

# PENELUSURAN KAWASAN DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) ASAHAN

**Anisah Lukman**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik UISU  
anisah@ft.uisu.ac.id

## Abstrak

Kawasan danau toba merupakan salah satu kawasan pariwisata andalan Indonesia yang terletak diprovinsi Sumatera Utara. Luas keseluruhan Danau Toba sendiri sekitar 372.681 hektar meliputi 259.721 hektar daratan dan 112.960 hektar perairan (tubuh air). Selain fungsi pariwisata kawasan danau toba berperan penting bagi kehidupan Propinsi Sumatera Utara, terdapat 19 sungai yang mengalirkan airnya dari daerah tangkapan air sekitar danau ke dalam badan air danau toba dengan hanya satu sungai yang merupakan pelepasan air dari danau ini yaitu sungai Asahan yang bermuara di pantai timur sumatera utara, Air sungai asahan ini dimanfaatkan untuk PLTA ASAHAN yang merupakan salah satu penyuplai listrik diprovinsi sumatera utara di samping itu Danau Toba berperan sebagai penyedia air berbagai aktifitas masyarakat Sumatera Utara. Sungai Asahan dengan bendungan Sigura-gura membuat aliran airnya teratur dan karenanya memiliki waterflow konstan yang tidak biasa. Sungai ini terletak di salah satu lembah paling liar dari Indonesia dengan air terjun yang tercurah ratusan meter ke bawah dari dinding ngarai curam vertikal. Sumatera Utara menderita kekurangan listrik terus menerus karena selain menghidupi propinsinya, Sumatera Utara juga harus membaginya dengan Aceh atau Riau sehingga ada desakan untuk proyek tersebut. Kunci keberhasilan Proyek Asahan adalah terjaganya daya dukung ekosistem yang menjamin tersedianya debit air yang cukup dari Sungai Asahan/Danau Toba untuk dapat menggerakkan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Asahan dan mengoperasikan Pabrik Peleburan Aluminium (PPA) di Kuala Tanjung/Batubara.

**Kata –kata Kunci:** Penelusuran, Das Asahan, Danau Toba, Sungai

## I. Pendahuluan

Dalam perjalanannya seiring dengan daya tarik pariwisata danau toba yang sangat besar dan pengaruhnya dalam ekonomi wilayah pengembangan kawasan tersebut telah memberikan tekanan pada lingkungan yang dibuktikan dengan penurunan muka air danau yang mempengaruhi pasokan air bagi PLTA Asahan permukaan air danau juga tertutup oleh eceng gondok mencapai luasan 381.8 hektar . Jumlah penduduk di tepian danau semakin meningkat diiringi pertumbuhan permukiman baru hotel dan jasa lainnya yang memberikan dampak negative berupa pembuangan limbah cair dan padat ke badan danau selain limbah beberapa prasarana wisata seperti hotel dan rumah makan menempati kawasan yang kemampuan lahannya (topografi atau kelereng yang berat dan formasi batuan yang mudah longsor) tidak sesuai untuk pembangunan tersebut sehingga memberikan beban yang semakin berat terhadap lingkungan .

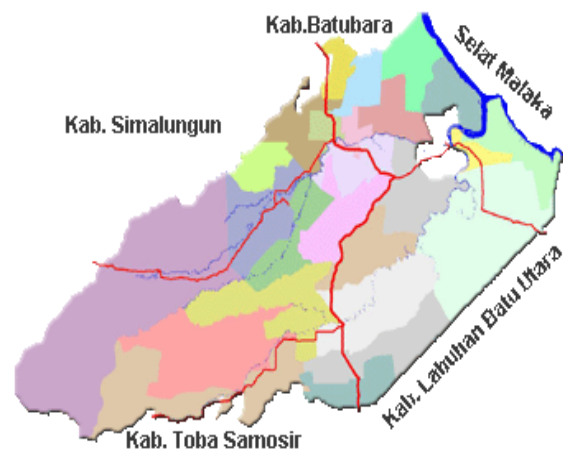
Pada kawasan sekitar danau juga terdapat masalah penebangan liar yang menyebabkan hutan menjadi gundul serta alih fungsi lahan hutan menjadi lahan pertanian pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dengan hasil penelitian bahwa dari luas 263.989 Hektar daratan daerah tangkapan air (DTA) DANAU TOBA seluas 149.929 Hektar (56,79%) sesuai dengan rencana tata ruang dan 114.060 hektar (43,21%) tidak sesuai dengan RTRWP.

Berbagai permasalahan yang terjadi didanau toba tersebut mendapat perhatian berbagai pihak terkait sehingga pada tanggal 6 juni tahun 2004 dideklarasikan kesepakatan pengelolaan Ekosistem

Kawasan Danau Toba oleh sembilan bupati/walikota para ketua DPRD sekawasan sekawasan danau toba dan sub DAS Asahan serta ketua Otoritas asahan .

## II. Das Asahan

Kondisi Geografis



Gambar 1. Geografi Asahan

### 2.1 Letak dan Geografi

Asahan merupakan salah satu Kabupaten yang berada di kawasan Pantai Timur Sumatera Utara. Secara geografis Kabupaten Asahan berada pada 2°03'00"- 3°26'00" Lintang Utara, 99°01'-100°00'

Bujur Timur dengan ketinggian 0 – 1.000 m di atas permukaan laut.

Kabupaten Asahan menempati area seluas 371.945 Ha yang terdiri dari 13 Kecamatan, 176 Desa/Kelurahan Definitif. Wilayah Kabupaten Asahan di sebelah Utara berbatasan dengan Kabupaten Batu Bara, di sebelah Selatan dengan Kabupaten Labuhan Batu dan Toba Samosir, di sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Simalungun dan di sebelah Timur berbatasan dengan Selat Malaka.

## 2.2 Iklim

Seperti umumnya daerah-daerah lainnya yang berada di kawasan Sumatera Utara, Kabupaten Asahan termasuk daerah yang beriklim tropis dan memiliki dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Musim kemarau dan musim hujan biasanya ditandai dengan sedikit banyaknya hari hujan dan volume curah hujan pada bulan terjadinya musim.

Menurut catatan Stasiun Klimatologi PTPN III Kebun Sei Dadap, pada tahun 2007 terdapat 132 hari hujan dengan volume curah hujan sebanyak 2.150 mm. Curah hujan terbesar terjadi pada bulan September yaitu 342 mm dengan hari hujan sebanyak 12 hari. Sedangkan curah hujan paling kecil terjadi pada bulan Maret sebesar 8 mm dengan hari 3 hari. Rata-rata curah hujan tahun 2007 mencapai 179,17 mm/bulan.

## 2.3 Dataran

Wilayah pesisir Asahan pada umumnya datar dengan kemiringan lereng 0 – 3%. Pada daerah berbukit di sebelah Barat Daya, umumnya merupakan wilayah bergelombang dengan kemiringan 3 – 8 %. Dataran pesisir Asahan merupakan dataran rendah dengan elevasi 0 – 200 m. Pesisir pantai terdapat di Timur Laut, sementara wilayah Barat Daya merupakan tempat titik-titik tertingginya, sehingga wilayah tersebut melereng dari Barat Daya ke Timur Laut.

Pada wilayah Kecamatan Bandar Pasir Mandoge terdapat Dk. Haboko yang merupakan pegunungan memanjang dari Selatan ke Utara yang memiliki lereng terjal, sementara di sebelah Barat Daya juga terdapat kelurusan gunung dengan arah yang sama dengan tebing terjal juga (wilayah pada Kecamatan Bandar Pasir Mandoge yang bukan merupakan pesisir Asahan). Sementara diantara pegunungan dan Dk. Haboko merupakan wilayah dataran. Hal tersebut mengindikasikan bahwa daerah tersebut mempunyai struktur lipatan dengan lapisan-lapisan batuan keras dan lunak.

Wilayah pesisir Asahan merupakan dataran yang sering mengalami banjir, baik yang disebabkan arus sungai maupun laut. Hal tersebut membentuk beberapa jenis dataran, antara lain: dataran pantai, dataran banjir, dataran rawa, dataran tanah bencah dan delta. Banjir yang sering terjadi juga menyebabkan suburnya wilayah ini karena endapan aluvial yang terbawa banjir ke dataran.

Karena itu banyak wilayah yang dimanfaatkan sebagai daerah perkebunan besar di kawasan ini.

Dataran pantai merupakan dataran yang dibentuk oleh wilayah laut yang muncul ke darat. Dataran ini membentuk pantai yang landai yang makin lama makin meninggi. Sebagian pantai merupakan rawa dan tanah bencah, karena sering terjadi pasang di wilayah tersebut yang menyebabkan tanah berair dan membentuk rawa. Dataran rawa juga terbentuk di muara-muara sungai, di daerah pertemuan sungai dan penyempitan sungai.

## 2.4 Perbukitan

Perbukitan di wilayah pesisir Asahan tidak banyak dijumpai. Daerah berbukit terdapat di bagian Barat Daya, yaitu Kecamatan Bandar Pasir Mandoge dan Kecamatan Bandar Pulau. Ketinggiannya hanya mencapai  $\pm 200$  m. Bukit tersebut memiliki lereng yang landai, kecuali Dk. Haboko yang merupakan bukit memanjang dan memiliki lereng yang terjal dengan kemiringan 30 – 50%. Secara umum bukit-bukit tidak memperlihatkan pola yang teratur, karena merupakan bukit-bukit tua yang sudah dikikis arus sungai. Kikisan arus sungai tersebut membentuk bukit-bukit kecil berlereng landai yang tidak berpola.

## 2.5 Sungai

Wilayah pesisir Asahan merupakan pesisir di laut pedalaman, berbatasan dengan Selat Malaka. Arus laut mengalir di sepanjang pantai dari Utara ke Selatan atau sebaliknya, bukan merupakan arus yang tegak lurus pantai. Karena itu, daya kikis yang dimiliki air laut tidak begitu kuat. Sementara bentuk dataran yang sangat landai dan sungai-sungai tua yang lebar menunjukkan bahwa wilayah Asahan sangat dipengaruhi oleh pengikisan dan pengendapan aliran sungai dibanding arus laut.

Pada umumnya sungai yang terdapat di wilayah pesisir Asahan mempunyai pola dendritik. Hal ini disebabkan oleh bentuk wilayahnya yang melereng dari arah Barat Daya ke Timur Laut. Sungai-sungai muda terdapat di bagian Barat Laut yang mengalir seperti cabang-cabang pohon ke induk sungainya. Induk-induk sungai tersebut mengalami proses pengikisan dan pengendapan dan beralih menjadi sungai dewasa dan tua di sebelah Timur Laut. Hampir semua induk-induk sungai tersebut mengalir ke Sungai Asahan yang merupakan sungai tua di bagian Timur Laut.

Sungai Asahan merupakan sungai terbesar di wilayah pesisir Asahan. Sungai ini memiliki meanders besar, banyak endapan di tengah sungai, hampir tanpa kecepatan, gradien kecil, dan lembah sungai yang lebar, yaitu sampai  $\pm 1$  km di daerah muaranya. Sungai ini sering mengakibatkan banjir karena mengalir di daerah datar dan memiliki banyak pertemuan dengan sungai dewasa dan sungai tua lain yang mengalir sebagai anak sungainya, sehingga membentuk delta sungai yang

merupakan dataran banjir dan rawa di wilayah pertemuan sungai tersebut dengan laut.

### III. Otorita Asahan

#### 3.1 Proyek Asahan

Proyek Asahan adalah Proyek yang mendayagunakan potensi air Sungai Asahan yang mengalir dari Danau Toba Sumatera Utara untuk pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dan Pabrik Peleburan Aluminium (PPA) dengan tujuan memajukan ekonomi regional Sumatera Utara dan Nasional.

Dasar pengembangan Proyek Asahan adalah Master Agreement antara Pemerintah RI dengan Investor Jepang yang ditandatangani tanggal 7 Juni 1975 di Tokyo, Jepang.

Potensi hidrolistrik Sungai Asahan diperkirakan lebih dari 1.000 MW. Saat ini yang telah dibangun dan dioperasikan oleh PT. Inalum adalah PLTA Asahan II (PLTA Siguragura dan PLTA Tangga) dengan kapasitas 604 MW yang digunakan untuk pasokan listrik ke PPA Kuala Tanjung dengan kapasitas produksi 225.000 ton aluminium per tahun.

PLTA Asahan I (2 X 90 MW), saat ini telah selesai dibangun oleh PT. Bajradaya Sentranusa (PT.BDSN) bekerjasama dengan China Huadian Corporation ("CHC"). Trial Operasi dilakukan pada tanggal 6 Juli 2010 dan peresmian pengoperasiannya dilakukan oleh Bapak Presiden Republik Indonesia pada tanggal 18 Januari 2011.

PLTA Asahan III (2 X 87 MW) masih dalam tahap persiapan pembangunan. Diperkirakan pembangunannya akan selesai pada tahun 2015.

PLTA Asahan IV mempunyai potensi listrik 80 MW, saat ini masih dalam tahap persiapan pembangunan.

- PLTA Asahan V mempunyai potensi listrik 18 MW, pembangunan PLTA Asahan V masih menunggu perijinan dari Bupati Asahan.

#### 3.2 Otorita Asahan

Otorita Asahan adalah Lembaga Pemerintah yang bertugas mewakili Pemerintah dan bertanggung jawab atas kelancaran pembangunan dan pengembangan Proyek Asahan. Otorita Asahan bertanggung jawab kepada Presiden melalui Badan Pembina. Badan Pembina diketuai oleh Menko Perekonomian RI dan beranggotakan: Mendagri, Menkeu, Mentamben, Menperin, Menperhub, Menteri PU, Menakertrans, Gubernur Sumatera Utara, dan ketua BKPM.

Otorita Asahan dibentuk berdasarkan Master Agreement Pasal XIX dan Keppres No.5 tanggal 22 Januari 1976.

Tugas-tugas Otorita adalah sebagai berikut :

- Memberikan fasilitas dan jaminan bagi pelaksanaan persetujuan induk secara tepat dan berhasil;

- Mengamankan kepentingan-kepentingan Pemerintah dan PERSERO Perusahaan serta Pengembangan usaha Perlistrikan dan Peleburan Aluminium;
- Mengawasi pelaksanaan Proyek sesuai dan di dalam batas-batas sebagaimana ditetapkan dalam Persetujuan Induk;
- Memelihara kerjasama dan koordinasi secara terus menerus antara pihak-pihak dalam mencapai tujuan Persetujuan Induk;
- Menjamin agar tatacara perijinan dan pemberian jasa yang diperlukan dalam pelaksanaan pembangunan Proyek Asahan dapat berjalan lancar dan tertib;
- Mengembangkan dan mengendalikan pelaksanaan pembangunan Proyek Asahan sesuai dengan rencana yang ditetapkan;
- Merencanakan dan mengendalikan pengembangan jangka panjang wilayah Proyek Asahan beserta prasarananya dalam kerjasama dengan instansi yang bersangkutan.
- Berdasarkan MOU antara PT. Inalum dengan Otorita Asahan tanggal 7 Desember 1999, Otorita Asahan ditugaskan untuk mengelola seluruh upaya pemulihan dan pelestarian lingkungan serta pemberdayaan masyarakat di sekitar Proyek Asahan dengan mengalokasikan dan memanfaatkan environmental fund.

#### 3.3 Kementerian Negara BUMN

Merupakan pemegang saham Indonesia di PT. Inalum. Saham Pemerintah RI di PT. Inalum sebesar 41,12%. Peranan Kementerian BUMN di PT. Inalum lebih difokuskan pada pembinaan aspek corporate.

#### 3.4 Nippon Asahan Aluminium

NAA adalah pemegang saham investor Jepang di PT. Inalum. Saham NAA di PT. Inalum sebesar 58,88%. NAA berkedudukan di Tokyo, Jepang.

#### 3.5 PT. Indonesia Asahan Aluminium

- PT. Inalum berstatus PMA dengan investasi pada tahun 1978 sebesar 411 Miliar Yen atau sekitar US\$2 Miliar, dengan pemegang saham adalah Pemerintah RI dan Nippon Asahan Aluminium (NAA). Sejak tahun 1987, komposisi kepemilikan saham adalah Pemerintah RI 41,12% dan NAA 58,88%.
- Beroperasi sejak tahun 1982. Fasilitas PT. Inalum terdiri dari Pabrik Peleburan Aluminium (PPA) di Kuala Tanjung, Kabupaten Batubara dengan kapasitas terpasang sebesar 225.000 ton aluminium batangan per tahun (original design) dan PLTA Asahan II (604 MW) di Paritohan, kabupaten Toba Samosir. Produksi PT. Inalum 60% diekspor ke Jepang dan 40% dipasarkan di dalam negeri. Jumlah tenaga kerja sebanyak 2.000 orang.
- Operasi PT. Inalum akan berakhir tahun 2013 dan 3 tahun sebelumnya (31 Oktober 2010)

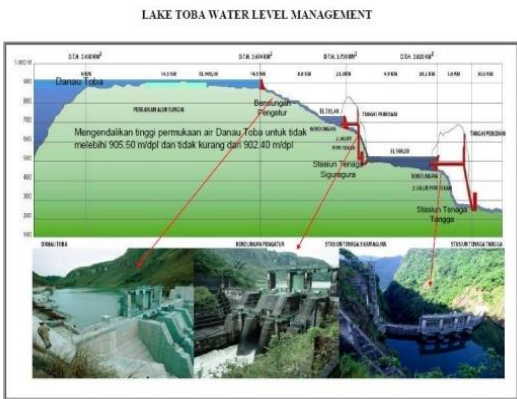
akan dimulai perundingan untuk menentukan perpanjangan atau pengakhiran kerjasama dengan pihak Jepang.



Gambar 2. Peta lokasi proyek asahan



Gambar 5. Dam Sigura-gura



Gambar 3. Lake Toba Water Level



Gambar 6. Dam Tangga



Gambar 4. Skema kelembagaan proyek Asahan

### 3.6 Program Otorita Asahan

Salah satu kunci keberhasilan Proyek Asahan adalah terjaganya daya dukung ekosistem yang menjamin tersedianya debit air yang cukup dari Sungai Asahan/Danau Toba untuk dapat menggerakkan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Asahan dan mengoperasikan Pabrik Peleburan Aluminium (PPA) di Kuala Tanjung/Batubara. Debit air Sungai Asahan sangat dipengaruhi oleh daya dukung Ekosistem Kawasan Danau Toba (EKDT) yang meliputi Daerah Tangkapan Air (DTA) Danau Toba dan Daerah Aliran Sungai (DAS) Asahan .

Secara umum Kawasan DTA Danau Toba dan DAS Asahan menghadapi tekanan dari kegiatan sosial ekonomi, industri, pertanian, pertambangan dan permukiman yang berkembang di daerah tersebut yang mengakibatkan dampak negatif terhadap kelestarian alam dan daya dukung lingkungan hidup. Oleh karena itu, upaya-upaya pengelolaan lingkungan di Kawasan DTA Danau Toba dan DAS Asahan perlu mendapat prioritas perhatian seluruh stakeholders Proyek Asahan termasuk Otorita Asahan.

Oleh karena itu, Otorita Asahan, bekerjasama dengan instansi dan lembaga terkait serta masyarakat sekitar EKDT secara sistematik dan berkesinambungan melaksanakan program-program pelestarian lingkungan dan pemberdayaan masyarakat sekitar ekosistem kawasan Danau Toba yang meliputi Kabupaten Tobasa, Samosir, Simalungun, Karo, Dairi, Tapanuli Utara, Humbang Hasundutan, Batubara, Asahan, dan Kota Tanjung Balai. Program-program meliputi Program Konservasi Lingkungan, Pemberdayaan Masyarakat, Pembangunan Infrastruktur Perdesaan, serta Pemberdayaan Pendidikan.



Gambar 7. Air Terjun Sigura-gura



Gambar 8. Aliran sungai Asahan



Gambar 9. Penebangan hutan di kawasan dan Asahan

### 3.7 Pengelolaan Kawasan Danau Toba

Hanya akan berdaya guna dan berhasil guna jika dilakukan bersama-sama serta dengan mendefinisikan dan mengintegrasikan keberadaan factor-faktor ekologi ekonomi dan sosial di wilayah para pemangku kepentingan secara ekologis bukan berdasarkan batas-batas administratif, sector, kewilayahan semata. Deklarasi dan dokumen pedoman pengelolaan Ekosistem Kawasan Danau Toba No 0401 beserta dokumen peta kerjanya dengan nomor 0402 atau sering disebut **LAKE TOBA ECOSYSTEM MANAGEMENT PLAN (LTEMP)** tersebut merupakan pedoman para pemangku kepentingan dalam melakukan pengawasan Danau Toba.

Adapun prinsip pengelolaan yang disebutkan dalam deklarasi tersebut yaitu:

1. Pemulihan (remediation) bertujuan agar keberlangsungan ekosistem dapat terjaga dengan didasarkan pada indikator ekosistem yang ditetapkan
2. Keutuhan dan keberlanjutan (integrity and Sustainability); dimaksudkan untuk mewujudkan kelestarian ekosistem yang didasarkan pada upaya menjaga keutuhan komponen ekosistem secara integral dan berkelanjutan
3. Kerangka kemitraan (partnership Framework) dimaksudkan untuk setiap kegiatan pembangunan didasarkan pada prinsip-prinsip rasa memiliki rasa tanggung jawab dan rasa ikut berpartisipasi sehingga tercipta upaya pengawasan bersama dalam menjaga kelestarian ekosistem kawasan danau toba .

Adapun sasaran manfaat dari pengelolaan ekosistem kawasan danau toba tersebut yaitu :

1. Air di ekosistem kawasan danau toba layak di pergunakan sebagai air minum
2. Danau toba memberikan akses seluas-luasnya bagi masyarakat untuk berinteraksi dengan ekosistem danau toba (rekreasi, dapat direnangi dengan aman )
3. Lahan didaerah tangkapan AIR danau toba mempunyai fungsi ekosistem yang optimal
4. Ikan dan hasil pertanian dari ekosistem kawasan danau toba layak dikonsumsi atau tidak terkontaminasi
5. Air Danau Toba dapat digunakan sebagai sumber tenaga listrik
6. Ekosistem flora dan fauna dalam keadaan sehat dan terpelihara keanekaragaman hayatinya
7. Udara di ekosistem kawasan danau toba dapat mendukung kehidupan ekosistem yang sehat

Guna memastikan arah pengelolaan kawasan danau toba yang optimal disusunlah rencana Tata Ruang Kawasan Danau Toba yang menjadi pedoman bagi para pemangku kepentingan kawasan danau toba dalam menyusun rencana tata ruang masing masing wilayah baik dalam kerangka otonomi maupun kerangka pengelolaan terintegrasi diantar para pemangku amanah hal ini sesuai dengan penetapan danau toba sebagai kawasan startegis nasional dalam peraturan pemerintah no 26 tahun 2008 tentang rencana tata ruang wilayah nasional yang berimplikasi pada

pentingnya revisi penataan ruang kawasan danau toba baik secara substansif legal maupun regulative. Seiring dengan adanya kebutuhan revisi ini para pemangku amanah sepakat untuk meng-inkorasi LTEMP dalam penyusunan Rencana tata ruang kawasan danau toba agar pengelolaan ruang dapat optimal dan berdaya guna kawasan danau toba dan kajian akademis revisi perda no 1 tahun 1990 sehingga semaksimal mungkin dapat memenuhi prinsip LTEMP hasil kajian akademis ini antara lain memberikan beberapa rekomendasi strategis pengelolaan kawasan danau toba mencakup aspek-aspek sebagai berikut:

1. Sinkronisasi program pembangunan daerah masing-masing pemangku amanah
2. Kelembagaan dan organisasi
3. menjembatani kesenjangan pengambilan keputusan terhadap masalah ekosistem
4. Perlunya penyusunan database pengelolaan ekosistem kawasan danau toba
5. Keseimbangan neraca air danau toba melalui peningkatan fungsi ekologis daerah tangkapan air
6. Pengintegrasikan Das sungai Asahan ke dalam LTEMP
7. Konservasi habitat dan keanekaragaman hayati KDT
8. Penanganan pertumbuhan dan perkembangan eceng gondok
9. Pengamanan melekat oleh masing-masing stakeholders yang mempunyai limbah

Selain itu mempertimbangkan hasil kajian akademis dan muatan LTEMP penyusunan rencana tata ruang kawasan danau toba juga perlu memperhatikan kearifan lokal yang ada berdasarkan keterangan dari ketua badan pelaksana badan koordinasi pelestarian ekosistem kawasan danau toba (BP-BKPEKDT) Edward Simanjuntak nilai kearifan lokal merupakan factor penting yang tidak boleh dikesampingkan nilai kearifan lokal di Sumatera utara "Marsiadapari" dan Manikiri Ari"

Sebagai contoh kegiatan waktu tanam telah ditentukan sehingga kesuburan tanah tetap terpelihara demikian juga pembangunan rumah warga disarankan untuk menghadap ke matahari terbit sebagai lambang kehidupan baru yang menyinari bumi. Demikian juga dengan kegiatan masyarakat seperti pembuangan limbah rumah tangga. Kawasan Danau Toba yang kemudian akan memberikan manfaat bagi kehidupan masyarakat sendiri serta mendorong pengembangan kegiatan ekonomi pengelolaan lingkungan.

#### IV. Kesimpulan

Dengan adanya pengelolaan lingkungan pada danau toba, maka aliran sungai asahan akan berjalan dengan baik sesuai dengan debit aliran yang dibutuhkan untuk pembangkit listrik dan untuk industri peleburan aluminium. Pentingnya pelestarian alam disekitar kawasan das asahan. Karena selama ini sering terjadi praktik illegal logging yang dilakukan oleh oknum yang tidak bertanggung jawab.

#### Daftar Pustaka

- [1] Anonim, 2006, *Penyusunan Pola Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Asahan*, Satuan Kerja Perencanaan Pemrograman dan Penganggaran Bidang Sumber Daya Air Departemen Pekerjaan Umum - PT. Jasapatria Gunatama, Jakarta.
- [2] Ekosistem Kawasan Nasution, Zulkifli, 2010, *Ekologi Danau Toba*, USU Press
- [3] Sosrodarsono, S., 1985, *Perbaikan dan Pengaturan sungai*, Edisi ke 1, P.T Pradnya Paramita, Jakarta.
- [4] [www.google.wikipedia](http://www.google.wikipedia), *tata ruang danau toba*.