

**ARAHAN PENGGUNAAN LAHAN BERDASARKAN  
PERHITUNGAN CURAH HUJAN DAN FLUKTUASI DEBIT AIR  
PADA DAS WAE BATU GAJAH KOTA AMBON DALAM KURUN WAKTU EMPAT TAHUN  
(2010-2013)**

Baltazar Z. Erbabley

*Program Studi Kehutanan, Universitas Hein Namotemo*

*Jln. Kawasan Pemerintahan Kompleks Vak 1 Tobelo, Halmahera Utara, Kode Pos 97762*

*E-mail: [erbabley.get@gmail.com](mailto:erbabley.get@gmail.com)*

**ABSTRAK**

DAS adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air. Kebutuhan lahan ikut mempengaruhi kondisi buruk DAS Wae Batu Gajah karena mendesak dan mengurangi lahan-lahan bervegetasi yang ada. Penelitian ini bertujuan untuk menyusun arahan penggunaan lahan yang sesuai berdasarkan perhitungan besarnya curah hujan dan fluktuasi debit air DAS wae batu Gajah selama kurun waktu empat tahun (2010-2013). Metode penelitian menggunakan metode digitasi on screen untuk menjawab tujuan pertama, analisis regresi linear sederhana untuk menjawab tujuan kedua. Arahan penggunaan lahan pada DAS Wae Batu Gajah berdasarkan perhitungan curah hujan dan fluktuasi debit air yang disesuaikan dengan karakteristik DAS Wae Batu Gajah Kota Ambon menggunakan Peraturan Pemerintah Nomor 44 tahun 2004 tentang Perencanaan Kehutanan. Data yang dikumpulkan berupa data primer dari hasil survey lapangan, dan data sekunder dari instansi terkait yang menunjang penelitian ini.

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan regresi linear sederhana, hubungan antara curah hujan (X) terhadap debit air (Y) pada tahun 2010, 2011, 2012 dan 2013 didapati persamaan  $Y = 0.320917839 + 0.250668724X$  dengan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) = 0.679 dan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) = 0.461 yang berarti 46.10 persen perubahan debit air pada tahun 2010-2013 dipengaruhi oleh curah hujan.

**Kata kunci :** arahan penggunaan lahan, curah hujan, fluktuasi debit air.

**ABSTRACT**

*Watershed is an area of land which is a unity with the river and its tributaries. The function are collecting, storing and draining water. Land requirements influence the poor condition of Wae Batu Gajah watershed for urgent and reducing the vegetated lands. This study aims to formulate land use appropriate referrals based on the calculation of the amount of rainfall and water discharge fluctuations Wae Batu Gajah watershed during a period of four years (2010-2013). The research method using digitized on screen to answer the first goal, a simple linear regression analysis to answer the second goal. The guideline for the land use in Wae Batu Gajah watershed based on calculation rainfall and water flow fluctuations that are tailored to the characteristics of Wae Batu Gajah watershed Ambon used a Government Regulation Number 44 in 2004 concerning Forestry Planning. Data collected in the form of primary data from field surveys, and secondary data from relevant agencies that support this research.*

*Based on calculations using simple linear regression, ties between rainfall (X) of the water discharge (Y) in 2010, 2011, 2012 and 2013 found the equation  $Y = 0.320917839 + 0.250668724 X$  with a correlation coefficient ( $r$ ) = 0.679 and the coefficient determination ( $R^2$ ) = 0.461 which means 46.10 percent change in water flow in 2010-2013 was influenced by rainfall.*

**Keywords :** watershed, rainfall, water flow fluctuations

**1. PENDAHULUAN**

Daerah Aliran sungai (DAS) adalah suatu ekosistem yang memiliki peranan penting dalam pengelolaan sumber daya air. Peraturan Pemerintah Nomor 37; Tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai disebutkan bahwa DAS adalah suatu

wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah

perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Asdak (2010), mengemukakan bahwa Hidrologi DAS adalah cabang ilmu hidrologi yang mempengaruhi pengelolaan vegetasi dan lahan di daerah tangkapan air bagian hulu (*upper catchment*) terhadap daur air, termasuk pengaruhnya terhadap erosi, kualitas air, banjir dan iklim di daerah hulu dan hilir.

Daerah Aliran Sungai (DAS) Wae Batu Gajah adalah salah satu DAS yang termasuk dalam kelompok DAS kritis di Kota Ambon (BPS Kota Ambon, 2013). Hal ini menunjukkan bahwa DAS tersebut memiliki kondisi yang buruk, yang salah satu indikator hidrologinya adalah koefisien rejim sungai (KRS). Semakin kecil koefisien ini berarti kondisi hidrologi suatu DAS makin baik (Asdak, 1995). Kondisi DAS Wae Batu Gajah yang buruk tersebut dipengaruhi oleh besarnya jumlah penduduk pada sekitar DAS. Jumlah penduduk di DAS tersebut meningkat setiap tahun dan cenderung terus meningkat, pada tahun 2009 sampai dengan tahun 2012 terjadi peningkatan penduduk sebesar 5,21% (Kecamatan Sirimau dalam Angka, 2012).

Putuhena (2013), penutupan lahan di Kota Ambon sekarang didominasi oleh permukiman penduduk dan infrastruktur pendukung lainnya seperti jalan, sarana ibadah, sekolah dan lain sebagainya. Kondisi ini disebabkan oleh peningkatan jumlah penduduk. Keadaan ini mendorong rusaknya sistem hidrologi DAS, dan berakibat pada meluasnya lahan kritis, erosi dan sedimentasi, serta banjir di musim hujan dan kekeringan di musim kemarau. Dampak lingkungan berupa erosi dan sedimentasi dapat diperbaiki melalui pola perbaikan penggunaan lahan dan penerapan usaha konservasi tanah dan air (Sihite, 2005).

Hulu DAS Wae Batu Gajah sebagai area penyangga dan pelindung DAS sangat terpengaruh dengan perubahan lahan tersebut. Dengan tingkat pertumbuhan penduduk yang menurut BPS Kota Ambon Tahun 2009 mencapai rata-rata sebesar 4,18% per tahun pada periode 2001-2009 sehingga tekanan terhadap lahan di masa datang akan semakin tinggi dan akan sangat berpengaruh terhadap fungsi penyangga dan pelindung dari DAS Wae Batu Gajah. Gangguan terhadap fungsi penyangga dan pelindung ini akan memperburuk kondisi DAS Wae Batu Gajah dan dapat meningkatkan intensitas kejadian banjir dan kekeringan di Kota Ambon.

## **2. Sumberdaya Air**

Air adalah sumberdaya yang sangat vital bagi kelangsungan hidup dan kehidupan manusia. Namun, dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk, maka air suatu saat mungkin tidak akan mencukupi kebutuhan seluruh umat manusia apabila tidak diupayakan cara-cara untuk melestarikannya. Para ahli memprediksi bahwa menjelang tahun 2025 sekitar

dua pertiga penduduk dunia akan kekurangan air. Keikutsertaan dari semua pihak dan masyarakat umum sangat penting untuk implementasi dan kesuksesan rencana pengelolaan DAS, dimana efisiensi dan efektifitas bergantung pada aksi persetujuan bersama (Kodoatie dan Sjarief, 2008).

Undang-Undang No 7 tahun 2004 mendefinisikan Sumberdaya Air adalah air, sumber air, dan daya air yang terkandung di dalamnya. Air adalah semua air yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat. Sumber air adalah tempat atau wadah air alami dan/atau buatan yang terdapat pada, di atas, atau pun di bawah permukaan tanah. Pengelolaan sumber daya air adalah upaya merencanakan, melaksanakan, memantau, dan mengevaluasi penyelenggaraan konservasi sumber daya air, pendayagunaan sumber daya air, dan pengendalian daya rusak air.

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Dalam siklus hidrologi, air juga mempunyai peran sebagai salah satu mata rantai yang berfungsi sebagai waduk sehingga kesinambungan air tetap terjaga (Notodarmojo, 2004 dalam Jacob, 2009).

Dalam kehidupan awal manusia hubungan antara air dengan pangan dilakukan melalui proses pemberian air untuk tanaman atau lebih dikenal sebagai proses irigasi. Sistem irigasi dibangun manusia karena menyadari bahwa untuk dapat menjamin diperolehnya keberhasilan panen dan produksi yang lebih tinggi, maka kebutuhan air tanaman tidak dapat sepenuhnya tergantung lagi dari hujan atau bentuk-bentuk presipitasi alami lainnya (Sutawan, 2001).

Masalah-masalah ini tentunya menuntut adanya opsi kebijakan yang tepat sehingga pemanfaatan sumberdaya air bisa berkelanjutan.

### **2.1. Penggunaan Lahan**

Menurut Pentury (2012), gangguan terhadap hutan dapat disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor alam dan faktor manusia. Gangguan yang disebabkan oleh alam meliputi kebakaran hutan akibat kemarau, letusan gunung berapi, gempa bumi, tanah longsor, banjir, dan erosi akibat hujan deras yang lama. Sementara gangguan dari manusia berupa penebangan secara liar, penyerobotan lahan, kebakaran dan pembangunan sarana dan prasarana wilayah.

Jacob (2009), mengemukakan bahwa perubahan penggunaan lahan suatu wilayah dapat berdampak positif dan juga negatif terhadap ketersediaan dan kualitas sumber daya alam. Sulit untuk membuat suatu pernyataan universal mengenai dampak penggunaan lahan terhadap sumber daya air untuk beberapa alasan. Dampak penggunaan lahan terhadap

sumber daya air bergantung pada faktor biofisik lahan (iklim, topografi, dan tanah) dan faktor sosial ekonomi termasuk kesadaran dan kemampuan ekonomi (*economic ability and awareness*) dari petani, praktek pengelolaan, dan membangun infrastruktur misalnya jalan. Kemudian dampak dari penggunaan lahan pertanian mungkin sulit untuk diprediksi apakah akibat faktor alam atau pengaruh manusia, seperti degradasi lahan yang berdampak pada sumber daya air (air permukaan dan air tanah).

Dampak dari praktek penggunaan lahan terhadap regim hidrologi adalah terhadap sumber daya air permukaan dan air tanah (Kiersch, 2000 dalam Jacob, 2009). Dampak terhadap air permukaan dibedakan atas: i) dampak terhadap semua "*water availability*" atau "*mean annual runoff*"; dan ii) berdampak terhadap "*the seasonal distribution of availability*" yang berpengaruh penting terhadap puncak aliran dan aliran pada musim kemarau. Sebaliknya pengaruh terhadap air tanah ialah pengisian air tanah (*ground water recharge*).

Dampak penggunaan lahan terhadap *mean runoff* merupakan fungsi dari beberapa variabel dan yang terpenting adalah evapotranspirasi, kapasitas infiltrasi dan kemampuan dari tanaman penutup lahan untuk mengintersepsi air. Perubahan tutupan lahan (*landcover*) dari evapotranspirasi rendah ke tinggi akan menurunkan aliran sungai tahunan.

Perubahan dari tanaman yang mempunyai evapotranspirasi tinggi ke tanaman yang mempunyai evapotranspirasi yang rendah akan meningkatkan *mean surface runoff* artinya mengurangi tutupan hutan meningkatkan *water yield* (Bosch dan Hewlett, 1982; Calder, 1992 dalam Jacob, 2009). Pengisian air tanah dapat meningkat atau berkurang sebagai hasil dari perubahan penggunaan lahan dikendalikan oleh evapotranspirasi dari tanaman penutup lahan dan kapasitas infiltrasi tanah.

Asdak (1995) mengemukakan, bahwa kegiatan yang bersifat mengubah tipe maupun jenis penggunaan lahan dapat memperbesar atau memperkecil hasil air (*water yield*). Perubahan penggunaan lahan dengan memperluas permukaan kedap air, menyebabkan berkurangnya infiltrasi, menurunkan pengisian air bawah tanah (*recharge*) dan meningkatkan aliran permukaan (Pawitan, 2002 dalam Jacob, 2009). Penurunan muka air tanah secara langsung mempengaruhi penurunan debit. Sebaliknya peningkatan *runoff* secara langsung mempengaruhi peningkatan debit.

### 2.1.1. Indikator Pengelolaan DAS

Secara umum pengelolaan sumberdaya alam yang berkelanjutan paling sedikit harus memenuhi indikator lestari dan berkelanjutan dibawah ini (PP No 37 Tahun 2012), yaitu:

1. Optimalisasi penggunaan lahan sesuai fungsi daya dukung wilayah.
2. Penerapan teknik konservasi tanah dan air dilakukan dalam rangka pemeliharaan kelangsungan daerah tangkapan air.
3. Pengelolaan vegetasi dilakukan dalam rangka pelestarian keanekaragaman hayati.
4. Peningkatan kepedulian dan peran serta instansi terkait dalam pengelolaan DAS.
5. Pengembangan kelembagaan DAS untuk meningkatkan koordinasi.

Menurut Putuhena (2013), pada pengelolaan DAS indikator paling memungkinkan adalah melihat kondisi tata airnya. Yang dimaksud indikator kondisi tata air yang meliputi:

1. Indikator kuantitas air. Kondisi kuantitas air ini sangat berkaitan dengan kondisi tutupan vegetasi lahan di DAS yang bersangkutan. Bila tutupan vegetasi lahan DAS yang bersangkutan berkurang dapat dipastikan perubahan kuantitas air akan terjadi. Sehingga setiap pelaksanaan kegiatan yang bermaksud mengurangi tutupan lahan pada suatu tempat maka harus diiringi dengan usaha konservasi. Indikator ini dapat dilihat dari besarnya air limpasan permukaan maupun debit air sungai.
2. Indikator kualitas air. Kondisi kualitas air disamping dipengaruhi oleh tutupan vegetasi lahan seperti pada kondisi kuantitas, tetapi juga dipengaruhi oleh buangan domestik, buangan industri, pengolahan lahan, pola tanam, dll. Dengan demikian bila sistem pengelolaan limbah, pengolahan lahan, dan pola tanam dapat dengan mudah diketahui kejanggalannya dengan melihat indikator kualitas air. Kualitas air ini dapat dilihat dari kondisi kualitas air limpasan, air sungai ataupun air sumur.
3. Indikator perbandingan debit maksimum dan minimum. Yang dimaksud disini adalah perbandingan antara debit puncak maksimum dengan debit puncak minimum sungai utama (di titik outlet DAS). Indikator ini mengisyaratkan kemampuan lahan untuk menyimpan. Bila kemampuan menyimpan air dari suatu daerah masih bagus maka fluktuasi debit air pada musim hujan dan kemarau adalah kecil. Kemampuan menyimpan air ini sangat bergantung pada kondisi permukaan lahan seperti kondisi vegetasi, tanah, dll
4. Indikator muka air tanah. Indikator ini dapat dilihat dari ketinggian muka air tanah di suatu lahan. Indikator muka air tanah ini mengisyaratkan besarnya air masukan ke dalam tanah dikurangi dengan pemanfaatan air tanah. Yang mempengaruhi besarnya air masuk kedalam tanah adalah vegetasi, kelerengan, kondisi tanahnya sendiri, dll. Ketinggian muka air tanah ini dapat dilihat dari ketinggian muka air tanah dalam (*aquifer*) ataupun ketinggian air tanah dangkal (*non-aquifer*).

Indikator curah hujan. Besarnya curah hujan suatu tempat sangat dipengaruhi oleh kondisi klimatologi daerah sekitarnya, sedangkan kondisi klimatologi ini dipengaruhi perubahan tutupan lahan, ataupun aktifitas lainnya. Sehingga bila terjadi perubahan secara besar pada tutupan lahan maka akan mempengaruhi klimatologi dan juga curah hujan yang terjadi.

### 3. METODE PENELITIAN (Jika merupakan Hasil Penelitian)

#### 3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian lapangan secara fisik dilakukan di DAS Wae Batu Gajah, Kota Ambon. Dalam penelitian ini batasan yang digunakan hanya pada kondisi ekologi DAS tidak termasuk kelembagaan dan sosial ekonomi masyarakat. Luas DAS Wae Batu Gajah adalah 549.55 ha, dan waktu penelitian dimulai pada bulan Maret-Juni 2014.

#### 3.2. Pengumpulan Data

##### 3.2.1. Data Primer

Pengumpulan data dibedakan atas data biofisik (tanah, geologi, hidrologi, penutupan lahan) dan data sosial ekonomi masyarakat di wilayah DAS Wae Batu Gajah, Kecamatan Sirimau Kota Ambon. Data debit sungai sesaat DAS Wae Batu Gajah sebagai sampel.

Penutupan lahan DAS sifat tanah dan geologi (bahan induk) diamati di lapangan dan di plot ke dalam peta kerja saat survey lapangan berlangsung. Pengamatan sifat-sifat tanah (warna, tekstur, struktur, porositas, kedalaman tanah) dilakukan melalui boring dan profil tanah, sedangkan data geologi peroleh dengan cara pengamatan, pengambilan sampel dan analisis sampel sesuai kebutuhan berupa formasi batuan dan jenis batuan.

Tabel 1. Jenis Data dan Sumber Data Primer

No.	Jenis Data	Sumber Data
1.	Biofisik (stuktur dan tekstur tanah)	BPN Kota Ambon, PU Provinsi Maluku, Tahun 2012.
2.	Tutupan lahan	Citra Landsat 7, Tahun 2008
3.	Sosial ekonomi masyarakat	BPS Kota Ambon, Tahun 2009, 2010, 2012, 2013.
4.	Data debit sungai	PU Prov. dan Balai SDA Maluku, Tahun 2009, 2010, 2012, 2013.

##### 3.2.2. Data Sekunder

Data sekunder terdiri atas kondisi umum lingkungan, data iklim diperoleh dari stasiun BMKG

Karang Panjang Ambon karena merupakan stasiun terdekat, data citra satelit Pulau Ambon dari LAPAN, dan peta penutupan lahan Pulau Ambon dari BPKH Wilayah IX Ambon, data hidrologi sungai yang menyangkut pengukuran tinggi muka air dan debit DAS Wae Batu Gajah, data administrasi Kota Ambon dari Badan Pusat Statistik Kota Ambon serta Regulasi dan Undang-undang dari instansi terkait.

Data yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah:

- Debit sungai Wae Batu Gajah Tahun 2010-2012 dari Balai Wilayah Sungai Provinsi Maluku.
- Data Klimatologi dari Stasiun BMKG Bandara Pattimura Lahan Ambon
- Data global Digital Elevation Model (DEM) untuk wilayah Pulau Ambon dengan resolusi 30x30m.
- Data global dari Landcover diunduh dari (<http://waterbase.org>) skala 1:250.000, tanah skala 1:250.000 dan data iklim global
- Peta Tanah DAS Wae Batu Gajah Kota Ambon
- Peta Geologi dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Lembar 2612-2613 Ambon skala 1:250.000.
- Administrasi Kota Ambon dari instansi terkait.

#### 3.2. Analisis Penggunaan Lahan

Interpretasi data secara visual ialah dengan menganalisis warna, bentuk, ukuran, tekstur dan pola. Analisis deskriptif digunakan untuk menjelaskan fenomena-fenomena bersifat kualitatif, berkaitan dengan interpretasi data citra satelit tingkat perubahan dan penyimpangan pemanfaatan lahan sebagai akibat dari upaya pertumbuhan wilayah yang sebelumnya sudah dilakukan *ground check* terlebih dahulu. Perubahan yang terjadi selama kurun waktu tertentu selanjutnya akan dibuat dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan dalam melihat perubahan penggunaan lahan yang terjadi.

Pengenalan obyek secara visual merupakan bagian dalam interpretasi citra. Untuk itu identitas dan jenis obyek pada citra sangat diperlukan dalam analisis. Karakteristik obyek pada citra dapat digunakan untuk mengenali obyek melalui unsur interpretasi. Unsur interpretasi yang dimaksud adalah:

- a) Ukuran merupakan cerminan penyajian luas daerah yang ditempati oleh kelompok individu;
- b) Rona merupakan tingkat/gradasi keabuan yang teramati pada citra penginderaan jauh yang dipresentasikan secara hitam-putih;
- c) Warna merupakan wujud yang tampak mata. Dibandingkan dengan rona, perbedaan warna lebih mudah dikenali oleh penafsir dalam mengenali obyek secara visual;
- d) Tekstur merupakan frekuensi perubahan rona dalam citra. Tekstur dihasilkan oleh kelompok unit kenampakan yang kecil, tekstur sering dinyatakan

- kasar, halus, ataupun belang-belang (Contoh hutan primer bertekstur kasar, hutan tanaman bertekstur sedang, tanaman padi bertekstur halus);
- e) Pola atau susunan keruangan merupakan ciri yang yang menandai bagi banyak obyek bentukan manusia dan beberapa obyek alamiah. Hal ini membuat pola unsur penting untuk membedakan pola alami dan hasil budidaya manusia.

Klasifikasi tutupan lahan merupakan langkah lanjut dari proses interpretasi citra, setelah itu dibuat peta penutupan lahan sementara. Peta penutupan lahan sementara ini kemudian dijadikan peta untuk pengecekan di lapangan. Data hasil pengecekan lapangan selanjutnya dijadikan acuan untuk perbaikan peta hasil interpretasi awal, selanjutnya dilakukan uji akurasi terhadap klasifikasi tutupan lahan tersebut dan jika akurasi diterima maka langkah selanjutnya adalah membuat peta tutupan lahan akhir.

Luas areal tutupan lahan yang dilakukan pada lokasi penelitian adalah DAS dan dataran perkotaan pada bagian hilir dari DAS Wae Batu Gajah Kota Ambon, sedangkan luasan tutupan lahan untuk analisis debit hanya luas DAS Wae Batu Gajah.

### 3.3. Analisis DAS

Analisis DAS mencakup rata-rata curah hujan wilayah, dan debit harian rata-rata. Pendekatan statistika yang di gunakan untuk menghitung curah hujan dan debit air adalah regresi linear sederhana dengan persamaan sebagai berikut (Gomez, 1995):

$$y = \alpha + \beta x$$

Di mana :

- y= Peubah tidak bebas
- x= Peubah bebas
- $\alpha$ = Intersep pada garis pada sumbu y
- $\beta$ = Koefisien regresi linear

### 3.4. Pengukuran Debit

Pengukuran debit sungai memerlukan penentuan lokasi alat ukur yang memadai untuk mendapatkan kecepatan aliran sungai rata-rata yang tepat. Jumlah lokasi alat ukur perlu dibatasi agar waktu yang diperlukan masih dalam jangkauan, terutama bila perubahan tinggi muka air berlangsung dengan cepat.

Pengukuran debit dengan cara apung (*float area method*) dengan menggunakan rumus:

$$Q = AV$$

Dimana:

A= luas penampang sungai ( $m^2$ ); ditetapkan berdasarkan pengukuran lebar permukaan air dan kedalaman/tinggi air.

V= kecepatan aliran (meter/detik); ditetapkan berdasarkan kecepatan pelampung.

Q= debit sungai; diperoleh dari perkalian antara luas penampang dan kecepatan aliran.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Analisis Tutupan Lahan

#### 4.1.1. Tutupan Lahan di DAS Wae Batu Gajah

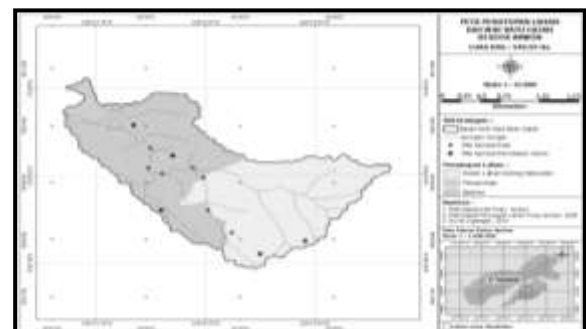
Pembuatan peta dengan menggunakan cara digitasi on screen dengan menggunakan sumber peta digital penutupan lahan Pulau Ambon dari BPKH Wilayah IX Ambon tahun 2009, 2011 dan 2012; peta digital DAS Pulau Ambon; peta Jaringan Sungai Kota Ambon; dan survey lapangan tahun 2014.

Berdasarkan survey lapangan dan hasil digitasi peta, maka secara umum DAS Wae Batu Gajah dapat diklasifikasi ke dalam tiga tipe penggunaan lahan, yaitu hutan lahan kering sekunder, semak dan permukiman.

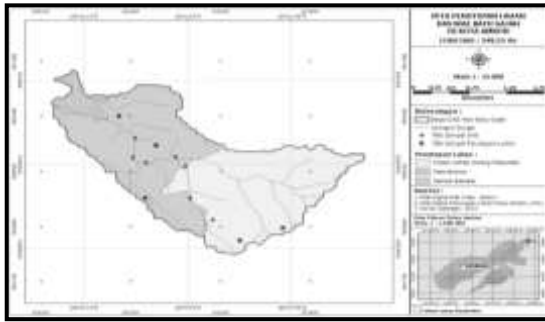
Dari ketiga tipe penggunaan lahan tersebut, ada terjadi perubahan penutupan lahan dari tahun 2009 ke tahun 2012 meskipun pebahan tersebut sangat kecil, dimana yang mengalami peningkatan luasan yaitu semak belukar sebesar 60 ha (11%); sedangkan hutan lahan kering sekunder dan permukiman mengalami penurunan masing-masing sebanyak 5,7% dan 5,3% (Tabel 1).

#### 4.1.2. Sebaran dan Karakteristik Perubahan Penggunaan Lahan

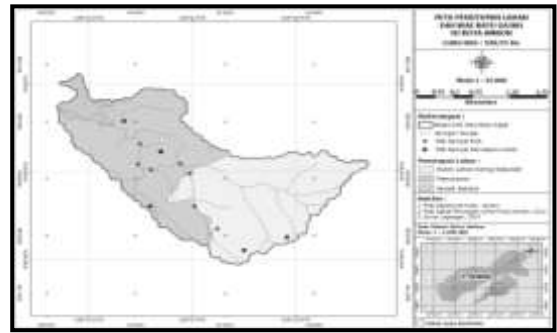
Pengembangan Kota Ambon yang pesat beberapa tahun ini membutuhkan areal lahan yang sangat luas. Hal ini terbukti dengan adanya perubahan penggunaan lahan yang cukup besar akhir-akhir ini. DAS Wae Batu Gajah sebagai bagian dari kawasan perkotaan juga mengalami perubahan penggunaan lahan yang mengarah pada area terbuka/lahan kosong menjadi area terbangun. Hasil pengolahan data dengan menggunakan analisis spasial menunjukkan adanya perubahan penggunaan lahan yang terjadi di DAS Wae Batu Gajah. Luas per penggunaan lahan per tahun disajikan pada Gambar 1, 2, 3 dan Tabel 1 berikut.



Gambar 1. Peta penggunaan lahan DAS Wae Batu Gajah Tahun 2009



**Gambar 2.** Peta penggunaan lahan DAS Wae Batu Gajah Tahun 2011



**Gambar 3.** Peta penggunaan lahan DAS Wae Batu Gajah Tahun 2012

**Tabel 1.** Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2010-2012

Tutupan Lahan	Tahun 2009 (Ha)	(%)	Tahun 2012 (Ha)	(%)	Perubahan (Ha)	Presentase Perubahan (%)
Hutan Lahan Kering Sekunder	299.95	54.58	268.61	48.88	-31	-5.7
Semak/ Belukar	193.21	35.16	253.44	46.12	60	11.0
Permukiman	56.39	10.26	27.50	5.00	-29	-5.3
<b>Total</b>	<b>549.55</b>	<b>100.00</b>	<b>549.55</b>	<b>100.00</b>		

Sumber: Data Penelitian (diolah, 2014).

Keterangan: % perubahan 2009/2012 = (Luas 2012-Luas 2009)/luas DAS x 100%.

Berdasarkan hasil digitasi, luas hutan sekunder di DAS Wae Batu Gajah pada Tahun 2009 adalah 299.95 hektar (54.58%). Luas tersebut menjadi 268.61 hektar (48,88%) pada Tahun 2011 dan 2012. Penurunan luas hutan sekunder ini diperkirakan terjadi karena adanya kegiatan pembangunan permukiman yang baru oleh masyarakat sekitar DAS atau pendedahan dari luar DAS. Secara rinci luas penutupan lahan/tutupan lahan hutan sekunder disajikan pada Tabel 1.

Lahan kering campuran adalah semua jenis pertanian di lahan kering yang berselang seling atau bercampur dengan semak, belukar, dan bekas tebangan. Pada kebun campuran apabila semak, belukar dan bekas tebangan lebih mendominasi maka dimasukkan dalam kelas pertanian lahan kering bercampur semak. Berdasarkan campuran warna hijau dan merah pada Citra Landsat dengan kombinasi band 5-4-2. Warna hijau menunjukkan tanaman tahunan, merah berupa tanaman semusim. Pertanian lahan

kering campuran dapat dibedakan dengan vegetasi semak/belukar.

Semak/belukar adalah kawasan bekas hutan lahan kering yang telah tumbuh kembali (mengalami suksesi), atau kawasan dengan pohon jarang (alami), atau kawasan dengan dominasi vegetasi berkayu bercampur dengan vegetasi rendah (alami) lainnya, serta umumnya sudah tidak ada kenampakan bekas alur atau bercak penebangan lagi. Susunan tumbuhan pada tipe belukar umumnya berdaun lebar dan tipis sehingga memberikan nilai pantulan yang tinggi. Pada citra Landsat dengan kombinasi band 5-4-2 nampak dengan warna hijau muda kekuningan dengan tekstur yang halus.

Permukiman adalah kenampakan kawasan permukiman, baik perkotaan atau pedesaan yang masih mungkin untuk dipisahkan. Pada citra landsat dengan kombinasi band 5-4-2, jalan raya dan permukiman dengan warna merah jambu, Kenampakan dari permukiman dengan ukuran yang

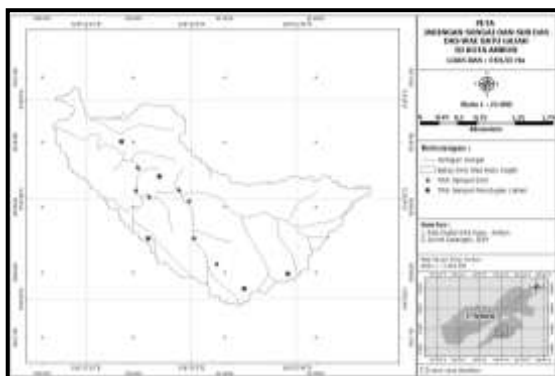
cukup luas dapat diidentifikasi sebagai daerah perkotaan.

Semua tipe penggunaan lahan mengalami perubahan dengan fluktuasi yang beragam, ada yang mengalami kenaikan luasan namun ada juga yang mengalami penurunan luasan.

#### 4.1.3. DAS Wae Batu Gajah

Berdasarkan peta Jaringan Sungai DAS Wae Batu Gajah skala 1:25.000 dan pengamatan lapangan pada alur2 sungai, diketahui bahwa sungai-sungai di lokasi penelitian merupakan rangkaian dari induk sungai dengan cabang-cabang anak sungai. Daerah aliran sungai Wae Batu Gajah bagian hulunya berada pada petuanan desa Soya, bagian tengah berada di sekitar Desa Soya sampai kelurahan Batu Gajah dan bagian hilir berada pada kelurahan Honipupu sampai Ahusen dan kemudian sampai ke pantai Waihaong.

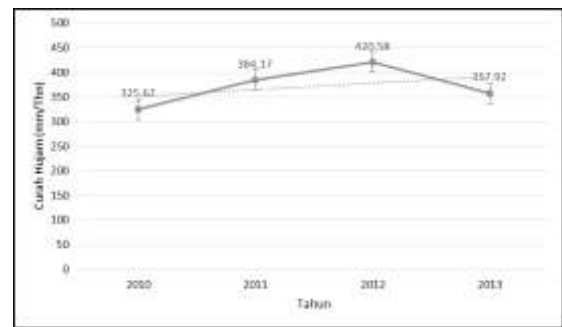
DAS Wae Batu Gajah merupakan DAS induk dimana banyak anak sungai yang mengalir dan masuk pada DAS tersebut, dengan demikian pola aliran sungai DAS Wae Batu Gajah termasuk dalam pola dendritic. Bentuk dan ukuran kawasan DAS yang memanjang dan relative sempit pada gilirannya dapat menggambarkan tingkat kerapatan drainase pada kawasan DAS tersebut.



Gambar 4. Peta Jaringan Sungai dan Sub DAS Wae Batu Gajah

Dalam suatu DAS, anak sungai di bagian atas akan bersambung dengan anak sungai yang lebih besar di bawahnya. Setiap anak sungai menghasilkan hidrograf aliran yang menunjukkan respons DAS terhadap curah hujan (Asdak, 2007).

#### 4.1.4. Curah Hujan



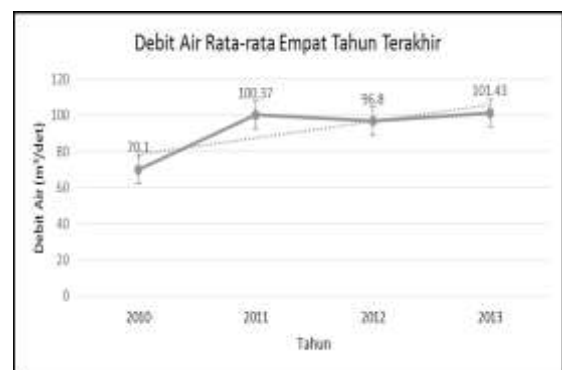
Gambar 5. Grafik Rata-rata Curah Hujan Empat Tahun Terakhir (2010, 2011, 2012 dan 2013)

Gambar 5 memperlihatkan tren perubahan curah hujan selama empat tahun terakhir yang meningkat dari tahun 2010 sampai tahun 2012, namun menurun pada tahun 2013. Hal ini disebabkan oleh jumlah curah hujan pada tahun 2013 yang tertinggi hanya pada bulan Juli dan Agustus sebesar 27 dan 26 hari hujan, sedangkan pada bulan-bulan yang lain jumlah hari hujan hanya berkisar antara 11 sampai dengan 20 hari hujan.

#### 4.1.5. Fluktuasi Debit

Fluktuasi debit DAS Wae Batu Gajah dari Tahun 2010-2013 menunjukkan bahwa debit sungai tinggi terjadi pada Tahun 2013 sebesar 1217,02 m<sup>3</sup>/det sedangkan debit sungai terendah pada Tahun 2010 sebesar 841,25 m<sup>3</sup>/det. Bulan Juli merupakan puncak dari debit tertinggi.

Berdasarkan hasil analisis dari tabel dan grafik debit air DAS Wae Batu Gajah menunjukkan bahwa pada tahun 2011 aliran air mencapai 568,90 l/det, pada tahun 2012 aliran air 549,17 l/det dan pada tahun 2013 mencapai 581,76 l/det. Grafik rata-rata debit air empat tahun terakhir disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Debit Air Rata-rata Empat Tahun Terakhir di DAS Wae Batu Gajah

Berdasarkan Gambar 6, dapat diketahui bahwa trend perubahan debit air pada DAS wae Batu Gajah

selama empat tahun terakhir (2010-2013) sangat signifikan. Bertambahnya debit air dari tahun ke tahun terjadi akibat curah hujan yang meningkat pada tahun 2012 dan 2013.

**4.1.6. Analisa Curah Hujan terhadap Debit Air Tahun 2010-2013.**

Pengaruh curah hujan faktor (X) terhadap debit air (Y) Tahun 2010, 2011, 2012 dan 2013 maka dilakukan analisis regresi linear sederhana seperti disajikan pada Tabel 2.

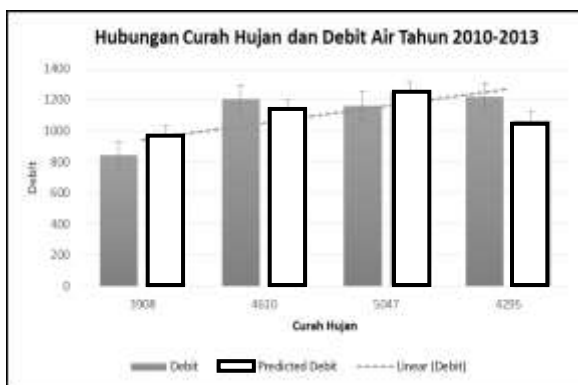
**Tabel 2.** Hasil Analisis Sidik Ragam Hubungan Antara Masing-Masing Variabel Curah Hujan (X) Terhadap Debit Air (Y) Tahun 2010-2013

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F Tabel	
					0.05	0.01
Regresi	1	43915.12254	43915.12254	17.116**	3.63	6.62
Sisa	2	51313.92806	25656.96403			
Total	3	95229.0506				

Keterangan \*\* = berbeda sangat nyata

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan regresi linear sederhana hubungan antara Curah Hujan (X) terhadap Debit Air (Y) menghasilkan bentuk persamaan:

$Y = 0.320917839 + 0.250668724X$  dengan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) = 0.679 dan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) = 0.461 yang berarti 46.10 persen perubahan debit air pada tahun 2010-2013 dipengaruhi oleh curah hujan dan 53.90 persen sisanya dipengaruhi oleh faktor hidrologi lain selain faktor curah hujan. Hubungan antara curah hujan dan debit air tahun 2010-2013, serta trend perubahan debit air Wae Batu Gajah Tahun 2010-2013 disajikan pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Grafik Hubungan antara Curah Hujan dan Debit air Tahun 2010-2013

Berdasarkan hasil analisa regresi linear sederhana diatas, menunjukkan bahwa ketersediaan air pada bulan Oktober sampai dengan bulan April cenderung tetap namun pada bulan Mei sampai bulan September debit sungai cenderung tinggi atau meningkat.

Total ketersediaan air dari DAS Wae Batu Gajah Tahun 2010-2013 adalah 2.775.500 m<sup>3</sup> pada kondisi minimum. Total ketersedian air ini diperoleh dengan cara nilai total debit di konversi dari m<sup>3</sup>/det menjadi m<sup>3</sup>/tahun (nilai debit dikalikan dengan 60\*60\*24\*365).

Menurut Peraturan Pemerintah No 44 Tahun 2004, untuk karakteristik DAS yang terdiri dari kemiringan lereng, jenis tanah dan curah hujan harian rata-rata pada setiap satuan lahan perlu diklasifikasikan dan diberi bobot (skor).

Penetapan penggunaan lahan setiap satuan lahan ke dalam suatu kawasan fungsional dilakukan dengan menjumlahkan nilai skor ketiga factor tersebut di atas dengan mempertimbangkan keadaan lokasi penelitian. Dengan cara demikian, dapat dihasilkan kawasan lindung, kawasan penyangga, dan kawasan budidaya.

Menurut Peraturan Pemerintah No 44 Tahun 2004 tentang Perencanaan Kehutanan, untuk kawasan lindung, satuan lahan dengan jumlah skor ketiga factor fisiknya sama dengan atau lebih besar dari 175 dan memenuhi salah satu atau beberapa syarat di bawah ini:

- Mempunyai kemiringan lereng > 45 %.
- Tanah dengan Klasifikasi sangat rawan erosi dan mempunyai kemiringan >15 %.
- Merupakan jalur pengamanan aliran sungai, minimal 100 meter di kiri kanan alur sungai.
- Merupakan pelindung mata air, yaitu 200 meter dari pusat mata air.
- Berada pada ketinggian ≥ 2.000 m dpl.
- Guna kepentingan khusus dan ditetapkan oleh pemerintah sebagai kawasan lindung.

Untuk kawasan penyangga, satuan lahan dengan jumlah skor ketiga factor fisiknya antara 125-174 serta memenuhi kriteria umum sebagai berikut:

- Keadaan fisik areal memungkinkan dilakukan budidaya pertanian secara ekonomis.
- Lokasinya secara ekonomis mudah dikembangkan sebagai kawasan penyangga.
- Tidak merugikan dari segi ekologi/lingkungan hidup.

Dan untuk kawasan budidaya tanaman hutan, satuan lahan dengan jumlah skor ketiga factor fisik ≤ 124 serta sesuai untuk dikembangkan usaha tani tanaman tahunan (tanaman perkebunan, tanaman



industry). Selain itu, areal tersebut harus memenuhi kriteria umum untuk kawasan penyangga.

Berdasarkan kriteria di atas, untuk DAS Wae Batu Gajah didapat hasil sebagai berikut:

**Tabel 3.** Hasil Penilaian DAS Wae Batu Gajah Berdasarkan Skoring Arahan Status Kawasan

Kemiringan Lereng	Skor	Tanah	Skor	CH Rata-Rata Harian	Skor
8-15	40	Sangat Peka	75	Sangat Rendah	10
15-30	60	Peka	60	Sangat Rendah	10
30-45	80	Tidak Peka	15	Sangat Rendah	10
>45	100				
<b>Total</b>	<b>240</b>		<b>150</b>		<b>30</b>

Sumber: Pengolahan data (2014)

Dari hasil yang di dapat, maka DAS Wae Batu Gajah sesuai kriteria suatu kawasan fungsional termasuk dalam kawasan lindung karena hasil skor dari ketiga faktor fisik di atas lebih besar dari 175.

sisanya dipengaruhi oleh faktor hidrologi lain selain faktor curah hujan.

5. Dari hasil yang di dapat, maka DAS Wae Batu Gajah sesuai kriteria suatu kawasan fungsional termasuk dalam kawasan lindung karena hasil skor dari ketiga faktor fisik di atas lebih besar dari 175.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Kondisi tutupan lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Kota Ambon antara Tahun 2009-2012 menunjukkan penutupan lahan yang mengalami penurunan luasan adalah hutan sekunder sebesar 31.34 ha dari 299.95 ha menjadi 268.61 ha atau sebesar 5.7%, permukiman mengalami peningkatan sebesar 29 ha (5.3%) serta semak belukar mengalami peningkatan 60 ha (11.0%);
- Curah hujan tahunan di lokasi penelitian cukup tinggi (rata-rata 376.81mm/tahun) dengan puncak hujan terjadi pada bulan Mei-Agustus (rata-rata 26.82mm) dan bulan terkering berlangsung dalam bulan November (rata-rata 2.55mm). Jumlah hari hujan rata-rata selama 228 hari/tahun dengan kisaran terendah 11 hari pada bulan November hingga tertinggi 26-27 hari dalam bulan Juni-Agustus..
- Fluktuasi debit DAS Wae Batu Gajah dari Tahun 2010-2013 menunjukan bahwa debit sungai tinggi terjadi pada Tahun 2013 sebesar 1217,02 m<sup>3</sup>/det sedangkan debit sungai terendah pada Tahun 2010 sebesar 841,25 m<sup>3</sup>/det. Bulan Juli merupakan puncak dari debit tertinggi.
- Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan regresi linear sederhana hubungan antara Curah Hujan (X) terhadap Debit Air (Y) pada tahun 2009, 2011, 2012 dan 2013 didapati persamaan  $Y = 0.320917839 + 0.250668724X$  dengan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) = 0.679 dan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) = 0.461 yang berarti 46.10 persen perubahan debit air pada tahun 2010-2013 dipengaruhi oleh curah hujan dan 53.90 persen

### DAFTAR PUSTAKA

- \_\_\_\_\_, 2012. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.
- Badan Pusat Statistik Kota Ambon, 2013. Kota Ambon dalam Angka Tahun 2013.
- Asdak C. 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Cetakan Pertama, Yogyakarta, Gadjah Mada University Press.
- Badan Pusat Statistik Kota Ambon, 2012. Kecamatan Sirimau dalam Angka Tahun 2012.
- Putuhena, J.D. 2013. Model Dinamik Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (*Watershed*) dalam Upaya Penyediaan Air yang Berkelanjutan di Semenanjung Leitimor Pulau Ambon. Disertasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sihite. J. 2005. Penilaian Ekonomi Perubahan Penggunaan Lahan: Studi Kasus di Sub DAS Besai-DAS Tulang Bawang, Lampung. Prosiding Multifungsi Pertanian. ISBN: 979-9474-42-6.
- Badan Pusat Statistik Kota Ambon, 2009. Kota Ambon dalam Angka Tahun 2009.
- Kodoatie R.J., Sjarief R. 2008, Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu Edisi kedua, Yogyakarta, Penerbit Andi.
- \_\_\_\_\_, 2004. Undang Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004. Sumber Daya Air.
- Jacob A. 2009. Alternatif Pengelolaan Lahan Optimal Untuk Pelestarian Sumberdaya Air di Pulau Ambon. [Disertasi] Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sutawan. N. 2001. Pengelolaan Sumberdaya Air untuk Pertanian Berkelanjutan. Masalah dan Saran

- Kebijakan. Makalah pada Seminar Optimalisasi Pemmanfaatan Sumberdaya Tanah dan Air yang Tersedia untuk Keberlanjutan Pembangunan, Khusus untuk Sektor Pertanian. Fakultas Pertanian Universitas Udayana Bali. April 2001.
- Pentury. M. S.,2012. Aplikasi Penginderaan Jauh dan Sistim Informasi Geografis dalam Pemetaan Perubahan Penggunaan Lahan di Jazirah Leitimur Kota Ambon. Tesis. Program Pascasarjana Unpatti Ambon. Tidak dipublikasi.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Stasiun Geofisika Klas I Ambon, 2015.
- Gomez. K dan Gomez. A. 1995. Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian. Edisi Kedua. Penerbit Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Asdak C. 2007. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Cetakan keempat, Yogyakarta, Gadjah Mada University Press.
- , 2004. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 44 Tahun 2004 tentang Perencanaan Kehutanan.