

Evaluasi Perubahan Penggunaan Lahan Daerah Aliran Sungai (DAS) Tondano dengan Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG)

Oleh:

Joyce Christian Kumaat, S.Pi, M.Sc¹

Abstrak

Penelitian ini menyajikan perubahan bentuk penggunaan lahan di daerah tangkapan hujan Danau Tondano, dengan menggunakan data dari tahun 1990 – 2000. Analisis data perubahan lahan ini digunakan dengan alat bantu yaitu Sistem Informasi Geografis (SIG), dengan teknik *overlay*, sehingga di dapatkan perubahan yang terjadi dalam kurun waktu 10 tahun (antara tahun 1990 sampai 2000). Dari hasil kajian di dapatkan bahwa perubahan lahan yang dominan dalam selang waktu 10 tahun adalah naiknya fungsi perkebunan rakyat yaitu 3814.65 ha (17.872%) sedangkan yang mengalami penurunan adalah tegalan sebesar 3935.019 (24.353%) dan hutan belukar 2490.724 (3.295%). Yang diartikan bahwa penggunaan lahan di DAS Tondano di manfaatkan untuk lahan pertanian dan perkebunan.

Kata Kunci : Sistem Informasi Geografis, overlay, DAS, penggunaan lahan

1. Pendahuluan

Daerah Aliran Sungai merupakan ekosistem alam yang dibatasi oleh punggung bukit (igir). Dengan demikian air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir pada Sungai-Sungai yang lebih kecil menuju Sungai-Sungai yang lebih besar dan pada akhirnya bermuara ke laut atau ke Danau. Pada Daerah Aliran Sungai dikenal dua wilayah yaitu wilayah pemberi air (daerah hulu) dan wilayah penerima air (daerah hilir). Kedua daerah ini saling berhubungan dan pengaruh mempengaruhi dalam unit ekosistem Daerah Aliran Sungai (DAS). Daerah Aliran Sungai sebagai kesatuan alamiah tetap ada dan tidak dapat diabaikan dalam pengembangan sumber daya alam. Fungsi Daerah Aliran Sungai adalah sebagai areal penangkapan air (*catchment area*), penyimpan air (*water storage*) dan penyalur air (*distribution water*). Kenaikan jumlah penduduk menyebabkan semakin meningkatnya tekanan terhadap penggunaan lahan, sehingga aktivitas bercocok tanam telah berkembang luas di daerah –daerah dengan mengorbankan hutan di daerah pegunungan (Mailigrew, 1947 dalam Kumajas, 1992).

Adanya kerusakan lahan pada Daerah Aliran Sungai menyebabkan sistim penangkapan curah hujan tidak berjalan sebagaimana yang sebenarnya dan berpengaruh terhadap debit air. Di daerah Sulawesi Utara terdapat beberapa Daerah Aliran Sungai diantaranya adalah Daerah Aliran Sungai Tondano. Daerah Aliran Sungai ini meliputi Kabupaten Minahasa, Kota Manado dan bermuara ke Teluk Manado. Pada Daerah Aliran Sungai ini terdapat Danau Tondano yang merupakan hulu dari Sungai Tondano. Dalam tahun-tahun terakhir ini, Danau Tondano banyak mendapat perhatian dan sorotan dari masyarakat pemerhati lingkungan, pemerintah dan ilmuwan. Perhatian dan sorotan tersebut berpangkal dari kenyataan aktual bahwa Danau Tondano merupakan sumberdaya penting dan strategis bagi kehidupan dan perekonomian di Sulawesi Utara. Hal itu dapat di lihat dari manfaat ganda sumber bahan pangan bergizi (ikan), sumber air untuk industri air irigasi pertanian, sumber energi (PLTA) air minum (PAM) Manado media transportasi, dan pariwisata.

Menurut Zen dan Alzwar (1974), bahwa pada tahun 1934 Danau Tondano masih mempunyai kedalaman maksimum 40 m. Tahun 1974 Paling dalam 28m, sedangkan hasil pengukuran tim survey TNI AL 12 – 24 Februari 1983 paling dalam tercatat 27 m (Tamanampo, *dkk.* 1995 : 1). Selanjutnya, menurut pengukuran

¹ Staf Pengajar Jurusan Geografi, Univeritas Negeri Manado. Email : joyke.kumaat@gmail.com

Badan Pertanahan Nasional (BPN) Manado 1995, menunjukkan perbedaan yang sangat tajam antara kedalaman di bagaian utara dan selatan yang langsung berhadapan dengan persawahan Kecamatan Tondano, dan persawahan Kecamatan Kakas, Langowan dan kedalaman di sebelah barat (Remboken) dan sebelah timur (Eris) yang dilatar belakangi oleh wilayah daratan yang terjal. Kedalaman dibagian utara dan selatan jauh lebih dangkal yaitu di tepi Danau sampai kedalaman 20 m mencapai luas 2 – 2,5 km sedangkan di bagian timur dan barat Remboken dan Eris mencapai 500 – 1000 m (Sinulingga 1995 : 11).

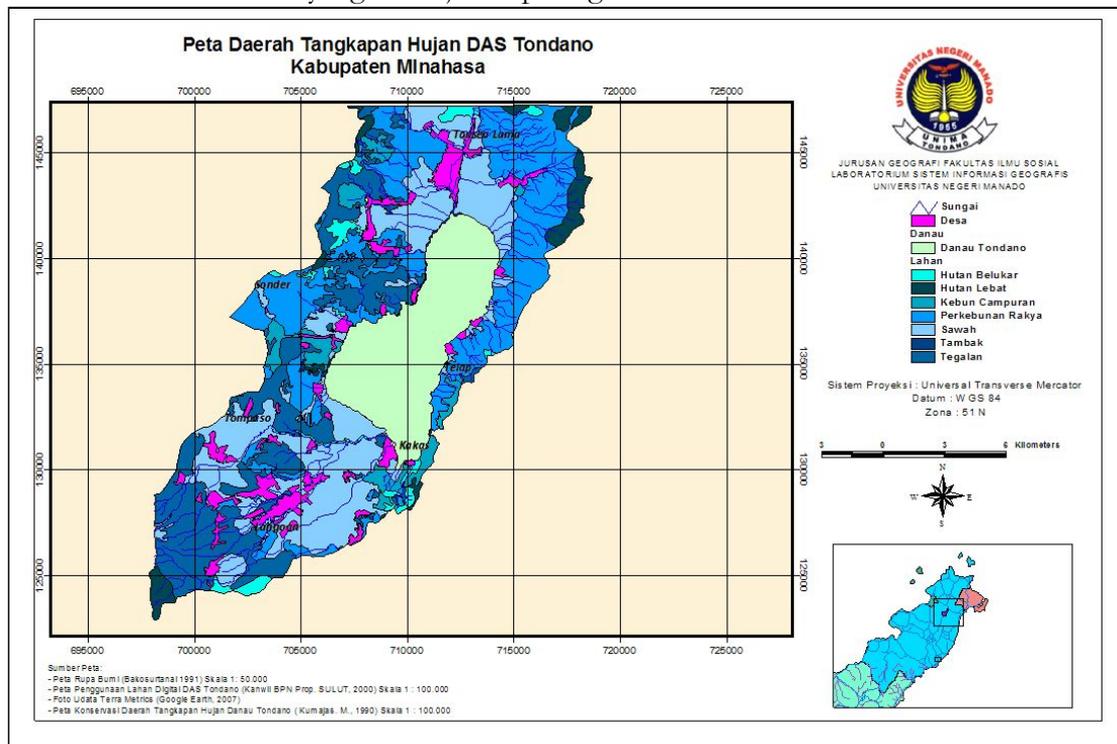
Bagian Hidrologi, Sub Dinas Pengairan (Sekarang Dinas SDA) Propinsi Sulawesi Utara mengemukakan bahwa kedalaman Danau Tondano mempunyai kecenderungan megalami pendangkalan (agradasi). Tingkat agradasi Danau Tondano rata-rata per tahun bervariasi 0,30 m (1934 – 1974), 0,11 m (1974 – 1983), 0,40 m (1983 - 1993). Fenomena ini berdampak terhadap menurunnya volume tampungan efektif Danau Tondano serta kaitannya dengan operasional PLTA Tonsea Lama, Tanggari I dan II.

Diduga, bahwa semakin dangkalnya Danau yang berpengaruh terhadap debit air disebabkan oleh penambahan penduduk yang pesat dan perubahan penggunaan lahan di sekitar DAS. Perluasan lahan pertanian ke daerah hulu akan menekan luas hutan sebagai areal penangkapan curah hujan. Semakin sempitnya hutan berdampak terhadap proses infiltrasi dan debit air Sungai Tondano. Menurut informasi, pada survey pendahuluan debit air Sungai Tondano bervariasi pada musim kemarau dan musim penghujan dimana pada musim kemarau debit turun mencapai 6 – 7 m³/detik sedangkan musim penghujan debit mencapai 20 m³/detik, menurut Makarim, 1980 dalam Kumajas, 1993 debit pada musim penghujan adalah 18 m³/detik dan musim kemarau 6 m³/detik.

2. Bahan dan Metode

2.1 Lokasi Penelitian.

Adapun lokasi penelitian diambil adalah daerah tangkapan hujan (*catchment area*) sekitar Danau Tondano yang di tunjukan pada gambar 1 berikut ini.

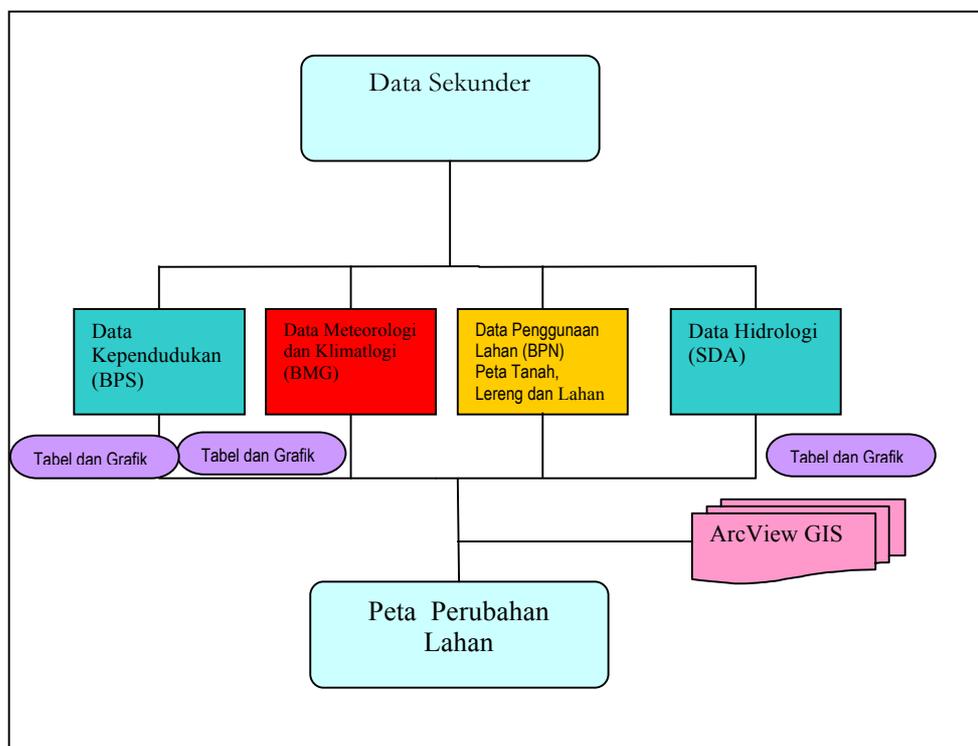


Gambar 1. Daerah Tangkapan Hujan di sekitar Danau Tondano.

2.2 Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini dimanfaatkan data-data sekunder yang tersebar di beberapa dinas/badan yang berhubungan dengan karakteristik penelitian ini. Adapun beberapa data yang dikumpulkan untuk dianalisis adalah data Klimatologi dan Meteorologi dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG, Manado), data hidrologi berupa Debit aliran air dari Dinas Sumberdaya Air, Provinsi Sulawesi Utara, data kependudukan dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sulawesi Utara, sedangkan Peta-peta yang berhubungan dengan penelitian ini seperti Peta Tanah, Lereng dan Tata guna lahan dari Badan Pertanahan Nasional (BPN) Kabupaten Minahasa, Peta Dasar dari Peta Rupa Bumi, sedangkan data Peta pendukung lainnya untuk Thn 1990 di ambil dari hasil penelitian M. Kumayas dengan berbagai macam skala. Selain itu pula, pemanfaatan foto udara diambil dari internet dengan memanfaatkan fasilitas yang disediakan oleh *GoogleEarth*.

Diagram Alir Teknik Pengumpulan data



2.3 Metode Penelitian

Metoda penelitian yang di pakai pada penelitian ini adalah pendekatan secara deskriptif. Pendekatan ini, dengan memanfaatkan data dan peta yang sudah dikumpulkan sesuai dengan tujuan untuk dianalisis. Data-data seperti kependudukan, hidrologi dan meteorologi/klimatologi ditabulasikan dalam bentuk basis data, kemudian dideskripsikan. Adapun alat bantu yang digunakan adalah perangkat lunak *Microsoft Excel*. Selanjutnya, di dalam analisis keruangan (*Spatial Analysis*), peta-peta yang tersedia seperti peta lereng, peta tanah dan peta lahan di digitasi kembali dengan memanfaatkan perangkat lunak *Arcview versi 3.3*. Setelah dilakukan pendigitasian, selanjutnya dilakukan analisis spasial dengan metode tumpang tindih (*overlay*). Maksud dari metoda *overlay* ini adalah untuk mendapatkan unit-unit lahan yang nantinya bisa didefinisikan setiap satuan lahan yang di temukan. Satuan-satuan lahan inilah yang nantinya dilihat perubahan yang terjadi dalam kurun 10 tahun (1990 – 2000).

3. Hasil dan Pembahasan

Adapun hasil perhitungan lahan dan penggunaan lahan peta Tahun 1990 dan Peta Tahun 2000 di dapatkan 8 (delapan) unit lahan. Selanjutnya, peta yang sudah di digitasi dibandingkan dengan menggunakan perangkat lunak **ArcView GIS** dengan metode tumpang tindih di dapatkankan hasil perubahan.

3.1 Perubahan Penggunaan Lahan

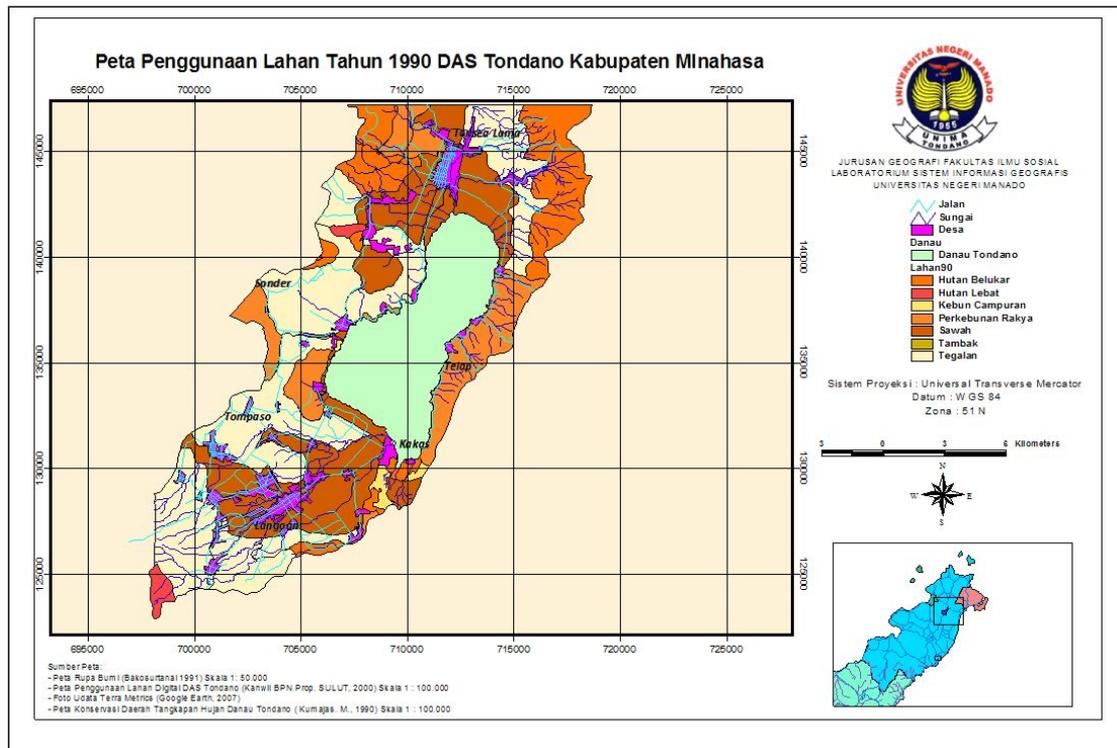
3.1.1 Luas penggunaan lahan tahun 1990

Tabel 1. Penggunaan Lahan tahun 1990.

| No | Penggunaan Lahan | Luas (Ha) | Persen (%) |
|-----|-------------------|-----------------|----------------|
| 01 | Sawah | 6511.313 | 28.83% |
| 02. | Tegalan | 9264.208 | 41.02% |
| 03 | Hutan Belukar | 3211.801 | 14.22% |
| 04 | Hutan Lebat | 273.207 | 1.21% |
| 05 | Perkebunan Rakyat | 3094.005 | 13.70% |
| 06 | Kebun Campuran | 201.249 | 0.89% |
| 07. | Tambak | 30.103 | 0.13% |
| 08 | Pemukiman | 2425 | 9.70% |
| 09 | <i>Jumlah</i> | <i>25010.89</i> | <i>100.00%</i> |

Sumber : Hasil perhitungan pada peta penggunaan lahan BPN 1990 (Kumajas 1992 : 112)

Dari hasil perhitungan luas areal masing-masing lahan dengan menggunakan peta dasar yang tersedia di ambil dari peta yang di produksi oleh M. Kumajas (1992), teridentifikasi ada 8 (delapan) penggunaan lahan disekitar daerah tangkapan hujan DAS Tondano. Adapun ke delapan penggunaan lahan tersebut seperti yang di tunjukkan pada tabel 4.10 dan grafik secara berurutan adalah: Sawah luas 6511.313 ha (28.83%), Tegalan luas 9264.208 ha (41.02%), Hutan Belukar luas 3211.801 ha (14.22%), Hutan Lebat luas 273.207 ha (1.21%), Perkebunan Rakyat luas 3094.005 ha (13.70%), Kebun Campuran luas 201.249 (0.89%), Tambak luas 30.103 (0.13%) dan pemukiman luas 2425 ha (9.70%).



Gambar 2. Peta Penggunaan Lahan (landuse) 1990 daerah tangkapan hujan DAS Tondano, Kabupaten Minahasa

Dari hasil digitasi peta yang ada terlihat adalah prosentasi tertinggi pada tahun 1990 adalah tegalan sebesar 41,02 % dan yang terendah adalah tambak sebesar 0.13%.

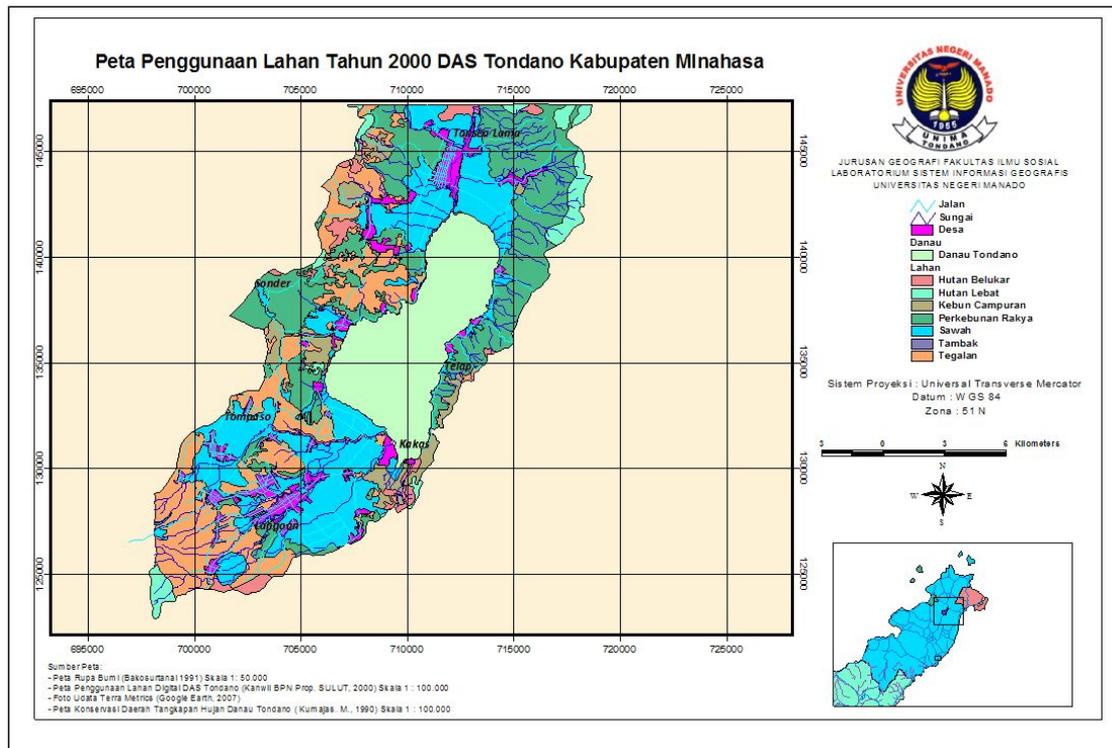
3.1.2. Luas penggunaan lahan tahun 2000

Tabel 2. Penggunaan Lahan pada tahun 2000.

| No | Penggunaan Lahan | Luas (Ha) | Persen(%) |
|----|-------------------|-----------------|----------------|
| 01 | Sawah | 6822.274 | 28.97% |
| 02 | Tegalan | 5329.189 | 22.63% |
| 03 | Hutan Belukar | 721.077 | 3.06% |
| 04 | Hutan Lebat | 905.466 | 3.84% |
| 05 | Perkebunan Rakyat | 6908.658 | 29.34% |
| 06 | Kebun Campuran | 1147.999 | 4.87% |
| 07 | Tambak | 48.699 | 0.21% |
| 08 | Pemukiman | 1667 | 7.08% |
| | <i>Jumlah</i> | <i>23550.36</i> | <i>100.00%</i> |

Sumber : dihitung dari Peta Penggunaan lahan (BPN thn 2000)

Penggunaan lahan pada *catchment area* Danau Tondano tahun 2000 sebagai berikut : hutan 905.466 ha atau (3.84%), belukar 721.077 ha atau (3.06%), tegalan 5329.189 ha atau (22.63%), pemukiman 1667 ha atau (7.08%), sawah 6822.274 ha (28.97%), tambak 48.699 ha atau (0.21%), perkebunan 6908.658 ha atau (29.34%).



Gambar 3. Peta Penggunaan Lahan (landuse) 2000 daerah tangkapan hujan DAS Tondano, Kabupaten Minahasa

3.3.3 Perubahan penggunaan lahan antara Tahun 1990 dan Tahun 2000

Tabel 3. Perbandingan Perubahan Penggunaan Lahan Periode 1990 dan tahun 2000

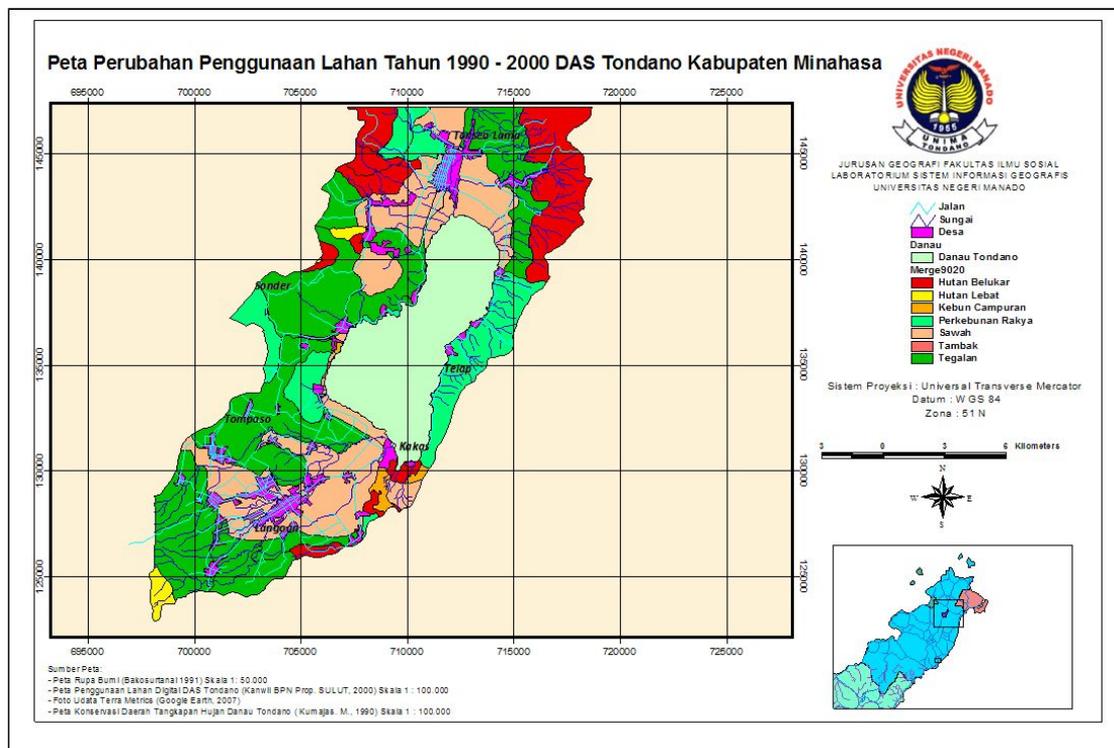
| Kode Lahan | Penggunaan Lahan | Hektar2000 | Hektar90 | selisih | Hektar2000 | Hektar90 | Selisih | |
|------------|-------------------|------------|-----------|----------|------------|----------|----------|---|
| 1 | Sawah | 6822.274 | 6511.313 | -310.961 | 31.176% | 28.829% | 2.346% | + |
| 2 | Tegalan | 5329.189 | 9264.208 | 3935.019 | 24.353% | 41.018% | -16.665% | - |
| 3 | Hutan Belukar | 721.077 | 3211.801 | 2490.724 | 3.295% | 14.220% | -10.925% | - |
| 4 | Hutan Lebat | 905.466 | 273.207 | -632.259 | 4.138% | 1.210% | 2.928% | + |
| 5 | Perkebunan Rakyat | 6908.658 | 3094.005 | -3814.65 | 31.570% | 13.699% | 17.872% | + |
| 6 | Kebun Campuran | 1147.999 | 201.249 | -946.75 | 5.246% | 0.891% | 4.355% | + |
| 7 | Tambak | 48.699 | 30.103 | -18.596 | 0.223% | 0.133% | 0.089% | + |
| | | 21883.362 | 22585.886 | | 100.000% | 100.000% | 0.000% | + |

Sumber - Kumajas 1992

- BPN tahun 2000.

Dari data-data dalam tabel di atas dapat dilihat bahwa perubahan penggunaan lahan pada periode 1990 dan 2000 sebagai berikut, lahan hutan mengalami pertambahan luas lahan sebesar 632.256 ha, belukar berkurang 2490.724 ha, alang-alang pada tahun 2000 tidak nampak Tegalan berkurang 3935.019 ha, pemukiman berkurang 758 ha, sawah bertambah 310.961 ha perkebunan bertambah 3814.65 ha, tambak bertambah 18.596 ha. Sedangkan, total penggunaan lahan yang di dapatkan mengalami perbedaan yaitu lahan tahun 1990 yaitu sebesar 22585.886 ha sedangkan untuk tahun 2000 yaitu sebesar 21883.362 ha. Jadi ada selisih sebesar 702.524 ha, dimana terjadinya perbedaan nilai di akibatkan karena, peta yang di pakai pada saat melakukan digitasi ada dua peta yang mempunyai penetapan angka-angka koordinat yang berbeda. Perbedaan jenis peta ini yang pertama di keluarkan oleh M. Kumayas pada tahun 1990 menggunakan koordinat geografis, dengan dengan analisis lahan berbeda dengan yang dilakukan oleh BPN pada

tahun 2000. standart peta yang di keluarkan pada tahun 1990 lebih didasarkan hasil identifikasi lapangan dengan memanfaatkan peta rupa bumi yang di keluarkan oleh Bakosurtanal. Sedangkan satandard peta yang di pakai oleh BPN pada tahun 2000 adalah merupakan hasil interpretasi citra satelit LANDSAT TM, sehingga pada saat melakukan overlay terjadi sedikit perubahan mendasar dari kedua peta tersebut. Perubahan ini dilakukan karena penulis mengalami beberapa kendala seperti pendefinisian penggunaan lahan, jenis tanah dan kemiringan lereng. Oleh karena itu, perangkat lunak Arcview ini sangat membantu di dalam menghitung luas serta mendefinisikan kembali perubahan-perubahan yang mendasar dari kedua peta tersebut, dengan tidak menghilangkan arti penting dari kedua peta yang dikeluarkan terlebih dahulu. Dari analisis inilah didapatkan peta yang baru yaitu perubahan penggunaan lahan selama 10 tahun, dimana dari total hitungan luasan areal mengalami penambahan lahan seluas 702.524 ha. Yang di artikan bahwa lahan tersebut bukan berkurang secara fisik akan tetapi perubahan yang terjadi oleh karena adanya perbedaan definisi peta yaitu koordinat peta dan jenis peta yang dipakai. Akan tetapi, luas daerah tangkapan air (*catchment area*) di DAS Tondano adalah sama yaitu sebesar 27292.718 ha.



Gambar 4. Peta Penggunaan Lahan (landuse) 1990 - 2000 daerah tangkapan hujan DAS Tondano, Kabupaten Minahasa

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan di lapangan, interpretasi data sekunder, dan studi kepustakaan maka hasil penelitian ini disimpulkan sebagai berikut :

- a) Perubahan fluktuasi debit air sungai Tondano sesuai hasil penelitian menunjukkan bahwa pada *catchment area* danau Tondano terjadi perluasan lahan persawahan, hutan lebat, perkebunan, dan kebun campuran yang mempengaruhi debit air sungai Tondano.

- b) Perubahan lahan yang dominan dalam selang waktu 10 tahun adalah naiknya fungsi perkebunan rakyat yaitu 3814.65 ha (17.872%) sedangkan yang mengalami penurunan adalah tegalan sebesar 3935.019 (24.353%) dan hutan belukar 2490.724 (3.295%).
- c) Pengaruh debit air terhadap perubahan lahan diakibatkan adanya fluktuasi curah hujan yang terjadi pada saat musim penghujan yaitu bulan Agustus- Desember dan bulan kering pada bulan Januari - Juli.

4.2 Saran

Dengan dasar hasil penelitian yang di peroleh maka beberapa saran dapat di kemukakan sebagai-berikut :

- a) Pentingnya upaya peningkatan konservasi air melalui perlakuan konservasi lahan dan mengelola dengan karakteristik lahan / kelas lereng.
- b) Perlu diberikan pemahaman melalui survey sistem pertanian masyarakat lokal, kajian cepat (*rapid assesment*) lingkungan di Daerah Tangkapan Air (*catchment area*) Danau Tondano.
- c) Kampanye konservasi air dan hutan antara lain melalui penanaman dan pemeliharaan pohon.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. 1996. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktis* PT Rineka Cipta Jakarta.
- Arismunandar. A. 1982, *Teknik Tenaga Listrik*. PT. Pradnya Paramita Jakarta.
- Asdak. C. 1985 . *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajahmada University Press, Yogyakarta
- Dandekar. N. Dkk. 199, *Pembangkit Listrik Tenaga Air*. Universitas Indonesia Jakarta
- Jica 2002, *Pengendalian Daya Rusak Air di Kota Manado*, Sumber Daya Air Sub Dinas Hidrologi Sulawesi Utara.
- Kiersch B. 2000. Land Use Impact on Water Resources: A Literature Review. Land and Water Development Division FAO Rome, Rome
- Kumajas.M, 1992, *Kajian Morfokonservasi Daerah tangkapan hujan Danau Tondano*,UGM Yogyakarta.
- Notohadiprawiro, T. 2006. Kemampuan dan Kesesuaian Lahan: Pengertian dan Penetapannya. Lokakarya Neraca Sumberdaya Alam Nasional. Repro. Universitas Gajah Mada.
- Maliangkay, D. 1997. *Kajian Air Tanah Untuk Kebutuhan Air Irigasi Sawah Pada Sub Das Noongan Dan Panasen Kabupaten Minahasa Sulawesi Utara*. Thesis. Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta
- Linsley. R. 1989, *Teknik Sumberdaya Air* . Erlangga Jakarta
- Rahim E.2000, *Pengendalian Erosi Tanah* .Bumi Aksara
- Sinulingga . S. U. 1996. Pengelolaan Terpadu Dalam Pembangunan Eatchment Area DAS Tondano dan lokakarya jurusan geografi FPIPS IKIP Manado di Tondano BPN Sulawesi
- Sugandhy, A. 1999. Penataan Ruang dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Terok F 1998, Hutan dan Debit pada Sub DAS Konarom Tomposo.Skripsi.Unima Manado.