

## **Karakteristik Hidrologi Sebagai Dasar Pengelolaan Danau Cascade Mahakam**

**M. Fakhrudin**

*Pusat Penelitian Limnologi LIPI  
Email: mfakhrudin@limnologi.lipi.go.id*

### **Abstrak**

Danau cascade Mahakam meliputi Danau Jempang, Danau Melintang dan Danau Semayang merupakan danau paparan banjir, dicirikan oleh fluktuasi tinggi air danau yang dinamis dan produktivitas perikanan tinggi. Danau cascade ini mempunyai sistem hidrologi yang kompleks, ketika banjir ketiga danau menyatu dengan sungai Mahakam. Tetapi sebaliknya ketika musim kemarau genangan air hanya tersisa pada alur-alur yang dalam. Analisis data tinggi muka air selama 29 tahun terakhir menunjukkan bahwa kejadian banjir ekstrim dan surut ekstrim semakin sering terjadi. Kondisi surut ekstrim terjadi tahun 1997 selama 192 hari, sedangkan kondisi banjir ekstrim terpanjang tahun 2006 selama 63 hari. Ketika musim penghujan luas genangan danau cascade dapat mencapai enam kali lebih luas pada saat kemarau. Perubahan pola fluktuasi muka air yang ekstrim ini berdampak buruk terhadap fungsi perairan danau sebagai habitat dan tatanan siklus hidup biota perairan.

Katakunci: danau paparan banjir, fluktuasi muka air, produktivitas perikanan, luas genangan

### **Pendahuluan**

Indonesia merupakan negara yang mempunyai berbagai jenis danau, tercatat lebih dari 500 danau yang tersebar di Sabang sampai Merauke. Proses pembentukan danau disebabkan oleh aktivitas vulkanik, tektonik dan sungai, serta gabungan beberapa aktivitas tersebut sehingga danau mempunyai karakteristik yang berbeda-beda. Karakteristik hidrologi merupakan salah satu perbedaan yang menonjol, antara lain : morfometri, waktu tinggal air, fluktuasi muka air dan perbandingan luas permukaan danau dengan luas daerah tangkapan air danau. Parameter tersebut merupakan faktor yang mempengaruhi kerentanan terhadap pencemaran air dan tingkat produktivitas hayati perairan, sehingga dalam menyusun rencana pengelolaan danau harus mempertimbangkan faktor-faktor tersebut.

Danau paparan banjir pada umumnya terletak pada daerah dataran rendah yang mempunyai fluktuasi muka air yang dinamis, sehingga produktivitas hayati tinggi. Sedangkan pada danau vulkanik pada umumnya di dataran tinggi, kedalaman air yang besar, fluktuasi muka air relative kecil dan luasan danau juga besar sehingga

terjadi stratifikasi kualitas air dan waktu tinggal air yang lama. Karakteristik yang spesifik danau-danau inilah yang perlu mendapat perhatian dalam pengelolaan danau supaya hasilnya lebih optimum.

Danau cascade Jempang, Semayang dan Melintang telah ditetapkan oleh Pemerintah Indonesia sebagai salah satu dari 15 danau prioritas nasional yang kondisinya kritis, sehingga mendapat prioritas untuk ditangani (Kesepakatan 9 Kementrian di Bali pada tanggal 13 Agustus 2009, pada acara Konferensi Danau Indonesia ke I). Pada tingkat Provinsi Kalimantan Timur danau cascade ini menurut Rencana Tata Ruang Wilayah Kaltim tahun 2016 – 2036 merupakan satu dari enam Kawasan Strategis Propinsi yang dinilai dari aspek kepentingan fungsi dan daya dukung lingkungan hidup (Pemda Kaltim, 2016). Danau cascade ini merupakan danau paparan banjir, yang mempunyai fluktuasi muka air yang dinamis. Fluktuasi muka air anau yang dinamis ini yang menyebabkan produktivitas perikanan tinggi (Puslit Limnologi LIPI, 2005). Danau cascade ini mempunyai sistem hidrologi yang kompleks, ketika banjir ketiga danau menyatu dengan Sungai Mahakam. Tetapi sebaliknya ketika musim kemarau genangan air hanya tersisa pada alur-alur yang dalam.

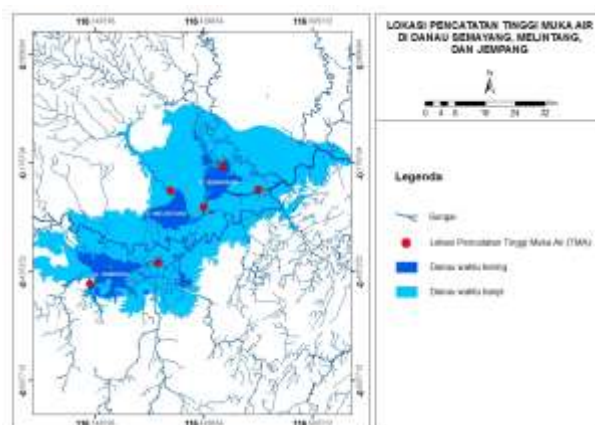
Danau cascade ini berfungsi sebagai pengendali banjir di daerah hilirnya, pengendali iklim mikro, habitat ikan pesut (mamalia ikan air tawar), dan tak kalah pentingnya sebagai pengendali tata air tanah sekitarnya (Kemen PU, 2011). Tetapi kondisi Danau cascade ini mengalami degradasi lingkungan yang ditandai oleh sedimentasi yang tinggi (Fakhrudin, 2015) perubahan pola banjir – kekeringan yang ekstrim, penurunan kualitas air, penurunan produktivitas perikanan dan terganggunya biodiversitas. Menurut Fakhrudin, et al, (2006) telah terjadi peningkatan water regim DAS Enggelam dari 1,1 menjadi 5,6 dan DAS Kahala dari 5,9 menjadi 8,9 selama tahun 1989 – 2004. Kedua DAS ini merupakan sungai utama yang masuk ke Danau Semayang dan Danau Melintang. Perbandingan debit minimum dengan debit maksimum ini dapat dijadikan salah satu indicator kondisi DAS (Asdak, 2010). Pengaruh water regim dari DAS akan berpengaruh juga terhadap peningkatan fluktuasi air danau yang lebih ekstrim. Menurut Tamar Zohary, et al (2011) peningkatan fluktuasi tinggi muka air danau kan

mempengaruhi zona litoral dan efek selanjutnya keanekaragaman habitat akan menurun dan akibatnya juga terhadap jumlah dan kelimpahan spesies.

Pengelolaan danau mencakup tiga aspek, yaitu konservasi, pendayagunaan dan pengendalian daya rusak air danau. Dalam ketiga aspek tersebut memerlukan informasi tentang karakteristik hidrologi. Danau paparan banjir yang mempunyai produktivitas biologi yang tinggi, sangat tergantung pada pola fluktuasi muka air danau. Bila pola fluktuasi muka air terganggu maka akan mempengaruhi ekosistem danau (Logez, M., et al, 2016). Jadi fluktuasi ketinggian air merupakan proses utama yang memengaruhi struktur dan fungsi ekosistem di danau (Gownaris N.J., et al, 2018). Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap pola fluktuasi tinggi muka air danau pada Danau cascade Jempang, Semayang dan Melintang dan diharapkan sebagai masukan dalam penyusunan rencana pengelolaan danau.

### **Bahan dan Metode**

Data yang diperlukan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dengan melakukan pengamatan atau pengukuran langsung di lapangan. Pengamatan tinggi muka air Danau Semayang, Danau Melintang dan Danau Jempang dilakukan pada jam 07, 12, 17 dan 20 setiap hari selama tujuh minggu (April-Mei 2017) di 6 lokasi, yaitu : Desa Pela, Kec.Kotabangun; Desa Semayang, Kec. Kenohan; Desa Melintang, Kec. Muara Wis; Desa Muara Enggelam, Kec.Muara Uwis; Desa Jantur, Kec. Muara Muntai dan Desa Tanjung Jone, Kec.Jempang (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi pengamatan muka air danau

Data sekunder didapatkan dari data yang telah dikumpulkan sebelumnya dan tersebar di beberapa instansi, antara lain: tinggi muka air danau didapatkan dari Balai Wilayah Sungai (BWS) Kalimantan III – Kaltim, Kementerian PUPR dan peta rupa bumi dari Badan Informatika Geospasial.

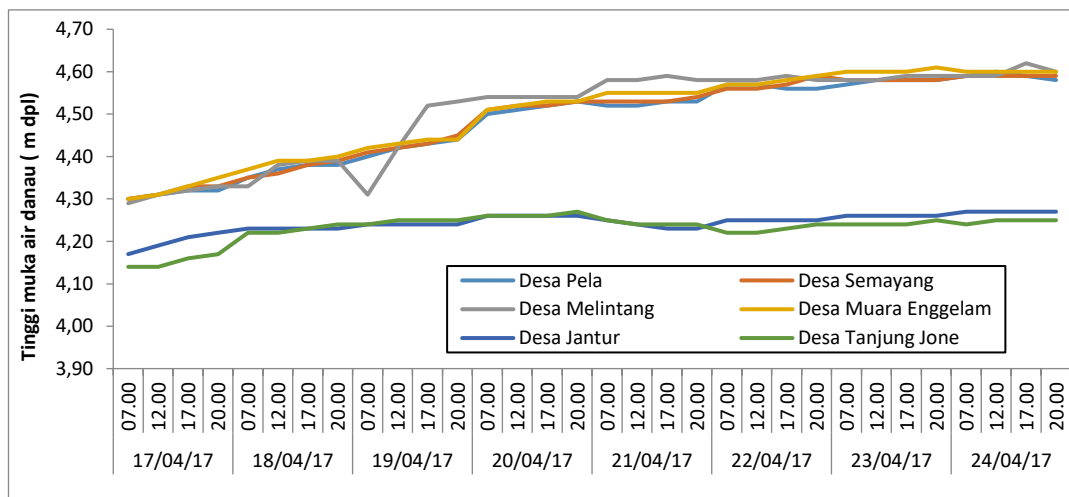
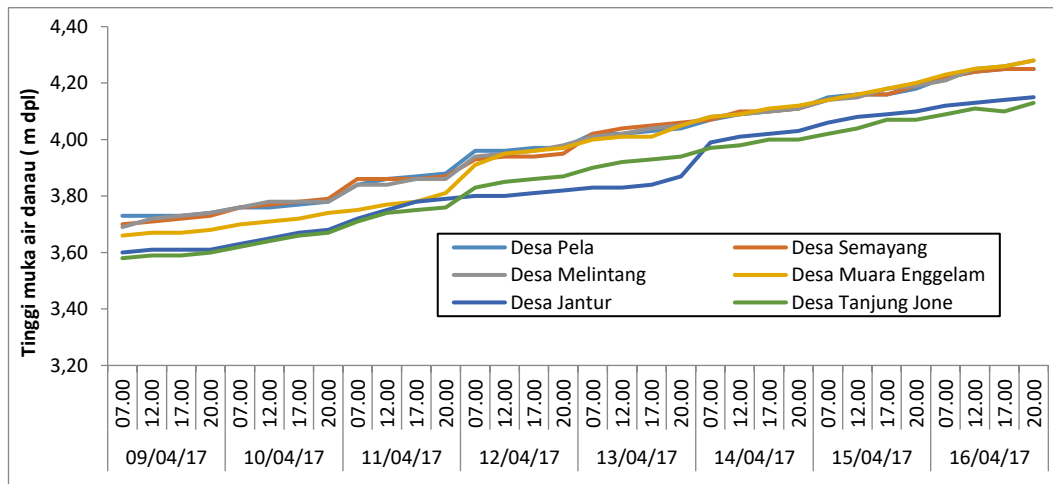
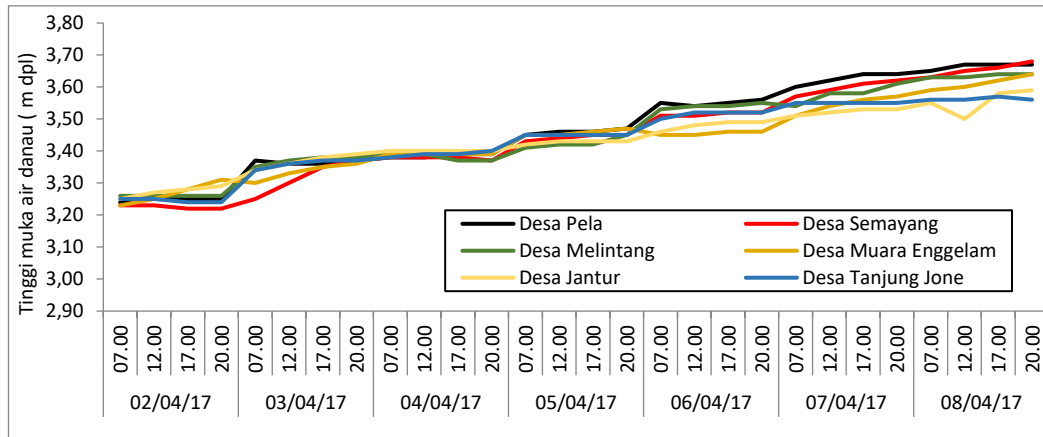
Pengolahan data tinggi muka air danau dilakukan dengan deskripsi kuantitatif kejadian ekstrim banjir dan kering. Penentuan batas danau dilakukan dengan tumpang susun (overlay) beberapa peta, yaitu : Peta Batimetri, Peta topografi dari Peta Rupa Bumi, dan Peta genangan banjir. Analisis spasial ini dilakukan dengan menggunakan Aplikasi Sistem Informasi Geografi (SIG).

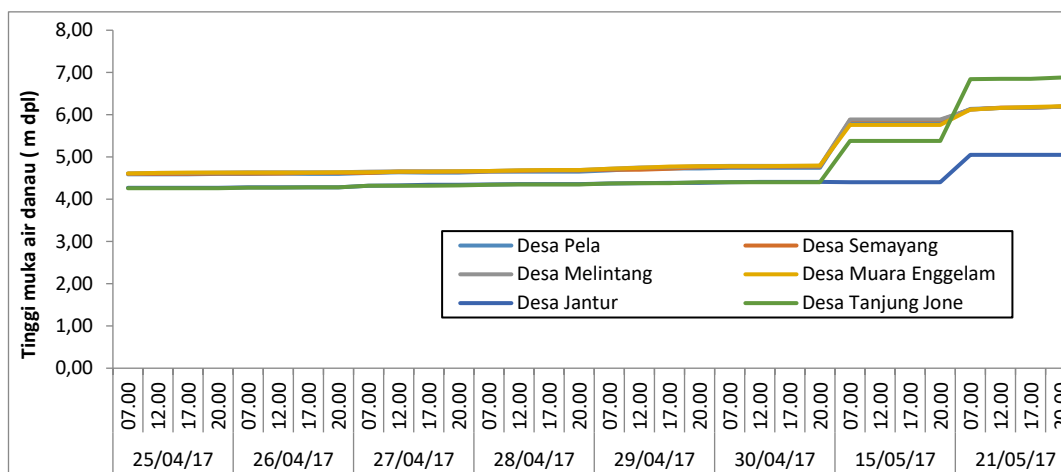
### **Hasil dan Pembahasan**

Faktor penting yang membentuk karakter danau paparan banjir adalah fluktuasi muka air danau, karena fluktuasi muka air inilah yang memegang peranan utama menstimulasi tingkat produktivitas biologi yang tinggi di perairan danau. Namun sejalan dengan perubahan tata guna lahan di bagian hulu daerah tangkap air pola fluktuasi muka air tahunan berubah yang ditandai semakin ekstrimnya perbedaan debit maksimum dan minimum.

### **Pola Fluktuasi Kenaikan Tinggi Muka Air Danau**

Hasil pengamatan tinggi muka air Danau Semayang, Danau Melintang dan Danau Jempang pada 6 stasiun selama periode April - Mei 2017 disajikan pada Gambar 2. Fluktuasi muka air danau pada enam stasiun selama pengamatan menunjukkan bahwa kenaikan muka air yang terbagi dalam dua bagian, yaitu bagian hulu Danau Jempang (Stasiun Desa Jantur dan Desa Tanjung Jone) kenaikannya berkisar antara 3.31 – 3.63 meter, dengan kecepatan kenaikan muka air 7,5 cm/hari. Sedangkan bagian hilir Danau Semayang dan Danau Melintang (Stasiun Desa Melintang, Muara Enggelam, Desa Semayang dan Desa Pela) kenaikannya berkisar antara 2.93 – 2.97 meter, dengan kecepatan kenaikan muka air 6,2 cm/hari. Tetapi pola kenaikan muka air danau pada keenam stasiun adalah serupa.





Gambar 2. Pola fluktuasi muka air danau cascade Mahakam

### Peningkatan Tinggi Muka Air Ekstrim

Berdasarkan data fluktuasi muka air danau pada Stasiun Pela selama 22 tahun (1989-2010) yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Kalimantan III – Samarinda (Kementrian PUPR, 2017) membagi kelompok tinggi muka air (TMA) danau menjadi lima kondisi, yaitu : banjir ekstrim ( $TMA > 11$  m), banjir sedang ( $9 < TMA < 11$  m), normal ( $6 < TMA < 9$  m), surut sedang ( $4,5 < TMA < 6$ ), dan surut ekstrim ( $TMA < 4,5$  m). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil analisa data kondisi banjir - surut menunjukkan bahwa durasi pada tinggi muka air surut ekstrim terjadi pada tahun 1997 dan merupakan kondisi yang terpanjang yaitu selama 192 hari. Sedangkan kondisi banjir ekstrim terpanjang terjadi pada tahun 2006, yaitu selama 63 hari. Selain itu pada tahun 2006 juga merupakan tahun yang mempunyai kondisi normal tinggi muka air danau yang relative pendek (80 hari) dan merupakan jumlah terpendek setelah pada kondisi ekstrim kering tahun 1997 yaitu selama 67 hari.

Tabel 1. Fluktuasi muka air danau pada Stasiun Pela

Tahun	Lama Hari Banjir Ekstrim	Lama Hari Banjir Sedang	Lama Hari Normal	Lama Hari Surut Sedang	Lama Hari Surut Ekstrim
	$TMA > 11$ m	$9 < TMA < 11$ m	$6 < TMA < 9$ m	$4,5 < TMA < 6$ m	$TMA < 4,5$ m
1989	0	57	308	0	0

Tahun	Lama Hari Banjir Ekstrim  TMA > 11 m	Lama Hari Banjir Sedang  9 < TMA < 11 m	Lama Hari Normal  6 < TMA < 9 m	Lama Hari Surut Sedang  4,5 < TMA < 6 m	Lama Hari Surut Ekstrim  TMA < 4,5 m
1990	0	56	130	179	0
1991	29	61	243	32	0
1992	0	0	345	20	0
1993	0	44	303	18	0
1994	0	15	350	0	0
1995	11	103	262	0	0
1996	11	126	198	30	0
1997	0	55	41	77	192
1998	0	152	101	104	8
1999	0	160	186	19	0
2000	0	53	183	104	25
2001	23	158	93	65	26
2002	44	191	81	34	15
2003	0	12	284	69	0
2004	11	157	181	16	0
2005	38	94	233	0	0
2006	63	41	80	114	67
2007	58	137	170	0	0
2008	0	57	308	0	0
2009	0	78	233	54	0
2010	35	144	166	20	0

Sumber : BWS Kalimantan III - Kaltim

Kejadian banjir ekstrim semakin sering terjadi, terutama setelah tahun 2000, hampir setiap tahun terjadi banjir ekstrim yang cukup lama dan pada tahun 2006 berlangsung selama 63 hari. Tetapi sebaliknya, kejadian surut ekstrim juga semakin sering dan dalam kurun waktu yang lama, pada tahun 2006 surut ekstrim berlangsung selama 67 hari. Jadi ketika banjir besar terjadi dalam kurun waktu yang lama (lebih dari dua bulan) dan sebaliknya ketika terjadi kekeringan juga berlangsung dalam waktu yang lama (lebih dari dua bulan).

Pola fluktuasi tinggi muka air danau yang ekstrim ini berdampak buruk terhadap fungsi perairan danau sebagai habitat, dimana bencana banjir kemungkinan besar menyapu bersih sumber daya habitat yang ada, sementara waktu surut yang cepat dengan periode kering yang lebih panjang tidak lagi sesuai dengan tatanan siklus hidup biota perairan yang harus dijalani. Perubahan fluktuasi air juga diduga merubah struktur vegetasi yang tumbuh di perairan danau (Fakhrudin M, *et al*, 2011).

### **Hubungan Tinggi Muka Air dengan Luasan Perairan Danau**

Hasil analisa data fluktuasi muka air danau tahunan Stasiun Kotabangun selama kurun waktu 26 tahun (1989 – 2014) yang bersumber dari BWS Kalimantan III, Samarinda (Kemen PUPR, 2017) menunjukkan bahwa tinggi muka air maksimum tahunan tertinggi tahun 2007 sebesar 14,54 meter dari permukaan air laut. Sedangkan tinggi muka air minimum tahunan terendah pada tahun 1997 sebesar 3,06 meter.

Seperti telah diuraikan di atas bahwa danau cascade Mahakam mempunyai luasan tergenang yang sangat bervariasi, tergantung kondisi tinggi muka air danau (musim penghujan dan musim kering), ketika musim kering luasan genangan 33.000 ha. Tetapi jika musim hujan dapat mencapai enam kali lebih luas. Pada tahun 2005 tinggi muka air danau mencapai 12,28 m dengan luasan genangan ketiga Danau Jempang, Danau Melintang dan Danau Semayang mencapai areal seluas 109.900 ha. Ketika banjir besar tahun 2007 dengan tinggi muka air mencapai 14,54 m yang merupakan banjir terbesar selama 1989 – 2017 (Fakhrudin M, *et al*, 2018) maka luas genangan ketiga danau tersebut jauh meningkat lagi menjadi 208.000 ha.



## **Kesimpulan**

Kenaikan tinggi muka air harian danau cascade Mahakam bagian hulu dengan bagian hilir mempunyai pola yang sama tetapi dengan kecepatan yang berbeda. Pola fluktuasi tinggi muka air tahunan telah terjadi perubahan, semakin sering terjadi kondisi ekstrim tinggi maupun rendah dengan kurun waktu yang lama. Ketika musim penghujan luas genangan dapat mencapai enam kali lebih luas pada saat kemarau.

## **Referensi**

- Asdak, C. 2010. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Edisi-5. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 629 hal.
- Fakhrudin M, Apip dan Iwan Ridwansyah. Kajian Water Balance Sebagai Dasar Pengelolaan Danau Semayang – Melintang Kutai Kartanegara Kaltim, makalah dalam Prosiding Seminar Nasional Perubahan Iklim dan Lingkungan di Indonesia, LAPAN, di Bandung, 9 Nopember 2006, hal. 353 – 360.
- Fakhrudin M. 2005. Kajian Sedimentasi Danau Semayang dan Danau Melintang Kutai Kartanegara Kalimantan Timur, makalah dalam Prosiding Seminar Nasional IGI – Jasa Tirta – Fak. Geografi UMS – PDAM Solo, di UMS Surakarta, 23 - 24 September 2005, hal. 102 – 110.
- Fakhrudin M, Tjandra Chrismadha dan Iwan Ridwansyah. 2011. Kajian Garis Sempadan Danau Semayang Melintang Untuk Antisipasi Penerapan PP N0.38 Tahun 2011 tentang Sungai. Makalah dalam Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI Tahun 2012, Pusat Penelitian Limnologi LIPI, Bogor, 16 Juli 2012. Hal 467 – 479
- Fakhrudin M dan Tjandra Chrismadha. 2018. Evaluasi Fluktuasi Tinggi Muka Air Danau Paparan Banjir Untuk Antisipasi Penerapan Peraturan Perundangan : Studi Kasus Danau Cascade Mahakam. Makalah dalam Prosiding Pertemuan Ilmiah Masyarakat Limnologi Indonesia Tahun 2017, Bogor, 31 Oktober 2017. Hal 345 – 349
- Gownaris N.J., Rountos K.J., Kaufman.L, Kolding.J, Lwiza K.M.M and Pikitch E.K.2018. Water level fluctuations and the ecosystem functioning of lakes. *Journal of Great Lakes Research* 44 (2018). P 1154–1163
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2017. Studi batas Badan dan Sempadan Danau Cascade Jempang, Semayang dan Melintang Provinsi Kaltim. BWS Kalimantan III.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2011. Penyusunan Materi Teknis Pemanfaatan Terpadu Danau Semayang dan Danau Melintang. Direktorat Bina Penatagunaan Sumber Daya Air. Jakarta.
- Maxime Logez. M, Roy.R, Tissot.Land Argillier.C.2016. Effects of water-level fluctuations on the environmental characteristics and fish-environment relationships in the littoral zone of a reservoir. *Fundamental and Applied Limnology*/December 2016 DOI: 10.1127/fal/2016/0963

- Puslit Limnologi LIPI. 2005. Kajian Sedimentasi Danau Semayang dan Danau Melintang Kutai Kartanegara. Kerjasama antara Puslit Limnologi LIPI dengan Balitbangda Kutai Kartanegara Tenggarong. Cibinong-Bogor.
- Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur. 2016. Perda No. 1 Tahun 2016 tentang RTRW Provinsi Kalimantan Timur. Samarinda.
- Tamar Zohary and Ilia Ostrovsky. 2011. Ecological impacts of excessive water level fluctuations in stratified freshwater lakes, *Inland Waters*, 1:1, 47-59