

## Mengetahui struktur patahan penyebab gempa di Pulau Yapen dan sekitarnya dengan metode gayaberat daerah Papua

### *Recognizing the Fault Structure Causing Earthquakes in Yapen Island and the Surrounding Area Using Gravity Method in Papua*

Saultan Panjaitan

Pusat Survei Geologi, Badan Geologi

Jln. Diponegoro No.57 Bandung

#### ABSTRAK

Penelitian geofisika yang dilakukan dengan menggunakan metode gayaberat dapat mengetahui struktur patahan sebagai pemicu terjadinya gempabumi di Pulau Yapen. Anomali tinggi 220 mgal di utara dengan arah barat-timur membentuk tinggian sebagai sesar naik. Cekungan batuan sedimen dengan kedalaman sekitar 7.000 m terbentuk pada anomali Bouguer - 90 mgal. Batuan dasar ultramafik yang mempunyai rapat massa  $2,9 \text{ gr/cm}^3$  membentuk patahan hingga ke batuan dasar yang mengakibatkan gempa bumi di Pulau Yapen dan sekitarnya. Diduga penyebab lain gempa bumi di daerah ini adalah zona subduksi di utara lepas pantai Papua antara pertemuan lempeng Pasifik dan Lempeng Australia-India yang mengaktifkan sesar-sesar di sekitar Pulau Yapen. Gempa bumi berkekuatan 7,1 – 7,9 Skala Richter di Pulau Yapen dan sekitarnya dan berpusat di  $2^{\circ}17' \text{ LS}$  dan  $136^{\circ}59' \text{ BT}$  dengan kedalaman 10 km diakibatkan oleh sesar naik Aoara. Sesar geser Randowaya, sesar geser Jodi, dan sesar naik di Serui juga berpotensi menimbulkan gempa. Gempa kecil dan gempa kuat diatas 7 Skala Richter telah terjadi empat kali di daerah ini yang mencerminkan struktur sesar aktif cukup banyak. Tidak tertutup kemungkinan bahwa gempa kuat di atas 8 Skala Richter sewaktu-waktu dapat terjadi. Tsunami berpotensi terjadi kembali apabila episentrum bersumber pada Jalur Subduksi Irian. Akan tetapi tsunami tersebut hanya berdampak di daerah Pulau Yapen Timur hingga Pulau Kurudu, sedangkan di Serui hingga kearah barat kurang karena gelombang pasang terhambat oleh Pulau Supiori dan Pulau Biak.

**Kata Kunci:** gempa, anomali gaya berat, zona subduksi, sesar

#### ABSTRACT

*A geophysical research carried out by using the gravity method can determine a fault structure as a trigger of earthquakes in Yapen. High anomaly at 220 mgal in the north direction east-west formed a high as a thrust fault. Sedimentary a basin with depths of about 7000 m a Bouguer anomaly formed of -90 mgal. An Ultramafic bedrock having the density of  $2.9 \text{ g/cm}^3$  formed a fault to the basement resulted in earthquakes in Yapen Island and surrounding areas. Another suspected cause of earthquakes in this area is the north subduction zone off the coast of Papua between the meeting point of the Pacific Plate and the Australia-India Plate activating faults around Yapen. An earthquake of 7.1 to 7.9 Richter Scale in 1979 in Yapen and surrounding area having latitude of  $2^{\circ} 17' \text{ S}$  and longitude of  $136^{\circ} 59' \text{ E}$  in a depth of 10 km was caused the thrust fault of Aoara. Randowaya strike slip fault, Jodi fault, and thrust fault in Serui also have a potential to cause earthquakes. Small earthquakes and strong earthquakes of above 7 Richter Scale have happened four times in this area reflecting the structure of the active faults are quite a lot. So it is possible that a strong earthquake above 8 Richter Scale can occur any time. Tsunamis are potential to happen again if the epicentre source is from Irian Subduction Zone. However, the tsunami only impacts areas in East Yapen and Kurudu Islands, while in Serui towards the west it is less because the tide is hampered by Supiori and the Biak islands.*

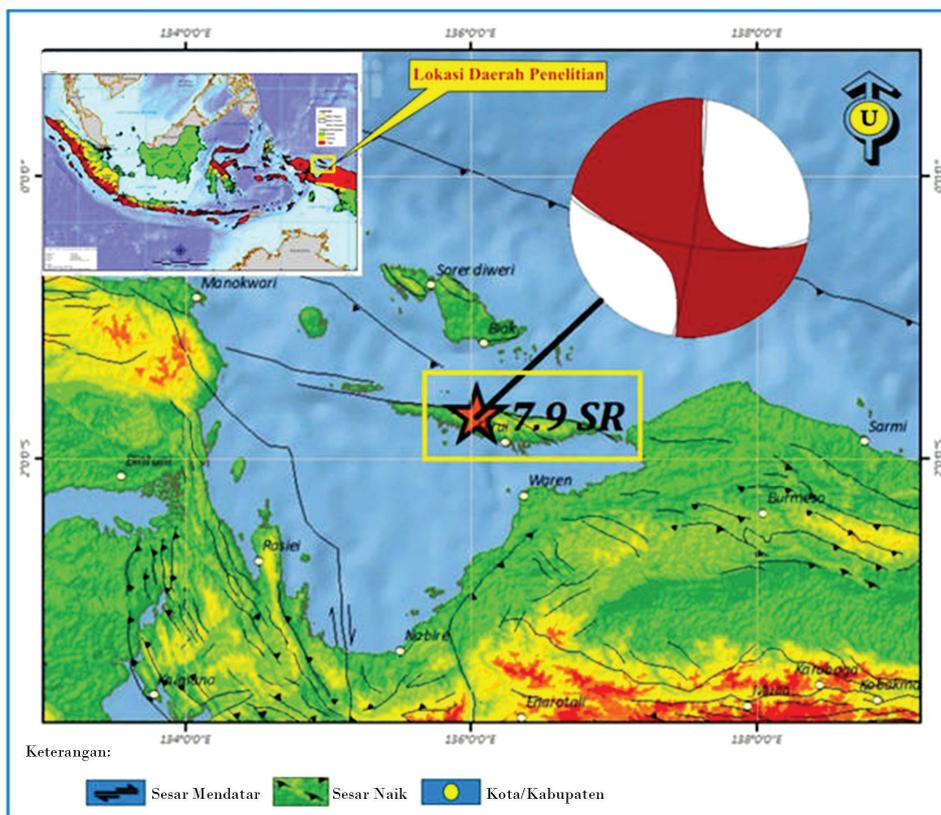
**Keywords:** earthquake, gravity anomaly, subduction zone, fault.

**PENDAHULUAN**

Pulau Yapen terletak diantara Pulau Biak di utara dan Teluk Cenderawasih di selatan. Pulau ini yang memanjang dengan arah barat-timur, dan pulau kecil lainnya di selatan termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Yapen dengan ibukotanya Serui. Kabupaten Yapen terbagi atas tiga kecamatan, yaitu Kecamatan Yapen Barat dengan pemerintahan berkedudukan di Ansus, Yapen Timur di Dawai, dan Yapen Selatan di Serui. Pengukuran gayaberat dilakukan pada awal bulan Mei hingga Juni 2013 selama 55 hari. Lintasan penelitian berada disepanjang pesisir pantai, jalan raya, dan pulau-pulau di selatan Yapen pada koordinat 135°00' – 137°05' BT dan 01°20'00" – 02°0'00" seluas ± 180 km x 25 km. Jumlah titik pengukuran sebanyak 298 dengan interval 500 – 1000 m, sedangkan dipesisir pantai 1000 hingga 2000 m. Data tersebut digabungkan dengan data gayaberat helikopter dari Sobari, drr. (2007) dan basis data laut dari Satelit Pusat Survei Geologi.

Pada tahun 1979 gempa bumi terjadi di daerah Pulau Yapen dan sekitarnya dengan kekuatan antara 7,1 – 7,9 Skala Richter yang berpusat di darat 2°17'LS dan 136°59'BT utara Aoara pada kedalaman 10 km (Gambar 1). Gempa utama didahului oleh gempa pendahuluan sepuluh menit sebelumnya pada 6,2 Skala Richter. Kejadian tersebut banyak menelan korban jiwa, ratusan rumah di Pulau Yapen roboh, ribuan warga kehilangan tempat tinggal, serta ruas jalan Serui-Saubeba km 26,5 dan km 32 tertimbun longsoran bukit.

Gempabumi yang pernah terjadi pada daerah ini antara lain gempabumi tanggal 25 November 1989 dengan kekuatan mencapai 6,0 Skala Richter. Pada tanggal 6 April 2013 juga terjadi gempa dengan kekuatan 7,3 Skala Richter yang berpusat pada koordinat 3.49° LS - 138.54° BT pada kedalaman 66 km yang mengakibatkan kerusakan yang cukup parah. Selama kurun waktu itu aktivitas tektonik terbesar ialah gempa 8,1 Skala Richter pada 17 Februari 1996. Ketika itu

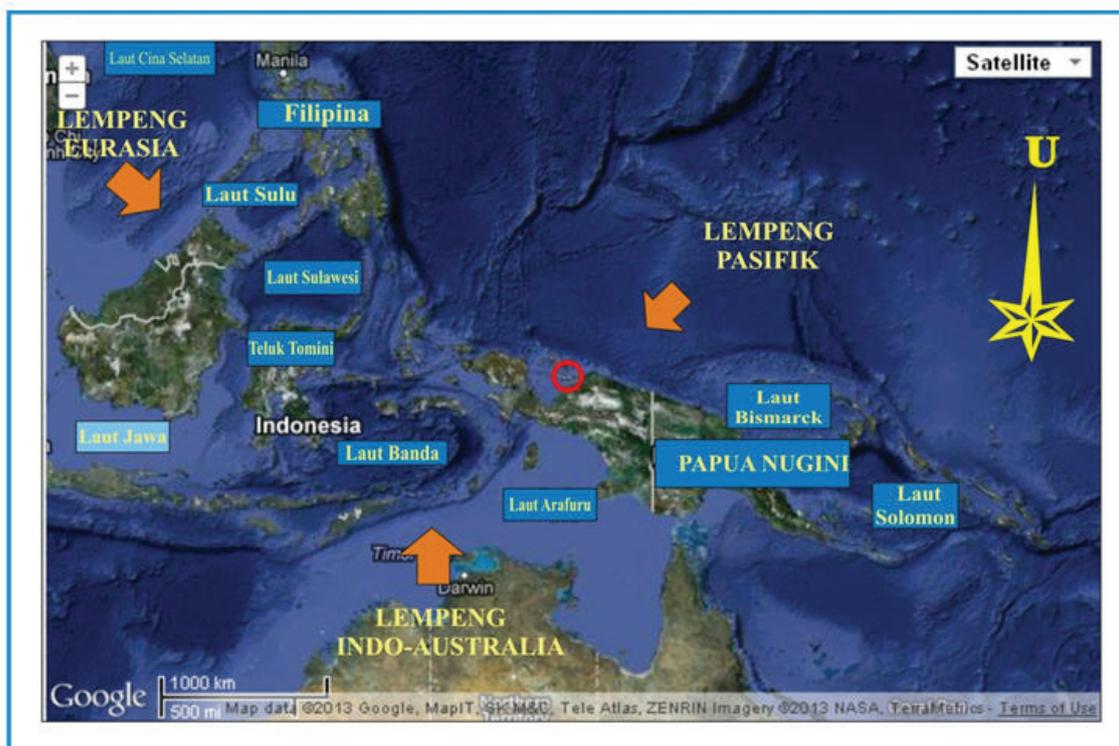


Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian dan gempabumi 7,9 skala Richter yang terjadi di Pulau yapen Papua.

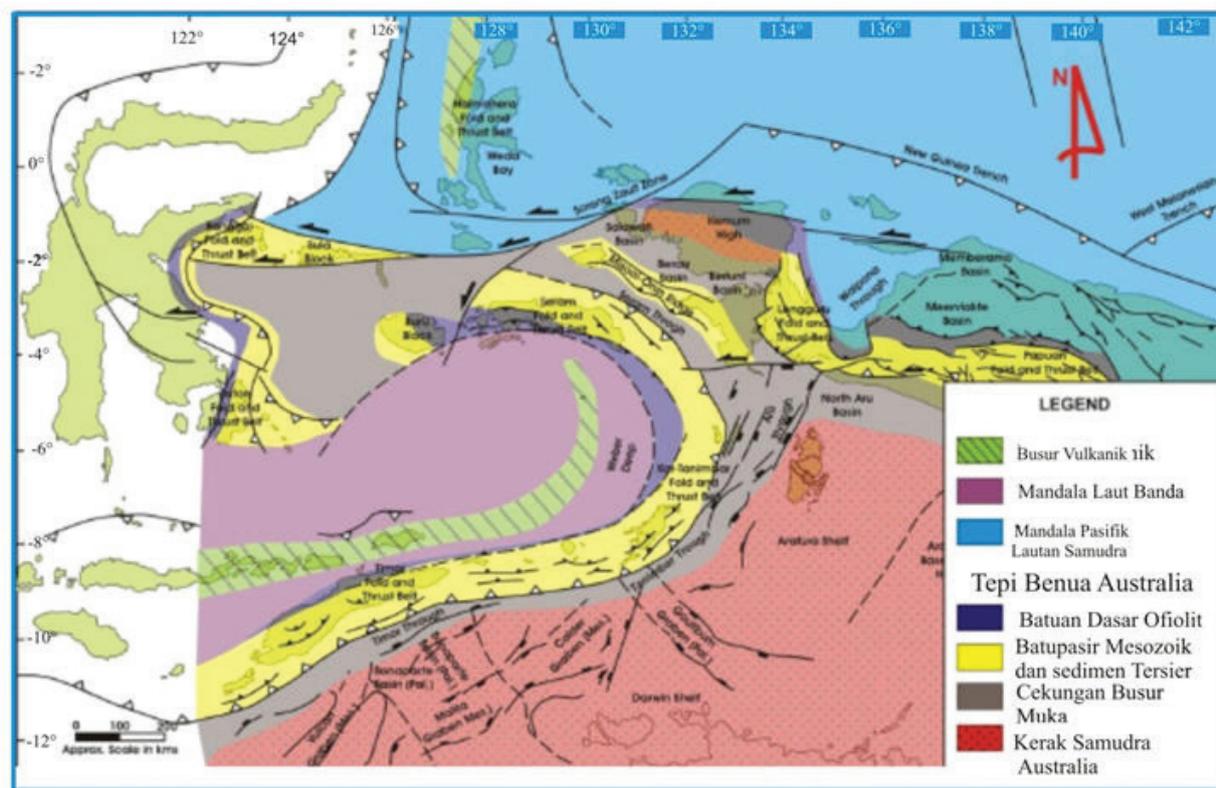
tsunami timbul akibat gempa berepisentrum pada subduksi Irian di daerah lepas pantai berjarak sekitar 120 km menyapu Pulau Biak dan pulau-pulau kecil di sekitarnya. Efeknya juga berdampak ke Pulau Yapen merobohkan rumah walaupun tidak separah di Pulau Biak, dan gelombang tsunami terjadi di sebelah timur Pulau Yapen. Akibat tsunami di Pulau Biak dan Pulau Yapen tersebut 108 orang tewas dan 58 hilang serta 5.000 rumah rusak dan roboh.

Indonesia merupakan daerah rawan gempabumi karena dilalui oleh jalur pertemuan tiga lempeng tektonik, yaitu: lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik (Gambar 2). Lempeng Indo-Australia bergerak relatif ke arah utara dan menyusup ke dalam lempeng Eurasia, sementara lempeng Pasifik bergerak relatif ke arah barat. Interaksi ini menunjukkan bahwa lempeng Eurasia bergerak relatif ke arah tenggara dengan kecepatan 0,4 cm/tahun. Pergerakan lempeng Indo-Australia ke arah utara-timurlaut mempunyai kecepatan 7 cm/tahun. Lempeng Pasifik mempunyai dua lempeng mikro, yaitu lempeng mi-

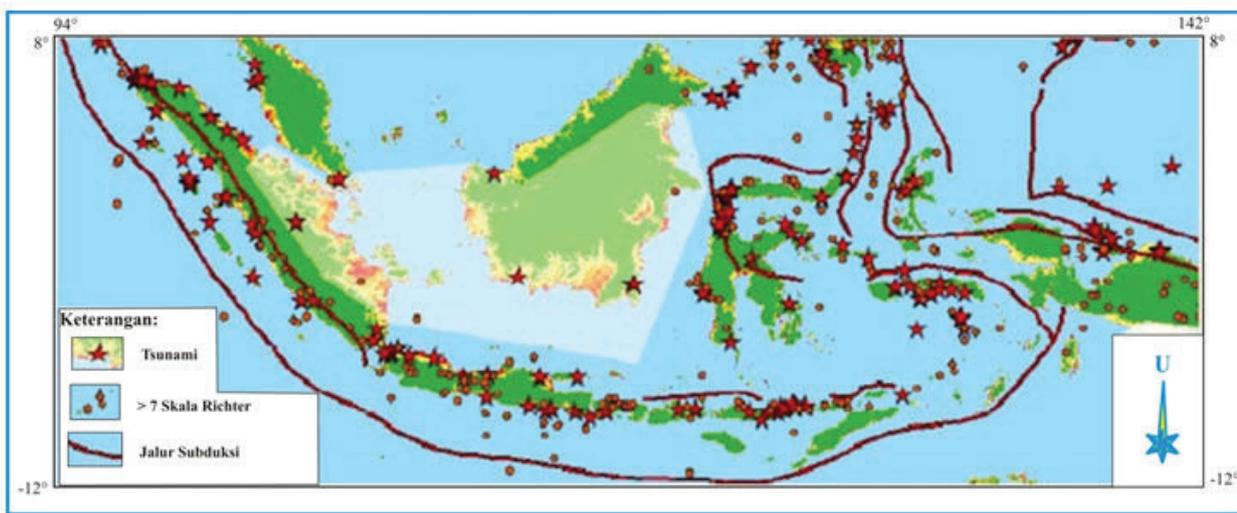
kro Filipina yang bergerak relatif ke arah barat laut dengan kecepatan 8 cm/tahun dan lempeng mikro Karolina yang bergerak ke arah barat-barat laut dengan kecepatan 10 cm/tahun Robinson, drr. (1982). Adanya interaksi antara pergerakan lempeng Australia dan lempeng Samudra Pasifik menyebabkan terjadinya pergerakan mendatar sesar Sorong (Gambar 3) yang juga diduga ikut berperan sebagai penyebab terbentuknya kegempaan yang cukup tinggi di daerah ini. Kelanjutan tumbukan antara lempeng Australia-India dan lempeng Pasifik menyebabkan busur kepulauan dan kerak samudra tersesarkan ke atas tepi Benua Australia. Kemudian pengangkatan serta perekahan membentuk sesar mendatar dan sesar naik dari umur Miosen Akhir sampai sekarang di seluruh Pulau Biak dan Pulau Yapen. Konsekuensi pertemuan tiga lempeng ini membuat hampir seluruh wilayah Indonesia menjadi kawasan langganan terjadinya gempabumi mikro dan makro di atas 7 Skala Richter (Gambar 4), tidak terkecuali kawasan Indonesia di bagian timur Papua dan sekitarnya.



Gambar 2. Peta citra zona subduksi memperlihatkan bagian utara Cekungan Biak-Yapen Papua. (<http://googlemap.com>).



Gambar 3. Struktur regional Indonesia Timur (Barber, et.al, 1979).



Gambar 4. Peta sebaran gempa dan lajur subduksi yang terjadi sejak tahun 1900 - 2007 di atas 7 skala Richter di Indonesia dan Pulau Yapen, BMKG (2010).

Kebanyakan gempa bumi terjadi akibat pelepasan energi yang dihasilkan oleh tekanan lempeng yang bergerak. Akibatnya timbul getaran atau guncangan yang terjadi di permukaan bumi sebagai pelepasan energi dari dalam secara tiba-tiba yang menciptakan gelombang seismik. Kian lama tekanan itu

kian membesar, dan akhirnya tekanan tersebut tidak dapat ditahan lagi oleh pinggiran lempeng pada saat itulah gempa bumi terjadi. Apabila frekuensi gempa bersekala kecil semakin meningkat intensitasnya, maka diramalkan akan terjadi gempa makro sebagai gempa utama.

Pergerakan lempeng akan mengaktifkan struktur besar yang disebabkan oleh pergerakan di zona subduksi. Gempa bumi jenis ini banyak menimbulkan kerusakan atau bencana alam yang sangat dahsyat karena getarannya menjalar ke seluruh bagian bumi. Tsunami dapat terjadi akibat gerakan cepat naik-turun permukaan laut yang merambat di sekitar perairan. Hal ini timbul akibat perpindahan massa air yang mengisi retakan yang terjadi pada permukaan dasar laut yang diakibatkan oleh pergerakan patahan-patahan naik. Oleh karena itu Pulau Yapen dan sekitarnya tetap akan berpotensi terjadi gempa bumi besar > 7 Skala Richter karena adanya gerakan sesar aktif didaerah ini. Adanya sumber gempa besar >8 Skala Richter yang sewaktu-waktu dapat terjadi di laut utara Pulau Biak pada zona subduksi bisa berdampak tsunami.

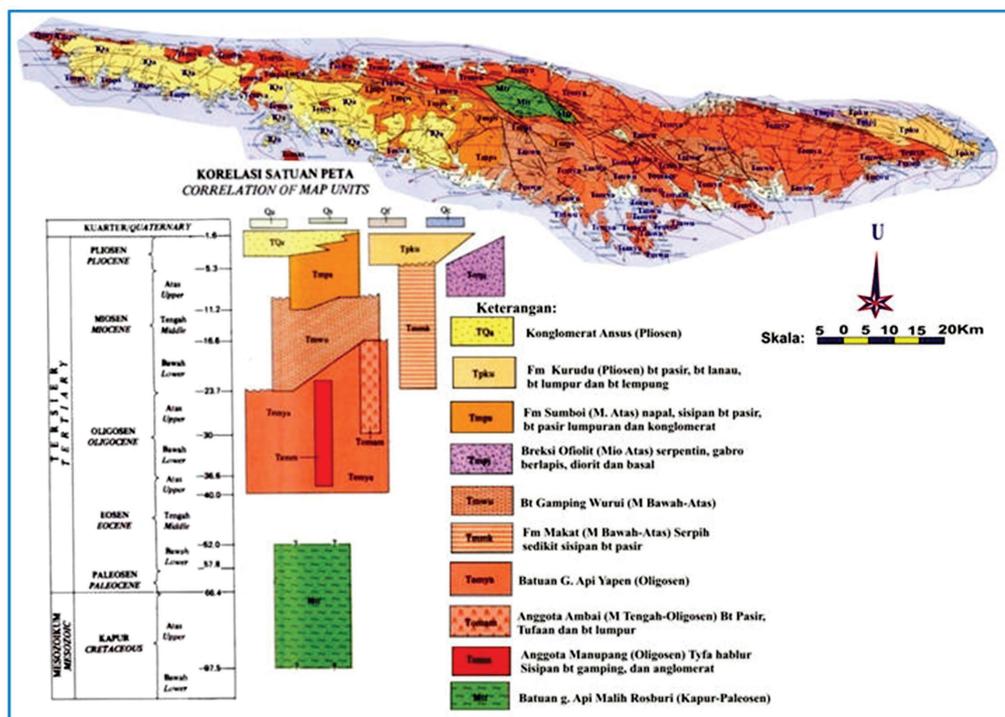
### MAKSUD DAN TUJUAN PENELITIAN

Maksud penelitian adalah untuk melokalisasi struktur sesar yang diduga sebagai pemicu terjadinya gempa bumi di daerah ini. Oleh karena itu, perlu diadakan inventarisasi struktur pada tempat-tempat yang diduga mempunyai jalur lemah di Pulau Yapen dan sekitarnya. Tujuannya adalah untuk mengetahui

sejauh mana pengaruh struktur geologi sebagai penyebab adanya aktivitas gempa bumi yang besar pada waktu silam, serta hubungannya dengan pusat gempa yang bersumber disekitar Pulau Yapen maupun dari zona subduksi lepas pantai utara Pulau Biak. Selain itu, juga untuk memperkirakan apakah tsunami dapat terjadi kembali didaerah ini apabila ada gempa besar diatas 8 Skala Richter.

### GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Kelompok batuan yang terbentuk di Pulau Yapen (Gambar 5) umurnya berkisar dari Kapur atau Tersier Awal sampai Kuartar. Batuan tertua adalah batuan gunungapi malih, sedimen malih dan batuan gunungapi malih Rosburi (MTr) yang terdapat sebagai blok sentuhan sesar. Batuan gunungapi Yapen berumur Eosen Atas-Miosen Bawah (Temya) terdiri atas batuan piroklastika gunungapi, sedikit lava, dan batugamping. Sementara batugamping mempunyai dua anggota, yaitu: Anggota Manupang (Temm) terutama tufa dan Anggota Ambai (Tomam) terutama piroklastik gunungapi. Satuan tersebut tertindih selaras oleh batugamping Urui (Tmwu) berumur Miosen Bawah-Miosen Atas yang selanjutnya tertin-



Gambar 5. Peta geologi lembar Pulau Yapen (Atmawinata, drr. 1989).

dih selaras oleh batunapal Sumboi (Tmps) berumur Miosen Atas-Pliosen. Dibagian utara Pulau Yapen, napal Sumboi menjemari dan tertindih selaras oleh konglomerat Ansus berumur Plio-Plistosen (TQa), setempat berubah secara berangsur. Dibagian timur Pulau Yapen, breksi ofiolit Jobi (Tmj) terangkat dan terbreksikan sepanjang sistem Sesar Jobi pada Miosen Akhir dan Pliosen. Satuan ini tertindih takselaras oleh sedimen klastika Formasi Kurudu (Tpku) berumur Pliosen yang juga menindih tak selaras Formasi Makats (Tmmk) berumur Miosen Bawah-Miosen Akhir.

Sistem sesar yang penting di Pulau Yapen ada dua, yaitu: sistem Sesar Jodi dan Sesar Randawaya yang ditafsirkan sebagai sekumpulan sesar menurun dan mendatar yang menyayat miring Pulau Yapen bagian tengah. Kumpulan sesar itu menempati lajur selebar 6 km yang memanjang 80 km kearah tenggara, mulai dari teluk Monggoi dipantai utara sampai Teluk Randawaya di pantai selatan (Atmawinata, dr. 1989). Setempat topografinya memperlihatkan gawir, terutama pada batugamping dan breksi sesar dengan tebal sekitar 100 m. Sistem sesar ini melalui batuan gunungapi Yapen dan setempat batugamping Wurui. Beberapa sesar merupakan bidang batas antara batuan gunungapi Malih Rosburi dan batuan gunungapi Yapen.

Hubungan geologi di Pulau Yapen tidak bisa menentukan secara pasti besar dan arah gerakan sesar yang terjadi di sepanjang sistem sesar Randawaya. Walaupun demikian, ketinggian dan kedudukan batugamping di kedua sistem sesar itu menunjukkan adanya penyusun komponen gerakan menurun dari lapisan miring dengan blok timurlaut yang nisbi terangkat naik. Sifat pensesaran yang rumit terbreksikan dengan kemiringan yang curam sampai tegak yang menunjukkan adanya gerak geser menjurus. Sistem Sesar Jobi juga disebut Lajur Sesar Yapen oleh Dow dr. (1986), terdapat dibagian timur Pulau Yapen, dianggap suatu kelompok sesar mendatar mengiri dengan panjang sekitar 40 km dan lebar 2 km berarah barat-baratlaut. Di lepas pantai arah timur-tenggara sistem sesar Jobi mungkin menyusuri pantai selatan Pulau Kurudu. Sistem sesar ini memisahkan breksi ofiolit Jobi dan batuan gunungapi Yapen. Di dalam

batugamping Wurui terdapat batuan gunung api yang tertimbun sedimen Formasi Kurudu berumur Pliosen dan setempat terungkit lewat sesar bersudut besar. Terdapat batuan yang berbeda jauh tetapi berkedudukan sebelah-menyebelah yang menunjukkan adanya alih tempat lengser jurus selama Miosen Akhir atau mungkin Pliosen Awal. Setelah terbentuknya Formasi Kurudu selama genang laut, sistem sesar ini hidup kembali oleh gerakan lengser miring (mungkin turun) yang diduga terjadi pada Pliosen sampai Kuartar.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan menggunakan metodologi gaya-berat, yaitu salah satu metode geofisika yang dapat diterapkan dalam penelitian struktur geologi, ketebalan batuan sedimen, dan konfigurasi batuan dasar. Metode gayaberat yaitu berdasarkan pengukuran tentang adanya perbedaan kecil medan gayaberat. Perbedaan ini disebabkan oleh adanya distribusi massa batuan yang tidak merata dikerak bumi. Adanya perbedaan massa jenis dari satu tempat ketempat lain akan menimbulkan medan gaya berat yang tidak merata. Perbedaan inilah yang terukur dipermukaan bumi. Pengukuran dilakukan dengan 1 (satu) perangkat Gravimeter La Coste & Romberg Type G 816 dengan nilai pembacaan 0 – 7000 mgal ketelitian 0.01 mgal, dan apungan rata-rata kurang dari 1 mgal setiap bulannya, sehingga alat ini layak pakai.

Sebelum melakukan pengukuran di lapangan terlebih dahulu ditentukan pembacaan di DGO Museum Geologi Bandung. Nilai pembacaan tersebut diikat ketitik pangkal di Bandara Serui Pulau Yapen. Kemudian diturunkan kembali ke stasiun rujukan (base station) di daerah Serui sebagai titik pangkal utama yang berfungsi sebagai titik ikat terhadap pengukuran yang dilakukan selama di lapangan. Pengolahan data gayaberat meliputi konversi nilai skala alat ke nilai satuan gayaberat (mgal) yang dihitung dengan beberapa koreksi seperti: koreksi pasang surut (*tide correction*), apungan alat (*drift correction*), efek udara bebas (*free air correction*), dan koreksi topografi (*terrain correction*). Setelah data selesai direduksi, maka didapatkan nilai anomali Bouguer, dan selanjutnya disajikan dalam bentuk peta anomali Bouguer. Ru-

mus untuk mendapatkan anomali Bouguer adalah sebagai berikut:

$$BA = G \text{ obs} - G_0 - B.C + FA.C + TC + C.$$

BA : Bouguer anomali

G obs : Harga gayaberat pengamatan

G<sub>0</sub> : Harga gayaberat pada suatu lintang

BC : Koreksi bouguer

TC : Koreksi medan

FAC : Koreksi udara bebas

C : Koreksi pasang surut

### Penafsiran Kualitatif Anomali Bouguer

Peta anomali Bouguer menampilkan anomali lokal dan anomali regional yang masih menyatu, sedangkan penafsiran anomali Bouguer dikorelasikan dengan peta geologi serta data pendukung lainnya. Anomali Bouguer di Cekungan Yapen (Gambar 6) membentuk anomali tinggi 220 mgal yang terdapat di daerah Saubeba di utara yang menjam ke daerah selatan Serui. Arah tunjaman ke selatan menandakan bahwa cekungan batuan sedimen mempunyai kemiringan ke arah tersebut.

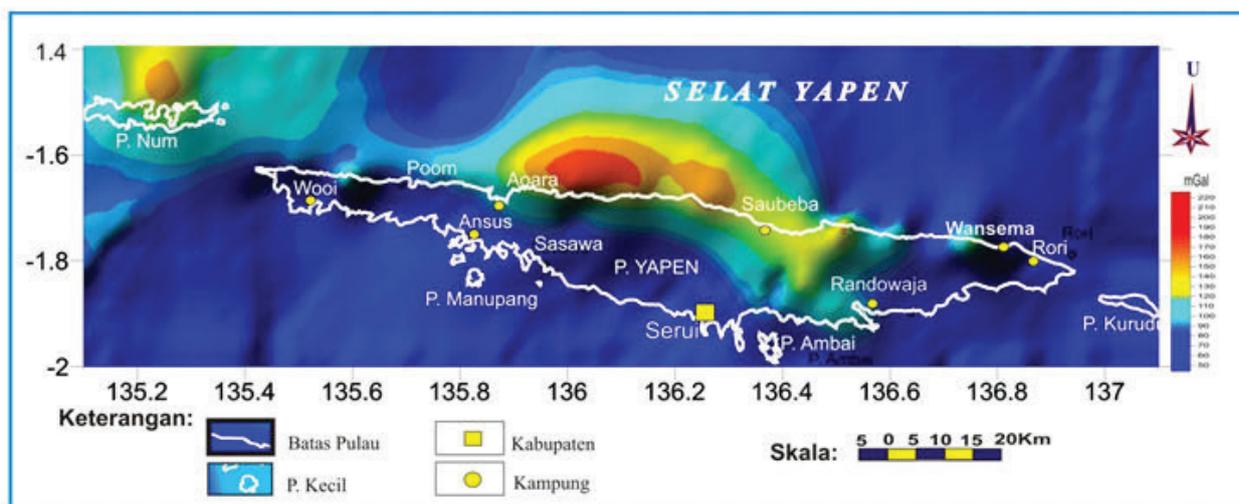
Tingginya anomali di daerah utara ini kemungkinan ada kaitannya dengan pengaruh dari lapisan batuan

gunungapi malih Rosburi berumur Kapur Atas yang membentuk densitas tinggi dan merupakan kontak struktur serta pendangkalan batuan dasar akibat tersesarkan ke permukaan. Batuan gunungapi tersebut sebagian tersingkap di permukaan hingga ke daerah Saubeba. Daerah cekungan sedimen dibentuk oleh anomali Bouguer -90 mgal yang menjam sangat tajam ke selatan yang mencirikan batuan sedimen lebih tebal. Kelurusan anomali antara yang tinggi dan rendah di daerah utara ditafsirkan sebagai struktur patahan naik memanjang ke arah yang sama.

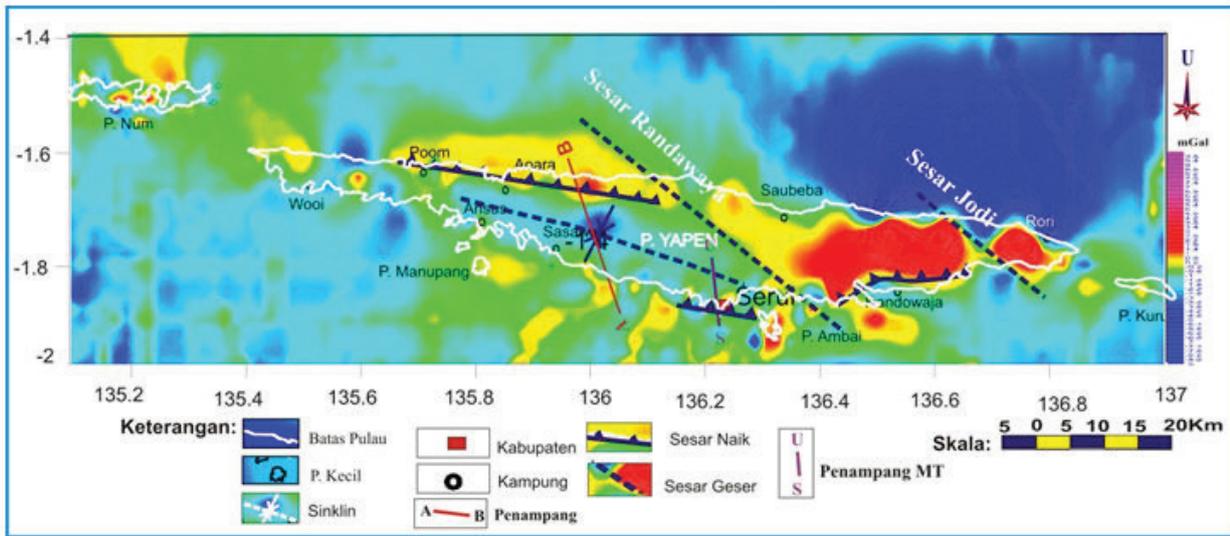
### Penafsiran Kualitatif Anomali Sisa

Peta anomali sisa merupakan anomali yang lebih terperinci jika dibandingkan dengan anomali regional maupun anomali Bouguer. Anomali sisa didapatkan setelah dikurangi dengan anomali regional terhadap anomali Bouguer, dan dipakai untuk menganalisis anomali-anomali lokal dan struktur yang lebih dangkal.

Anomali sisa (Gambar 7) membentuk cekungan dari 0 mgal hingga -9 mgal berarah barat-timur, dari Ansus hingga Sasawa sepanjang ± 30 km. Anomali rendah terbentuk di sepanjang perbukitan di Pulau Yapen. Bila dikorelasikan dengan penampang Magnetotelurik (MT) anomali sisa tersebut dibentuk oleh batuan bertahanan jenis rendah (< 100 Ohm-



Gambar 6. Peta anomali Bouguer memperlihatkan anomali tinggi di utara 220 mGal membentuk klosur tinggian sesar naik dan anomali rendah hingga -90 mgal membentuk cekungan sedimen yang tebal Pulau Yapen.



Gambar 7. Peta struktur anomali sisa memperlihatkan sesar naik Aoara dan Serui serta sesar geser Pulau Yapen Papua.

meter) oleh batuan sedimen hingga kedalaman 7000 m. Tampilan anomali sisa 9,8 mgal dan peta anomali Bouguer 220 mgal membentuk tinggian ditafsirkan sebagai batuan gunungapi malih Rosburi. Bila dikorelasikan dengan peta geologi batuan gunungapi malih Rosburi hanya tersingkap di selatan Saubeba dan merupakan kontak struktur dengan batuan di sekitarnya. Tampilan anomali tinggi tersebut ternyata luas hingga ke arah timur Saubeba yang tertindih oleh batuan vulkanik Yapen.

Beberapa kelurusan anomali mengindikasikan struktur sesar naik di daerah utara Aoara dan sesar naik di daerah Serui. Sesar naik tersebut terindikasi dari

penampang anomali sisa serta pada penampang Magnetotelurik (MT). Kelurusan anomali sisa juga ditampilkan oleh sesar geser Randowaya dan sesar Jodi arah barat-laut-tenggara yang merupakan sesar utama di daerah ini. Korelasi dengan peta image morfologi (Gambar 8) menunjukkan bahwa lokasi dan arah sesar tersebut bersesuaian. Penyebab terjadinya gempa bumi yang terjadi di daerah ini pada tanggal 16 Juni 1979 berkekuatan 7,1 – 7,9 Skala Richter dan terjadi di daerah Pulau Yapen yang berpusat di darat 2°17' LS dan 136°59' BT di utara pada kedalaman 10 km diakibatkan oleh sesar naik Aoara maupun kombinasi dari sesar geser yang turut aktif



Gambar 8. Peta Image morfologi dikorelasikan dengan struktur anomali sisa mengindikasikan kelurusan yang sama sebagai sesar geser Pulau yapen ([http:// Googleearth.com](http://Googleearth.com)).

### Penafsiran Kuantitatif Penampang A - B

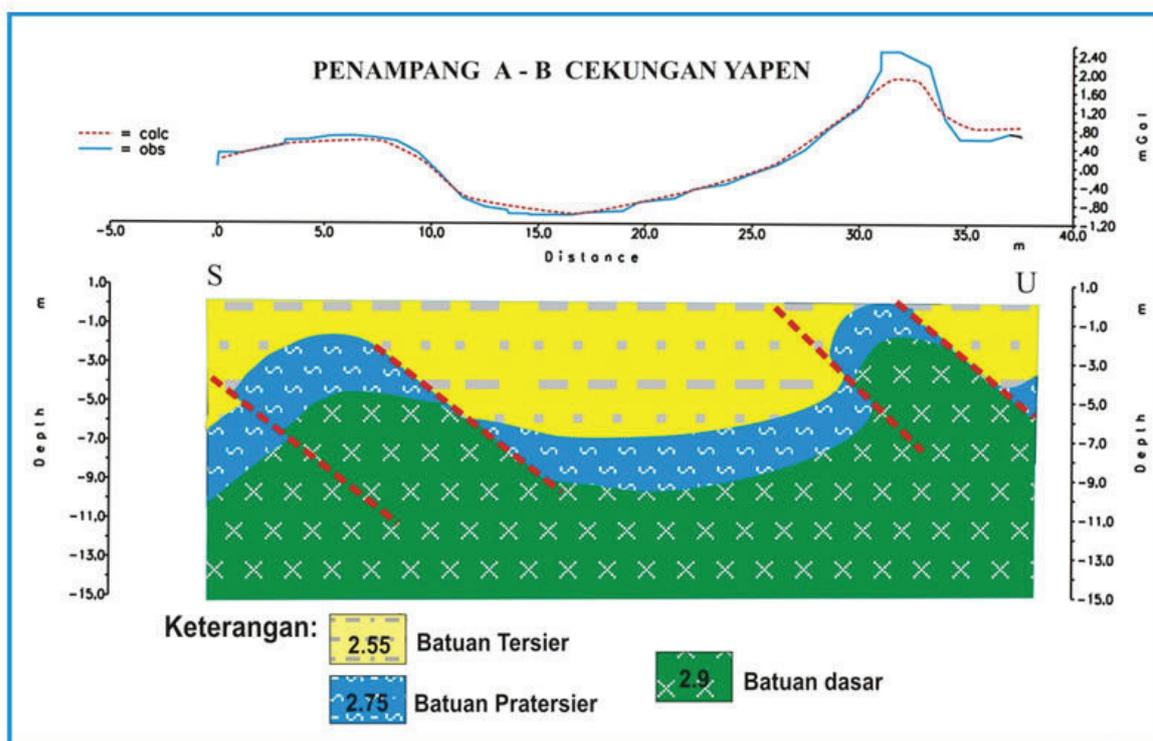
Penafsiran kuantitatif terhadap pola anomali sisa (gambar 9) berarah selatan – utara sepanjang  $\pm 50$  km dari selatan Sasawa – Aoara adalah sebagai berikut:

Batuan sedimen Tersier: rapat massa batuan  $2,55 \text{ gr/cm}^3$  membentuk cekungan sedimen pada kedalaman antara  $7000 - 8000 \text{ m}$ . Cekungan sedimen tersebut juga tampak pada penampang Magnetotelurik (MT) (gambar 10) yang disederhanakan dari Luky (2013). Bagian selatan dibentuk oleh anomali meninggi dari lapisan batuan Pra-tercier bertahanan jenis  $750 - 1000 \text{ Ohm-meter}$ . Batuan tersebut mengalami lipatan rebah hingga membentuk patahan naik arah barat-timur di daerah Serui.

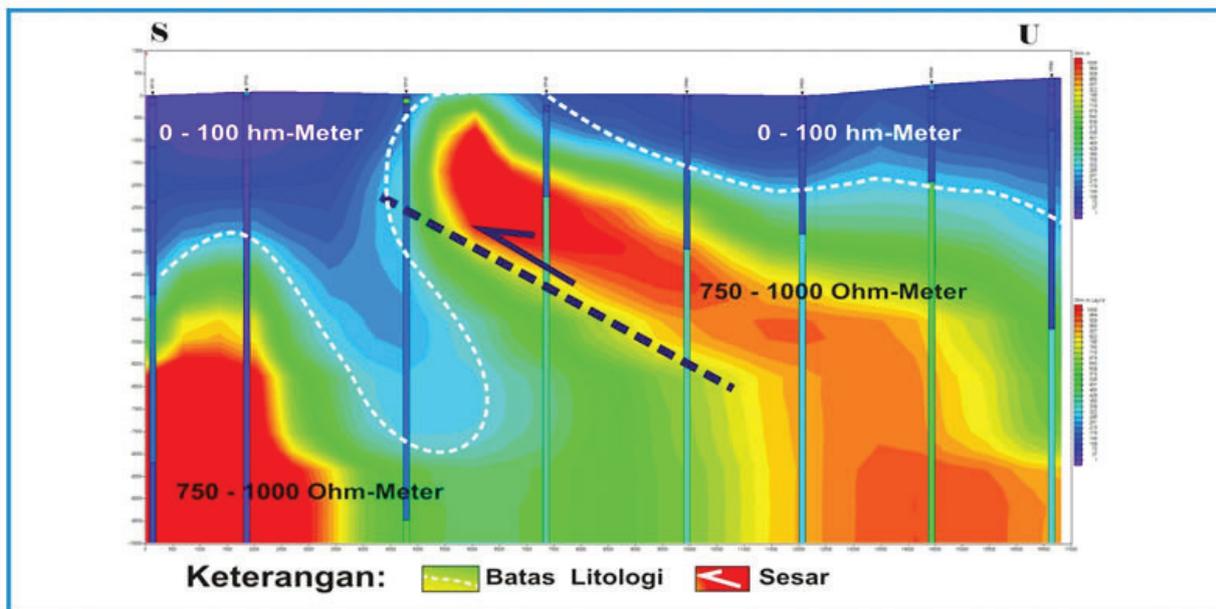
Batuan Pra-tercier: mempunyai rapat massa  $2,76 \text{ gr/cm}^3$  ditafsirkan sebagai batuan metasedimen oleh batuan gunungapi malih seperti yang dijumpai di bagian utara Aoara. Batuan dasar dibentuk oleh batuan ultramafik dengan rapat massa batuan  $2,9 \text{ gr/cm}^3$  yang mengalami pematahan bongkah hingga ke batuan dasar. Patahan bongkah yang membentuk sesar naik diduga terkait dengan terjadinya gempa bumi didaerah ini.

### DISKUSI

Indonesia merupakan salah satu kawasan di dunia yang memiliki potensi kegempaan yang tinggi karena wilayah Indonesia sangat dipengaruhi oleh lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik. Lempeng Indo-Australia bergerak relatif ke arah utara dan menyusup ke dalam lempeng Eurasia. Sementara lempeng Pasifik bergerak relatif ke arah barat membentuk Jalur Zona Subduksi di lepas pantai utara Pulau Biak. Akibat pergerakan subduksi tersebut pada tahun 1979 gempa bumi terjadi di daerah Pulau Yapen dan sekitarnya dengan berkekuatan antara  $7,1 - 7,9$  Skala Richter berpusat di  $2^{\circ}17' \text{ LS}$  dan  $136^{\circ}59' \text{ BT}$  utara Aoara di darat pada kedalaman  $10 \text{ km}$ . Dilaporkan sebelum gempa utama terjadi, ada gempa pendahuluan pada  $6,2$  Skala Richter selama  $10$  menit. Sejak tahun  $1900 - 2007$  di Pulau Yapen dan sekitarnya telah terjadi empat kali gempa besar berkekuatan  $> 7$  Skala Richter, belum lagi dengan gempa-gempa yang lebih kecil. Gempa besar tersebut terjadi pada tahun  $1914$  pada  $7,5$  Skala Richter, tahun  $1957$  pada  $7,8$  Skala Richter, tahun  $1957$  pada  $7,3$  Skala Richter, dan tahun  $1979$  pada



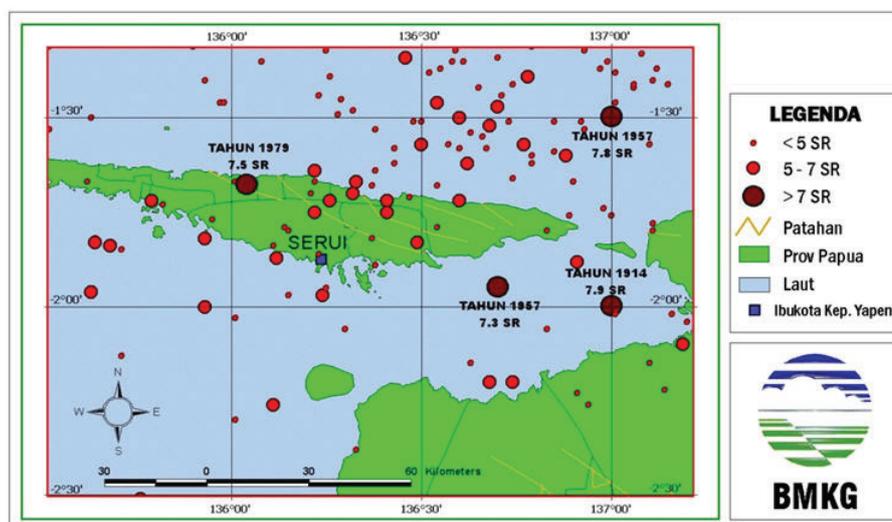
Gambar 9. Penampang A-B anomali sisa Cekungan yapen memperlihatkan cekungan sedimen  $7 - 8 \text{ km}$  dan mensesarkan batuan gunung api malih Rosburi di utara Pulau Yapen Papua..



Gambar 10. Penampang tahanan jenis 2D-Inversi memperlihatkan batuan meta sedimen 1000 Ohm -meter tersesarkan ke permukaan di daerah Serui selatan Pulau Yapen Lucky (2013).

7,5 Skala Richter (Gambar 11). Tiga kejadian gempa terjadi di laut dan satu terbentuk didarat Pulau Yapen. Dengan demikian, sumber gempa bumi besar sangat potensial didaerah ini. Bila dikorelasikan dengan struktur regional, beberapa ahli menyatakan gempa tersebut akibat adanya sesar mendatar berarah barat - timur di sesar Yapen yang membentang dari Manokwari hingga ke Jayapura di ujung timur pesisir utara Pulau Cendrawasih (gambar 3). Akan tetapi berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, sesar mendatar tersebut tidak mendukung teori di atas, melainkan bentuk fenomena sesar naik. Ke

arah timur melalui lajur sesar Mamberamo juga bukan sesar mendatar, melainkan sesar naik (Panjaitan, 2013). Gempa bumi yang terjadi pada tahun 1979 di Pulau Yapen berpusat di darat pada 2°17' LS dan 136°59' BT pada kedalaman 10 km dengan kekuatan antara 7,1 – 7,9 Skala Richter. Gempa bumi tersebut akibat gerakan sesar naik di utara Aoara yang tercermin dari peta anomali Bouger, peta anomali sisa, penampang anomali sisa A – B, serta adanya indikasi sesar naik di Serui pada penampang Magnetotelurik (MT). Ditafsirkan bahwa gempa yang terbentuk di daerah ini ikut menggerakkan sesar geser Randowaya



Gambar 11. Sebaran gempa tahun 1900-2007 di atas 7 skala Richter daerah Pulau yapen dan sekitarnya BMKG (2010).

dan Jodi arah baratlaut-tenggara, sehingga penyebab gempa bumi di daerah ini bukan patahan Sorong yang bergerak ke barat seperti diutarakan sebelumnya pada peta tektonik Papua. Distribusi gempa kecil dan gempa kuat seperti gambar di atas mencerminkan struktur sesar banyak terdapat di daerah ini. Tidak tertutup kemungkinan gempa kuat diatas 8 - 9 Skala Richter sewaktu-waktu dapat terjadi pada jalur subduksi di laut utara Pulau Biak yang akan menggerakkan lajur-lajur sesar di Pulau Yapen dan sekitarnya. Apabila episentrum gempa berada di Jalur Subduksi Irian lepas pantai Pulau Biak, maka tsunami akan terjadi dan berdampak gelombang tinggi. Gelombang tinggi tersebut akan terjadi di bagian timur Pulau Yapen hingga ke Pulau Kurudu yang berbatasan langsung dengan laut lepas dengan jalur subduksi. Sementara didaerah Kota Serui hingga Pulau Yapen bagian barat gelombang pasang dapat terjadi, tetapi tidak begitu berbahaya karena terlindung oleh Pulau Biak dan Pulau Supiori. Akan tetapi dampak gempa kuat tersebut bila terjadi sangat berbahaya di Pulau Yapen karena dapat mengaktifkan patahan yang terdapat di daerah ini.

## KESIMPULAN

1. Zona Subduksi di utara lepas pantai Papua antara pertemuan lempeng Pasifik dan lempeng Australia-India adalah penggerak utama yang dapat menimbulkan tsunami di daerah ini dan mengaktifkan sesar di sekitar Pulau Yapen.
2. Gempa bumi pada tahun 1979 di Pulau Yapen dan sekitarnya yang berkekuatan 7,1 – 7,9 Skala Richter dan berpusat di 2°17' LS dan 136°59' BT utara Aoara pada kedalaman 10 km diakibatkan oleh sesar naik Aoara, mungkin juga disertai oleh sesar naik Serui.
3. Sesar geser Randowaya dan Jodi arah baratlaut-tenggara juga berpotensi menimbulkan gempa, akan tetapi tsunami kecil kemungkinannya terjadi.
4. Gempa kecil dan gempa kuat > 7 Skala Richter telah terjadi empat kali di daerah ini yang mencerminkan struktur sesar yang aktif cukup banyak, sehingga tidak tertutup kemungkinan

bahwa gempa kuat >7 Skala Richter sewaktu-waktu dapat terjadi di Pulau Yapen.

5. Gempa kuat > 8 Skala Richter dengan episentrum di Zona Subduksi Irian menimbulkan tsunami pada 17 Februari 1996. Ditafsirkan tsunami tersebut kurang berdampak di Pulau Yapen karena gelombang air laut terhalang oleh Pulau Biak dan Pulau Supiori.
6. Gempa bumi yang terjadi pada tahun 1979 di Pulau Yapen berpusat di darat pada 2°17' LS dan 136°59' BT pada kedalaman 10 km dengan kekuatan antara 7,1 – 7,9 Skala Richter diakibatkan oleh patahan naik di utara Aoara dan tidak menimbulkan tsunami besar karena episentrum gempa di darat.
7. Sesar geser Randowaya dan Jodi berpotensi menimbulkan gempa, tapi tidak menimbulkan tsunami karena sifat gerakannya mendatar.
8. Anomali tinggi 220 mgal di utara arah barat-timur membentuk tinggian sebagai sesar naik dan cekungan batuan sedimen terbentuk pada anomali Bouguer -90 mgal kedalaman berkisar 7000 m. Batuan dasar ultramafik mempunyai rapat massa 2,9 gr/cm<sup>3</sup> membentuk patahan hingga kebatuan dasar yang terkait dengan gempa bumi di Pulau Yapen dan sekitarnya.
9. Perlu dipahami oleh masyarakat setempat melalui pemerintahan daerah bahwa gempa kuat biasanya didahului oleh gempa pendahuluan yang sifatnya belum merusak, dan pada saat tersebut masyarakat harus sudah keluar rumah. Setelah beberapa menit kemudian, baru terjadi gempa besar (gempa merusak). Kemudian diikuti oleh gempa susulan dengan frekuensi yang rapat, kemudian getarannya semakin lama akan menghilang kembali. Apabila gelombang pasang tinggi terlihat masyarakat harus cepat lari mencari tempat-tempat yang lebih tinggi, supaya tidak tersapu oleh gelombang air pasang atau tsunami.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kepala Pusat Survei Geologi yang memfasilitasi

pendanaan. Penulis menyadari atas kekurangannya, namun akan terus berusaha untuk memperbaikinya dikemudian hari.

#### ACUAN

Atmawinata, S., Ratman, N., 1989. Peta Geologi Lembar Yapen Irian Jaya, Skala 1 : 250.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung.

Barber, A. J. dan Wiriyosujono, S., 1979. The Geology and Tectonics of Eastern Indonesia. Proceeding of the CCOP – IOC SEATAR working Group Meeting, Bandung, Indonesia.

BMKG., 2010. Laporan Gempabumi Yapen Waropen Papua, BMKG Jakarta.

Dow, D.B., Robinson, G.P., Hartono, U., dan Ratman, N., 1986. Geologic Map of Irian Jaya, Indonesia, 1 : 1.000.000 Scale. Geological Research and Development Centre, Indonesia.

Lucky, G.M., 2013. Penelitian Cekungan Biak –Yapen Papua Dengan Metode Magnetotelurik (MT) Pusat Survei Geologi Bandung, Tidak Dipublikasikan.

Panjaitan, S., 2013. Penelitian Cekungan Biak-Yapen - Mamberamo Dengan Metode Gayaberat Pusat Survei Geologi, Belum Terbit.

Robinson, G.P. dan Tobing, S.L. 1982. Late Cainozoic Origin Bintuni Basin and Adjacent Lengguru Fold Belt, Irian Jaya. Proceedings Indonesian Petroleum Association 11th Annual Convention, p. 109-126.

Sobari, I., Zainal Hayat, D., Raharjo, D.N., 2009. Peta Anomali Bouguer Lembar Yapen Skala 1 : 250.000. Papua, Pusat Survei Geologi.

Jaya. Proceedings Indonesian Petroleum Association 11th Annual Convention, p. 109-126.

Panjaitan, S., 2013. Penelitian Cekungan Biak-Yapen - Mamberamo Dengan Metode Gayaberat

Pusat Survei Geologi, Belum Terbit.

Sobari, I., Zainal Hayat, D., Raharjo, D.N., 2009. Peta Anomali Bouguer Lembar Yapen

Skala 1 : 250.000. Papua, Pusat Survei Geologi.