

APLIKASI SIG UNTUK PENYUSUNAN DATA POKOK EVALUASI DAERAH RAWAN GENANGAN DI SURABAYA

Lukman, Muhammad Taufik, Wiweka Hartojo Hendayani

Program Studi Teknik Geomatika, FTSP-ITS, Kampus ITS Sukolilo Surabaya, 60111

Abstrak

Surabaya adalah salah satu ibukota propinsi terbesar di Indonesia. Kawasan perkotaan terbesar kedua setelah Daerah Khusus Ibukota Jakarta. Salah satu hal yang patut dikhawatirkan dari kota Surabaya adalah rentannya kota terhadap timbulnya genangan air pada saat musim hujan. Genangan berbeda dengan banjir, genangan lebih disebabkan oleh keadaan tata guna lahan dan jaringan saluran primer dan sekunder, dan curah hujan dari suatu kota. Sedangkan banjir lebih disebabkan oleh morfologi dari daerah tersebut. Genangan yang berkepanjangan juga dapat menyebabkan rusaknya infrastruktur kota secara berkala.

Data pokok digunakan sebagai dasar acuan untuk mengevaluasi genangan di Surabaya yang bertambah, berkurang, atau bahkan tidak ada perubahan signifikan sehingga terdapat titik-titik yang selalu menjadi langganan tergenang. Setelah dievaluasi dibuat Sistem Informasi Geografisnya untuk tampilan antar muka agar peta yang disajikan lebih interaktif.

Dari peta rawan genangan tahun 2006 dan 2009 tidak terdapat perubahan lokasi maupun tingkat kerentanan pada daerah genangan di Surabaya. Walaupun pada tahun 2009 curah hujan menurun menjadi 1620.273 mm dari 1.801 di tahun 2006. Secara logika, dengan menurunnya curah hujan seharusnya terjadi pengurangan daerah yang tergenang di Surabaya. Tidak adanya perubahan pada daerah genangan ini disebabkan oleh faktor-faktor lain seperti tutupan lahan, dan pasang surut laut yang dapat berubah setiap tahunnya.

Kata kunci : Surabaya, Sistem Informasi Geografis, data pokok, daerah rawan genangan.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Surabaya adalah ibukota dari Jawa Timur yang secara astronomis terletak pada $7^{\circ}12'-7^{\circ}$ LS dan $112^{\circ}36'-112^{\circ}54'$ BT. Surabaya merupakan kota terbesar kedua di Indonesia setelah Jakarta. Dengan jumlah penduduk metropolisnya yang mencapai 3 juta jiwa, Surabaya merupakan pusat bisnis, perdagangan, industri, dan pendidikan di kawasan Indonesia timur. Sebagai kota metropolitan, Surabaya juga merupakan kota yang terus berkembang, perkembangan kota ini dirasa cukup pesat melihat beberapa parameter sudah terpenuhi, salah satunya adalah ruang terbuka hijau yang sudah mencapai 20,6% dari target 20%.

Sebagai kota metropolitan dengan perkembangan yang sangat pesat, dibutuhkan sebuah data-data dasar atau biasa dikenal dengan data pokok untuk perencanaan, pengembangan, dan pembangunan

kota Surabaya. Data-data tersebut nantinya bisa digunakan untuk perencanaan pembangunan jaringan jalan, pembangunan saluran drainase, dan masih banyak manfaat dengan adanya data pokok ini.

Dengan aplikasi dari Sistem Informasi Geografis (SIG), maka data-data pokok tersebut dapat diintegrasikan dengan sebuah data spasial. Data spasial yang dimaksud adalah peta. Dari data-data tabular yang ada seperti data curah hujan, data kepadatan penduduk, data topografi, dan data-data lain akan dapat dibuat sebuah sistem yang dapat diakses oleh orang-orang yang berkepentingan untuk perencanaan.

Dari sistem informasi data pokok tersebut, akan dibuat analisa mengenai daerah yang berpotensi dan rawan genangan atau banjir. Walaupun tidak separah di Jakarta, akan tetapi banjir juga bisa menyebabkan permasalahan lain seperti kemacetan, dan munculnya banyak penyakit

akibat genangan air seperti demam berdarah. Oleh karena itu, perlu adanya analisa mengapa terdapat daerah yang rawan genangan di kota Surabaya. Dengan adanya analisa tersebut diharapkan dapat direncanakan bagaimana cara penanggulangnya.

Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana citra satelit diolah untuk mendapatkan tata guna lahan di kota Surabaya.
2. Bagaimana mengintegrasikan data pokok dalam sebuah Sistem Informasi Geografis.
3. Bagaimana integrasi data pokok tersebut digunakan untuk mengevaluasi daerah rawan genangan di Surabaya.

Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Studi kasus yang digunakan adalah daerah rawan banjir di Surabaya.
2. Kota Surabaya terdiri dari 31 kecamatan dan dibagi menjadi 5 wilayah.
3. Peta yang digunakan adalah peta digital Surabaya dengan skala 1:25.000.
4. Citra SPOT-4 tahun 2006 dan 2009, untuk klasifikasi dan interpretasi tata guna lahan.
5. Data non-spasial yang digunakan adalah data tabular yang meliputi data curah hujan, data tutupan lahan, dan data atribut lain sebagai penunjang.
6. Sistem informasi yang disajikan adalah mengenai daerah-daerah yang rawan genangan/banjir menggunakan *ArcView GIS 3.3, Map Object 2.2, dan Microsoft Visual Basic 6.0*.
7. Hasil Akhir penelitian berupa Sistem Informasi Geografis yang berisi data pokok, dan daerah rawan genangan di Surabaya.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui tata guna lahan di kota Surabaya.
2. Pembuatan Sistem Informasi Geografis yang berisikan data pokok untuk mengevaluasi daerah rawan genangan.

3. Menentukan lokasi-lokasi daerah rawan atau tidak rawan genangan di kota Surabaya.

Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memanfaatkan bidang ilmu Geomatika khususnya Sistem Informasi Geografis dalam bidang perencanaan.
2. Hasil penelitian ini juga dapat dimanfaatkan untuk rencana pembangunan ke depan sehingga dapat meminimalisir terjadinya genangan di kemudian hari.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data Citra Satelit ALOS tahun 2006 dan Satelit SPOT-4 pansharp tahun 2009.
2. Data curah hujan per stasiun hujan Surabaya:
 - Tahun 2006T
 - Tahun 2009
3. Data pasang surut laut. Peta Rencana Tata Ruang Wilayah Surabaya.
4. Peta jaringan drainase utama Surabaya.

Tahapan Kegiatan Penelitian

Adapun tahapan kegiatan dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Tahapan persiapan awal :
 - Pada tahap persiapan ini dilakukan studi literatur tentang pengolahan citra digital, analisa curah hujan Surabaya, pembuatan Sistem Informasi Geografis

(SIG) dengan menggunakan *software* yang terkait.

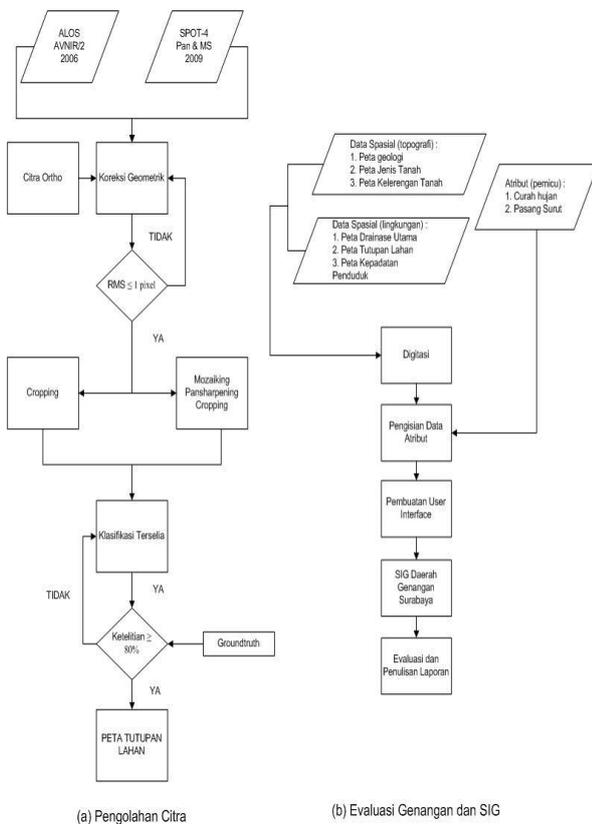
- Pengumpulan data yang terkait dengan penelitian ini. Data-data yang digunakan adalah Citra Satelit ALOS 2006, SPOT-4 2009, data curah hujan, dan pasang surut.
2. Tahap Pengolahan dan Analisa Data
- Pada tahapan ini dilakukan pengolahan data citra satelit menggunakan *software ER Mapper 7.0*, mengonversi data .dwg ke .shp pada *software ArcGis 9.3*, dan membuat tampilan SIG berbasis desktop menggunakan *software Microsoft Visual Basic 6.0*
3. Tahap Akhir
- Hal yang dilakukan pada tahap ini adalah penulisan laporan dari semua proses dan kegiatan yang telah dilakukan.

Berikut ini adalah penjelasan mengenai tahapan pengolahan data :

1. Citra ALOS 2006 dan SPOT-4 2009 diolah pada *software ER Mapper 7.0*. kemudian dikoreksi geometrik menggunakan Landsat Ortho dengan metode *Image to Image*.
2. Setelah dikoreksi, kemudian citra tersebut diklasifikasikan dengan menggunakan peta Tata Ruang Wilayah (RTRW) Surabaya sebagai acuan.
3. Setelah didapatkan tata guna lahannya, kedua citra tersebut dibandingkan dan dicari perubahannya pada 2 tahun yang berbeda.
4. Pembuatan Sistem Informasi Geografis dengan data-data yang telah dikumpul baik dari data spasial dalam bentuk citra maupun data tabular dari hasil informasi pergeseran. Dalam pembuatan SIG terdapat beberapa tahapan :
 - a. Peta hasil scan di *rubbersheet* terlebih dahulu pada *software AutoCad Land Desktop 2009*, kemudian dilakukan digitasi sesuai acuan tata ruang wilayah.
 - b. Setelah itu dilakukan *drawing clean up* untuk membersihkan kesalahan pada saat melakukan digitasi. Setelah itu dilakukan *topology* sebagai langkah awal untuk meng-*export* data .dwg ke .shp.
 - c. Kemudian data di-*export* ke bentuk .shp agar dapat diolah lebih lanjut pada *software ArcGIS 9.3*. Dengan menggunakan *software ArcGIS 9.3* ini kita juga dapat membuat *layout* peta untuk daerah rawan genangan.
 - d. Dalam SIG, tidak hanya data spasial saja yang ditampilkan, akan tetapi juga ada data atribut sebagai pelengkap dari data spasial. Pengintegrasian data atribut ini digunakan *software Microsoft Access 2007*.
 - e. Setelah dibuat SIG, langkah selanjutnya adalah pembuatan tampilan *user interface* dengan menggunakan *software Microsoft Visual Basic 6.0*.

5. Kemudian langkah terakhir adalah evaluasi daerah rawan genangan di kota Surabaya dengan menggunakan data pokok yang sudah terintegrasi dalam sebuah SIG.

Tahap Pengolahan dan Analisa Data



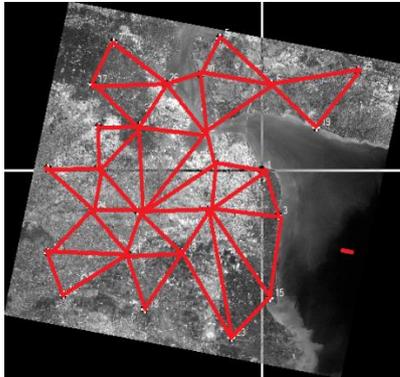
(a) Pengolahan Citra

(b) Evaluasi Genangan dan SIG

Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan Data

HASIL DAN PEMBAHASAN

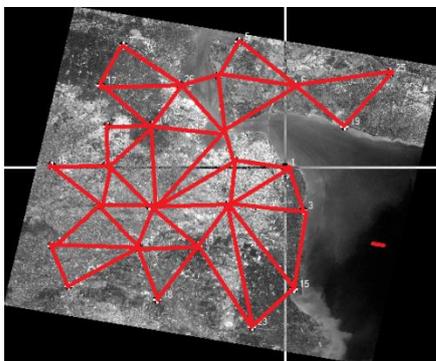
Koreksi Geometrik SPOT-4 2009



Gambar 3. Desain Jaring SPOT-4 pan 2009 364

Jumlah Titik : 26 titik
 Jumlah Baseline : 54 *baseline*
 N Ukuran = *Baseline* x 3
 = 54 x 3
 = 162
 N Parameter = Titik x 3
 = 26 x 3
 = 78
 U = N U – N P
 = 162 – 78
 = 74
 Besar SoF = $\frac{\text{trace} \{([A] \times [A]^T)^{-1}\}}{U}$
 = 0.00011

Rata-rata RMS error : 0.370 pixel
 Total RMS error : 11.088 pixel

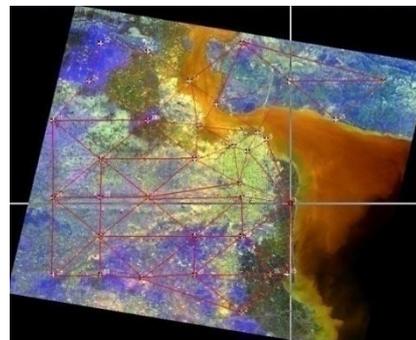


Gambar 4. Desain Jaring SPOT-4 pan 2009 365

Jumlah Titik : 27 titik
 Jumlah Baseline : 55 *baseline*

N Ukuran = *Baseline* x 3
 = 55 x 3
 = 135
 N Parameter = Titik x 3
 = 27 x 3
 = 81
 U = N U – N P
 = 135 – 81
 = 64
 Besar SoF = $\frac{\text{trace} \{([A] \times [A]^T)^{-1}\}}{U}$
 = 0.000108

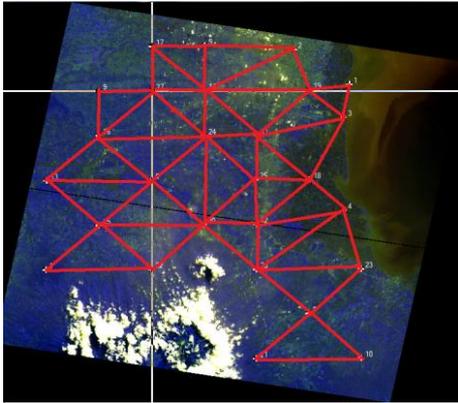
Rata-rata RMS error : 0.389 pixel
 Total RMS error : 13.212 pixel



Gambar 5. Desain Jaring SPOT-4 2009 364

Jumlah Titik : 27 titik
 Jumlah Baseline : 55 *baseline*
 N Ukuran = *Baseline* x 3
 = 55 x 3
 = 135
 N Parameter = Titik x 3
 = 27 x 3
 = 81
 U = N U – N P
 = 135 – 81
 = 64
 Besar SoF = $\frac{\text{trace} \{([A] \times [A]^T)^{-1}\}}{U}$
 = 0.000108

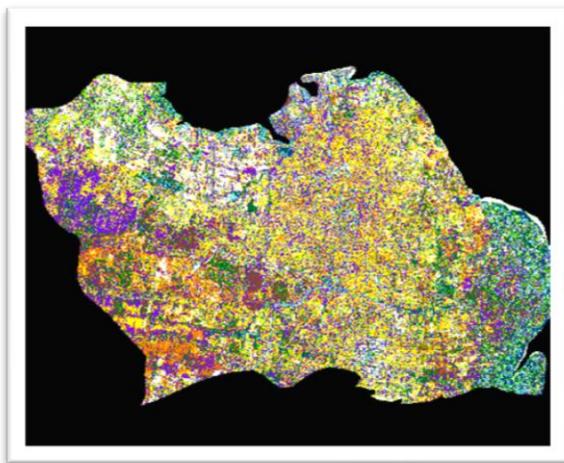
Rata-rata RMS error : 0.473 pixel
 Total RMS error : 12.301 pixel



Gambar 6. Desain Jaring SPOT-4 2009 365

Jumlah Titik	: 27 titik
Jumlah Baseline	: 60 baseline
N Ukuran	= Baseline x 3 = 55 x 3 = 180
N Parameter	= Titik x 3 = 27 x 3 = 81
U	= N Ukuran – N Parameter = 180 – 81 = 79
Besar SoF	= $\frac{\text{trace} \{([A] \times [A]^T)^{-1}\}}{U}$ = 0.000177
Rata-rata RMS error	: 0.371 pixel
Total RMS error	: 10.025 pixel

Hasil Klasifikasi *Supervised* Citra ALOS 2006



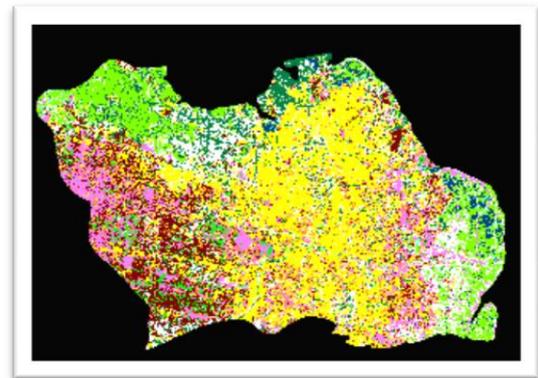
Gambar 7. Class Display ALOS 2006

Tabel 1. Jenis Dan Luasan Tata Guna Lahan Surabaya 2006

	Luasan (Ha)
Fasilitas Umum	2.115,82
Ruang Terbuka Hijau	3.494,33
Pemukiman	7.523,72
Tanah Kosong	4.281,21
Pelabuhan dan Militer	2.342,28
Industri dan Pergudangan	3.458,45
Lahan Basah	2.458,73

Hasil Klasifikasi *Supervised* Citra SPOT-4 Pansharpen

Pan Sharpening menerapkan penggabungan otomatis yang dapat menaikkan resolusi spasial citra *Multispectral* dengan menggunakan citra *panchromatic* beresolusi tinggi. Citra satelit seperti SPOT menyajikan citra *multispectral* beresolusi rendah dan citra *panchromatic* beresolusi tinggi. Hal ini dapat mempermudah untuk menggabungkan dua citra dengan sensor yang sama.



Gambar 8. Class Display SPOT-4 2009

Tabel 2. Jenis Dan Luasan Tata Guna Lahan Surabaya 2009

	Luasan (Ha)
Fasilitas Umum	3.494,33
Ruang Terbuka Hijau	3.436,46
Pemukiman	9.770,33
Tanah Kosong	2.479,51
Pelabuhan dan Militer	2.758,59
Industri dan Pergudangan	5.430,71
Lahan Basah	3.781,69

Evaluasi Daerah Rawan Genangan

Suatu daerah dikatakan rawan genangan apabila setelah daerah tersebut tidak dapat surut setelah tergenang selama 1 jam. Apabila daerah tersebut tergenang kurang dari 1 jam, maka daerah tersebut tidak rawan genangan.

Tabel 3. Penilaian Daerah Rawan Genangan

No	Variabel	Kriteria	Nilai
1	Penggunaan Lahan	• RTH	1
		• Lahan Kosong	2
		• Industri	3
		• Pemukiman	4
2	Curah Hujan	• $\geq 1452\text{mm/th}$	1
		• $1452 - 1740\text{mm/th}$	2
		• $1740 - 2789\text{mm/th}$	3
		• ≤ 2789	4
3	Pasang Surut	• 0.0 – 0.9	1
		• 1.0 – 2.0	2
		• 2.1 >	3

Kriteria tingkat kerentanan di kategorikan dalam 3 kelas (Emi sukriyah, Agus dalam Linda 2010, dengan penyesuaian)

- Kurang Rentan
- Cukup Rentan
- Rentan

Curah Hujan

Data curah hujan di dapat dari UPT PSAWS Surabaya. Data ini diambil dari sebelas stasiun hujan di Surabaya pada tahun 2006 dan 2009.

Tabel 4. Curah Hujan Rata-Rata

Stasiun	Tahun	
	2006	2009
Larangan	1435	1185
Gubeng	1530	1862
Gunungsari	2485	1934
Kebonagung	1916	1846
Kandangan	1982	1901
Kedung Cowek	1435	1185
Keputih	1591	1452

Perak	1558	1360
Simo	2306	2132
Wonokromo	1923	1672
Wonorejo	1650	1294
Total (mm)	19811	17823
Rata-rata (mm)	1801	1620.273

Tabel 5. Perubahan Tutupan Lahan

Kelas	Luasan (Ha) - 2006	Luasan (Ha) - 2009	Selisih (Ha)
Lahan Kosong Ruang Terbuka Hijau	4.281,21	2.479,51	-2.001,4
Pemukiman	3.494,33	3.956,46	+462,13
Industri dan Pergudangan	7.523,72	9.770,33	+2.246,61
	3.458,45	5.430,71	+1.972,26

Pasang Surut

Pasang surut juga memberi pengaruh dalam kerentanan suatu daerah untuk tergenang. Data pasang surut ini di dapat dari PELINDO. Berikut ini adalah tabel pasut rata-rata tahun 2006 dan 2009.

Tabel 6. Pasang Surut Tahun 2006 Dan 2009

Pasang Surut	Rata-rata
Tahun 2006	1,4 m
Tahun 2009	1,7 m

Analisa

Dari data di atas, curah hujan rata-rata berkurang di tahun 2009 menjadi 1.620,27 mm dari 1.801 mm di tahun 2006. Dari segi tutupan lahannya terjadi penurunan pada kelas lahan kosong yaitu 4.281,21 Ha menjadi 2.479,51, begitu juga pada Ruang Terbuka Hijau mulanya 3.494,33 Ha menjadi 3.956,46 Ha dan perindustrian yaitu 3.458,45 menjadi 5.430,71 Ha di tahun 2009 . Kemudian terjadi penurunan pada lahan kosong di tahun 2009 seiring dengan meningkatnya fasilitas umum pada tahun tersebut. Pada tahun 2006 pemukiman di Surabaya 7.523,72 Ha dan meningkat menjadi 9.770,33 Ha pada tahun 2009.

Dari pasang surut, diketahui dari hasil pengolahan diatas bahwa terjadi peningkatan di tahun 2009 dari 1,4 m menjadi 1,7 m di tahun 2009.

Jika dilihat pada peta genangan tahun 2006 dan 2009, menunjukkan tidak ada perbedaan pada daerah genangannya. Jika mengacu pada data di atas, terdapat perubahan pada beberapa parameternya. Pada curah hujan, terjadi penurunan pada tahun 2009, akan tetapi muka laut meningkat pada tahun 2009 dan tutupan lahan berubah terutama pada lahan kosong pada tahun 2009 menjadi lahan pemukiman dan fasilitas umum.

Dapat disimpulkan bahwa curah hujan yang menurun belum tentu membuat daerah rawan genangan menjadi berkurang, karena banyak faktor yang memengaruhi antara lain tutupan lahan, pasang surut, dan faktor-faktor lain seperti dimensi drainase utama kota, kemiringan, jenis tanah, dan lain-lain.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Secara keseluruhan kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah

1. Koreksi masing-masing citra satelit memenuhi toleransi yang ada yaitu, rata-rata *RMS error*-nya di bawah 1 pixel.
2. Untuk membandingkan antara citra ALOS dan citra SPOT-4 yang memiliki perbedaan pada resolusi spasialnya, dapat dilakukan dengan cara melakukan *pansharpening image* pada citra SPOT-4 agar resolusi spasialnya sama dengan citra ALOS.
3. Terjadi penurunan curah hujan rata-rata di tahun 2006 dan 2009. Pada tahun 2006 curah hujan rata-rata 1801 mm dan pada tahun 2009 menjadi 1620.273 mm.
4. Perubahan tutupan yang di dapat dari hasil klasifikasi citra adalah sebagai berikut :
5. Pada tahun 2006 pasang surut air laut rata-ratanya 1,4 meter, sedangkan pada tahun 2009 mencapai 1,7 m.
6. Tidak adanya perbedaan daerah genangan tahun 2006 dan 2009 disebabkan oleh banyaknya faktor-faktor lain selain curah hujan. Antara lain, tutupan lahan, dan pasang surut.
7. Curah hujan yang rendah tidak menjamin daerah rawan genangan di suatu daerah akan berkurang.

8. Dalam Sistem Informasi Geografis, data pokok yang terintegrasi didalamnya adalah :
 - a. Peta jaringan drainase
 - b. Peta daerah genangan
 - c. Peta RTRW Surabaya
 - d. Data atribut :
 - Durasi genangan.
 - Nama kecamatan.
 - Luas kecamatan.
 - Kecamatan terdampak genangan.
 - Data curah hujan.

Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan dalam penelitian kali ini adalah

1. Sebaiknya digunakan citra digital dengan resolusi spasial yang sama untuk evaluasi tata guna lahan untuk meminimalisir kesalahan.
2. Diperlukan data-data tambahan agar hasil evaluasi lebih maksimal. Data yang diperlukan untuk penelitian selanjutnya antara lain dimensi drainase utama, kondisi saluran drainase, dan kondisi rumah pompa di setiap wilayah, dan lain-lain.
3. Untuk pembuatan tampilan *user interface* pada Sistem Informasi Geografis dapat digunakan *software* lain agar tampilannya lebih interaktif.
4. Dibutuhkan penelitian yang berkelanjutan untuk daerah rawan genangan, karena daerah genangan dapat berubah setiap tahun bergantung dari banyaknya faktor yang memengaruhi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, James R., Hardy, Ernest E, Roach, John T., dan Witmer, Richard E., 1976, "A Land Use and Land Cover Classification System for Use With Remote Sensor Data". United States Government Printing Office, Washington : 1976
- As-Syakur, A.R , 2007. Faktor-faktor penyebab terjadinya banjir
 <URL://mbojo.wordpress.com/2007/03/16/faktor-penyebab-banjir-1/>. Dikunjungi pada tanggal 14 Oktober 2010, jam 21.30.
- Bappeda, 2007. Data Pokok Pembangunan. <URL: http://bappeda.hulusungaiutara.go.id/produk/d

apok.html>. Dikunjungi pada tanggal 2 Desember 2010, jam 09.15.

Bappeda, 2007. Data Pokok Pembangunan. <URL: <http://bappeda.hulusungaiutara.go.id/produk/dapok.html>>. Dikunjungi pada tanggal 2 Desember 2010, jam 09.15.

Burrough, PA. 1994. *"Principles of Geographical Information System for Land Resurces Assessment"*. New York : Oxford University Press Inc.

Chrisman, 1997. *"Spatial information theory: a theoretical basis for GIS"*. Laurel Higlands. Penseylvania, USA

K.D., Abdul, Nurhudayah. 1997. *"Studi Genangan Air Terhadap Kerusakan Jalan di Kota Gorontalo"*. UK Petra, Surabaya.

Lillesand, T.M., dan Kiefer, R.W, 1994, *Remote Sensing and Image Interpretation*, New York.: John Wiley&Son, Inc.,.

Martin, Seelye. 2004. *An Introduction to Ocean Remote Sensing*. United Kingdom : University of Cambridge

Nuarsa, I.W.2005. *Belajar Sendiri Menganalisis Data Spasial dengan ArcView GIS 3.3. untuk Pemula*. Jakarta : PT.Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia.

Prahasta, E.2005. *Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. Bandung: Informatika.

Purwadhi, F Sri Hardiyanti, 2001, *Interpretasi Citra Digital*, Jakarta: PT Gramedia Widiasarana

Supardi, Y. 2006. *Microsoft Visual Basic 6.0 Untuk Segala Tingkat*. Elex Media Komputindo. Jakarta

Winardo, A.B. "Investigasi Daerah Rawan Banjir di Kota Surabaya Dengan Menggunakan Metode Fuzzy". Institut Teknologi Sepuluh Nopember. 2007.