

# APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK MENDETEKSI POTENSI BENCANA TANAH LONGSOR DAN BANJIR BANDANG

*(Studi Kasus: Daerah Aliran Sungai Podi Kabupaten Tojo Una-una Propinsi Sulawesi Tengah)*

**Eri Andrian Yudianto**

Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang  
Staf Ahli Bidang Teknik Sipil Pada P.T. Waindo Specterra Jakarta  
[eri\\_yudianto@yahoo.com](mailto:eri_yudianto@yahoo.com)

## ABSTRACT

*There are many landslide disaster potential area in Eastern Central Sulawesi. This landslides is potentially triggering flashflood. In the middle 2007, a massive flash flood was struck in 4 district in Morowali residence. Beside Morowali Residence, the other residence which has the same problem is Tojo Una-una Residence. It since the two residence was located on the same mountain. So, it means the same catastrophic disaster would possible occurred in the Tojo Una-una Residence in the next. From many rivers in Tojo Una-una's residence, the most frequently occurred flash flood is Podi River. However, the geospatial survey and field survey has worked on the site directly. The geospatial survey was made by satellite imaging then analyze it by some computer software, and make some interpretation. The field survey has worked further by visual analyzing, taking picture for documentation, taking soil or rock sample, and interviewing the local citizens. The result is critical slope and damaged was observed, sedimented area, the potential area to sledge has appear. There are many additional important information got, such as the  $\pm 169,84$  Ha critical slope fail area, the  $\pm 300$  m height of critical slope, and the potential volume of the next landslide material is  $\pm 509.250.000$  m<sup>3</sup>. From land survey, the information gets is the vegetation on the location is still in good condition. The top soil for plant nutrition and grew media just 1,0 – 2,0 m depth. The clay layer is only about 30,0 cm depth. The weathered rock is dominate on this soil stratification. Finally, it can conclude that the remote sensing technology is very helpful and useful to makes some preliminary interpretations. This results most followed by field survey to make sure and high accuracy about the real situations there. The landslides was caused by weathered rock, high rainfall intensity, mega landslides was occurred in up stream, The new landslide profile was made the contour bowl alike and this condition is believed why does The Podi River always caused flash flood in the huge amount.*

**Keywords:** *Geographic Information System, remote sensing, natural disaster, landslides, flash flood.*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Tanah longsor adalah suatu pergerakan massa tanah pada bidang kelerengan, dari elevasi tinggi ke elevasi rendah dalam suatu waktu. Pemicu pergerakan massa tanah ini adalah ketidakstabilan internal dalam tanah, dimana kekuatan geser tanah telah terlampaui. Pemicunya bermacam-macam misalnya gempa bumi, hujan deras yang menjenuhkan tanah hingga menaikkan tekanan air pori tanah, dan lainnya. Seringkali akibat tanah longsor ini tidak berhenti di sini saja. Bila material longSORan terbawa hingga badan sungai, maka dimungkinkan akan terjadi banjir bandang.

Banjir bandang adalah suatu kondisi luapan air sungai yang disertai material hanyutan dalam volume sangat besar dan dalam kecepatan yang tinggi. Banjir bandang ini dengan mudah menghantam apa saja yang menjadi penghalang laluan dan akan meninggalkan material hanyutannya dimana saja tempat bekas alirannya. Hal inilah yang menjadi masalah, banyak kerugian materi maupun nyawa yang dapat terjadi, kerusakan dan kehancuran dapat terjadi dimana-mana.

Salah satu cara untuk membantu meminimalisir dampak dari bencana alam banjir bandang, adalah dengan memetakan daerah sumber bencana, jalur laluan, hingga kemungkinan daerah yang terdampak. Karena itu, sistem informasi geografis berupa citra dan foto satelit yang akurat disertai survei di darat sangat dibutuhkan dalam hal ini

### Informasi Lokasi

Kabupaten Tojo Una-una merupakan salah satu kabupaten baru di Propinsi Sulawesi Tengah hasil pemekaran wilayah Kabupaten Morowali. Wilayah Kabupaten Tojo Una-una berbatasan dengan Teluk Tomini di sebelah utara, Kabupaten Poso di sebelah barat, Kabupaten Morowali di sebelah selatan, dan Kabupaten Banggai di sebelah barat. Sebagian besar wilayahnya berada di daerah kelerengan pegunungan. Pemukiman berada di daerah dataran rendah yang berada di sepanjang pesisir Teluk Tomini, walaupun ada sebagian kecil yang bermukim di daerah kepulauan.

Kabupaten Tojo Una-una banyak dialiri sungai yang beraliran deras. Debit aliran sungai ini fluktuatif, saat musim hujan debitnya tinggi dan keruh sedangkan di musim kemarau debitnya sangat kecil dan jernih. Sungai-sungai besar yang ada di Kabupaten Tojo Una-una diantaranya Sungai Ulubongka dan Sungai Podi. Khusus Sungai Podi, memiliki catatan sejarah panjang sebagai sungai pembawa bencana banjir bandang pada setiap terjadi hujan.



Gambar 1. Propinsi Sulawesi Tengah dan Kabupaten Tojo Una-una

## Historis Bencana

### a. Catatan Peristiwa dan Topografi

Sulawesi Tengah sebelah timur sangat berpotensi terjadi tanah longsor dan batuan. Contoh terjadinya peristiwa longsor yang memicu banjir bandang adalah di Kabupaten Morowali pada pertengahan tahun 2007. Menurut data, pada saat itu banjir melanda 4 kecamatan dan puluhan desa dengan kerugian ribuan warga mengungsi dan 67 tewas. Bahkan dampak tanah longsor juga memicu banjir bandang di bagian hilir Sungai Podi sehingga memutus jalan negara lintas Sulawesi ke arah timur. Selain Kabupaten Morowali, wilayah lainnya adalah Kabupaten Tojo Una-una, dimana kedua wilayah ini berada dalam kaki lembah gunung yang sama, Kabupaten Morowali di sebelah selatan dan Kabupaten Tojo Una-una di sebelah utara. Sehingga, apa yang terjadi di Kabupaten Morowali sangat mungkin akan terjadi di Kabupaten Tojo Una-una.

Menurut investigasi awal, kemungkinan penyebab tanah longsor lebih dikarenakan kondisi topografi dan geologi serta curah hujan tinggi. Dominasi bentuk lereng yang curam, *top soil* yang tipis dan telah banyak rekahan, tanah mudah retak dan batuan lapuk yang dangkal, curah hujan yang tinggi, di beberapa lokasi terjadi penyalahgunaan lahan, adalah sederet dugaan awal mengapa di wilayah Sulawesi Timur rentan tanah longsor. Karena itu, survei pendahuluan jarak jauh dengan menggunakan citra satelit mutlak dilakukan untuk alasan efektifitas, akurasi, dan efisiensi.

## b. Sungai Podi

Dari sekian banyak sungai yang ada di wilayah Kabupaten Tojo Una-una, yang paling sering terjadi longsor dan banjir bandang adalah Sungai Podi. Sungai Podi berada di Kecamatan Tojo, Kabupaten Tojo Una-una, tepatnya pada koordinat  $1^{\circ}08'40''$  S dan  $121^{\circ}17'30''$  T. Sungai Podi memiliki panjang  $\pm 25$  km, dan lebar di bagian muara  $\pm 30,0$  m dan bermuara di Teluk Tomini di sebelah Utara.

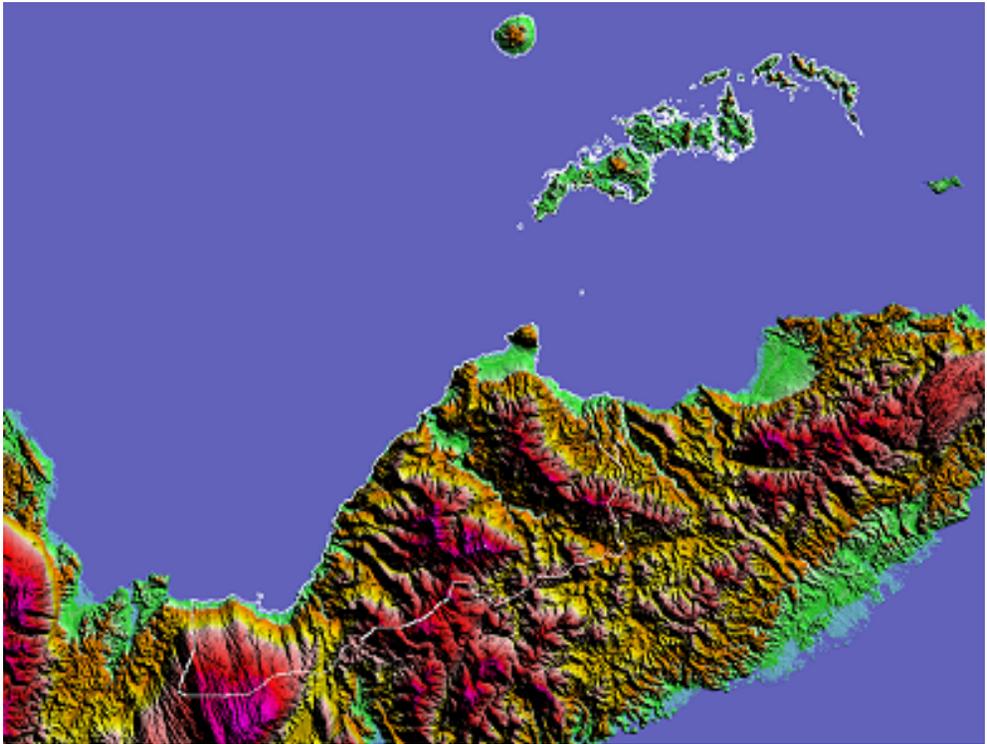
Sungai Podi memotong jalan *Trans Sulawesi Timur* di Kecamatan Tojo, Kabupaten Tojo Una-una. Tepatnya kira-kira 6 Jam perjalanan darat dari Palu ke arah timur, atau sekitar 3 jam dari Poso ke arah timur. Jalan *trans Sulawesi Timur* menghubungkan Ibukota Propinsi Sulawesi Tengah, Palu dan kota-kota besar di wilayah timur, seperti Poso, Ampana, Pagimana, Luwuk, dan kota-kota lainnya. Sehingga apabila jalan negara ini putus, maka alur perekonomian melalui jalan darat akan lumpuh. Hingga sekarang, bila terjadi hujan lebat di kawasan ini, jalan provinsi yang merupakan jalan satu-satunya yang menghubungkan Kota Palu dengan kabupaten lain di bagian timur sering putus total akibat digenangi air dan derasnya banjir bandang yang melintasi badan jalan.

Tipologi aliran sungai Podi adalah jenis sungai deras dengan debit yang sangat fluktuatif. Setiap hujan, aliran sungai selalu meluap dan membawa material hanyutan (lumpur, bantuan, dan tumpangan pepohonan). Berdasarkan pengamatan di lapangan pada saat musim kemarau, di bagian hilir lebar sungai hanya  $\pm 30,0$  m. Tetapi saat hujan berlangsung lebih dari 2 jam saja, sapuan area yang dilewati sungai ini bisa mencapai lebar  $\pm 1000,0$  m dengan tinggi air rata-rata di daerah limpasan  $\pm 1,0$  m dan di alur sungai  $\pm 3,0$  m. Belum didapat data yang akurat berapa debit sungai saat kering maupun berapa saat banjir, karena belum dilakukan pengukuran secara teknis oleh instansi terkait

## METODE PENELITIAN

### Investigasi Topografi

Untuk metode investigasi topografi, cara yang dilakukan adalah dengan melakukan pemetaan melalui citra satelit. Informasi dari citra satelit yang dipakai adalah 1) Satelit *ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer)*, untuk mendapatkan informasi elevasi (kontur), tutupan lahan, posisi laut, pesisir, alur sungai berikut deposisi sedimen; dan 2) Satelit *Ikonos/Quickbird*. Untuk mendapatkan informasi gambar berupa foto yang lebih nyata kondisi di muka bumi, misalnya daerah pemukiman, jalur transportasi, dll. Salah satu keunggulan hasil foto Satelit *Ikonos/Quickbird* ini adalah mampu mengenali gambar dengan baik hingga ukuran resolusi 60 cm.



Gambar 2. Geo-Morfologi Kabupaten Tojo Una-una Berdasarkan Hasil Keluaran Citra Satelit ASTER



Gambar 3. Hasil Keluaran Citra Satelit Ikonos/Quickbird Pada Salah Satu Sisi Kota Ampana (Ibukota Kabupaten Tojo Una-Una)

## Investigasi Vegetasi dan Geomorfologi di Sekitar DAS

Investigasi lapangan, dilakukan dengan cara survei jalan dan *interview* pada masyarakat sekitar daerah terdampak. Target yang diamati adalah vegetasi, struktur geologi tanah dan batuan, pengamatan debit sungai normal dan bajir, material hanyutan. Awal survei dilakukan dari bagan hilir (pantai), hingga ke arah hulu sejauh sekitar 5 km.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan pengamatan berupa interpretasi dari citra satelit dan survei lapangan.

#### a. Hasil Citra Satelit

Hasil citra satelit ASTER pada sepanjang alur Sungai Podi menunjukkan data bahwa: 1) Tutupan vegetasi masih relatif baik, ditandai dengan masih meratanya warna hijau. Semakin gelap warna hijaunya, berarti semakin rapat pula vegetasinya; 2) Telah terjadi kerusakan parah pada tebing sungai di daerah hulu hingga hilir yang ditunjukkan dengan warna cerah. Dengan menggunakan *Software ErMapper 9.0* dihitung luasan daerah tupupan sedimen adalah sekitar 1272,2 Ha (gambar 4.a.); dan 3) Hanya sebagian material kecil yang sudah terbawa hingga hilir, akan tetapi masih banyak yang terdeposisi di bagian hulu.

Bila ditilik dari akibat yang ditimbulkan, sebenarnya apa yang dihasilkan dari jejak banjir bandang Sungai Podi ini belumlah berakhir. Karena kejadian banjir bandang selalu berulang tiap kali hujan, dan material yang terbawa seolah tidak pernah habis. Untuk itu, telah dilakukan pencitraan yang lebih seksama memanjang ke bagian hulu dan mencari tahu apa yang telah dan hendak terjadi.

Pada gambar 5.(a). ditunjukkan hasil citra satelit kondisi Sungai Podi dan lembah-lembah di atasnya. Pada bagian hulu sungai telah terjadi longoran raksasa yang membentuk ceruk seperti bejana. Bentuk ceruk itulah yang menyebabkan mengapa Sungai Podi cepat sekali banjir, seolah-olah air dan material hanyutan ditampung dalam bejana raksasa dan dilepaskan ke hilir dalam volume yang besar.

Melalui bantuan *Software ErMapper 9.0* dicoba dihitung pendekatan, luas area pemukiman di bagian hilir yang terimbas banjir bandang yaitu sekitar 92,62 Ha. Penjelasan ini dapat dilihat pada gambar 5.(b)

Dari hasil pengamatan citra satelit lebih seksama tampak bahwa telah terjadi runtuh gunung susulan, tetapi belum terbawa air tinggal menunggu waktu saja untuk dibawa turun. Dengan menggunakan *software ErMapper 9.0* dapat dilakukan pendekatan kalkulasi bahwa luasan area rawan runtuh ini mencapai 169,84 Ha. Lereng yang runtuh ini berupa bukit dengan tinggi 300 m dan volume 509.250.000 m<sup>3</sup>.

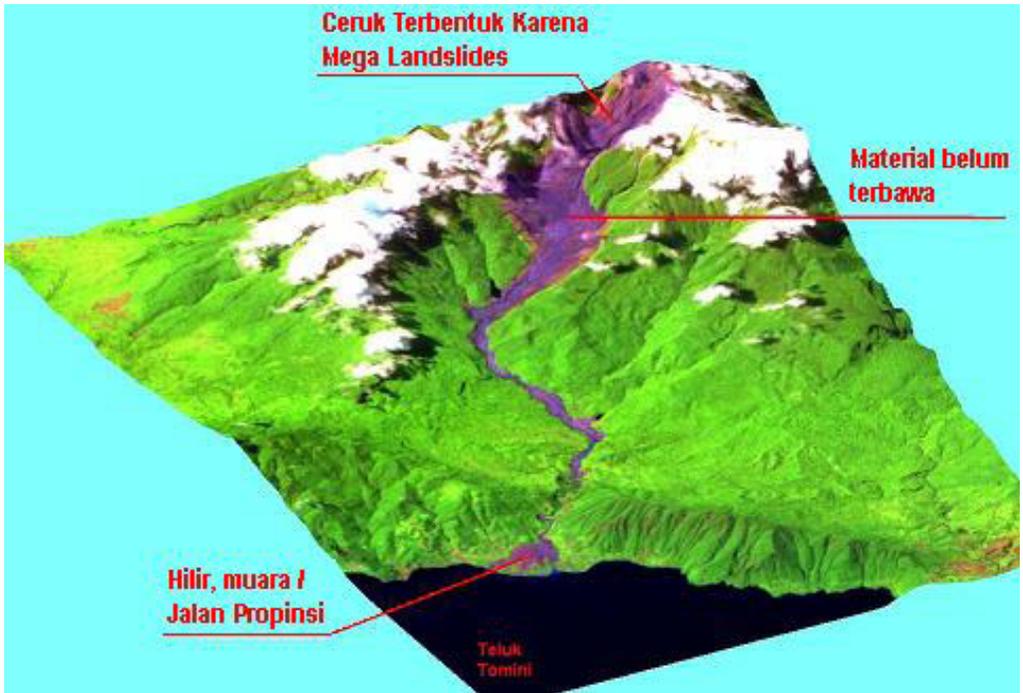


(a) Aerial



(b)

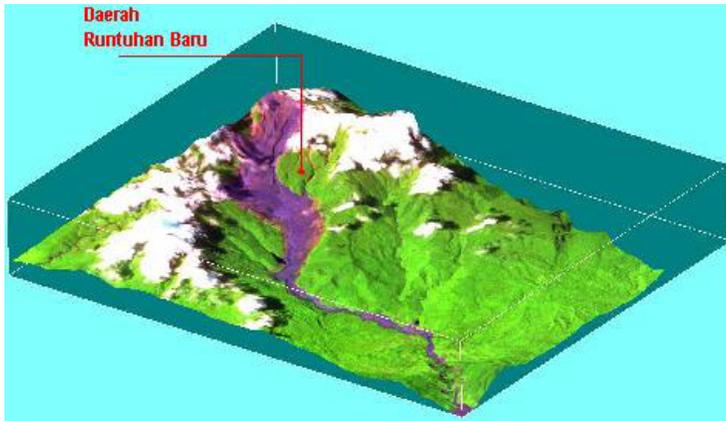
Gambar 4. Hasil Citra Satelit ASTER Pada Aliran Sungai Podi



(a) 3D Citra Satelit Das Sungai Podi



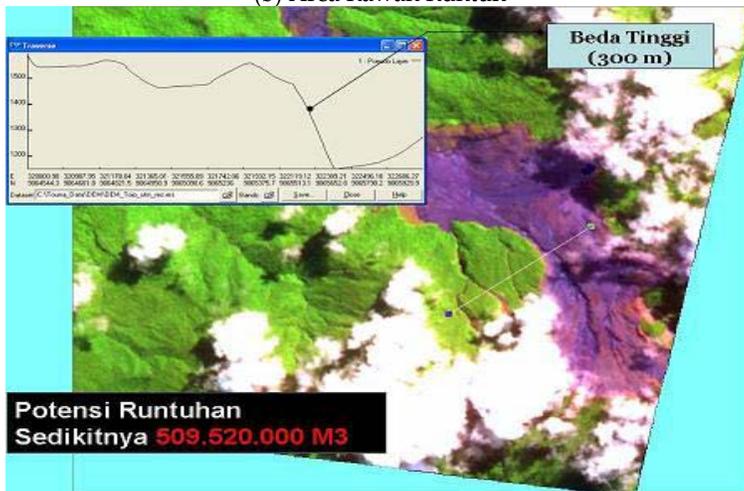
(b) Luasan Area Banjir Bandang dan Material yang Belum terbawa  
Gambar 5. Citra Satelit DAS Sungai Podi



(a) 3D Daerah Runtuhan Baru



(b) Area Rawan Runtuhan



(c) Potensi Volume Runtuhan

Gambar 6. Citra Satelit Das Sungai Podi Potensi Longsor Susulan

Hasil citra satelit Ikonos menunjukkan vegetasi di sepanjang DAS Podi didominasi oleh hutan yang relatif baik. Penebangan liar hampir tidak ada. Aktifitas perladangan penduduk hanya ada di sekitar bantaran sungai bagian hilir, itupun di kawasan yang datar. Pada bagian hilir, sudah berubah bentuk menjadi hamparan pasir kwarsa dan batu akibat material hanyutan banjir. Struktur tanah didominasi oleh batuan lapuk, sedangkan *top soil* yang menjadi media tumbuh vegetasi hanya ada sedalam 0,5 - 2,0 meter.



Gambar 7. Hasil Foto Satelit di Daerah Hilir khususnya yang Terkena Sapuan Banjir Bandang

### b. Survei Lapangan

Hasil survei lapangan terhadap kondisi tanah dan geologi batuan adalah:

- 1) Kondisi di lokasi sapuan banjir bandang tampak pada gambar 8(a), sedangkan asal material hanyutan yang menjadi sumber bencana tampak pada gambar 8(b). Ada korelasi antara hasil citra satelit dengan tinjauan langsung lapangan;



(a) Area Terjangan Banjir Bandang

(b) Mega Landslides

Gambar 8. Akibat Banjir Bandang di Sungai Podi dan Penyebabnya dan Akibatnya

- 2) Terjadi kerusakan infrastruktur transportasi berupa jalan dan jembatan akibat terjangannya banjir bandang, gambar 9(a). Terjadi kerusakan tebing sungai, untuk mengantisipasi hal yang lebih buruk telah diberi pengaman batu bronjong, gambar 9(b).



(a) Abutmen Jembatan Hancur                      (b) Bronjong Sebagai Pengaman Tebing Sementara  
Gambar 9. Kerusakan Infrastruktur Jalan / Jembatan

- 3) Struktur tanah didominasi oleh material non kohesif, lapisan *top soil* yang didominasi lempung hanya ada di permukaan sangat tipis sekitar 30,0 – 50 cm saja. Lapisan di bawahnya terdiri dari batuan lapuk yang telah terfragmentasi.



(a) Top Soil Hanya Tipis    (b) Batuan Lapuk Terfragmentasi  
Gambar 10. Struktur Tanah di Lokasi

## SIMPULAN

Dari pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa : 1) Teknologi penginderaan jauh sangat membantu dalam proses pendeteksian dini kemungkinan terjadinya bencana alam, khususnya tanah longsor; 2) Akurasi dari teknologi informasi penginderaan jauh ini masih harus dievaluasi dengan kegiatan survei lapangan yang bertujuan untuk mencocokkan informasi yang ada dengan kenyataan di lapangan; dan 3) Potensi bencana banjir bandang

masih akan terjadi bahkan mungkin akan lebih besar lagi sehingga perlu dilakukan tindakan untuk menghindari atau meminimalkan kerugian yang dapat terjadi.

Adapun saran penelitian yang dapat diberikan dari kajian ini adalah: 1) Pemerintah daerah harus mampu bekerja sama dengan memberikan perhatian lebih terhadap masalah ini. Terutamanya untuk menghindari jatuhnya korban, upaya memberikan pengertian bahwa daerah yang mereka tinggali adalah bahaya, dimana sewaktu-waktu kejadian banjir bandang yang lebih besar dapat terjadi; dan 2) Perlu dipikirkan dan dibuatkan skema sistem informasi manajemen bencana terhadap kasus ini, dengan memasang beberapa peralatan monitoring di sepanjang alur Sungai Podi sebagai *telemetry* sebagaimana layaknya tindakan *preventif* bencana gunung api. Sehingga bila terjadi banjir bandang dapat diketahui beberapa saat sebelumnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andrian E. (2007). *Materi Presentasi dan Dokumentasi Penyusunan Rencana Umum Tata Ruang Wilayah Kabupaten Tojo Una-una Propinsi Sulawesi Tengah*. BAPPEDA Tojo Una-Una. (2007). *Rangkuman Eksekutif Rencana Umum Tata Ruang Wilayah Kabupaten Tojo Una-una*. Sulawesi Tengah: BAPPEDA.
- Blog 0059 (2010). *Info Otonomi Daerah*. [Online]. Tersedia: [http://aa-otda.blogspot.com/2010\\_02\\_01\\_archive.html](http://aa-otda.blogspot.com/2010_02_01_archive.html)
- Waindo Specterra, PT. (2007). *Data-data dan Citra Satelit Kabupaten Tojo Una-una*. Jakarta: Tidak diterbitkan.
- Antaranews.com. (2007). *Sungai Podi Meluap, Jalan Poros Palu - Luwuk Terputus*. [Online]. Tersedia: [www.antara.co.id/arc/2007/7/25/sungai-podi-meluap-jalan-poros-palu-luwuk-terputus](http://www.antara.co.id/arc/2007/7/25/sungai-podi-meluap-jalan-poros-palu-luwuk-terputus)
- Gatra.com. (2007). *Sebanyak 67 Orang Tewas Akibat Banjir Morowali*. [Online]. Tersedia: [www.gatra.com/2007-08-04/artikel.php?id=106656](http://www.gatra.com/2007-08-04/artikel.php?id=106656)
- Media Indonesia.com. (2007). *Banjir Hancurkan 4 Kecamatan di Kabupaten Morowali*. [Online]. Tersedia: [www.media-indonesia.com/berita.asp?id=139664](http://www.media-indonesia.com/berita.asp?id=139664)