

ANALISIS KARAKTERISTIK SEDIMENTASI DI WADUK PLTA BAKARU

Characteristics Analysis Of Sedimentation In Bakaru Dam For Hydro Electrical Power House

Abdul Wahid

Abstract

The aims of the research are to identify the characteristics of sedimentation process, to identify the sources of sedimentation and to prevent sedimentation process in Bakaru Dam. Data collection were carried out through surveys and interviews. The surveying methods were applied to identify bio-physical characteristics of the study area by implementing measurements and sampling for elevation, water flow debit, water ground depth, river profile, and water depth in the dam. Data were then analyzed by utilizing cross-tabulation method. The data gained were later used in formulating some recommendations regarding some problems found in the field. The results show that the characteristics of sedimentation in Bakaru Dam was bedload type occurring from the river bank to Bakaru Dam which was dominated by sand (87%). For the exception, in sub-village Salumada, the sand content was between 35% to 56% while the source of sedimentation in Bakaru Dam was derived from the river ground and were existed in Mamasa Hulu Bae River, Sapai River, Sumarorong River, Tabone River, Batuapang river, and other rivers. The method in preventing erosion and sedimentation were by forming a Management Board to formulate policies, standards, and criterion of success as well as monitoring guidelines and evaluation, to formulate Mamasa Watershed management, to conduct the works in the field according to the plans/standards determined by involving the government, State Electricity Sources, enterprises, and the communities.

Keywords : *Sedimentation, characteristic, communities*

PENDAHULUAN

Kondisi sedimentasi atau pengendapan yang terjadi di waduk Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Bakaru saat ini sudah sangat memprihatinkan dan berdampak terhadap pengoperasian waduk tersebut tidak optimal lagi. Pada kondisi tertentu, kekeruhan dan kekerasan sedimen yang terbawa bersama aliran air juga dapat menyebabkan kerusakan pada komponen turbin maupun komponen Pembangkit Listrik Tenaga Air lainnya, dan sudah pasti berdampak pula terhadap tenaga listrik yang dibangkitkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Air Bakaru yang tadinya direncanakan 2 x 63 MW menjadi 1 x

27 MW demikian pula dengan wilayah pendistribusian yang tadinya dikhususkan hanya ke satu Provinsi yaitu Sulawesi Selatan dan sekarang menjadi dua provinsi yaitu Provinsi Sulawesi Selatan dan Provinsi Sulawesi Barat. Kondisi yang memprihatinkan itu didasarkan atas penelitian yang dilakukan oleh PT. PLN (Persero) Wilayah Sulsel dan Sultra Sektor Bakaru Periode Juni 2005, menunjukkan bahwa volume air di waduk cenderung menurun dari 6.919.900 m³ pada tahun 1990 menjadi 588.500 m³ pada tahun 2005, sedangkan volume sedimentasi menunjukkan peningkatan yang signifikan yaitu 0 m³ pada tahun 1990 menjadi 6.331.400 m³ pada tahun 2005.

Berdasarkan hasil studi tim yang diorganisasikan oleh *Japan International Cooperation Agency (JICA)* pada tahun 1982 dalam Kajian Sedimentasi yang berjudul Analisis Sumber Sedimentasi dan Upaya Penanggulangan Pendangkalan DAM Bakaru Propinsi Sulawesi Selatan yang merupakan kerjasama antara Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah (Bapedalda) Propinsi Sulawesi Selatan dengan Devisi Pengembangan Teknologi Pengelolaan DAS, LPM Universitas Hasanuddin Tahun 2002, menunjukkan bahwa total *sediment load* tahunan rata-rata di Daerah Aliran Sungai Mamasa dengan luas 108.000 Ha, diperkirakan sebesar $133 \times 10.000 \text{ m}^3$ atau $126 \text{ m}^3/\text{km}^2$ yang setara dengan kehilangan lapisan tanah sebesar 0,13 mm/tahun. Menurut hasil studi Analisis Dampak Lingkungan terhadap Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Air Bakaru pada tahun 1998, menyatakan bahwa sedimentasi yang terjadi di Waduk Bakaru diperkirakan sebesar 480.000 ton/tahun.

Akibat besarnya sedimentasi yang terjadi pada Waduk Pembangkit Listrik Tenaga Air Bakaru, maka ditetapkanlah bahwa hal tersebut merupakan masalah utama yang perlu dan harus mendapat perhatian oleh seluruh pihak yang terlibat dalam pengelolaan pembangkit listrik tenaga air bakaru dan seluruh pihak yang mendapatkan manfaat dari pembangkit listrik tenaga air tersebut. Selanjutnya juga dinyatakan bahwa jika pengembangan pembangkit listrik tenaga air bakaru telah selesai, maka diperkirakan akan menimbulkan efek hilir sehubungan dengan naiknya muka air sekitar 1,5 meter dan adanya pelepasan air mendadak dari $0 \text{ m}^3/\text{detik}$ menjadi $90 \text{ m}^3/\text{detik}$ terhadap pengguna air disebelah hilir *power house*. Selain masalah sedimentasi dan efek hilir tersebut di atas, beberapa

permasalahan sosial juga muncul. Menurut laporan masyarakat dari Dusun Bone, Desa Ulu Saddang, Kecamatan Lembang, Kabupaten Pinrang, akibat proses sedimentasi yang terus meningkat di Reservoir Garugu maka pada beberapa tahun terakhir ini permukiman mereka termasuk kebun, sawah dan jalan yang menghubungkan antar kecamatan tergenang air. Akibatnya banyak jalan rusak dan tanaman perkebunan yang dikelola oleh masyarakat seperti kemiri, kakao, kopi dan buah-buahan lain tidak lagi berproduksi dan bahkan terancam mati. Selain itu sawah-sawah yang tergenang air juga menyebabkan gagal panen. Kondisi seperti ini sangat meresahkan masyarakat khususnya di Dusun Bone, Dusun Silei, dan Dusun Salumada, Desa Ulu Saddang.

Akibat volume sedimentasi yang mengendap begitu cepat, rata-rata $4.230.224 \text{ m}^3/\text{tahun}$ maka daya tampung waduk pada saat ini menjadi super kritis, oleh karena itu PT. PLN (Persero) Wilayah Sulsel dan Sultra Sektor Bakaru melakukan salah satu upaya melalui Presentasi Dampak Sedimentasi Terhadap Performance PLTA Bakaru yang dilaksanakan pada Tanggal 1 September 2005 di Hotel Sahid Makassar, menyatakan bahwa laju sedimen menurut desain New-Jec adalah $133.000 \text{ m}^3/\text{tahun}$ sehingga kapasitas waduk sebesar $6.919.900 \text{ m}^3$ akan penuh sesuai umur rencana 50 tahun tapi kenyataan baru 15 tahun kapasitas waduk sisa 588.500 m^3 berarti sudah terisi sebesar $6.331.400 \text{ m}^3$. Selanjutnya disampaikan bahwa terjadi dampak sedimentasi terhadap peralatan turbin dan cooling system dimana interval pemeliharaan peralatan menurut Buku Manual 8 sampai 10 tahun ternyata rata-rata dilaksanakan 4 tahun, terjadi klaim dari masyarakat lingkungan PLTA Bakaru karena ladang dan kebun sepanjang bantaran sungai tergenang air akibat

pendangkalan dasar sungai pada saat banjir tiba dan beban maksimum saat kemarau hanya mampu selama 2 jam selebihnya yang beroperasi hanya 1 unit dan beban rata-rata 27 MW. Maksud dan tujuan penelitian ini, adalah:

1. Ingin mengetahui karakteristik sedimentasi di Waduk Pembangkit Listrik Tenaga Air Bakaru.
2. Ingin mengetahui sumber sedimentasi di Waduk Pembangkit Listrik Tenaga Air Bakaru.
3. Ingin menanggulangi sedimentasi di Waduk Pembangkit Listrik Tenaga Air Bakaru.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah Daerah kegiatan Pembangunan PLTA Bakaru yang terdiri atas bendungan (Dam), intake structure, head race tunnel, surgeaule, penstock, power house dan jalan masuk. Daerah yang diinformasikan sebagai daerah terkena dampak genangan air antara lain Dusun Bone, Dusun Silei, Dusun Salu Mada dan lain-lain. Daerah tangkapan air Sungai DAS Mamasa.

Pengumpulan Data

Data Primer

Pengumpulan data dilakukan melalui survei dan wawancara. Survei dilakukan untuk mengetahui kondisi biofisik wilayah, diantaranya:

- 1) Daerah kegiatan Pembangunan PLTA Bakaru
 - Karakteristik debit
 - Sedimentasi
 - Hidrologi
- 2) Daerah dampak
 - Topografi
 - Elevasi
 - Tanah/geologi
 - Areal pertanian (sawah, kebun, ladang)
 - Status kepemilikan lahan
 - Lama /dan luas genangan

- Konstruksi jalan ke luar desa
 - Areal pemukiman
- 3) DTA Sungai Mamasa
 - Tanah
 - Geologi
 - Penutupan vegetasi/pola penggunaan tanah
 - Aktivitas usaha tani masyarakat
 - Hutan
 - Tebing Sungai

Kegiatan survei tersebut di atas ini diikuti dengan pengukuran dan pengambilan contoh di lapangan, meliputi:

- Contoh air;
- Contoh tanah; dan
- Contoh sedimentasi

Sedangkan pengukurannya meliputi:

- Elevasi (ketinggian di atas permukaan laut)
- Debit aliran air
- Kedalaman air tanah di daerah dampak (Desa Ulu Saddang)
- Profil sungai disekitar daerah genangan
- Kedalaman air di bendungan

Data Primer

Data sekunder yang dikumpulkan, meliputi:

- Administrasi Pemerintahan
- Kependudukan
- Curah Hujan
- Hidrologi
- Ekonomi Penduduk
- Data-data lain yang relevan

Analisis Data

- 1) Analisis contoh air, tanah dan sedimen

Contoh-contoh tanah, air dan sedimen yang diambil di lapangan dianalisis untuk pengambilan keputusan dan perumusan rekomendasi.

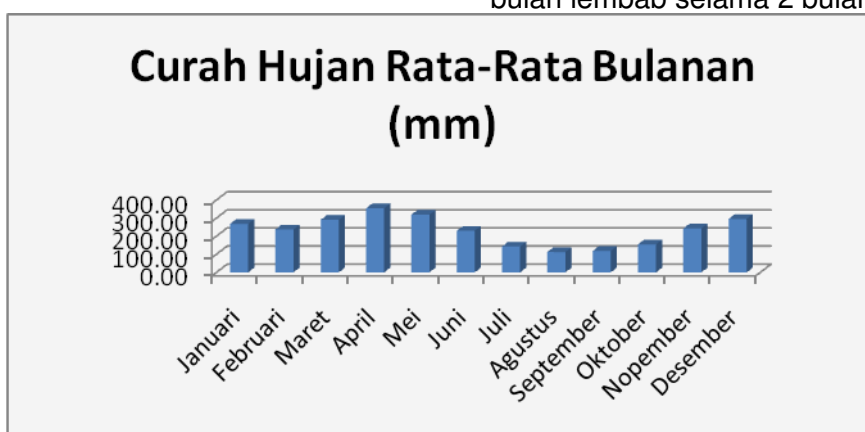
- 2) Analisis data

Data yang dikumpulkan diedit dan ditabulasi berdasarkan sifat dan tujuannya. Data dan informasi tersebut selanjutnya dianalisis dengan metode analisis tabulasi silang. Hasil analisis data ini selanjutnya digunakan dalam perumusan rekomendasi pemecahan masalah-masalah yang ada di lapangan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Curah Hujan

Curah hujan merupakan sumber air satu-satunya kedalam satu sistem hidrologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas curah hujan di DAS Mamasa cukup tinggi. Hasil analisis data curah hujan 10 tahun terakhir di DAS Mamasa menunjukkan bahwa bulan basah berlangsung selama 10 bulan dan bulan lembab selama 2 bulan.



Gambar 1. Histogram Curah Hujan Rata-Rata Bulanan Beberapa Stasiun Penakar di DAS Mamasa Tahun 2006

Pada Gambar 1 tersebut di atas menunjukkan bahwa curah hujan dengan intensitas tinggi terjadi pada bulan-bulan Oktober, November, Desember, Januari, Februari, Maret, April, Mei, Juni dan Juli sedang bulan lembab terjadi pada bulan Agustus dan September. Di daerah ini tidak ditemui bulan kering. Intensitas curah hujan yang tinggi dan terjadi hampir sepanjang tahun ini selain bermanfaat dalam mendukung usaha tani di daerah ini juga dapat berpotensi untuk menimbulkan masalah banjir apabila tidak dikelola dengan baik.

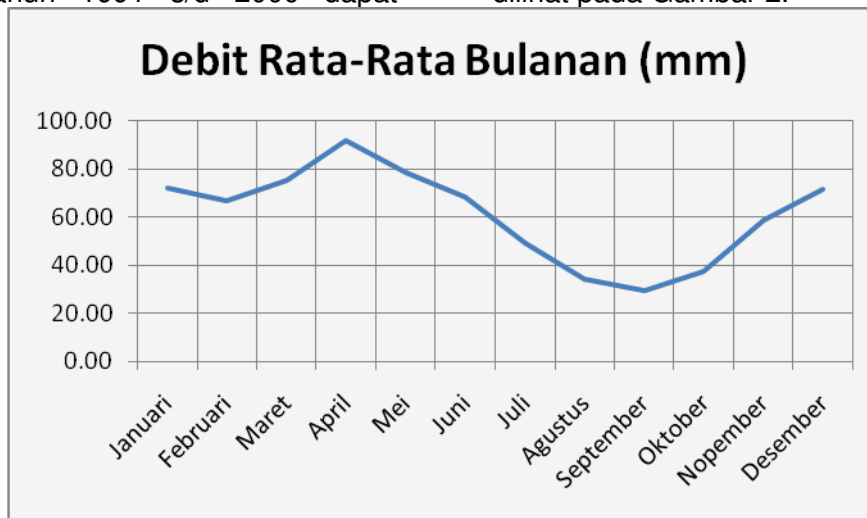
Dalam pemanfaatan curah hujan ini perlu diperhatikan kondisi penutupan vegetasi, jenis tanah, lereng lapangan dan sistem pemilihan/pengolahan tanah, kemampuan teknologi dan ekonomi pertanian.

Kondisi Debit Air Sungai

Salah satu indikator kinerja suatu DAS adalah karakteristik hidrologi. Karakteristik hidrologi ini sangat ditentukan oleh morfologi wilayah DAS, tipe iklim, topografi dan kelerengan serta sifat tanah dan jenis penggunaan lahan yang kesemuanya menentukan kuantitas dan kualitas debit aliran sungai.

Debit air yang terukur pada aliran Sungai Mamasa yang ada di Dam Garugu merupakan resultante dari semua debit air dari semua anak-anak Sungai Mamasa, demikian pula menyangkut kualitas airnya. Di wilayah DAS Mamasa, terdapat 85 anak sungai yang bermuara di Sungai Mamasa yang terdiri dari 19 sungai besar dan 66 sungai kecil. Debit air di DAS Mamasa yang di ukur di Dam Garugu

dari tahun 1991 s/d 2000 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Debit Rata-Rata Bulanan Sungai Mamasa ke Waduk Bakaru Tahun 2006

Fluktuasi debit air pada musim hujan dan musim kemarau dari tahun ke tahun semakin besar. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi hidrologi DAS Mamasa terdapat gangguan yang disebabkan adanya perubahan pada penutupan vegetasi atau gangguan karena penggunaan lahan yang keliru. Pengamatan debit air untuk mengetahui fluktuasi debit dalam laporan ini didasarkan pada hasil pengukuran pihak PLTA Bakaru karena waktu yang terbatas sehingga peneliti tidak dapat melakukan pengukuran. Fluktuasi debit sungai pada tahun 2001 dan 2002 hampir sama dengan fluktuasi rata-rata debit tahun 1991 – 2000 seperti terlihat pada Tabel 5.1.

1.2 Kondisi Erosi dan Sedimentasi

a. Erosi

Kualitas air sungai dapat dilihat dan diamati dari tingkat kekeruhan air. Material tanah yang tersuspensi dalam air sungai adalah bahan sedimentasi yang bersumber

dari hasil erosi. Berdasarkan bentuk erosi, maka erosi dapat dibedakan yakni erosi percikan, erosi permukaan, erosi alur erosi parit dan erosi tebing sungai. Semua hasil erosi sampai ke sungai ke semuanya menjadi material tersuspensi air sungai yang dialirkan bersama debit air sungai. Karena erosi tidak dapat diamati dalam waktu singkat maka erosi dinilai berdasarkan prediksi erosi dengan menggunakan data curah hujan, sifat tanah, kemiringan lereng, tingkat penutupan lahan serta tindakan konservasi tanah yang diterapkan.

Hasil analisis jumlah erosi pada beberapa sungai utama di DAS Mamasa menunjukkan bahwa tingkat bahaya erosi di DAS ini susah sangat memprihatinkan dengan tingkat bahaya erosi rata-rata berat sampai sangat berat. Perincian nilai erosi dan tingkat bahaya erosi beberapa sungai utama di DAS Mamasa disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Erosi dan Tingkat Bahaya Erosi di DAS Mamasa

Sungai Utama	Nilai Erosi (ton/ha/thn)	Tingkat Bahaya Erosi	Keterangan
Marego	135.404	Berat	Sungai-sungai kecil yang terdapat di DAS Mamasa juga memiliki potensi erosi yang relatif sama.
Kewari	162.119	Berat	
Nunuan	210.045	Sangat Berat	
Kunali	95.035	Sedang	
San	411.596	Sangat Berat	
Silawa	180.501	Berat	
Balo	153.210	Berat	
Sapai	294.651	Sangat Berat	
Sumule	181.224	Berat	
Sibenawa	140.335	Berat	
Lombe	225.117	Sangat Berat	
Batuapang	395.899	Sangat Berat	
Miwah	123.778	Berat	
Malobo	184.467	Berat	
Kadikke	194.778	Berat	
Kampinisan	266.870	Sangat Berat	
Kadake	274.013	Sangat Berat	
Bue	485.350	Sangat Berat	
Tatean/Mamasa	395.273	Sangat Berat	
Jumlah	4.509.665	-	

Sumber: Hasil Analisis Data, Tahun 2006

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan ternyata erosi tebing sungai dan longsoran tebing sungai justru memberikan kontribusi yang besar terhadap sedimen yang tersuspensi dalam air sungai Mamasa.

Material bahan sedimentasi yang tersuspensi di air Sungai Mamasa yang menyebabkan pendangkalan sangat cepat pada ruas sungai dekat Dam Garugu adalah berasal dari Kabupaten Mamasa. Material/mineral penyusun tanah yang ada di Kabupaten Mamasa adalah batuan konglomerat yang banyak mengandung mika sama dengan mineral yang terdapat di muara sungai dekat Dam tepatnya yang ada di dusun Bone, Silei. Partikel fraksi pasir yang diamati yakni pasir yang mengandung mika. Sedimentasi yang ada di dusun Bone Silei dan Salumada yang berasal dari Kabupaten Mamasa bersumber dari hasil erosi permukaan, erosi tebing sungai, longsor tebing sungai dan longsor tebing jalan. Sehingga hasil

akumulasi sedimen, penyebab utamanya adalah erosi hasil longsor bukan dari erosi permukaan.

KESIMPULAN

1. Hasil karakteristik sedimentasi yang di Waduk PLTA Bakaru merupakan bedload dari hulu sampai ke Dam Bakaru yang didominasi oleh pasir 87 persen kecuali yang ada di Dusun Salumada kadar pasirnya berada diantara 35 sampai 56 persen.
2. Sumber sedimentasi yang ada di Waduk PLTA Bakaru berasal dari dasar sungai dan pada tanggul Sungai Mamasa hulu Bue', Sungai Sapai, Sungai Sumarorong, Sungai Tabone dan Sungai Batuapang serta beberapa anak sungai lainnya.
3. Cara penanggulangan erosi dan sedimentasi di Waduk PLTA Bakaru dalam jangka

panjang adalah dengan jalan membentuk suatu Badan Pengelola DAS Mamasa yang terdiri dari 3 Tim, yaitu Tim Pengarah, Tim Perencana dan Tim Pelaksana. Tim Pengarah merumuskan kebijakan-kebijakan, menyusun standar dan kriteria keberhasilan serta pedomen monitoring dan evaluasi kegiatan. Tim Perencana menyusun Rencana Pengelolaan DAS Mamasa secara menyeluruh, sesuai arahan Tim Pengendali. Tim Pelaksana melaksanakan pekerjaan lapangan sesuai rencana dan standar/kriteria yang telah ditetapkan. Keanggotaan Badan Pengelola DAS Mamasa ini melibatkan Pemerintah (Pusat, Provinsi, Kabupaten dan Desa), PLN Provinsi sampai ke sektor Bakaru dan Badan-Badan Usaha serta Masyarakat termasuk masyarakat adat, LSM, Ormas dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S., 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. Penerbit IPB/IPB PRESS, Program Pascasarjana IPB.
- Asdak, C., 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah (Balitbangda) Pemerintah Propinsi Sulawesi Selatan, 2005, *Quick Research Report Kondisi Eksisting DAM Bakaru Terhadap Ketersediaan Energi Listrik di Sulawesi Selatan*, Makassar.
- Bennett S.J and Alonso C.V. 1997. *Erosion and Sedimentation Research in The U.S. Departement Of Agriculture, Agriculture Research Service*. Proceedings the U.S. Geological Survey (USGS) Sediment Workshop, Februari 4-7.
- Budihardja D. dan Syaifuddin, 2003. *Prediksi Erosi dan Sedimentasi di Dataran Tinggi Bedugul Propinsi Bali Menggunakan Model ANSWERS*. Jurnal Alami, Vol.8 Nomor 1: 46-54. Jakarta.
- Haan C.T., Barfield B.J. and Hayes J.C., 1994. *Design Hydrology and Sedimentology for Small Catchments*. Academic Press. A Division of Har Brace & Company Diego, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo and Toronto.
- Mappangaja, B. 1996. *Kajian Tata Air pada Areal HPH/HTI*. Balai Teknologi Pengelolaan DAS Ujungpandang.
- Munir A. dan Wahid A., 2007. *Development of WEB-Geospatial Simulation for River Basin Management in Indonesia*. International Seminar on River and Development "Environmentally Sound River Development", The Patra Bali Resort & Villas Bali – Indonesia, 25-27 April 2007, Abstract Book: 3-6.

- Paembonan, S., 1979. *Evaluasi Pelaksanaan Program Penyelamatan Hutan, Tanah, dan Air di Sub DAS Malino, DAS Sa'dan, Propinsi Sulsel.* Tesis Pasca Sarjana, Insitut Pertanian Bogor.
- Ridho A., 2005. *Pendangkalan Danau dan Waduk: Proses, Konsekwensi dan Penanganannya.* Jurnal Alami, Vol.10 Nomor 1: 14-18. Jakarta.
- Tikno S, 2001. *Inventarisasi Tingkat Bahaya Erosi dan Usaha Konservasi Tanah dan Air Untuk Menunjang Pengembangan Wilayah.* Jurnal Alami, Vol.6 Nomor 1: 15-20. Jakarta.
- Tjakrawarsa G. dan Hadinugroho H.Y.S, 2003. *Nilai Ekonomi Erosi, Sedimentasi dan Jasa Air Studi Kasus di Sub DAS Jeneberang Hulu, Sulsel.* Jurnal Alami, Vol.8 Nomor 1: 32-39. Jakarta.
- _____, 1980. *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai .* Sekolah Pasca Sarjana, Insitut Pertanian Bogor.
- _____, 1982. *Analisis Sistem Biofisik DAS Sa'dan di Sulawesi Selatan.* Disertasi Program Doktor Institut Pertanian Bogor.
- _____, 1983. *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Pengaruh Hutan.* Fakultas Pertanian Jurusan Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang.
- Sosrodarsono, S., dan Takeda, 1978. *Hidrologi untuk Pengairan.* PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

Diterima: 21 Juni 2007

Abdul Wahid

Fakultas Teknik
Universitas Tadulako
Palu Sul-Teng/Indonesia.