

## ARTIKEL RISET

# Aplikasi Multi Hill Effect untuk Mempermudah Analisis Geomorfologi dalam Mengidentifikasi Sesar Aktif di Pidie Jaya

Irwandi Irwandi

## Ringkasan

Sumatera memiliki dua sesar aktif utama yaitu Sunda *Subduction Zone* dan *Great Sumatra Strike-slip fault*. Namun gempa bumi Pidie Jaya 7 Desember 2016 magnitudo 6,5 dan 102 korban jiwa tidak terjadi pada sesar aktif tersebut. Banyak sesar aktif yang masih luput dari pengamatan. Memetakan sesar aktif bukan pekerjaan yang mudah, ditambah lagi frekuensi gempa untuk sesar cabang relatif lebih kecil dibandingkan di sesar utama. Sehingga, penulis mencoba melakukan kajian geomorfologi dengan menganalisis *hill effect* dari data topografi digital dari sesar utama Sumatera hingga pantai Pidie Jaya. *Multi hill effect* akan menghasilkan efek yang lebih baik sehingga lebih mudah mengidentifikasi sesar aktif. Semua proses menggunakan software Quantum GIS (QGIS) yang merupakan FOSS (*Free Open Source Software*). Rumitnya geomorfologi Aceh tentunya dengan hanya menggunakan metode tersebut belum mampu memberikan jawaban yang memuaskan tentang teka-teki sesar aktif penyebab gempa Pidie Jaya. Namun metode tersebut dapat digunakan sebagai metode pendahuluan dan masih perlu digabungkan dengan informasi dari metode lainnya.

**Kata Kunci** : *Multi hill effect*, sesar aktif, gempa Pidie Jaya

## Abstract

Sumatra has two main active faults namely the Sunda Subduction Zone and the Sumatra Strike-slip fault. However, Pidie Jaya earthquake of December 7, 2016, M6.5 and 102 casualties did not occur in the active faults. Many active faults are still missed from observation. Mapping an active fault is not an easy task, moreover, the frequency of earthquakes from branching fault is relatively smaller compare to the main fault. We tried to investigate geomorphology study of hill effect analysis from digital elevation model starting from main Sumatran fault to coast of Pidie Jaya. The multi-hill effect makes faults-identification become easier. The FOSS (Free Open Source Software) of Quantum GIS (QGIS) was used. Due to the complexity of geomorphology of Aceh, performing the method is not sufficient to figure out the fault that triggered the Pidie Jaya earthquake.

**Keywords**: *Multi hill effect*; active fault; Pidie Jaya earthquake

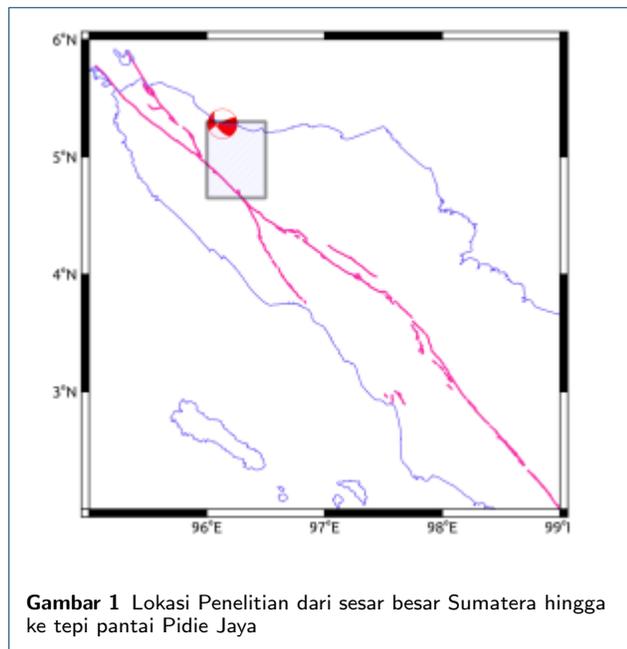
## 1 Pendahuluan

Sumatera memiliki tingkat bahaya bencana gempa bumi yang tinggi dan para peneliti sudah mengidentifikasi dengan baik dua sesar aktif utama yaitu Sunda *Subduction Zone* dan *Great Sumatra Strike-slip fault*[1]. Kedua sesar utama tersebut dijadikan panduan dalam menyusun Peta *Hazard Gempa Indonesia 2010* yang dijadikan Acuan Dasar Perencanaan dan Perancangan Infrastruktur Tahan Gempa Indonesia[2]. Namun bencana gempa bumi

yang terjadi di Pidie Jaya 7 Desember 2016 dengan kekuatan M6.5 yang memakan korban jiwa 102 orang tidak terjadi di dua sesar aktif tersebut. Sampai saat ini Peta *Hazard Gempa Indonesia 2010* masih digunakan dan sesar aktif yang berbahaya tersebut belum diperhitungkan? Letak permasalahannya adalah mencari sesar aktif bukan suatu pekerjaan mudah apalagi di Indonesia yang merupakan tempat pertemuan tiga lempeng tektonik besar. Terbatasnya personel dan waktu sehingga tidak mungkin meneliti semua sesar yang ada di Indonesia, sehingga banyak sesar aktif yang masih luput dari pengamatan.

Memang memetakan patahan aktif bukan merupakan pekerjaan yang mudah, ditambah lagi

frekuensi gempa untuk sesar cabang relatif lebih kecil dibandingkan dengan gempa di sesar utama. Oleh karena itu, penulis mencoba melakukan kajian geomorfologi dengan menganalisis data topografi digital untuk wilayah dari sesar besar Sumatera hingga ke tepi pantai Pidie Jaya seperti yang diperlihatkan pada gambar 1 berupa kotak berwarna abu-abu. Patahan Sumatera diperlihatkan dengan jelas yang ditandai dengan garis warna merah.

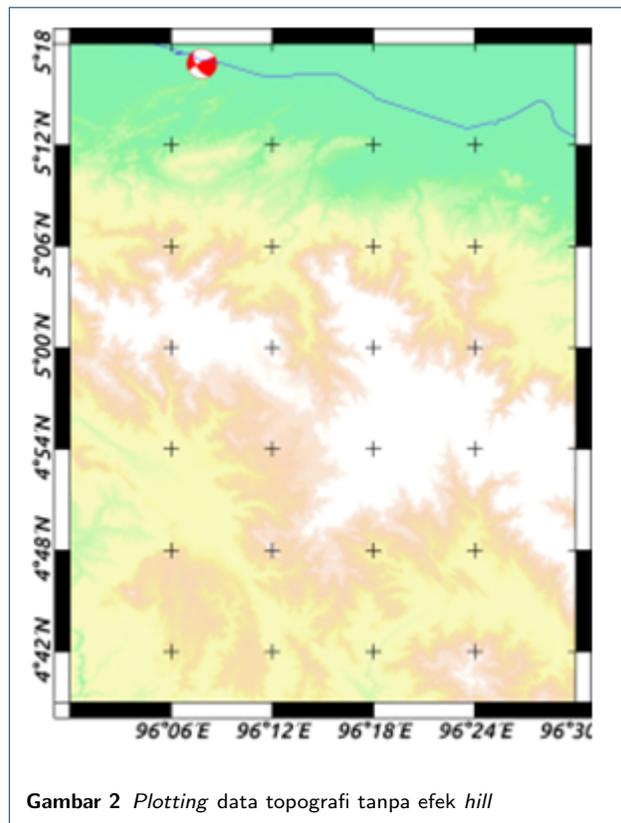


## 2 Metode Penelitian

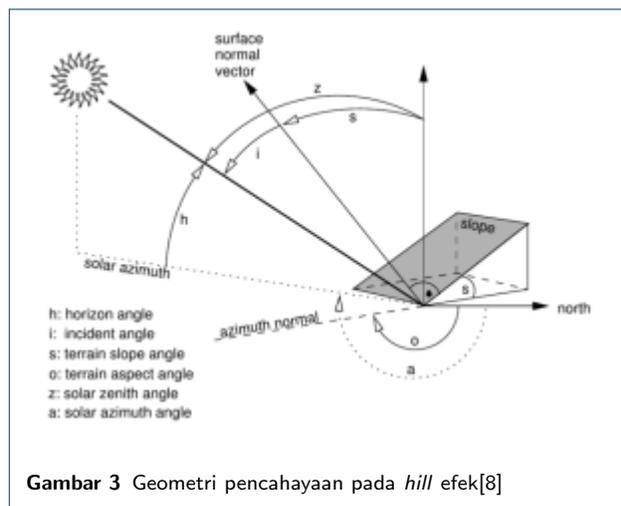
Data topografi digital atau DEM (*Digital Elevation Model*) yang digunakan memiliki resolusi 1" yang bersumber dari *The Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) Global Digital Elevation Model (GDEM)*. Untuk daerah khatulistiwa resolusi 1" (arc-second) setara dengan resolusi 30 meter.

Data disimpan dalam format *Georeferenced Tagged Image File Format (GeoTIFF)* dengan kedalaman resolusi 16-bit dan sistem koordinat geografik yang mengacu ke *World Geodetic System (WGS84)* dan datum geoid *Earth Gravitational Model (EGM96)*[3]. Gambar 2 memperlihatkan plotting data DEM untuk area yang diteliti 96°-96,5° Bujur timur dan 4,65°-5,3° lintang utara.

Gambar 2 di atas hanya *plotting* ketinggian dalam skala warna namun informasi tentang kemiringan lereng tidak diperlihatkan dengan jelas. Supaya hal tersebut dapat dilakukan maka perlu dilakukan analisis *hillshade* terhadap data DEM sehingga efek *hill* atau lereng akan lebih jelas. Efek *hill* tersebut



secara intuisi adalah proses dimana terbentuknya bayangan dari sinar matahari pada permukaan yang tidak rata. Oleh karena itu ada dua parameter yang perlu diberikan yaitu azimuth (*solar azimuth angle*) (*Az*) dan ketinggian matahari (*horizontal angle*) dalam satuan derajat seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.



Pada tulisan ini kita menggunakan nilai ketinggian matahari tetap 45° dan bervariasi sudut azimuth.

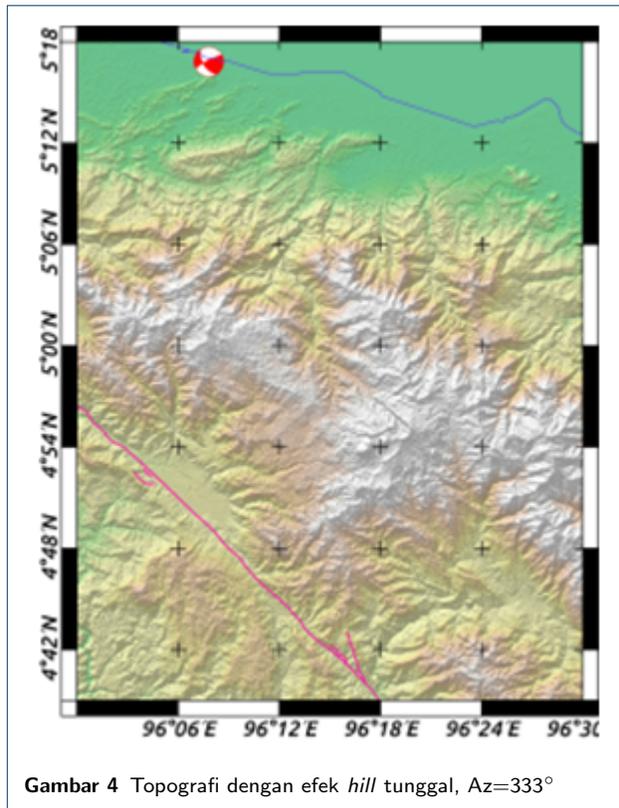
Gempa Pidie Jaya memiliki mekanisme geser kanan dengan nilai strike =  $243^\circ$ , dip =  $81^\circ$ , rake =  $33^\circ$ [4]. Efek *hill* akan lebih mudah tampil bila sumber cahaya tiba tegak lurus garis patahan yang diasumsikan sama dengan strike, sehingga  $Az = \text{strike} + 90^\circ = 243^\circ + 90^\circ = 333^\circ$ . Selanjutnya divariasikan dengan sudut azimuth yang dikurangi  $1/3$  putaran  $333^\circ - 360^\circ / 3 = 213^\circ$  dan dikurangkan  $2/3$  putaran  $333^\circ - 2 \times 360^\circ / 3 = 93^\circ$ . Sehingga sudut azimuth yang divariasikan dan digabungkan pada tulisan ini adalah  $Az = 93^\circ$ ,  $Az = 333^\circ$ , dan  $Az = 213^\circ$ .

Software Quantum GIS[5] memanfaatkan fasilitas dari software GRASS[6][7] dengan tool yang terdapat pada menu *Raster* → *Analysis* → DEM (*Terrain Model*) dan selanjutnya dapat memilih mode *hillshade*. Karena data *raster* GeoTIFF dalam sistem koordinat geografik sehingga perlu diletakan faktor konversi Scale (*ratio of vertical units to horizontal*) sebesar  $111120 \text{ m}^\circ$ . Hasil *hillshade* yang ditampilkan dalam skala *gray* akan dijadikan intensitas untuk diterapkan pada data DEM (Gambar 2) dengan mengatur *blending mode* dari *normal* ke *multiply*.

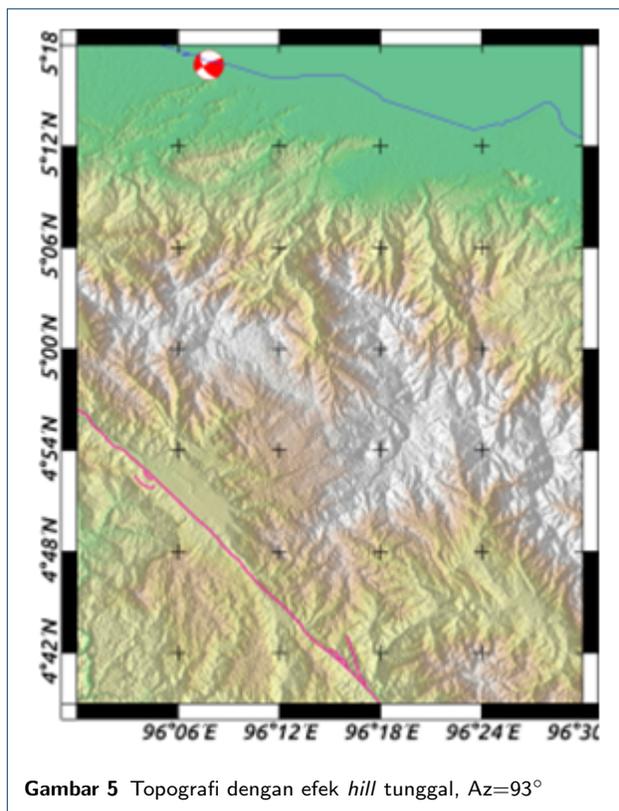
### 3 Hasil dan Pembahasan

Efek *hillshade* yang diterapkan pada Gambar 2 dengan sudut azimuth  $Az = 333^\circ$  dan  $Az = 93^\circ$  diperlihatkan pada Gambar 4 dan 5 secara berurutan. Pada gambar 4 tersebut terlihat lebih jelas dimana puncak dan lembah. Namun pada Gambar 5 sepertinya memperlihatkan hal sebaliknya dimana puncak pada gambar 4 menjadi lembah pada gambar 5. Efek ini terjadi karena disinari pada azimuth yang berbeda akan memberikan efek yang berbeda pula. Sehingga penentuan nilai azimuth penyinaran menjadi penting dalam memberikan efek *hill* yang benar.

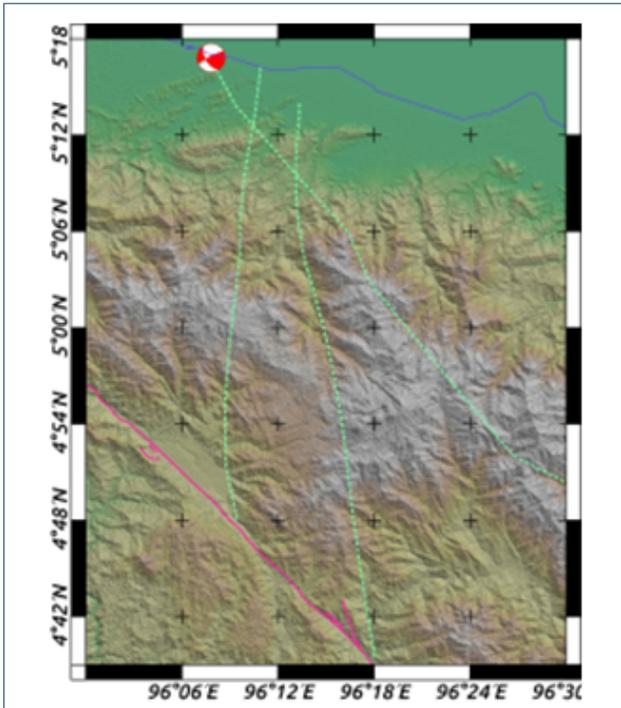
Menggabungkan kedua efek *hill* tersebut akan diperoleh efek yang lebih baik dalam melakukan analisis geomorfologi untuk mengidentifikasi sesar aktif seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6. Berdasarkan efek *hill* pada gambar 6 tersebut dicoba menarik garis sesar. Menarik garis sesar tersebut merupakan pekerjaan interpretasi yang sangat subjektif berdasarkan pengetahuan dan pengalaman siapa yang melakukan interpretasi tersebut. Ada tiga kemungkinan garis sesar dan salah satunya kemungkinan penyebab gempa Pidie Jaya tersebut.



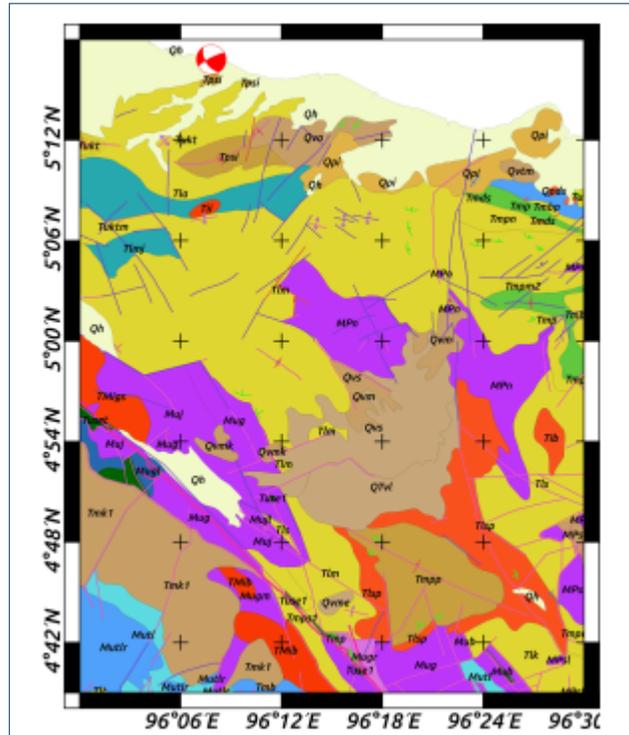
Gambar 4 Topografi dengan efek *hill* tunggal,  $Az = 333^\circ$



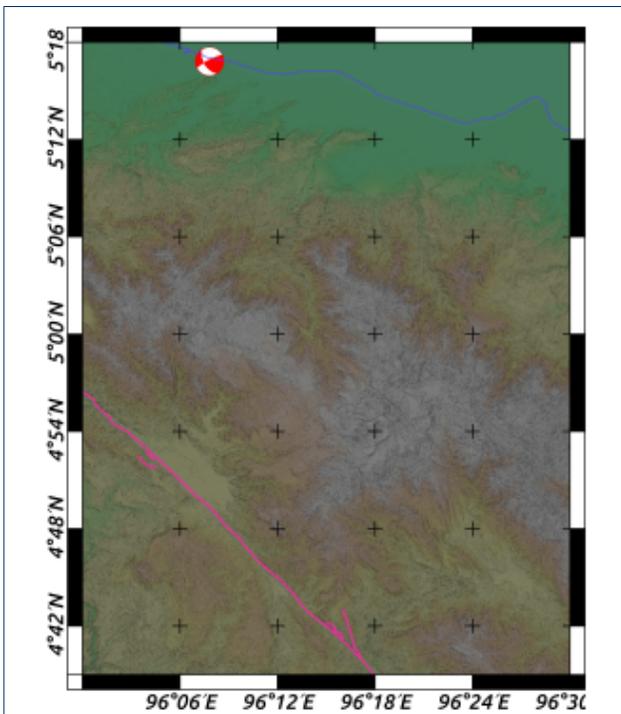
Gambar 5 Topografi dengan efek *hill* tunggal,  $Az = 93^\circ$



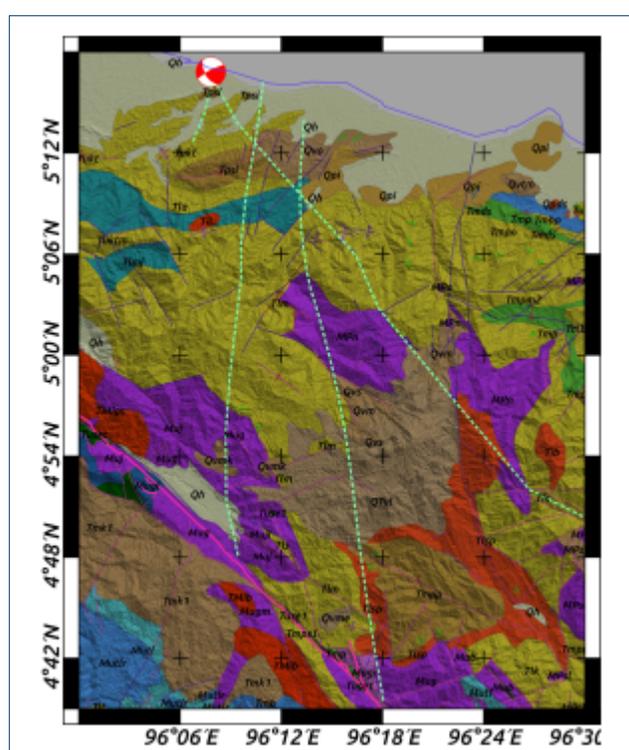
Gambar 6 Topografi dengan efek *hill* ganda hasil penggabungan *hill effect*,  $Az=93^\circ$  dan  $Az=333^\circ$



Gambar 8 Peta geologi tanpa efek *hill*[9]



Gambar 7 Topografi dengan efek hasil penggabungan tiga efek *hill* dengan masing-masing azimuth,  $Az=93^\circ$ ,  $Az=333^\circ$ , dan  $Az=213^\circ$



Gambar 9 Peta geologi dengan efek *multihill*

Efek *hill* tersebut informasinya diterapkan dalam bentuk intensitas sehingga dapat juga diterapkan untuk data lainnya seperti peta geologi. Setelah menerapkan efek *hill* untuk peta geologi Gambar 7 maka peta tersebut menjadi peta geologi yang dilengkapi efek *hill* seperti Gambar 8. Hasil interpretasi garis sesar yang diperoleh pada Gambar 6 di-*overlay*-kan ke peta geologi dan terlihat adanya konsistensi sebagian garis sesar dengan batas-batas formasi batuan dan geologi struktur.

#### 4 Kesimpulan

Rumitnya geomorfologi Aceh yang berada di ujung pulau Sumatra serta berdekatan dengan Mergui basin tentunya dengan hanya menggunakan metode tersebut belum mampu memberikan jawab yang memuaskan tentang teka-teki patahan aktif yang menyebabkan gempa Pidie Jaya tersebut. Namun metode tersebut dapat digunakan sebagai metode pendahuluan dan masih perlu digabungkan lagi dengan informasi dari metode lainnya seperti relokasi gempa bumi atau data remote sensing lainnya.

#### 5 Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih kepada NASA EOSDIS Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC) yang telah menyediakan data ASTER GDEM, Quantum GIS developer, dan Jurusan Fisika FMIPA Unsyiah atas bantuannya.

##### Pustaka

1. Irwandi, I. : Advantages of Realistic Model Based on computational method: NDSHA versus Standard PSHA. In : IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 56, No. 1, p. 012007). IOP Publishing. (2017)
2. Tim Revisi Peta Gempa : Peta Hazard Gempa Indonesia 2010 Sebagai Acuan Dasar Perencanaan dan Perancangan Infrastruktur Tahan Gempa. Indonesia.(2010)
3. NASA JPL : ASTER Global Digital Elevation Model [Data set]. NASA JPL (2009)
4. USGS (United Stated Geological Survey) : Earthquake Hazard program. M 6.5-14km WNW of Reuleuet, Indonesia.  
<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us10007ghm#moment-tensor> (2016)
5. Quantum GIS Development Team : Quantum GIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. (2016)
6. Neteler, M., Bowman, M.H., Landa, M. and Metz, M. : GRASS GIS: A multi-purpose open source GIS. Environmental Modelling & Software **vol. 31**, 124-130 (2012)
7. Neteler, M., Mitasova, H. : Open source GIS: a GRASS GIS approach **Vol. 689**. Springer Science & Business Media (2013)
8. Burbank, D. W., Anderson, R.S. : Tectonic Geomorphology. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication (2012)
9. Bennett, J. D., Bridge, D.M.C., Cameron, N. R., Djunuddin, A., Ghazali, S. A., Jeffery, D. H., Kartawa, W. et al. : Geologic map of the Banda Aceh quadrangle, Sumatra. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung (1981).