

IDENTIFIKASI PERUBAHAN LINGKUNGAN DI DALAM DAN DAERAH SEKITAR WADUK SERMO, SERTA KEMUNGKINAN PENGARUHNYA TERHADAP FUNGSI DAN UMUR WADUK

Sudarmadji*

Fakultas Geografi UGM, Kompleks Bulaksumur, Yogyakarta
Telp. (0274)-902345 Fax: (0274)-589595, Email : geografi@ugm.ac.id

ABSTRAK

Waduk atau reservoir Sermo merupakan sebuah waduk satu-satunya yang terdapat di Daerah Istimewa Yogyakarta, dengan luas genangan 1,9 km², mempunyai daya tampung air sebesar 25 juta m³. Waduk dioperasikan mulai tahun 1996, dengan tujuan antara lain untuk keperluan pengendali banjir, irigasi, pasokan air minum, pariwisata dan perikanan. Semenjak waduk ini beroperasi (bahkan semenjak tahap konstruksi), terjadi perubahan-perubahan lingkungan yang sangat penting di dalam dan di sekitar perairan waduk tersebut, yang disebabkan oleh aktivitas manusia. Perubahan ini dapat mengancam kelestarian serta mengancam fungsi dan manfaat waduk tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk identifikasi kegiatan-kegiatan penduduk sekitar dan pengunjung, dan mengevaluasi potensi-potensi setiap kegiatan dalam menghasilkan limbah yang dibuang ke danau yang mungkin mengancam fungsi dan kelestarian waduk. Telah dilakukan observasi dan survei langsung di wilayah perairan waduk dan daerah sekitarnya. Pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa kegiatan-kegiatan perikanan (dengan model keramba), pariwisata dengan sarana pendukungnya, penggunaan lahan daerah sekitar waduk untuk pertanian, penambangan bahan galian Golongan C berupa batu kuarsa dan batubara telah banyak memberikan sumbangan limbah dan sampah serta sedimen ke dalam waduk. Hal demikian ini menyebabkan menurunnya kualitas air Waduk Sermo dan pendangkalan waduk tersebut. Kualitas air Waduk Sermo di bagian utara dan barat laut lebih jelek dibandingkan dari tempat lainnya. Penurunan kualitas air Waduk Sermo dapat mengancam fungsinya sebagai pemasok air baku untuk air minum, sedang sedimentasi dapat menyebabkan berkurangnya fungsi dan umur waduk. Sedimen yang masuk ke dalam waduk juga banyak berasal dari hasil pengangkutan tanah longsor yang terjadi di sekitar waduk, sebagai akibat pembuatan jalan lingkar yang relatif masih baru, selain juga yang berasal dari sungai yang masuk ke dalam waduk tersebut. Waduk Sermo masih relatif sangat muda, sehingga pengamatan perubahan lingkungan yang dilakukan sejak awal dapat digunakan sebagai bahan kajian perubahan ekologi di dalam dan di daerah sekitar waduk, untuk dapat digunakan sebagai perbandingan terhadap waduk-waduk yang lain dan dapat digunakan sebagai dasar pengelolaan lingkungan waduk dan daerah sekitarnya.

ABSTRACT

Sermo reservoir is the only one belongs to Yogyakarta Special Province with the area of 1.9 kilometer square and its capacity of 25 million cubic meter. It started to operate since 1996 as flood control, irrigation, water supply, tourism and fishery purposes. Since it operated (even during construction period) there were some significant environmental changes within the reservoir and in the area around the reservoir due to the human activities. These changes could threat the sustainability of the reservoir itself. This research aims to identify the human activities living around the reservoir and visitors coming to the area, and to evaluate the potential of the activities to produce wastes which is discharging in into the reservoir, which may threat the sustainability of the reservoir. The observation in the field has been conducted in the area of the reservoir and its surrounding. It was found from the observation that activities of fishery using net (keramba), tourism altogether with its facilities, land use around the reservoir for agricultural purposes, mining of class C ore, have given a lot of contribution to wastes (liquid and solids) and sediments into the reservoir. Those activities may cause water quality of the reservoir to decrease as well as reducing the reservoir depth. Those situation was observed in the northern and north-western parts of the reservoir. Water quality degradation of the reservoir may threat reservoir as source of domestic water supply, while the sedimentation may reduce the life time of the reservoir. Sediments coming into the reservoir are derived from (transported and movement of materials from land slide occurring around the reservoir, due to destruction of land in constructing the relatively new ring-road close to the shore line of the reservoir. Ofcourse, the sediment is also coming from rivers entering the reservoir. Sermo reservoir is a relatively young reservoir, the early observation of environmental changes of the reservoir could hopefully be used as indicator to study ecological changes of the area within and around of the reservoir, and could be used as a comparison to other reservoirs, as well as basic environmental management of the reservoir and its surrounding.

Guru Besar Hidrologi pada Fakultas Geografi UGM

PENDAHULUAN

Pengelolaan sumberdaya air dimaksudkan untuk dapat memanfaatkan air sebaik-baiknya sesuai dengan potensi air yang ada serta kebutuhannya. Pembangunan sebuah waduk dan bendungan merupakan salah satu bentuk atau cara pengelolaan sumberdaya air yang biasanya ditujukan untuk berbagai macam keperluan, antara lain adalah pengendalian banjir, penyediaan sumber air minum, irigasi, tenaga listrik, industri, dan rekreasi. Dalam proses pembangunannya waduk merubah lingkungan secara besar-besaran, baik di lingkungan rencana waduk maupun di daerah sekitarnya, dengan merubah penggunaan lahan yang sama sekali berbeda dengan keadaan semula. Perubahan kondisi lingkungan tersebut mempunyai berbagai dampak baik positif maupun negatif terhadap lingkungan di sekitar waduk. Air sungai yang semula mengalir ke arah hilir tanpa hambatan, setelah dibangun waduk menjadi terhambat membentuk genangan. Sedimen yang terangkut di dalam air sungai yang mengalir sekarang tidak dapat lagi dihanyutkan, karena air kehilangan daya angkut terhadap sedimen tersebut. Ketika waduk sudah berfungsi, maka berbagai macam aktivitas terjadi di sekitar waduk, yang akan berdampak terhadap waduk itu sendiri.

Waduk Sermo di Kabupaten Kulonprogo merupakan satu-satunya waduk yang terdapat di Daerah Istimewa Yogyakarta. Disamping untuk irigasi, waduk tersebut digunakan untuk pengendalian banjir, pariwisata, perikanan air tawar dan direncanakan pula untuk pembangkit tenaga listrik. Waduk Sermo mempunyai luas genangan maksimum 1,9 km² dengan volume maksimum 25 juta m³, tinggi bendungan 52 m dan elevasi normal muka air 136,6 m dari permukaan air laut. Sesuai dengan multi fungsi dari waduk, maka selama ini yang nampak berkembang adalah fungsinya sebagai daerah wisata dan sebagai pengembangan perikanan air tawar. Sebagai pendukung obyek wisata maka daerah sekitar waduk berkembang sarana dan prasarananya, seperti adanya warung, permukiman dan pedagang.

Waduk yang dibangun untuk berbagai keperluan pada dasarnya adalah merupakan usaha dalam konservasi sumberdaya air, agar dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya. Namun demikian usaha ini memerlukan pembiayaan yang besar, dengan berbagai dampak yang timbul. Perubahan kualitas air merupakan salah satu indikator terjadinya aktivitas manusia di daerah tangkapan waduk maupun di sekitar waduk. Masalah sedimentasi banyak menimpa waduk-waduk di Indonesia, yang menyebabkan umur dan fungsi waduk berkurang.

Masalah sedimentasi juga dilihat sangat mendasar di Waduk Sermo. Dikemukakan oleh Fatimah (2002), bahwa sedimen yang masuk ke Waduk Sermo selain berasal dari sungai Ngrancah dan sungai lain yang masuk ke dalam waduk itu, juga disebabkan oleh penambangan bahan galian golongan C, penggunaan lahan di sekitar waduk (daerah *green belt*) dan longsor lahan. Sudirman dan Sudiman (2002) mengemukakan dalam penelitiannya di Waduk Sempor Jawa Tengah, bahwa Waduk Sempor yang pada tahun 1977 mempunyai volume air 52.000.000 m³ pada tahun 1998 tinggal 38.363.039 m³ sehingga volume efektif pada tahun 1977 mencapai

47.825 m³ pada tahun 1998 tinggal 38.037.465 m³. Volume sedimen pada tahun 1984 sebesar 7.930.042 m³ meningkat menjadi 1.336.116 m³ pada tahun 1998. Dengan tingginya laju sedimentasi ini diperkirakan umur waduk tinggal 12 tahun lagi.

Kegiatan dari daerah hulu yang menghasilkan sedimen cukup besar yang masuk ke daerah perairan Waduk Sermo seperti diperoleh oleh Muhamud (2001), yaitu melalui Sungai Pantaran. Hal ini disebabkan oleh laju erosi di daerah hulu sebagai akibat penggunaan lahan cukup tinggi. Pendangkalan yang cukup tinggi diperoleh juga di Waduk Sempor Jawa Tengah yang diteliti oleh Yogyana (1980), disamping mendapatkan lokasi-lokasi dimana sedimentasi terjadi dengan cepat, diperoleh pula karakteristik sedimen yang berupa distribusi ukuran sedimen, dimana diperoleh bahwa makin ke arah *outlet* sedimen mempunyai ukuran butir yang halus. Sedimentasi tidak hanya terjadi pada waduk sebagai danau buatan, tetapi juga terjadi secara signifikan pada danau alami, seperti yang terjadi pada Danau Tondano (Sulastriningsih dan Huda, 2002). Yang menarik dikatakannya bahwa sedimentasi ini tidak hanya bersumber dari sungai yang menyumbangkan sedimen ke dalam danau Tondano, tetapi juga kegiatan pertanian di sekitar tangkapan danau dan longsor lahan. Bahkan kegiatan perikanan dengan menggunakan karamba dapat mempengaruhi morfologi dasar danau, dengan adanya sisa pakan ikan yang diberikan.

Sofiah (2000) meneliti kualitas air di Waduk Sermo dengan mengambil contoh di dalam daerah genangan waduk. Diketahui bahwa kualitas air di Waduk Sermo mempunyai pola yang menarik, yaitu di bagian utara mempunyai nilai daya hantar listrik yang lebih tinggi daripada di bagian selatan, hal ini terkait dengan aktivitas manusia yang terjadi di daerah hulu, yaitu pertanian dan permukiman yang menggunakan pupuk dan pestisida serta menghasilkan limbah domestik yang dibuang ke sungai, yang selanjutnya masuk ke dalam waduk. Oleh sebab itu kualitas air di sekitar muara sungai di dalam waduk, cenderung lebih jelek daripada di tempat lainnya. Hal yang senada diperoleh oleh Deeni (1997) yang meneliti danau Siais. Pengaruh kegiatan pertanian dan limbah domestik dari daerah hulu menyebabkan terjadinya wilayah kualitas air yang berbeda-beda. Di mintakat timur laut dan barat daya dari Danau Siais ini ternyata mempunyai kualitas air yang lebih jelek dibandingkan dengan daerah lainnya yang ditunjukkan dengan tingginya angka DHL dan kadar ion seperti Cl dan SO₄. Penelitian yang dilakukan belum meneliti pada kegiatan justru pada daerah dekat dengan perairan waduk sendiri, seperti kegiatan pariwisata, aktivitas penduduk di daerah sekitar perairan dan di dalam perairan itu sendiri yang dapat juga menyumbang pada proses perubahan kualitas lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menginventarisasi aktivitas di sekitar Waduk Sermo dan mengevaluasi dampaknya terhadap fungsi dan umur waduk tersebut. Diharapkan hasil penelitian ini dapat dipakai sebagai dasar pertimbangan dalam pengelolaan

Waduk Sermo untuk dapat mempertahankan fungsinya, sesuai dengan tujuan pembangunannya tanpa mengabaikan kegiatan yang timbul di sekitar waduk.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Waduk Sermo, meliputi daerah perairan dan daerah di sekitarnya, kurang lebih berjarak sekitar 100-200 meter dari tepian waduk tempat aktivitas penduduk dalam menunjang kegiatan pariwisata dan perikanan dilakukan dan tempat permukiman penduduk berada. Dalam penelitian ini aktivitas manusia yang diperkirakan akan memberikan perubahan dampak atau perubahan pada lingkungan Waduk Sermo diamati.

Penelitian ini dilakukan dengan cara observasi di lapangan untuk mengidentifikasi kegiatan-kegiatan dan aktivitas manusia yang ada di dalam Waduk Sermo dan daerah sekitarnya dan di tempat-tempat aktivitas itu dilakukan. Dari hasil observasi tersebut selanjutnya ditentukan pengambilan contoh secara proporsional untuk melakukan wawancara terhadap penduduk dan pendatang di sekitar waduk, meliputi: penghuni atau penduduk yang menetap di sekitar waduk, wisatawan, dan pengusaha perikanan. Beberapa contoh air waduk diambil dan dianalisis untuk parameter yang sesuai dengan parameter yang dianalisis dalam air limbah.

Beberapa data sekunder hasil penelitian terdahulu juga diambil sebagai pelengkap dalam penelitian ini meliputi data karakteristek fisik waduk, kualitas air, dan data sedimen. Analisis dalam penelitian ini ditekankan kepada analisis deskriptif menggunakan tabel dan peta hasil pengolahan data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil observasi di lapangan telah diidentifikasi kegiatan-kegiatan di dalam perairan dan daerah sekitar waduk. Kegiatan yang menimbulkan pengaruh pada waduk tersebut seperti di bawah ini.

Penggunaan Lahan Sekitar Waduk

Lahan di sekitar daerah pasang surut Waduk Sermo sebenarnya tidak boleh diolah dan dibudidayakan untuk keperluan pertanian karena merupakan daerah konservasi, namun demikian dari hasil pengamatan di lapangan, lahan di daerah konservasi umumnya dimanfaatkan oleh penduduk untuk kegiatan pertanian dan peternakan. Di daerah sabuk hijau, *green belt* dimanfaatkan juga untuk berbagai usaha pertanian dan peternakan, seperti ditanami tanaman semusim dan ditanami rumput gajah. Beberapa bangunan semi permanen yang berupa warung

muncul di daerah sabuk hijau, hal ini muncul untuk memenuhi keperluan makanan bagi wisatawan yang berkunjung. Namun demikian dengan timbulnya warung tersebut, maka limbah padat dan cair akan dihasilkan dari kegiatan ini dan limbah tersebut dibuang langsung ke dalam waduk. Warung tersebut paling banyak terdapat di bagian utara waduk.

Lahan di bagian atas dari jalur sabuk hijau digunakan untuk permukiman penduduk, pekarangan dan tegal. Tanaman keras banyak ditanam di daerah ini, sedang di bawah tanaman keras ditanami tanaman semusim dan rempah-rempah.

Kegiatan Wisata

Terkait kegiatan wisata antara lain adalah datangnya beberapa wisatawan baik lokal maupun dari daerah lain terutama pada hari-hari libur. Selanjutnya ada beberapa wisatawan yang memanfaatkan perahu untuk berkeliling waduk. Selain itu justru yang nampak lebih menonjol pada Waduk Sermo adalah kegiatan mengail. Kegiatan ini, walaupun tidak terlalu banyak, sekitar 50 unit, namun pada hari libur meningkat jumlahnya menjadi dua kali lipat. Beberapa unit melakukan mengail tidak hanya pada siang hari, tetapi juga pada malam hari, dengan peralatan yang lengkap, termasuk tenda/kemah di daerah sekitar sabuk hijau. Kegiatan mengail ini ada yang bertujuan untuk mencari pendapatan, tetapi ada juga yang hanya sekedar rekreasi.

Karamba Jaring Apung

Usaha perikanan yang dilakukan adalah budidaya ikan dengan sistem karamba. Jenis ikan yang dipelihara adalah nila, tawes dan tambra. Jumlah karamba sekitar 20 unit yang kebanyakan berlokasi di sisi utara dari waduk, selebihnya juga tersebar di sekitar muara sungai ke dalam waduk. Usaha karamba menggunakan jaring, dan sebagai pakan digunakan pelet. Sisa pakan ikan yang tidak habis dikonsumsi, dapat menimbulkan pencemaran organik pada air waduk, yang disebabkan oleh membusuknya sisa pelet, menimbulkan angka BOD yang tinggi dan kadar DO yang rendah. Hal ini ditunjukkan oleh penelitian yang mendapatkan bahwa angka BOD di sekitar karamba sudah mencapai sekitar 40 mg/l.

Pada musim kemarau ketika air waduk menyusut, kualitas air lebih buruk. Usaha karamba ini banyak terdapat di sisi utara waduk, sehingga kualitas air yang relatif kurang baik terdapat di daerah ini. Karena terdapat aliran di dalam waduk, maka kualitas air yang kurang baik akan menyebar ke arah *outlet* waduk, dan di dekat *outlet* ini terletak *intake* untuk air bersih.

Sarana Jalan Lingkar

Untuk inspeksi dan sarana perhubungan di daerah waduk maka pada daerah jalur hijau dibuat jalan lingkar. Pada saat penelitian ini dilakukan terlihat bahwa jalan lingkar tersebut belum semuanya diperkeras dengan aspal, jadi masih berupa tanah terbuka. Sebagai akibatnya maka di beberapa tempat tanah terbuka ini masih sangat rawan terhadap erosi oleh tetes air hujan dan

overlandflow. Ketika hujan turun maka sedimen dalam air limpasan yang berasal dari jalan ini sangat tinggi. Kadar sedimen ketika hujan terjadi diperkirakan dapat mencapai 5000 mg/l. Keadaan ini diperparah dengan beroperasinya penambangan bahan galian golongan C, yang mana dalam mengangkut hasil tambangnya ke luar daerah digunakan angkutan melalui jalan tersebut, sehingga memperparah kerusakan jalan. Jalan menjadi hancur/becek, dan ini merupakan sumber sedimen yang masuk ke dalam waduk.

Usaha Penambangan

Di sekitar waduk telah dilakukan usaha penambangan sistem terbuka oleh masyarakat, yaitu penambangan bahan galian Golongan C berupa batu kuarsa dan barit. Pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa terdapat sekitar 18 lokasi tempat usaha penambangan. Lahan tempat dilakukannya penambangan merupakan lahan milik penduduk setempat. Usaha penambangan ini sebetulnya sudah berlangsung lama sebelum pembangunan waduk, dan berlangsung hingga sekarang. Oleh sebab itu sulit untuk dicegah dan dikendalikan. Himbauan untuk menghentikan usaha ini tidak dapat berjalan baik bila tidak ada usaha alternatif pengganti kegiatan penambangan, karena ini sudah merupakan sumber penghasilan rakyat setempat. Terlepas usaha itu diijinkan atau tidak, tetapi usaha penambangan di sekitar waduk justru menimbulkan kerusakan lingkungan, yang selanjutnya dapat memicu timbulnya lahan longsor, erosi dan sedimentasi yang pada akhirnya juga dapat menimbulkan pendangkalan waduk. Walaupun demikian ada usaha dari penambang untuk mengurangi sedimen yang masuk ke dalam waduk, yaitu dengan mengangkut semua tanah yang ditambang, sehingga mengurangi tanah yang tercecer.

Longsor Lahan, Erosi, dan Sedimentasi.

Fenomena longsor lahan banyak terjadi di sekitar jalan yang berasal dari tebing yang relatif curam serta batuan atau tanah yang lunak. Pembuatan jalan lingkar di jalur hijau menyebabkan pemotongan "slope", menjadi lebih curam, sehingga perubahan "slope" ini menyebabkan terjadinya lahan longsor. Lahan longsor ini terutama terjadi pada daerah yang batuan atau tanahnya gembur, sedang pada daerah yang berbatuan lebih keras/padat lahan longsor tidak banyak terjadi. Lahan longsor ini merupakan sumber dari sedimen yang masuk ke dalam waduk. Perhatian utama terhadap sedimen yang masuk masih banyak diarahkan dari sungai yang masuk ke Waduk Sermo, namun demikian ternyata bahwa sumbangan sedimen yang berasal dari jalan lingkar dan lahan longsor di sekitar waduk juga memerlukan perhatian. Usaha-usaha ke arah penanggulangan longsor lahan sudah dilakukan, tetapi belum berhasil dengan baik. Hal ini nampak dengan terjadinya longsor baru sampai sekarang.

Evaluasi

Lahan di sekitar sabuk hijau banyak yang digunakan sebagai pekarangan dan tegal serta permukiman yang dapat merupakan sumber pencemar dan sedimen ke dalam waduk. Dilihat dari tutupan vegetasinya, kerapatannya cukup tinggi, sehingga fungsinya untuk penghambat dan penghalang air hujan cukup baik. Tetapi di beberapa tempat di sekitar rumah, tanah ada yang terbuka, juga di bawah pohon, yang ini merupakan sumber dari erosi dan sedimentasi di waduk. Erosi percik dan erosi lembar masih juga terjadi di daerah ini. Di daerah sabuk hijau banyak ditanami rumput gadjah dan ini sangat efektif sebagai pelindung tanah terhadap erosi, selain juga sebagai penghasil pakan ternak. Di daerah ini terdapat jalan yang sebagian masih berupa tanah yang diperkeras, dan merupakan sumber dari sedimen yang terbawa masuk ke waduk. Bekas pemenggalan tanah dalam pembuatan jalan di beberapa tempat belum stabil, terlihat dengan terjadinya longsor lahan di beberapa tempat. Longsor lahan juga merupakan sumber sedimen ke dalam waduk. Sedimen yang bersumber dari lahan longsor belum diperhitungkan dalam sedimentasi di waduk. Belum ada penelitian yang mencoba secara kuantitatif menaksir jumlah sedimen yang masuk ke dalam waduk yang berasal dari daerah sekitarnya, walaupun itu disadari betul akan mempunyai kontribusi terhadap pengurangan umur dan fungsi waduk.

Usaha penambangan bahan galian golongan C memang sulit untuk dikendalikan, tetapi hendaknya penanganan lahan bekas penambangan tersebut dapat dilakukan dengan baik, sehingga paling tidak sedimen yang masuk ke dalam waduk dapat dikurangi. Jalan lingkar waduk belum sepenuhnya diperkeras dengan aspal, sehingga bagian jalan yang belum diperkeras tersebut akan menjadi sumber sedimen yang potensial. Oleh sebab itu hendaknya jalan lingkar tersebut dapat diperkeras, sehingga selain mengurangi sedimen yang masuk ke dalam waduk, akan memperlancar perhubungan dan sekaligus dapat melakukan pengontrolan lingkungan sekitar waduk melalui jalan ini dengan baik.

Kegiatan wisata memancing, karamba, permukiman di sekitar waduk menimbulkan limbah dan mengakibatkan pencemaran air. Di sisi lain air waduk ini digunakan sebagai bahan baku air minum, di mana *intakenya* diambil di dekat dengan *outlet*. Dengan menurunnya kualitas air karena kegiatan perikanan dan pertanian, dimungkinkan suatu waktu akan berpengaruh kepada persyaratan air untuk keperluan tersebut, berarti akan memperberat proses pengolahan air untuk keperluan air minum. Kualitas air di bagian utara, timur laut dan baratdaya jelek karena lokasi pemancingan, permukiman semi permanen dan karamba ada di tempat-tempat itu. Oleh sebab itu paling tidak harus ada pembatasan usaha karamba yang dilakukan di dalam waduk.

KESIMPULAN

Kegiatan di sekitar Waduk Sermo berpotensi dan telah menyebabkan perubahan di dalam tubuh perairan Waduk Sermo, yang selanjutnya dapat mengancam pemanfaatan waduk karena

menurunnya kualitas air waduk. Sedimentasi dari daerah sekitar waduk, yang bukan berasal dari aliran air sungai cukup berpotensi untuk menambah sedimentasi di dalam waduk. Walaupun sedimentasi tersebut akan mengancam fungsi dan umur waduk, namun secara kuantitatif masih belum dapat diperkirakan. Kegiatan domestik, pariwisata dan usaha perikanan menyebabkan penurunan kualitas air di dalam waduk, dan selanjutnya dapat mengancam pemanfaatan air tersebut untuk air minum atau bahan baku air minum.

DAFTAR PUSTAKA

- Deeni, 1997. Studi Agihan Kualitas Air Danau Siais di Kabupaten Tapanuli Selatan, Sumatera Utara. *Skripsi Sarjana-S1*. Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Fatimah, S. 2002. Pengendalian Sedimentasi Waduk dengan Sistem Sabo Dikombinasikan dengan Terasering dan Agroforestry, Studi Kasus Waduk Sermo. *Prosiding Simposium Nasional Bancana Sedimen*, Yogyakarta 12-18 Maret 2002.
- Muhamud, N. 2000. Soil Conservation As An Effort to Attain Sustainable Development in Sermo Reservoir Catchment Area. *Disertasi*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sudirman dan Sudiman, 2002. Sedimentasi Waduk Sempor. *Prosiding Simposium Nasional Bancana Sedimen*, Yogyakarta 12-18 Maret 2002.
- Sulastriningsih, H.S. dan Huda, M 2002. Sedimen Sub-DAS Panasen dan Noongan Sumbangannya terhadap Pendangkalan Danau Tondano di Sulawesi Utara. *Prosiding Simposium Nasional Bancana Sedimen*, Yogyakarta 12-18 Maret 2002.
- Sofiah, S. 2000. Agihan Kualitas Air di Waduk Sermo Kabupaten Kulonprogo, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Skripsi Sarjana-S1*. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Yogyana, 1993. Analisis Karakteristik Butir Sedimen Waduk Sempor, Jawa Tengah. *Skripsi S1*. Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.
- Yulianto, B. 2001. Studi Dampak Limbah C air dari Budidaya Ikan dalam Karamba Jaring Apung terhadap Status Trofik Perairan Waduk Sermo. *Tesis*. Program Pasca Sarjana. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.