

Pengaruh mekanisme sesar terhadap Gempa Bumi Aceh Tengah, 2 Juli 2013

The influence of fault mechanism to the Aceh Tengah's Earthquake on July 2 2013

Sri Hidayati, Supartoyo dan Wawan Irawan

Badan Geologi

Jln. Diponegoro No. 57 Bandung

ABSTRAK

Gempa bumi berkekuatan 6,2 *skala richter* pada kedalaman 10 km telah mengguncang wilayah Aceh Tengah dan sekitarnya pada tanggal 2 Juli 2013 pukul 14.37 WIB. Mekanisme sesar penyebab terjadinya gempa bumi tersebut adalah gerak sesar mendatar berarah N 304°E/69° dengan *rake* 169°, berkaitan dengan salah satu aktivitas sesar aktif di Aceh Tengah. Gempa bumi ini mempunyai intensitas VII-VIII pada skala MMI yang ditandai oleh bangunan rusak berat, retakan tanah, dan gerakan tanah serta menimbulkan korban jiwa 39 orang meninggal dan lebih dari 400 orang luka. Gerakan tanah sebagai bencana juga terjadi di 22 tempat dan yang terparah di Desa Serempah, Kecamatan Ketol pada jarak 8,22 km dari pusat gempa bumi.

Kata Kunci: Gempa bumi Aceh Tengah, skala intensitas gempa bumi, sesar aktif, gerakan tanah

ABSTRACT

An earthquakes of 6.2 local magnitude in Richter Scale and at a depth of 10 km had shaken Aceh Tengah on July 2nd, 2013 at 14:37. The mechanism of the earthquake was strike-slip fault which is trending in N 304° E/69° with rake 169°. It was suggested of being associated with one of the active faults in Aceh Tengah region. The scale of the intensity scale was VII-VIII MMI which were marked with heavily damaged settlements; soil cracks and landslides that causing 39 people died and more than 400 people wounded. There were about 22 landslides occurred, the largest one was at Serempah Village in Ketol District, at a distance of 8.22 km from the epicenter.

Keyword: Aceh Tengah earthquake, earthquake intensity scale, active fault, landslide

PENDAHULUAN

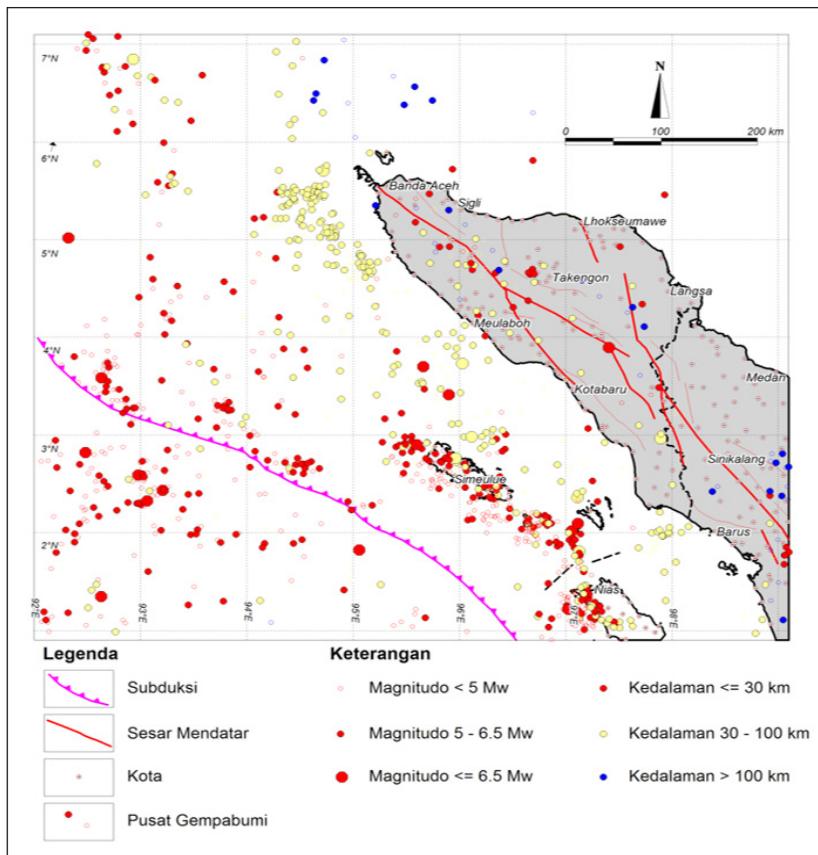
Kabupaten Aceh Tengah merupakan salah satu wilayah rawan bencana gempa bumi di Provinsi Aceh. Gempa bumi merusak yang pernah ter-

jadi di daerah ini bersumber dari Sesar Sumatra yang terletak di darat dan lajur subduksi Sunda yang terletak di laut (Gambar 1). Dinamika tektonik wilayah ini dipengaruhi oleh aktivi-

tas tumbukan antara Lempeng Benua Eurasia dan Lempeng Samudra India – Australia (Hall, 2002).

Wilayah Aceh Tengah dilalui oleh Sesar Sumatra Segmen Tripa (Sih dan Natawidjaja, 2000). Gempa bumi merusak di wilayah Aceh yang terjadi pada tahun 2013 tercatat tiga kejadian, yaitu di Pidie (22 Januari 2013), Aceh Tengah (2 Juli 2013) dan Pidie (22 Oktober 2013) (Tabel 1). Gempa bumi Aceh Tengah tanggal 2 Juli 2013 menimbulkan kerusakan bangunan dan gerakan tanah yang menyebabkan 39 orang meninggal, lebih dari 400 orang luka.

Kejadian gempa bumi ini diikuti oleh gerakan tanah terjadi di sepanjang jalan Bireuen-Takenon (Baheramsyah dkk., 2013). Kejadian gempa bumi merusak di Aceh Tengah pernah terjadi sebelumnya yaitu pada 28 Januari 2010, dengan magnituda 5,0 SR pada kedalaman 10 km. Berkaitan dengan seringnya gempa bumi yang terjadi di daerah Aceh Tengah dalam kurun 4 (empat) tahun terakhir ini, maka dalam tulisan ini akan dibahas kejadian gempa bumi tanggal 2 Juli 2013 serta kaitannya dengan kondisi geologi daerah Aceh Tengah.



Gambar 1. Peta sebaran gempa bumi di wilayah Provinsi Aceh 1983 – 2013 (*International Seismological center, 2013*).

Tabel 1. Sejarah kejadian gempa bumi merusak di Provinsi Aceh (Modifikasi dari Supartojo dan Surono, 2008)

No	Nama Gempa	Tanggal	Pusat Gempa	Kedalaman (km)	Magnitude	Skala MMI	Kerusakan
1	Pulau Simeulue (Tsunami)	-/-/1907	-	-	-	-	Terjadi tsunami di Pulau Simeulue.
2	Banda Aceh	23/8/1936	6,1° LU-94,8° BT	33	7,3 Ms	VII-VIII	9 orang meninggal, 20 org luka parah di Banda Aceh
3	Banda Aceh	2/4/1964	5,9° LU-95,7° BT	33	6,5	VII	Kerusakan bangunan di Banda Aceh.
4	Lhok Semawe-Sigli (Tsunami)	12/4/1967	5,3° LU-97,3° BT	55	6,1	VIII	Tsunami melanda Lhok Semawe dan Sigli
5	Kuta Cane	20/6/1976	3,2° LU-96,3° BT	33	6,1	VII	Kerusakan bangunan di Kutacane
6	Banda Aceh	4/4/1983	5,8° LU-93,27° BT	51	6,6	VI	Kerusakan bangunan di Banda Aceh.
7	Blangkejeren	15/11/1990	3,908° LU – 97,457° BT	33	6,8	VIII	1 orang meninggal, 32 orang luka-luka di Blangkejeren
8	Simeuleu	02/11/2002 08.2.00 WIB	5,7° LU – 97,1° BT	33	6,5	VII	2 orang meninggal dan 127 org Luka-luka di Pulau Simeulue.
9	Peureulak, Aceh Timur	22/01/2003 09.58.51,2 WIB	4,577° LU-97,54° BT	33	5,7	V	31 bangunan rusak berat & 26 bangunan rusak ringan di Rantau Peureulak.
10	Nanggroe Aceh Darussalam (NAD) (Tsunami)	26/12/2004 07.58.53 WIB	3,307° LU – 95,947° BT	30	9 Mw	VIII	Lebih dari 265.000 orang meninggal di NAD dan pantai Barat Sumatra Utara.
11	Cot Glie, Aceh Besar	5/10/2005 15.46.44 WIB	5,2° LU – 95,6° BT	10	5,7 Mw	V	Beberapa bangunan rusak di Pulau Simeulue.
12	Simeulue	1/02/2006 2.15.50 WIB	2,744° LU – 96,059° BT	10	5,9 Mw	V	Beberapa bangunan rusak di Pulau Simeulue.
13	Simeulue	21/02/2008 15.08.00 WIB	2,58° LU – 95,99° BT	30	7,3 SR	VI	3 orang meninggal, 25 orang luka-luka, di Pulau Simeulue.

Tabel 1. Sejarah kejadian gempabumi merusak di Provinsi Aceh (Modifikasi dari Supartoyo dan Surono, 2008) (Sambungan)

No	Nama Gempa	Tanggal	Pusat Gempa	Ke-dalaman (km)	Magnitude	Skala MMI	Kerusakan
14	Takengon	28/01/2010 23.12.52 WIB	4,82°LU -96,78°BT	10	5,0 SR	II - VI	dinding bangunan retak-retak hingga roboh, jalan retak.
15	Geumpang, Pidie	22/01/2013 05.22.56 WIB	4,935° LU - 96,172° BT	37,3	5,9 Mw	VI	1 orang meninggal, 8 orang luka-luka, 14 rumah rusak di Pidie. Retakan jalan dan 20 lokasi longsor di jalan Tangse – Mane.
16	Aceh Tengah	2/07/2013 21.37.02 WIB	4,698° LU - 96,687° BT	10	6,1 Mw	VI	42 org meninggal, jalan Bireun-Takengon tertutup longsor.
17	Tangse, Pidie	22/10/2013	5,29°LU - 95,42°BT	10	5,6 Mw	III-V	1 orang meninggal, beberapa bangunan rusak.

Tataan Tektonik

Pulau Sumatra merupakan bagian dari Kerak Sunda (*Sundaland*) yang terletak pada pertemuan dua lempeng tektonik yaitu Lempeng Indo Australia yang bergerak ke utara dengan kecepatan sekitar 7 cm/tahun dan Lempeng Eurasia yang bergerak ke tenggara dengan kecepatan sekitar 0,4 cm/tahun (Minster dan Jordan, 1978 dalam Yeats *et al.* 1997). Zona subduksi tersebut terjadi akibat tumbukan antara Lempeng Benua Eurasia dan Lempeng Samudera Indo – Australia yang telah berlangsung sejak Jaman Kapur Akhir (sekitar 65 juta tahun yang lalu) dan masih berlangsung hingga kini (Gambar 2, Hall, 2002).

Aktivitas tektonik tersebut mengakibatkan terbentuknya zona subduksi di bagian barat Pulau Sumatra, zona prismatic akresi, cekungan muka, jalur magmatik yang membentuk gunung api di Pulau Sumatra, cekungan busur be-

lakang, dan struktur Sesar Sumatra. Sesar yang berarah barat laut – tenggara ini terbagi menjadi beberapa segmen. Menurut Tjia (1977) Sesar Sumatra terbagi menjadi 18 segmen, sedangkan Sieh dan Natawidjaja (2000) membagi Sesar Sumatra dibagi menjadi 19 segmen. Pembagian segmentasi tersebut berdasarkan sebaran atau kemenerusan sesar, morfologi, morfotektonik, dan sejarah kegempaan. Daerah Aceh Tengah dilalui oleh Segmen Tripa yang berarah barat laut – tenggara. Menurut Sieh dan Natawidjaja (2000) karakteristik sumber gempa bumi Segmen Tripa adalah: panjang 180 km, sejarah gempa bumi besarnya tahun 1900 (Magnitude 6 Mw) dan tahun 1997 (Magnitude 6 Mw), lebar bukaan *step over* 9 km yang berbentuk lembah Alas, jarak dari deformasi muka 295 km, dan kedalaman zona benioff berkisar 125 – 150 km.



Gambar 2. Tataan tektonik wilayah Indonesia bagian barat (Hall, 2002).

METODOLOGI

Data geologi dan intensitas kegempaan diperoleh dari kegiatan lapangan. Analisis morfologi dilakukan melalui data peta topografi dan pengamatan lapangan. Pemetaan intensitas gempa bumi dilakukan secara langsung di lapangan dengan mengamati respon objek akibat guncangan gempa bumi. Skala intensitas yang dipergunakan pada pemetaan intensitas gempa bumi mengacu ke skala MMI (*Modified Mercally Intensity*). Sementara itu data gempa bumi diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dan *United States of Geological Survey* (USGS), meliputi tanggal dan waktu kejadian, posisi pusat gempa bumi (episenter), magnitudo, kedalaman, dan jarak dari pusat gempa bumi. Data mekanisme sumber (*focal mechanism*) gempa bumi diperoleh dari USGS.

Analisis Kegempaan

Data USGS dan BMKG memperlihatkan bahwa posisi pusat gempa bumi utama terletak di darat yang diikuti oleh kejadian gempa bumi susulan. Parameter kejadian gempa bumi merusak berdasarkan informasi dari BMKG dan USGS ditampilkan pada Tabel 2.

Analisis Geologi

Wilayah Kabupaten Aceh Tengah termasuk pada Peta Geologi Lembar Takengon dengan skala 1:250.000 yang disusun oleh Cameron dkk. (1983). Morfologi wilayah Kabupaten Aceh Tengah sebagian besar berupa perbukitan, sedangkan pada bagian tenggara berupa lembah yang membentuk Danau Laut Tawar yang dikelilingi oleh perbukitan. Di beberapa tempat tersingkap batuan tua berumur Pratersier di sepanjang Bukit Barisan.

Tabel 2. Parameter gempa bumi Aceh Tengah Tanggal 2 Juli 2013. Nomor 1-3 bersumber dari BMKG, sedangkan nomor 4-6 bersumber dari USGS

No.	Tanggal	Lokasi	Mag	Kedalaman	Keterangan
1.	2 Juli 2013 14.37.03 WIB	4,7 LU-96,61 BT	6,2 SR	10 km	Gempa bumi utama
2.	2 Juli 2013 20.55.38 WIB	4,7 LU-96,69 BT	5,5 SR	10 km	Gempa bumi susulan
3.	2 Juli 2013 22.36.44 WIB	4,71 LU-96,69 BT	5,3 SR	10 km	Gempa bumi susulan
4.	2 Juli 2013 14.37.02 WIB	4,697 LU-96,687 BT	6,1 Mw	10 km	Gempa bumi utama
5.	2 Juli 2013 20.55.39 WIB	4,713 LU-96,715 BT	5,3 Mw	25,50 km	Gempa bumi susulan
6.	2 Juli 2013 22.36.44 WIB	4,70 LU-96,766 BT	5,2 Mw	24,20 km	Gempa bumi susulan

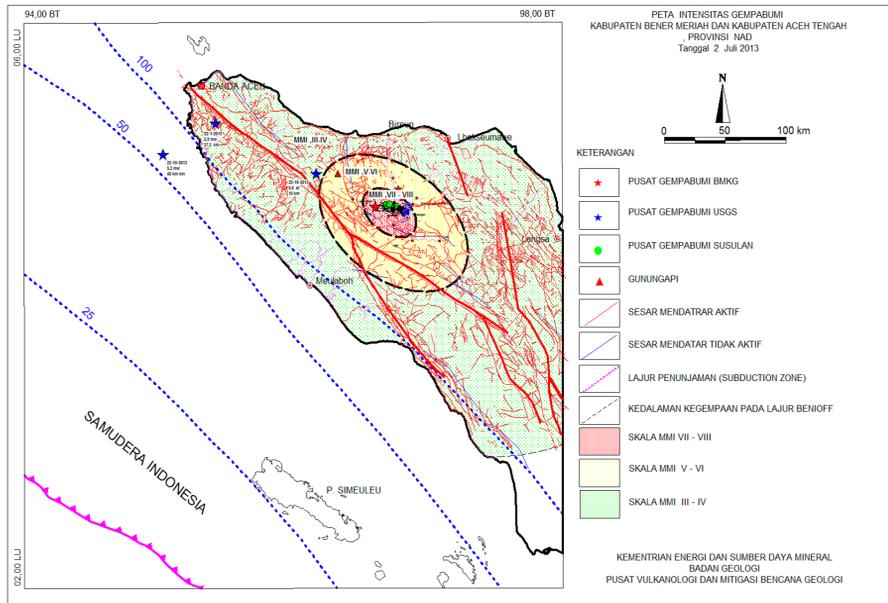
Wilayah Kabupaten Aceh Tengah sebagian besar ditutupi oleh rombakan gunung api berupa lava, breksi gunung api, dan tuf. Batuan gunung api tersebut dihasilkan oleh aktivitas gunung api yang berumur Miosen Akhir - Holosen. Batuan gunung api tersebut pada umumnya berasal dari aktivitas Gunung api Bur Ni Telong, Lampahan, Nama Salah, Papanji, Enang-enang, dan Tuan yang merupakan kompleks Gunung api Geuruedong. Daerah sekitar Danau Laut Tawar pada umumnya tersusun oleh endapan berumur Kuartar berupa endapan danau. Sebagian lagi ditemukan batugamping berumur Trias Akhir yang mengindikasikan adanya proses tektonik berupa pengangkatan. Sementara itu juga terdapat batuan sedimen, metasedimen, serta batuan terobosan.

Berdasarkan data citra SRTM, dan peta topografi terlihat adanya kelurusan morfologi sepanjang lembah Danau Laut Tawar, Gunung Burni Bah, daerah Angkup, Ketol, dan Lukup Sabun Bawah. Kelurusan tersebut dapat diamati be-

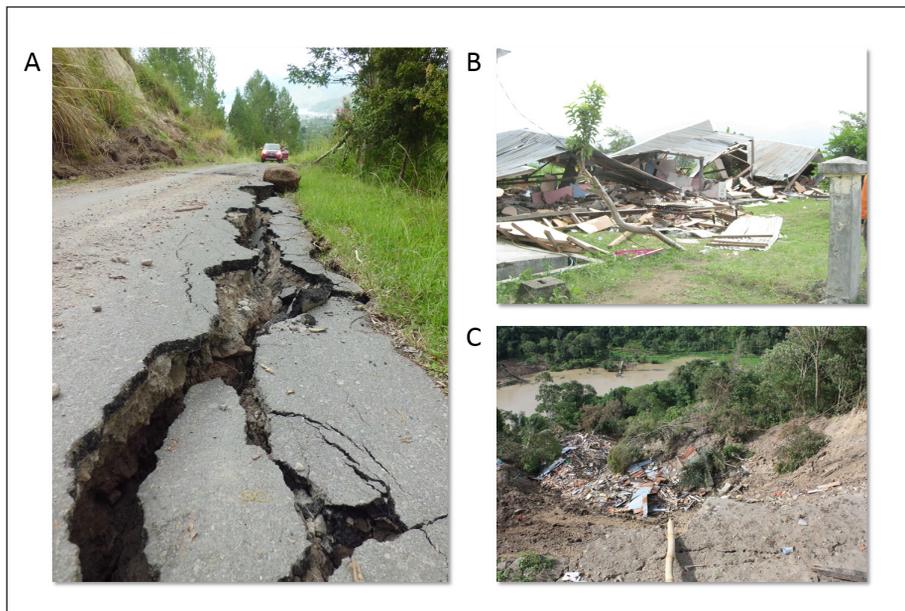
rupa lekukan antara perbukitan dan lembah, sungai dan perbukitan.

Intensitas Gempa bumi

Pengamatan lapangan menunjukkan dampak gempa bumi di wilayah Kabupaten Bener Meriah dan Kabupaten Aceh Tengah, Provinsi Aceh dengan intensitas VII-VIII MMI (Bahe-ramsyah dkk., 2013) seperti yang terlihat pada Gambar 3. Hal ini ditandai dengan dengan bangunan roboh, retakan tanah dan gerakan tanah (Gambar 4). Sementara itu berdasarkan informasi dari Bappeda Kabupaten Bener Meriah, korban jiwa akibat gempa bumi ini tercatat yang meninggal dunia 39 orang, luka berat 92 orang dan luka ringan 352 orang. Daerah paling parah terdampak akibat gempa bumi adalah Desa Seurempah, Kecamatan Ketol, Kabupaten Aceh Tengah (Gambar 5), telah menyebabkan korban jiwa 11 orang meninggal, 12 rumah menimpa belasan rumah dibawahnya dan terganggunya sarana transportasi.



Gambar 3. Peta Intensitas Gempa bumi Aceh Tengah pada 2 Juli 2013 (Baheramsyah dkk., 2013).



Gambar 4. Beberapa kerusakan di daerah Aceh Tengah. a) Retakan pada badan jalan di desa Pan-
tanterong, Kecamatan Bebesan dengan arah retakan N110E. b) Bangunan asrama polisi Polsek Ketol, c). Longsor tanah di Desa Serempah, Kec. Ketol, Kabupaten Aceh Tengah yang menyebabkan 11 orang korban tertimbun tanah.

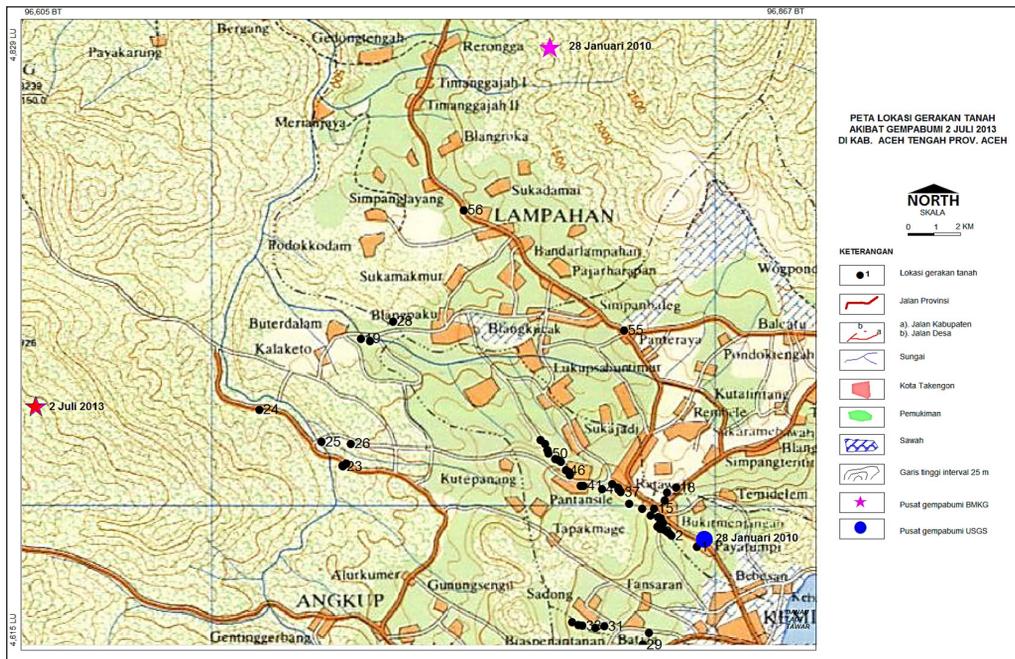


Gambar 5. Gerakan tanah di Desa Seurempah, Kecamatan Ketol, Kabupaten Aceh Tengah dipicu oleh kejadian gempa bumi pada tanggal 2 Juli 2013.

Dampak Gempa Bumi

Dampak dari suatu kejadian gempa bumi tergantung dari magnitudo, jarak pusat gempa bumi terhadap lokasi permukiman, dan kedalaman pusat gempa bumi. Kejadian gempa bumi yang terletak di darat dengan kedalaman dangkal dan dekat dengan permukiman berpotensi mengakibatkan bencana meskipun magnitudonya tidak besar. Mekanisme sumber gempa bumi juga sering mempengaruhi dampak, misalnya mekanisme sumber gempa bumi sesar mendatar akan cenderung membentuk zona pecah yang lebih luas, sehingga dampak yang ditimbulkan juga akan luas. Gempa bumi pada 2 Juli 2013 dengan magnitudo 6,2 SR selain menimbulkan kerusakan pada bangunan juga terjadi tanah retak dan gerakan tanah di beberapa tempat. Ada 22 titik gerakan tanah yang terjadi akibat gempa bumi ini seperti yang terlihat pada Gambar 6. Gerakan tanah di daerah Ketol terjadi disebabkan beberapa faktor, antara lain topografi terjal hingga sangat terjal, dengan kemiringan lereng 45 – 70°. Sementara itu permukiman menempati daerah yang landai hingga agak terjal yang terletak pada lembah

yang diapit oleh perbukitan. Berdasarkan peta geologi daerah permukiman merupakan lembah yang terbentuk akibat adanya Sesar Besar Sumatra. Adanya perselingan batuan malihan (batuan serpih, filit, lava) dan batuan breksi yang telah mengalami pengkekaran sehingga ketika terjadi gempa bumi, maka batuan yang telah terkekarkan tersebut mengalami goncangan sehingga terjadi runtuhnya batuan dan materialnya meluncur ke badan jalan dan ke daerah alur sungai. Selain itu jarak daerah ini dengan pusat gempa bumi adalah yang paling dekat, yaitu 8,22 km. Pada umumnya topografi daerah di Kabupaten Aceh Tengah dan Kabupaten Bener Meriah merupakan perbukitan berlereng sedang hingga terjal dan pedataran. Perbukitan mempunyai kemiringan antara 30° – 80°. Sedangkan lereng bagian bawah merupakan lembah alur sungai. Tataguna lahan pada umumnya adalah peladangan, perkebunan dan hutan belukar. Batuan dasar daerah ini disusun pada umumnya disusun oleh batuan sedimen, batuan gunung api, dan batuan berumur Tersier dan Pratersier yang telah mengalami pelapukan, serta alluvium, batuan gunung api dan batuan lainnya berumur Kuartar.



Gambar 6. Lokasi sebaran gerakan tanah dipicu oleh kejadian gempa bumi 2 Juli 2013.

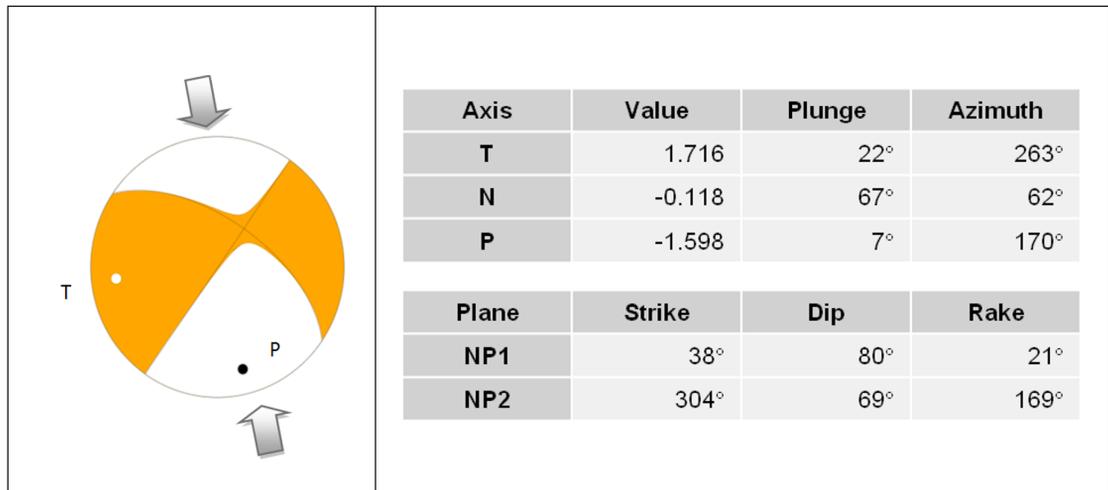
Berdasarkan Atlas Gerakan Tanah Indonesia: Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Provinsi Aceh daerah bencana termasuk zona kerentanan gerakan tanah menengah – tinggi (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, 2012). Pada zona ini sering terjadi gerakan tanah dan gerakan tanah lama bisa aktif kembali apabila curah hujan tinggi. Di samping itu material pembentuk lereng berupa batupasir bersifat lepas hasil erupsi gunung api dengan kemiringan lereng yang terjal, menyebabkan lereng mudah terganggu kestabilannya apabila terjadi gempa bumi atau getaran lainnya.

PEMBAHASAN

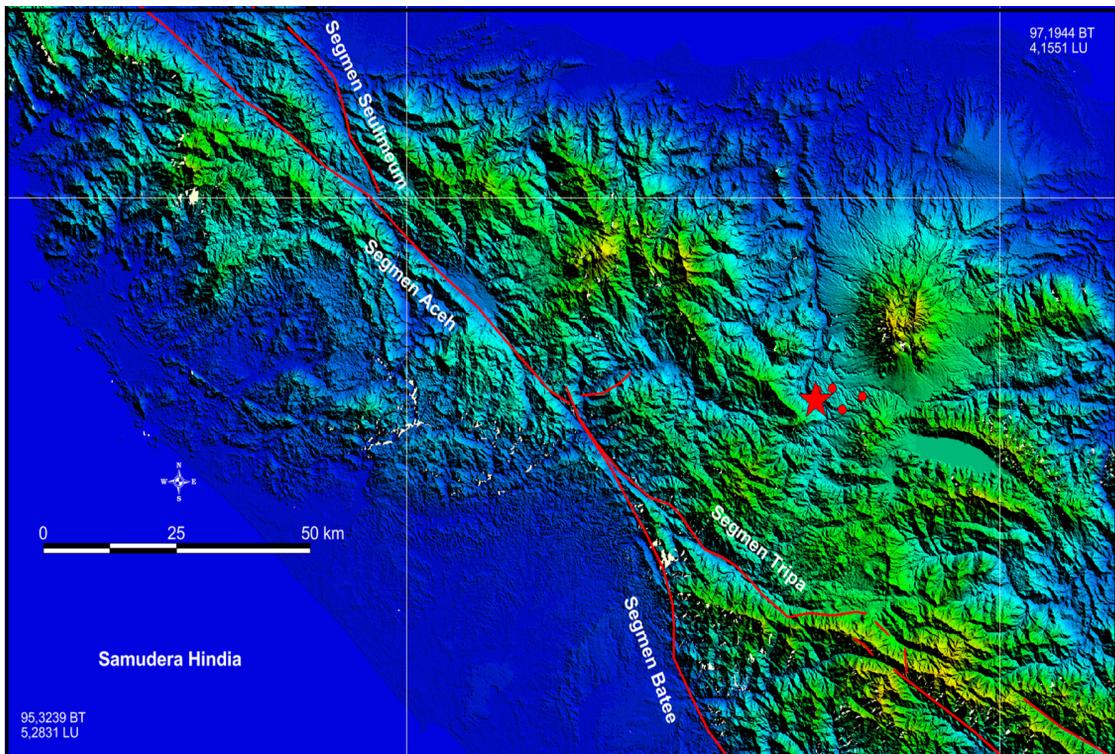
Berdasarkan posisi lokasi pusat gempa bumi yang dikeluarkan oleh USGS dan BMKG kedudukan pusat gempa bumi utama terletak di darat. Menurut data mekanisme sumber (*focal*

mechanism) dari USGS (Gambar 7), terdapat dua bidang yaitu Nodal Plane 2 (NP 2) dengan kedudukan N 304°E/69° dan *rake* 169° dan NP 1 dengan kedudukan N 38°E/ 80° dan *rake* 21°. Berdasarkan pola tersebut terlihat bahwa penyebab gempa bumi adalah sesar mendatar dengan titik tekan (kompresi) hampir berarah utara – selatan. Plot posisi pusat gempa bumi tersebut tidak berada pada Zona Sesar Sumatra. Lokasi pusat gempa bumi berada sekitar 33 km sebelah timur Segmen Tripa Sesar Sumatra (Gambar 8).

Berdasarkan posisi kedudukan pusat gempa bumi dan kerusakan yang terjadi, maka kejadian gempa bumi tanggal 2 Juli 2013 tersebut bukan disebabkan oleh Sesar Sumatra, namun disebabkan oleh aktivitas sesar aktif yang terdapat di Aceh Tengah. Berdasarkan analisis morfologi terlihat adanya kelurusan dominan di sekitar pusat gempa bumi yang berarah barat



Gambar 7. Data mekanisme sumber gempa bumi 2 Juli 2013 di Aceh Tengah (U.S. Geological Survey, 2013). Gambar panah menunjukkan arah kompresi sedangkan huruf P dan T menunjukkan titik pusat kompresi dan ekstensi.

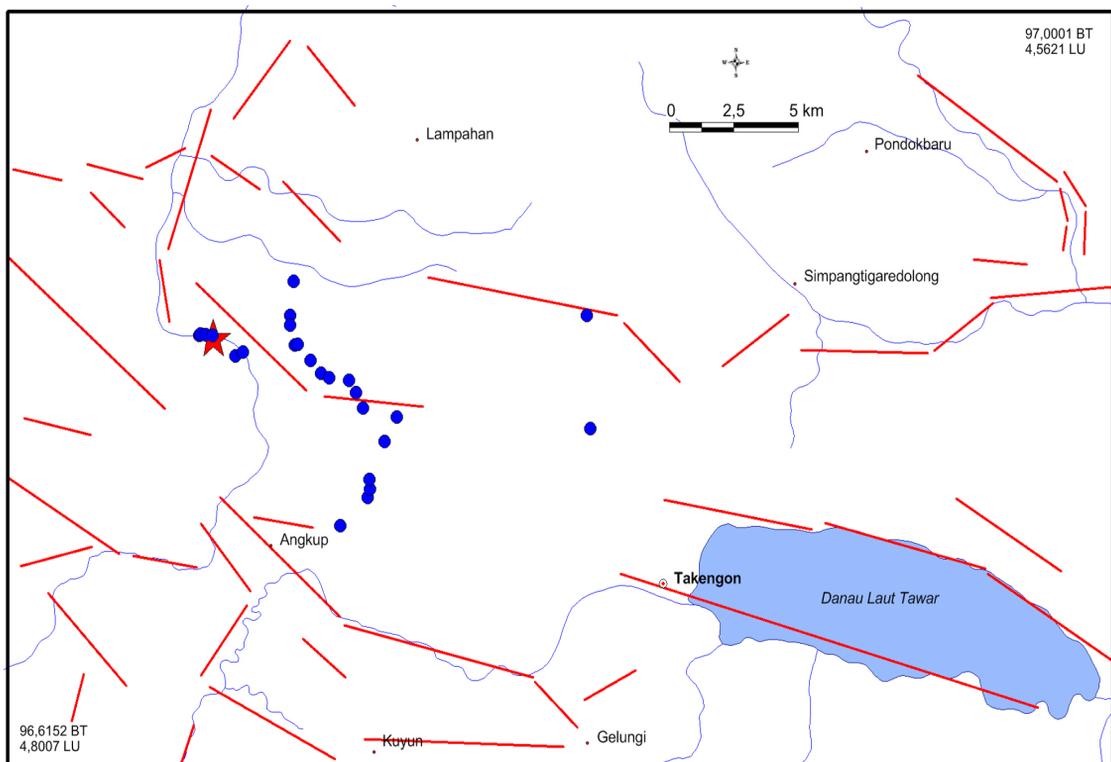


Gambar 8. Kedudukan pusat gempa bumi utama (tanda bintang merah), gempa bumi susulan (bulatan merah) dan Sesar Sumatra. Penamaan segmen Sesar Sumatra mengacu kepada Sieh dan Natawidjadja (2000).

laut – tenggara (NW – SE) (Gambar 9). Kelurusan tersebut tertutup oleh endapan rombakan gunung api muda yang terdiri dari aliran andesit, batupung, breksi gunung api, konglomerat, lapili, dan lahar (Cameron *et al.* 1983). Kelurusan tersebut muncul kembali di Kota Takengon dan menerus hingga bagian selatan Danau Laut Tawar. Berdasarkan pengamatan lapangan kelurusan tersebut membentuk zona muka pegunungan (*mountain front*) yang mencirikan adanya sesar. Kelurusan ini diduga merupakan sesar. Arah kelurusan tersebut relatif bersesuaian dengan kedudukan mekanisme sumber gempa bumi NP 2. Oleh karena itu berdasarkan analisis kelurusan dan dikombi-

nasikan dengan data mekanisme sumber, maka diperkirakan bahwa penyebab kejadian gempa bumi tersebut adalah sesar mendatar dengan kedudukan N 304°E/ 69° dan *rake* 169°.

Pengamatan lapangan memperlihatkan bahwa kerusakan bangunan akibat kejadian gempa bumi ini terkonsentrasi di daerah sekitar pusat gempa bumi dan mengarah ke timur dan tenggara dari kedudukan pusat gempa bumi. Pola kerusakan bangunan ini terjadi karena jarak yang dekat dengan pusat gempa bumi, batuan yang tersusun oleh pelapukan batuan rombakan gunung api muda, dan diperkirakan merupakan zona sesar yang berarah barat laut – tenggara (NW – SE).



Gambar 9. Pola kelurusan (garis merah) berdasarkan gabungan data SRTM dan peta topografi yang ditumpangsi dengan sebaran kerusakan bangunan (biru bulat). Tanda bintang merah merupakan pusat gempa bumi tanggal 2 Juli 2013. Garis biru merupakan sungai.

Untuk memastikan adanya sesar yang berarah barat laut – tenggara (NW – SE), maka perlu dilakukan penyelidikan menggunakan metode seismik, gaya merat, dan magnetik. Berdasarkan analisis penampang seismik, pola anomali Bouger, dan pola magnetik akan dapat lebih memastikan keberadaan sesar ini.

KESIMPULAN

Kejadian gempa bumi tanggal 2 Juli 2013 disebut Gempa bumi Aceh Tengah yang telah mengakibatkan bencana. Wilayah terparah akibat kejadian gempa bumi Aceh tengah tersebut berada di daerah Kecamatan Ketol yang merupakan efek langsung dari pergerakan sesar di sekitar pusat gempa bumi, sedangkan kerusakan bangunan di kota Takengon kemungkinan merupakan efek dari penguatan gelombang gempa bumi pada lapisan lapuk di permukaan. Gempa bumi Aceh Tengah ini bukan disebabkan oleh aktivitas Sesar Sumatra, namun oleh sesar aktif lainnya yang merupakan sesar mendatar di daerah Aceh Tengah dengan kedudukan N 304°E/69° dan *rake* 169°. Kejadian gempa bumi ini juga memicu terjadinya gerakan tanah. Gerakan tanah yang terjadi di daerah Ketol dimensinya sangat besar. Beberapa retakan tanah yang terjadi akibat guncangan gempa bumi tersebut yang berada pada bagian atas lereng, berpotensi untuk terjadi gerakan tanah, apalagi bila dipicu oleh curah hujan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Indra Bahe-ramsyah, Suparan Rana, Turjono Gangsar yang telah mengizinkan digunakannya beberapa gambar dan foto dampak kegiatan gempa bumi Aceh Tengah Tanggal 2 Juli 2013 dalam makalah ini.

ACUAN

Baheramsyah, I., Suparan, R., dan Turjono, G., 2013, *Laporan Tanggap Darurat Kejadian Gempa bumi Aceh Tengah Tanggal 2 Juli 2013*, Laporan Kegiatan Tanggap Darurat Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Bandung.

Cameron, N.R., Bennett, J.D., Bridge, D.Mc.C., Clarke, M.C.G., Djunuddin, A., Ghazali, S.A., Harahap, H., Jeffery, D.H., Kartawa, W., Keats, W., Ngabito, H., Rocks, N.M.S., dan Thompson, S.J., 1983, *Peta Geologi Lembar Takengon, Sumatra, Skala 1 : 250.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Hall, R., 2002, Cenozoic Geological and Plate Tectonic Evolution of SE Asia and the SW Pacific: Computer Based Reconstruction, Model and Animation, *Journal of Asian Earth Science* (20) 2002, 353 – 431.

International Seismological Centre (ISC), 2013, On-line Bulletin, <http://www.isc.ac.uk>, *Internatl. Seis. Cent.*, Thatcham, United Kingdom.

Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, 2012, *Atlas Gerakan Tanah Indonesia: Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Provinsi Aceh*, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

Sieh, K. dan Natawidjaja, D.H., 2000, Neotectonics of the Sumatran Fault, Indonesia, *Journal of Geophysical Research*, Vol 105, No. 12, 28.295 – 28.326.

Geologi, Badan Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Bandung: 101 hal.

Tjia, H.D., 1977, *Tectonic Depression along the Transcurrent Sumatra Fault Zone*, Geology Indonesia.

Yeats, R.S., Sieh, K., dan Allen, C.R., 1997, *The Geology of Earthquakes*, Oxford University Press: 567 pp.

U.S. Geological Survey, 2013, <http://comcat.cr.usgs.gov/earthquakes/eventpage/usb000i4re#scientific>

