

MORFOMETRI DAN KARAKTERISTIK DAS DANAU DIATAS SUMATERA BARAT

Iwan Ridwansyah dan M. Suhaemi Syawal*

ABSTRAK

Danau Diatas merupakan danau bertipe tektonik yang berada pada tegasis sumatera, disebelah barat laut terdapat Danau Dibawah. Danau Diatas merupakan salah satu danau yang digunakan Pemerintah Sumatera Barat sebagai daerah wisata, selain itu digunakan juga sebagai sumber daya air untuk daerah irigasi. Hasil pemetaan batimetri dengan menggunakan metoda akustik dan pengolahan data dengan Sistem Informasi Geografi (SIG) menghasilkan luas danau 1245 Ha dengan kedalaman maximum 47 m dan kedalaman rata-rata 24,3 m, volume danau $302 \times 10^6 \text{ m}^3$, dan retention time mencapai 7,7 tahun. Luas Das D. Diatas mencapai 4086 ha sehingga mempunyai rasio 1: 3,03 antara luas permukaan air dengan luas DAS. Kemiringan lereng didominasi pada 3% – 15% dengan luas 51% dari luas DAS. Penggunaan lahan didominasi oleh semak belukar (59%), sedangkan hutan 22%, ladang 6 % dan sawah tadah hujan 13% dari total luas DAS. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi karakteristik morfometri danau dan Daerah aliran sungainya. Informasi tentang morfometri danau dapat menolongantisipasi perubahan pada sistem danau dan memprediksi terhadap habitat danau sehingga menambah mitigasi setiap dampak-dampak yang tidak diinginkan dengan perencanaan teknik-teknik pengelolaan.

Kata Kunci : Batimetri, DAS, Morfometri, Danau, SIG

ABSTRACT

Diatas Lake is tectonic lake located on sumatera depresión, in Seawest direction find Dibawah lake. The lake is used by West Sumatera goverment as tourism until used for water resources for irrigation. Result of batimetry survey are; lake area is 1245 ha, maximum depth 47 m, mean depth 24.3 m, water valume is $302 \times 10^6 \text{ m}^3$, and retention time is 7.7 years. The area of Diatas Lake attain 4086 ha with the result that have ration 1 : 3.03 between surface water area and catchment area. Slope of ctachment area is dominated by 3% – 15% and landuse is dominated by scrub (59%) whereas forest is 22%, agricultural field is 6%, and paddy non irrigated is 13% from total area. This study is aim to obtain information about morphometric and wathershed characteristic, the information can used for anticipation of changes on lake system and for prediction on lake hábitat until increasing mitigation for each negatif impacts with management technique planning.

Keywords: Batimetric, Watershed, Morphometric, Lake, GIS.

PENDAHULUAN

Studi tentang ciri-ciri cekungan danau dikenal sebagai morfologi danau dan sangat penting dalam pengelolaan danau dimana pengelola danau dapat mengetahui fungsi-fungsi danau dengan mempelajari karakteritik morfometrik danau. Sebagai contoh dengan mengetahui bentuk dan struktur cekungan danau dapat memprediksi kondisi cuaca atau pengaruh aktivitas manusia bahkan akibat dari perubahan permukaan air pada semua sistem danau.

* Pusat Penelitian Limnologi LIPI
e-mail : iwanridwansyah@gmail.com

Morfometri danau merupakan karakteristik fisik dari badan danau yang dapat menggambarkan berbagai potensinya, sebagai sumber air maupun potensi produksi hayati, serta tingkat kepekaan terhadap pengaruh beban material dari daerah tangkapannya. Untuk mempelajari karakteristik atau morfometri danau dilakukan pemetaan batimetri dengan metoda pemeruman/akustik yang ditujukan untuk memperoleh gambaran (model) bentuk permukaan (topografi) dasar perairan. Proses penggambaran dasar perairan tersebut (pengukuran, pengelolaan, dan visualisasi) disebut sebagai survey batimetri (Poerbondono, 2005).

Sebagai obyek penelitian dan pengelolaan danau informasi tentang morfometri danau dapat menolong antisipasi setiap perubahan pada sistem danau dan memprediksi akibatnya terhadap habitat danau. Selain itu juga bisa dilakukan simulasi berdasarkan morfologi danau sehingga menambah upaya mitigasi setiap dampak-dampak yang tidak diinginkan dengan melakukan perencanaan dan menerapkan teknik-teknik pengelolaan yang berkelanjutan.

Daerah tangkapan (*catchment area; watershed*) suatu danau merupakan daerah daratan yang secara topografi dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudin menyalurkannya ke danau melalui sungai-sungai (Asdak, 2002). Kondisi suatu Das akan memberikan peranan yang cukup besar dalam menentukan kondisi danau.

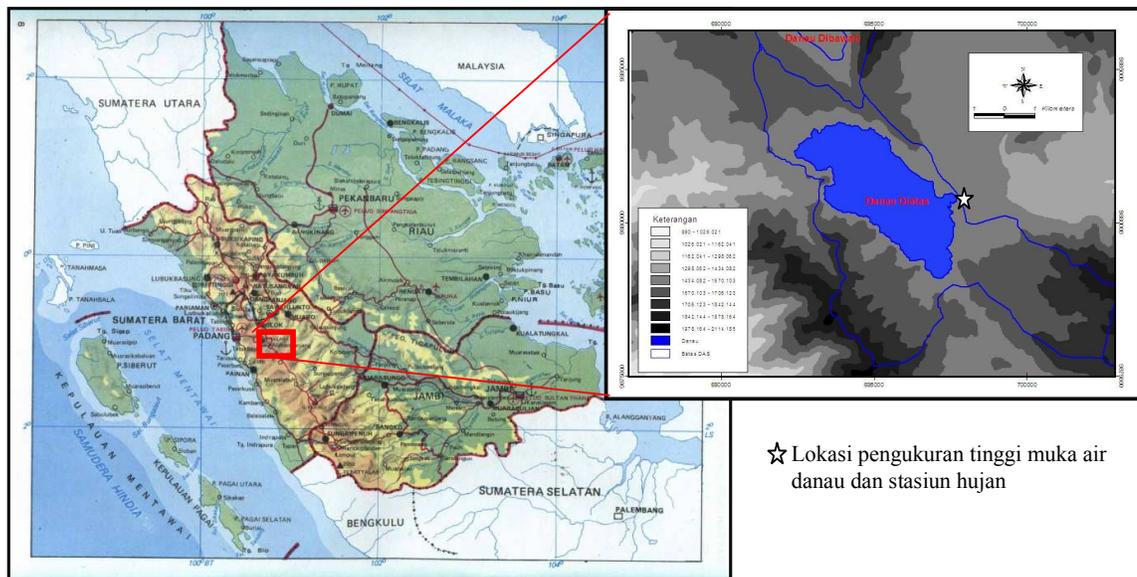
Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan karakteristik morfometri danau sebagai dasar bagi pengelolaan danau dan penelitian limnologis tingkat lanjut. Informasi karakteristik Das disajikan sebagai dasar dalam pengelolaan daerah aliran sungai yang berdampak juga pada perairan D. Diatas.

Studi Area

Danau Diatas secara geografis terletak pada koordinat $100^{\circ} 43' 1'' - 100^{\circ} 50' 26''$ BT dan $1^{\circ} 1' 51'' - 1^{\circ} 7' 39''$ LS, merupakan salah satu dari danau kembar sehingga masyarakat minang/Sumatera Barat menamai Danau diatas dan disebelah utara dari danau dijumpai danau dibawah. Kedua danau terletak pada tegasan sumatera yang berarah baratlaut tenggara sehingga dipastikan keduanya terbentuk akibat aktivitas tektonik (P. Lehmusluoto dan B. Machbub, 1997). Suatu hal yang menarik adalah

walaupun kedua danau berdampingan tetapi secara hidrologi batas kedua danau merupakan batas satuan wilayah sungai (SWS) dimana D. Dibawah mengalir ke SWS Indragiri sedangkan D. Diatas mengalir ke SWS Batanghari.

Secara administratif danau ini terletak pada dua kecamatan; yaitu Kecamatan Lembangjaya dan Lembah Gumanti, Kabupaten Solok. (Gambar 1). Selain digunakan sebagai sumber perairan keindahan danau ini juga diminati sebagai sarana rekreasi bagi masyarakat sekitar atau Sumatera Barat pada umumnya. Oleh karena ini Pemda Tingkat II Solok membangun sarana untuk menunjang kegiatan tersebut.



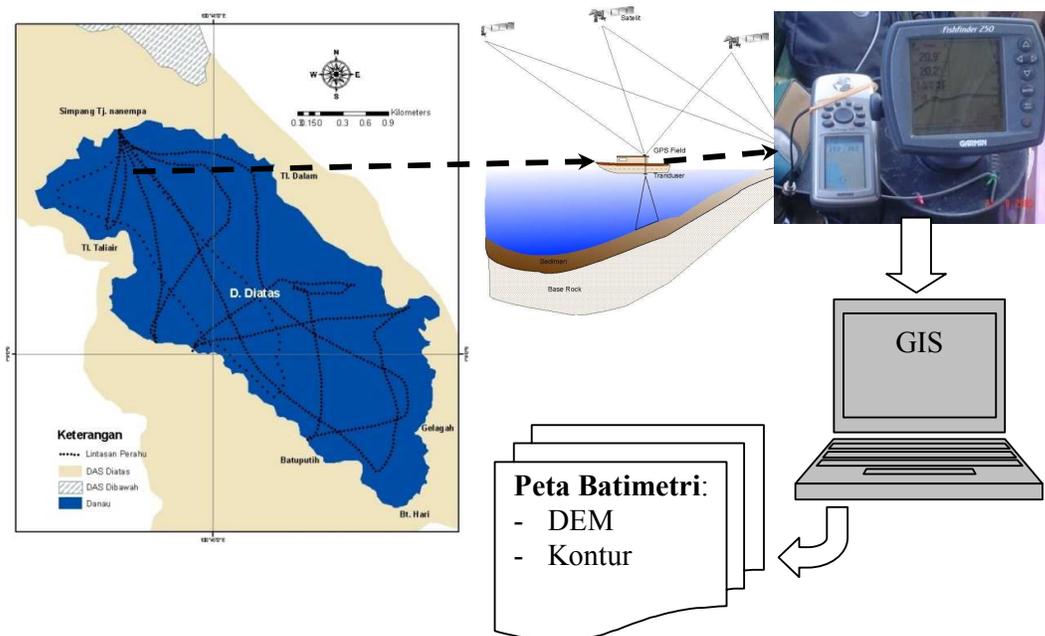
☆ Lokasi pengukuran tinggi muka air danau dan stasiun hujan

Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Danau diatas mempunyai daerah tangkapan 4086 Ha dengan ketinggian maksimal 1995 mdpl. Sungai-sungai yang masuk ke danau berupa sungai-sungai intermiten hanya beberapa sungai aja yang tetap mengalir sepanjang tahun. Sedangkan aliran keluar dari danau diperuntukan bagi irigasi. Tutupan lahan didominasi oleh semak belukar dan di beberapa tempat digunakan sebagai lahan pertanian sayuran oleh penduduk sekitar danau.

METODOLOGI

Untuk mengetahui pola hujan yang mempengaruhi muka air danau didapat dari pengukuran curah hujan dan Muka air danau dari Agustus 2002 sampai dengan Agustus 2005. Stasiun pengukuran terletak di outlet danau yang secara administratif masuk ke Kecamatan Lembah Gumanti.



Gambar 2. Lintasan pengukuran dan peralatan yang digunakan (Fishfinder dan GPS)

Morfometri danau ditinjau berdasar pola kedalaman danau untuk itu dilakukan pemetaan batimetrik menggunakan metoda akustik. Alat yang digunakan berupa Fishfinder merk *Garmin* tipe *Fishfinder 250* sedangkan frekuensi yang digunakan 200 Hz dimana gelombang akustik dipantulkan pada permukaan sedimen bagian atas (*top sediment*). Pemetaan dilakukan dengan membuat lintasan yang meliputi permukaan danau. Pada lintasan ini data kedalaman direkam tiap 50 m dari lintasan kapal yang disimpan dan disinkronkan dengan data posisi dan lintasan dengan menggunakan GPS *Garmin 76C*. Gambar 2 memperlihatkan lintasan dan peralatan yang digunakan.

Data hasil pengukuran diuploading dari GPS berbentuk tabel, baris data berupa titik-titik pengukuran sedangkan kolom data berupa ID, waktu pengambilan data, koordinat, altitude, dan kedalaman. Kemudian data tabel dirubah menjadi bentuk spatial dan diolah dengan menggunakan program Sistem Informasi Geografi (*GIS*) Arcview 3.1 yang dilengkapi extension *3DAnalyst*. Luas danau didapat dari Peta Topografi lembar Alahanpanjang diterbitkan oleh Djawatan Topografi Angkatan Darat (Djantop AD) pada Tahun 1978.

Ciri-ciri morfometrik danau dilihat dari kedalaman relatif (z_r) dan indeks pengembangan garis pantai (D_L) (Wetzel, 1983); dengan rumus :

$$z_r = (50z_m \sqrt{\pi}) / \sqrt{A_0}$$

$$D_L = L / (2\sqrt{\pi A_0})$$

$$z_{\max} = \text{kedalaman maksimum}$$

$$A_0 = \text{luas permukaan}$$

$$L = \text{panjang garis pantai}$$

Untuk mendapatkan nilai *retention time* air danau diperlukan data debit air masuk atau keluar danau dan volume air danau, debit air keluar danau didapat dari pengukuran kecepatan arus yang diukur dengan menggunakan *Current Meter*, sedangkan penampang basah sungai didapat dari lebar dan kedalaman per jarak 0,5 meter pada outlet danau. *Retention time* danau dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Retention time (Rt)} = \frac{\text{Volume}}{\text{debit}}$$

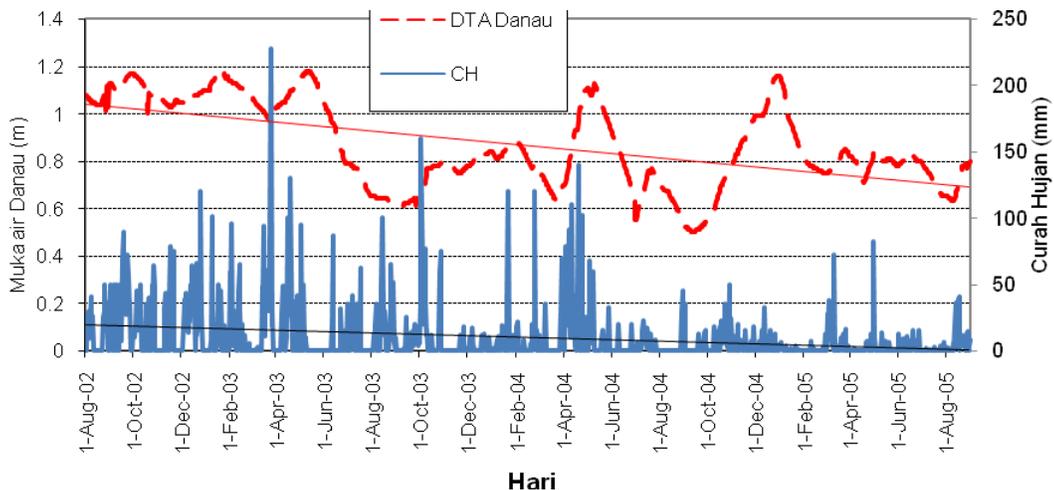
Batas Daerah Aliran Sungai (DAS) didapat hasil analisis keruangan dengan menggunakan *3DAnalyst* dan *SpatialAnalyst* (extension dari ArcView 3.1 dari ESRI). Data SRTM dengan grid 90 x 90 m sebagai masukan data model elevasi digital setelah diproses penghilangan sink, kemudian dibuat peta arah aliran dan akumulasi aliran. Kemudian dari peta akumulasi aliran dibangun saluran sungai yang dibangun berdasarkan jumlah sel/grid yang mengalir pada sel tertentu. Pada proses ini Sub-DAS dapat dibagi berdasarkan jumlah sel/grid diatas.

Dengan data model elevasi digital dan jaringan sungai selain didapat luas dan bentuk das juga didapat parameter lain dari morfometri DAS, yaitu : Kemiringan lereng, panjang sungai utama dan kerapatan aliran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Iklm

Secara umum bagian pegunungan Bukit Barisan mempunyai iklim antara superhumid (curah hujan antara 2.500 -3.000 mm/th, dan 140 - 170 hari hujan/th), dan hyperhumid (curah hujan >3.000 mm/th dan 180 - 220 hari hujan/th). Data curah hujan dan tinggi muka air direkam di Stasiun Lembah Gumanti dari tahun 2002 sampai dengan 2005, stasiun pengukuran terletak di dermaga dan diperlihatkan pada di Gambar 3. Dari tiga tahun data pengukuran curah hujan dan tinggi muka air danau terjadi penurunan. Muka air danau terendah terjadi pada bulan september 2004. Dari data rata-rata curah hujan bulanan menunjukkan puncak musim hujan terjadi pada Bulan April dan Oktober sedangkan Musim kemarau terjadi pada Bulan mei sampai Juni (Gambar 4.)



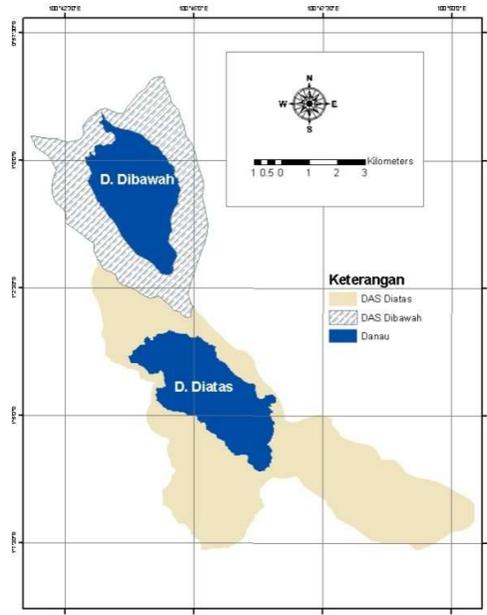
Gambar 3. Curah Hujan dan tinggi muka air Danau Diatas dari tahun 2002 sampai dengan 2005.



Gambar 4. Rata-rata Hujan Bulanan di Stasiun Lb. Gumanti.

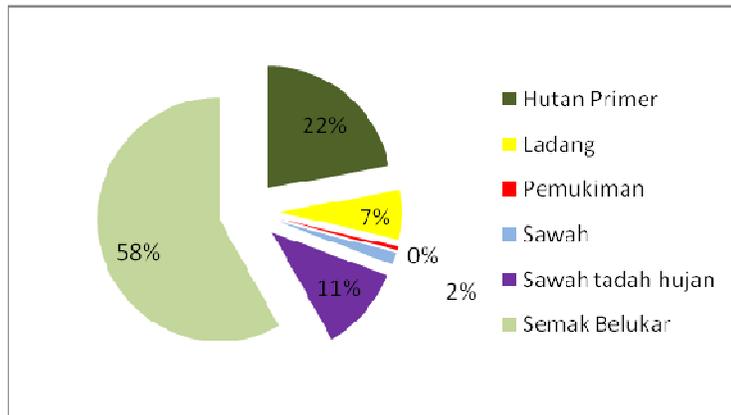
Karakteristik DAS Diatas

Hasil analisa keruangan dari data SRTM didapat batas DAS Danau Diatas dengan luas 4104 H, dengan bentuk hampir memanjang searah dengan tegasan Sumatera (Baratlaut-Tenggara). Batas das ini selanjutnya menjadi dasar untuk pengelolaan danau karena proses yang terjadi di dalam das akan mempengaruhi proses-proses dalam danau. Sungai-sungai yang mengalir berasal dari tiga arah, yaitu; baratlaut, baratdaya dan tenggara. Sedangkan outlet danau mengalir kearah timurlaut dan kemudian bersatu dengan Sungai Batanghari yang bermuara di Selat Malaka.

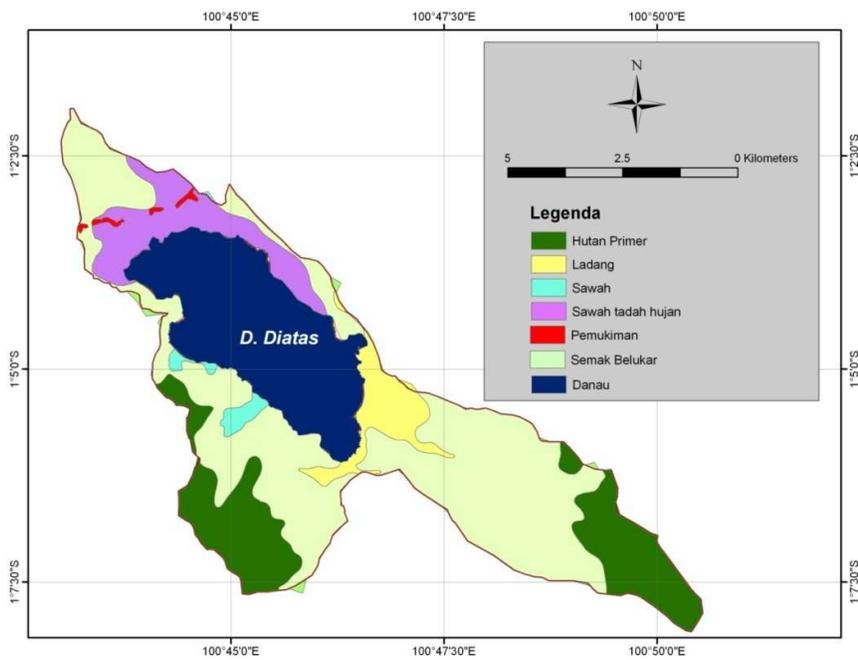


Gambar 4. DAS Danau Diatas dan Danau Dibawa

Penggunaan lahan di DAS Danau diatas didominasi oleh semak belukar yang mencapai 58% dari total area, diikuti hutan 22% dan luas pemukiman 0,5%. gambar 5 memperlihatkan komposisi penggunaan lahan di Das danau. Hutan menutupi daerah hulu sungai pada daerah yang curam, sedangkan semak belukar dijumpai di daerah dekat danau. Peta penggunaan lahan diperlihatkan pada gambar 6.

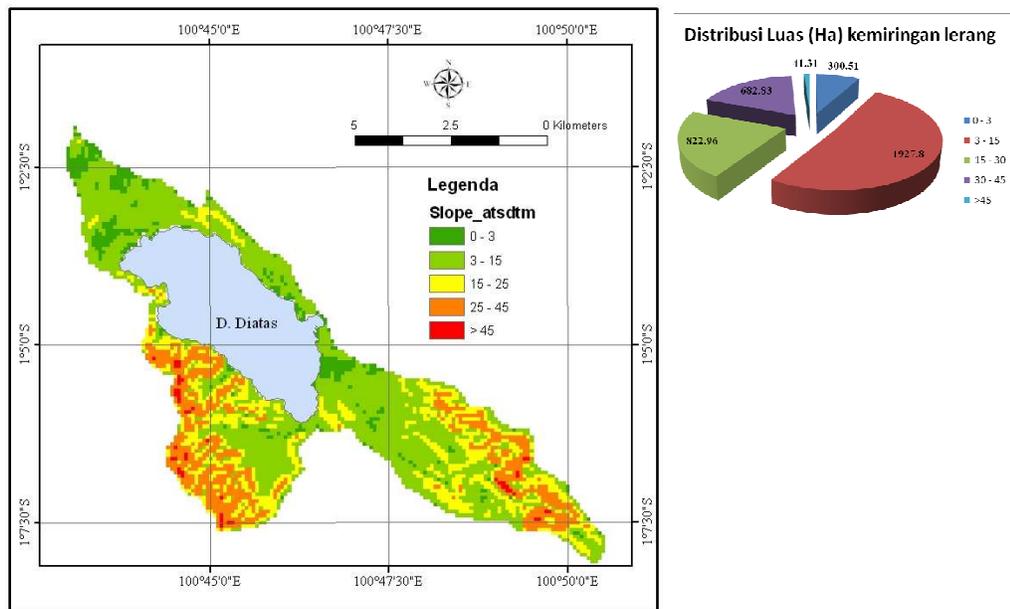


Gambar 5. Komposisi penggunaan lahan di Das danau Diatas



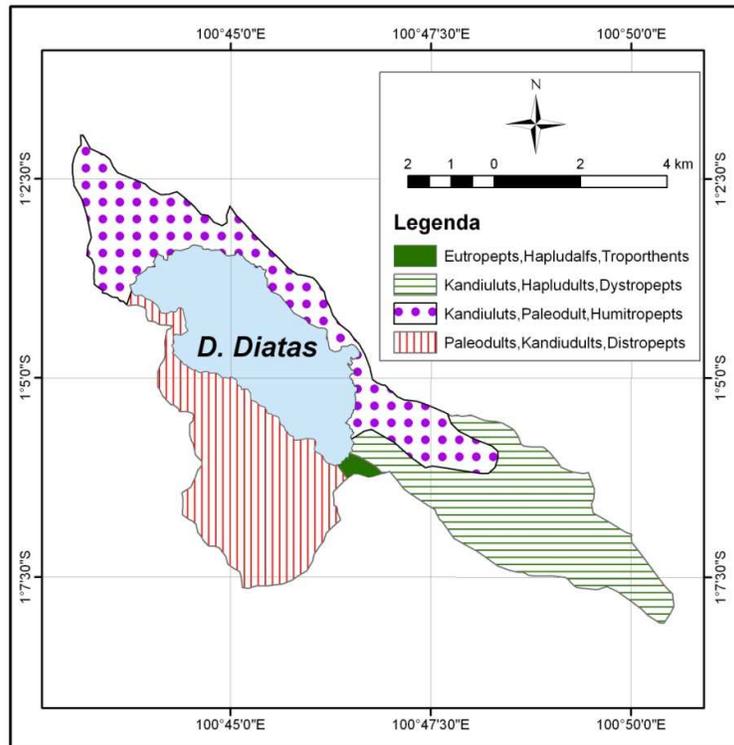
Gambar 6. Penggunaan Lahan di DAS Danau Diatas

Secara umum kemiringan lereng di Das Danau Diatas dan dibawah cenderung curam terutama didaerah bagian hulu das di arah timur dan tenggara dengan kemiringan rata-rata 15% sampai lebih dari 45%, daerah curam yang langsung berhubungan dengan tepi danau dijumpai di bagian timur danau. Kemiringan lereng dengan kelas curam ini hampir 30% dari total luas dan dan akan menjadi sumber terjadinya erosi yang selanjutnya akan ditransport ke tubuh air danau sebagai bagian terendah dimana sedimen atau pertikel-partikel yang terbawa aliran air akan diendapkan di danau. Daerah yang landai dijumpai pada bagian barat laut dan tenggara didaerah tepian danau. dengan kemiringan 0 – 15%. Gambar 6 memperlihatkan kemiringan lereng di Das Diatas.



Gambar 6. Kemiringan lereng di DAS Danau Diatas

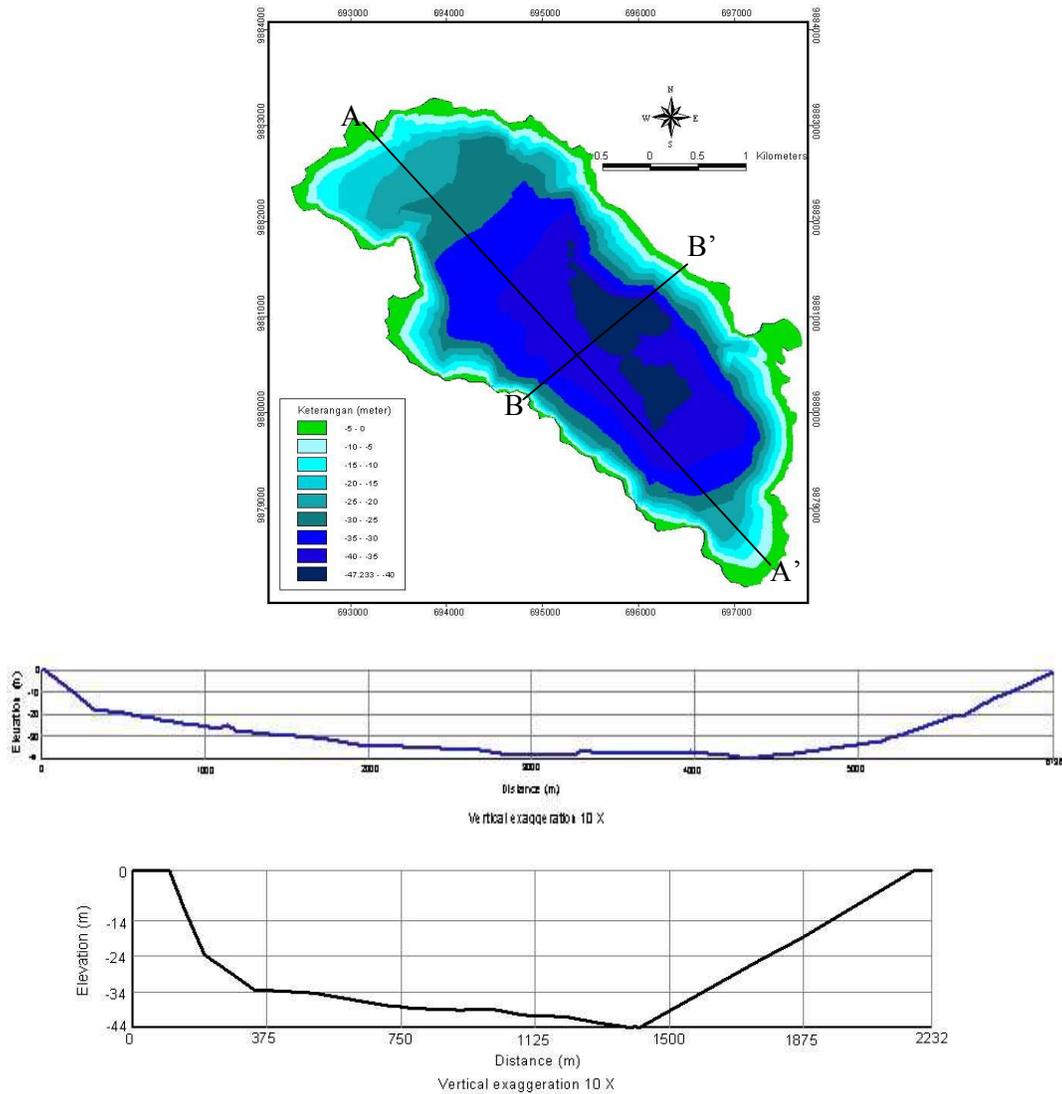
Jenis tanah di Das D. Diatas didominasi oleh tiga jenis tanah yaitu; Kandiuluts-Hapludults-Dystropepts, Kandiuluts-Paleodult-Humitropepts dan Paleodults-Kandiudults-Distropepts. Sedangkan jenis tanah Eutropepts-Hapludalfts-Troporthents hanya dijumpai dalam luasan kecil di bagian tenggara danau. Gambar 7 memperlihatkan peta tanah Das D. Diatas.



Gambar 7. Peta tanah Das D. Diatas

Karakteristik Morfometri Danau Diatas

Danau Diatas yang merupakan danau tektonik pada ketinggian 1535 mdpl, mempunyai bentuk cekungan dengan arah memanjang Baratlaut-Tengara sebagai hasil proses tektonik tegasan sumatera. Bagian terdalam terdapat disekitar *Telukdalam* dengan kedalaman maksimal (Z_{max}) mencapai 47 m hal ini sedikit berbeda dengan hasil pengukuran tim Expedition Indodanau pada tahun 1977 (Z_{max} 44 m), perbedaan kemungkinan dikarena menggunakan metode atau peralatan yang berbeda. Hasil pemetaan batimetri danau yang diolah dengan menggunakan perangkat GIS dengan extension 3DAnalysis memperlihatkan distribusi kedalaman dan ditunjukkan pada Gambar 7, dan selanjutnya akan digunakan sebagai dasar perhitungan parameter-parameter morfometri danau.

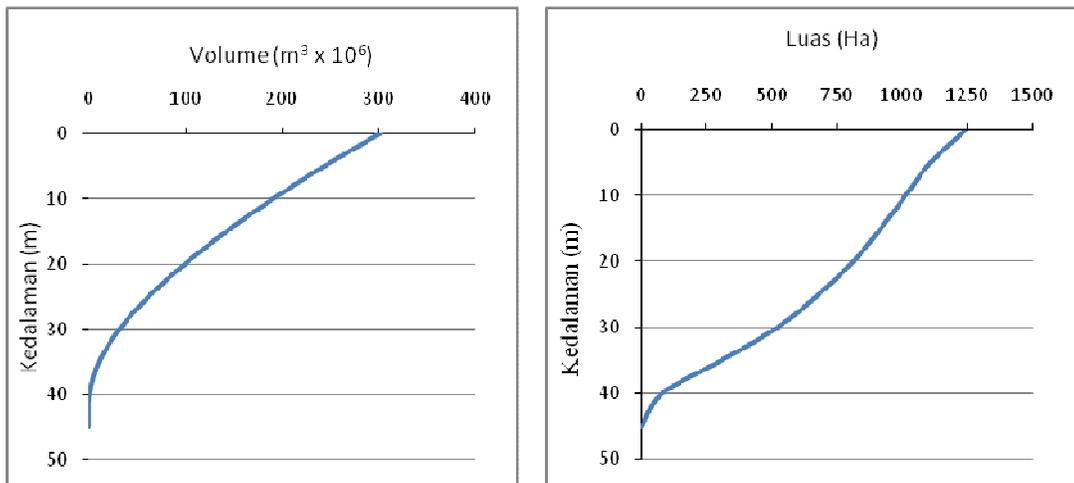


Gambar 7. Peta batimetri dan penampang Danau Diatas

Penampang danau menunjukkan arah baratlaut cenderung melandai, tetapi arah Timurlaut baratdaya terlihat lebih curam pada bagian Timurlaut dengan kemiringan sekitar 75° .

Hasil analisis dengan extension SpatialAnalyst dan *3DAnalyst* memperlihatkan Luas permukaan air Danau Diatas (A) didapat sebesar 1245 Ha dan kedalaman maksimum (Z_m) 47 m, dan kedalaman rata-rata sebesar 24,3 m. Data luas dan kedalaman danau sangat terkait dengan perilaku alamiah danau dimana pengadukan air

danau sangat tergantung kepada kedua parameter tersebut dan kecepatan angin yang mempengaruhinya. Selain itu peta batimetri hasil pengukuran juga diperoleh volume air Danau sebesar $302,06 \times 10^6 \text{ m}^3$ dengan panjang garis pantai 19,9 km dimana besarnya volume dan panjang garis pantai akan berubah sesuai dengan tinggi muka air seperti yang diperlihatkan pada hubungan antara luas, volume dan kedalaman perairan D. Diatas pada gambar 8.



Gambar 8. Hypostratigrafi kedalaman, luas, dan volume D. Diatas

Luas dan kedalaman Danau Diatas relatif kecil dibandingkan dengan Danau-danau lain di pulau sumatera seperti Toba (1130 km^2 dan 529 m), Singkarak (107 km^2 dan 268 m) dan Maninjau ($97,9 \text{ km}^2$ dan 169 m), sedangkan dibandingkan dengan luas danau kembarnya cenderung lebih besar (D. Dibawah luas : 11.2 Ha) tetapi Danau dibawah mempunyai kedalaman sampai 309 m (P. Lehmusluoto, *et al*, 1995).

Salah satu parameter penting dalam pengelolaan danau adalah Short Line Development (SLD) merupakan rasio antara panjang garis pantai dan kebulatan dari permukaan danau. Makin bundar suatu danau seperti danau bertipe crater maka nilai SLD akan mendekati nilai minimum, sedangkan danau-danau bertipe dataran banjir akan mempunyai nilai lebih besar karena mempunyai garis pantai yang lebih panjang. Panjang garis pantai D. Diatas mencapai 19933 m dan luas permukaan 1245 ha maka didapat nilai SLD $1,56$.

Pengukuran sesaat kecepatan arus pada outlet danau (Gambar 7.) menunjukkan nilai rata-rata 0,92 m/det dan luas penampang basah pada saat pengukuran 1,25 m² (Gambar 8). Debit yang terukur di outlet sebesar 1.25 m³/det maka didapat *retention time* danau sekitar 7,7 tahun.

Parameter morphometrik di atas sangat penting sebagai dasar pengelolaan danau, baik digunakan sebagai budidaya perikanan maupun sebagai obyek wisata. Tabel 1 memperlihatkan data morfometri D. Diatas.

Tabel 1. Ciri-ciri Morfologi Danau Diatas

No.	Parameter	Dimensi	Expedidi Indodanau
1	Luas permukaan (m ²)	12451642	Peta Rupa bumi
2	Keliling (km)	19,97	idem
3	Panjang maksimum (m)	6419	idem
4	Lebar maksimum (m)	2878	idem
5	Kedalaman maksimum (m)	47	Lapangan
6	Volume (m ³)	302,06 x 10 ⁶	Peta batimetrik
7	Kedalaman rata-rata (m)	24,3	Perhitungan
8	Kedalaman relatif (Z _r) (%)	1,18	idem
9	Rasio luas permukaan Air dan luas das	1 : 3,03	-
10	Pengembangan garis pantai (SLD)	1,56	-



Gambar 7. Lokasi Pengukuran debit di outlet danau

KESIMPULAN

- D. Diatas terbentuk akibat aktivitas tektonik tegasan sumatra sehingga bentuknya memanjang searah dengan tegasan.
- Trend muka air danau dan curah hujan berdasarkan pengamatan dari tahun 2002 sampai dengan 2005 cenderung menurun.
- Luas Das mencapai 4086 ha dengan rasio antara luas permukaan air dengan luas Das 1 : 3,03, Penggunaan lahan didominasi oleh semak belukar (59%) sedangkan luas hutan mencapai 870 ha atau 22% dari luas total area. Das ini cenderung landai dengan kemiringan lereng berkisar 3% – 15% yang mencapai 51% dari luas total das, sedangkan komposisi jenis tanah terdiri dari Kandiuluts-Hapludults-Dystropepts, Kandiuluts-Paleodult-Humitropepts dan Paleodults-Kandiudults-Distropepts.
- Dari pengukuran batimetri didapat volume danau sebesar $302 \times 10^6 \text{ m}^3$, dengan debit outlet 1,25 m³/detik didapat nilai retention time sebesar 7,7 m³/tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. 2002. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gajah Mada University Press.
- P. Lehmusluoto, et all, 1995, National Inventory of The Major Lakes and Reservoirs in Indonesia, Research Institute for Water Resources Development Ministry of Public Works Agency for Research and Development Bandung, Indonesia.
- D. N. Poerbondono dan E Djunarsjah, 2005, Survey Hidrografi, Refika Aditama, Bandung.
- WETZEL, R. G. 1983. *Limnology*. W. B. Saunders College Publ., Philadelphia. 743 pp.