

## STUDI ALTERNATIF JALUR EVAKUASI BENCANA BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI SIG DI KABUPATEN SITUBONDO

Hanif Santoso dan Muhammad Taufik

Program Studi Teknik Geomatika ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
Email : hanif.santoso@gmail.com

### Abstrak

Kabupaten Situbondo termasuk daerah potensi bencana banjir yang menyebabkan kerugian jiwa dan materi dalam jumlah besar. Luapan air bah di sepanjang DAS Sampean telah merugikan penduduk Situbondo selama beberapa kali. Upaya untuk mencegah korban bencana banjir adalah dengan menyediakan sistem peringatan dini bencana banjir di daerah yang berpotensi banjir, serta penyediaan peta resiko dan rute evakuasi.

Integrasi data SPOT 5 dan Peta RBI menghasilkan informasi penutupan lahan, jaringan jalan, jaringan sungai, dan Digital Elevation Model (DEM). Data tersebut dikombinasikan dengan data histori banjir untuk menghasilkan peta limpasan banjir. Selanjutnya dengan analisa SIG, yaitu overlay data dan network analyst, dapat dibuat titik evakuasi dan rute evakuasi untuk pengamanan masyarakat apabila terjadi bencana banjir.

Penelitian ini menyajikan posisi titik evakuasi dan jalur evakuasi menuju titik evakuasi tersebut. Jalur evakuasi ini tersebar di empat kecamatan (Pamarukan, Kendit, Situbondo dan Panji). Empat kecamatan tersebut berada di sepanjang sungai yang mengalirkan air bah, yaitu Sungai Sampean dan Sungai Pagedungan.

Kata kunci : Bencana banjir, SIG, dan rute evakuasi.

### PENDAHULUAN

Selama ini Indonesia dikenal sebagai salah satu negara rawan bencana. Berbagai bencana melanda sejumlah daerah secara terus menerus. Baik yang disebabkan oleh faktor alam (gempa bumi, tsunami, banjir, letusan gunung api, tanah longsor, angin ribut), maupun oleh faktor non alam seperti berbagai kecelakaan akibat kegagalan teknologi dan ulah manusia. Akibatnya tak sedikit penderitaan bagi masyarakat, baik berupa korban jiwa manusia, kerugian harta benda, maupun kerusakan lingkungan serta musnahnya hasil-hasil pembangunan yang telah dicapai.

Berdasarkan beberapa fakta dan data yang ada, Kabupaten Situbondo termasuk daerah potensi bencana banjir yang menyebabkan kerugian jiwa dan materi dalam jumlah besar. Luapan air bah di sepanjang DAS Sampean telah merugikan penduduk Situbondo selama beberapa kali. Untuk pemulihan kondisi di sejumlah kecamatan yang terjadi pada banjir terakhir (8-9 Februari 2008), diperkirakan menghabiskan dana lebih dari 350

miliar rupiah ([www.indonesia.go.id](http://www.indonesia.go.id)). Kerugian ini belum termasuk kerugian yang diderita oleh masyarakat secara langsung. Hal ini tentunya akan sangat mempengaruhi percepatan program pembangunan daerah serta menurunkan tingkat kesejahteraan masyarakat.

Bidang Geomatika khususnya teknologi Sistem Informasi Geografi (SIG) memberikan kontribusi strategis untuk menyajikan informasi fundamental dalam kajian resiko bencana. Salah satu kontribusi itu adalah dengan dibuatnya peta jalur evakuasi bencana banjir di Kabupaten Situbondo.

Aplikasi tersebut dengan memanfaatkan sejumlah data spasial seperti Citra SPOT 5, Peta RBI, dan data DEM, berikut dengan berbagai analisa dan pengolahan dasar SIG. Pada akhirnya produk tersebut juga dapat dimanfaatkan sebagai proses pencegahan bencana ataupun pengurangan dampak bahaya dalam rangka meminimalkan jatuhnya korban jiwa, kerugian harta benda, dan rusaknya lingkungan.

Perumusan masalah yang dimunculkan dalam penelitian ini adalah bagaimana pengolahan data spasial Citra *SPOT*, Peta RBI, data DEM dan Peta Tataguna Lahan menjadi suatu SIG untuk mendapatkan informasi jalur evakuasi tercepat menuju zona aman.

Batasan masalah dari penulisan penelitian ini adalah Wilayah studi adalah daerah sepanjang jalur DAS Sampean (Kabupaten Situbondo), Peta yang digunakan adalah peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) tahun 1999 dengan skala 1 : 25.000 terbitan BAKOSURTANAL, Citra yang digunakan adalah citra satelit *SPOT* tahun 2008, Data DEM diperoleh dari peta RBI tahun 1999, dan Hasil penelitian adalah sistem informasi jalur evakuasi bencana banjir.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini untuk membuat sistem informasi jalur evakuasi bencana banjir, sehingga dapat diperoleh informasi jalur evakuasi yang tercepat menuju daerah aman.

Manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah kemudahan penduduk di sekitar DAS Sampean untuk mencapai jalur tercepat menuju zona aman sebagai upaya antisipasi maupun meminimalisir korban saat terjadi bencana banjir.

**METODOLOGI PENELITIAN**

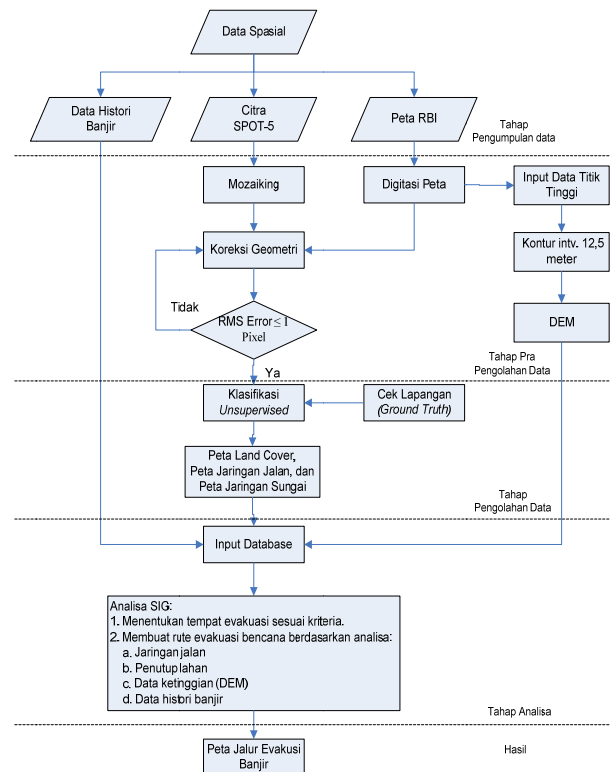
Lokasi penelitian penelitian ini mengambil daerah studi di Kabupaten Situbondo. Secara geografis daerah studi terletak pada 7° 35' - 7° 44' LS dan 113° 30' – 114° 42' BT.



**Gambar 1. Lokasi Penelitian**

Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah Citra satelit *SPOT* Kabupaten Situbondo tahun 2008 (Diperoleh dari Program Studi Teknik Geomatika ITS Surabaya), Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Kabupaten Situbondo tahun 1999 skala 1 : 25.000. Untuk koreksi geometrik dengan *GCP*. Diperoleh dari Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal), Data DEM daerah sekitar DAS Sampean. Didapatkan dari digitasi peta RBI terbitan Bakosurtanal, dan Data histori banjir (data deskriptif). Diperoleh dari Bappeda Situbondo dan penduduk korban banjir.

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah Personal Computer (PC) Pentium IV, memori 1 Gb, *Hard Disk* 240 Gb, Printer *Epson C90*, Kamera SLR digital *Canon EOS Kiss N*, Scanner, GPS Handheld *Garmin eTrex Legend*, Sistem Operasi *Windows XP*, *Autodesk Land Desktop 2004* untuk melakukan digitasi on screen, *ER Mapper 7.1* untuk melakukan proses pengolahan citra *SPOT* hingga terkoreksi secara geometric, *ArcGIS 9.2* untuk melakukan proses analisa sistem informasi geografi, *Corel DRAW Graphics Suite 12* untuk melakukan proses finishing tampilan peta dan *Microsoft Word 2007* untuk penulisan laporan.



**Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan Citra**

Faktor-faktor pertimbangan pemilihan jalur evakuasi banjir adalah titik rawan yang dipilih merupakan titik terdekat dengan sungai dengan elevasi tertentu dan meliputi wilayah vegetasi hampir tidak ada dan wilayah pemukiman sangat padat, merupakan jalan nasional, jalan propinsi dan jalan by pass sehingga akan memudahkan proses evakuasi, dirancang menjauhi garis pantai dan menjauhi aliran sungai, diusahakan tidak melintangi sungai atau jembatan, dibuat jalur evakuasi paralel agar tidak terjadi penumpukan massa serta merancang jalur evakuasi berupa sistem blok agar pergerakan massa setiap blok tidak tercampur dengan blok lainnya untuk menghindari kemacetan

Sebelum melakukan koreksi geometrik terlebih dahulu dilakukan proses *mozaiking*, baik pada peta RBI sebagai acuan koreksi geometrik maupun pada citra SPOT 5. Hal ini dikarenakan luasan daerah studi yang membutuhkan dua *scene* citra SPOT 5.

Proses *mozaiking* kedua peta RBI ini dilakukan dengan program *Autocad Land Desktop 2004*. Untuk mendapatkan koordinat digital yang sesuai dengan peta RBI maka dilakukan proses *rubber sheet* pada program yang *Autocad Land Desktop 2004* juga. Sedangkan proses *mozaiking* citra SPOT 5 dilakukan menggunakan program *ER Mapper 7.0*. Sehingga dihasilkan gambar seperti di bawah ini.

Desain jaring titik kontrol atau dikenal dengan *Strength of Figure (SoF)* tersebut dihitung untuk mengetahui kekuatan jaring. Adapun perhitungan SoF dari citra SPOT 5 adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Titik} & : 20 \text{ titik} \\
 \text{Jumlah Baseline} & : 42 \text{ baseline} \\
 \text{N ukuran} & = \text{Baseline} \times 3 \\
 & = 42 \times 3 = 126 \\
 \text{N Parameter} & = \text{Titik} \times 3 \\
 & = 20 \times 3 = 60 \\
 \text{U} & = \text{N ukuran} - \text{N Parameter} \\
 & = 126 - 60 = 66 \\
 \text{Besar SoF} & = \text{trace} \left\{ \frac{[A] \times [A]^T}{U} \right\}^{-1} \\
 & = 0,00018
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan SoF didapat besar nilai SoF yaitu 0,00018. Nilai SoF tersebut memenuhi batas toleransi yang disyaratkan untuk koreksi geometrik yaitu 1.

Koreksi geometrik menggunakan peta RBI tahun 1999 dengan skala 1 : 25.000 sebagai acuan. Sistem transformasi yang digunakan adalah Universal Transverse Mercator 49-S (UTM 49-S). Sedangkan Datum yang digunakan yaitu WGS 84.

Dari proses ini, dapat diketahui besarnya pergeseran titik-titik. Tabel 4.1 tentang Daftar Koordinat GCP pada Citra SPOT 5 tahun 2008.

### Klasifikasi citra

Pada area *streaping* proses klasifikasi mengacu pada citra SPOT 5 dengan resolusi 20 meter. Klasifikasi pada hasil overlay citra SPOT 5 dengan peta RBI tahun 1999 menggunakan klasifikasi digital.

**Tabel 1. Jenis dan Luas Area Tutupan Lahan**

No.	Jenis Tutupan Lahan	Area (Ha)	Area (%)
1	Sawah	1217.74	37.43
2	Lahan Terbuka	74.67	2.3
3	Tegalan	628.66	19.32
4	Tambak	392.25	12.05
5	Permukiman	492.12	15.12
6	Bukit	448.01	13.77
Total		3253.45	100

### Groundtruth

Proses ini dilakukan untuk mengetahui kebenaran objek yang telah diklasifikasi pada citra. Titik-titik sampel yang akan diuji kesesuaian lapangan harus mewakili seluruh kelas yang telah diklasifikasikan. *Groundtruth* dilakukan dengan menggunakan GPS *Handheld*.

### Uji Ketelitian

Pada cek lapangan kali ini, diambil sejumlah titik sampel sebanyak 36 titik untuk semua kelas yang terklasifikasi. Dari pengambilan titik tersebut didapatkan data sejumlah titik yang tidak sesuai

dalam pengklasifikasian. Sehingga dari data yang diperoleh, dapat dirumuskan menjadi:

JSL (Jumlah Sampel Lapangan) = 36 titik  
 JKI (Jumlah Kebenaran Interpretasi) = 36-5 titik = 31 titik  
 Maka:  

$$KI = \frac{JKI}{JSL} \times 100\%$$

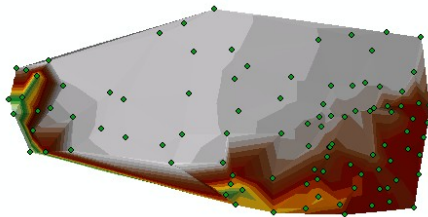
$$KI = \frac{31}{36} \times 100\%$$
  

$$KI = 86,11\%$$

Sehingga dengan nilai 86,11 %, maka menurut (Anderson dalam Febrianto 2006) klasifikasi dianggap benar karena memiliki nilai di atas 80%. Berikut ini klasifikasi tutupan lahan daerah Situbondo.

### Pembuatan DEM

DEM tersebut memiliki ketinggian mulai dari 0-243 m. DEM diklasifikasi menjadi 20 kelas dengan interval 12.5 meter. Hasil turunan titik tinggi tersebut dapat menentukan pola DAS kelerengan, nilai terendah menunjukkan pola aliran DAS, sedangkan nilai tertinggi menunjukkan pola punggung bukit (Julzarika, 2008). Berikut ini DEM Kabupaten Situbondo.

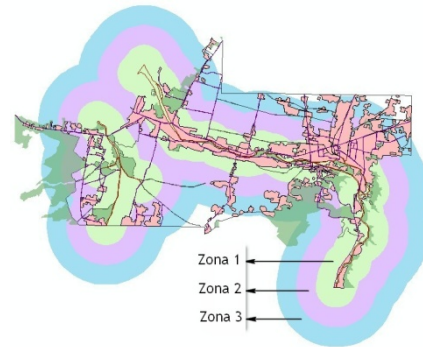


Gambar 3. Kontur Daerah Situbondo

### Analisa Pemodelan Banjir Kab. Situbondo

Analisa yang dilakukan adalah dengan menentukan zona genangan akibat banjir. Parameter yang diperhatikan adalah nilai elevasi, kerapatan vegetasi, serta kondisi kepadatan bangunan, dan data histori banjir (bersumber dari Bappeda dan penduduk setempat). Dalam hal ini data histori banjir yang dimaksud adalah sungai yang biasa dialiri air saat volume air berada di ambang batas, yaitu Sungai Sampean dan Sungai

Pagedungan. Selain itu data histori banjir menjelaskan jarak limpasan banjir, yaitu berjarak 750 meter tegak lurus dari sungai. Dalam menentukan pembagian zona dibedakan berdasarkan kedua sungai yang mengalirkan air bah. Proses ini menggunakan analisa spasial berupa *overlay* dan *buffer* pada program ArcMap.



Gambar 4. Morfologi Daerah Penelitian

### Penentuan Tempat Evakuasi Banjir

Penentuan tempat evakuasi banjir ini dibedakan menurut kecamatan. Sedikitnya terdapat empat kecamatan yang terkena limpasan air bah yaitu, Kecamatan Panarukan, Kecamatan Situbondo, Kecamatan Kendit, dan Kecamatan Panji. Hal ini dikarenakan agar informasi mengenai tempat dan jalur evakuasi dapat dilihat secara jelas dan informatif.

Pertimbangan pemilihan titik evakuasi berdasarkan pada minimal berada di zona 2 (berjarak 750-1500 meter tegak lurus dari sungai), merupakan lahan terbuka seperti lapangan, tegalan, dan area persawahan kering, bukan berada di daerah permukiman padat dan disesuaikan dengan sebaran area permukiman.

Berikut hasil dari pemetaan tempat evakuasi banjir di beberapa kecamatan.

1. Kecamatan Panarukan  
 Titik evakuasi yang bisa dituju akibat banjir adalah tanah lahan terbuka di perumahan Panorama Indah (Desa Sumber Kolak), lahan terbuka di Paowanindah (Desa Paowan), area tegalan di Kotabedah Timur (Desa Peleyan), dan lahan terbuka Kotabedah (Desa Peleyan).
2. Kecamatan Situbondo  
 Titik evakuasi yang bisa dituju akibat banjir antara lain, kompleks SMAN 2 Situbondo,

stadion Abdurrachman Saleh, lahan terbuka di Kotakancangkring (Desa kotakan) dan tegalan di Kotakan Tengah (Desa Kotakan).

3. Kecamatan Kendit

Titik evakuasi yang bisa dituju akibat banjir antara lain, lahan terbuka di Kelompangan (Desa Kendit), lahan terbuka di Semekan Selatan (Desa Kendit), dan tegalan di Gundil (Desa Klatakan).

4. Kecamatan Panji

Titik evakuasi yang bisa dituju akibat banjir antara lain, tegalan di Mimbaan Tengah (Kelurahan Mimbaan) dan tegalan di Mimbaan Timur (Kelurahan Mimbaan).

**Pembuatan Jalur Evakuasi Banjir Kabupaten Situbondo**

Untuk melakukan proses ini diperlukan informasi pemodelan banjir, sejumlah tempat evakuasi, data jaringan jalan, dan informasi penggunaan lahan. Sebelum dilakukan proses pembuatan jalur evakuasi banjir, terlebih dahulu dilakukan *converting data .shp* jaringan jalan ke dalam bentuk *network dataset* dengan program *ArcCatalog*. Kemudian *overlay* keempat data tersebut dengan kombinasi proses *network analyst* pada program *ArcGIS 9.2* akhirnya dapat dihasilkan rute evakuasi banjir.

Dalam proses pembuatannya terdapat beberapa faktor pertimbangan pemilihan jalur evakuasi, antara lain jalur evakuasi dirancang menjauhi garis pantai dan menjauhi aliran sungai, diusahakan tidak melintangi sungai atau jembatan, untuk daerah permukiman padat dirancang jalur evakuasi berupa sistem blok. Dengan begitu pergerakan massa setiap blok tidak tercampur dengan blok lainnya untuk menghindari kemacetan serta merupakan jenis jalan nasional, jalan propinsi, dan jalan kabupaten.

Jalur evakuasi ini dibuat di tiap kecamatan sepanjang jalur sungai (Kecamatan Panarukan, Kecamatan Situbondo, Kecamatan Kendit, dan Kecamatan Panji). Berikut jalur evakuasi yang sudah mempertimbangkan faktor-faktor di atas:

1. Kecamatan Panarukan

- Pareyaan – Langai – perumahan Panorama Indah.
- Sumberkolak – Langai – perumahan Panorama Indah.
- Bukkolan – Nangkaan – Locancang – Ardiwilis – Paowanindah.
- Baratkebon – Wringin Timur – Kotabedah Timur.
- Pesisir Selatan – Bliгерan – Kotabedah.

2. Kecamatan Situbondo

- Dambantongan – Plaosan – Patokan – Stadion Abdurrachman Saleh.
- Plaosan – Mulyautama – Stadion Abdurrachman Saleh.
- Karangasem – Mulyautama – Stadion Abdurrachman Saleh.
- Kampungbaru – Palraman – Dawuhan – SMAN 2 Situbondo.
- Kotakan Selatan – Kotakancangkring.
- Kotakan – Kotakan Tengah.
- Kotakan Utara – Kotakan Tengah.

3. Kecamatan Kendit

- Karanganyar – Kendit – Kelompangan.
- Krajan – Kendit – Kelompangan.
- Krajan Utara – Krajan Barat – Semekan Selatan.
- Pesisir Klatakan – Pesisir Kapong – Gundil.

4. Kecamatan Panji

- Capore – Mimbaan Tengah.
- Kampungbaru – Mimbaan Tengah.
- Mimbaan Barat – Mimbaan Timur.

**Kesimpulan**

Identifikasi penutup lahan untuk menentukan jaringan jalan dan informasi lainnya yang diperoleh dari citra SPOT 5 dapat diintegrasikan dengan data histori banjir, sehingga dihasilkan informasi *hazard*. Serta dapat digunakan dalam pembuatan peta jalur evakuasi banjir. Titik rawan yang dipilih merupakan titik yang terdekat dekat Sungai Sampean dan Sungai Pagedungan yaitu, titik yang berjarak 0-750 meter tegak lurus dari kedua sungai tersebut. Kebanyakan titik rawan berada di Kecamatan Panarukan dan Kecamatan Situbondo.

Terdapat 14 titik evakuasi yang tersebar di empat kecamatan sepanjang sungai yang mengalirkan air bah (Sungai Sampean dan Sungai Pagedungan). Sebagian besar titik evakuasi berupa area persawahan dan tegalan. Hal ini dikarenakan memang sebagian besar tutupan lahan di Kabupaten Situbondo didominasi oleh persawahan. Jalur evakuasi yang dapat ditempuh menuju tempat titik evakuasi sebanyak 20 jalur yang juga tersebar di empat kecamatan.

### Saran

Untuk mendapatkan pemodelan banjir yang lebih akurat sebaiknya menggunakan data elevasi yang bersumber dari *SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission)*. Dalam menentukan pemodelan banjir sebaiknya juga menggunakan analisa hidrologi. Pemerintah setempat perlu menyediakan lahan khusus untuk tempat evakuasi bencana banjir untuk mendukung program sadar bencana. Setiap jalur evakuasi diberikan rambu-rambu evakuasi untuk menuju tempat aman serta diadakan sosialisasi secara menyeluruh. Pemerintah melalui instansi terkait memberlakukan sistem peringatan dini terhadap bencana banjir. Agar proses evakuasi menuju titik aman dapat berjalan dengan lancar.

### DAFTAR PUSTAKA

Abidin, H., 2005, *Peran Bidang Geodesi Dalam Mitigasi Bencana Alam*. Bandung: ITB.

Anonim. 2007. *Arahan Kebijakan Mitigasi Bencana Perkotaan di Indonesia*. Jakarta: Bakornas PBP

Aronoff, S., 1989. *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. Canada: WDL Publication.

GIS Consortium Aceh Nias, 2007, *Modul Pelatihan Arc GIS Tingkat Dasar*. Aceh Nias: GIS Consortium Aceh Nias.

<http://www.indonesia.go.id> Dikunjungi pada Tanggal 26 Maret 2009, Jam 10.00 WIB

<http://www.pu.go.id> Dikunjungi pada Tanggal 25 Maret 2009, Jam 13.10 WIB

<http://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/spot-5.html> Dikunjungi pada Tanggal 25 Maret 2009, Jam 13.00 WIB

[http://www.penataanruang.net/taru/nspm/pedoman%20pemanfaatan%20ruang/banjir-nov/PDF/ped-banjir\(b4\)%20nov.pdf](http://www.penataanruang.net/taru/nspm/pedoman%20pemanfaatan%20ruang/banjir-nov/PDF/ped-banjir(b4)%20nov.pdf) Dikunjungi pada Tanggal 8 September 2009, Jam 22.13 WIB

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

McDonnell, R. dan Kemp, K. 1997. *International GIS Dictionary*. Cambridge, [England] : *Geoinformation International*.

Prahasta, E., 2001, *Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. Bandung : Informatika.

Purbowaseso, B. 1995. *Penginderaan Jauh Terapan*. Jakarta: UI-Press.

Purwadhi, S.H. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta: Grasindo.

Raper, J.F. dan Green, N.P.A. 1994. *Gist: An Object-Oriented Approach to A Geographical Information System Tutor*. London: Department of Geography, Birkbeck College.

Sadisun, I., 2007. *Peta Rawan Benacana*. Bandung: ITB.

Slamet, dan Susanto. 2007. *Peta Rute Evakuasi Bencana Tsunami Makasar Sulawesi Selatan Menggunakan Data Satelit Inderaja*. Jakarta: LAPAN.

Tatik, dan Arifin. 2008. *Analisis Meluasnya Banjir Bandang Melalui Perubahan Penutup Lahan di DAS Sampeyan Jawa Timur*. Jakarta: LAPAN.

Wawan, dan Atriyon. 2008. *Analisa Pemodelan Tsunami dengan Pembuatan Peta Kerawanan dan Jalur Evakuasi dari Turunan SRTM90 (Studi Kasus: Kota Padang)*. Jakarta: LAPAN.

