 1975). Dengan demikian diperoleh volume air surut sebesar  $63677,25 \times 10^2 \text{ m}^3$ , volume air selama pasang naik sebesar  $132583,5 \times 10^2 \text{ m}^3$  sehingga "tidal prism" volumenya sebesar kira-kira  $68906,25 \times 10^2 \text{ m}^3$ , yang berarti menaikkan volume esturia Banyuasin sekitar 108 %. Namun demikian ini hanya merupakan perhitungan kira-kira. Sudah tentu dalam pelaksanaannya diperlukan penelitian yang menyeluruh bagi pengelolaan esturia-esturia yang ada di Indonesia antara lain meliputi tenaga listrik yang dapat dihasilkan, manfaat lain yang mungkin diperoleh dan yang paling utama adalah dari segi biaya eksploitasi dan pengaruhnya terhadap lingkungan hidup di sekitarnya.

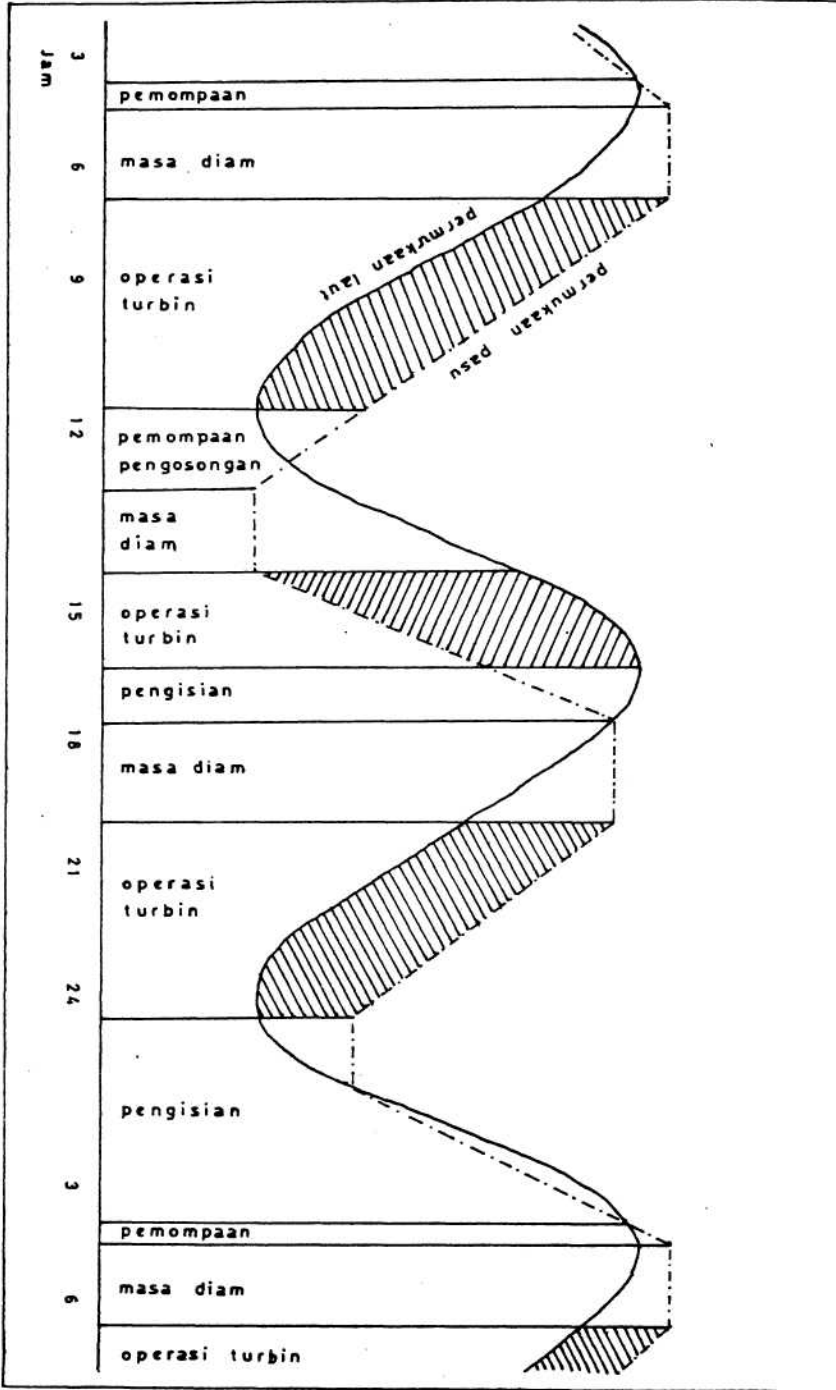
#### DASAR PERTIMBANGAN PENGGUNAAN TENAGA PASANGSURUT

Telah diketahui bahwa minyak bumi mempunyai nilai yang penting bagi perkembangan perekonomian Indonesia, dimana sekitar seperdua dari pendapatan luar negeri diperoleh dari minyak tersebut. Kenyataan lain yang ada menunjukkan bahwa minyak bumi dapat pula dipergunakan untuk maksud-maksud lain, seperti bahan untuk pembuatan pupuk yang juga sudah mendapat pasaran

di luar negeri. SUBANGUN (1979) berpendapat bahwa sumber-sumber alam harus dianggap sebagai suatu kekayaan, suatu modal yang dapat diputar agar lebih memberikan manfaat yang lebih besar bagi pemenuhan kebutuhan manusia Indonesia. Dengan demikian agar minyak bumi dapat berperan, sebaiknya dilecut pencarian dan pemanfaatan sumber-sumber energi lain yang melimpah di Indonesia. Dengan perkataan lain diperlukan adanya diversifikasi sumber energi. Oleh karena itu disarankan pemanfaatan tenaga pasang-surut guna pembangkit tenaga listrik dengan dasar pertimbangan :

1. Sebagai sumber tenaga alam, tenaga pasang-surut selalu tersedia dan tidak akan pernah habis, yang berarti memungkinkan penyediaan energi secara mantap.
2. Keadaan alam Indonesia yang terdiri dari banyak pulau dengan esturia-esturia yang potensial untuk didaya gunakan sebagai pembangkit tenaga listrik.
3. Memungkinkan adanya peningkatan kesejahteraan masyarakat pedesaan khususnya masyarakat pesisir dan masyarakat pemukiman-pemukiman baru di daerah-daerah persawahan pasang-surut.
4. Di dalam penggunaannya, tenaga pasang-surut tidak akan menimbulkan pencemaran.

Namun demikian sebagai konsekuensinya perlu diadakan penelitian yang mendalam mengenai esturia-esturia yang ada dan memungkinkan serta menunjang bagi pembangunan dewasa ini. Hal ini harus pula dilengkapi dengan adanya atau tersedianya tenaga pelaksana yang terampil. Karena itu oleh KATILI (1975) ditegaskan bahwa dengan majunya pengelolaan sumber-sumber alam, maka dibutuhkan personil dari berbagai tipe, disiplin dan latihan dari berbagai tingkat pendidikan. Di samping itu diperlukan pula sikap dan kesadaran masyarakat yang menunjang ke arah yang dimaksud.



Gambar 2. Tahapan tenaga pasang pada instalasi hidro-electrik Rance.

Sebagai intinya apabila hal ini dapat diwujudkan, maka tenaga pasang surut akan mempunyai peranan sebagai penambah potensi pembangkitan listrik air yang telah ada. Hal tersebut berarti dapat mengurangi ketergantungan kita pada minyak bumi sebagai sumber energi. Dengan demikian memperbesar faktor pendorong bagi kemungkinan pengembangan sektor-sektor lain dalam pembangunan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- ARISMUNANDAR, A. 1975. Krisis Energi dan Pengaruhnya bagi Indonesia. *Prisma* 4 (2) : 59-68.
- ARISMUNANDAR, A. 1977. *Penggerak Mula Turbin*. Penerbit Universitas ITB : 65 hal.
- KATILI, A. 1975, Masalah Pengembangan Sumber-sumber alam Alam di Asia Tenggara : Referensi Khusus Mengenai Indonesia. *Prisma* 4 (2) 46-57.
- MACMILLAN, D.H. 1966. *Tides*. American Elsevier Publishing Company, Inc. New York : 240 pp.
- OCEANOGRAPHY TEAM ENVIROMENTAL RESEARCH TRAINING PROJEC 1976. *Tidal Patterns and Resourch Use in the Musi - Banyuasin Coastal Zone of Sumatra*, Pusat Studi Pengelolaan Sumber daya dan Lingkungan : 28 hal.
- PARANGTOPO, G. 1979. Energi dan berbagai Masalahnya. *Teknika*, 1 (2) : 12 - 17.
- PRITCHARD, D. W. 1967. What is an Estury : Physical View Point. *Dalam : Esturies*. G.W. Lauff *fed*). *Amer. Assoc. Adv. Sci. Publ.* 83. Washington D.C. : 3-5.
- SUBANGUN, E. 1979. Indonesia Memerlukan Diversifikasi Sumber Energi. *Kompas*. 22 September, 4-5.
- TEAM SURVEI EKOLOGI IPB. 1975. *Survei Ekologi di Delta Upang dan Sekitarnya : Aspek-Aspek Sumber Daya Alam dan Pengelolaannya, Bagian I*. Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik. Institut Pertanian Bogor.
- WEYL, K.P. 1970. *Oceanography, An Introduction to the Marine Environment*. John Wiley & Sons. Inc. New York. 353 pp.
- NOTODIHARDJO, M., R. SYARIEF dan P.A.M. AMIROELLAH 1974. Pengelolaan sumber-sumber Air di Indonesia. *Kertas Kerja pada Seminar Pengelolaan Sumber Daya Air* : 35 hal.