

DAMPAK GEMPA BUMI DI SULAWESI BARAT DAN UPAYA MITIGASI

Supartoyo¹, Hilman Suwargana², Arnan Karim³

¹*Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi, KESDM.*

²*Pusat Pengembangan Sumber Daya Mineral Geologi, Mineral dan Batubara, BPSDM, KESDM*

³*Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Sulawesi Barat*

Email Penulis: supartoyo@gmail.com

Naskah Diterima: September 2022/Revisi: November 2022 /Disetujui: Desember 2022

ABSTRAK

Tanggal 15 Januari 2021 pukul 19:23 WIB, daerah Mamuju dan sekitarnya dilanda gempa bumi merusak dengan magnitudo 6,2 Mw (moment magnitude). Gempa bumi ini mengakibatkan bencana : 105 meninggal, 3.369 orang luka-luka, sekitar 7.922 bangunan mengalami kerusakan. Selain itu diikuti juga oleh bahaya ikutan berupa retakan tanah, likuefaksi dan gerakan tanah. Skala intensitas gempa bumi maksimum terjadi di daerah Mamuju yang mencapai skala VII MMI (Modified Mercally Intensity). Tujuh belas bulan kemudian, pada hari Rabu, tanggal 8 Juni 2022, pukul 12:32:36 WIB, daerah Mamuju dan sekitarnya kembali dilanda kejadian gempa bumi merusak dengan magnitudo 5,8 Mw. Kejadian ini juga mengakibatkan terjadinya bencana yaitu : 17 orang luka-luka, sejumlah gedung perkantoran dan 70 rumah penduduk mengalami kerusakan di Kabupaten Mamuju. Guncangan gempa bumi mencapai skala intensitas V MMI. Dua kejadian gempa bumi merusak tersebut memberikan pelajaran betapa pentingnya upaya mitigasi gempa bumi. Hasil pengamatan lapangan memperlihatkan bahwa upaya mitigasi gempa bumi belum optimal di daerah Sulawesi Barat. Sewaktu kejadian gempa bumi tanggal 8 Juni 2022 masyarakat masih terlihat panik. Upaya mitigasi gempa bumi melalui mitigasi struktural dan non struktural harus ditingkatkan di daerah Sulawesi Barat yang bertujuan untuk mengurangi risiko apabila di kemudian hari terulang kembali kejadian gempa bumi.

Kata kunci: gempa bumi merusak, skala intensitas gempa bumi, mitigasi struktural, mitigasi non struktural

ABSTRACT

On Friday of January 15, 2021 at 19:23 local time, the Mamuju area and its surroundings were hit by a destructive earthquake with a magnitude of 6.2 Mw (moment magnitude) which resulted disaster, which are : 105 people died (95 people in Mamuju Regency and 10 people in Majene Regency), 3,369 people were injured, about 3,750 buildings were damaged in Mamuju Regency and 4,172 buildings were damaged in Majene Regency. In addition, there are present of collateral hazard include ground crack, liquefaction and landslide. The maximum of earthquake intensity scale occurred in the Mamuju area of VII MMI (Modified Mercally Intensity). Seventeen months later, on Wednesday, June 8, 2022, at 12:32:36 local time, the Mamuju area and its surroundings were again hit by a destructive earthquake with a magnitude of 5.8 Mw. This earthquake also resulted disaster, which are : 17 people were injured, many buildings and 70 houses were damaged in Mamuju Regency. The earthquake intensity scale of V MMI. The two destructive earthquakes event give lessons learn of the importance for earthquake mitigation efforts. The results of field observations show that earthquake mitigation efforts have not been optimal in the West Sulawesi area. The fact that people still panicked during the earthquake and the amount of damage to buildings. Earthquake mitigation efforts through structural and non-structural mitigation must be increased in the West Sulawesi area to reduce the risk if an earthquake repeat in the future.

Keywords: destructive earthquake, earthquake intensity scale, structural mitigation, non structural mitigation.

PENDAHULUAN

Daerah Sulawesi Barat merupakan salah satu Kawasan rawan bencana gempa bumi di Indonesia. Pulau Sulawesi mempunyai tatanan tektonik yang rumit, karena merupakan lokasi pertemuan beberapa lempeng yang melibatkan lempeng utama, mikro kontinen, busur vulkanik dan busur kepulauan. Interaksi antar lempeng tersebut mengakibatkan terbentuknya pola struktur geologi yang merupakan sumber gempa bumi dan terletak di laut dan di darat. Salah satu sumber gempa bumi tersebut terletak di daerah Sulawesi Barat yaitu sesar naik berasosiasi dengan lipatan atau dikenal dengan sebutan Mamuju-Majene *Fold Thrust Belt* (FTB).

Pada tanggal 15 Januari 2021 pukul 19:23 WIB, daerah Mamuju dan sekitarnya diguncang gempa bumi kuat dengan magnitudo 6,2 Mw (*moment magnitude*). Kejadian gempa bumi ini mengakibatkan terjadinya bencana di daerah Sulawesi Barat terutama di daerah Kabupaten Mamuju dan Majene. Tanggal 8 Juni 2022, pukul 12:32:36 WIB, daerah Mamuju dan sekitarnya kembali dilanda guncangan gempa bumi. Menurut data BMKG magnitudo gempa bumi sebesar 5,8 Mw. Meskipun magnitudo kejadian gempa bumi ini lebih kecil kekuatannya dari kejadian gempa bumi tahun 2021, namun kejadian gempa bumi tersebut juga mengakibatkan terjadinya bencana terutama di daerah Mamuju.

Hingga saat ini belum ditemukan ilmu dan teknologi yang tepat untuk memprediksi kejadian gempa bumi meliputi waktu, dimana dan berapa besar magnitudo atau kekuatan gempa bumi yang akan terjadi. Upaya terbaik yang dapat dilakukan adalah melalui serangkaian upaya mitigasi. Berkaitan dengan dua kejadian gempa bumi merusak di daerah Sulawesi Barat tersebut, perlu untuk ditingkatkan upaya mitigasi gempa bumi. Tulisan ini membahas tentang kejadian gempa bumi merusak di Sulawesi Barat, khususnya dua kejadian gempa bumi merusak terakhir guna meningkatkan upaya mitigasi gempa bumi.

METODOLOGI

Metodologi dari penulisan ini adalah mengumpulkan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui kegiatan survei lapangan setelah kejadian gempa bumi merusak Mamuju tanggal 15 Januari 2021 dan tanggal 8 Juni 2022. Selain itu juga penulis melakukan pengamatan lapangan berkaitan dengan upaya mitigasi di daerah tersebut. Data sekunder yang dihimpun meliputi data geologi, tektonik, kejadian gempa bumi merusak, dan dampak dua kejadian gempa bumi tersebut. Analisis dampak dua kejadian gempa bumi tersebut dilakukan dengan menyusun peta skala intensitas gempa bumi atau peta isoseismal berdasarkan pengamatan lapangan. Berdasarkan data primer dan sekunder tersebut dianalisis dampak dari dua kejadian gempa bumi merusak tersebut dan upaya mitigasinya.

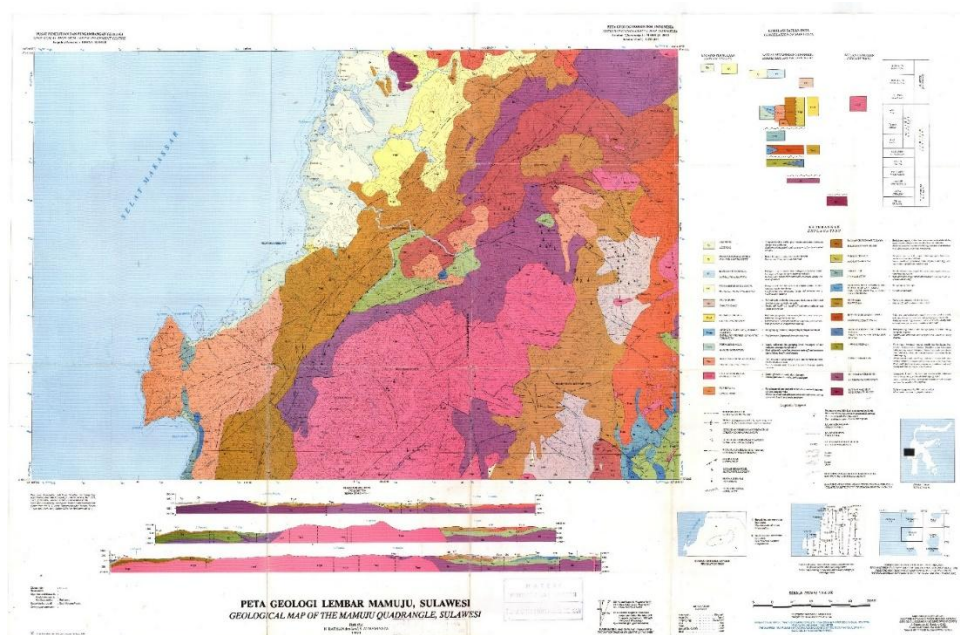
Tektonik, Geologi dan Kegempaan Daerah Sulawesi Barat

Kenampakan Pulau Sulawesi seperti huruf K saat ini merefleksikan rumitnya proses tektonik yang terjadi akibat proses subduksi, kolisi dan amalgamasi. Kondisi ini mengakibatkan banyaknya para peneliti yang menjelaskan tentang tektonik Sulawesi, antara lain Hamilton (1979), Van Leeuwen (1981), Hall dan Wilson (2000), Satyana dkk (2011). Hall dan Wilson (2000) menyebut istilah *suture* Sulawesi untuk menggambarkan kompleknya tektonik yang terjadi di Sulawesi. Pembentukan *suture* Sulawesi diperkirakan terjadi pada Kala Oligosen Akhir dan berlanjut hingga Miosen Awal. Hingga saat ini diperkirakan deformasi tersebut

masih berlangsung. Hamilton (1979) berdasarkan perbedaan litologi membagi Pulau Sulawesi menjadi empat mandala (*province*) tektonik yaitu Lengan Utara (*North Arm*), Lengan Selatan (*South Arm*), Lengan Timur (*East Arm*), dan Lengan Tenggara (*Southeast Arm*). Evolusi tektonik yang terjadi di Pulau Sulawesi telah mengakibatkan terbentuknya pola struktur geologi yang rumit di laut dan di darat berupa sesar, lipatan, dan kekar. Pola struktur geologi yang terbentuk di laut di daerah sebelah Sulawesi Barat berupa lipatan dan jalur sesar naik (*fold thrust belt*) yang berarah relatif utara – selatan (Puspita, dkk., 2005).

Berdasarkan kenampakan peta topografi dan pengamatan lapangan, daerah Mamuju dapat dibagi menjadi tiga satuan morfologi, yaitu: satuan dataran, perbukitan bergelombang, dan perbukitan terjal. Dataran pada umumnya merupakan dataran pantai. Semakin ke arah darat yaitu ke arah timur terbentuk perbukitan bergelombang hingga terjal. Peta Geologi Lembar Mamuju (Ratman dan Atmawinata, 1993) memberikan informasi mengenai kondisi geologi daerah Mamuju (Gambar 1). Berdasarkan sebaran litologinya dapat dibagi menjadi batuan berumur Pra Tersier (berupa batuan metamorf dan meta sedimen), Tersier (berupa batuan sedimen, sebagian batuan rombakan gunungapi) dan endapan Kuartar. Batuan berumur Tersier tersebut diterobos oleh granit, granodiorite, riolit, diorite dan aplit yang berumur Pliosen.

Kota Mamuju tersusun oleh endapan Kuartar berupa endapan aluvial pantai, sungai, kipas aluvial. Endapan Kuartar dan batuan berumur lebih tua (Pra Tersier dan Tersier) yang telah mengalami pelapukan kuat, pada umumnya bersifat lepas, urai, lunak, belum kompak dan memperkuat efek guncangan, mudah berubah susunannya bila terkena guncangan, sehingga rawan gempa bumi. Struktur geologi yang berkembang adalah sesar dan kekar. Sesar utama di daerah ini adalah sesar naik berasosiasi dengan lipatan yaitu Mamuju-Majene FTB. Secara umum sesar naik ini berarah utara-selatan yang membentang di perairan hingga daratan Sulawesi Barat (Baillie dan Decker, 2022). Sesar naik ini merupakan penyebab terjadinya gempa bumi tanggal 15 Januari 2021.



Gambar 1 Peta geologi wilayah Mamuju dan sekitarnya (Ratman dan Atmawinata, 1993).

Daerah Sulawesi Barat tergolong aktif tingkat kegempaan yang tersebar di laut dan di darat. Sumber gempa bumi wilayah ini dari jalur sesar naik yang berarah relatif utara – selatan dan tersebar di laut hingga daratan Sulawesi Barat. Berdasarkan data katalog kejadian gempa bumi merusak di Indonesia, daerah Sulawesi Barat telah mengalami sepuluh kejadian gempa bumi merusak (modifikasi dari Supartoyo dkk., 2014) (Tabel 1). Empat kejadian diantaranya mengakibatkan terjadinya tsunami, yaitu tahun 1928, 1967, 1969 dan 1984. Pada kesempatan ini akan dijelaskan dua kejadian gempa bumi merusak yang melanda daerah Sulawesi Barat tahun 2021 dan 2022. Kejadian gempa bumi tersebut penting untuk dibahas karena dampaknya yang cukup signifikan guna diambil pelajaran untuk meningkatkan upaya mitigasi gempa bumi di daerah Sulawesi Barat.

Tabel 1 Katalog kejadian gempa bumi merusak daerah Sulawesi Barat
(modifikasi dari Supartoyo dkk., 2014).

NO	NAMA GEMPA	TANGGAL	PUSAT GEMPA	KDLM (KM)	MAG	SKALA MMI	KERUSAKAN
1.	Mamuju (<i>Tsunami</i>)	1928	-	-	-	VI-VII	Tsunami melanda daerah Mamuju Utara dan Pasang Kayu.
2.	Tinambung (<i>Tsunami</i>)	11/04/1967	3,7°LS & 119,3°BT	51	-	VII-VIII	Tsunami mengakibatkan 58 org meninggal, 100 org luka-luka, 13 org hilang/ tenggelam.
3.	Majene (<i>Tsunami</i>)	23/02/1969	3,1°LS & 118,5°BT	-	-	VII-VIII	64 org meninggal, 97 org luka-luka, 1.287 bangunan hancur. Terjadi retakan tanah sepanjang 50 meter. Di Campalagion dan Wonomulyo beberapa bangunan roboh. Tsunami di utara Majene, runup mencapai 1,5 – 4 meter.
4.	Mamuju	06/09/1972	2,5°LS-119,1°BT	36	M 4,7	IV	Kerusakan ringan pada beberapa bangunan.
5.	Mamuju (<i>Tsunami</i>)	8/01/1984	2,94 °LS - 118,73° BT	95	M 5,9	VII	2 org meninggal, 5 org luka berat, 84 org luka ringan, 101 bangunan rusak berat, 236 bangunan rusak sedang, 339 bangunan rusak ringan. di Mamuju. Terjadi longsoran dan tsunami.
6.	Majene	17/2/2006 21.00 WITA	-	30	M 4,0	V	Beberapa bangunan rusak di daerah Majene.
7.	Majene	16/06/2010	1.44° LS – 119.25° BT	10	M 5,3	VII	Muncul retakan tanah disertai semburan gas dan lumpur.
8.	Pasigala	28/9/2018 17:02:44 WIB	119,85° BT 0,18° LS	10	M 7,4	VI	Beberapa bangunan rusak di Mamuju.
9.	Mamuju- Majene	15/1/2021 01:28:17 WIB	118,94° BT 2,98° LS	10	M 6,2	VII	104 org meninggal, 6489 org luka-luka, kantor Gubernur rusak, ratusan bangunan rusak, terjadi retakan tanah, likuefaksi, longsoran.
10.	Mamuju	8/6/2022 12:32:36 WIB	118,54° BT 2,74° LS	10	M 5,8	V	9 org luka-luka, kerusakan Gedung PLN dan PKK Sulbar di Mamuju.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Kejadian Gempa Bumi Merusak Tanggal 15-1-2021

Menurut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) gempa bumi tanggal 15 Januari 2021 terjadi pada pukul 19:23 WIB, lokasi pusat gempa bumi terletak di darat pada koordinat $2,98^{\circ}\text{LS}$ dan $118,94^{\circ}\text{BT}$, magnitudo ($M_{6,2}$), kedalaman 10 km dan berjarak sekitar 35 km selatan Kota Mamuju. *The United States Geological Survey* (USGS) mencatat lokasi pusat gempa bumi terletak pada koordinat $3,005^{\circ}\text{LS}$ dan $118,924^{\circ}\text{BT}$, magnitudo ($M_{6,2}$) dan kedalaman 18,4 km. Menurut *GeoForschungsZentrum* (GFZ) Jerman lokasi pusat gempa bumi terletak pada koordinat $2,98^{\circ}\text{LS}$ dan $118,93^{\circ}\text{BT}$, magnitudo ($M_{6,2}$) dan kedalaman 27 km. Kejadian gempa bumi utama tersebut diawali dengan gempa bumi awalan pada 14 Januari 2021, pukul 13:35:49 WIB, magnitudo ($M_{5,9}$) pada kedalaman 10 km dan berjarak sekitar 36,5 km selatan Kota Mamuju. Menurut USGS Amerika Serikat dan GFZ Jerman, gempa bumi ini berasosiasi dengan aktivitas sesar aktif dengan mekanisme sesar naik (dengan kedudukan $N\ 28^{\circ}E$, dip 21° dan rake 104° atau kedudukan $N\ 351^{\circ}E$, dip 16° dan slip 94°). Sesar naik ini mempunyai sudut landai (*low angle*) dan blok bagian timur relatif bergerak naik terhadap blok bagian barat. Jalur sesar naik ini berasosiasi dengan lipatan yang banyak terdapat di bagian barat Provinsi Sulawesi Barat. Jalur sesar naik ini diperkirakan menerus ke arah darat.

Kejadian gempa bumi 15 Januari 2021 menurut data BNPB sebanyak 105 meninggal (95 orang di Kabupaten Mamuju dan 10 orang di Kabupaten Majene), 3.369 orang luka-luka, dan 89.524 orang terdampak dan mengungsi. Selain itu sebanyak 3.750 bangunan mengalami kerusakan di Kabupaten Mamuju dan 4.172 bangunan mengalami kerusakan di Kabupaten Majene. Kantor Gubernur Sulawesi Barat yang terletak di Kabupaten Mamuju roboh akibat guncangan gempa bumi tersebut (Gambar 2). Pemeriksaan lapangan memperlihatkan adanya bahaya ikutan (*collateral hazard*) berupa retakan tanah, likuefaksi dan gerakan tanah/ longsoran (Gambar 3). Tidak terlihat adanya jejak terjadinya tsunami di pantai Majene dan Mamuju akibat kejadian ini. Pola retakan tanah yang ditemukan berupa tarikan dan tipe *lateral spreading*. Retakan tanah jenis *lateral spreading* turut mengontrol terjadinya kerusakan rumah penduduk dan jalan di Desa Tappalang, Kecamatan Tappalang, Kabupaten Mamuju (Gambar 4). Retakan tanah teramati di Desa Rangas, Kabupaten Majene. Retakan tanah di Kabupaten Mamuju terdapat di Desa Taan, Kecamatan Tappalang; Hotel Grand Maleo dan Mall Mantos tipe *lateral spreading*, Kelurahan Karemo tipe *lateral spreading*, bagian atas daerah Kelapa Tujuh tipe *lateral spreading*, Desa Tappalang, Kecamatan Tappalang, dan pantai Tappalang belakang Puskesmas Tappalang.

Likuefaksi merupakan hilangnya kekuatan lapisan tanah akibat beban guncangan gempa bumi. Kenampakan lapangan berupa munculnya material pasir halus pada celah-celah retakan tanah, bukit pasir dimensi kecil, bangunan menjadi miring, bangunan ambles, dan sumur penduduk terisi oleh material pasir hingga pasir halus. Likuefaksi yang teramati di daerah Mamuju dan Majene bukan tipe aliran (*flow liquefaction*), tetapi tipe *cyclic* atau non aliran jenis *sand boil* (dicirikan bukit pasir) dan *lateral spreading* (dicirikan munculnya pasir halus pada retakan tanah). Fenomena likuefaksi mengakibatkan sumur penduduk terisi oleh pasir seperti teramati di Desa Maketta, Kecamatan Malunda, Kabupaten Majene. Likuefaksi juga turut memicu terjadinya kerusakan bangunan yaitu : bangunan menjadi turun dan miring, retakan dinding,

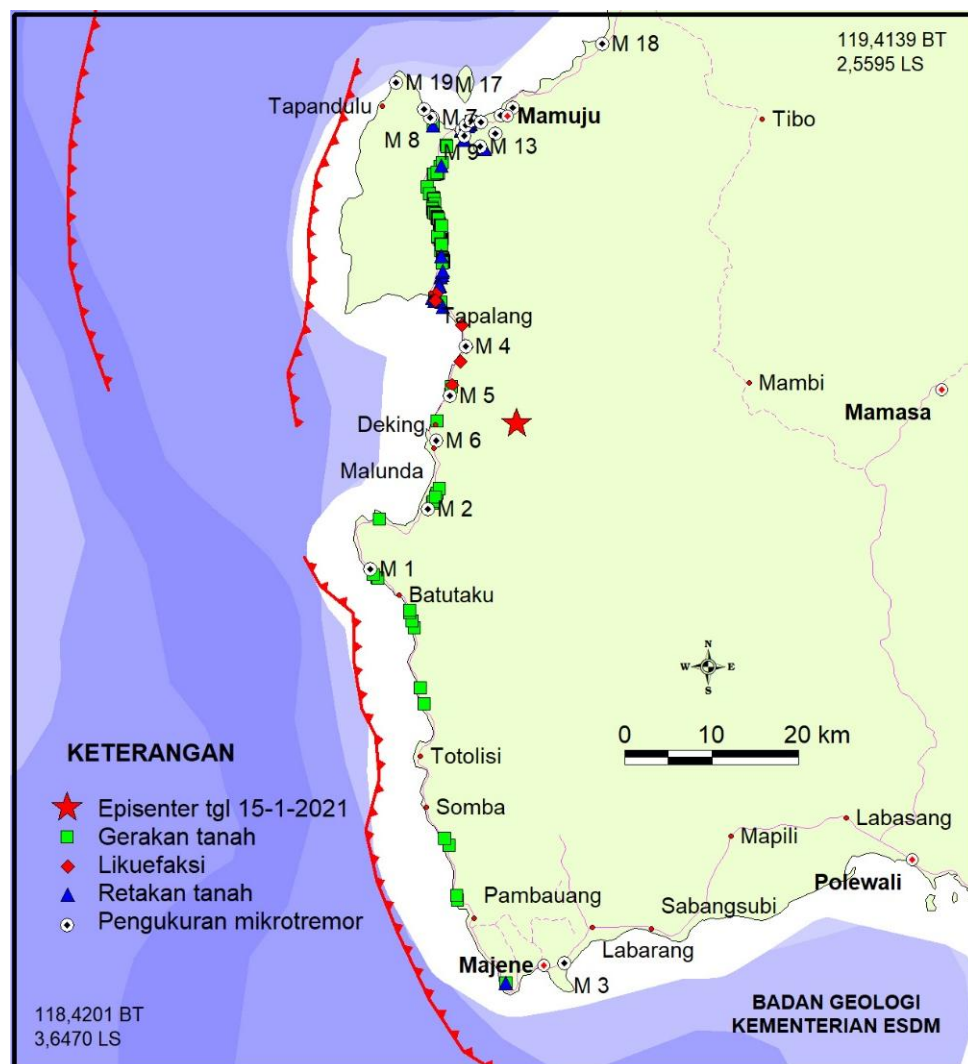
retakan lantai (Gambar 5). Lokasi pengamatan likuefaksi di Kabupaten Mamuju Kecamatan Tappalang terdapat di Desa Taan, Desa Tappalang, dan Desa Kasambang. Lokasi likuefaksi lainnya teramati di Kelurahan Rimuku, Kecamatan Mamuju dan Komplek Perumahan Graha Nusa 3, Kecamatan Simboro.

Selain itu teramati munculnya mata air dengan debit kecil pada rumah penduduk di Kelurahan Karemo, Kabupaten Mamuju. Daerah ini mempunyai muka air tanah (mat) dangkal, yaitu sekitar 2 m hingga 5 m. Bahaya ikutan lainnya adalah gerakan tanah atau longsor. Gerakan tanah yang teramati di daerah Majene dan Mamuju jenisnya adalah jatuhnya batu dan longsor tanah dengan bidang gelincir berbentuk planar dan melingkar. Material gerakan tanah berupa batu, tanah dan campuran antara batu dan tanah. Gerakan tanah cukup masif terjadi di perbukitan daerah Tappalang dan sepanjang jalan trans Sulawesi di daerah Tappalang menuju Mamuju. Gerakan tanah yang terjadi di Kecamatan Ulumanda Kabupaten Majene (material longsor berupa batu) dan di Kecamatan Tappalang, material longsor tersebut menutupi jalan poros lintas trans Sulawesi. Jalan trans Sulawesi tersebut sempat terputus sekitar seminggu setelah gempa bumi utama tanggal 15 Januari 2021 (Gambar 6).

Pemeriksaan lapangan memperlihatkan bahwa skala intensitas maksimum kejadian gempa bumi Mamuju tanggal 15 Januari 2021 di Kabupaten Mamuju (Mamuju dan Tappalang) dan sebagian Kabupaten Majene (Malunda bagian utara) yaitu VII MMI (*Modified Mercally Intensity*) (Gambar 7). Hal ini dicirikan oleh setiap orang keluar bangunan, terasa oleh sopir yang mengemudikan mobil, orang berjalan kaki sulit berjalan dengan baik, barang pecah-belah pecah, bangunan yang dirancang tidak tahan gempa bumi rusak berat hingga roboh, terjadi retakan tanah, likuefaksi dan gerakan tanah. Gerakan tanah sangat masif di daerah utara Malunda, Tappalang dan Mamuju terletak pada skala intensitas VII MMI. Skala intensitas VI MMI teramati di daerah Kabupaten Mamuju (daerah Simboro, barat daya Kalukku, barat Tabulahan). Adapun di Kabupaten Majene melanda daerah Malunda dan Ulumanda. Skala intensitas V MMI melanda daerah Kabupaten Mamuju (daerah Kalukku dan Tabulahan). Sementara itu di Kabupaten Majene melanda daerah Tubo Sendana, Tammerodo Sendana dan Sendana. Kota Majene dan sekitarnya (daerah Pamboang, Banggae, Banggae timur) terasa pada skala IV MMI. Selanjutnya berdasarkan data pengamatan tersebut dibuat peta skala intensitas dengan cara ekstrapolasi yang disederhanakan. Pengamatan lapangan terlihat bahwa dampak terparah akibat kejadian ini adalah di daerah Mamuju dibandingkan daerah Majene. Kondisi ini bersesuaian dengan Peta Kawasan Rawan Bencana (KRB) gempa bumi daerah Sulawesi Barat yang terletak pada KRB gempa bumi menengah hingga tinggi (Cipta dkk., 2011).



Gambar 2 Kantor Gubernur Sulawesi Barat yang mengalami rusak berat akibat gempa bumi tanggal 15 Januari 2021



Gambar 3 Peta bahaya ikutan akibat gempa bumi tanggal 15-1-2021 berupa likuefaksi, retakan tanah, gerakan tanah di daerah Majene dan Mamuju.



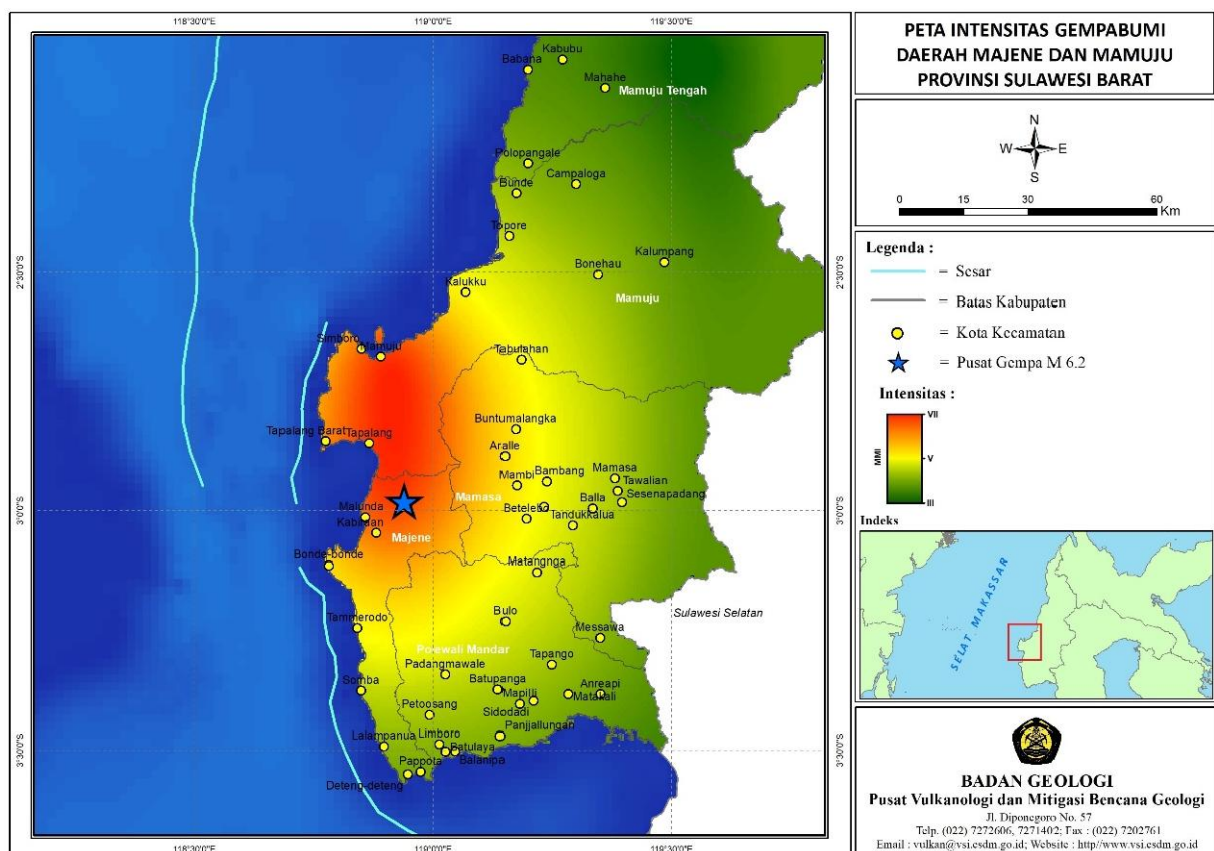
Gambar 4 Retakan tanah tipe *lateral spreading* di daerah Tapalang, Kabupaten Mamuju akibat gempa bumi tanggal 15 Januari 2021.



Gambar 5 Likuefaksi mengakibatkan kerusakan rumah penduduk di Desa Maketta, Kecamatan Malunda, Kabupaten Majene, akibat gempa bumi tanggal 15-1-2021.



Gambar 6 Material longsor berupa bongkah-bongkah batugamping di Kecamatan Malunda, Kabupaten Majene akibat gempa bumi tanggal 15 Januari 2021 sempat menutup jalan poros Trans Sulawesi.



Gambar 7 Peta intensitas gempa bumi tanggal 15 Januari 2021.

b. Kejadian Gempa Bumi Merusak Tanggal 8-6-2022

Menurut BMKG gempa bumi terjadi tanggal 8 Juni 2022 pada pukul 12:32:36 WIB, lokasi pusat gempa bumi terletak di Selat Makassar pada koordinat 2,74°LS dan 118,54°BT, magnitudo (M5,8) pada kedalaman 10 km dan berjarak sekitar 44,1 km barat - barat daya Kota Mamuju. Berdasarkan data USGS Amerika Serikat, lokasi pusat gempa bumi terletak pada koordinat 118,537 BT dan 2,78 LS, magnitudo (M5,8) dan kedalaman 23,6 km. Menurut data GFZ, Jerman, lokasi pusat gempa bumi berada pada koordinat 118,58 BT dan 2,81 LS, magnitudo (M5,9) dan kedalaman 35 km. Berdasarkan lokasi pusat gempa bumi, kedalaman, dan data mekanisme sumber (*focal mechanism*) dari USGS Amerika Serikat dan GFZ Jerman, kejadian gempa bumi tersebut berasosiasi dengan aktivitas sesar aktif dengan mekanisme sesar naik dengan komponen mendatar atau oblik (kedudukan N 227°E, dip 84° dan rake 132°). Berdasarkan informasi penduduk di Kota Mamuju, mereka merasakan dua kejadian gempa bumi susulan tanggal 08 Juni 2022 pukul 19:47:59 WIB dengan magnitudo (M 4,8) dan tanggal 13 Juni 2022 pukul 11:51:21 WIB dengan magnitudo (M 3,6). Jumlah dan kekuatan gempa bumi susulan akan terus menurun yang mengindikasikan bahwa blok batuan yang telah terpatahkan dan mengakibatkan terjadinya gempa bumi sedang menuju proses keseimbangan.

Kejadian gempa bumi tanggal 8 Juni 2022 telah mengakibatkan terjadinya bencana di Kabupaten Mamuju, Provinsi Sulawesi Barat. Menurut data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Sulawesi Barat dan pengamatan lapangan tercatat 17 orang luka-luka, sejumlah Gedung Pemerintah Provinsi Sulawesi Barat mengalami kerusakan yaitu : Gedung PKK (Gambar 8), Gedung Gabungan Dinas, Kantor Ortala, Kantor Ketapang, Balitbangda, Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan/ DLHK, Gedung Pemerintah Kabupaten Mamuju, dan 70 rumah penduduk.

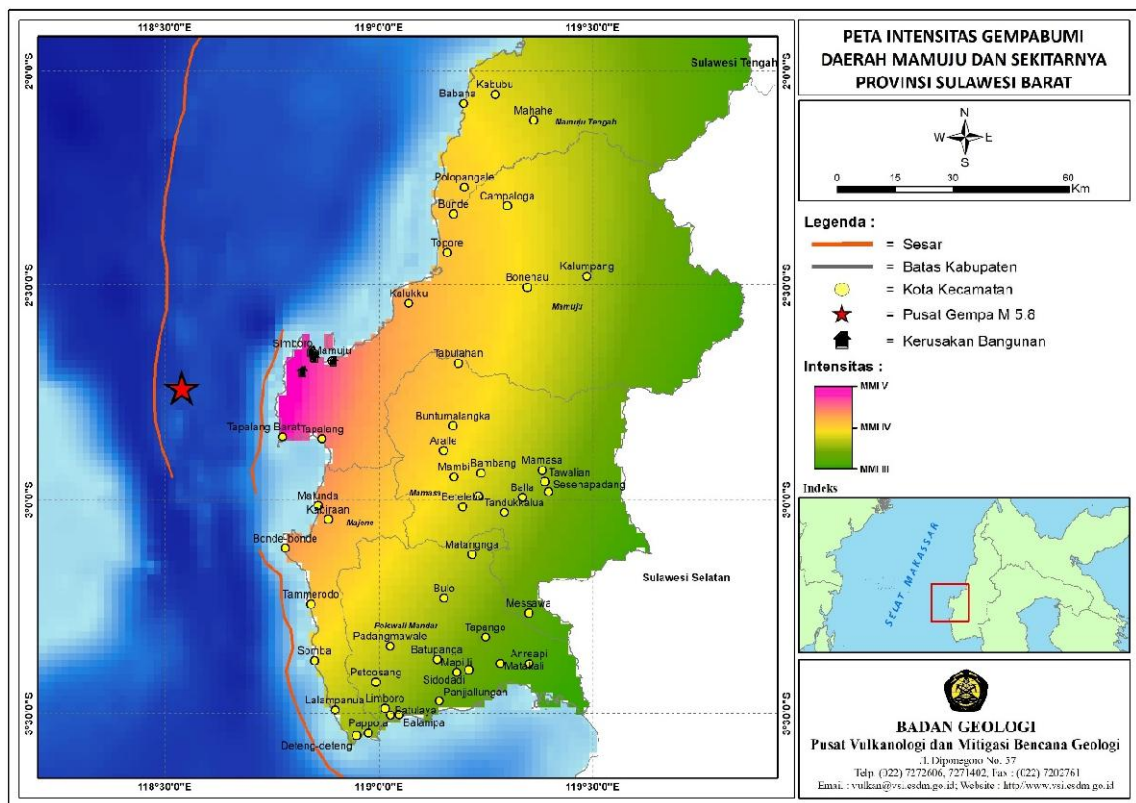
Kerusakan bangunan pemerintah tersebut berupa runtuh plafon dan retakan dinding. Kerusakan rumah penduduk paling parah terdapat di Dusun Salunangka, Kelurahan Rengas, Kecamatan Simboro, Kabupaten Mamuju (Gambar 9). Dusun Salunangka terletak pada morfologi lembah yang tersusun oleh endapan aluvial sungai dan rombakan. Faktor ini yang diperkirakan turut mengakibatkan kerusakan bangunan selain bangunannya bersifat tidak tahan gempa bumi (*non engineered building*). Berdasarkan hasil pemeriksaan lapangan memperlihatkan bahwa skala intensitas maksimum kejadian gempa bumi tersebut melanda daerah Mamuju yang mencapai skala intensitas V MMI (*Modified Mercally Intensity*) (Gambar 10). Hal ini dicirikan oleh guncangan dirasakan di luar rumah, orang sedang tidur terbangun, cairan tampak bergerak-gerak dan tumpah, barang perhiasan rumah bergerak atau jatuh, pintu membuka dan menutup, pigura di dinding bergerak, plafon roboh, retakan dinding.



Gambar 8 Puing-puing runtuhannya plafon Gedung PKK Provinsi Sulawesi Barat akibat gempa bumi tanggal 8 Juni 2022.



Gambar 9 Rumah penduduk rusak berat akibat gempa bumi tanggal 8 Juni 2022 di Dusun Salunangka, Kelurahan Rengas, Kecamatan Simboro, Kabupaten Mamuju.



Gambar 10. Peta intensitas gempa bumi tanggal 8 Juni 2022.

c. Peningkatan Upaya Mitigasi di Sulawesi Barat

Menurut Undang Undang (UU) nomor 24 tahun 2007 tentang penanggulangan bencana definisi kata mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. Mengacu kepada definisi tersebut, maka mitigasi bencana gempa bumi adalah serangkaian upaya yang ditujukan untuk mengurangi atau meminimalkan korban jiwa, kerugian harta benda, kerusakan lingkungan, gangguan kehidupan dan penghidupan manusia yang diakibatkan oleh kejadian gempa bumi. Hingga kini upaya terbaik untuk mengurangi risiko kejadian gempa bumi dilakukan melalui upaya mitigasi gempa bumi secara struktural dan non struktural.

Dua kejadian gempa bumi merusak yang terjadi di Sulawesi Barat yaitu tanggal 15 Januari 2021 dan 8 Juni 2022, telah memberikan banyak pelajaran untuk masyarakat di Sulawesi Barat tentang penting dan perlunya upaya mitigasi gempa bumi. Besarnya dampak dari dua kejadian gempa bumi merusak tersebut memperlihatkan bahwa masyarakat di Sulawesi Barat tidak siap dalam menghadapi bencana gempa bumi. Untungnya kejadian gempa bumi tersebut tidak diikuti oleh tsunami yang dapat berpotensi mengakibatkan dampak lebih besar.

Pengamatan lapangan dari dua kejadian gempa bumi merusak tersebut memperlihatkan bahwa masyarakat di Sulawesi Barat terlihat panik dan resah saat kejadian gempa bumi tersebut. Mereka terlihat bingung apa yang harus dilakukan saat terjadi gempa bumi, karena

hampir tidak pernah melaksanakan kegiatan mitigasi gempa bumi sebelumnya, terutama sosialisasi, simulasi dan berlatih. Tempat dan jalur evakuasi saat terjadi gempa bumi tidak ditemukan di lapangan maupun di gedung bertingkat. Hal ini mungkin karena jarang terjadi gempa bumi merusak di daerah ini, sehingga mereka lupa, padahal berdasarkan data terlihat bahwa daerah Sulawesi Barat telah beberapa kali terlanda kejadian gempa bumi merusak. Dampak dari serangkaian kejadian gempa bumi merusak di Sulawesi Barat cukup signifikan terutama pada tahun 2021. Sebagian besar jenis-jenis bahaya gempa bumi muncul pada kejadian gempa bumi tahun 2021, yaitu efek guncangan kuat (*shaking*) dan bahaya ikutan (*collateral hazard*) berupa likuefaksi dan gerakan tanah. Hal inilah yang mengakibatkan terjadinya bencana. Selain itu di daerah Ulumanda, Kabupaten Majene terjadi gerakan tanah tipe jatuhnya batu yang materialnya menutup jalan trans Sulawesi. Material berupa batugamping yang terdapat perlapisan dan kekar sehingga membentuk bongkahan dan memperlemah ikatannya.

Pada kejadian gempa bumi tahun 2022 guncangan lebih kecil dibandingkan kejadian tahun 2021, namun tetap terjadi kepanikan dan keresahan masyarakat. Skala intensitas gempa bumi tahun 2021 pada VII MMI, sedangkan tahun 2022 pada V MMI. Semestinya dengan guncangan skala V MMI ini masyarakat tidak panik dan resah, karena mereka pernah merasakan guncangan skala VII MMI pada tahun 2021. Namun karena upaya mitigasi belum optimal maka masih terjadi keresahan masyarakat dan juga kerusakan bangunan.

Selain rawan gempa bumi, pantai Sulawesi Barat juga rawan tsunami. Berdasarkan catatan dari Badan Geologi pantai Sulawesi Barat pernah terlanda empat kejadian tsunami, yaitu tahun 1928, 1967, 1969 dan 1984 (modifikasi dari Supartoyo dkk., 2014). Wawancara dengan salah seorang saksi hidup kejadian tsunami tahun 1969 yaitu Bapak Mahmud berusia 77 tahun di Kampung Parasanga, Kecamatan Sendana, Kabupaten Majene, menyatakan bahwa tinggi rendaman tsunami (*flow depth*) di Kampung Parasanga berkisar 4 meter hingga 4,5 meter, tsunami datang sekitar 10 menit setelah gempa bumi, sempat terjadi surut laut dan jarak landaan tsunami ke darat (*inundation distance*) di Kampung Parasanga sekitar 178 meter. Kini Kampung Parasanga merupakan permukiman padat penduduk. Tidak terlihat rambu – rambu tentang jalur dan tempat evakuasi tsunami. Selain itu penduduk juga hampir belum mendapatkan kegiatan sosialisasi, simulasi dan pelatihan berkaitan dengan upaya mitigasi gempa bumi dan tsunami.

Upaya mitigasi gempa bumi dan tsunami harus ditingkatkan di daerah Sulawesi Barat. Upaya mitigasi gempa bumi pada prinsipnya adalah mencegah agar bahaya gempa bumi seperti guncangan gempa bumi, sesar permukaan, retakan tanah, amblesan tanah, likuefaksi dan gerakan tanah yang dipicu guncangan gempa bumi, tidak mengakibatkan terjadinya bencana. Adapun upaya mitigasi tsunami dilakukan dengan mencegah bahaya tsunami seperti : kecepatan tsunami, tinggi tsunami (*tsunami height*) dan genangan tsunami (*flow depth*), material landaan tsunami, jarak landaan tsunami (*inundation distance*) dan efek gerusan (*scouring*) agar tidak mengakibatkan terjadinya bencana. Upaya mitigasi ini harus dilakukan secara menerus melalui mitigasi struktural dan mitigasi non struktural. Upaya mitigasi struktural gempa bumi dilakukan dengan melakukan pembangunan fisik, seperti membangun bangunan tahan gempa bumi, membangun tempat dan jalur evakuasi, dan lain-lain. Sementara

itu upaya mitigasi struktural tsunami dilakukan dengan melakukan pembangunan fisik, seperti membangun jalur evakuasi, membangun tempat evakuasi berupa tempat tinggi (bukit buatan, shelter), membangun pelindung pantai (dinding pantai, pemecah ombak), penanaman vegetasi pantai, dan lain-lain. Upaya mitigasi non struktural dilakukan dengan meningkatkan kapasitas masyarakat dan aparat setempat dalam menghadapi bencana gempa bumi dan tsunami yaitu : sosialisasi, pendidikan dan latihan tentang gempa bumi dan tsunami (Gambar 12), simulasi dan wajib latih. Pembentukan desa tangguh bencana juga harus dilakukan. Selain itu sudah saatnya untuk memasukkan materi kebencanaan geologi, untuk semua tingkatan pendidikan di Sulawesi Barat yang bertujuan meningkatkan pemahaman mitigasi kepada para siswa, sehingga risiko dari kejadian gempa bumi dan tsunami apabila terulang di kemudian hari akan dapat diminimalkan.



Gambar 11 Kegiatan diklat penyuluh mitigasi gempa bumi dan tsunami di Sulawesi Barat yang diselenggarakan oleh PPSDM Geominerba sebagai salah satu upaya mitigasi non struktural untuk penguatan kapasitas masyarakat menghadapi bencana.

KESIMPULAN

Kejadian gempa bumi merusak di Sulawesi Barat pada tanggal 15 Januari 2021 dan 8 Juni 2022 bersumber dari sesar naik Mamuju Majene FTB yang telah mengakibatkan bencana di wilayah Sulawesi Barat. Dua kejadian gempa bumi merusak ini telah memberikan pelajaran yang sangat berharga bagi masyarakat Sulawesi Barat, yaitu pentingnya meningkatkan upaya mitigasi gempa bumi dan juga tsunami. Hasil survei lapangan memperlihatkan upaya mitigasi gempa bumi belum optimal dan perlu ditingkatkan di wilayah Sulawesi Barat guna pengurangan risiko bencana. Upaya mitigasi dilakukan melalui mitigasi struktural dan mitigasi non struktural.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas selesainya tulisan ini kepada Kepala Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi/PVMBG) yang telah menugaskan penulis pada kegiatan tanggap darurat bencana gempa bumi di daerah Sulawesi Barat. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Geologi, Mineral dan Batubara atas dukungan yang diberikan pada penyelenggaraan diklat penyuluh mitigasi gempa bumi dan tsunami di Mamuju. Ucapan terima kasih disampaikan juga kepada Kepala Dinas ESDM Provinsi Sulawesi Barat dan Kepala Bidang Geologi atas pendampingan selama kegiatan survei di lapangan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada para reviewer yang telah memberi masukan untuk tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Baillie, P., & Decker, J., 2022, Enigmatic Sulawesi: The Tectonic Collage, *Berita Sedimentologi*, 2022 V. 48(1), DOI: 10.51835/bsed.2022.48.1.388.
- Cipta, A., Robiana, R., Solikhin, A., Griffin, J., & Hoorspol, N., 2011, *Peta Kawasan Rawan Bencana Gempa bumi Provinsi Sulawesi Barat*, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya.
- Hall, R. & Wilson, M.E.J. (2000): Neogene Sutures in Eastern Indonesia, *Journal of Asian Earth Sciences*, Vol. 18, hal. 781-808.
- Hamilton, W., 1979, *Tectonic of Indonesia Region*, Geological Survey Professional Paper, United States Government Printing Office, Washington.
- Ratman & Atmawinata, 1993, *Peta Geologi Lembar Mamuju*, Skala 1 : 250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Satyana, A.H., Faulin, T., & Mulyati, S.N., 2011, Tectonic Evolution of Sulawesi Area : Implication for Proven and Prospective Petroleum Plays, *Proceedings JCM Makassar 2011, The 36th HAGI and 40th IAGI Annual Convention and Exhibition*.
- Supartoyo, Surono, & Tofani, E., 2014, *Katalog Gempa bumi Merusak Indonesia Tahun 1612 – 2014* (Edisi Kelima), Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral: 159 hal.
- Puspita, S., D., Hall, R., & Elders, C., F., 2005, Structural Styles of The Offshore West Sulawesi Fold Belt, North Makassar Straits, Indonesia, *Thirtieth Annual Convention & Exhibition*, August 2005, Proceedings, Indonesian Petroleum Association.
- Van Leeuwen, 1981, *The geology of southwest Sulawesi with special referensi to the Biru area*, Special publication no. 2 year of 1981 of Geological Research and Development Centre, pp. 277-304.