

POTENSI AIR DAN METODE PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR DI DAERAH ALIRAN SUNGAI SOWAN PERANCAK KABUPATEN JEMBRANA

I Gusti Agung Putu Eryani¹⁾

1) Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Warmadewa

ABSTRAK

Daerah Aliran Sungai (DAS) Sowan berada di Kabupaten Jembrana Provinsi Bali, saat ini lahan di daerah das sudah banyak yang beralih fungsi, terutama lahan-lahan pertanian yang berada di muara sungai Sowan, Kabupaten Jembrana. saat ini sudah banyak berubah dari lahan pertanian menjadi bangunan perumahan dan yang mendukung kegiatan pariwisata. Permasalahan yang terjadi setelah adanya perubahan alih fungsi lahan adalah banyaknya sedimen yang mengendap di hilir sungai akibat adanya erosi di DAS dan air permukaan banyak yang terbuang ke muara sungai dengan kurangnya resapan air akibat lahan pertanian berubah menjadi daerah pemukiman. Pengelolaan air permukaan yang dibuang kehilir sungai ini belum maksimal dilaksanakan dan dilestarikan untuk mendukung kebutuhan air baku di Provinsi Bali. Bagaimanakah potensi sumber daya air di sungai Badung dan di sungai Sowan di Bali dengan adanya perubahan fungsi lahan di muara sungai dan bagaimanakah metode pengelolaan sumber daya air yang masuk ke muara sungai sehingga sumber daya air menjadi lestari dan rencana penataan daerah hilir sungai serta manajemen/tata air di daerah hilir sungai Sowan Perancah Kabupaten Jembrana.

Metode penelitian yang akan digunakan adalah fenomenologi. Hal ini sesuai dengan prinsip pelestarian objek studi yang banyak berkaitan dengan sistem pengelolaan sumber daya air dan perencanaan penataan daerah hilir sungai serta pengelolaan tata air. Hasil yang diperoleh berupa potensi air dan pengelolaan sumber daya air sungai pasca perubahan fungsi lahan disekitar muara sungai, berdasarkan data primer dan sekunder.

Potensi sumber daya air di DAS Sowan sebesar 194,17 juta m³, total ketersediaan untuk RKI sebesar 0,17 m³/detik, industri perhotelan sebesar 0,0014 m³/detik dan yang terbuang ke laut melalui muara sungai sebesar 5,42 m³/detik.

Kata kunci: potensi air, muara sungai, daerah aliran sungai.

1 PENDAHULUAN

Provinsi Bali yang merupakan daerah tujuan pariwisata, memerlukan banyak fasilitas pendukung untuk melengkapi sarana dan prasarana penunjang pariwisata seperti hotel, restoran dan villa serta perumahan. Lahan yang berada di kawasan muara sungai di Bali saat ini sudah banyak yang beralih fungsi, terutama lahan-lahan pertanian yang berada di muara sungai Sowan, Kabupaten Jembrana. saat ini sudah banyak berubah dari lahan pertanian menjadi bangunan yang mendukung kegiatan pariwisata.

Perubahan lahan di daerah aliran sungai (DAS) saat ini sangat berdampak pada banyaknya pengikisan/erosi di daerah hulu sampai ke hilir sungai. Potensi air di sungai saat musim hujan sangat berlimpah, air sungai mengalir menuju laut melalui muara sungai, sangat banyak terbuang sia-sia, sedangkan saat musim kemarau beberapa daerah di Provinsi Bali.

Provinsi Bali yang merupakan daerah tujuan pariwisata, memerlukan banyak fasilitas pendukung untuk melengkapi sarana dan prasarana penunjang pariwisata seperti hotel, restoran dan villa serta perumahan. Lahan yang berada di kawasan muara sungai di Bali saat ini sudah banyak yang beralih fungsi, terutama lahan-lahan pertanian yang berada di muara sungai Sowan, Kabupaten Jembrana. saat ini sudah banyak berubah dari lahan pertanian menjadi bangunan yang mendukung kegiatan pariwisata.

Perubahan lahan di daerah aliran sungai (DAS) saat ini sangat berdampak pada banyaknya pengikisan/erosi di

daerah hulu sampai ke hilir sungai. Potensi air di sungai saat musim hujan sangat berlimpah, air sungai mengalir menuju laut melalui muara sungai, sangat banyak terbuang sia-sia, sedangkan saat musim kemarau beberapa daerah di Provinsi Bali sudah mulai mengalami krisis air.

Pengelolaan sumber daya air permukaan yang dibuang ke hilir sungai saat ini belum maksimal dimanfaatkan dan dilestarikan untuk kebutuhan air baku di Provinsi Bali. Untuk itu maka metode pelestarian sumber daya air ini perlu direncanakan secara baik dan penataan kawasan di muara sungai serta manajemen air seharusnya sudah mulai diterapkan untuk daerah muara sungai Sowan di Kabupaten Jembrana. Berdasarkan kondisi lahan di daerah Muara Sungai dan potensi sumber daya air di muara sungai Sowan. Berdasarkan latar belakang masalah maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut : Bagaimanakah potensi air sumber daya air di DAS sungai Sowan dan Bagaimanakah tata kelola air/manajemen air untuk DAS Sowan.

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air dan Sumber Air

Air adalah semua air yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan dan air laut yang berada di darat. Sumber air adalah tempat atau wadah air alami dan/atau buatan yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah permukaan tanah. Daya air adalah potensi yang terkandung dalam air dan/atau pada sumber air yang dapat

memberikan manfaat ataupun kerugian bagi kehidupan dan penghidupan manusia serta lingkungannya. Sumberdaya air adalah air, sumber air, dan daya air yang terkandung didalamnya.

Konservasi sumberdaya air adalah upaya memelihara keberadaan, keberlanjutan keadaan, sifat, dan fungsi sumberdaya air agar senantiasa tersedia dalam kuantitas dan kualitas yang memadai untuk memenuhi kebutuhan mahluk hidup baik pada waktu sekarang maupun pada generasi yang akan datang.

Pendayagunaan sumberdaya air adalah upaya penatagunaan, penyediaan, penggunaan, pengembangan, dan pengusahaan sumberdayaair secara optimal, berhasilguna dan berdayaguna. Pengendalian dan penanggulangan daya rusak air adalah upaya untuk mencegah dan menanggulangi terjadinya kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh daya rusak air yang dapat berupa banjir, lahar dingin, ombak, gelombang pasang, dan lain-lain.

Pengelolaan adalah upaya merencanakan, melaksanakan, memantau, dan mengevaluasi penyelenggaraan konservasi, pendayagunaan sumberdaya air, dan pengendalian daya rusak air. Penatagunaan sumberdaya air adalah upaya untuk menentukan zona pemanfaatan sumber air dan peruntukan air pada sumber air.

Penyediaan sumber daya air adalah upaya pemenuhan kebutuhan akan air dan daya air untuk memenuhi berbagai keperluan dengan kualitas dan kuantitas yang sesuai. Penggunaan sumberdaya

air adalah pemanfaatan sumberdaya air dan prasarannya sebagai media dan atau materi. Pengembangan sumberdaya air adalah upaya peningkatan kemanfaatan fungsi sumberdaya air tanpa merusak keseimbangan lingkungan.

2.2 Penggunaan Lahan

Luas lahan pemukiman di Daerah Aliran Sungai Badung terus bertambah dengan kecepatan perubahan yang mencapai 46,45 ha/tahun, sedangkan sawah irigasi terus mengalami penyusutan dengan laju 38,91 ha/tahun. Kondisi ini terjadi dari tahun 1992 sampai tahun 2008, (Abd. Rahman As-syakur dan I.Wayan Sandi Andyana, 2011). Daerah Aliran Sungai Badung (Tukad Badung) memiliki peran dan fungsi yang sangat strategis bagi kota Denpasar dan Kabupaten Badung di Provinsi Bali. Manusia sebagai salah satu komponen ekosistem memiliki pengaruh yang cukup besar dalam mengubah ekosistem Daerah Aliran Sungai (DAS) seperti mengubah bentuk penggunaan lahan. Perubahan penggunaan lahan akan mempengaruhi komponen lainnya di dalam DAS dan dapat menimbulkan perubahan dari keadaan alami sehingga terjadi gangguan keseimbangan atau gangguan ekologis yang menunjukkan terjadinya degradasi DAS.

2.3 Muara Sungai

Muara sungai adalah bagian hilir dari sungai yang berhubungan dengan laut (Bambang Triatmojo,1999), Mulut sungai adalah bagian paling hilir dari muara sungai yang langsung bertemu dengan laut. Muara Sungai berfungsi

sebagai pengeluaran atau pembuangan debit sungai, terutama pada waktu banjir ke laut. Karena letaknya yang berada di ujung hilir, maka debit aliran di muara adalah lebih besar dibanding pada tampang sungai di bagian hulu. Selain itu muara sungai juga harus melewati debit yang ditimbulkan oleh pasang surut air laut.

Permasalahan yang sering dijumpai di daerah muara sungai adalah banyaknya endapan sedimen di muara sungai sehingga tampang aliran kecil, yang dapat mengganggu pembuangan debit sungai ke laut. Ketidak lancaran pembuangan tersebut dapat mengakibatkan banjir di daerah sebelah hulu muara.

2.4 Sumber Daya Lahan

Persoalan utama dalam pengelolaan sumber daya lahan (SDL) adalah penurunan luas lahan pertanian sebagai akibat konversi ke non-pertanian. Peningkatan konversi lahan pertanian menjadi lahan non-pertanian akan mengancam lahan hutan, karena pertanian akan merambah kawasan hutan untuk dibuka menjadi lahan pertanian. Hal tersebut disinyalir dari hasil pertanian Abbas (1997), Mulyana (1998), dan Cahyono (2001). The World Bank (1990) memperkirakan 40.000 ha/tahun lahan pertanian dikonversi menjadi lahan non-pertanian di Indonesia. Dalam Satuan DAS, konversi tersebut sebagian besar terjadi di hilir DAS.

Ditinjau dari aspek kualitas, terjadi penurunan kualitas lahan sebagai akibat erosi yang semakin meningkat. The World Bank (1990) mencatat bahwa rata-rata erosi lahan pertanian Pulau Jawa

pada tanah vulkanik sebesar 6-12 t/ha/tahun dan pada tanah kapur sebesar 20-60 t/ha/tahun. Sementara itu, laju pembentukan tanah sangat lambat (30-725 tahun/mm tanah) dan ekstensifikasi pertanian sangat mahal. Hal ini ditambah lagi dengan intensifikasi pertanian yang sudah mencapai taraf levelling of apabila tidak tidak ditemukan teknologi baru yang dapat meningkatkan produktifitas pertanian.

2.5 Sumber Daya Air

Persoalan ketersediaan air dan distribusinya selalu menjadi permasalahan umum. Ketersediaan air dimusim kemarau menjadi sangat terbatas, sementara pada musim penghujan banjir terjadi di mana-mana. Penurunan Tinggi Muka Air (TMA) di beberapa danau dan waduk mengalami penurunan akibat konsumsi dan penggunaan lahan terus meningkat. Di Pulau Jawa, Jumlah air tersedia mencapai 142,3 milyar m³/tahun dan kebutuhan air mencapai 77,8 milyar m³/tahun (Kananto et al., 1998). Angka tersebut merupakan jumlah total dalam setahun sementara pada bulan-bulan kering jelas penggunaan dan konsumsi lebih tinggi dari pasokannya.

Pengembangan teknologi pengelolaan DAS untuk sumber daya air ditujukan pada teknologi yang dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air (terutama irigasi) dan konsumsi air. Selain itu perlu didukung dengan pengembangan kelembagaan tradisional seperti Subak di Bali.

Dalam penelitian ini yang akan diteliti adalah perubahan fungsi lahan dari lahan pertanian berubah menjadi bangunan perumahan, ruko, hotel dan

restouran di hilir sungai sampai ke muara sungai yang mengakibatkan terjadinya peningkatan kebutuhan akan air di musim kemarau dan dimusim hujan, air banyak yang terbuang ke laut secara berlebihan karena lahan penyerap air hujan berkurang, sehinga metode pelestarian sumber daya air yang masuk dan tersedia di muara harus dikelola dengan baik agar dapat dimanfaatkan secara maksimal, sebagai sumber air baku untuk kehidupan sehari-hari masyarakat Bali. Penelitian ini menjadi penting/urgen mengingat akhir-akhir ini masyarakat di Bali pada saat musim kemarau mulai kekurangan sumber daya air untuk air baku dan di musim hujan terjadi banjir/roob dan instrusi air laut di lingkungan muara sungai Badung, dan muara sungai Sowan, Provinsi Bali yang mana penanganannya belum semua dapat diatasi secara tuntas.

Penelitian mengenai pelestarian sumber daya air di daerah muara sungai dengan adanya perubahan fungsi lahan terutama di muara Sungai Badung dan Muara Sungai Sowan diharapkan dapat melahirkan konsep pengelolaan sumber daya air, serta karakteristik DAS, morfologi muara sungai dan debit air serta kualitas air yang masuk ke muara sungai ,sehingga konsep ini masih memiliki fungsi dalam pengelolaan air di muara sungai yang dapat memanfaatkan sebagai sumber air baku di Provinsi Bali dan akhirnya sumber air di Bali.

3 METODOLOGI

Metode penelitian yang akan digunakan adalah fenomenologi. Hal ini sesuai dengan prinsip pelestarian objek studi yang banyak berkaitan dengan

sistem pengelolaan sumber daya air. Proses penelitian terdiri atas dua tahapan. Hasil yang diperoleh berupa karakteristik sungai, morfologi muara sungai pasca perubahan fungsi lahan disekitar muara sungai, berdasarkan data sekunder (laporan Departemen PU Provinsi Bali) dan penelitian di lapangan (data primer), Penelitian ini menggunakan perangkat lunak sebagai alat analisis. Bahan penelitian sebagian besar berupa data primer yang dicari langsung di lokasi penelitian dan dilengkapi dengan data sekunder yang relevan dari data 5 tahun terakhir.

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini mengambil objek di Muara Sungai Sowan yang berlokasi di Pantai Perancak, Kabupaten Jembrana, merupakan salah satu muara sungai yang ada di Bali, dan dipergunakan sebagai pelabuhan nelayan yang cukup ramai,



Gambar 1. Lokasi muara sungai Sowan di Jembrana

3.2 Bahan dan Alat

Penelitian kualitatif yang deskriptif mengutamakan peranan manusia sebagai alat penelitian (*human instrument*) dan

menggunakan perangkat lunak, pengambilan data sebagian besar dilakukan oleh peneliti, hanya pada kasus tertentu (pengukuran di muara) dibantu oleh tenaga ukur. Tujuan melakukan pengukuran adalah untuk validasi dan bukan untuk kuantifikasi.

Untuk mengumpulkan data di lapangan digunakan alat questioner yang berisi pertanyaan bebas/terbuka selain pertanyaan normatif. Beberapa alat yang termasuk perangkat keras adalah, rol meter, peta topografi, peta Ishoyet Bali, kertas melimeter, pulpen, penggaris, pensil, karet penghapus, perekam suara (*casette*) dan kamera foto.

Bahan atau materi penelitian ini berupa data primer yang dicari langsung di lokasi penelitian. Selain itu, juga dilengkapi dengan data sekunder yang relevan dari jurnal terbaru atau buku laporan dari PU yang telah memiliki data dasar kedua muara tersebut. Bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah peta, gambar, foto dan kondisi lingkungan fisik di muara secara empirik. Bahan-bahan penelitian ini terutama berkaitan dengan cara pengelolaan sumber air di muara (debit air, dan sedimen) dan kondisi lahan fisik saat ini.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder yang terdiri dari: kondisi lingkungan di hilir sungai/muara sungai saat ini terkait dengan perubahan lahan, debit air, kualitas air, dan jenis sedimen. Sedangkan data sekunder diperoleh berdasarkan laporan BPS, PU, BLH.

3.4 Metode Analisis Data

Data yang diperoleh dari lapangan dan berdasarkan laporan yang diperoleh akan dianalisis untuk mendapatkan perubahan lahan, debit air dan kualitas air serta metode pengelolaan sumber daya air di daerah hilir sungai/muara sungai Sowan.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi sumber daya air di DAS Sowan sebesar 194,17 juta m³, total ketersediaan untuk RKI sebesar 0,17 m³/detik, industri perhotelan sebesar 0,0014 m³/detik dan yang terbuang ke laut melalui muara sungai sebesar 5,42 m³/detik. Muara sungai Sowan di pantai Perancak memiliki lebar mulut muara berdasarkan hasil pengukuran pada peta google earth adalah 0,85 km. Kondisi kualitas air untuk lingkungan muara sungai Sowan di daerah pantai Perancak diperoleh data kualitas air menurut Status Lingkungan Provinsi Bali, tahun 2012 diperoleh besarnya kadar BOD 10,61 mg/l dan kadar COD sebesar 16,47 mg.

Kondisi lahan di daerah Muara Sungai Sowan di Perancak Jembrana DAS Sowan dengan luas 205,818 km². Curah hujan di wilayah DAS ini sekitar 1.900 mm per tahun dengan kondisi aliran sungai tidak sepanjang tahun atau semi permanen. Karakteristik morfologi muara sungai Sowan (Perancak dan sekitarnya) dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Kemiringan sungai di daerah muara sangat landai dengan tingkat pengendapan sedimen di muara relatif tinggi. Pada musim penghujan daerah ini sering terjadi banjir. Untuk tata air di DAS Sowan sampai di daerah

muara sungai yang berada di pantai Perancak di proses dengan software RIBASIM dengan input data peta DAS, daerah irigasi, data hidrologi, maka setelah diproses diperoleh sistem tata air seperti gambar 2. Keterangan lingkaran menjelaskan penempatan reservoir di daerah muara sungai Sowan untuk menampung air di saat musim hujan dan dimanfaatkan saat musim kemarau.



Gambar 2. Peta tata air di DAS Sowan dan muara sungai di pantai Perancak

Dalam hidrologi dikemukakan, debit air sungai adalah, tinggi permukaan air sungai yang terukur oleh alat ukur permukaan air sungai. Pengukurannya dilakukan tiap hari, atau dengan pengertian yang lain debit atau aliran sungai adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu. Dalam sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter

kubik per detik (m^3/dt). Luas DAS sungai Sowan $205,818 \text{ Km}^2$, dengan curah hujan di wilayah DAS ini sekitar 1.900 mm per tahun.

Pengelolaan sumber daya air di DAS dan muara sungai, dihubungkan dengan kelestarian sumber daya air, yaitu: Kuantitatif: memperbesar suplai air ke dalam tanah sehingga menambah tampungan air tanah dan meningkatkan *suplai* air tanah ke alur sungai yang berdampak mengurangi *fluktuasi debit limpasan*;

Kualitatif: mengurangi kandungan material *tersuspensi* aliran sungai (*suspended load*). Sebagai akibat bertambah besarnya air hujan yang masuk ke dalam tanah sehingga pengikisan permukaan berkurang; Dampak lain dari pengelolaan DAS yang baik adalah peningkatan produktivitas lahan karena peningkatan resapan air hujan ke dalam tanah akan menambah kadar lengas tanah (*soil moisture*) yang selain akan memperbesar ketersediaan air juga meningkatkan proses *disintegrasi* dan *dekomposisi regolith* dan batuan induk yang berakibat meningkatnya unsur mineral dan unsur hara tanah yang dibutuhkan dalam proses pertumbuhan tanaman.

Ditinjau dari pengelolaan kondisi fisik DAS terdapat 3 jenis pengelolaan, yaitu: Secara teknis, yaitu pengelolaan dengan teknik-teknik *konservasi* lahan dengan normalisasi sungai dan membuat konstruksi jetty di muara sungai, secara vegetatif, yaitu dengan penghutan kembali lahan, secara kimiawi, yaitu dengan pemanfaatan zat-zat kimia untuk meningkatkan kualitas lahan. Pada

prinsipnya kebijakan pengelolaan daerah aliran sungai (DAS) merupakan hal yang sangat penting dalam rangka mengurangi dan menghadapi permasalahan sumberdaya air baik dari segi kualitas dan kuantitasnya. Kebijakan ini oleh karenanya merupakan bagian terintegrasi dari kebijakan lingkungan yang didasarkan pada data akademis maupun teknis.

Beragamnya kondisi lingkungan pada beberapa daerah di sekitar muara sungai serta perkembangan ekonomi dan sosial, menjadikan tantangan bagi perkembangan daerah. Sehingga menuntut juga keberagaman spesifik analisa serta solusinya. Keberagaman ini harus diperhitungkan dalam perencanaan dan pengambilan keputusan untuk memastikan bahwa perlindungan dan penggunaan DAS secara berkelanjutan ada dalam suatu rangkaian kerangka kerja (*framework*).

5 SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

1. Kondisi kualitas air di Muara sungai Sowan Kabupaten Jembrana

Kondisi kualitas air untuk lingkungan muara sungai Sowan di daerah pantai Perancak diperoleh data kualitas air menurut Status Lingkungan Provinsi Bali, tahun 2012 diperoleh besarnya kadar BOD 10,61 mg/l dan kadar COD sebesar 16,47 mg/l.

2. Potensi air/debit di muara sungai Sowan

Luas DAS sungai Sowan 205,818 Km², dengan curah hujan di

wilayah DAS ini sekitar 1.900 mm per tahun. Potensi sumber daya air di DAS Sowan sebesar 194,17 juta m³.

3. Kegiatan pengelolaan DAS juga dihubungkan dengan kelestarian sumber daya air, yaitu:
 - Kuantitatif: memperbesar suplai air ke dalam tanah sehingga menambah tampungan air tanah dan meningkatkan *suplai* air tanah ke alur sungai yang berdampak mengurangi *fluktuasi debit limpasan*;

Kualitatif: mengurangi kandungan material *tersuspensi* aliran sungai (*suspended load*). Sebagai akibat bertambah besarnya air hujan yang masuk ke dalam tanah sehingga pengikisan permukaan berkurang; Dampak lain dari pengelolaan DAS yang baik adalah peningkatan produktivitas lahan karena peningkatan resapan air hujan ke dalam tanah akan menambah kadar lengas tanah (*soil moisture*) yang selain akan memperbesar ketersediaan air juga meningkatkan proses *disintegrasi* dan *dekomposisi regolith* dan batuan induk yang berakibat meningkatnya unsur mineral dan unsur hara tanah yang dibutuhkan dalam proses pertumbuhan tanaman.

4. Ditinjau dari pengelolaan kondisi fisik DAS terdapat 3 jenis pengelolaan, yaitu: Secara teknis, yaitu pengelolaan dengan teknik-teknik *konservasi* lahan, secara vegetatif, yaitu dengan penghutanan kembali lahan,

secara kimiawi, yaitu dengan pemanfaatan zat-zat kimia untuk meningkatkan kualitas lahan. Pada prinsipnya kebijakan pengelolaan daerah aliran sungai (DAS) merupakan hal yang sangat penting dalam rangka mengurangi dan menghadapi permasalahan sumberdaya air baik dari segi kualitas dan kuantitasnya.

5.2 Saran

1. Meningkatkan kesadaran masyarakat agar peduli dan bertanggung jawab terhadap lingkungan hendaknya terus di sosialisasi, sebagai contoh dengan cara tidak membuang sampah di sungai karena sampah yang dibuang sembarangan di sungai akan menyebabkan aliran air disungai terhambat. Selain itu dapat memicu terjadinya banjir dimusim penghujan.
2. Untuk memelihara lebar mulut muara sungai dari penutupan sedimen, hendaknya perlu dijadwalkan secara berkala agar dapat melaksanakan pengerukan sedimentasi di mulut muara sungai sehingga tidak terjadi banjir roob.

6 DAFTAR PUSTAKA

- Abd.Rahman As-syakur, Sandi Adnyana, I Wayan, 2011, *Perubahan Penggunaan Lahan dan Daya Dukung Lingkungan*, PPLH Universitas Udayana, Denpasar.
- Bambang Triatmojo, 1999, *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Bapedal, 2000, *Pengelolaan Lingkungan Pesisir dan Lautan*, Denpasar, Bali.
- Badan Pusat Statistik, 2011, *Lahan menurut penggunaan di Jembrana 2011*.
- Jurnal Litbang Pertanian, 2003, *Daerah Aliran Sungai bagian hulu*, Bogor.
- Ditjen RRL (Direktorat Jendral Reboisasi dan Rehabilitasi lahan), 1999, *Luas lahan kritis di Indonesia dan statistic dalam angka*, Departemen Kehutanan, Jakarta.
- Cahyono, S.A. 2002, *Konservasi tanah dalam konteks Kebijakan*, Info DAS13:14-26, Pusat Penelitian dan Balai Penelitian dan pengembangan Teknologi DAS, IBB, Solo.
- DHV Consultants, 1990, *Laporan akhir Pengalaman Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Proyek Kali Konto, Departemen Kehutanan.
- Eryani, Sinarta, 2011, *Karakteristik morfologi muara sungai Sowan di Pantai Perancak Kabupaten Jembrana*, penelitian kelompok, LP2M Unwar, Denpasar.
- Pedoman Konstruksi dan Bangunan, 2004, *Perbaikan muara sungai dengan jeti*, Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah.
- Hatmoko, W. dan Radhika, 2010, *Panduan mengenai DSS-RIBASIM*. Delf Hydraulics.
- Ismail. 2009. *Kesetimbangan air Sub DAS Karangmumus. di Kota Samarinda*. Jurnal Makara Sains Vol. 13 No 2. November 2009. 151-156. Diakses tanggal 7 Maret 2013.

- Indra. K. S. 2001, *Analisa Ketersediaan dan Kebutuhan Air pada DAS Sampean*. <http://jurnal.pengairan.ub.ac.id/index.php/jtp/article/download/118/118>, Diakses tanggal 2 Januari 2013.
- Kartodihardjo, H. 1999. *Analisis Kelembagaan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai: Konsep, Paradox, dan Masalah, serta Upaya Peningkatan Kinerja*. Makalah Lokakarya Nasional Kebijakan Pengelolaan DAS. Sekretariat Tim Pengendali Bantuan Penghijauan dan Reboisasi Pusat. Bogor, 18 Februari 1999.
- Kahirun. 2000. *Kajian karakteristik hidrologi DAS Roraya Sulawesi Tenggara dan Perencanaan Penggunaan Lahan Usahatani*. Thesis. IPB. Bogor.
- Kartodihardjo, H., K. Murtilaksono. 2000. *Kajian Institusi Pengelolaan DAS dan Konservasi Tanah*. K3SB Bogor.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2003. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 tentang Penetapan Status Mutu Air. Kementerian Negara Lingkungan Hidup.
- Kartodihardjo, H., K. Murtilaksono. 2004. *Institusi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai: Konsep dan Pengantar Analisis Kebijakan*. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2010. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 Tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air. Kementerian Negara Lingkungan Hidup.
- Mock, F.J.,1973, *Land capability appraisal and water availability appraisal*, Indonesia UDDP/FAO, Bogor.
- Mulyanto, H.R. 2007. *Sungai, Fungsi dan Sifat-Sifatnya*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Mudana, M. 2012. *Studi Inventarisasi sumber air untuk suplai sistem Penyediaan air Baku Bali*, p3m.pnb.ac.id/dokument/jurnal/1336/lanang.pd. Diakses tanggal 27 Maret 2013.
- Nuryanto, 2002, *Analisis debit aliran pada sungai alluvial*. Thesis, Pasca Sarjana, Universitas Diponegoro, Semarang. Diakses tanggal 5 Mei 2013.
- Odum, E. P. 1996. *Dasar-Dasar Ekologi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Peavy, H.S. Rowe Tchobanoglous. 1986. *Environmental Engineering*. Mc. Graw Hill-Book Company. New York.