

FLOOD STUDY ANALYSIS USING GIS TECHNOLOGY IN DISTRICT BOJONEGORO

Anna Rosytha, M. Taufik

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surabaya
Jl. Sutorejo No.59, Surabaya, Surabaya

ABSTRACT

The incidence of floods in Bojonegoro is common every year during the rainy season, flood events that cause terendamnya thousands of hectares of agricultural land and thousands of homes, flooding that occurred in Bojonegoro caused by the overflow of the Bengawan Solo river, causing flash flooding because the river upstream is derived of limestone mountains south high rainfall. Given the flood events causing substantial losses, the need for a study to analyze the potential of the region is prone to flooding in Bojonegoro.

Determination zone flood-prone areas using Landsat ETM 7 integration and Map RBI produce land cover information, road networks, river networks, and Digital Elevation Model (DEM). The data is combined with historical data to produce maps of flood runoff flooding. Furthermore, the GIS analysis, the overlay data and network analyst, can be made map visualization runoff and rainwater so it can be seen the extent and causes of the flooding.

Keywords: Flood, Landsat ETM 7, DEM and GIS

A. PENDAHULUAN

Menurut Lillesand dan Kiefer 1979, penginderaan jauh adalah *‘suatu ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang obyek, daerah atau fenomena dengan jalan menganalisa data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap obyek, daerah atau gejala yang dikaji’*

Kedua metode tersebut, baik penginderaan jauh maupun SIG merupakan *‘alat’* atau *‘tools’* yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan, seperti: perikanan dengan melihat temperatur permukaan laut (*Sea Surface Temperature/SST*), kebakaran hutan dengan memantau titik-titik api, dunia perpajakan dan asuransi dengan menghitung zona-zona pelanggan, pemantauan distribusi pipa PDAM, dan masih banyak lagi.

Salah satu kegunaan penginderaan jauh dan SIG adalah menduga daerah rawan banjir.

Penentuan zona daerah rawan banjir menggunakan satelit penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat dilakukan dengan memadukan antara fenomena banjir dan kemampuan data satelit citra. Adanya suatu sistem yang dapat terintegrasi dan tersusun dalam suatu SIG secara digital. Aplikasi SIG

Sedangkan pengertian Sistem Informasi Geografis menurut Aronoff, 1992 sebagai: *‘seperangkat kerja baik secara manual maupun didukung oleh piranti komputer untuk melakukan koleksi, menyimpan, mengelola, serta menyajikan data dan informasi yang bergeoreferensi untuk tujuan tertentu.’*

Dari sini tampak bahwa data yang diolah dalam metode SIG haruslah mengacu pada sistem koordinat tertentu.

yang dilakukan menggunakan ekstensi Tiga Dimensi (3D) Analyst yang terdapat dalam software ArcView 3.3, ekstensi 3D Analyst digunakan untuk menggambarkan relief permukaan bumi dengan pemodelan Digital Elevation Model (DEM).

Sedangkan pemilihan daerah penelitian, yakni Kabupaten Bojonegoro dikarenakan oleh meluapnya Daerah Aliran Sungai (DAS) Bengawan Solo Hulu dan DAS Kali Madiun. Kabupaten Bojonegoro berpotensi terjadi banjir bandang karena hulu sungai tersebut berasal dari penguungan kapur selatan yang curah hujannya tinggi.. Mengingat kejadian banjir mengakibatkan kerugian yang besar maka perlu adanya kajian untuk menganalisa potensi rawan banjir di wilayah Kabupaten Bojonegoro.

B. DASAR TEORI

Pada penelitian ini, ada tiga jenis data yang digunakan, yakni citra satelit Landsat

ETM7 sebagai data raster, peta RBI Tahun 1999 dan tematik sebagai data vektor, dan data curah hujan sebagai data tabular.

1. Pengolahan Citra Satelit

Citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra Landsat ETM 7 (Enhanced Thematic Mapper 7) tahun 2009 untuk daerah Bojonegoro dan sekitarnya. Dari pengolahan didapatkan klasifikasi tutupan lahan berupa: tambak, sungai, sawah (irigasi dan tadah hujan), dan permukiman (padat dan renggang), industri, kebun dan lahan kosong.

2. Digital Elevation Model (DEM)

DEM adalah data digital yang menggambarkan geometri dari bentuk permukaan bumi atau bagiannya yang terdiri dari himpunan titik – titik koordinat hasil sampling dari permukaan dengan algoritma yang mendefinisikan permukaan tersebut menggunakan himpunan koordiat (Tempfli, 1991).

DEM merupakan suatu system, model, metode, dan alat dalam mengumpulkan, proessing dan penyajian informasi medan. Susunan nilai – nilai digital yang mewakili distribusi spasial dari karajteristik medan, distribusi spasial di wakili oleh nilai system koordiat horizontal XY dan karakteristik medan diwakili oleh ketinggian medan dalam system koordiat Z (Frederic J. Doyle, 1991).

DEM khususnya digunakan unruk menggambarkan relief medan. Gambaran model relief rupabumi tiga deimensi (3-Dimensi) yang menyerupai keadaan sebenarnya di dunia nyata (Real world) divisualisasikan dengan bantuan teknologi computer grafis dan teknologi virtual reality (Mogal, 1993).

Visualisasi DEM dibangun dengan menggunakan aplikasi software 3D Analyst berbasis SIG seperti ArcView 3.3.

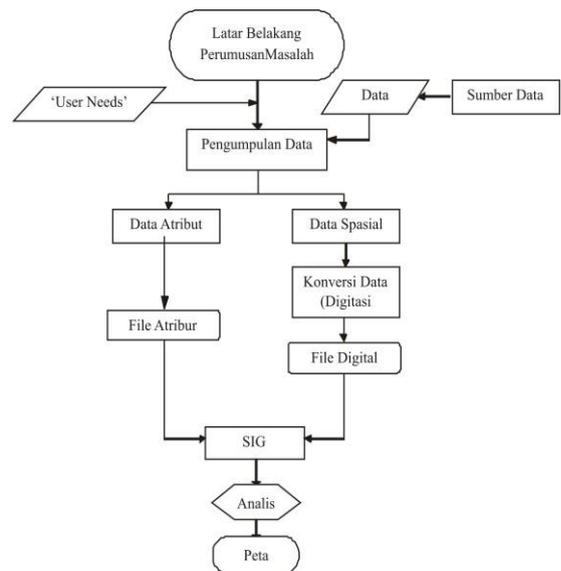
3. Sistem Informasi Geografis

Dalam sistem pengolahan citra digital, pemanfaatan SIG secara terpadu digunakan untuk memperbaiki hasil klasifikasi. Dengan demikian peranan teknologi SIG dapat diterapkan untuk operasionalisasi penginderaan jauh.

Secara teknis SIG mengorganisasikan dan memanfaatkan data dari peta digital yang tersimpan dalam basis data. Dalam SIG, dunia nyata dijabarkan dalam data peta digital yang

menggambarkan posisi dari ruang, dari klasifikasi, atribut data, dan hubungan antar item data. Kerincian data dalam SIG ditentukan oleh besarnya satuan pemetaan terkecil yang dihipun dalam basis data. Sedangkan dalam bahasa pemetaan kerincian itu tergantung dari skala peta dan dasar acuan geografis yang disebut sebagai peta dasar (Budiman, 1999 : 4)

Dalam metodologi SIG tampak bahwa data yang dioleh dalam metode SIG haruslah mengacu pada system koordinat tertentu. Secara garis besar, metodologi Sistem Informasi geografis dapat dilihat pada bagan berikut :



Gambar 1. Metodologi SIG

Adapun kegunaan SIG adalah :

- a. *Visualisasi Informasi*, yaitu bentuk penyajian informasi melalui penglihatan. Semua informasi yang divisualisasikan dapat dilihat, diinterpretasi, dan selanjutnya dianalisa.
- b. *Pengorganisasian Informasi*, yaitu penyampian informasi menurut hubungan yang logis. Dalam SIG, data diatur secara keruangan (spasial)
- c. *Pengkombinasian informasi*, yaitu untuk mengintegrasikan data yang terkadang berasal dari sumber berbeda dalam skala, system proyeksi serta cara penyimpanan.
- d. *Analisa Informasi*, yaitu mempelajari dan menginterpretasi data/informasi yang telah diproses untuk keperluan tertentu.

4. Limpasan Permukaan (Surface Runoff).

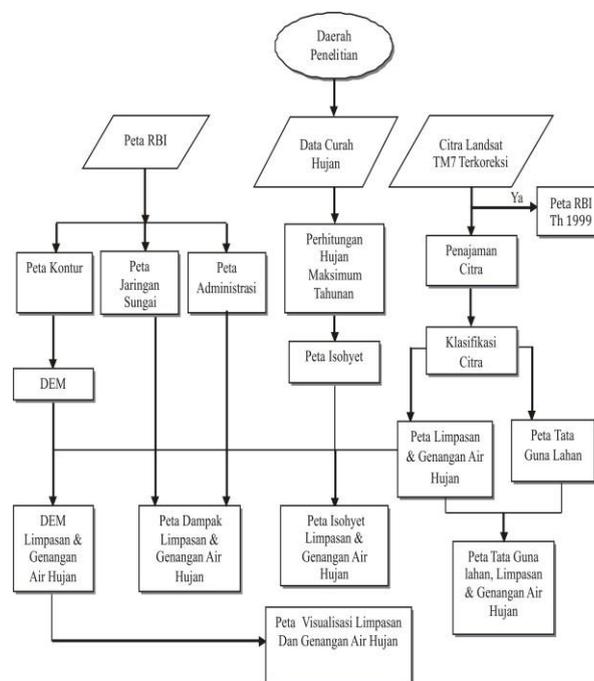
Air hujan yang turun ke bumi mengalami siklus hidrologi yaitu penguapan (evapotranspirasi), penyerapan oleh tanah (infiltrasi), dan limpasan permukaan bumi (surface run off). Limpasan didefiniskan bagian air yang mengalir diatas permukaan tanah. Genangan didefinisikan endapan air yang tidak mengalirkan limpasannya ke saluran pembuangan.

5. Faktor Yang Mempengaruhi Limpasan

- Jenis Presipitasi
Jenis Presipitasi ada dua yaitu hujan dan salju.
- Intensitas Curah Hujan
Intensitas curah hujan adalah besarnya curah hujan per satuan waktu.
- Lamanya Curah Hujan
Jika lama curah hujan lebih pendek, maka limpasan akan sama dan tidak tergantung pada intensitas curah hujan. Dan jika curah hujan lebih panjang, maka limpasan permukaan akan lebih panjang.
- Distribusi Curah Hujan Dalam daerah Pengaliran
Debit curah hujan dapat mempengaruhi debit puncak, yaitu daerah pengaliran yang luas dengan distribusi hujan merata mengakibatkan debit maksimum.
- Arah pergerakan hujan.
Curah hujan bergerak sepanjang sistem aliran sungai yang mempengaruhi debit puncak dan limpasan permukaan.
- Kelembaban tanah.
Kadar kelembaban tanah berpengaruh terhadap kapasitas infiltrasi dimana tanah yang lembab yang menyebabkan limpasan yang semakin besar.
- Kelembaban tanah.
Kadar kelembaban tanah berpengaruh terhadap kapasitas infiltrasi dimana tanah yang lembab yang menyebabkan limpasan yang semakin besar.
- Kondisi meteorologi yang lain.

C. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mempermudah pemahaman terhadap langkah-langkah (prosedur) penelitian, berikut disajikan diagram alir pengolahan data (gambar 1). Hasil akhir yang diharapkan dari penelitian adalah berupa peta genangan wilayah Studi.



Gambar 2. Metodologi Penelitian

Penjelasan Flowchart pengolahan Data.

1. Peta Rupa Bumi (RBI) Indonesia
 - a. Digitasi
Melakukan digitasi peta RBI Kabupten Bojonegoro. Proses digitasi meliputi :
 - Peta Kontur.
Peta kontur adalah peta yang memberikan informasi tentang koordinat secara tiga dimensi (x,y,z) dari setiap titik pada permukaan daerah Lamongan. Interval kontur 12.5 meter.
 - Peta Jaringan Sungai.
Peta Jaringan Sungai adalah peta yang memberikan informasi jaringan sungai sehingga dapat diketahui aliran air sungai tersebut. Di samping itu juga memberikan informais tentang badan air dan batas laut.
 - Peta Administrasi.
Peta Administrasi adalah peta yang memberikan informasi batas wilayah antar satu wilayah dengan wilayah yang

- lain. Batas wilayah berupa batas desa, batas kecamatan, dan batas kabupaten.
2. Citra Landsat TM7 (Terkoreksi)
 - a. Pemotongan Citra.
Proses pemotongan citra (*cropping*) bertujuan untuk mendapatkan citra digital yang hanya meliputi daerah penelitian sehingga pemrosesan data menjadi lebih efektif. Proses pemotongan citra secara sederhana dilakukan dengan menampilkan citra berdasarkan masukan koordinat geografis yang membatasi daerah penelitian.
 - b. Penajaman.
Penajaman citra ini didasarkan pada pemetaan kembali tingkat kepekatan dalam suatu citra setelah mengalami perubahan (transformasi), dan bentuk transformasi ini tergantung pada kriteria yang dipilih. Adapun lingkup operasi peningkatan mutu citra yaitu peningkatan kontras, potongan kepekatan, peningkatan ketajaman tepi, peningkatan warna, menonjolkan obyek utama. Penajaman citra bertujuan untuk peningkatan mutu citra, yaitu menguatkan kontras kenampakan yang tergambar dalam citra digital.
 - c. Klasifikasi.
Klasifikasi citra secara digital merupakan proses pembagian *pixel* ke dalam kelas tertentu. Biasanya tiap *pixel* merupakan satu unit perpaduan nilai dari beberapa *band spektral*. Dengan membandingkan suatu *pixel* dengan *pixel* lainnya yang diketahui identitasnya, akan memudahkan untuk memasukkan kelompok yang memiliki pixel serupa ke dalam kelas yang cocok untuk kategori informasi yang diperlukan oleh pengguna data *remote sensing*. Klasifikasi citra bertujuan untuk mengelompokkan dan melakukan segmentasi terhadap kenampakan – kenampakan yang homogen dengan menggunakan teknik kuantitatif. Klasifikasi citra yang dilakukan adalah klasifikasi terbimbing. Klasifikasi citra dibagi ke dalam beberapa kelas yaitu badan air, jalan, pemukiman, sungai, tambak, tanah, dan vegetasi.
 - d. Digitasi
Melakukan proses digitasi obyek sesuai dengan hasil klasifikasi obyek. Hasil digitasi tersebut menghasilkan peta :
 - Peta Tata Guna Lahan
Peta Tutupan Lahan adalah peta yang memberikan informasi wilayah sesuai dengan peruntukannya. Peta tutupan lahan diklasifikasi menjadi badan air, jalan, pemukiman, sungai, tambak, tanah, dan vegetasi.
 - Peta wilayah Limpasan dan Genangan Air Hujan
Peta wilayah banjir adalah peta yang memberikan informasi wilayah yang terkena dampak dari limpasan dan genangan air hujan.
3. Pembuatan DEM
DEM merupakan penggambaran relief bumi dengan sebuah model di dalam komputer. DEM akan menghasilkan model 3D dari permukaan di Kabupaten Bojonegoro. DEM diperoleh dari pengolahan peta kontur menggunakan aplikasi *3D analyst* pada software *ArcView 3.3*.
 4. Peta Dampak Limpasan dan Genangan Air Hujan
Peta dampak limpasan dan genangan air hujan adalah *overlay* peta limpasan dengan genangan air hujan, peta jaringan sungai dengan peta administrasi. Hal ini bertujuan untuk mengetahui limpasan dan genangan air hujan yang berdampak pada batas administrasi.
 5. Peta Tata Guna Lahan – Peta Limpasan dan Genangan Air Hujan
Peta tata guna lahan – limpasan dan genangan air hujan adalah *overlay* peta tata guna lahan dengan peta limpasan dan genangan air hujan dan peta administrasi. Hal ini bertujuan untuk mengetahui tata guna lahan pada area limpasan dan genangan air hujan.
 6. Peta DEM - Limpasan dan Genangan Air Hujan
Peta DEM – limpasan dan genangan air hujan adalah *overlay* DEM dengan peta limpasan dan genangan air hujan dan peta administrasi. Hal ini bertujuan untuk mengetahui ketinggian pada area limpasan dan genangan air hujan.
 7. Peta Isohyet - Limpasan dan Genangan Air Hujan
Peta isohyet – limpasan dan genangan air hujan adalah *overlay* peta isohyet dengan peta limpasan dan genangan air hujan dan peta administrasi. Peta isohyet dibuat menggunakan data curah hujan rata-rata tahun 2000-2009. Hal ini bertujuan untuk mengetahui tinggi curah hujan pada area limpasan dan genangan air hujan.
 8. Analisa

- a) Analisa peta limpasan dan genangan air hujan tentang luasan limpasan dan genangan air hujan.
 - b) Analisa dari *overlay* peta administrasi dengan peta limpasan dan genangan air hujan untuk mengetahui limpasan dan genangan air hujan yang berdampak pada batas administrasi.
 - c) Analisa dari *overlay* peta tata guna lahan dengan peta limpasan dan genangan air hujan untuk mengetahui tata guna lahan pada area limpasan dan genangan air hujan.
 - d) Analisa *overlay* dari DEM dengan peta limpasan dan genangan air hujan. untuk mengetahui ketinggian pada area limpasan dan genangan air hujan.
 - e) Analisa *overlay* peta isohyet dengan peta limpasan dan genangan air hujan. Peta isohyet digunakan data curah hujan rata-rata tahun 2000-2009. Hal ini bertujuan untuk mengetahui tinggi curah hujan pada area limpasan dan genangan air hujan.
9. Peta Visualisasi Limpasan dan Genangan Air Hujan dengan faktor Penyebab dan Dampaknya
- Peta visualisasi limpasan dan genangan air hujan dengan faktor penyebab dan dampaknya merupakan hasil *overlay* antara peta administrasi, peta jaringan sungai, peta limpasan dan genangan air hujan, peta tata guna lahan, DEM, peta isohyet. Peta tersebut yang mampu memberikan informasi luasan, faktor penyebab, dan area dampak limpasan dan genangan air hujan.

D. HASIL DAN DISKUSI

1. Pemotongan Citra Landsat TM7

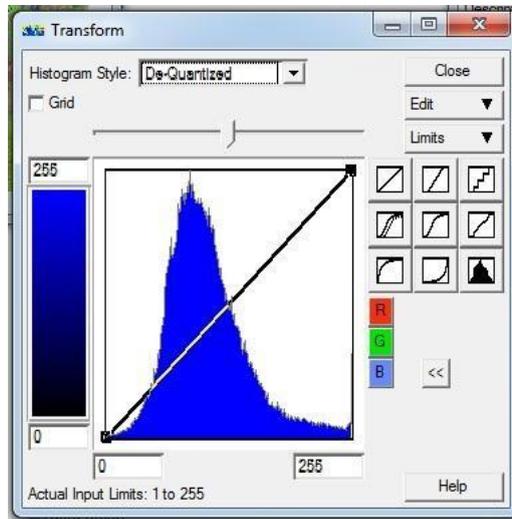
Proses pemotongan citra (*cropping*) dilakukan pada daerah Bojonegoro yang dilalui oleh sungai Bengawan Solo. Pemotongan dapat dilakukan dengan menggunakan menu *map computation / annotation* pada *ER Mapper 7.0*



Gambar 3. Hasil Pemotongan Citra Landsat TM7 Kabupaten Bojonegoro

2. Penajaman Citra

Penajaman Citra Landsat TM7 akan dilakukan dengan meningkatkan kontras warna dan cahaya dari suatu citra sehingga memudahkan untuk interpretasi dari analisis citra. Pada penajaman citra kali ini dilakukan dengan menggunakan modifikasi histogram. Histogram adalah suatu tampilan grafik dari distribusi frekuensi relatif dalam suatu dataset. Suatu kotak analog transformasi akan menampilkan histogram data masukan dan data keluaran setelah ditransformasi dan garis transformasi.



Gambar 4. Penajaman dengan histogram

3. Klasifikasi Citra

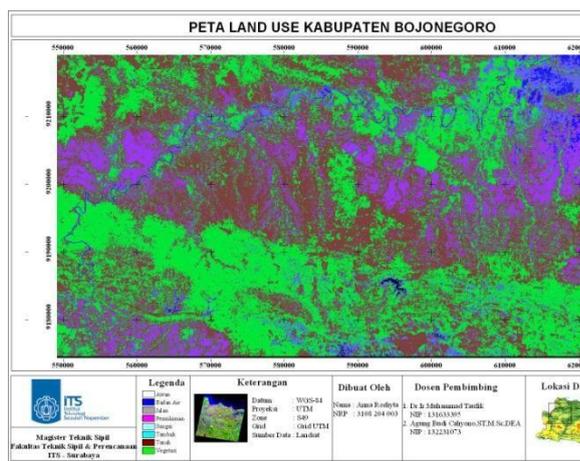
Pada citra *Landsat TM7* terkoreksi di daerah Kabupaten Bojonegoro terdapat *streapping* yang tidak begitu menghambat proses klasifikasi karena ketika proses klasifikasi dilakukan, di orientasikan menggunakan peta RBI Kabupaten Bojonegoro.

Klasifikasi yang dilakukan pada citra Landsat TM7 menggunakan klasifikasi visual. Hasil dari klasifikasi citra Landsat TM7 yaitu berupa Peta tutupan lahan yang diklasifikasi menjadi 8 kelas yaitu :

- a) Sungai
- b) Pemukiman
- c) Badan Air
- d) Jalan
- e) Vegetasi
- f) Tanah
- g) Tambak
- h) Awan

Tabel 1. Jenis dan luas area tutupan lahan

No	Jenis Tutupan Lahan	Area (Ha)	Area (%)
1.	Sungai	74119.68	8,47%
2.	Pemukiman	90316.71	10,32%
3.	Badan Air	9987.48	1,14%
4.	Jalan	67695.21	7,74%
5.	Vegetasi	294101.73	33,61%
6.	Tambak	89.55	0,01%
7.	Tanah	338287.86	38,66%
8.	Awan	500.85	0,06%
	Total	875099,07	100%



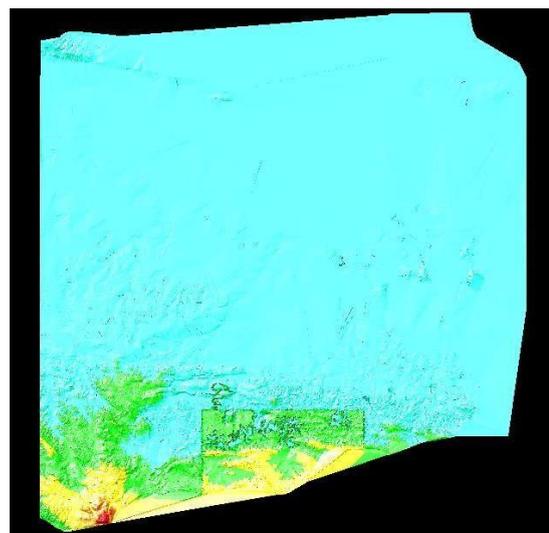
Gambar 5. Peta Tata Guna Lahan Kabupaten Bojonegoro

4. Pembuatan DEM

Peta kontur dibuat dari Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) skala 1 : 25.000. Kontur dibuat dengan menghubungkan titik ketinggian yang sama. Dengan skala 1 : 25.000, peta kontur memiliki interval 12.5 meter.

Peta kontur dikonversikan menjadi jaringan-jaringan segitiga yang di kenal dengan *Triangulated Irregular Network (TIN)*. TIN adalah model data vektor berbasiskan topologi yang digunakan untuk mempresentasikan data permukaan bumi atau model permukaan digital (*Prahasta,2001*). Hasil TIN di buat menjadi sebuah pemodelan yang di kenal dengan DEM.

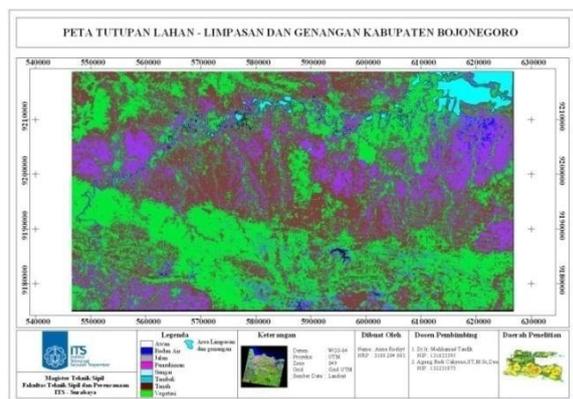
Pembuatan DEM dikelompokkan menjadi dua yaitu DEM di daerah limpasan dan genangan air hujan dan DEM secara keseluruhan pada Kabupaten Bojonegoro. Kedua DEM tersebut memiliki ketinggian yang sama yaitu 0-175 m. DEM diklasifikasi menjadi 14 kelas dengan interval 12.5 m. Berikut ini DEM Sepanjang Sungai Bengawan Solo Kabupaten Bojonegoro, dan DEM Kabupaten Bojonegoro.



Gambar 6. Hasil DEM Kabuapten Bojonegoro

5. Peta Limpasan dan Genangan Air Hujan

Peta dampak limpasan dan genangan air hujan adalah overlay peta limpasan dan genangan air hujan dengan peta jaringan sungai, dan peta administrasi . Hal ini bertujuan untuk mengetahui limpasan dan genangan air hujan yang berdampak pada batas administrasi.



Gambar 7. Peta Limpasan dan Genangan di kabupaten Bojonegoro

E. KESIMPULAN

1. Terjadinya genangan air disebabkan oleh banyak faktor, antara lain faktor alamiah dan faktor tindakan manusia. Faktor alamiah, diindikasikan oleh curah hujan yang tinggi, topografi suatu daerah dan kondisi alam daerah itu (jenis tanah, bentuk aliran sungai, dsb). Sedangkan faktor tindakan manusia antara lain: perubahan tata guna lahan akibat penggundulan hutan (*deforestasi*) dan perluasan kota.
2. Faktor penyebab area limpasan dan genangan air hujan disebabkan oleh vegetasi dalam jumlah sedikit di sepanjang Sungai Bengawan Solo, ketinggian yang relatif sangat rendah yaitu 0-12.5 meter.

F. DAFTAR PUSTAKA

1. **Atang, Ramadhany.** 2007, *Analisa Perbandingan Penggunaan Software Autodesk Land Destop 2004 Dengan Terramodel 9.6 Untuk pengolahan data Topografi.* Program Studi Teknik Geodesi ITS. Surabaya.
2. **Benyamin Lakitan.** 1991, *Dasar – dasar Klimatologi,* Raja Grafindo Persada, Jakarta.
3. **Hardaningrum, Farida.** 2005, *Pemanfaatan Penginderaan jauh Dan Sistem Informasi geografis Untuk Analisa Limpasan Air Hujan di Kabupaten Sidoarjo.* Program Studi Magister Teknik Sipil Bidang Keahlian Penginderaan jauh ITS. Surabaya.
4. **Hardika, Erwin.** 2006, *Estimasi daerah Rawan Banjir Menggunakan Metode*

Pendekatan Topographic Wetness Index, <http://www.bpdas-tondano.net/file.upload/karyailmiah/rawanbencana/banjir.htm>. Dikunjungi pada tanggal 15 Juni 2009.

5. **Hardiyanti, Sri P,** *Interpretasi Citra Digital,* PT.Grassindo press, Bandung.
6. **Jawa Timur Dalam Angka 2007,** (01-9-2007), BPS Propinsi Jawa Timur.
7. **Jensen, J.R.,** 1996, *Introductory Digital Image Processing : A Remote Sensing Persepective Second Edition,* Prentice hall Inc., New Jersey.
8. **Lillesend, M.T. and Kiefer, R.W.** 1987. *Remote Sensing and Image Interpretation. 2 ed.* John Wiley and Sons. Canada. P:721.
9. **Linsley JR, Ray K, Kohler, Max A dan Paulhus, Joseph L.H,** (1982), *Hidrologi untuk Insinyur,* Terjemahan, Edisi ketiga, Erlangga, Jakarta.
10. **Pohl,** 1996, *Communication-Driven Alignment of Sparse Data Structures - An Approach Towards Algebraic Mapping,* RWC [2 citations — 1 self].
11. **Pohl, C.,** 1996, *Geometric Aspects of Multisensor Image Fusion for Topographic Map Uploading In The Humid Tropics,* Ph.D., Dissertation, ITC., Publication No. 39, ITC.
12. **Prahasta Eddy,** 2006, *praktis penginderaan jauh & pengolahan citra digital dengan perangkat lunak ER Mapper,* Informatika, Bandung .
13. **Prahasta Eddy,** 2001, *Sistem informasi geografis,* Informatika press, Bandung, 2001.
14. **Sabins, F.F.Jr.,** 1986, *Remote Sensing Principles and Interpretation Second Edition* W.H. Freeman and Co., Sanfransisco.
15. **Tempfli, K.** (1991) *DTM and differential modelling.* In: *Proceedings ISPRS and OEEPE joint workshop on updating digital data by photogrammetric methods,* September 15-17 1991, Oxford, England / ed. by P.R.T. Newby . - (OEEPE publication ; 27), pp. 193-200.
16. **Wilson, E.M.,** (1993), *Hidrologi Teknik,* Terjemahan, Edisi keempat, ITB, Bandung.
17. **Wolf, P.R.,** 1983, *Elements of Photogrammetry : With Air Photo Interpretation and Remote Sensing, 2nd Edition,* McGraw-Hill Book Company.

