

KONTRIBUSI GEOLOGI DALAM PEMBANGUNAN KOTA WILAYAH BENGKULU PASKA GEMPA BUMI

Pariarta Westra

Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

ABSTRACT

Along the eastern part of Sumatera island, including Bengkulu area, are situated between the two great faulting zones, subduction zones and the two active moving plates.. Bengkulu province as the projected area including in these zones, and become the active and high seismicity area, particularly for the tectonic earthquakes. The great earthquake that has occurred on June., 2000, and on September, 2007., had caused severe damage to public facility, infra structure, as well as the loss of human beings. Based on the facts that had found, and to decrease the bad impact resulted by the disaster, it is much needed to design, plan and arranged the area and town as good as possible. by considering the important factors are as follows : 1.Locations / distances.; (2).Quality of the building and constructions (3).Human factors, as the human resources and the capability of the human being., and (4). Is the Natural Factor. (geology), is the most important factors. consisting of geological-structures, rocks / soil conditions and properties, ground-water and morphology / topography.. By the inspection and surveying the geological condition and phenomena, from the 9th to 13th of Juni 2000. and on September 2007, the area are divided into three zonations. There are found three lateral spreading and liquefaction zonations in the Bengkulu area.and the surroundings (Vulnerability Map of Bengkulu Area).

PENDAHULUAN

Wilayah di sepanjang bagian barat pulau Sumatera, termasuk Bengkulu

merupakan salah satu wilayah yang paling rawan / paling ber-resiko terkena gempa bumi tektonik (tectonic earthquake) di dunia. Keadaan ini disebabkan oleh posisi geologi nya yang merupakan bagian / busur depan dari zona penunjaman / subduksi, (Subduction zones)/ / zona tumbukan, antara lempeng Benua (continental plate) di sebelah utara, dengan lempeng Samudera (oceanic-crust) di sebelah selatan; (Hamilton, W., 1979). Salah satu dari gempa bumi tektonik besar (great-earthquake) yang menimpa masyarakat Bengkulu dan sekitarnya adalah gempa bumi yang terjadi pada tanggal 4 Juni tahun 2000., yang berjarak lebih kurang 100 km disebelah selatan – barat daya kota Bengkulu. Sedangkan gempa bumi pada tanggal 12 september tahun 2007, yang berjarak lebih kurang 155 km disebelah barat daya kota Lais, dengan

kekuatan (magnitude wave 7,9 S.R.). Kedua gempa bumi tersebut, (gempa bumi yang terjadi tanggal 4 juni tahun 2000, dan gempa bumi tanggal 12 September tahun 2007), termasuk dalam kategori "great-earthquake"/mayor earthquake, di dunia. (Natawijaya;D.H., et.al., .2007). Distribusi aftershocks dan kedalaman gempa Bengkulu menunjukkan kompleksitas dari mekanisme gempa bumi pada "Subduction - interface". Fokal mekanisme gempa Bengkulu ini menunjukkan gempa Bengkulu ini mempunyai mekanisme yang kompleks, dimana main shocks memperlihatkan mekanisme sesar geser sinistral dengan jurus ber arah NNE. Distribusi aftershock yang memberikan indikasi seolah-olah gempa ini merupakan gempa zona subduksi. Jadi gempa Bengkulu ini mempunyai "Multiplr Fault-ruptures"

yang kompleks. (Natawidjaya, D.H., et al., 2007). Selain dari kekuatan gempa-nya yang diatas 7. skala Richter (mendekati angka) 8., (Body-wave), juga karena durasi/waktu gempanya (terutama gempa bumi tanggal 4 juni tahun 2000). Selama +/- 90. detik), telah meninggalkan dampak traumatik yang besar. Karena lamanya waktu gempa, kerusakan yang ditimbulkannya cukup besar, dan masih kuat dalam ingatan dan sanubari masyarakat bumi Rafflesia ini, baik dari lapisan bawah, menengah, sampai lapisan atas, birokrat, masyarakat bahkan aparat keamanan.. Residu bencana alam tersebut berupa hilangnya jiwa, kerugian materiil termasuk budi daya, pemukiman / tempat tinggal, dan paling tidak, rasa traumatik masyarakat yang mendalam. Rasa aman dan nyaman penghunian jauh berkurang dan dihargai sangat mahal.

Pada kenyataannya rasa takut, traumatik yang hampir melanda seluruh masyarakat kawasan Bengkulu ini tidak sebanding dengan kerusakan yang ditimbulkan oleh bencana alam tersebut. Kerusakan yang ditimbulkan oleh bencana alam tersebut terjadi secara tidak merata / sporadis), antara daerah yang satu dengan lainnya. Banyak bangunan yang masih tetap berdiri dengan baik, tetap berdiri kokoh tegar atau hanya mengalami keretakan sedikit-sedikit. Sementara di bagian daerah lainnya tampak kerusakan yang cukup parah pada tembok-tembok / dinding-dinding bangunan, konstruksi atap, bahkan pada bagian pilar / tiang pancang. Dalam penelitian geologi, bagian-bagian wilayah tersebut mendapatkan penjalaran gelombang tektonik dari pusat gempa yang tidak sama, yang kemudian getaran gelombang bumi tersebut diterima, dilalukan dan didistribusikan secara berbeda oleh perbedaan sifat dan perbedaan kondisi geologi/batuannya (Ebbot, Patrick. L. 2004).

Wilayah Bengkulu dan sekitarnya yang kondisi geologinya terletak diantara dua pusat gempa tektonik, yaitu dua jalur patahan besar dan satu deretan vulkanik/magmatic-belt, menjadi suatu wilayah yang sangat rawan terjadinya gerakan tektonik / gerakan massa batuan. Secara geologis, berdasarkan bentuk dan kestabilan lereng dan juga sebaran batuan, daerah Bengkulu

rentan terhadap guncangan gempa bumi. Keadaan ini didukung oleh kondisi geologi, yaitu struktur dan komposisi batuan di wilayah ini yang relatif belum mengalami proses pemampatan atau un-consolidated. Hal ini disebabkan oleh umur batuan penyusun / waktu pembentukan batuan-batuan di wilayah ini masih tergolong batuan-batuan yang berumur muda, yaitu berumur Tertier atas, sampai kuartar (pleistosen), (van Bemmelen., 1949). Keadaan morfologi / bentang alam dengan relief sedang sampai tinggi akan mempermudah terjadinya pergerakan-pergerakan tanah, terutama kelongsoran dan landslide. Komposisi material / batuan lepas, tanah dan batuan permukaan / di sebagian besar wilayah Bengkulu masih berupa aluvial, endapan sungai, undak-undak sungai, tanah gambut, lingkungan pantai / pasisir, serta lingkungan rawa dan setengah rawa, dengan air tanah dangkal, menjebabkan wilayah ini menjadi labil dan rentan dengan getaran-getaran-gempa yang melaluinya. (Sukamto. R., 2000.).

Keadaan ini yang harus selalu diwaspadai dengan memperhatikan wilayah-wilayah, atau jalur-jalur getaran gempa dengan komposisi material batuan penyusun yang lepas / tidak kompak, seperti tersebut diatas, akan merusak struktur batuan, sehingga merusak bangunan yang berada diatasnya.. Pada batuan yang mempunyai struktur pejal / kompak / consolidated, (tidak lepas), getaran gempa hanya dilalukan begitu saja, tanpa merusak struktur batuanya (Billing, M.P., 1975) Dengan demikian bangunan yang berdiri diatas batuan yang kompak / konsolidated akan tetap kokoh, tegar, seakan tidak tersentuh oleh getaran alam yang dahsyat tersebut..

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan oleh suatu tim, melalui survey lapangan pada beberapa bagian wilayah di kota Bengkulu dan sekitarnya, dari tanggal 9 sampai 13 Juni tahun 2000; dan bulan September tahun 2007.

Dengan dukungan berbagai disiplin ilmu yang terkait, tim ini memeriksa beberapa fenomena lapangan yang terjadi,

yang dihubungkan terutama dengan kondisi geologi teknik setempat. Pengamatan dan pemeriksaan lapangan dilakukan dengan pendekatan diskriptif, melalui pengukuran serta pencatatan terhadap sifat – sifat dan karakteristik kerusakan –kerusakan infrastruktur yang berhubungan dengan kondisi geologi dan geologi teknik setempat. Untuk mengetahui sifat dan karakteristik dari kerusakan di wilayah kota Bengkulu dan sekitarnya dilakukan pengamatan dan pemeriksaan terhadap keadaan tanah, kondisi batuan / geologi.. Fenomena – fenomena geologi yang diamati di lapangan antara lain adalah.:

1. Tanah longsor (landslides) Tanah retak (ground fracturing). Lateral spreading; Likuifaksi (liquefaction).

Kerusakan bangunan sangat ditentukan oleh kondisi atau keadaannya sendiri, sifat fisik dan keteknikan tanah, serta lokasinya sendiri. Selain itu ada faktor – faktor yang mempertinggi/memperkuat percepatan gempa.

Tanah longsor atau slides, atau landslides, adalah pergerakan massa batuan/tanah yang disebabkan oleh gaya gravitasi menuruti suatu bidang pelicin (sliding-plane). Keadaan ini terjadi karena tegangan geser yang terjadi pada saat gempa, melebihi tegangan maksimum yang dapat diterima oleh tanah/batuan lereng tersebut (yeats, et.al., 1997). Dalam keadaan tidak terjadi getaran gempa bumi kelongsoran tanah/ batuan, sliding disebabkan oleh bertambah beratnya massa batuan/tanah tersebut, karena masuknya air (hujan) dalam jumlah yang signifikan. Sliding-plane tersebut dibentuk oleh batuan/ tanah yang berbutir halus/clay atau lempung, yang kemiringannya mengarah ke bagian down - slope dari morfologi setempat. Selain land-slide, gerakan - gerakan massa batuan dan atau tanah/mass-movement lainnya yang ter-amati seperti soil creeping, rock-fall, slope-failure, subsidence dan lainnya.

Tanah retak (ground fracturing), disebabkan oleh berkurangnya gaya kohesi antara butiran-butiran tanah, biasanya terjadi pada daerah-daerah aluvium, endapan bekas sungai, pantai dan rawa.

Lateral Spreading. Penyebabnya lebih kurang hampir sama dengan Ground-fracturing,

disebabkan oleh gaya oleh adanya percepatan gelombang gempa akibat dari penjalaran gelombang primer (primary – wave) Likuifaksi (liquafaction). Adalah proses pembuburan massa tanah atau batuan.

Selain itu dilakukan pengamatan dan identifikasi keadaan kerusakan yang terjadi. kerusakan bangunan, sarana dan prasarana. Untuk wilayah kota Bengkulu, dimana kerugian yang terbesar, baik pada sarana maupun prasarana, serta jiwa, dilakukan pengamatan dan pemeriksaan (inspection) dengan lebih cermat dengan pemetaan fenomena-fenomena geologi yang dijumpai. Pengamatan dan pemeriksaan di lapangan difokuskan kepada sifat-sifat batuan dan tanah penyusun wilayah Bengkulu, sifat-sifat dan karakteristik batuan dan tanah terhadap respons getaran/gelombang bumi/ gelombang gempa/(earth-wave) yang melaluinya. Dengan pengamatan, pemeriksaan kondisi geologi, dilakukan pemetaan geologi, yang memberikan gambaran tentang batuan penyusun, proses-proses yang terjadi dan sifat serta karakteristik material/batuan/tanah penyusun wilayah. Analisis serta evaluasi dari peta geologi tersebut dengan parameter-parameter, dan fenomena geologi dan infrastruktur di lapangan dilakukan evaluasi untuk menentukan zonasi keraawaan bencana.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Kondisi Geologi struktur

Pengamatan dan pencatatan dilakukan di beberapa wilayah/lokasi yang mengalami kerusakan dan perubahan lingkungan, serta terhadap pergerakan-pergerakan massa batuan/tanah, baik berupa rekahan-rekahan, kelongsoran - kelongsoran / landslides dan lain sebagainya. Selain di wilayah Bengkulu, pengamatan dan pencatatan juga dilakukan di daerah sekitar kota Bengkulu, ruas jalan yang menuju Bengkulu Selatan, Bengkulu Utara dan beberapa ruas jalan menuju ke Taba-penanjung..Dari penelitian geologi batuan di beberapa wilayah ini, bahwa batuan penyusun morfologi belum mengalami pemampatan/consolidated, belum mengalami proses solidified atau lithified/pembatuan, sehingga perambatan gelombang gempa (earth-wave), banyak menyebabkan pergerakan-pergerakan masa batuan/tanah,

(Natawidjaya, D.H., et.al., 2007.). Di beberapa bagian wilayah ini, pada ruas jalan Kerkap-Bintunan, dan Bintunan-Ketahun juga banyak dijumpai, settlement/penurunan badan jalan atau amblasan, dimana badan jalan turun/amblas sepanjang 210 meter. Di beberapa bagian wilayah terjadi Likuifaksi/liquefaction atau "pembuburan" massa batuan/tanah. adalah berubahnya massa batuan yang tidak kompak/(not consolidated)/tanah yang jenuh yang basah atau jenuh air menjadi fase bubur (melting state). Tanah retak dan likuifaksi terjadi terutama di daerah - daerah alluvium, dari endapan bekas sungai, pantai dan rawa di sepanjang pantai barat kota Bengkulu. Fenomena likuifaksi banyak dijumpai di beberapa perumahan penduduk, yang ditandai dengan keretakan yang sangat parah pada lantai-lantai rumah, akibat differential settlement yang besar. Sedangkan Lateral spreading banyak terlihat disekitar pelabuhan.

b. Kondisi Geologi Tektonik

Jenis kerusakan, perubahan lingkungan, fenomena geologi yang terjadi adalah akibat dari respon material / batuan penyusun / litologi daerah atau lokasi setempat. Intensitas kerusakan gempa bumi yang diukur dengan skala Mercalli di kota Bengkulu dan sekitarnya menunjukkan besaran antara VII – sampai VIII (MMI.), (Natawidjaya, D.H., et.al., 2007), terutama di Kecamatan Gading Cempaka dan Kecamatan Selebar dan bagian timur Kecamatan Teluk Segara. (Engkon.K.Kertapati., 2001). Hal ini disebabkan oleh sifat fisik tanah penutupnya yang relatif lembek / lunak, serta bersifat lepas, yang berasal dari endapan bekas pantai, sungai dan rawa serta tanah urugan.

Kerusakan Infrastruktur Jalan

Di sebagian besar wilayah kota Bengkulu dan sekitarnya serta wilayah Bengkulu Selatan terdapat fenomena – fenomena geologi teknik. yang umumnya berupa amblasan / settlement, landslide, fracturing, soil / rock creeping dan rock-fall.. Fenomena ini terdapat pada ruas jalan raya Tais – Maras sampai Maras – Manna, dimana badan jalan turun / amblas

sepanjang 100 dan 150 meter. Di Bengkulu Utara dimana kondisi geologinya berupa batuan konglomerat pasir, dan batuan berupa sedimen bekas endapan sungai., serta alluvial, juga menunjukkan fenomena geologi struktur berupa settlement / amblasan badan jalan, fracturing dan pergerakan badan jalan kesamping (lateral spreading) Keadaan ini dijumpai terutama pada ruas jalan. Kerkap – Bintunan dan Bintunan – Ketahun. . (Krishna. S.Pribadi dkk., 2000).

Kerusakan-kerusakan yang terjadi pada bangunan Pemerintah pada umumnya merupakan kerusakan non struktural, dan hanya sedikit kerusakan struktural.

1. Kantor wilayah Departemen Pertambangan Energy. Pada bangunan ini dijumpai kerusakan non struktural yang ditandai dengan terjadinya retak diagonal pada dinding-dinding pengisi, runtuh dinding pengisi dan lepasnya dinding beton pada beberapa kolom.
2. Masjid Raya Bengkulu.: Terdapat cukup banyak kerusakan non struktural, yang ditandai dengan terjadinya retak diagonal, vertikal maupun horizontal pada dinding pengisi.
3. Rumah Sakit Umum Dr.M.Yunus. Terjadi sangat banyak kerusakan non struktural yang ditandai dengan retak diagonal, retak vertikal, maupun retak horezontal.
4. Kantor Wilayah Pendidikan Nasional Propinsi Bengkulu. Terjadi kerusakan non struktural, karena kualitas bangunan yang tidak baik seperti retakan pada dinding, dan terlepasnya genteng penutup atap.

Secara keseluruhan kerusakan yang ditimbulkan oleh gempa bumi Bengkulu tersebut cukup parah. Dibeberapa bagian wilayah terjadi peretakan tanah yang besar / ground fracturing, kelongsoran tanah (landslides), lateral spreading (pembelahan / pemisahan massa tanah / batuan), serta pembuburan(liquefaction), (Krishna .S.Pribadi.dkk., 2000, : laporan survey lapangan). Tanah longsor, terjadi akibat dari tegangan geser yang terjadi pada saat gempa, melebihi tegangan geser maksimum yang dapat diterima oleh masa batuan / tanah lereng tersebut., sedangkan likuifaksi adalah proses perubahan tanah

granular jenuh dari keadaan padat (solid), menuju keadaan cair akibat turunnya tegangan efektif tanah. Turunnya tegangan efektif tersebut menyebabkan tanah kehilangan kekuatan gesernya, sehingga tanah berperilaku seperti cairan / fluida (.Yeats., 1997). Akibatnya tanah tidak mampu lagi memikul beban – beban di atasnya.

Aspek Geologi Tektonik

Beberapa penelitian dan evaluasi menunjukkan bahwa parameter jarak dan lokasi pusat gempa, (Epicenter,dan Hipocenter), sangat menentukan kerusakan yang ditimbulkan :

Beberapa contoh : gempa bumi Liwa (Lampung barat tahun. 1993, dengan magnitudo 7,0.. Ms. Epicenter berjarak sekitar 25 km kearah timur Liwa dan Hipocenter pada kedalaman 23 km, membawa korban 207 jiwa orang meninggal dan 2000 orang luka-luka, 6000 rumah, toko dan bangunan pemerintahan rusak. Di beberapa tempat disekitar wilayah tersebut terjadi tanah longsor yang besar..

Sementara gempa bumi Bengkulu, pada tanggal 4 Juni tahun 2000., dengan Magnitudo Moment = 7,3. SR. Pada epicentrumnya, (menurut BMG.); (menurut USGS = 7,9 MS); Epicenter berjarak sekitar 100 km disebelah Selatan - barat daya kota Bengkulu, dengan kedalaman (hipocenter) lebih kurang 33 km; korban gempa mencapai 98 orang meninggal (di kota Bengkulu dan sekitarnya), 705 orang luka berat, 1879 orang luka ringan dan 43.207 rumah penduduk rusak total / rusak berat dan lebih dari 400 rumah ibadah dan sekolah, rusak berat / total. (Harkunti. P.R., 2001.).

KESIMPULAN DAN SARAN

Penataan pemukiman dan penataan wilayah kota Bengkulu harus segera dilakukan agar penderitaan masyarakat yang tertimpa bencana, segera dapat diatasi. Pekerjaan ini cukup kompleks dan berat, membutuhkan kerjasama dan kerja keras kita bersama karena daerah Bengkulu berada pada jalur seismositas tektonik tinggi. merupakan wilayah yang sangat

rawan gempa bumi besar. Dengan demikian maka untuk mengurangi resiko bencana, sudah seharusnya dan perlu dilakukan studi kajian ilmu yang terkait (inter-disiplin).tersebut diatas. Untuk mengurangi resiko bencana akibat dari penambahan penduduk yang sejalan dengan kebutuhan lahan pemukiman yang terus meningkat maka, sebelum dilaksanakan penataan dan pembangunan kembali, perlu dilakukan antara lain : pemetaan zona rawan rusak akibat gempa bumi. Untuk tercapainya tujuan tersebut perlu dilakukan peninjauan dan survey lapangan secara komprehensif dan terinci mengenai struktur geologi, sifat batuan penyusun / tanah, ketebalan sedimen / tanah yang terkonsolidasi dan tidak terkonsolidasi, kandungan air tanah atau kedalaman muka air tanah dan kelerengan.

Diperlukan sosialisasi untuk menumbuhkan kesadaran yang tinggi, bahwa wilayah Bengkulu dan sekitarnya merupakan wilayah dengan seismicity tinggi, (banyak / sering terjadi gempa bumi), atau wilayah yang ber-resiko tinggi terjadi gempa bumi.. Untuk itu diperlukan usaha-usaha guna meningkatkan kualitas manusianya / peningkatan sumber daya manusia, dengan pengetahuan / ilmu pengetahuan kebumihan dan kegempaan.

Untuk itu yang harus dilakukan oleh pemerintah adalah :

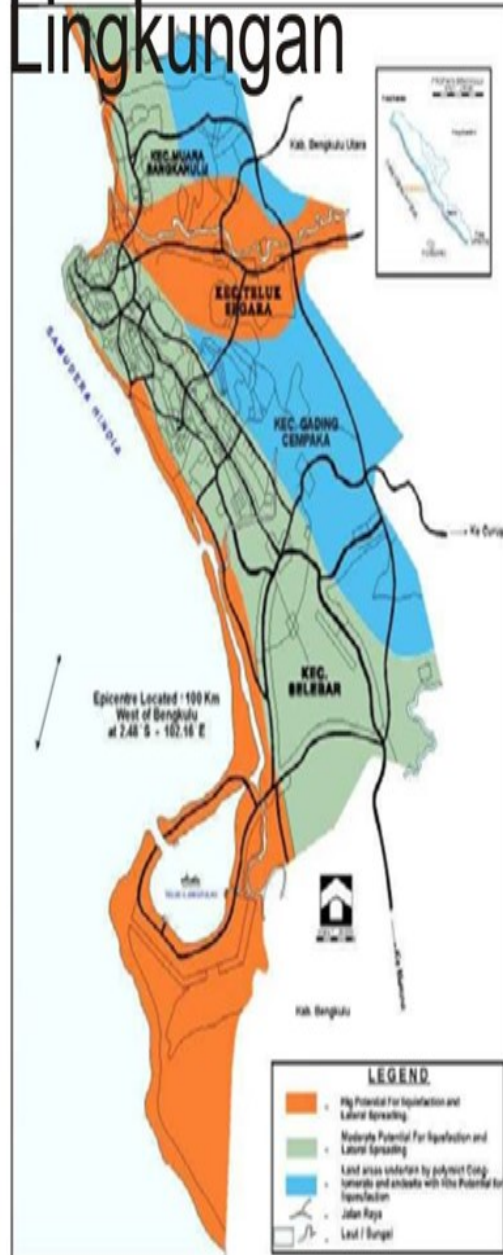
(1).Membuat kebijakan bahwa ketahanan gempa merupakan prioritas utama untuk seluruh bangunan pemerintah maupun swasta di propinsi Bengkulu, termasuk infrastruktur yang penting, dengan melakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- membuat peraturan daerah yang dapat menjamin bahwa setiap fasilitas baru yang mempunyai resiko menimbulkan korban / kerusakan yang besar jika gempa terjadi, harus dibangun dengan standar bangunan tahan gempa yang memadai
- Membuat peraturan daerah, agar ketahanan gempa merupakan prasyarat utama yang harus dipenuhi dalam perencanaan dan pelaksanaan bangunan, terutama bangunan milik Pemerintah / Pemerintah Daerah.
- Melakukan pembuatan peta

Kerentanan Lingkungan



Peta Geologi Bengkulu



Zona Potensi Likuifaksi dan Retakan Tanah

Sumber: Engkon K Kertapati, Puslitbang Geologi

- mikrozonasi seismik Propinsi Bengkulu, berdasarkan analisis resiko gempa yang baru, untuk digunakan pada peraturan daerah untuk bangunan tahan gempa, dan juga digunakan untuk menyusun Rencana Umum Tata Ruang Wilayah (RUTRW) Propinsi Bengkulu.
- (2).Melakukan kaji ulang terhadap analisis resiko gempa dan efek kondisi tanah lokal terhadap besarnya beban gempa dipermukaan tanah.
 - (3). Memulai dan mendanai program-program penelitian untuk meningkatkan kemampuan dalam ilmu teknik dan sosial yang diperlukan untuk mitigasi bahaya gempa dan melakukan transfer teknologi, dan meningkatkan kemampuan profesional yang dibutuhkan agar disseminasi hasil-hasil penelitian dapat berjalan dengan baik.

Van Bemmelen., R.W., 1949.. *The Geology of Indonesia.*, Vol. 1.A, The Grout Printing Office, The Hague.,732.pp., The Nederland.

Yeats, R.S., Sieh.K., and Allen, C.R., 1997; *The Geology of Earthquake* VI. 568 pp., New York; Oxford University Press.

DAFTAR PUSTAKA

Billing M.P., 1975; *Structural Geology*, 3rd edition, Prentice Hall of India, New Delhi.

Ebbot, Patrick, L., 2004. 4 th. ed. *Natural Disasters* "Mc.Graw-Hill. Companies.Inc., New York.

Hamilton, W., 1979. *Tectonick of the Indonesian Region* ; Geological Survey Professional Paper, 1078; United States Government Printing Office, Washington,

Harkunti, P.Rahayu., .2001. *Semi-Loka "penanggulangan Bencana Gempa di Bengkulu*. Bengkulu.

Kertapati,E.K., 2001. *Seismotectonics of Sumatera Region*, GRDC. Bandung.

Krisna .S. Pribadi., 2000. *Laporan Kunjungan Lapangan" Gempa Bengkulu - Bengkulu*.

Natawidjaya.,D.H., 2007. *West Sumatera Earthquake of March, 6., 2007* EERI; Special Report; Journal of Geophysical Research, 112, 10, 1029.

Sukamto, R., 2000, *Peta Geologi dan Sumber Daya Mineral Bengkulu"*., P.3.G.Bandung.