

PERCEPATAN TANAH MAKSIMUM DAERAH MANOKWARI BERDASARKAN TINJAUAN KASUS-KASUS GEMPABUMI

(Peak Ground Acceleration in Manokwari Region based on Earthquakes Cases)

Richard Lewerissa

Laboratorium Fisika, Fakultas MIPA Universitas Negeri Papua,
Jln. Gunung Salju, Amban, Manokwari 98134, Telp (0986) 212135, fax (0986) 213089
Email : rich_lewe@yahoo.com

ABSTRACT

The research aimed to determine a Peak Ground Acceleration in manokwari based on Earthquakes cases from 1900 to 2006 using empirical earthquakes formula. This studi was finished at center of meteorology and geophysical agency in Jayapura Papua during September 2008. Result of Mcguirre dan Donovan method shown that in south manokwari have a maximum Peak Ground Acceleration in the amount 448,82 gal to 618 gal. While in north of manokwari have a intermediate peak gruond acceleration in the amount 100 gal to 125 gal. This research describable a temporary simple empirical study so that needed to advance reseacrh about Peak Ground Acceleration in region of manokwari regarding to survei of geology and stratigrafy condition in manokwari.

Keywords: *Earthquakes, Peak Ground Acceleration, magnitude.*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan di dunia yang mempunyai tingkat kegempaan tinggi. Hal ini disebabkan Indonesia terletak diantara tiga lempeng besar tektonik, masing-masing: *lempeng Indo-Australia, lempeng Eruasia, dan lempeng pasifik*. Ketiga lempeng tersebut saling bergerak antara satu terhadap yang lain. Pergerakan relatif ketiga lempeng ini merupakan generator utama aktivitas gempa bumi di Indonesia. Akibat pergeseran ketiga lempeng tektonik tersebut banyak menimbulkan sesar atau patahan lokal yang merupakan generator aktivitas gempa bumi yang kedua (Riyadi,M, dkk.2001)

Zona Papua merupakan salah satu daerah yang paling rawan terhadap bencana gempa bumi diantara kepulauan di Indonesia, hal ini disebabkan zona papua berdekatan dengan daerah subduksi antara lempeng pasifik dan lempang Australia. Disamping itu juga terdapat *sesar - sesar lokal yang aktif seperti sesar sorong, sesar koor, sesar tadera aiduna, sesar ransiki, sesar wandamen,*

sesar yapen, sesar rau markhan, sesar jayapura-sentani, sesar soearmo dan lain-lain. (Kertapi, E. 2000) dalam Mardyanto (2004). dengan banyaknya lempeng tektonik dan sesar-sesar lokal yang aktif bisa dipastikan bahwa zona papua sangat rawan gempa bumi baik gempa besar, sedang amupun kecil.

Manokwari dengan luas wilayah kurang lebih 40.000 km² terletak di bagian kepala burung pulau papua, secara geografis daerah ini terletak antara 132⁰35"BT - 134⁰35" BT, dan 0⁰15"LS - 3⁰25" LS. Pada umumnya adalah daerah berbukit dan dataran tinggi, atau sekitar 80 % dari luas wilayah ini terdapat dibagian tengah yakni kecamatan Kebar, Anggi, dan Mardy dan selebihnya 20 % merupakan dataran rendah yakni di kecamatan Bintuni dan Babo. Disamping itu juga dilewati atau terdapat jalur sesar ransiki (*Ransiki fault zone*) dan jalur sesar wandamen (*Wandamen fault zone*), hal ini juga sangat berpotensi sebagai generator gempa bumi yang setiap saat dapat membahayakan dan melahirkan sejumlah bencana bagi kehidupan manusia.

Efek primer gempa bumi adalah kerusakan struktur bangunan baik yang berupa perumahan, gedung bertingkat, perkantoran, fasilitas umum dan infrastruktur lainnya, yang diakibatkan oleh getaran yang ditimbulkan oleh gempa bumi. Secara garis besar tingkat yang mungkin terjadi tergantung dari kekuatan dan kualitas bangunan, kondisi geologi, dan geotektonik lokasi bangunan, dan percepatan tanah di lokasi bangunan akibat dari getaran suatu gempa bumi. Sehingga data percepatan tanah akibat getaran gempa bumi pada suatu lokasi menjadi penting untuk menggambarkan tingkat resiko gempa bumi di suatu lokasi tertentu. Semakin besar nilai percepatan tanah yang pernah terjadi di suatu tempat, semakin besar pula resiko gempa bumi yang terjadi. Untuk itu melalui penelitian ini diharapkan dapat mengetahui nilai percepatan tanah maksimum (*Peak Ground Acceleration*) untuk daerah manokwari yang indikasinya diharapkan kepada pembangunan fisik di daerah ini yaitu pembangunan bangunan yang tahan akan gempa bumi.

TEORI

a. Pengertian umum gempa bumi

Gempa bumi merupakan suatu fenomena alam yang tidak dapat dihindari, tidak dapat diramalkan kapan terjadi dan berapa besarnya, serta akan menimbulkan kerugian baik harta maupun jiwa bagi daerah yang ditimpanya dalam waktu yang relatif singkat. (Dep. Kimpraswil, 2003).

Menurut teori pelat tektonik para ahli geologi mengasumsikan bahwa dunia terdiri dari beberapa lempengan yang mengambang, dimana masing-masing lempeng tersebut bergerak pada arah yang berlainan sehingga tabrakan atau tumbukan antara dua atau lebih lempeng tersebut tidak dapat dihindari, dimana lempeng yang kuat akan melengkung keatas, itulah peristiwa terjadinya pegunungan, sedangkan lempeng yang lemah akan terdesak ke bawah atau patah, inilah peristiwa terjadinya jurang.

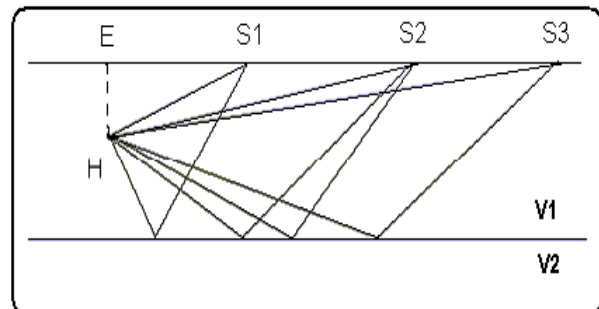
Pada peristiwa tabrakan atau tumbukan tersebut akan terjadi gesekan antara dua atau lebih lempengan yang mengakibatkan adanya pelepasan energi yang besar sekali, yang berpengaruh pada daerah-daerah yang lemah pada lempengan tersebut. Bila daerah lemah berada di puncak, akan terjadi letusan gunung api, yang diawali dengan adanya gempa vulkanik. Pada daerah-daerah di

bawah, bila terjadi patahan pada lempengan, akan terjadi peristiwa gempa tektonik.

b. Penjalaran Gelombang Seismik

Gelombang seismik adalah gelombang elastik yang menjalar ke seluruh bagian dalam bumi dan melalui permukaan bumi, akibat adanya lapisan batuan yang patah secara tiba-tiba atau adanya suatu ledakan. Gelombang gempa yang dipancarkan melalui sumbernya akan menjalar ke segala arah dengan tipe, kecepatan dan arah penjalaran bervariasi tergantung pada sifat fisis dan dimensi medium. Untuk medium yang paling sederhana yaitu medium yang homogen, isotropik dan elastik sempurna, maka gelombang gempa menjalar sebagai sinar yang berbentuk garis lurus.

Struktur bumi terdiri dari dua lapisan dan sumber gempa terletak pada lapisan pertama, maka penjalaran gelombang gempa dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Penjalaran gelombang seismik sederhana melalui dua lapis, S1, S2, S3, menunjukkan stasiun pencatat; H adalah sumber gempa sedang V1 dan V2 masing-masing kecepatan gelombang pada kedua lapisan

c. Percepatan Tanah Maksimum (*Peak Ground Acceleration*)

Untuk mengetahui besarnya percepatan tanah pada suatu tempat akibat getaran gempa bumi yang terbaik adalah dengan mengukur langsung pada alat seismograf yang dirancang khusus mengukur percepatan getaran. Alat ini disebut strongmotion seismograf atau accelerograf. namun karena perkembangan peralatan serta jejaring yang ada baru berkembang pada beberapa puluh tahun yang lalu, sedangkan untuk keperluan bangunan tahan gempa diperlukan data periode ulang yang relatif lama misalnya periode 50 tahun, 100 tahun atau lebih. Percepatan tanah maksimum adalah nilai

terbesar percepatan tanah pada suatu tempat akibat getaran gempabumi dalam periode waktu tertentu.(Sobarjo,dkk. 1998).

Beberapa formula empiris *Peak Ground Acceleration* (PGA) antara lain metode Donovan, Esteva, Murphy - O’Brein, Gutengerg – Richter, McGuirre, Kanai, Kawasumi dan lain-lain. Formula-formula empiris ini ditentukan berdasarkan suatu kasus gempabumi pada suatu tempat tertentu, dengan memperhitungkan karakteristik sumber gempabumi, kondisi geologi dan geotektoniknya. Formula empiris ini antara lain:

1. Formula Murphy – O’Brein

$$PGA = (10^{(0,14I + 0,24M)} - 0,68 (\log d + 0,7)) \quad (1)$$

dimana :

- PGA : *Peak Ground Acceleration*
- I : Intensitas standart MMI
- M : Magnitudo gempa bumi
- d : Jarak antara lokasi dan sumber gempa bumi

2. Formula McGuirre

$$PGA = 472,3(10^{0,278 m} (R + 25))^{-1,301} \quad (2)$$

Dimana:

- m : Magnitudo gelombang permukaan
- R : Jarak Hiposenter

3. Formula Kanai

$$\log \ddot{X} = 0.16M_s - \left(\frac{1.66 + 3.60}{\Delta} \right) \log \Delta - \left(\frac{0.631 + 1.83}{\Delta} \right) \quad (3)$$

dimana

- \ddot{X} : Percepatan tanah maksimum
- Ms : Magnitudo gelombang permukaan
- Δ : Jarak Episenter (km)

Fenomena gempabumi dapat digambarkan sebagai pelepasan energi oleh batuan yang mengalami *stress* (baik regangan maupun tegangan) setelah mengalami akumulasi dalam jangka waktu tertentu sesuai dengan sifat fisik batuan buminya. Semakin tinggi kekuatan batuan dalam menahan stress semakin besar pula energi yang dilepaskan. Dengan kata lain, semakin besar periode ulang suatu gempabumi semakin besar pula magnitude gempabumi yang akan terjadi, dan semakin besar magnitude gempabumi makin besar pula percepatan tanah yang terjadi disuatu tempat (tabel 1).

Percepatan tanah maksimum dapat dihitung untuk periode ulang gempabumi 5, 10, 50 dan 100 Tahun.

Tabel 1. Tingkat Resiko Gempa Bumi

NO	TINGKAT RESIKO	NILAI PERCEPATAN (gal)	INTENSITAS (MMI)	KODE
1.	Sangat Kecil	< 25	< VI	0
2.	Kecil	25 – 50	VI-VII	1
3.	Sedang Satu	50 – 75	VII-VIII	2
4.	Sedang Dua	75 – 100	VII-VIII	3
5.	Sedang Tiga	100 – 125	VII- VIII	4
6.	Besar Satu	125 – 150	VIII – IX	5
7.	Besar Dua	150 – 200	VIII – IX	6
8.	Besar Tiga	200 – 300	VIII – IX	7
9.	Sangat Besar Satu	300 – 600	IX – X	8
10.	Sangat Besar Dua	> 600	> X	9

D. Pola penurunan aktivitas gempabumi susulan

Berdasarkan urutan waktu terjadinya, Mogi (1967) membagi gempabumi menjadi 3 jenis, yakni:

1. *Mainshock – Aftershock*, yakni gempabumi utam yang diikuti oleh aktivitas gempabumi susulan yang menurun terhadap waktu. Gejala ini terjadi pada daerah pusat gempabumi dengan struktur batuan yang homogen dan tegangan mekanis yang tersebar merata

2. *Foreshock – mainshock – aftershock*, yakni gempabumi utama (*mainshock*) yang diawali oleh aktivitas pendahuluan (*foreshock*) dan diikuti oleh gempabumi susulan (*aftershock*). Jumlah gempabumi pendahuluan tersebut meningkat menjelang terjadinya gempa bumi utama, sedangkan aktivitas gempabumi susulan menurun terhadap waktu. Gejala ini terjadi pada daerah pusat gempabumi dengan struktur batuan yang tidak homogen dan distribusi tegangan mekanis yang tidak merata

3. *Earthquakes swarm*, yakni aktivitas gempabumi kecil yang berkepanjangan tanpa gempabumi utama. Gejala ini terjadi pada daerah pusat gempabumi dengan struktur batuan yang sangat tidak homogen, dibawah pengaruh tegangan mekanis yang terpusat/ sangat tidak merata.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertempat di Badan Meteorologi dan Geofisika Angkasa, Jayapura. selama 2 bulan dari Oktober sampai desember 2008. metode yang digunakan adalah metode studi kepustakaan dan distribusi probabilitas dengan menggunakan data sekunder gempa bumi daerah manokwari periode waktu kurang lebih 100 tahun (1900 – 2006), dengan Magnitudo ≥ 4 SR dan kedalaman dangkal.

dimana untuk mendapatkan nilai percepatan tanah maksimum (*peak ground acceleration*) dihitung menggunakan Formula pendekatan McGuiyre dan Donovan. Nilai percepatan tanah maksimum yang didapatkan kemudian dipetakan menggunakan *Software Arc View GIS* dan mengkonversi dengan tingkat resiko gempabumi.

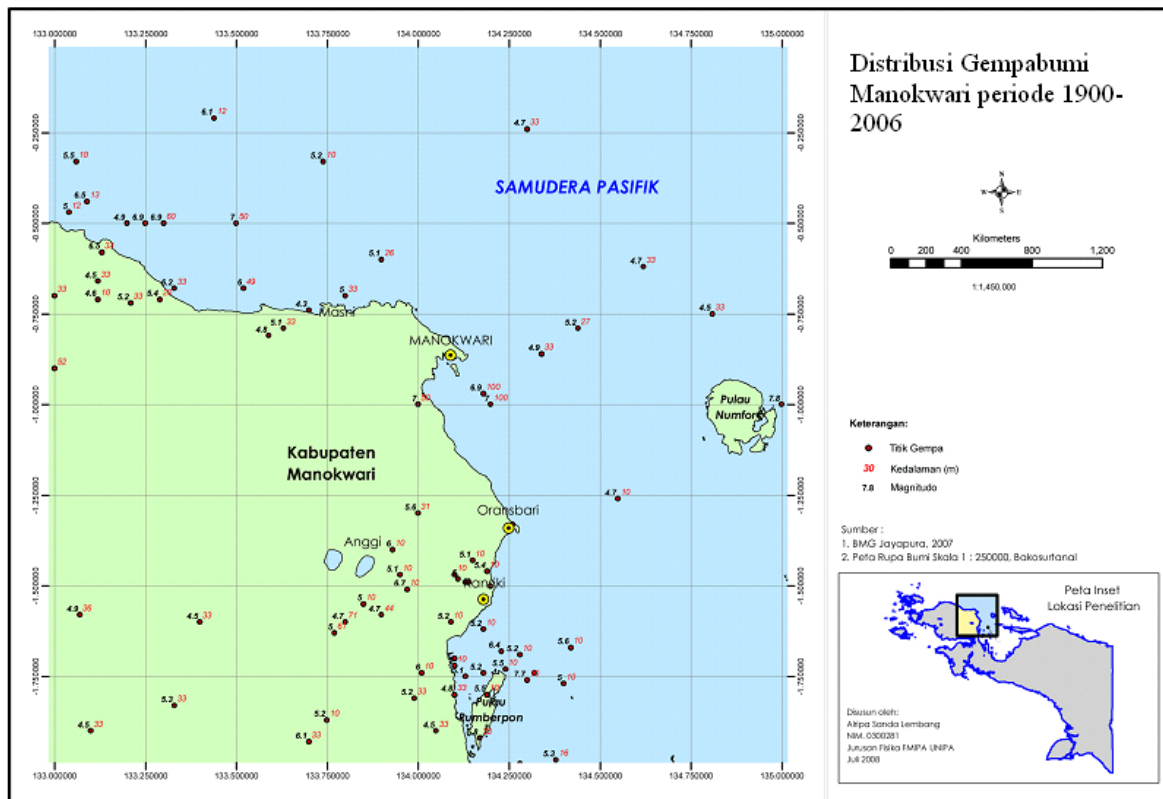
HASIL DAN PEMBAHASAN

Percepatan tanah maksimum dengan magnitudo ≥ 4 SR menggunakan metode McGuiyre adalah sebesar 618.00 gal pada koordinat 1.80 LS dan 134.30 BT, dengan tingkat Resiko Gempa sangat besar II ($> X$ MMI) (gambar 3). Sedangkan menggunakan metode Donovan didapatkan nilai percepatan tanah maksimum adalah sebesar 448.82 gal pada koordinat 1.80 LS dan 134.30 BT, dengan tingkat resiko gempa sangat besar I (IX-X MMI) (gambar 4).

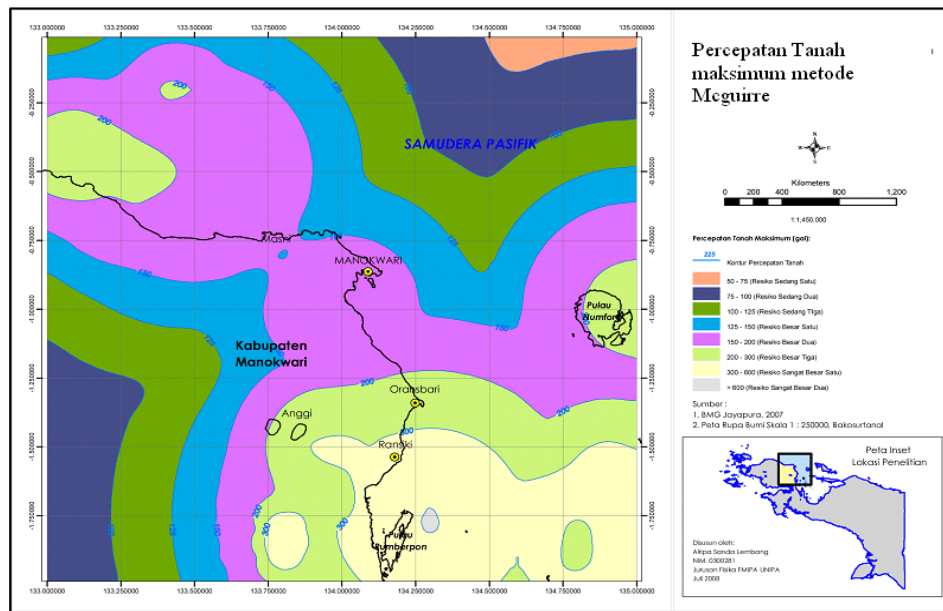
Berdasarkan hasil pemetaan percepatan tanah maksimum menggunakan metode McGuiyre dan Donovan didapatkan daerah-daerah di Manokwari yang mempunyai nilai percepatan tanah

maksimum. Daerah tersebut secara umum dibagi menjadi dua bagian yaitu daerah bagian selatan dan daerah bagian utara. Daerah bagian selatan manokwari termasuk daerah yang mempunyai nilai percepatan tanah maksimum tinggi. Daerah-daerah tersebut antara lain : Pulau Rumberpon, Ransiki dan Oransbari. Hal ini disebabkan banyaknya distribusi gempa yang terjadi dengan magnitudo yang cukup besar antara 4 – 7 SR yangmana sebagian besar merupakan gempa dangkal (gambar 2). Sedangkan daerah utara manokwari mempunyai nilai percepatan tanah maksimum sedang, daerah tersebut adalah Kota manokwari, Masni dan sekitarnya. Hal ini dipengaruhi oleh distribusi magnitudo besar namun pada kedalaman yang relatif dalam antara 70 – 300 km (gambar 2).

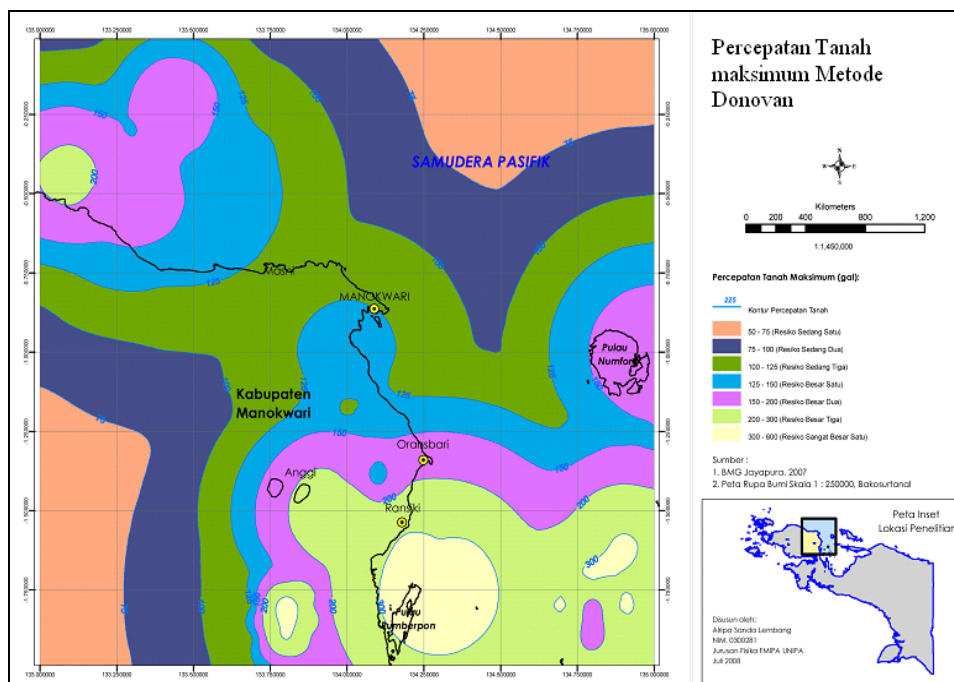
Dari kedua metode yang digunakan dapat dilihat bahwa adanya kesesuaian tentang nilai yang percepatan tanah maksimum untuk daerah manokwari, yang terdistribusi kedalam delapan tingkat resiko gempabumi. Pada peta dibedakan kedalam warna-warna yang bervariasi untuk tiap nilai percepatan tanah maksimum.



Gambar 2. Distribusi gempa Manokwari periode 1900 - 2006



Gambar 3. Peta Percepatan tanah maksimum Metode McGuirre



Gambar 4. Peta Percepatan Tanah Maksimum Metode Donovan

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data pada magnitudo gempa bumi lebih besar atau sama dengan 4 SR, dengan formula pendekatan

McGuirre dan Donovan diperoleh nilai percepatan tanah maksimum tertinggi pada formula pendekatan McGuirre dengan nilai percepatan tanah maksimumnya > 600 gal dan nilai percepatan tanah maksimum tertinggi pada formula pendekatan Donovan adalah 448.82 gal.

Nilai percepatan tanah maksimum tinggi tergolong dalam tingkat resiko sangat besar II (> X MMI) diperoleh dari formula pendekatan McGuire dan nilai percepatan tanah maksimum tinggi diperoleh dari formula pendekatan Donovan dengan tingkat resiko sangat besar I (IX-X MMI).

Secara umum berdasarkan pemetaan terhadap nilai percepatan tanah maksimum yang dihasilkan dari formula pendekatan McGuire dan Donovan pada magnitudo gempa bumi lebih besar atau sama dengan 4 SR, daerah-daerah yang mempunyai percepatan tanah maksimum tinggi terdapat pada bagian selatan Manokwari dan nilai percepatan tanah maksimum sedang terdapat pada bagian Utara Manokwari.

Saran

Perlu dilakukan kajian lebih lanjut tentang formula pendekatan empiris gempa bumi yang sesuai dengan kondisi geologi dan gempa yang terjadi di Papua.

DAFTAR PUSTAKA

- Mardiyanto, Kajian gempa-gempa imbas di wilayah jayapura dan sekitarnya. 2004, Skripsi S1, Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Cenderawasih
- Mogi.K, Earthquake and Fractures Tectonophysics, Vol 5, No1, 1967, pp 35-55
- Riyadi, M. Gempabumi bengkulu juni 2000, Jurnal meteorology dan geofisika, Vol 2, No 1, Januari – Maret 2001, Badan Meteorologi dan Geofisika
- Subardjo, dkk. Intensitas dan percepatan tanah maksimum gempabumi maluku dan sekitar periode 1990-1997, Buletin Meteorologi dan Geofisika. No 4, Desember 1998, Badan Meteorologi dan Geofisika.
- Shearer, Peter M, Introduction to seismology, 1999, Canbridge University Press
- Udias Agustin, Principle of Seismology, 1999, Canbridge University Press
- Departemen Kimpraswil, Perencanaan bangunan rumah sederhana tahan gempa, (2003). http://www.kimpraswil.go.id/balitbang/puskim/Homepage%20Modul%202003/modulc4/MAKALAH%20C4_1.pdf
- Fauzi, P.hD, Aplikasi sistem informasi geografi untuk peta bencana alam di Indonesia, (2001). http://www.reindo.co.id/gempa/Reference/peta_gempa.htm
- Robby. Peta digital dan citra satelit, (2005). <http://www.mail-archive.com/geounpad@yahoo.com/msg00307.html>
- Anonim. Pengukuran dan Pemetaan, (2000). http://ft.uns.ac.id/ts/kul_ol/iut_2/iut2ku1.html