

PENILAIAN DAERAH TANGKAPAN AIR DAS COMAL DALAM UPAYA PENINGKATAN KUALITAS LINGKUNGAN DI KABUPATEN PEMALANG

(CATCHMENT AREA ASSESSMENT FOR COMAL RIVER FLOW AREA IN ORDER TO PROMOTE ENVIRONMENTAL QUALITY IN PEMALANG REGENCY)

Eko Suharyono^{*)}, Supriyadi^{**)}, Brian^{**)}

email: ekosuharyono.farming@gmail.com

^{*)} Dosen Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Farming Semarang

^{**)} Tenaga Ahli Konsultan CV. Tumbuh Jaya Desain Semarang

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui dan menganalisis pengelolaan lahan (indeks penggunaan lahan, kemampuan penggunaan lahan, indeks erosi, kerawanan tanah longsor), (2) mengetahui dan menganalisis keadaan sosial (kepedulian individu, partisipasi masyarakat, tekanan penduduk) dan ekonomi masyarakat (ketergantungan terhadap lahan, tingkat pendapatan, produktifitas lahan, jasa lingkungan), (3) mengetahui dan menganalisis aspek kelembagaan (keberdayaan lembaga lokal, ketergantungan masyarakat terhadap pemerintah, KISS, usaha bersama) di DAS Comal Kabupaten Pemalang dalam upaya meningkatkan kualitas lingkungan di Kabupaten Pemalang. Penelitian dilaksanakan selama 3 bulan pada tahun 2014 di Daerah Aliran Sungai (DAS) Comal dengan mengambil 4 sub DAS, yaitu sub DAS Comal Hilir, sub DAS Genteng, sub DAS Pulaga Sringseng, sub DAS Lomeneng dan sub DAS Wakung C Hulu. Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif. Sampel penelitian sebanyak 73 titik pengamatan tersebar pada 13 kecamatan. Teknik pengambilan sampel dengan satuan unit lahan (SUL). Berdasarkan hasil perhitungan bobot dan skor untuk parameter Tata Air dan Daerah Tangkapan Air (DTA), secara keseluruhan, kinerja DAS Comal Kabupaten Pemalang memiliki nilai 2,53 (kategori **sedang** mendekati **agak baik**).

Kata kunci: Daerah Aliran Sungai, kinerja.

ABSTRACT

*The purpose of this study is to: (1) find out and analyze area management (land utilization index, land utilization capability, erosion index, landslide vulnerability), (2) find out and analyze social condition (individual awareness, community participation, population pressures) and society economics (land dependency, income level, land productivity, environmental services), (3) find out and analyze institutional aspects (local institutional empowerment, community dependency on government, KISS, mutual effort) on Comal River Flow Area in Pemalang Regency in order to promote environmental quality in Pemalang Regency. The study was conducted for three months in 2014 on Comal River Flow Area by taking into account four sub river flow areas, namely Comal Hilir, Genteng Pulaga Sringseng, Lomeneng and Wakung C Hulu. The study employed descriptive research method. A research sample of 73 observation points was spread out among 13 sub districts. Sample taking technique was with land unit. Based on the calculation results of weight and scores for the parameter of water management and catchment area, as a whole, the performance of Comal River Flow Area in Pemalang Regency has a score of 2.53 (**moderate** category, close to **quite good**).*

Key words: River Flow Area, Performance

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Kerusakan lingkungan di Indonesia telah menjadi keprihatinan banyak pihak, baik di dalam negeri maupun oleh dunia internasional. Hal ini

ditandai dengan meningkatnya bencana alam yang dirasakan, seperti bencana banjir, tanah longsor dan kekeringan. Turunnya daya dukung Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagai suatu ekosistem,

diduga merupakan salah satu penyebab utama terjadinya bencana alam tersebut terutama air (*water related disaster*). Kerusakan DAS dipercepat oleh peningkatan pemanfaatan sumberdaya alam akibat dari pertambahan penduduk, perkembangan ekonomi, serta adanya konflik kepentingan antar sektor, antar wilayah hulu-tengah-hilir, terutama pada era otonomi daerah, dimana sumberdaya alam ditempatkan sebagai sumber Pendapatan Asli Daerah (PAD).

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan satu kesatuan ekosistem yang unsur-unsur utamanya terdiri atas sumberdaya alam tanah, air dan vegetasi serta sumberdaya manusia sebagai pelaku pemanfaat sumberdaya alam tersebut. Saat ini sebagian besar DAS di beberapa tempat di Indonesia seperti halnya DAS Comal memikul beban yang amat berat sehubungan dengan tingkat kepadatan penduduknya yang sangat tinggi dan pemanfaatan sumberdaya alamnya yang intensif sehingga terdapat indikasi belakangan ini bahwa kondisi DAS semakin menurun dengan indikasi meningkatnya kejadian tanah longsor, erosi dan sedimentasi, banjir, dan kekeringan. Disisi lain, tuntutan terhadap kemampuannya dalam menunjang sistem kehidupan, baik masyarakat di bagian hulu maupun hilir sangat besar. Sebagai suatu kesatuan tata air, DAS dipengaruhi oleh kondisi bagian hulu, khususnya kondisi biofisik daerah tangkapan dan daerah resapan air. Pada banyak tempat, kondisi bagian hulu DAS rawan terhadap ancaman gangguan manusia. Kelestarian DAS ditentukan oleh pola perilaku, keadaan sosial-ekonomi dan tingkat pengelolaan/pengaturan kelembagaan (*institutional arrangement*). Kondisi pengelolaan DAS saat ini termasuk DAS Comal dalam kenyataannya masih menghadapi berbagai masalah dan kendala sehingga terdapat kesenjangan antara kondisi pengelolaan DAS yang diharapkan dengan kondisi pengelolaan DAS saat ini.

B. Perumusan Masalah

1. Apakah pengelolaan lahan di DAS Comal dapat meningkatkan kualitas lingkungan di kabupaten Pematang?
2. Apakah keadaan sosial dan ekonomi masyarakat di DAS Comal dapat meningkatkan kualitas lingkungan di kabupaten Pematang?
3. Apakah kelembagaan di DAS Comal dapat meningkatkan kualitas lingkungan di kabupaten Pematang?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui dan menganalisis pengelolaan lahan di DAS Comal dalam upaya meningkatkan kualitas lingkungan di kabupaten Pematang.
2. Untuk mengetahui dan menganalisis keadaan sosial dan ekonomi masyarakat di DAS Comal dapat meningkatkan kualitas lingkungan di kabupaten Pematang.
3. Untuk mengetahui dan menganalisis kelembagaan di DAS Comal dalam upaya meningkatkan kualitas lingkungan di kabupaten Pematang.

TELAAH PUSTAKA

A. Analisis Tata Air DAS

Analisis tata air DAS dimaksudkan untuk memperoleh data dan informasi tentang aliran air (hasil air) yang keluar dari daerah tangkapan air (DTA) secara terukur, baik kuantitas, kualitas dan kontinuitas aliran airnya. Untuk mengetahui hubungan antara masukan dan luaran di DAS perlu juga dilakukan analisa data hujan data debit yang berada di dalam dan di luar DTA atau DAS/Sub DAS bersangkutan.

Analisis terhadap kuantitas hasil air dilakukan melalui parameter jumlah air mengalir yang keluar dari DAS/Sub DAS pada setiap periode waktu tertentu.

Muatan sedimen (*suspended load*) pada aliran sungai merupakan refleksi hasil erosi yang terjadi di DTA nya. Demikian juga bahan pencemar yang terlarut dalam aliran air dapat digunakan sebagai indikator asal sumber pencemarnya, apakah dampak dari penggunaan pupuk, obat-obatan pertanian, dan atau dari limbah rumah tangga dan pabrik/industri.

Analisis data tata air DAS untuk indikator-indikator kuantitas, kontinuitas, dan kualitas hasil air sangat terkait dengan permasalahan-permasalahan : 1) banjir dan kekeringan (debit air sungai), yang merupakan indikator dari kuantitas dan kontinuitas hasil air; dan 2) tingkat sedimentasi dan kandungan pencemar yang merupakan indikator dari kualitas hasil air.

B. Analisis Penggunaan Lahan Dalam DAS

Analisis penggunaan lahan dalam DAS meliputi: 1) Indeks Penutupan Lahan oleh Vegetasi (IPL), 2) Kesesuaian Penggunaan Lahan (KPL), 3) Indeks Erosi (IE), 4) Pengelolaan Lahan (PL), 5) Kerentanan Tanah Longsor (KTL).

C. Analisis Sosial DAS

Analisis sosial DAS dimaksudkan untuk memperoleh gambaran kondisi kehidupan masyarakat serta pengaruh hubungan timbal balik antara faktor-faktor sosial masyarakat dengan kondisi sumber daya alam (tanah, air dan vegetasi) di dalam DTA (DAS/Sub DAS). Perilaku sosial masyarakat yang merupakan nilai-nilai yang secara sekuensial akan mempengaruhi kebutuhan dan keinginan, penentuan tujuan, penentuan alternatif-alternatif rencana, pembuatan keputusan dan tindakan yang membentuk pola penggunaan lahan berupa masukan teknologi Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah (RLKT) di dalam DAS.

Analisis sosial DAS dinilai meliputi: kepedulian individu, partisipasi masyarakat dan tekanan penduduk. Analisa ini didasarkan pada hasil

survey/wawancara dengan responden pada desa-desa yang ada di wilayah DAS.

D. Analisis Ekonomi DAS

Analisis ekonomi DAS dimaksudkan untuk memperoleh gambaran kondisi kehidupan masyarakat serta pengaruh hubungan timbal balik antara faktor-faktor ekonomi masyarakat dengan kondisi sumber daya alam (tanah, air dan vegetasi) di dalam suatu DTA/Sub DAS/DAS. Perilaku ekonomi masyarakat, secara sekuensial akan mempengaruhi kebutuhan dan keinginan, penentuan tujuan, penentuan alternatif-alternatif rencana, pembuatan keputusan dan tindakan yang berkaitan dengan pola penggunaan lahan berupa teknologi rehabilitasi lahan dan konservasi tanah (RLKT) di dalam DAS. Sebaliknya kondisi alami yang ada di DAS juga mempengaruhi perilaku ekonomi masyarakat.

Data yang dikumpulkan dalam analisis ekonomi DAS, meliputi indikator-indikator: ketergantungan penduduk terhadap lahan (LQ), tingkat pendapatan keluarga (TD), produktivitas lahan (PL) dan jasa lingkungan (JL).

E. Analisis Kelembagaan DAS

Wilayah DAS tersusun dari berbagai penggunaan lahan dimana masing-masing berbeda pengelolanya sehingga kelembagaan pengelola lahan yang terkait sangat kompleks dan beragam. Dengan demikian pengelolaan lahan di DAS akan melibatkan banyak para pihak (*stakeholders*) baik formal maupun informal, berbagai sektor, dan melibatkan berbagai disiplin keahlian yang harus tertata secara sinergis.

Indikator penting untuk analisis aspek kelembagaan di DAS adalah KISS (koordinasi, integrasi, sinkronisasi dan sinergi). Parameter KISS yang bisa digunakan diantaranya ada tidaknya konflik. Indikator lain yang perlu untuk *monev* kelembagaan adalah keberdayaan lembaga lokal/adat (KLL)

dalam kegiatan pengelolaan DAS, ketergantungan masyarakat kepada pemerintah (KMP) dan kegiatan usaha bersama (KUB). Evaluasi terhadap keempat indikator tersebut bisa mencerminkan tingkat konflik, kemampuan dan kemandirian masyarakat, serta tingkat intervensi pemerintah dalam kegiatan pengelolaan DAS serta pengaruhnya pada kinerja DAS.

Analisis terhadap kriteria kelembagaan yang ada di DAS meliputi indikator keberdayaan lembaga masyarakat lokal (adat), ketergantungan masyarakat kepada pemerintah, KISS (koordinasi, integrasi, sinkronisasi dan sinergi), dan kegiatan usaha bersama. Dalam pengelolaan DAS, *stakeholders* yang terlibat banyak dan kompleks, multi sektor dan multi disiplin. Parameter-parameter yang digunakan adalah peran lembaga lokal dalam kegiatan pengelolaan DAS, ada/tidaknya intervensi pemerintah, ada/tidaknya konflik, dan jumlah unit usaha bersama yang berkembang di DAS dalam mendukung pengelolaan DAS.

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di daerah aliran sungai (DAS) Comal yang berada di kecamatan Ampelgading, Ulujami, Moga, Comal, Pulosari, Randudongkal, Petarukan, Bodeh, Belik, Bantarbolang, Warungpring, Watukumpul dan Taman kabupaten Pemalang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni-September 2014.

B. Metode Penentuan Sampel

Evaluasi kinerja DAS/SubDAS dilakukan secara terintegrasi terhadap kelima kriteria: tata air, penggunaan lahan, sosial, ekonomi, dan kelembagaan. Sasaran evaluasi dipilah menjadi: (1) evaluasi luaran yang dicerminkan dari nilai tata air (hasil air), dan (2) evaluasi kondisi daerah

tangkapan air (DTA) yang menunjukkan kondisi prosesor dan masukan. Dengan demikian nilai bobot evaluasi untuk tingkat DAS/Sub DAS tersebut, kriteria tata air (luaran DTA) diberi bobot sebesar 50 %, sedang kriteria pengelolaan lahan, sosial, ekonomi, dan kelembagaan (kondisi DTA) jumlah nilai bobotnya juga 50%.

Teknik pengambilan sampel dengan satuan unit lahan (SUL). Dalam penelitian ini sampel penelitian sebanyak 73 titik pengamatan yang tersebar pada 13 kecamatan di Kabupaten Pemalang.

C. Metode Pengumpulan Data

1. Data primer

Data yang diperoleh dari observasi langsung di lapangan dan wawancara kepada responden, dengan menggunakan blangko kuesioner yang telah disediakan.

2. Data sekunder

Data yang diperoleh dari lembaga atau instansi terkait yang dapat dipertanggung jawabkan baik dari tingkat desa, kecamatan dan kabupaten.

D. Analisis dan Interpretasi Data

Identifikasi nilai (skor) untuk analisis kinerja DAS Comal pada dua aspek (tata air dan DTA) untuk masing-masing indikatornya, selanjutnya ditentukan masalah utama yang ada pada DAS Comal. Faktor-faktor atau parameter-parameter dari indikator-indikator yang dianalisis dapat menjadikan daerah tersebut menunjukkan tingkat kerawanan tertentu yang merupakan faktor masalah yang harus dicari jawabannya untuk diperbaiki dan ditindak-lanjuti, yaitu melalui penerapan sistem perencanaan pengelolaan DAS Comal yang disesuaikan dengan kondisi DAS/Sub DAS-nya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilaksanakan Analisis beberapa indikator, yaitu : Analisis tata air

dan analisis kondisi DTA, maka didapat hasil skor nilai tertimbang pada Tabel 1 berikut.

Berdasarkan hasil perhitungan bobot dan skor untuk parameter Tata Air dan Daerah Tangkapan Air (DTA), secara keseluruhan, kinerja DAS Comal Bagian

Pemalang memiliki nilai 2,53 (kategori **SEDANG** mendekati **AGAK BAIK**).

A. Tata Air

Untuk tata air di DAS Comal yang meliputi parameter banjir dan kekeringan, sedimentasi dan kandungan bahan

Tabel 1. Hasil Evaluasi Kinerja DAS Comal

INDIKATOR/PARAMETER	Bobot				Nilai Skor	Nilai Tertimbang
	%	%	%	Skor		
1	2	3	4	5	6=(4X5)	7=(6/100)
A. Tata Air	50					
1. Banjir Dan Kekeringan		30				
A. Koefisien Regim Sungai Krs)			10	3	30	0,30
B. Koefisien Variansi (Cv)			5	3	15	0,15
C. Indeks Penggunaan Air (Ipa)			5	3	15	0,15
D. Koefisien Limpasan (C)			10	3	30	0,30
2. Sedimentasi (Laju Sedimen)		10	10	1	10	0,10
3. Kandungan Pencemar		10				
A. Fisika			4	3	12	0,12
B. Kimia			4	3	12	0,12
C. Biologi (Zat Organik, Bod Dan Cod)			2	3	6	0,06
Sub Jumlah						1,20
B. Kondisi Dta	50					
1. Pengelolaan Lahan		20				
A. Indeks Penggunaan Lahan (Ipl)			4	3	12	0,12
B. Kemampuan Penggunaan Lahan (Kpl)			4	1	4	0,04
C. Indeks Erosi (Ie)			4	3	12	0,12
D. Pengelolaan Lahan (Pl)			4	5	20	0,20
E. Kerawanan Tanah Longsor (Ktl)			5	3	15	0,15
2. Sosial Dan Ekonomi		10				
A. Kepedulian Individu (Ki)			3	1	3	0,03
B. Partisipasi Masyarakat (Pm)			3	3	9	0,09
C. Tekanan Penduduk (Tp)			4	1	4	0,04
3. Ekonomi		10				
A. Ketergantungan Terhadap Lahan (Lq)			4	5	20	0,20
B. Tingkat Pendapatan (Td)			2	3	6	0,06
C. Produktivitas Lahan (Pl)			2	3	6	0,06
D. Jasa Lingkungan (Jl)			2	1	2	0,02
4. Kelembagaan		10				
A. Keberdayaan Lembaga Lokal (Kll)			2	1	2	0,02
B. Ketergantungan Masyarakat Pd Pemerintah (Kmp)			2	3	6	0,06
C. Kiss			4	1	4	0,04
D. Kegiatan Usaha Bersama (Kub)			2	5	10	0,10
Sub Jumlah						1,33
Jumlah Total	100	100	100			2,53

Sumber : Data Primer 2014

pencemar, parameter banjir dan kekeringan merupakan parameter yang perlu mendapatkan perhatian dalam pengelolaan DAS Comal. Parameter banjir dan kekeringan dengan indikator Koefisien Regim Sungai (KRS), Koefisien Variasi (CV), Indek Penggunaan Air (IPA) dan Koefisien Limpasan (C) dalam kondisi yang kurang baik.

Nilai KRS DAS Comal 0,30 menunjukkan bahwa pada musim penghujan jumlah air dilahan banyak tetapi pada musim kemarau air masih ada. Untuk meningkatkan air pada musim kemarau dapat dilakukan dengan penggunaan lahan dengan tanaman yang dapat menyerap air pada musim penghujan, misalnya penanaman dengan tanaman tahunan.

Koefisien limpasan (C) Nilai KRS DAS Comal 0,30 menunjukkan bahwa pada saat hujan, jumlah air hujan yang menjadi aliran permukaan 0,3 dari air hujan yang jatuh. Untuk mengurangi jumlah aliran air permukaan dapat dilakukan dengan penggunaan lahan dengan tanaman yang dapat menyerap air pada musim penghujan, misalnya penanaman dengan tanaman tahunan. Dengan adanya tanaman tahunan maka aliran air permukaan akan berkurang karena adanya penghalang aliran permukaan dan aliran air permukaan akan banyak yang meresap kedalam tanah.

B. Kondiasi Daerah Tangkapan Air

Pengamatan terhadap Derah Tangkapan Air (DTA) meliputi :

1. Analisis Pengelolaan Lahan

Analisis pengelolaan lahan meliputi: Indek Penggunaan Lahan (IPL) Kemampuan Penggunaan Lahan (KPL), Indek Erosi (IE), Pengelolaan Lahan (PL) dan Kerawanan tanah Longsor (KTL). Dari kelima indikator tersebut indikator pengelolaan lahan yang perlu mendapatkan perhatian. Penilaian

indikator pengelolaan lahan (PL) adalah tingkat pengelolaan lahan dan vegetasi di DAS, merupakan perkalian antara faktor penutupan lahan/pengelolaan tanaman (C) dengan faktor praktek konservasi tanah/pengelolaan lahan (P). Nilai pengelolaan lahan DAS Comal sebesar 0,20. Hal ini menunjukkan antara faktor pengelolaan lahan dengan praktek konservasi tanah air dalam kondisi, Sehingga untuk meningkatkan kinerja DAS Comal praktek konservasi tanah dan air harus ditingkatkan. Peningkatan praktek konservasi tanah dan air di DAS Comal dapat dilakukan secara teknis dan secara vegetatif. Praktek secara teknis dapat dilakukan dengan pembuatan bangunan-bangunan teknis untuk mengalirkan air dari hulu sampai hilir tanpa merusak tanah (terjadinya erosi). Bangunan teknis dapat berupa saluran drainase, cek dam, teras, rorak dan sebagainya. Sedangkan Prktek konservasi tanah dan air secara vegetatif dapat dilakukan dengan pola tanam yang baik serta penanaman tanaman tahunan pada lahan-lahan dengan kemiringan.

2. Analisis Sosial

Analisis keadaan sosial DAS Comal Kabupaten Pematang yang meliputi : kepedulian individu, partisipasi masyarakat, tekanan penduduk dalam keadaan yang baik (Tabel 1) , sehingga dalam pengelolaan DAS Comal kepedulian dan partisipasi masyarakat sangat baik, Demikian juga dengan tekanan penduduk yang baik yang dibuktikan dengan pertumbuhan penduduk yang lambat.

3. Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi DAS Comal kabupaten Pematang meliputi : Ketergantungan Terhadap Lahan (LQ), Tingkat Pendapatan (TD), Produktifitas Lahan (PL) dan jasa lingkungan. Ketergantungan terhadap lahan (LQ) penduduk terhadap lahan dicerminkan oleh proporsi kontribusi pendapatan dari

usahatani terhadap total pendapatan keluarga (KK/th). Penilaian terhadap ketergantungan penduduk terhadap lahan ini dapat didekati dengan analisa kegiatan dasar desa (LQ), yaitu kegiatan apa dari sektor yang berpengaruh besar terhadap kehidupan perekonomian penduduk di wilayahnya (desa).

Jika ketergantungan keluarga terhadap lahan pertanian semakin besar, maka lahan akan semakin dieksploitasi untuk kegiatan usahatani, sehingga lahan makin terdegradasi. Adapun nilai ketergantungan penduduk terhadap lahan di DAS Comal Kabupaten Pematang adalah sebesar 0,20.

Berdasarkan analisis di atas, dapat diketahui jika sebagian besar penduduk desa/kecamatan di wilayah DAS Comal Kabupaten Pematang memiliki ketergantungan terhadap lahan tinggi. Kondisi ini menggambarkan ketergantungan masyarakat di DAS Comal Kabupaten Pematang terhadap lahan sangat tinggi, atau pendapatan keluarga masyarakat di DAS Comal Kabupaten Pematang sebagian besar berasal dari pendapatan usahatani. Hal ini mengindikasikan eksploitasi lahan untuk kegiatan usahatani cukup besar, dan berpotensi untuk mengalami degradasi/ pengrusakan tanah.

4. Analisis Kelembagaan

Analisis kelembagaan DAS Comal Kabupaten Pematang yang meliputi : keberadaan lembaga lokal, ketergantungan masyarakat terhadap pemerintah, KISS dan kegiatan usaha bersama di DAS Comal. Dari hasil pengamatan diperoleh analisis kelembagaan di DAS Comal dalam keadaan baik, sehingga kelembagaan yang berada dalam masyarakat sangat membantu terciptanya pengelolaan DAS comal yang baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan bobot dan skor untuk parameter Tata Air dan Daerah Tangkapan Air (pengelolaan lahan, analisis sosial, analisis ekonomi dan analisis kelembagaan) secara keseluruhan, kinerja DAS Comal Kabupaten Pematang memiliki nilai 2,53 (kategori sedang mendekati agak baik).

B. Saran

1. Perlu perbaikan dalam tata air di DAS Comal kabupaten Pematang, terutama dalam perbaikan Koefisien Resim Sungai (KRS) dan Koefisien Limpasan.
2. Dalam hal daerah tangkapan air (DTA) indikator pengelolaan lahan (PL) dan ketergantungan terhadap lahan (LQ) perlu diperbaiki.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2009. *Pedoman Penyusunan Rencana Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Terpadu*. Menteri Kehutanan Republik Indonesia. Jakarta.
- Anonim, 2009. *Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Menteri Hukum dan Hak Asasi manusia Republik Indonesia. Jakarta.
- Anonim, 2009. *Pola Umum, Kriteria dan Standar Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Terpadu*. Menteri Kehutanan Republik Indonesia. Jakarta.
- Suripin (2004). *Pengembangan Sistem Drainase yang Berkelanjutan*. Andi Offset, Yogyakarta.