

## ANALISIS DEBIT AIR LIMPASAN PERMUKAAN (RUN OFF) DI DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) MANIKIN KABUPATEN KUPANG PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR

Yunus Fallo<sup>1</sup>, Djunaedi<sup>2</sup> Arnoldus Nama<sup>3</sup>

Dosen Teknik Sipil Politeknik Negeri Kupang<sup>123</sup>

Email.: yunus\_fallo@yahoo.co.id<sup>1</sup>, selewah@gmail.com<sup>2</sup>, n.arnold.id@gmail.com<sup>3</sup>

### Abstrak

Perubahan tata guna lahan menyebabkan timbulnya lahan kritis yang disebabkan pemanfaatan lahan yang kurang optimal. DAS Manikin yang terletak di Kabupaten Kupang terdapat Bendungan Tilong dibangun pada tahun 2003 guna menopang kemajuan pertanian. Pada akhir tahun 2008 bendungan ini mengalami luapan air yang berlebihan. Akibat hal tersebut tergenangnya areal pertanian di bagian hilir Desa Tarus, Tanah Merah dan Desa Olpuah. Pengaruh adanya kejadian ini para petani di tiga desa tersebut mengalami kerugian yang sangat besar dan mengalami gagal panen pada tahun tersebut. Hasil analisis tebal limpasan permukaan (*run off*) DAS Manikin pada tahun 2017 sebesar 51- 88 mm, sedangkan bagian hulu dan hilir 34 -51 mm. Untuk mengurangi debit air limpasan permukaan sebagai berikut : (a) Merehabilitasi hutan (b) Pemulihan Hutan dan Lahan.(c) Pengendalian Erosi dan Sedimentasi.(d) Pengembangan Sumber Daya Air guna memenuhi kebutuhan air baku untuk berbagai keperluan yang difokuskan upaya pengendalian tata air DAS dan konservasi air.

**Kaca Kunci :** Lahan kritis, Debit Limpasan, Pengendalian tata air

### PENDAHULUAN

#### Latar belakang

Sebagai negara yang memiliki kekayaan melimpah, Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki potensi yang cukup besar di bidang pariwisata, di mana tiap-tiap daerah memiliki keunikannya masing-masing yang dapat dijadikan daya tarik pariwisata yang sangat potensial dan dapat menyumbangkan devisa bagi negara. Salah satu daerah di Indonesia yang memiliki kekayaan alam adalah Provinsi Nusa Tenggara Timur.

Nusa Tenggara Timur merupakan salah satu Provinsi di Indonesia dengan banyak di dominasi oleh sektor Kelautan seperti Pantai dan Laut. Ini dikarenakan dari segi Geografis Provinsi ini terdiri dari pulau-pulau. Nusa Tenggara Timur adalah Provinsi Indonesia yang terletak di tenggara Indonesia. Provinsi ini terdiri dari beberapa pulau antara lain; Flores, Sumba, Timor, Alor, Lembata, Rote, Sabu, Adonara, Solor dan Komodo. Nusa Tenggara Timur adalah salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki objek wisata dengan berbagai potensi alam dan budaya daerah yang cukup memadai

serta tidak kalah menariknya dengan objek wisata yang terdapat di daerah lain.

Laju pertumbuhan penduduk berpengaruh terhadap manusia akan kebutuhan sandang, pangan dan papan. Manusia berusaha untuk mengeksploitasi secara maksimal sumber-sumber daya alam dalam hal ini tanah dan air untuk memenuhi kebutuhannya. Padahal jumlah air sangat terbatas seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Begitu pula luas lahan yang semakin sempit untuk dimanfaatkan sebagai pemukiman penduduk yang mengakibatkan perubahan tata guna lahan pada suatu kawasan.

Perubahan dalam tata guna lahan ini akan menyebabkan timbulnya lahan kritis yang salah satu indikasi dari pemanfaatan lahan yang kurang optimal, keserasian antara pemanfaatan dan usaha konservasi masih belum seimbang. Hal ini akan menjadi permasalahan terhadap kehidupan sosial ekonomi di sekitar daerah aliran sungai. Pengelolaan dalam kawasan daerah aliran sungai merupakan suatu proses formulasi dan implementasi kegiatan atau program yang bersifat manipulasi sumber daya alam dan manusia sendiri yang memperoleh manfaatnya (Bisri, 2009).

Organisasi lingkungan dunia *Green Peace* menyebutkan 72 % hutan Indonesia musnah serta setengah wilayah hutan yang masih ada dalam kondisi terancam karena penebangan komersial, kebakaran hutan, dan pembukaan hutan untuk aktivitas usaha tani. Laju degradasi hutan setiap tahun mencapai 2,83 juta hektar. Dari total 120,5 juta hektar wilayah hutan, sekitar 59 juta hektarnya dalam keadaan kritis. (Marwan, 2003).

Hal tersebut seiring dengan banyaknya Daerah Aliran Sungai (DAS) di Indonesia dengan kondisi kritis. Departemen Kehutanan (Dephut) mengindikasikan kondisi DAS di Indonesia pada umumnya sudah mengalami kerusakan berat sampai sangat berat (Junaidi, 2006). Berdasarkan hasil identifikasi Dephut (1999), tercatat 458 DAS kritis di Indonesia terdiri dari 60 DAS termasuk kategori rusak berat sampai sangat berat (16 DAS berada di Pulau Jawa), 222 DAS termasuk kelas sedang sampai berat dan 176 DAS potensial rusak. DAS Manikin yang terletak di Kabupaten Kupang terdapat suatu bendungan tilong yang dibangun pada tahun 2003 yang bertujuan untuk menopang kemajuan pertanian. Pada akhir tahun 2008 bendungan ini mengalami luapan air yang berlebihan (banjir). Dengan adanya ini terjadinya tergenangnya areal pertanian di bagian hilir yaitu di Desa Tarus, Tanah Merah dan Desa Oelpuah. Pengaruh adanya kejadian ini para petani di tiga desa tersebut mengalami kerugian yang sangat besar dan mengalami gagal panen pada tahun tersebut.

Oleh karena itu sangat diperlukan studi identifikasi debit air limpasan permukaan (*run off*) di daerah bagian hulu bendungan tilong yang termasuk dalam wilayah daerah aliran sungai Manikin mengingat laju pertumbuhan penduduk dalam kawasan ini setiap tahun semakin meningkat.

### Perumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan diatas diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

Adapun yang menjadi perumusan masalah dalam penelitian ini

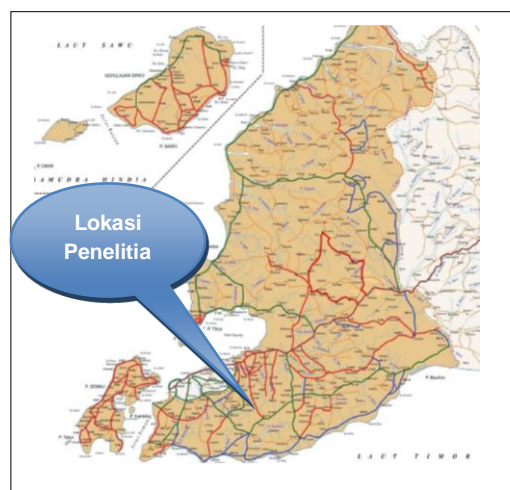
1. Bagaimana cara menghitung besar air limpasan permukaan (*run off*) di Daerah Aliran Sungai (DAS) Manikin?
2. Berapa besar debit aliran permukaan (*run off*) di Daerah Aliran Sungai (DAS) Manikin pada tahun 2016?
3. Langkah-langkah apakah yang harus diperbuat untuk mengantisipasi mengurangi debit air limpasan permukaan (*run off*) di DAS Manikin?

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu penelitian

Tempat penelitian ini akan di laksanakan di DAS Manikin yang terletak dalam Wilayah Kabupaten Kupang Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur, pusat pemerintahannya Kabupaten Kupang pusat pemerintahan di Oelmasi Kecamatan Kupang Timur. Secara geografis terletak diantara 123°31'35" - 123°41'00" Bujur Timur dan 10°07'40" - 10°17'39" Lintang Selatan. Kota Kupang dan Kabupaten Kupang ini memiliki batas-batas wilayah administrasi sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Selat Ombai
- Sebelah Selatan : Laut Timor
- Sebelah Timur : Kabupaten Timor Tengah Selatan ( TTS)
- Sebelah Barat : Laut Sawu



Gambar 1. Lokasi Penelitian.

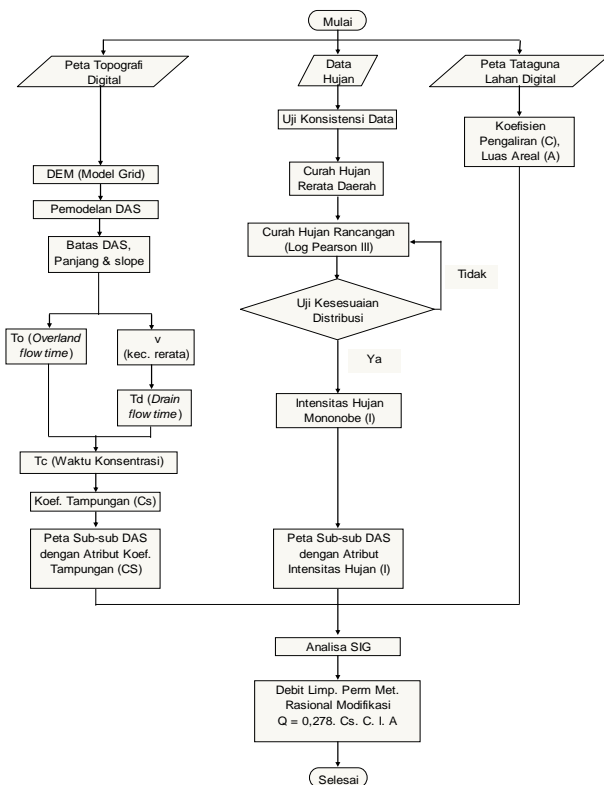
### Metodologi Penelitian

Dalam penyusunan studi ini diperlukan data-data yang mendukung baik itu data primer maupun data sekunder. Yang dimaksud data sekunder adalah data yang bersumber dari instansi-instansi yang terkait dan pernah dilakukan pengukuran, sedangkan data primer diperoleh berdasarkan pengukuran langsung di lapangan. Adapun data-data dan metode penelitian tersebut adalah sebagai berikut :

1. Data curah hujan harian tahun 2007 s.d. 2016 yang bersumber dari Badan Meterologi dan Geofisika Kupang. Data curah hujan yang akan digunakan hasil pengamatan Sta. yang berada di sekitar DAS Manikin dipergunakan untuk analisa hidrologi dan penentuan indeks erosivitas hujan (Soemarto, 1999).
2. Peta Daerah Aliran Sungai (DAS) dan jaringan sungai Pulau Timor yang bersumber dari BP DAS Benain Noelmina sebagai alat pembanding dalam pembuatan batas DAS.

3. Peta topografi (kontur) dengan skala 1: 50000 digunakan untuk mengetahui kondisi alam, elevasi, dan arah aliran.
4. Peta tata guna lahan digunakan untuk mengetahui tata guna lahan tahun terakhir yaitu tahun 2016 di DAS Manikin dan menentukan faktor pengelolaan tanaman.
5. Peta jenis tanah digunakan untuk mengetahui jenis tanah pada DAS Manikin dan menentukan nilai erodibilitas tanah.
6. Peta stasiun hujan digunakan untuk mengetahui penyebaran stasiun penakar hujan. Selain itu untuk mengetahui luas daerah pengaruh stasiun hujan.

**Flow Chart (Diagram Alir Penelitian)**



**Gambar 2 Flow Chart (Diagram Alir Penelitian)**

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Perhitungan Limpasan Permukaan (Run Of)**

Perkiraan tebal limpasan permukaan DAS Manikin menggunakan model AVSWAT 2000. Dibutuhkan beberapa data baik data spasial maupun non spasial untuk menjalankan model AVSWAT 2000. Data-data untuk model SWAT berbeda-beda tergantung output apa yang kita inginkan. Untuk *output* (keluaran) limpasan, debit sungai, debit sedimen dan erosi lahan dibutuhkan data hujan dan data suhu paling kurang 10 tahun, peta tataguna lahan (*Landuse*), peta jenis tanah dengan informasi tekstur tanah, peta topografi, dan peta jaringan

sungai. Peta - peta tersebut harus dengan format shp (Prahasta, 2001) (Prahasta, 2005). Data hujan yang digunakan adalah data hujan yang berasal dari empat stasiun hujan yaitu, Penfui, Oeletsala, Tarus dan Baun. Sedangkan data suhu berasal dari stasiun meteorologi Eltari Kupang.

**Interpretasi Citra Satelit Peta Tataguna Lahan**

Interpretasi citra satelit diperlukan untuk mengolah data citra menjadi peta Tataguna Lahan DAS Manikin. Proses interpretasi citra satelit menjadi peta tataguna lahan menggunakan *software* Envi 5.1 dan ArcGIS 10.1 (ESRI, 1996). Hasil interpretasi yang berupa peta tataguna lahan digunakan untuk melengkapi data spasial dalam melakukan analisis limpasan permukaan di daerah studi.

Data yang digunakan adalah citra satelit Landsat 8 OLI (*Operational Land Imager*) tahun 2014 tanggal perekaman 25 April 2014 dengan path-row 111-067. Citra ini melingkupi Seluruh wilayah Kabupaten Kupang, Kabupaten Rote Ndao, dan sebagian Kabupaten Timor Tengah Selatan Provinsi Nusa Tenggara Timur. Data ini diunduh gratis dari situs *EarthExplorer* milik USGS (<http://earthexplorer.usgs.gov>). Hasil unduhan adalah satu paket file LC811106720141115LGN00.tar.gz sebesar 705 mb.



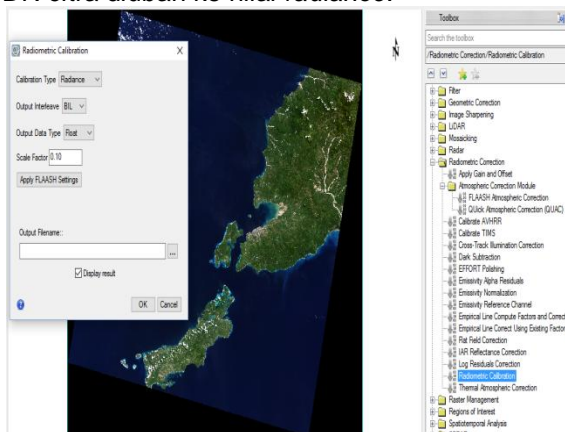
Gambar 3.. Citra Landsat 8 OLI (*Operational Land Imager*) Tahun 2014 *True-color* wilayah studi (*path-row* 111-067)

Sumber : <http://earthexplorer.usgs.gov>

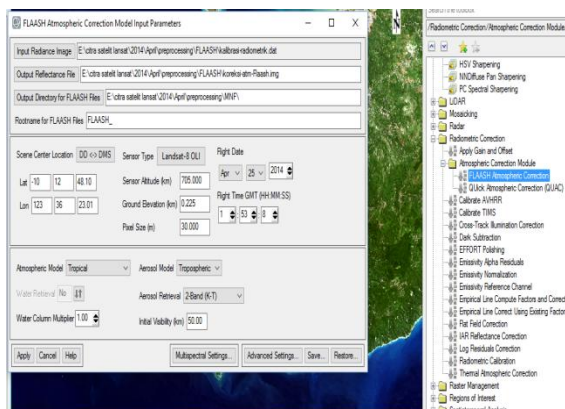
**Koreksi Radiometrik Citra**

Citra satelit yang diunduh dari *EarthExplorer* adalah citra satelit Landsat 8 OLI Level 1T, dimana pada level ini citra yang diunduh telah terkoreksi geometris (*geometric corrected*), akan tetapi masih perlu dilakukan koreksi radiometrik karena data citra masih dalam format Digital Number (DN) (Aronoff, 1989). Koreksi radiometrik dibagi menjadi dua

proses yaitu kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosferik. Kalibrasi Radiometrik merupakan langkah pertama yang harus dilakukan saat kita mengolah data citra satelit. Tujuan utama dari Kalibrasi radiometrik ini adalah untuk mengubah atau mengkonversi data pada citra yang (pada umumnya) disimpan dalam bentuk DN (*Digital Number*) menjadi radiance atau reflectance, tergantung metode yang digunakan dalam proses koreksi atmosferik. Jika metode yang digunakan dalam proses koreksi atmosferik adalah DOS (*Dark Object Subtraction*), maka DN diubah ke nilai *reflectance*; dan apabila metode yang digunakan dalam proses koreksi atmosferik adalah FLAASH (*Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Hypercubes*), maka DN diubah ke nilai *radiance*. Dalam penelitian ini proses koreksi atmosferik menggunakan metode FLAASH sehingga terlebih dahulu nilai DN citra diubah ke nilai *radiance*.



Gambar 4 Jendela *Radiometric Calibration* dalam Proses Kalibrasi Radiometrik untuk Mengubah Format Citra dari DN (*Digital Number*) ke Format *Radiance*  
Sumber :Hasil Analisis, 2018



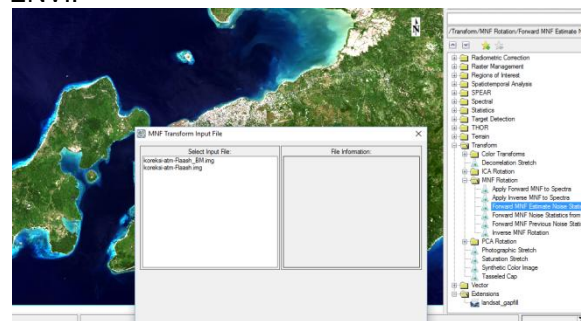
Gambar 5. Jendela Parameter Input Koreksi Atmosferik Metode FLAASH  
Sumber : Hasil Analisis, 2018

**Reduksi Bising (*Noise Reduction*)**

Bising (*noise*) merupakan informasi yang

tidak diinginkan yang mencemari citra. Bising yang muncul pada citra bisa berasal dari banyak sumber. Proses akuisisi citra digital adalah proses primer yang dapat menyebabkan timbulnya bising dalam citra digital. Bising juga dapat disebabkan oleh jarak sensor dengan objek dan kondisi lingkungan (keadaan cuaca). Citra satelit yang berisi sinyal bising dan menyebabkan gambar terdistorsi, dapat menyebabkan informasi yang terkandung citra tidak mampu untuk dipahami dan dipelajari dengan benar. Untuk itu diperlukan sebuah metode yang tepat untuk membatasi atau mengurangi bising tersebut agar dapat membantu untuk menginterpretasi citra dengan lebih baik.

Salah satu Tools yang dapat membantu untuk mereduksi atau mengurangi bising (*noise*) pada citra adalah transformasi MNF (*Minimum Noise Fraction Transform*). Transformasi MNF adalah metode yang dimodifikasi dari *Green et al. (1988)* dan diimplementasikan dalam perangkat lunak ENVI.



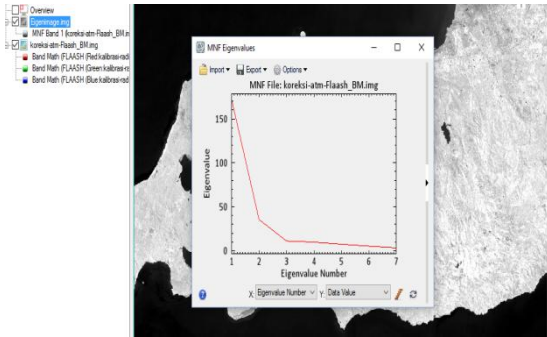
Gambar 6 Jendela *MNF Transform Input File*  
Sumber : Hasil Analisis, 2018



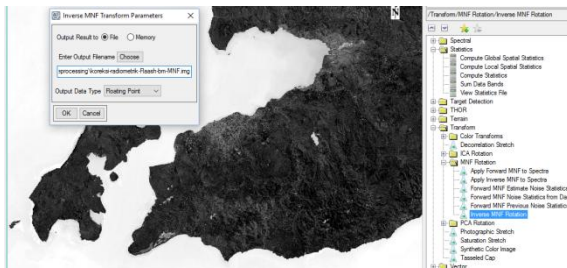
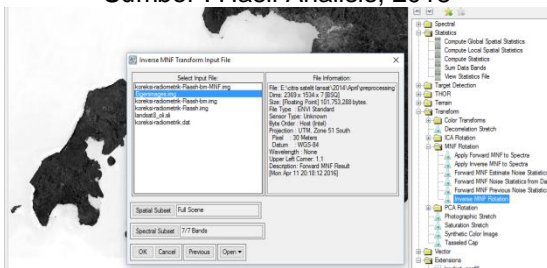
Gambar 7. Jendela *Forward MNF Transform Parameter*  
Sumber : Hasil Analisis, 2018

Setelah proses selesai, ENVI akan menambahkan band MNF pada layer manager dan menampilkan grafik nilai *Eigen* MNF pada layar (Gambar 4.6). Output MNF hanya berupa 1 band (*grayscale*) yang merupakan band yang mengandung bising paling sedikit. Grafik nilai *Eigen* menunjukkan band yang paling sedikit mengandung bising sampai band yang paling banyak mengandung bising. Band-band yang nilai Eigennya jauh di atas dua adalah band-band yang sedikit mengandung noise,

sedangkan band-band yang nilai *Eigennya* kurang dari 2 adalah band-band yang lebih banyak mengandung noise. Dari grafik nilai Eigen dapat dilihat kalau band 1 adalah band yang paling sedikit mengandung noise dan band 7 adalah band yang paling banyak mengandung noise. Band-band yang mengandung banyak *noise* harus diproses dengan perintah *Inverse MNF Transformation* untuk untuk mereduksi *noise* atau bising pada band-band tersebut.



Gambar 8. Grafik MNF Eigenvalues  
Sumber : Hasil Analisis, 2018



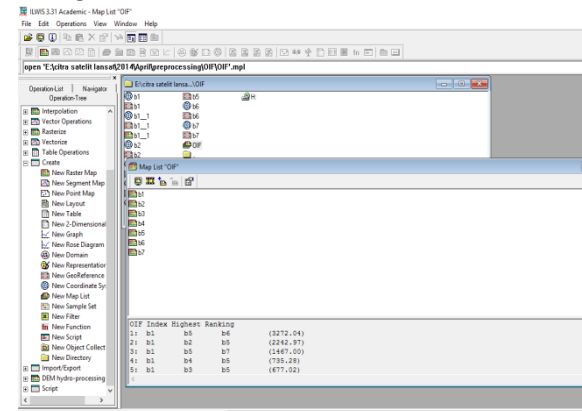
Gambar 9. Jendela *Inverse MNF Transform Input File* dan *Inverse MNF Transform Parameter*  
Sumber : Hasil Analisis, 2018

### Pembuatan Komposit Citra

Pembuatan komposit citra bertujuan untuk memperjelas kenampakan pada citra sehingga dapat mempermudah dilakukannya proses interpretasi citra. Dalam pembuatan komposit citra dipilih band-band yang dapat memberikan informasi paling banyak. Salah satu metode yang dapat dipakai untuk menentukan gabungan atau komposit band mana sajakah yang paling banyak memberikan informasi adalah OIF (*Optimum Index Factor*).

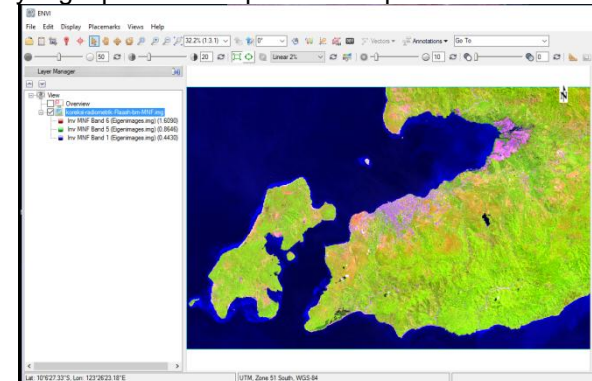
OIF (*Optimum Index Factor*) adalah indeks yang dapat digunakan untuk menentukan

kombinasi band (saluran) citra yang mengandung informasi paling banyak untuk menghasilkan komposit band terbaik. Kombinasi band pada citra satelit hanya dapat dilakukan terhadap tiga band saja, meskipun citra satelit yang ada mempunyai banyak band. Landsat 8 OLI dapat memiliki 20 kombinasi 3 band yang berbeda. Dari ke-20 kombinasi band-band tersebut dengan metode OIF dapat diketahui peringkat semua kombinasi band ini berdasarkan total varian dan korelasi antara band. Tiga kombinasi band terbaik adalah yang memiliki nilai OIF tertinggi. Proses OIF dilakukan dengan bantuan perangkat lunak ILWIS.



Gambar 10 Hasil Perangkingan Komposit Band dengan Perangkat Lunak ELWIS  
Sumber : Hasil Analisis, 2018

Dari hasil perangkingan komposit band dengan ELWIS dapat diperoleh hasil seperti yang tertera dalam gambar 4.8, yaitu komposit band 1, 5 dan 6 memiliki ranking paling tinggi. Oleh karena itu komposit ketiga band inilah yang dipakai untuk proses interpretasi citra.

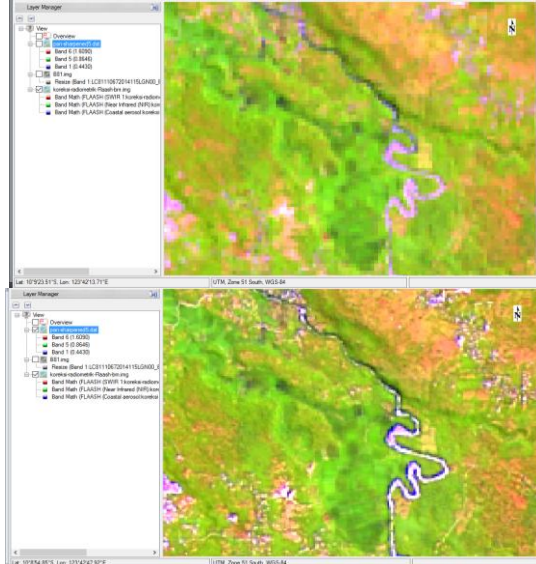


Gambar 11. Tampilan Komposit Citra *Landsat 8 OLI* Tahun 2014 RGB 6-5-1  
Sumber : Hasil Analisis, 2018

### Penajaman Citra

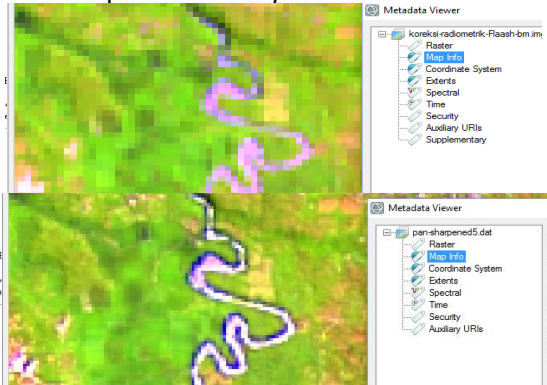
Penajaman citra bertujuan untuk memperjelas objek pada citra sehingga mudah diinterpretasi. Salah satu metode penajaman citra yaitu *Pan-Sharpned*. ***Pan-Sharpned***

merupakan salah satu pengolahan *citra satelit* yang bersifat penajaman secara spasial, dengan kata lain *Pan Sharpening* merupakan penggabungan 2 data yang memiliki resolusi spasial berbeda untuk menghasilkan data citra baru dengan resolusi spasial yang lebih tinggi. Sebagai contoh pada citra *Landsat*, citra satelit multispektral digabungkan dengan citra *Landsat* pankromatik dengan metode *Pan-Sharpned*, akan menghasilkan citra satelit multispektral dengan resolusi spasial yang lebih tinggi mengikuti resolusi spasial band pankromatik.



Gambar 12. Tampilan Komposit Citra Landsat 8 OLI RGB 6-5-1 Daerah Persawahan Desa Oelamasi sebelum proses penajaman *PanSharpening* (atas) dan setelah Penajaman *Pan-Sharpening* (bawah).  
Sumber : Hasil Analisis, 2018

Hasil dari proses *Pan-Sharpening* adalah citra multispectral baru dengan resolusi spasial yang lebih tinggi. Resolusi spasial citra multi spectral yang baru adalah 15 m, mengikuti resolusi spasial band 8 *panchromatic*.

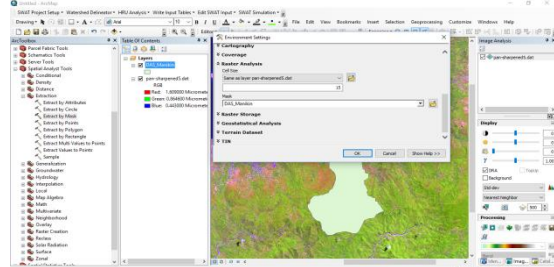


Gambar 13. *Metadata Viewer* yang menunjukkan resolusi spasial Citra sebelum penajaman *Pan-Sharpening* (atas) dan sesudah proses penajaman *Pan-Sharpening* (bawah).

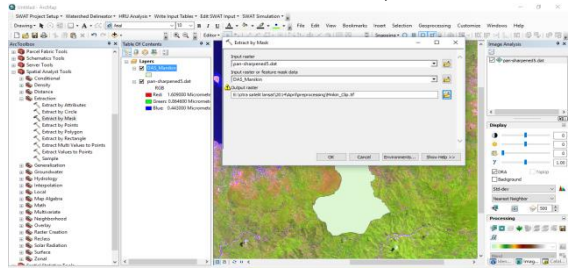
Sumber : Hasil pengolahan

### Pemotongan Citra

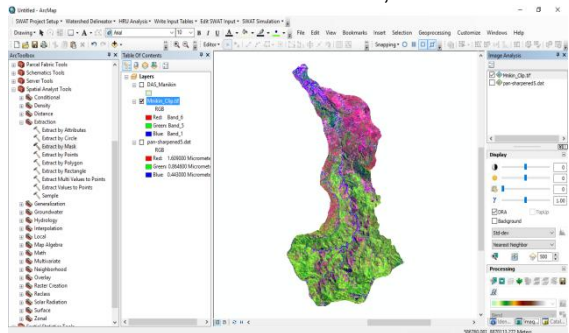
Pemotongan citra dilakukan bertujuan untuk memperjelas lokasi studi sehingga mempermudah proses interpretasi. Pemotongan citra dilakukan menggunakan batas DAS dalam bentuk vector yang sudah dibuat menggunakan watershed delineation pada ArcGIS 10.1. Dalam studi ini ini dipergunakan batas DAS dengan format *Shape file (.shp)*.



Gambar 14. *Jendela Environment Setting*  
Sumber : Hasil Analisis, 2018



Gambar 15. *Jendela Extract by Mask*  
Sumber : Hasil Analisis, 2018



Gambar 16. Hasil pemotongan citra berupa batas DAS Manikin.  
Sumber : Hasil pengolahan

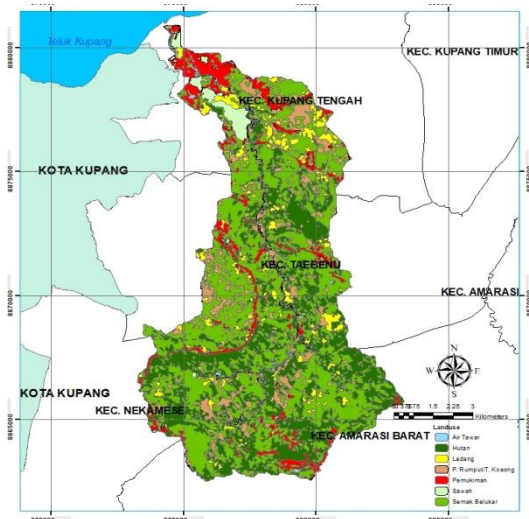
### Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra dilakukan untuk memperoleh informasi tentang Tata guna Lahan pada daerah studi. Pada penelitian ini digunakan teknik pendekatan klasifikasi terbimbing yaitu klasifikasi yang dilakukan dengan arahan analisis (*supervised*). Sedangkan metode Klasifikasi yang dipakai adalah metode klasifikasi kemungkinan maksimum (*Maximum Likelihood*).

Pada studi ini unsur klasifikasi (kunci interpretasi) dari citra Landsat dengan kombinasi komposit citra 6-5-1 dibagi menjadi

8 kelas penggunaan lahan, yaitu

1. Hutan  
Hutan memiliki kenampakan unsur dengan warna hijau tua (hijau gelap) dan keragaman yang cukup homogen. Kenampakan ini merupakan refleksi dari penutupan tajuk yang sangat rapat yang terdiri dari pohon-pohon berdaun lebar.
2. Semak Belukar  
Tampak berwarna hijau muda kekuningan, pola tidak teratur. Semak biasanya terdiri dari vegetasi yang tumbuh pada lahan-lahan pertanian yang ditinggalkan atau hutan yang ditebang dan dibiarkan kemudian tumbuh tanaman-tanaman perdu.
3. Padang rumput/Tanah kosong  
Padang rumput/Tanah kosong merupakan kelompok klasifikasi lahan kosong atau tanpa adanya tumbuhan pada lahan tersebut. Tanah terbuka memberikan kenampakan warna kuning kemerahan.
4. Sawah  
Sawah irigasi memiliki kenampakan warna hijau muda sampai hijau tua dengan pola khas sawah
5. Tanah Ladang  
Tanah ladang memiliki kenampakan warna hijau muda kekuningan
6. Pengairan/Air Tawar  
Tampak warna biru tua sebagai refleksi dari air
7. Pemukiman  
Pemukiman tampak berwarna campuran merah muda dan ungu dan bercak putih serta. Pemukiman padat akan terlihat merah muda dan ungu dengan bercak-bercak putih, dan pemukiman dengan banyak lahan terbuka akan terlihat ungu bercampur bercak-bercak putih.



Gambar 17. Peta Tataguna Lahan Hasil Interpretasi Citra  
Sumber : Hasil pengolahan

### Data Input Pemodelan AVSWAT 2000

AVSWAT 2000 membutuhkan format data input permodelan, dimana memberikan gambaran parameter-parameter hidrologi yang dibutuhkan (Asdak, 2004). Parameter-parameter tersebut adalah:

1. Data Hujan dan Klimatologi Wilayah Studi
2. Data Tataguna Lahan Wilayah Studi (*Hasil Analisa Citra*)
3. Data Jenis Tanah Wilayah Studi
4. Data Pengukuran Lapangan sebagai pembandingan Kalibrasi Model

### Curah Hujan Harian

Data hujan yang digunakan dalam studi ini adalah data hujan stasiun-stasiun hujan di daerah DAS Manikindan disekitar DAS Manikin. Banyaknya stasiun hujan yang digunakan berjumlah 4 stasiun hujan. Periode hujan yang dipakai dalam studi ini adalah 17 tahun yaitu antara 1998-2014. Keempat stasiun hujan tersebut adalah:

1. Stasiun Tarus
2. Stasiun Penfui
3. Stasiun Oeletsala
4. Stasiun Baun

Tabel 1. Daftar Stasiun Hujan di DAS Manikin

No.	Nama Stasiun Hujan	Koordinat UTM		Elevasi (m dpl)
		X	Y	
1	Tarus	575900	8878100	20
2	Penfui	573000	8874246	115
3	Oeletsala	576100	8867700	380
4.	Baun	579200	8861915	418

Sumber : Hasil pengolahan

Input data hujan dalam AVSWAT 2000 digunakan untuk memperoleh nilai-nilai statistik presipitasi, standart deviasi dan kepenengahan, probabilitas, dan curah hujan maksimum. Terlebih dahulu data hujan dikelompokkan dalam susunan bulanan selama jangka waktu 17 tahun seperti dijelaskan berikut ini :

Data Curah Hujan Harian Stasiun Tarus  
Koordinat : XPR = 575900 YPR = 8878100  
Kecamatan Kupang Tengah  
Nama Stasiun : Tarus  
Elevasi : 20  
Bulan : Januari

Tanggal	1998	1999	2000	2001	
1	0.0	0.0	33.5	12.0	→
2	15.0	0.0	4.0	14.0	→
3	26.0	3.0	0.0	0.0	→
4	13.0	2.5	13.0	0.0	→
	↓	↓	↓	↓	

Gambar 18 Contoh pengelompokan data hujan  
Sumber : Hasil Analisis, 2018

Keterangan:

- ID = Nomor kode  
NAME = Penamaan Stasiun

XPR = Koordinat X Stasiun  
 YPR = Koordinat Y Stasiun  
 ELEVATION = Elevasi Stasiun (m)

Setelah pengelompokan curah hujan harian menurut bulan, dilakukan perhitungan-perhitungan statistik pada data hujan untuk mendapatkan:

1. Rata-rata total presipitasi bulanan (PCPMM)
2. Standar deviasi presipitasi bulanan (PCPSTD)
3. Kepencengan presipitasi bulanan (PCPSKW)
4. Probabilitas hari hujan terhadap hari kering (PR\_W1)
5. Probabilitas hari hujan terhadap hari hujan (PR\_W2)
6. Rata-rata jumlah hari hujan bulanan (PCPD)
7. Hujan maksimum bulanan (RAINHHMX)

Contoh format perhitungan dari stasiun hujan Tarus disajikan dalam Tabel .2

Tabel 2. Perhitungan Susunan Data Hujan Bulanan Stasiun Tarus

Tanggal	Bulan Januari														
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	0.0	0.0	33.5	12.0	0	0	8.5	11	0	1	7	0.5	22	0	23
2	15.0	0.0	4.0	14.0	2	38	4	0.5	38.5	0.5	6.5	0	0	0	0
3	26.0	3.0	0.0	0.0	0	18	2	24.5	8.5	0	20	0	0	0	0
4	13.0	2.5	13.0	0.0	0.5	2.5	0	5.5	13	27.5	16.5	3	13	0	0
5	2.0	0.5	0.0	21.5	0	5	0	2	1.5	1	7.5	2.5	0	0	0
6	6.0	6.0	26.5	65.0	0	38	0	0	0.5	3	2	0.5	0	3	0
7	0.0	15.0	20.0	6.5	0	0	0	0	38.5	0	0	6	1	19	0
8	0.0	21.5	0.0	24.5	0	7	6.5	3.5	28.5	5.5	0	15	2	30	1
9	26.0	11.0	0.0	2.0	0	6	0	0	0	66.5	1.5	21.5	0	48	0
10	0.0	0.5	1.0	15.0	3.5	1	2.5	0	13	15.5	6	11	13	0	0
11	0.0	36.0	20.0	0.5	8.5	0	0	0	14	21	0	0.5	4	0	0
12	13.0	23.0	27.0	1.0	1	10.5	0	0	5	3	4	36	0	3	0
13	3.0	11.0	17.0	1.0	6	4	0	14	1.5	17	3	23	2	14	0
14	0.0	3.0	1.0	1.5	0	4.5	0	2.5	25.5	13	3	11	18	0	0
15	0.0	17.0	27.0	8.5	0	2.5	0	9	34.5	0	1.5	3	18	14	5
16	20.5	8.5	14.0	0.0	6	34	0	0	39	0	2.5	17	26	2	18
17	19.0	20.5	1.0	0.0	35	46	0	0	11	2	9	8.5	10	10	0
18	14.0	50.5	0.5	4.0	0	2	1	20	12	0	19	20.5	6	28	27
19	3.0	59.5	60.5	5.0	0	1.5	1	7.5	0.5	0	0.5	50.5	1	73	0
20	0.0	40.0	40.0	2.0	12	0.5	0	24	9	7.5	0	59.5	27	0	0
21	0.0	1.0	1.0	6.0	31.5	0.5	0	4	0.5	0.5	0	40	12	0	16
22	9.0	49.5	3.0	0.0	13	4.5	0	9	0	9.5	4.5	1	19	34	0
23	23.0	0.5	0.0	0.0	8.5	0.5	7	56	39	70	32.5	49.5	54	30	0
24	12.0	3.5	30.5	25.0	32	0	0.5	42	58.5	18.5	36	0.5	0	41	36
25	10.5	0.0	42.0	0.0	0	4	0.5	0.5	6	46.5	18.5	3.5	0	0	37
26	0.0	0.0	61.0	36.0	1.5	0	2	0	4	19	26	0	11	0	0
27	17.5	2.5	30.0	0.0	0	0	2	0	24	5	20.5	0	34	2	16
28	29.0	5.0	0.0	0.0	11	1	0	0	33	0.5	0	2.5	56	2	15
29	56.3	59.0	14.5	1.0	8	23	0	0	6.5	0	0	7	0	4	16
30	26.0	2.0	5.0	0.0	6	0.5	0	0	0	0	0	39	14	2	8
31	4.5	33.0	47.0	4.0	2	1	0	0	3	0	12	2	9	10	4
Total	348.1	485.0	540.0	256.0	188.0	256.0	37.5	235.5	468.5	353.5	259.5	434.5	372.0	369.0	222.0
Hari Hujan	21	27	25	21	18	25	12	17	27	22	23	27	22	19	13
PCMM	309.035														
PCPSTD	14.485														
PCPSKW	1.945														
PCPD															
PR_W1															
PR_W2															
RAINHHMX															

Sumber: Hasil Analisis, 2018

Berikut disajikan contoh perhitungan pengolahan data hujan sebagai input data dalam model AVSWAT 2000 Stasiun Hujan Tarus.

1.  $\sum_{d=1}^N R_{day,mon} = 348.1 + 485 + 540 + \dots + 172 = 253.6$
  2.  $Days_{wet,i} = 21 + 27 + 25 + \dots + 20 = 356$
  3.  $N = 31 + 31 + 31 + \dots + 31 = 434$
  4.  $yrs = 17$  tahun
- a. PCPMM
- Rata-rata total presipitasi bulanan (mm),

yang dirumuskan sebagai berikut :

$$\bar{R}_{mon} = \frac{\sum_{d=1}^N R_{day,yrs}}{yrs} = \frac{5253.6}{17} = 309.035$$

- b. PCPSTD
- Standar deviasi presipitasi bulanan (mm), yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\sigma_{mon} = \sqrt{\frac{\sum_{d=1}^N (R_{day,yrs} - \bar{R}_{mon})^2}{N-1}} = 14.485$$

- c. PCPSKW
- Kepencengan presipitasi bulanan, yang dirumuskan sebagai berikut :

$$g_{mon} = \frac{\sum_{d=1}^N (R_{day,yrs} - \bar{R}_{mon})^3}{(N-1)(N-2)(\sigma_{mon})^3} = 1.945$$

- d. PR\_W1
- Probabilitas hari hujan mengikuti hari kering dalam bulan, yang dirumuskan sebagai berikut :

$$PR\_W1 = \frac{days_{W/D,i}}{days_{dry,i}} = 0.4536$$

- e. PR\_W2
- Probabilitas hari hujan yang mengikuti hari basah dalam bulan, yang dirumuskan sebagai berikut :

$$PR\_W2 = \frac{days_{W/W,i}}{days_{wet,i}} = 0.7267$$

- f. PCPD
- Jumlah rata-rata hujan harian dalam bulan, parameter ini dirumuskan sebagai berikut :

$$\bar{d}_{wet,i} = \frac{days_{wet,i}}{yrs} = 20.941$$

- g. RAINHHMX
- Hujan harian maksimum seluruh periode dalam bulan, nilai ini mewakili dari satu hari hujan maksimum dalam seluruh periode dalam bulan. Untuk contoh stasiun Tarus curah hujan maksimum sebesar 73 mm pada bulan Januari.

Hasil analisis data hujan rangkum dalam bentuk tabel untuk mempermudah input data ke model AVSWAT 2000. Input data hujan dapat dilakukan melalui 2 cara, yakni melalui tampilan edit file database pada menu utama AVSWAT atau melalui file database *userwgn* (\*.wgn). Hasil perhitungan data hujan untuk input AVSWAT 2000 dapat dilihat pada Tabel 3 sampai dengan 5.



Tabel 3 :.Input Pengolahan Data Hujan Stasiun Tarus Tahun 2001-2017

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
PCPMM	309.035	444.85	267.89	87.63	18.03	5.91
PCPSTD	14.485	21.564	15.393	9.126	2.975	1.47
PCPSKW	1.9453	1.7227	2.5851	4.899	6.863	12.5
PR_W1	0.454	0.467	0.310	0.161	0.049	0.025
PR_W2	0.727	0.850	0.773	0.525	0.390	0.458
PCPD	20.240	21.940	19.410	8.410	2.410	1.410
RAINHHMX	73.00	95.50	83.00	83.00	28.00	25.00
	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
PCPMM	4.76	1.35	1.91	17.81	138.76	245.18
PCPSTD	1.17	0.68	1.01	2.623	12.22	14.903
PCPSKW	11.148	16.092	16.277	5.471	3.634	3.474
PR_W1	0.020	0.004	0.004	0.073	0.243	0.378
PR_W2	0.476	0.333	0.333	0.200	0.509	0.740
PCPD	1.240	0.180	0.180	2.650	10.180	19.470
RAINHHMX	18.00	11.00	18.00	20.00	87.00	109.00

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Tabel 4 Input Pengolahan Data Hujan Stasiun Penfui Tahun 2001-2017

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
PCPMM	402.25	347.34	298.08	108.76	31.46	13.98
PCPSTD	19.6405	20.5898	17.5034	10.5649	5.3321	2.9365
PCPSKW	2.2704	2.3537	2.4594	4.4684	7.6692	8.0745
PR_W1	0.3717	0.4147	0.2807	0.1641	0.056	0.0411
PR_W2	0.1304	0.1304	0.1304	0.1304	0.1304	0.1304
PCPD	19.76	15.47	14.24	7.41	2.65	1.35
RAINHHMX	105.00	102.00	94.00	80.00	68.00	35.00
	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
PCPMM	7.26	1.82	2.41	22.39	125.25	350.51
PCPSTD	2.1319	1.1041	1.131	3.3788	10.325	18.9072
PCPSKW	12.3293	22.0723	15.5074	5.4146	2.8372	2.6277
PR_W1	0.0275	0.0038	0.0059	0.0571	0.1792	0.3911
PR_W2	0.1765	0	0	0.2432	0.424	0.6854
PCPD	1	0.18	0.24	2.18	7.35	17.76
RAINHHMX	33.00	25.00	20.00	26.00	55.00	108.00

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Tabel 5 Input Pengolahan Data Hujan Stasiun Baun Tahun 2001-2017

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
PCPMM	339.910	335.560	225.650	94.590	53.710	24.81
PCPSTD	16.516	19.471	15.022	9.111	7.348	4.31
PCPSKW	2.201	2.273	2.742	3.963	5.809	8.31
PR_W1	0.380	0.320	0.221	0.130	0.070	0.04
PR_W2	0.715	0.698	0.573	0.491	0.493	0.44
PCPD	18.760	15.180	11.290	6.470	4.060	2.94
RAINHHMX	93.0	106	90	65	60	41
	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
PCPMM	14.240	2.760	5.760	29.590	105.750	306.51
PCPSTD	2.774	0.761	2.491	5.046	10.030	17.51
PCPSKW	8.529	10.751	16.491	7.830	3.709	2.41
PR_W1	0.051	0.010	0.014	0.057	0.132	0.31
PR_W2	0.206	0.417	0.364	0.282	0.465	0.61
PCPD	2.000	0.710	0.650	2.290	5.940	15.41
RAINHHMX	36	10	47	60	72	110

Sumber : Hasil Analisis, 2018

### Input Tataguna Lahan AVSWAT 2000

Kondisi sebaran penggunaan lahan di DAS Manikin pada studi ini menggunakan Tataguna Lahan tahun 2014, dimana sebaran penggunaan lahan pada DAS Manikin di tahun tersebut diperoleh dari interpretasi citra satelit

Berdasarkan formasi atau sebaran Tataguna Lahan dari peta tataguna lahan hasil interpretasi citra satelit, dilakukan pengkodean atau pendefinisian penggunaan lahan sesuai format yang dibutuhkan AVSWAT 2000, untuk mencocokkan peta penggunaan lahan dengan database tataguna lahan yang ada di AVSWAT 2000. Database tataguna lahan AVSWAT 2000 ada dalam file *crop.dbf* dan *urban.dbf*. Untuk mencocokkan peta tataguna lahan dengan database tataguna lahan AVSWAT 2000 (*crop.dbf* dan *urban.dbf*) dibuat tabel *lookup* sesuai dengan format yang diminta AVSWAT 2000, dan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Tabel *Look Up Landuse*

VALUE	LANDUSE	Kode 6 : HUTN
1	AIRT	
2	PMKN	
3	SWAH	= Hutan Campuran
4	PDNG	
5	BLKR	
6	HUTN	
7	LDNG	

Sumber : Analisa Spasial AVSWAT 2000

Keterangan :

VALUE : Kode Simbol Pada Peta Tataguna Lahan

LANDUSE : Simbol Nama Jenis Tataguna Lahan pada Database AVSWAT 2000

Kode 1 : AIRT = Air Tawar

Kode 2 : PMKN = Pemukiman

Kode 3 : SWAH = Sawah Irigasi

Kode 4 : PDNG = Padang Rumput

Kode 5 : BLKR = Semak Belukar

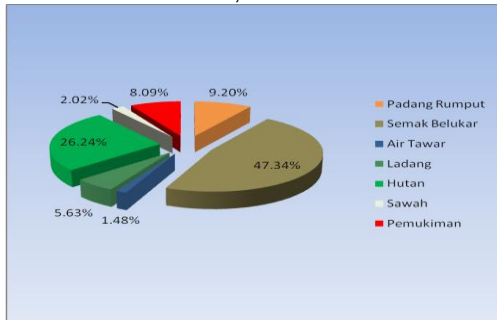
Peta tataguna lahan yang akan diinput ke dalam AVSWAT 2000 bisa dalam bentuk grid maupun vektor. Saat peta diinput lewat menu *landuse and soil Definition*, AVSWAT 2000 akan memotong (*cropping*) peta tersebut sesuai dengan batas DAS Hasil *Watershed delineation*. Setelah proses *overlay* peta tataguna lahan dan jenis tanah, sebaran Tataguna Lahan lokasi studi bisa dilihat di file *Landuse Soil RepSwat.txt* (Gambar 4.31). Dari gambar tersebut dapat diketahui sebaran tataguna lahan DAS Manikin seperti Tabel 7.

Tabel 7 : .Sebaran Tataguna Lahan lahan DAS Manikin

Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Persentase(%)
Padang Rumput	886.95	9.20
Semak Belukar	4.564.99	47.34
Air Tawar	142.71	1.48
Ladang	542.72	5.63

Hutan	2.530.58	26.24
Sawah	195.27	2.02
Pemukiman	780.15	8.09
Total	9.643.38	100.00

Sumber : Hasil Analisis, 2018



Gambar 19 .Prosentase Sebaran Tataguna Lahan DAS Manikin  
Sumber : Hasil Analisis, 2018

**Data Input Jenis Tanah DAS Manikin**

AVSWAT 2000 membutuhkan data jenis tanah lokasi studi untuk pendugaan debit sungai dan laju erosi. Sama seperti tataguna lahan, data jenis tanah yang dibutuhkan AVSWAT 2000 adalah berupa data spasial dalam bentuk peta. Untuk bisa diinput kedalam AVSWAT 2000, peta jenis tanah tersebut bisa dalam bentuk grid maupun vektor.

Database tanah dalam AVSWAT 2000 hanya memuat data tanah yang ada di Amerika Serikat (USA). Ada 2 data tanah dalam AVSWAT2000 yaitu STATSGO (*State Soil Geographic Database*) dan SSURGO (*Soil Survey Geographic Database*). Untuk lokasi studi di luar USA, pengguna AVSWAT 2000 harus membuat database tanah sendiri sesuai dengan jenis tanah lokasi studi dan disimpan di file *usersoil.dbf*. Database tanah berisi tentang karakteristik baik fisik maupun kimia dari jenis tanah yang ada di lokasi studi. Pembuatan database tanah dalam penelitian ini menggunakan sumber data tanah dari FAO. Setelah pembuatan database tanah, langkah selanjutnya adalah melakukan pengkodean atau pendefinisian jenis tanah lokasi studi. Langkah ini merupakan langkah untuk mencocokkan peta jenis tanah dan database tanah yang sudah dibuat. Sama seperti pada tataguna lahan, untuk mencocokkan peta jenis tanah dengan database jenis tanah (*usersoil.dbf*) dibuat tabel *look up* seseuai dengan format yang diminta AVSWAT 2000 seperti Tabel 8.

Tabel 8. Tabel *Look Up* Jenis Tanah

VALUE	NAME	Keterangan
1	Aluvial	VALUE: Kode Simbol Pada
2	Kambisol-e	
3	Kambisol-u	
4	Latosol	

**5 Regosol**

Sumber : Hasil Analisis, 2018

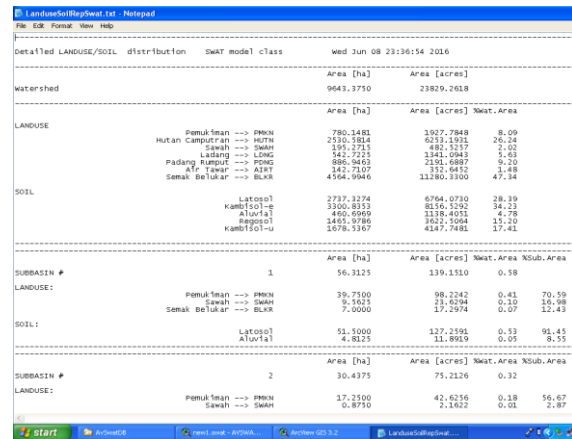
Saat peta diinput lewat menu *landuse and soil Definition*, AVSWAT 2000 akan memotong (*cropping*) peta jenis tanah tersebut sesuai dengan batas DAS Hasil *Watershed delineation*. Sebara jenis tanah lokasi studi bisa dilihat di file *LanduseSoilRepSwat.txt* (Gambar 5.31), setelah proses *overlay* peta tataguna lahan dan jenis tanah selesai.

Dari gambar tersebut dapat diketahui sebaran jenis tanah DAS Manikin seperti Tabel 5.15.

Tabel 9. Sebaran Jenis Tanah DAS Manikin

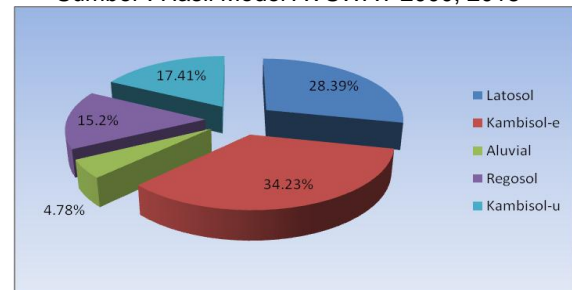
Jenis Tanah	Luas (ha)	Persentase (%)
Latosol	2737.3274	28.39
Kambisol eutrik	3300.8353	34.23
Aluvial	460.6969	4.78
Regosol	1465.9786	15.2
Kambisol ustrik	1678.5367	17.41
Total	9643.3749	100

Sumber: Hasil Analisis, 2018



Gambar 20 .Report Hasil Definisi Tataguna Lahan dan Jenis Tanah

Sumber : Hasil Model AVSWAT 2000, 2018



Gambar 21 : Sebaran Jenis Tanah DAS Manikin

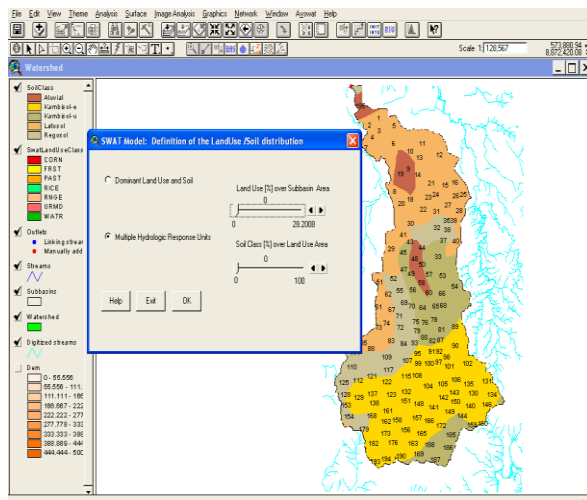
Sumber : Hasil Analisis, 2018

**Pengolahan HRU (*Hydrologic Response Unit*)**

Unit satuan lahan yang mendeskripsikan peta penutup lahan atau jenis tanah yang ada pada suatu sub DAS merupakan definisi dari HRU. *ToolHRU distribution* yang terdapat dalam AVSWAT2000 berfungsi untuk

menjelaskan luasan distribusi penutup lahan atau jenis tanah apa saja yang ada dalam suatu sub DAS yang akan dimodelkan. Terdapat dua pilihan dalam tool ini, yang pertama adalah *dominant land use and soil* dan pilihan kedua adalah *mutiple hydrologic respore unit*.

Menu ini akan aktif apabila sudah melakukan proses Overlay antara Jenis Tataguna Lahan dengan Jenis Tanah pada menu Definisi Jenis Lahan dan Tanah. Untuk menampilkan dialog Distribusi HRU ini klik menu AVSWAT > HRU Distribution Selanjutnya akan ditampilkan jendela dialog Distribusi HRU sebagai berikut :



Gambar 22. Tampilan Menu HRU Distribution.

Sumber: Hasil Analisis, 2018

Pada jendela dialog tersebut ada dua menu pilihan :

1. Guna Lahan dan Tanah Dominan (*Dominant Land Use and Soil*)

Apabila dipilih menu ini maka proses distribusi HRU masing-masing Subdas hanya akan memproses tataguna lahan dan jenis tanah yang dominan saja dari setiap Subdas sehingga Tataguna Lahan dan Jenis Tanah yang tidak dominan akan diabaikan dan tidak diperhitungkan pada proses perhitungan selanjutnya.

2. *Multiple Hydrologic Response Units*

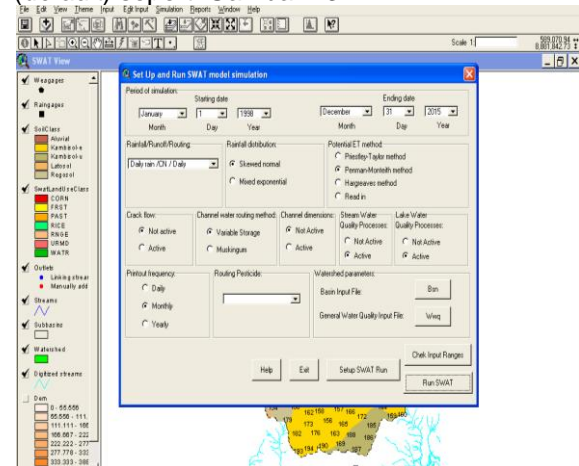
Dengan memilih menu ini maka semua jenis tataguna lahan dan jenis tanah yang ada di masing-masing Subdas akan diperhitungkan dalam proses pendistribusian HRU mapun dalam perhitungan selanjutnya. Sebaiknya Anda memilih pilihan ini untuk perhitungan existing

Penelitian ini menggunakan pilihan yang kedua yaitu *mutiple hydrologic respore unit* dengan prosentase *land use (%) over sub basin area* sebesar 0 % dan *soil class (%) over land*

*use area* sebesar 0 %, yaitu agar semua jenis tataguna lahan dan jenis tanah yang ada di masing-masing Sub DAS akan diperhitungkan **Running Simulation AVSWAT 2000 (Run SWAT)**

Setelah semua data-data yang diminta AVSWAT 2000 berhasil diinput dengan sempurna, maka simulasi bisa dilakukan. Simulasi ini bertujuan untuk memproses semua data masukan sehingga menghasilkan nilai debit, limpasan permukaan, erosi dan sedimentasi yang terjadi di daerah studi (Utomo, 1994).

Perintah *Run SWAT* terdapat di *View SWAT* pada menu *Simulation*. Pada menu *Run SWAT* terdapat sejumlah menu yang disajikan yang harus diisi sesuai dengan tujuan dan kebutuhan analisis. Untuk *period of simulation* dimulai dari 1 Januari 1998 sampai dengan 31 Desember 2015. Untuk menu yang lain seperti *Potential ET method* dipilih *Penman-Monteith method*, *Printout frequency* dipilih *Monthly*, sedangkan pilihan yang lainnya diabaikan sesuai bawaaan AVSWAT 2000 (*default*) seperti Gambar 23.



Gambar 23. Pegaturan *Set Up and Run SWAT Model Simulation*

Sumber : Hasil Analisis, 2018

**Hasil Pemodelan AVSWAT 2000**

Dari hasil simulasi AVSWAT 2000, diambil nilai *SURQ* (*Surface runoff*= mm H<sub>2</sub>O) dari *Subbasin Output File* (.BSB) untuk masing-masing subbasin. Proses tersebut mendapatkan nilai rata-rata limpasan permukaan untuk masing-masing subbasin.

**Besar Limpasan Permukaan DAS Manikin**

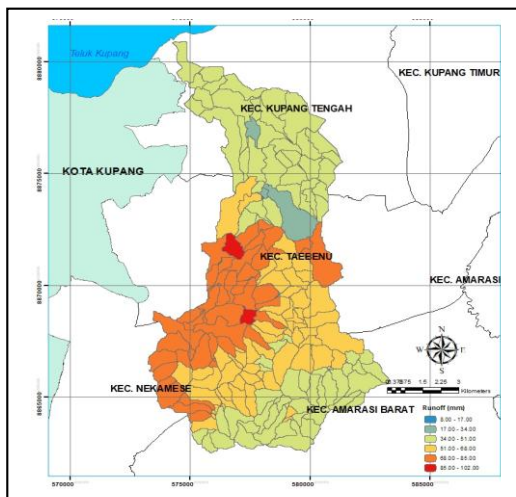
Dari hasil pemodelan AVSWAT diperoleh besar limpasan permukaan untuk masing-masing sub DAS seperti pada tabel berikut. Tinggi limpasan permukaan juga dapat dilihat penyebarannya lewat peta sebaran tinggi limpasan permukaan pada gambar,,,

Hasil analisis spasial memberikan gambaran bahwa rata-rata limpasan permukaan DAS Manikin adalah 23.199 ton/ha/thn. Limpasan permukaan tertinggi adalah sebesar 66,002 ton/ha/thn yang terjadi di Sub DAS 1 dan laju erosi terendah sebesar 2,081 ton/ha/thn yang terjadi di Sub DAS 76

Tabel 10 : Limpasan permukaan tahunan untuk masing-masing Sub DAS Manikin

Sub DAS	Runof (mm)	Sub DAS	Runof (mm)	Sub DAS	Runof (mm)	Sub DAS	Runof (mm)	Sub DAS	Runof (mm)
1	48.98	40	39.24	79	73.86	118	57.74	157	48.85
2	43.19	41	56.41	80	66.05	119	74.98	158	59.04
3	44.66	42	8.00	81	59.54	120	78.53	159	44.94
4	45.04	43	43.59	82	58.57	121	70.75	160	46.37
5	46.03	44	34.13	83	83.08	122	58.96	161	62.37
6	42.24	45	43.77	84	88.31	123	64.93	162	62.07
7	43.80	46	45.54	85	83.45	124	68.40	163	50.90
8	42.58	47	68.64	86	65.87	125	78.37	164	42.63
9	30.99	48	75.26	87	63.59	126	67.20	165	50.04
10	42.48	49	72.98	88	82.06	127	41.87	166	45.59
11	43.89	50	69.13	89	64.90	128	77.92	167	42.71
12	43.34	51	84.51	90	65.52	129	60.27	168	63.27
13	44.03	52	88.09	91	61.90	130	45.39	169	45.93
14	43.71	53	72.20	92	51.92	131	89.56	170	66.10
15	43.17	54	69.50	93	68.56	132	66.11	171	60.01
16	44.19	55	82.98	94	62.42	133	45.66	172	40.30
17	39.23	56	72.05	95	64.01	134	45.50	173	45.76
18	36.00	57	65.51	96	59.54	135	60.67	174	51.63
19	39.66	58	72.50	97	64.49	136	48.63	175	64.95
20	42.88	59	67.99	98	58.87	137	66.25	176	45.38
21	44.49	60	63.63	99	61.96	138	65.82	177	69.00
22	39.65	61	83.30	100	50.21	139	47.50	178	60.99
23	41.58	62	82.86	101	61.66	140	50.04	179	76.81
24	43.40	63	83.23	102	59.40	141	47.77	180	67.59
25	41.80	64	64.62	103	45.93	142	50.66	181	68.33
26	41.72	65	60.79	104	63.65	143	48.68	182	67.30
27	44.09	66	60.23	105	64.43	144	47.99	183	54.87
28	42.78	67	82.91	106	65.17	145	42.00	184	43.36
29	56.88	68	59.56	107	69.81	146	44.69	185	46.58
30	38.32	69	84.53	108	58.64	147	66.90	186	46.66
31	40.74	70	78.21	109	79.32	148	61.81	187	49.35
32	37.21	71	82.89	110	78.12	149	49.28	188	45.93
33	30.57	72	84.16	111	78.36	150	45.37	189	46.58
34	33.97	73	83.35	112	73.44	151	62.20	190	44.64
35	39.90	74	82.93	113	74.08	152	56.00	191	48.47
36	37.47	75	72.08	114	62.34	153	75.31	192	48.81
37	36.30	76	25.84	115	61.49	154	74.99	193	45.33
38	37.32	77	33.87	116	46.60	155	62.35	194	44.58
39	39.53	78	53.18	117	72.43	156	63.03	195	41.74

Sumber : Hasil Analisis, 2018



Gambar 24. Peta Sebaran Runoff Manikin

Sumber : Hasil Analisis, 2018  
Langkah-Langkah yang diperlukan untuk bisa Meredam Tingginya Limpasan Permukaan (*Runof*) di DAS Manikin

Hasil analisis *run off* diperoleh gambaran bahwa sebagian DAS Manikin mempunyai tinggi *run off* yang besar. *Run off* besar terjadi pada daerah tengah DAS, yaitu berkisar antara 51-88 mm, sedangkan bagian hulu dan hilir runoff berkisar antara 34-51 mm.

**PENUTUP**

Sesuai hasil analisa data dalam pembaha- san dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Cara menghitung besar limpasan permu- kaan (*run off*) di Daerah Aliran Sungai (DAS) Manikin sebagai berikut :  
Menghitung tebal limpasan permukaan DAS Manikin menggunakan model AVSWAT 2000. Dengan data – data pendukung data spasial maupun non spasial untuk menja- lankan model AVSWAT 2000. Untuk *output* (keluaran) limpasan, debit sungai, debit sedimen dan erosi lahan mengguna- kan data curah hujan dan data suhu 10 tahun data curah hujan yang digunakan dari empat stasiun hujan meliputi data curah hujan Penfui, Oeletsala, Tarus dan Baun data tersebut dari BMG Lasiana Kupang adapun suhu berasal dari stasiun meteoro logi Eltari Kupang. Pengolahan data tersebut setelah di format shp menghasilkan peta tataguna lahan (*Landuse*), peta jenis tanah dengan informasi tekstur tanah, peta topografi, dan peta jaringan sungai
2. Besar debit aliran permukaan (*run off*) di Daerah Aliran Sungai (DAS) Manikin pada tahun 2017 sesuai hasil analisis *run off* diperoleh gambaran bahwa sebagian DAS Manikin mempunyai tinggi *run off* yang besar. Aliran permukaan (*run off*) yang ter jadi pada daerah tengah DAS, yaitu berkisar antara 51-88 mm, sedangkan bagian hulu dan hilir berkisar 34 - 51 mm.
3. Langkah-langkah yang harus diperbuat untuk mengantisipasi mengurangi debit air limpasan permu kaan (*run off*) di DAS Manikin sebagai berikut :
  - a. Upaya untuk merehabilitasi hutan dan Lahan untuk menekan tingginya aliran permukaan (*run off*). Karena seluruh daerah DAS Manikin merupakan aliran permukaan yang sangat tinggi. Upaya rehabilitasi hutan dan lahan diprioritaskan dengan disesuaikan fungsi kawasan lindung dan penyangga konservasi hutan dan lahan yang berbeda dengan kawasan budidaya, termasuk pemu kiman.
  - b. Pemulihan Hutan dan Lahan, pemulihan hutan dan lahan lebih diarahkan untuk aspek

- memulihkan kondisi hutan dan lahan sehingga dapat berfungsi kembali dalam mendukung sistem penyangga kehidupan. Kegiatan utama lebih mengarah kepada kegiatan-kegiatan vegetatif baik di luar maupun di dalam kawasan hutan (fungsi kawasan lindung dan penyangga).
- c. Pengendalian Erosi dan Sedimentasi dilakukan dengan penerapan teknik konservasi tanah baik secara vegetatif (reboisasi dan penghijauan) maupun teknik sipil. Kegiatan vegetatif (reboisasi dan penghijauan) di dalam kerangka untuk pemulihan hutan dan lahan juga berfungsi untuk pengendalian erosi dan sedimentasi
  - d. Pengembangan Sumber Daya Air, pengembangan upaya ini peningkatan pemanfaatan fungsi sumber daya air guna memenuhi kebutuhan air baku untuk berbagai keperluan. Kegiatan rehabilitasi sumber daya air lebih difokuskan pada upaya pengendalian tata air DAS dan konservasi air (UU RI No & Tahun 2004).

#### Saran

Upaya rehabilitasi lahan secara vegetatif selain sebagai usaha pencegahan erosi dan sedimentasi, diusahakan agar menggunakan metode yang dapat meningkatkan produktivitas lahan dan tingkat kesuburan tanah sesuai metode-metode yang disarankan untuk diterapkan di kawasan budidaya DAS Manikin meliputi

- a. Tanaman Bersusulan (Tumpang Gilir) dan Penanaman tanaman penutup tanah yang berfungsi sebagai pupuk hijau
- b. Budidaya lorong (*alley cropping*) yang berfungsi sebagai menahan erosi, juga berguna sebagai mulsa yang dapat menyumbangkan hara, terutama nitrogen, bagi tanaman lorong.
- c. Pagar hidup dilakukan di kawasan budi daya untuk mengurangi erosi dan sedimentasi serta konservasi tanah yang sudah berkurang tingkat kesuburannya..
- d. Penghijauan lingkungan di Kawasan budidaya yang peruntukannya berupa pemukiman (urban), untuk menghijaukan lapangan dengan melaksanakan penanaman di taman, jalur hijau, pemukiman, perkantoran dan lain-lain.
- e. Konservasi vegetatif pada kawasan penyangga yang dilakukan dengan penanaman secara total pada lahan yang terlantar, lahan kosong (penghijauan) maupun pengkayaan tanaman pada lahan-lahan yang menurut pertimbangan teknis maupun sosial-ekonomis masih perlu diperkaya dengan tanaman tahunan. Baik penghijauan maupun pengkayaan tanaman ditujukan untuk memulihkan dan meningkatkan produktivitas

lahan sehingga dapat berfungsi secara optimal.

- f. Konservasi vegetatif pada kawasan lindung diarahkan untuk pengembangan sumber daya air dan upaya pengendalian tata air DAS dan konservasi air. Dengan tujuan pengendalian tata air DAS, untuk memperbaiki angka Koefisien Rejim Sungai (KRS). KRS adalah perbandingan antara debit maksimum dan debit minimum dari sungai yang bersangkutan.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :  
Direktur Politeknik Negeri Kupang yang memberikan kesempatan kepada penulis untuk diikutsetakan dalam penelitian Rutin Politeknik Negeri Kupang pada Tahun Anggaran 2018. Dan Kepala Pusat Penelitian dan PpM Politeknik Negeri Kupang yang dengan giat dan berusaha untuk mengembangkan Dosen dalam membuat suatu karya ilmiah dalam bentuk penelitian yang lebih maju dari tahun-tahun sebelumnya

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aronoff. 1989. *Geographic Information System – A Management Perspective*. Ottawa : WDL Publications.
- Asdak, Chay. 2004. *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Bisri, Mohammad, 2009 *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Malang : Penerbit Percetakan CV. Asrori*
- ESRI (Environmental System Research Institute, Inc). 1996. *ArcView GIS, The Geographic Information System for Everyone*. New York : ESRI.
- Junaidi, Rahmad. 2006. *Studi Perencanaan Fungsi Kawasan dan Arahan Konservasi Lahan dan Tanah di DAS Brantas Bagian Hulu dengan Menggunakan SIG*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang : Jurusan Pengairan FT Unibraw, 2006.
- Marwan, Achmad. 2003. "Implementasi Sistem Informasi Geografis Dalam Penentuan Batas Genangan Bendungan Genteng Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang". Skripsi tidak diterbitkan. Malang : Jurusan Pengairan FT Unibraw, 2003.
- Prahasta, Eddy. 2001. *Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. Bandung : CV Informatika
- Prahasta, Eddy. 2005. *Sistem Informasi Geografis*. Bandung : CV Informatika.
- Soemarto, CD. 1999. *Hidrologi Teknik Edisi*

*Kedua.* Jakarta : Erlangga  
Undang Undang RI No. 7 Tahun 2004 tentang  
Sumber Daya Air. Pustaka Widyatama.  
Yogyakarta.  
Utomo, Wani Hadi. 1994. *Erosi Dan Konservasi  
Tanah*. Malang : IKIP