

KERAPATAN SEBARAN SENSOR SEISMIK MAMPU MENCATAT GEMPABUMI BERSKALA KECIL (MAGNITUDO $M < 2$) DI WILAYAH SULAWESI TENGGARA DAN SULAWESI SELATAN

Penulis :

Imanuela Indah Pertiwi, S.Si, M.Si (*PMG Muda Stasiun Geofisika Kelas IV Kendari*)

Marniati, S.Si, MT (*PMG Madya Balai Besar Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah IV Makassar*)

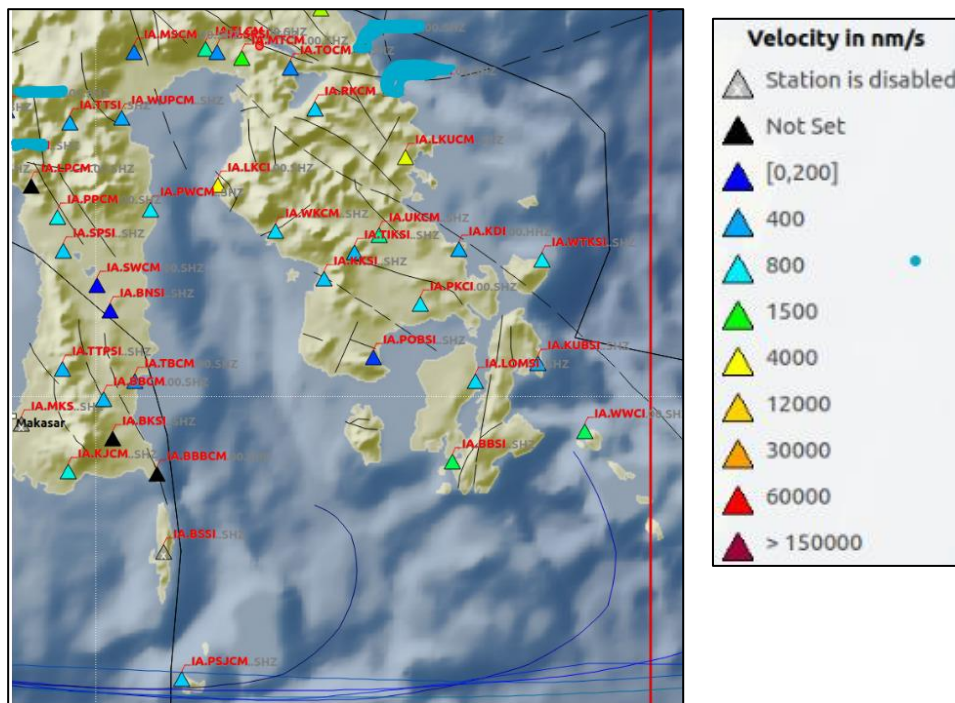
R. Jamroni, ST, MT (*PMG Madya Balai Besar Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah IV Makassar*)

Penambahan sensor seismik yang terus dilakukan oleh BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap monitoring wilayah-wilayah rawan gempabumi di Indonesia. Bidang Geofisika dalam BMKG yang memiliki tugas pokok dan fungsi memonitoring dan menganalisa kejadian-kejadian gempabumi di Indonesia, tentu saja bergantung pada keberadaan sensor seismik yang mampu mencatat dan merekam getaran yang terjadi di dalam bumi, baik akibat aktivitas sesar/patahan ataupun akibat aktivitas lainnya. Pada prinsipnya semakin banyak sensor seismik yang diletakkan di suatu wilayah, semakin baik catatan rekaman getaran diperoleh.

Sejarah keberadaan sensor seismik di Sulawesi Tenggara dimulai pada tahun 2006 yaitu site sensor KDI di Kota Kendari, BBSI di Kota Baubau, dan site sensor KKSII di Pomalaa, Kolaka. Monitoring kejadian gempabumi di Sulawesi Tenggara hanya dilakukan berdasarkan pencatatan seismik dari ketiga sensor tersebut, dan dibantu dengan perangkat peralatan TDS. Kemudian pada bulan Desember tahun 2015, perangkat SeiscompP untuk menganalisa kejadian gempabumi mulai terpasang di Stasiun Geofisika Kendari. Perangkat ini memuat semua site sensor yang ada di seluruh wilayah Indonesia, termasuk 3 site sensor di Sulawesi Tenggara. Tahun 2019, tepatnya pada bulan Oktober, BMKG melakukan penambahan instalasi 3 site sensor seismik, masing-masing di Palangga-Konawe Selatan (PKCI), Lasusua-Kolaka Utara (LKCI), dan Wanci-Wakatobi (WWCI). Mulai tahun 2019 tersebut, monitoring kejadian gempabumi sudah dapat mencatat gempabumi dengan skala magnitudo kecil $M < 2$ di sekitar daerah Lainya-Konawe Selatan. Selanjutnya pada tahun 2020, BMKG kembali menambah sensor seismik di daerah Unaaha-Konawe (UKCM), Wolo-Kolaka (WKCM), Rوتا-Konawe (RKCM), dan Langgikima-Konawe (LKUCM). Berselang waktu tiga tahun, tepatnya tahun 2023, BMKG menambah lagi instalasi sensor seismik di Kulisusu Utara-Buton Utara (KUBSI), Lohia-Muna (LOMSI), Tinondo-Kolaka Timur (TIKSI), dan Poleang-Bombana (POBSI). Sampai saat ini, terdapat 15 lokasi instalasi sensor seismik di wilayah Sulawesi Tenggara.

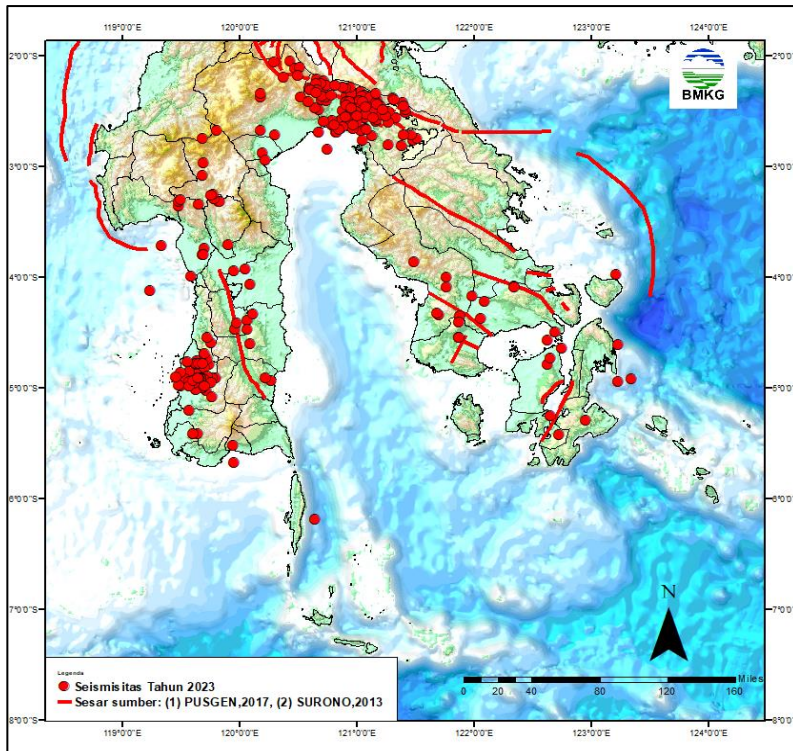
Sama halnya dengan wilayah Sulawesi Selatan, penambahan peralatan sensor seismik yang dilakukan semenjak tahun 2019, telah mampu merekam dan mencatat kejadian gempabumi magnitudo kecil ($M < 2$), bahkan pada daerah-daerah yang sebelumnya menunjukkan aktivitas gempabumi yang jarang, terlihat menjadi daerah dengan aktivitas gempabumi yang cukup sering. Tahun 2019 dilakukan penambahan pemasangan sensor seismik di daerah Malili (MTCM), Tomoni (TLCM), dan Towuti (TOCM) dengan tujuan untuk

merekam aktivitas Sesar Matano, ada juga penambahan sensor seismik di daerah Wajo yaitu PWCM (Pitumpanua) dan SWCM (Sabang Paru), di daerah Pinrang ada sensor seismik LPCM (Lembang) dan PPCM (Patampanua), serta sensor seismik TBCM (Tonra) di Bone, BBBCM (Bontobahari) di Bulukumba, dan MSCM (Masamba) di Masamba-Luwu Utara. Kemudian pada tahun 2020, penambahan sensor seismik dilakukan di daerah Kelara-Jeneponto (KJCM), Pasimassungu-Kepulauan Selayar (PSJCM), dan Wara Utara-Palopo (WUPCM). Tahun lalu, tahun 2023, satu sensor seismik dipasang di daerah Pangkep yaitu sensor TTPSI.



Gambar. 1 : lokasi sensor seismik di wilayah Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara hingga tahun 2023 yang ditandai dengan simbol segitiga beserta kode sitenya. Warna-warni pada bentuk segitiga yang berbeda-beda menunjukkan besaran *ground motion* (gerakan tanah) aktual dalam nm/s di setiap site sensor seismik. (sumber : tampilan *Map View* Seiscomp4)

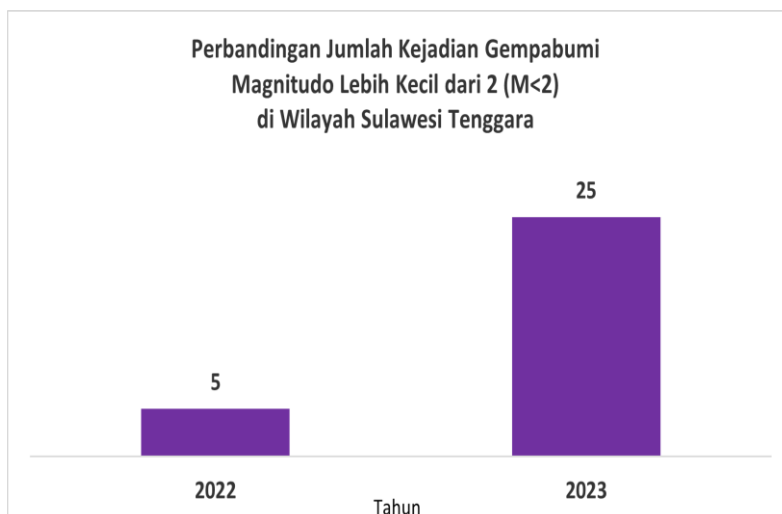
Sampai saat ini lokasi sensor-sensor seismik yang saling berdekatan di wilayah Sulawesi Tenggara dan Sulawesi Selatan telah mampu merekam getaran gempabumi lokal dengan magnitudo dibawah 2 ($M < 2$), baik itu gempabumi susulan (karena adanya gempabumi skala besar sebelumnya) maupun gempabumi lokal biasa.



Gambar. 2 : peta sebaran epicenter gempa bumi dangkal (bulatan merah) dan magnitudo $M < 2$ yang terjadi di wilayah Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara selama tahun 2023. Garis merah pada peta adalah sesar/patahan yang melintas di kedua wilayah tersebut. Total kejadian gempa bumi magnitudo dibawah 2 yang terjadi di wilayah Sulawesi Selatan adalah 263 kejadian, sedangkan di wilayah Sulawesi Tenggara terjadi sebanyak 25 kejadian.

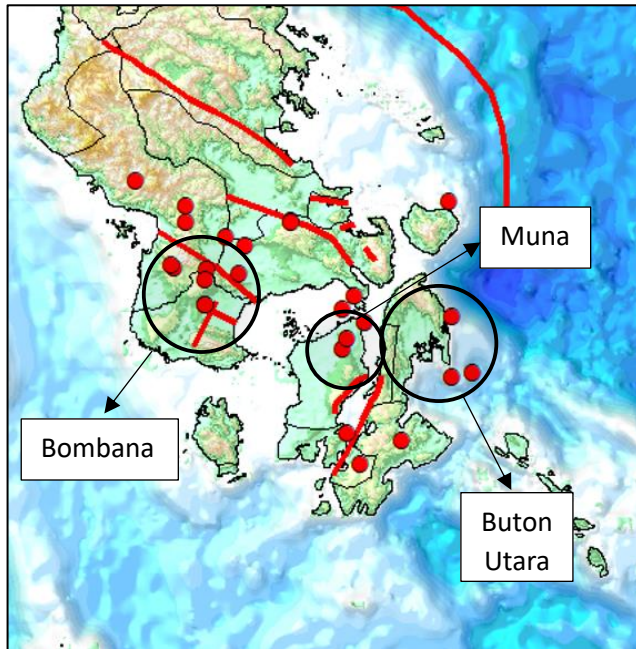
(sumber data : Stasiun Geofisika Kendari, Balai Besar MKG Wilayah IV Makassar, dan katalog SPK PGR IV).

Perbedaan yang sangat signifikan terlihat pada pengumpulan data-data parameter kejadian gempa bumi di wilayah Sulawesi Tenggara.



(Sumber data : Stasiun Geofisika Kendari dan SPK PGR IV)

Gambar. 3 : adalah grafik perbandingan jumlah kejadian gempa bumi magnitudo dibawah 2 ($M < 2$) yang terjadi di wilayah Sulawesi Tenggara pada tahun 2022 dan 2023. Terlihat perbedaan jumlah yang cukup signifikan. Pada tahun 2022 tercatat 5 kejadian gempa bumi, sedangkan setelah penambahan sensor seismik (tahun 2023), jumlah tersebut meningkat menjadi 25 gempa bumi.



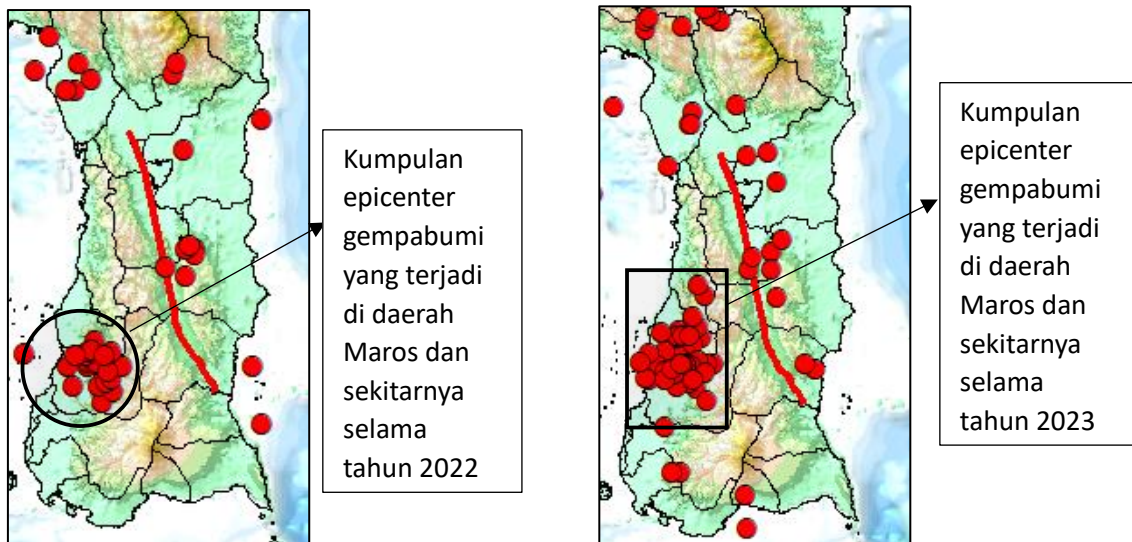
Gambar. 4 : sebaran kejadian gempa bumi di beberapa daerah di wilayah Sulawesi Tenggara (bulatan merah adalah lokasi *epicenter*/pusat gempa bumi) berdasarkan data yang tercatat tahun 2023, berjumlah 25 kejadian. Garis merah pada gambar adalah patahan/sesar yang melintas di daerah-daerah di Sulawesi Tenggara. Hal yang menarik perhatian adalah adanya penambahan sensor seismik di daerah Bombana (POBSI) memberikan dampak positif, karena gempa bumi lokal dengan magnitudo dibawah 2 yang terjadi di daerah Bombana dan sekitarnya dapat terekam dan tercatat dengan baik. Selain itu penambahan sensor seismik LOMSI di

daerah Muna mampu merekam gempa bumi lokal di daerah Muna, Muna Barat, dan sekitarnya. Hal yang sama juga terlihat pada penambahan sensor seismik KUBSI di Buton Utara, mampu merekam gempa bumi lokal di daerah Buton Utara dan sekitarnya. Terekam dan tercatatnya kejadian-kejadian gempa bumi di beberapa daerah di Sulawesi Tenggara menunjukkan bahwa di daerah tersebut terdapat tatanan tektonik yang aktif. Informasi tentang tatanan tektonik daerah Bombana dan Pulau Muna dapat dibaca pada artikel : <https://www.bmkg.go.id/artikel/?p=proses-tektonik-dan-struktur-geologi-kabupaten-bombana-dan-muna-barat&tag=&lang=ID> .

Berbeda dengan wilayah Sulawesi Tenggara, beberapa daerah di Sulawesi Selatan telah menunjukkan aktivitas tektonik yang cukup banyak sejak adanya penambahan sensor pada tahun 2019. Penambahan 3 sensor seismik di daerah Malili, Tomoni, dan Towuti telah mampu menunjukkan aktivitas Sesar Matano yang cukup aktif, ditandai dengan cukup banyaknya data-data kejadian gempa bumi lokal di daerah Luwu Timur yang terekam dan tercatat. Seismotektonik di daerah Luwu Timur dapat dibaca pada artikel : <https://www.bmkg.go.id/berita/?p=seismotektonik-dan-upaya-mitigasi-gempabumi-dan-tsunami-kab-luwu-timur-sulsel&lang=ID&tag=artikel> .

Penambahan sensor seismik yang juga dilakukan di Lengan Selatan Pulau Sulawesi yaitu di daerah Wajo, Pinrang Bone, Jeneponto, dan Bulukumba tahun 2019 dan 2020, membantu perekaman dan pencatatan kejadian gempa bumi di wilayah Sulawesi Selatan bagian Selatan. Hal yang paling mengejutkan adalah terekam dan tercatatnya kejadian gempa bumi lokal berskala kecil ($M < 2$) di daerah Maros dan Pangkep. Begitupun dengan penambahan sensor seismik di daerah Jampea-Kepulauan Selayar, mampu merekam kejadian gempa bumi susulan hingga skala kecil. Pada tahun 2022, peta sebaran epicenter gempa bumi di wilayah Sulawesi Selatan memperlihatkan daerah Maros dan Pangkep (Pangkajene Kepulauan) sebagai daerah dengan kejadian gempa bumi magnitudo skala kecil yang cukup banyak. Meihat kondisi seperti ini, maka pada tahun 2023 dilakukan penambahan sensor

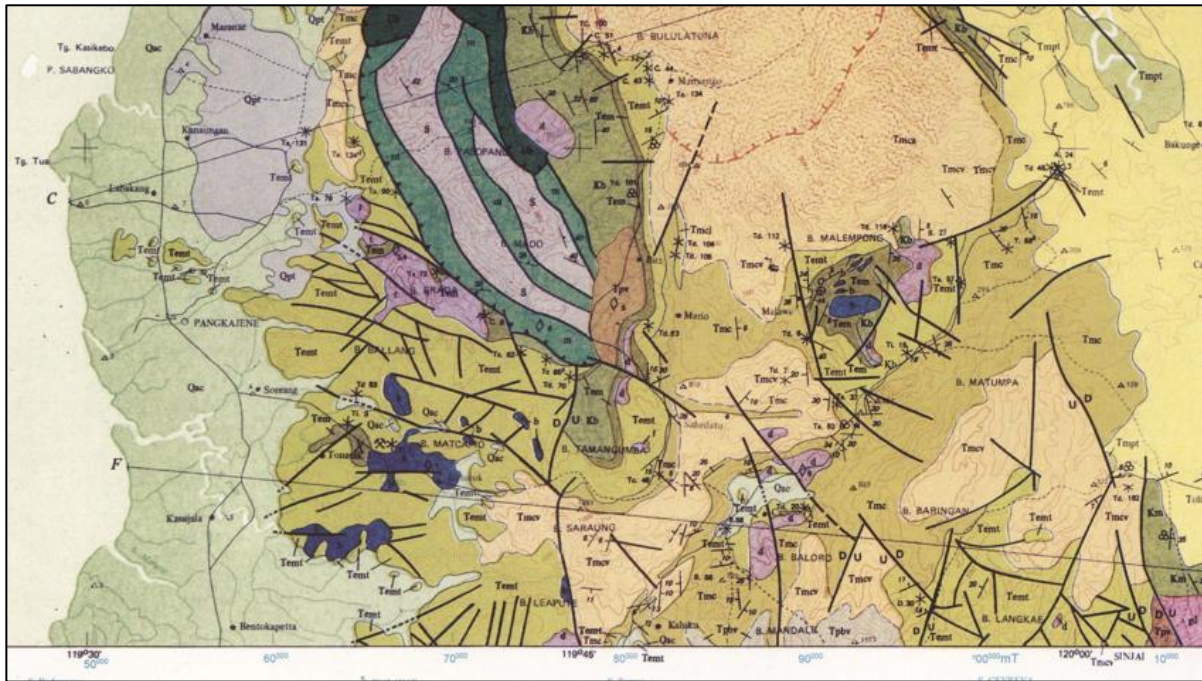
seismik di daerah Pangkep dengan kode stasiun TTPSI. Terdapat perbedaan jumlah kejadian gempa bumi di daerah Maros dan sekitarnya antara tahun 2022 dan tahun 2023.



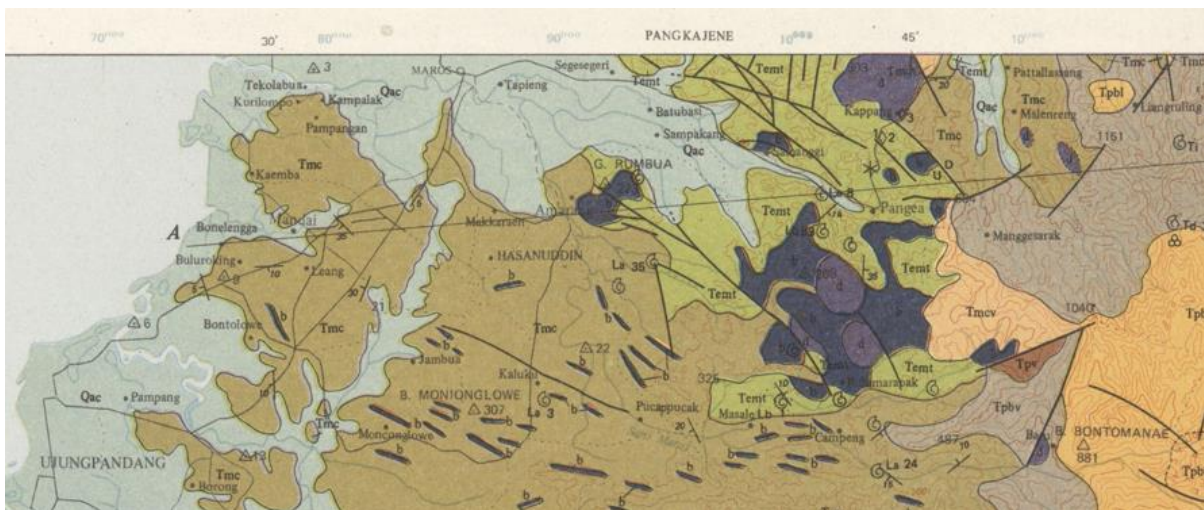
Gambar. 5 : sebaran epicenter gempa bumi yang terjadi di Lengan Selatan Pulau Sulawesi periode tahun 2022 (gambar kiri) dan 2023 (gambar kanan).

Adanya penambahan sensor seismik hingga tahun 2023, menunjukkan peningkatan perekaman dan pencatatan kejadian gempa bumi di wilayah Sulawesi Selatan bagian selatan. Hal ini memberikan indikasi bahwa di Lengan Selatan Pulau Sulawesi ini terdapat aktivitas tektonik yang cukup aktif. ***Proses geologi dan tektonik apa yang terjadi di daerah Maros, Pangkep, dan sekitarnya?***

Struktur geologi daerah Maros dan Pangkep dapat dilihat pada 2 lembar peta geologi (Gambar. 6 dan Gambar. 7) yaitu Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat serta Lembar Ujung Pandang, Benteng, dan Sinjai. Berdasarkan kedua lembar peta geologi tersebut, terlihat bahwa daerah Maros dan Pangkep terbentuk dari beberapa jenis batuan yang sebagian besar terdiri dari Endapan Aluvium, Danau, dan Pantai berupa kerikil, pasir, lempung, lumpur, dan batu gamping koral (*Qac*), Batu gamping Formasi Tonasa (*Temt*), Batuan Gunungapi Formasi Camba: breksi, lava, tufa, konglomerat (*Tmcv*), serta batuan sedimen laut berselingan dengan batuan gunung api Formasi Camba (*Tmc*). Lebih rinci struktur geologi lokal utama di Lengan Selatan Pulau Sulawesi, khususnya daerah Pangkajene dan sekitarnya, adalah keberadaan Sesar Walanae yang berarah utara barat laut – selatan Tenggara dan memotong menjadi dua bagian. Di bagian timur utara terdiri atas batugamping dan batuan sedimen terlipat (antiklin dan sinklin), di bagian selatan berkembang batuan gunungapi Tersier, sedangkan di bagian barat terdiri atas batuan yang lebih tua dari bagian timur.



Gambar. 6 : Struktur Geologi daerah Maros, Pangkajene, dan sekitarnya berdasarkan Peta Geologi Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat (sumber peta : Website Layanan Informasi Data Geologi Indonesia)



Gambar. 7 : Struktur geologi daerah Maros, Pangkajena, dan sekitarnya berdasarkan Peta Geologi Lembar Ujung Pandang, Benteng, dan Sinjai (sumber peta : Website Layanan Informasi Data Geologi Indonesia)

Struktur geologi lainnya adalah adanya sesar naik, sesar mendatar, sesar turun, dan kawah gunungapi purba. Sesar naik terdiri dari Sesar Naik Batupute. Sesar naik ini merupakan batas antara batuan ultrabasa (timur) yang relatif naik dan batuan malihan. Sesar ini dicirikan oleh kelurusan lembah melengkung, serta terbentuk pada Kapur yang berhubungan dengan tunjaman ke timur. Terdapat juga dua sesar turun di daerah ini, yaitu Sesar Turun Kalajo dan

Sesar Turun Bainago. Kedua sesar turun ini mungkin merupakan kesatuan, kemudian dipotong oleh Sesar Mendatar Lakepo. Sesar Turun Kalajo di selatan dan Sesar Bainago di utara. Sesar Turun Kalajo dicirikan oleh tebing terjal yang membentuk lengkungan. Sesar ini memotong bagian gunungapi Latona yang menindih tidak selaras batuan yang lebih tua (batuan ultrabasa, batuan malih, dan batuan sedimen Kapur Akhir-Miosen Awal). Sesar ini diduga terbentuk oleh gaya gravitasi batuan gunungapi yang meluncur di atas batuan yang lebih tua. Sesar turun Bainago berarah utara-selatan yang dicirikan oleh kelurusan tebing terjal. Sesar ini diduga terbentuk oleh gaya gravitasi Formasi Camba batuan gunungapi di atas Formasi Tonasa dan sedimen Formasi Camba. Kenampakan kawah gunungapi purba yang terbentuk di daerah Pangkajene dan sekitarnya dicirikan oleh bentukan depresi meligkar dan di sayap gunung diikuti pola aliran radial. Terdapat dua kawah gunungapi di daerah ini, yaitu Gunungapi Latona dan Gunungapi Balona.

Secara garis besar, daerah Pangkajene Tondong Tallasa memang memiliki banyak patahan patahan skala kecil. Terbentuk karena batuan intrusi menerobos sedimen maupun pelurusan patahan dengan arah yang relatif utara - selatan di bagian Selatan. Selain itu juga nampak jejak antiklin dan sinklin dengan arah relatif timur - barat. Struktur geologi dan tektonik yang ada di daerah Maros, Pangkajene, dan sekitarnya menunjukkan bahwa daerah-daerah tersebut merupakan daerah yang rawan untuk terjadi gempa bumi, sehingga penambahan sensor seismik kode TTPSI sangat tepat dilakukan.

Keberadaan sensor seismik yang rapat dan saling berdekatan di suatu daerah, dapat merekam getaran yang terjadi akibat proses tektonik dari sesar/patahan yang melintas di daerah tersebut, sehingga catatan kejadian gempa bumi dapat terpetakan dengan baik sebagai bentuk antisipasi mitigasi menghadapi gempa bumi.

Referensi :

1. Katalog data gempa bumi Stasiun Geofisika Kelas IV Kendari
2. Katalog data gempa bumi Balai Besar Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah IV Makassar
3. Katalog data gempa bumi SPK PGR IV
4. Buku Geologi Sulawesi, oleh Prof. Dr. Surono dan Prof. Dr. Udi Hartono
5. Layanan Informasi Data Geologi Indonesia
(<https://geologi.esdm.go.id/geomap/pages/collection>)