

Sebaran Batuan Karbonat Di Cekungan Matarombeo, Lengan Tenggara Sulawesi

Saptono Budi Samodra¹, Sugeng Sapto Surjono¹, Donatus Hendra Amijaya¹, & Wiwit Suryanto²

¹ Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

² Prodi Geofisika, Departemen Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Gadjah Mada

*Email Koresponden: sugengssurjono@ugm.ac.id

Diterima: 20-09-2024

Disetujui: 21-10-2024

Publish: 31-12-2024

Abstrak Keberadaan batuan karbonat, terutama yang menunjukkan struktur pertumbuhan reef menjadi target eksplorasi untuk cekungan sedimen yang masih awal dieksplorasi. Di Cekungan Matarombeo, terdapat 5 formasi batuan yang tersusun oleh batuan karbonat, yaitu Formasi Tokala, Formasi Matano, Formasi Tampakura, Formasi Eomoiko dan Formasi Buara. Penelitian ini bertujuan mengetahui penyebaran kelima formasi batuan Karbonat tersebut dan potensinya sebagai reservoir hidrokarbon di daerah kajian. Data yang digunakan berupa data hasil penyelidikan geologi permukaan dan data seismik. Dari hasil analisis diketahui bahwa batuan karbonat dari Formasi Tampakura dan Formasi Eomoiko dapat berfungsi sebagai reservoir utama di Cekungan Matarombeo. Hal ini didasarkan pada sifat fisik batuan yang mempunyai porositas dan permeabilitas yang cukup baik, serta dapat dikenali dengan mudah di penampang seismik sebagai pertumbuhan reef. Keberadaan reef yang tumbuh di tinggian dan terhubung dengan dalaman yang dapat berfungsi sebagai kitchen area menyebabkan batugamping Formasi Tampakura dan Formasi Eomoiko menjadi target utama reservoir di Cekungan Matarombeo.

Kata kunci: Batuan Karbonat, Reservoir Hidrokarbon, Cekungan Matarombeo.

***Abstract** Carbonate rocks, especially reef, are an exploration target for sedimentary basins that are still beginning to be explored. In the Matarombeo Basin, there are 5 rock formations composed of carbonate rocks, namely the Tokala Formation, Matano Formation, Tampakura Formation, Eomoiko Formation and Buara Formation. The aims of this research are to determine the distribution of the five carbonate rock formations and their potential as hydrocarbon reservoirs in the study area. The data used is data from surface geological investigations and seismic data. From the analysis results it is known that carbonate rocks from the Tampakura Formation and the Eomoiko Formation can function as the main reservoir in the Matarombeo Basin. This is based on the physical properties of the rock which has fairly good porosity and permeability, and can be easily recognized in seismic sections as reef growth. The existence of reefs that grow at heights and are connected to the interior which can function as a kitchen area causes the limestone of the Tampakura Formation and the Eomoiko Formation to become the main reservoir targets in the Matarombeo Basin.*

Keywords: Carbonate rocks, Hydrocarbon reservoir, Matarombeo Basin

1. PENDAHULUAN

Reservoir merupakan salah satu elemen penting dalam sistem petroleum suatu daerah. Hampir 40% reservoir di dunia tersusun atas batuan karbonat (Scoffin, 1987). Di Jawa, Kalimantan, dan Sulawesi batuan karbonat berkembang pesat selama Tersier (Wilson, 2000). Agar batuan dapat berfungsi sebagai reservoir, batuan tersebut harus mempunyai porositas dan permeabilitas yang baik. Batuan karbonat dapat berperan sebagai reservoir disebabkan adanya porositas dan permeabilitas primer maupun sekunder sebagai hasil dari proses pembentukan dan proses diagenesa pasca pembentukan. Dengan demikian sifat fisik dan proses diagenesis yang terjadi pada batuan karbonat merupakan hal penting untuk diketahui dalam melihat potensi batuan karbonat sebagai reservoir.

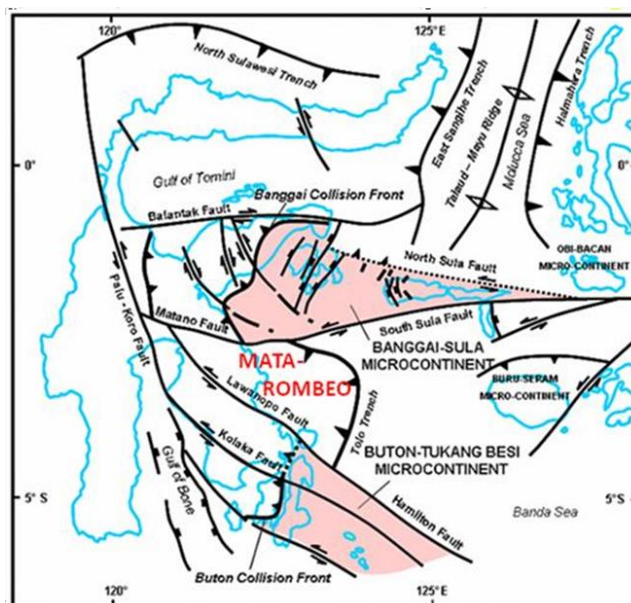
Daerah Sulawesi bagian timur dan tenggara diyakini sebagai kepingan benua yang berasal dari tepi utara Australia (Pigram, dkk, 1985; Matcalfe, 1988, 1990; Audley-Charles, 1991; Davidson, 1991; Surono, 1996, 1998). Stratigrafi lengan tenggara Sulawesi, mengacu pada Peta Geologi Lembar Lasusua – Kendari (Rusmana, dkk, 1993), seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kolom Stratigrafi Lengan Tenggara Sulawesi (Rusmana, dkk., 1993)

UMUR		KOLOM LITOLOGI	EVEN TEKTONIK
Kenoozoik	Kuartar	Holosen	Pasca Tumbukan (Sekuen Molase)
		Pleistosen	
	Tersier	Pliosen	Formasi Pandua
		Miosen	Formasi Boepinang
		Oligosen	Formasi Langkowala
		Eosen	Formasi Eomoiko
		Paleosen	Batuan Campur Aduk (Melange)
Mesozoik	Kapur	Ofiolit	Awal tumbukan Lengan Tenggara Sulawesi dengan Sulawesi Barat; Mengangkat Ofiolit
	Jurasik	Formasi Matano	Pemekaran dasar samudera pada batas Ceno-Tethys
	Triasik	Formasi Tokala	
		Formasi Meluhu	Syn-rift
		Lempeng Samudera	
		Lempeng Benua	

Berdasarkan kolom stratigrafi di atas, diketahui bahwa batuan tertua yang tersingkap di lengan tenggara Sulawesi berupa batuan malihan berumur Karbon, di atasnya menerobos batuan beku yang berumur Perm. Setelah itu pada umur Trias diendapkan Formasi Meluhu dan Formasi Tokala. Pada umur Kapur terjadi pensesaran yang menaikkan batuan ofiolit, yang dilanjutkan dengan pengendapan Formasi Matano pada umur Kapur Akhir. Selanjutnya pada Oligosen diendapkan Formasi Salodik. Tidak selaras di atasnya, pada umur Pliosen diendapkan Formasi Pandua yang merupakan kelompok batuan mollase. Pada akhirnya di umur Pleistosen hingga holosen diendapkan batuan dari Formasi Alangga, Batugamping Formasi Buara dan endapan alluvial.

Daerah Matarombeo yang menjadi lokasi penelitian dibatasi oleh Sesar Matano di bagian utara, Sesar Lawanopo di bagian baratdaya ke tenggara, serta oleh sesar naik Tolo di bagian timur (Gambar 1.).



Gambar 1. Tatanan tektonik lengan tenggara Sulawesi.

Terlihat bahwa cekungan Matarombeo dibatasi oleh Sesar Matano di bagian utara, Sesar Lawanopo di bagian barat daya hingga tenggara, dan sesar naik Tolo di bagian Timur.

2. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data geologi permukaan dan data seismik. Data geologi permukaan diperoleh dari hasil pengamatan geologi pada 232 stasiun pengamatan. Data seismik diperoleh dari PND berupa 119 line seismic 2D.

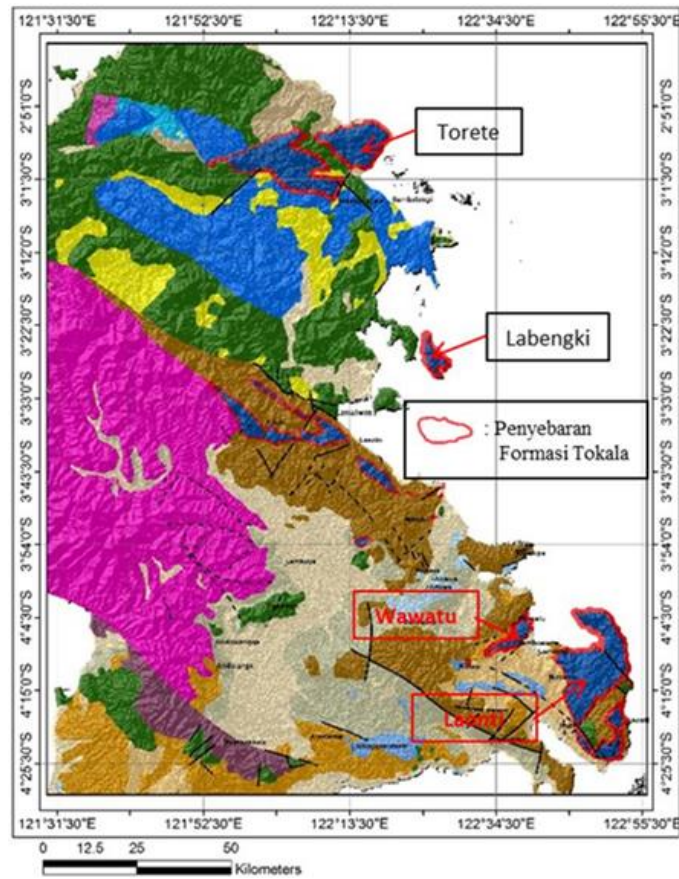
Data geologi yang diperoleh di lapangan terdiri dari hasil pengamatan dan pengukuran geomorfologi, hasil pengamatan singkapan dan pembuatan stratigrafi terukur, serta hasil pengamatan dan pengukuran elemen struktur geologi. Data tersebut kemudian dipilah sesuai dengan analisis lanjut yang dilakukan. Sedangkan data seismik dianalisis dengan menggunakan software Kingdom. Data seismik yang ada telah ter- register posisinya dalam peta dasar. Selanjutnya dipilih lintasan seismik yang paling dekat dengan sumur yang ada dan dilakukan pengikatan horison seismik dengan lapisan-lapisan dalam sumur yang telah diidentifikasi, umumnya berupa Top Formasi atau Intra Formasi yang mempunyai refleksi kuat. Kemudian dilakukan penelusuran horison sampai ke ujung lintasan seismik. Setelah itu dipilih lintasan seismik lain yang memotong lintasan seismik yang telah dilakukan penelusuran horison dan di titik potong dipakai sebagai acuan untuk penelusuran horison sampai ke ujung lintasan seismik. Proses ini diulang untuk semua lintasan seismik yang ada.

Setelah semua data dianalisis di laboratorium dan disajikan dalam bentuk uraian, tabel maupun gambar, dilakukan sintesis data hasil penelitian dan data sekunder yang relevan.

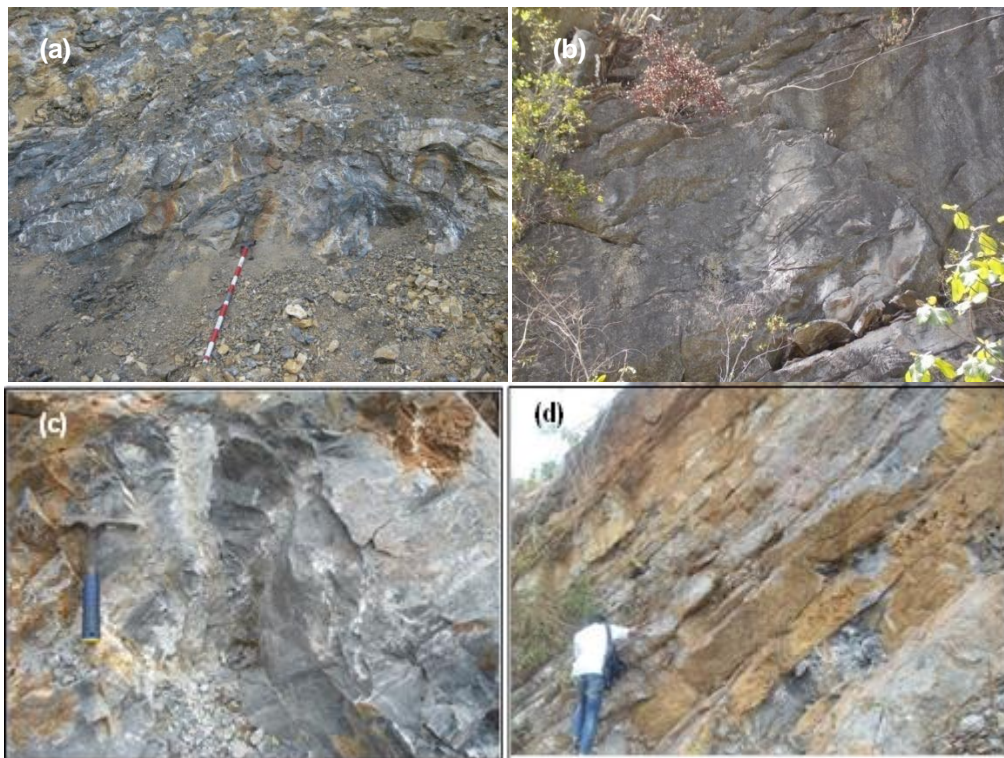
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Batuan karbonat di Cekungan Matarombeo dijumpai dalam 5 Formasi, yaitu Formasi Tokala, Formasi Matano, Formasi Salodik / Formasi Tampakura, Formasi Eomoiko, dan Formasi Buara. Formasi Tokala di wilayah Matarombeo berupa satuan Batugamping tersebar dengan luas di sekitar Desa Torette, sementara di wilayah Sulawesi Tenggara dijumpai di daerah Wawatu dan Tanjung Laonti (Gambar 2). Secara umum formasi ini tersusun atas perlapisan mudstone dan wackestone dengan warna abu-abu kecoklatan hingga abu-abu kehitaman (Gambar 3). Pada beberapa stasiun pengamatan, ditemukan adanya stain hidrokarbon dan juga aroma hidrokarbon yang cukup kuat, terutama saat batuan baru saja dipecah.

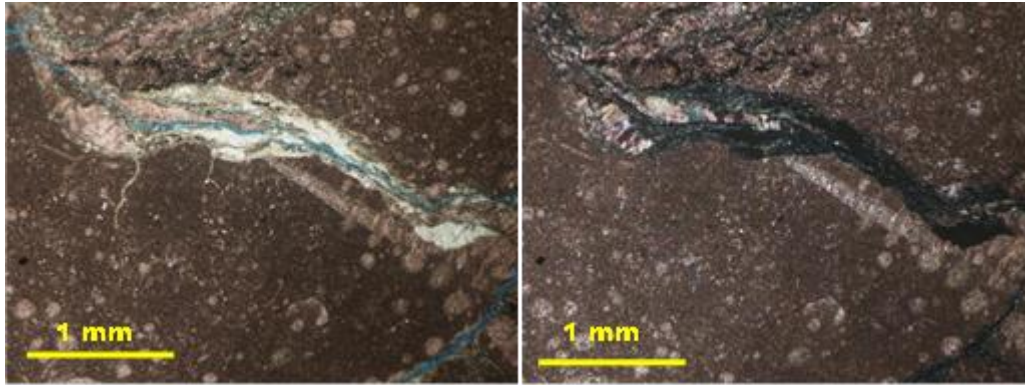
Pada sayatan tipis, batuan dari Formasi Tokala di STA 12 diklasifikasikan sebagai Mudstone, tersusun oleh mikrit dengan pori-pori berupa rekahan, dan semen berupa sparit (Gambar 4). Berdasarkan dijumpainya fosil Halobia, Amonit dan Belemnit, Formasi ini diperkirakan berumur Trias Akhir - Jura Awal (Simandjuntak, dkk., 1993) dengan lingkungan pengendapan pada laut dangkal (neritik). Tebal formasi ini diperkirakan lebih dari 1000 meter.



Gambar 2. Peta penyebaran Formasi Tokala di wilayah Matarombeo dan Sulawesi Tenggara.

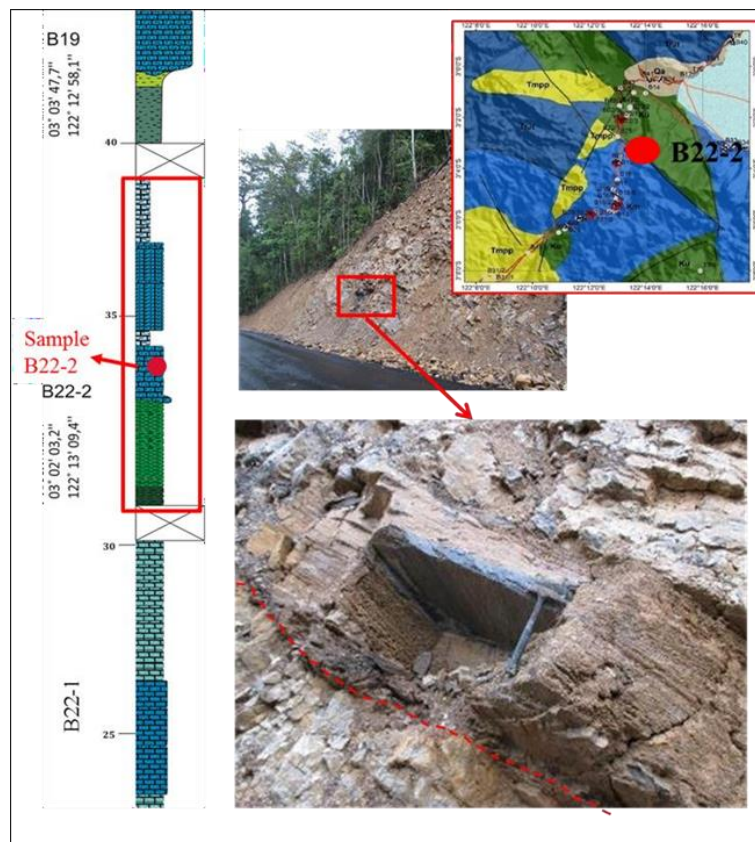


Gambar 3. Kenampakan singkapan Formasi Tokala, (a) di Torete, (b) di Labengki, (c) di Wawatu, dan (d) di Laonti.



Gambar 4. Kenampakan mikrograf sampel batuan dari STA B12.

Batugamping Formasi Matano tersebar di Pegunungan Matarombeo yang terletak di timur Danau Towuti hingga utara Asera membentuk Pegunungan Matarombeo, dan di selatan Danau Matano membentuk Pegunungan Bulu Taipa. Formasi tersusun atas batugamping kristalin, kalsilitit, napal, dan serpih dengan sisipan rijang. Pada singkapan di STA 22, dijumpai perselingan antara batugamping dengan mudstone yang kontak dengan batulempung di bagian bawahnya (Gambar 5.). Batugamping berwarna coklat keabu-abuan, kristalin, berstruktur laminasi paralel pada bagian atas dan masif di bagian bawah, terdapat urat kalsit. Mudstone yang dijumpai berwarna coklat keabu-abuan, kristalin, berstruktur laminasi paralel, komposisi material karbonat, terpotong oleh urat kalsit. Lapisan batulempung, berwarna abu-abu, struktur sedimen laminasi paralel, tersusun oleh material karbonat.



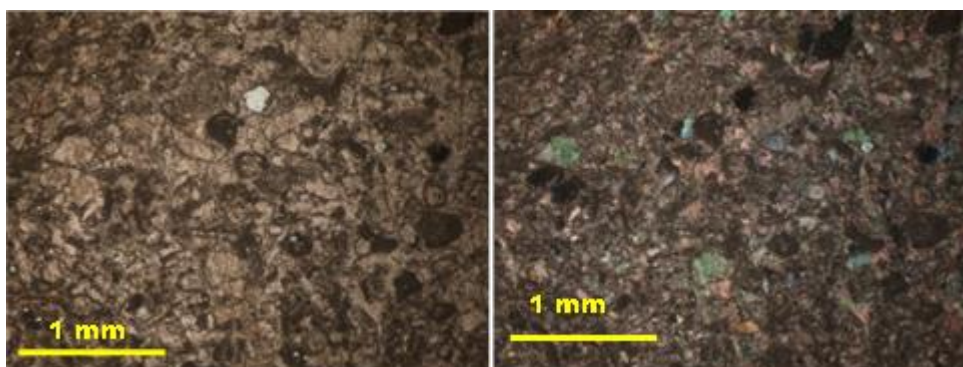
Gambar 5. Kolom stratigrafi terukur di daerah Batu Licin dan foto singkapan Batugamping Formasi Matano.

Pada sayatan tipis, batugamping merupakan Wackestone, tekstur terdukung matriks (matrix-supported), ukuran butir pasir sangat halus sampai pasir kasar, komposisi fragmen berupa intraklas (25%), foraminifera (14%), dan koral (6%), matriks berupa mikro kristalin kalsit (28%), semen berupa sparit (21%), pori tipe channel (5%) dan vug (1%) (Gambar 6.). Pada sayatan tipis B22-4, Mudstone dengan tekstur terdukung matriks, ukuran lempung – lanau, matriks berupa mikro kristalin kalsit (71%), foraminifera (3%), semen sparit (24%), dan pori berupa rekahan (2%).

Di Pegunungan Matarombeo, batugamping Formasi Matano menunjukkan struktur masif, membentuk tebing yang terjal cukup tinggi. Demikian juga di Bulu Taipa di selatan Danau Matano, juga terlihat batugamping masif dan telah mengalami karstifikasi intensif (Gambar 7.). Umur batugamping Formasi Matano telah diteliti oleh Cornee dkk. (1995) berdasarkan kandungan fosil foraminifera menghasilkan umur Kapur Akhir. Dengan dijumpainya sisipan rijang, diperkirakan Formasi Matano terbentuk di laut dalam. Hubungan stratigrafi dengan batuan Formasi Meluhu dan Formasi Tokala tidak ketahu karena tidak dijumpai kontak langsung. Namun berdasarkan umur dan lingkungan pengendapan, diperkirakan tidak selaras. Hubungan dengan Kompleks Ofiolit berupa kontak sesar.

Plate A: Plane-polarized light

Plate B: Cross-polarized light

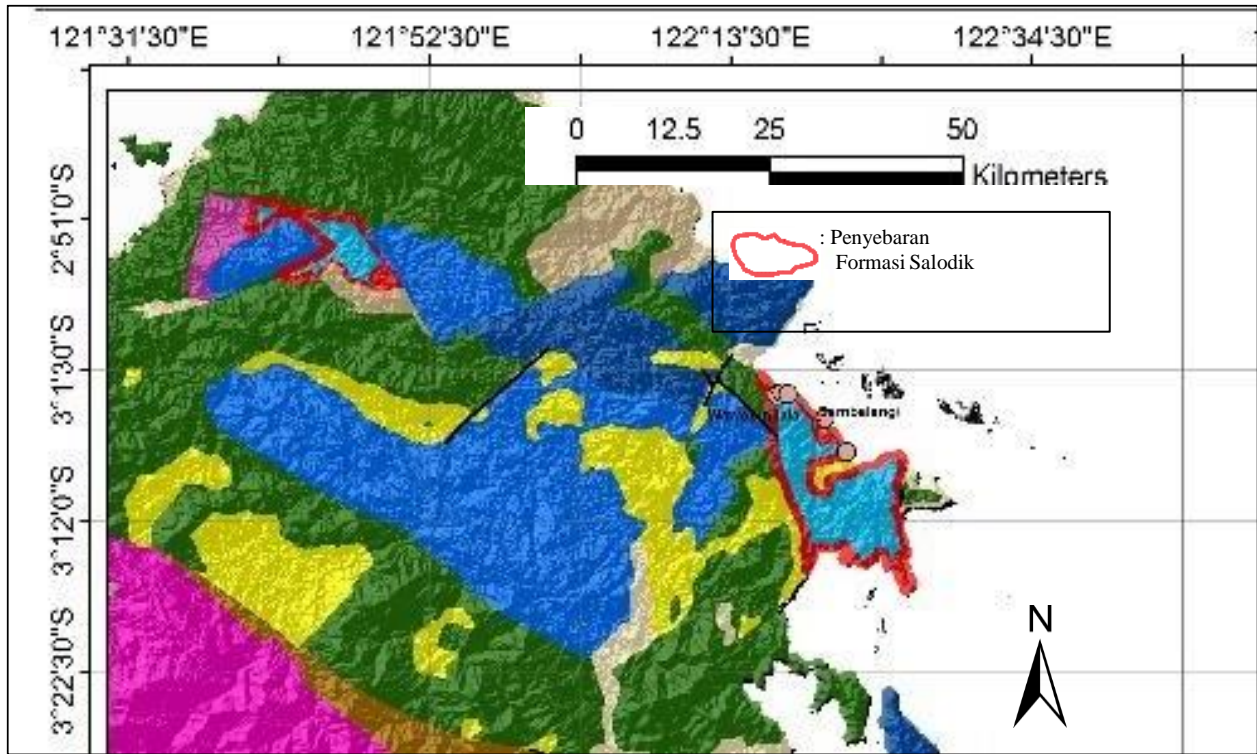


Gambar 7. Kenampakan Batugamping Formasi Matano di Pegunungan Matarombeo (kiri) dan selatan Danau Matano (kanan)

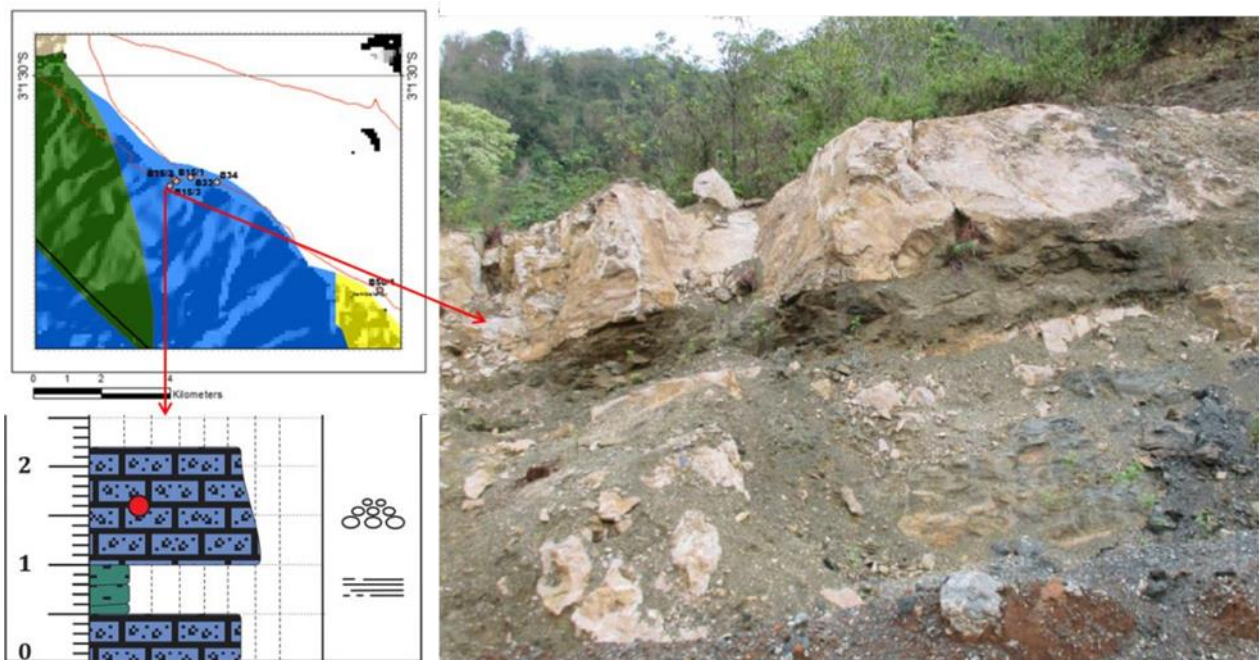
Formasi Salodik / Formasi Tampakura di daerah penelitian berupa satuan Batugamping memiliki penyebaran yang relatif sempit, dijumpai di sepanjang pantai timur Laroenai dan di Lerea timur Danau Towuti (Gambar 8.). Formasi ini tersusun atas perselingan perlapisan batugamping dengan batupasir (Gambar 9.) serta memiliki kandungan fosil foraminifera planktonik yang melimpah. Pada sayatan petrografi sampel B15-3 dari Laronea pada daerah Sambalangi diklasifikasikan sebagai rudstone (Gambar 10.), tekstur grain-supported, ukuran butir pasir halus sampai kerikil, fragmen tersusun oleh foraminifera, intraklas, koral dan alga. Matriks berupa mikrit dan tidak teramati adanya pori.

Berdasarkan kandungan fosil foraminifera, umur satuan ini adalah Eosen Akhir – Miosen Awal, dengan lingkungan pengendapan Laut Dangkal. Ketebalan satuan ini diperkirakan sekitar 250 meter. Formasi ini terlihat berhubungan secara tidak selaras dengan Kompleks Ofiolit yang berada di bawahnya dengan dibatasi sesar naik (Gambar 11).

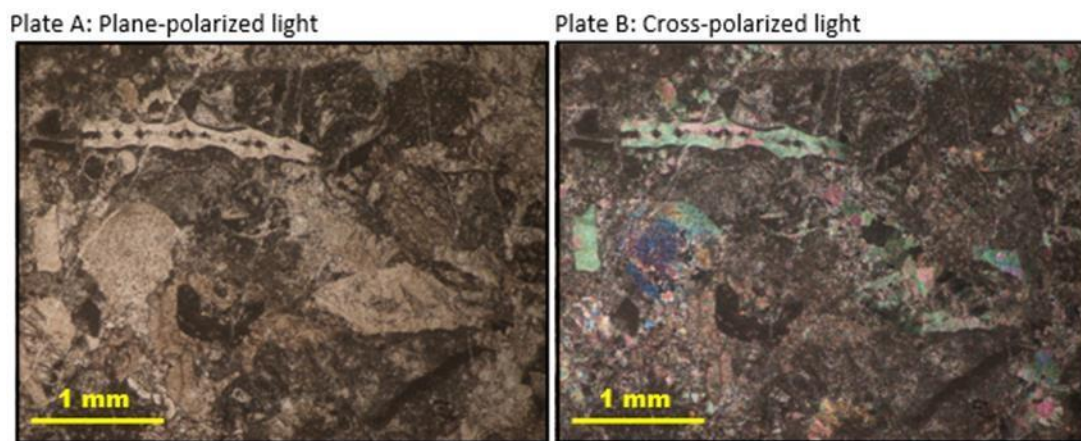
Formasi Eemoiko dijumpai di daerah Wasana dan Wolasi (Gambar 12). Formasi ini tersusun oleh rudstone, di singkapan berwarna putih kekuningan, tekstur klastik, terduduk butiran, terdiri dari fragmen koral, pelesipoda, gastropoda, ekinodermata, dan alga (Gambar 13). Pada kenampakan petrografi menunjukkan porositas yang cukup bagus tipe vugy dan intrapartikel (Gambar 14).



Gambar 8. Peta penyebaran Formasi Salodik di daerah penelitian



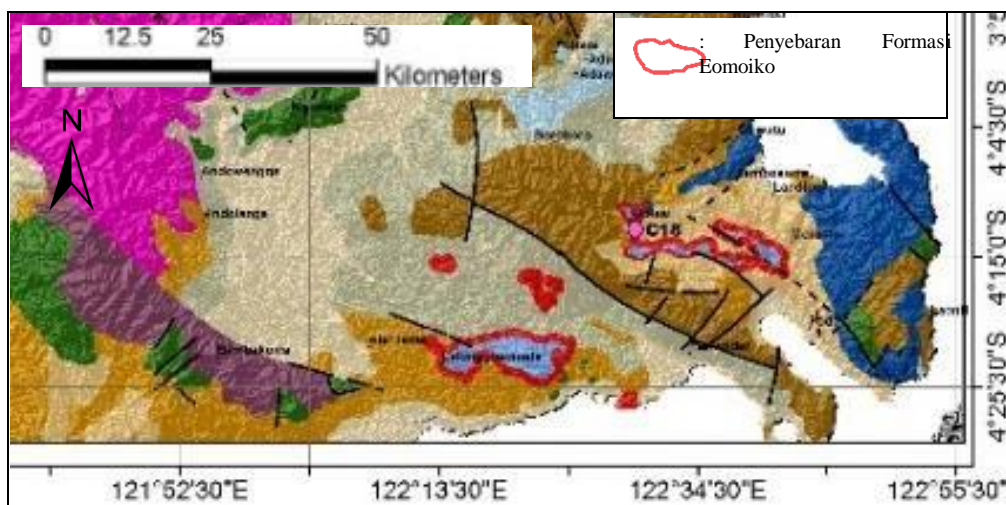
Gambar 9. Kolom stratigrafi dan foto singkapan Batugamping Formasi Salodik di STA B15-3



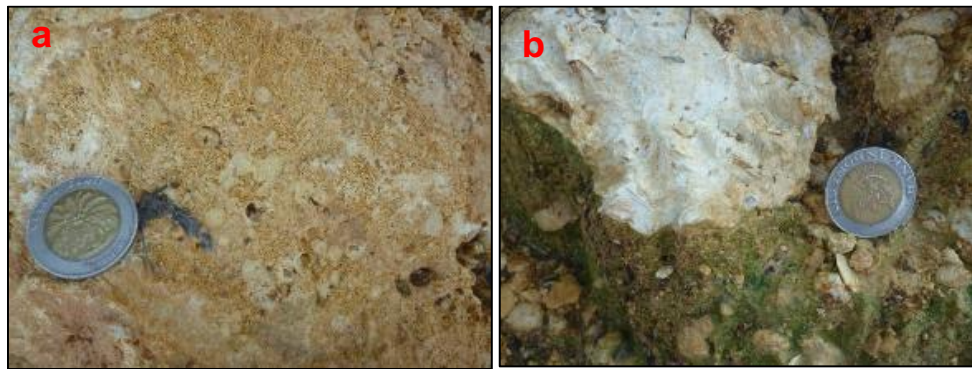
Gambar 10. Foto sayatan petrografi berupa Rudstone dari sampel B15-3.



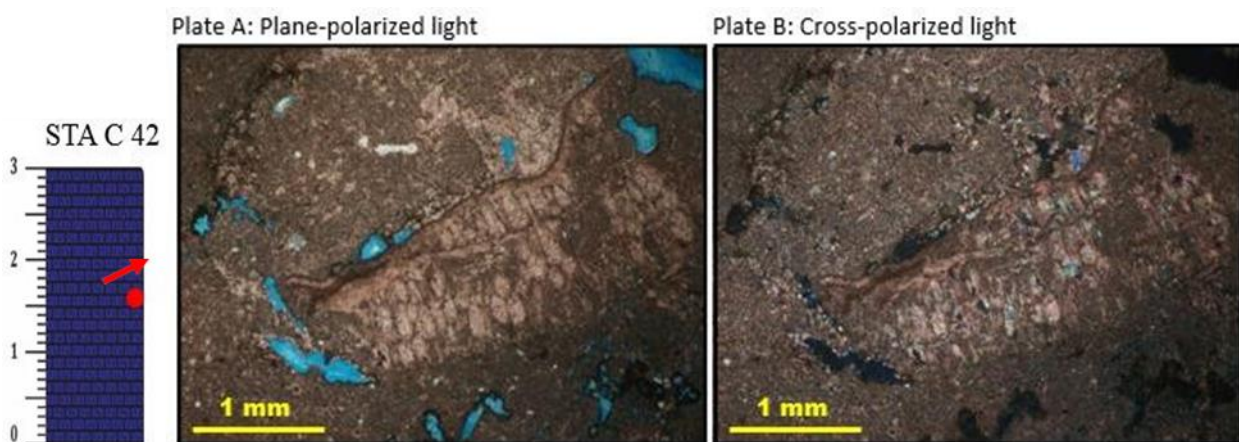
Gambar 11. Batas antara Formasi Salodik dan ofiolit berupa sesar naik di STA B15-3.



Gambar 12. Peta lokasi ditemukannya singkapan Formasi Eomoiko



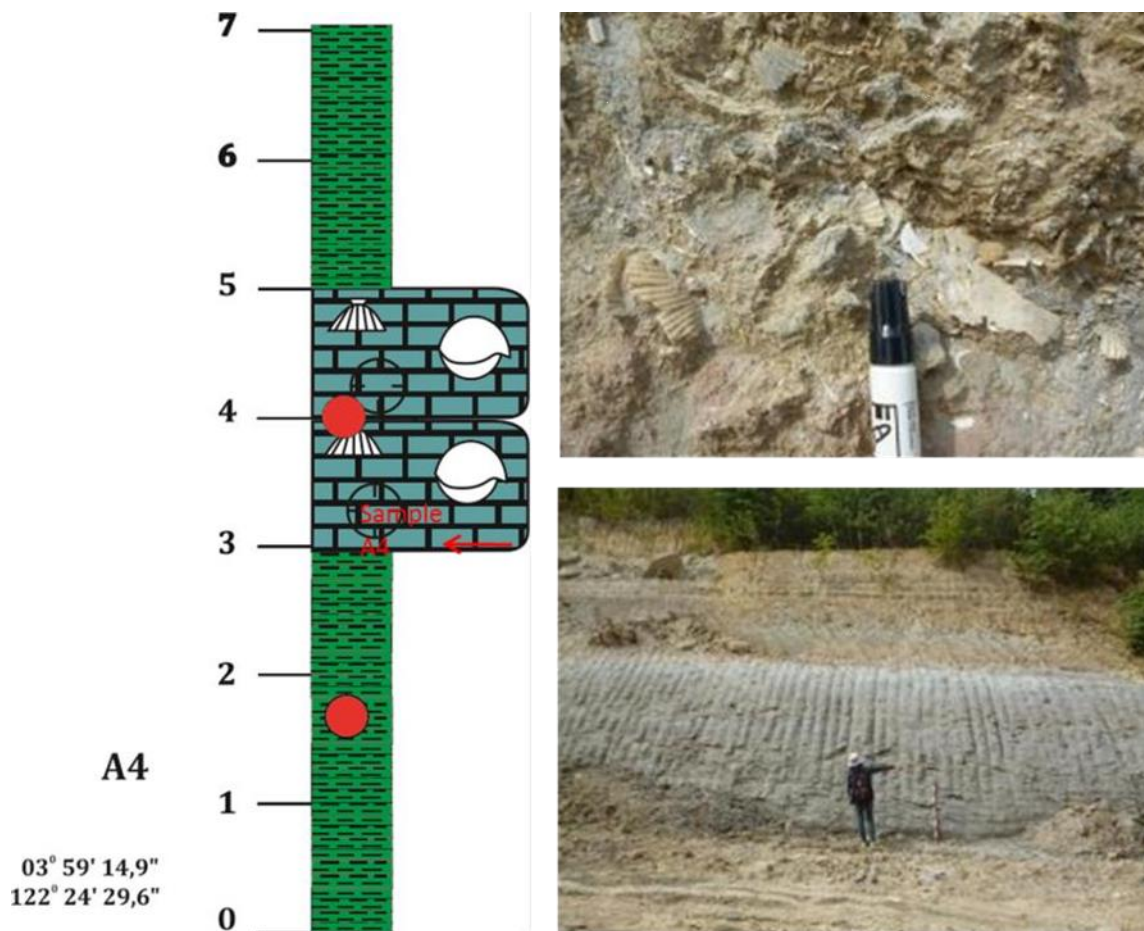
Gambar 13. Singkapan Rudstone dari Formasi Eomoiko di Wasana, tersusun oleh (a) fragmen koral and (b) fragmen Moluska.



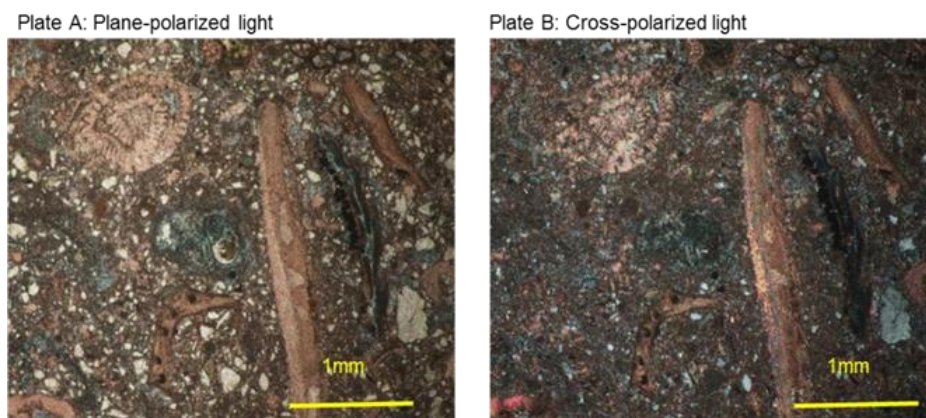
Gambar 14. Petrografi batugamping Rudstone Formasi Eomoiko yang menunjukkan tekstur grain-supported, dengan fragmen dari koral dan foraminifera. Matriks tersusun oleh microcrystalline calcite dengan porositas tipe vugy dan intrapartikel.

Formasi Buara tersusun oleh Batugamping yang merupakan batugamping holosen dan telah terangkat ke permukaan. Batuan ini banyak menyusun pulau-pulau di kepulauan Kaleroang, maupun di sekitar Kendari. Satuan ini terdiri atas terumbu koral, konglomerat, batupasir, berumur Plistosen-Holosen, terendapkan pada lingkungan laut dangkal. Pada singkapan di STA A4 dijumpai Formasi Buara berupa perlapisan Shale dengan sisipan rudstone. Shale yang ada berwarna abu-abu gelap, berukuran lanau sampai pasir halus, tersusun oleh material karbon, sedikit muskovit, dan di bagian atas dijumpai fragmen fosil (cangkang). Rudstone yang dijumpai berwarna abu-abu kecoklatan, berukuran lanau sampai kerakal, terdukung fragmen, tersusun oleh fragmen brachiopoda dan pelecypoda, lumpur karbonat, koral, ballanus, dan klastika (Gambar 15.).

Pada sayatan tipis batuan berwarna coklat, tekstur grain supported, ukuran butir lempung – pasir, sortasi sedang, kemas tertutup, tersusun oleh campuran material silisiklastik dan fragmen organik, komposisi fragmen berupa kuarsa, foraminifera, dan muskovit, sedangkan matriks tersusun oleh microcrystalline calcite (micrite), dijumpai pori-pori batuan tipe moldic (Gambar 16).



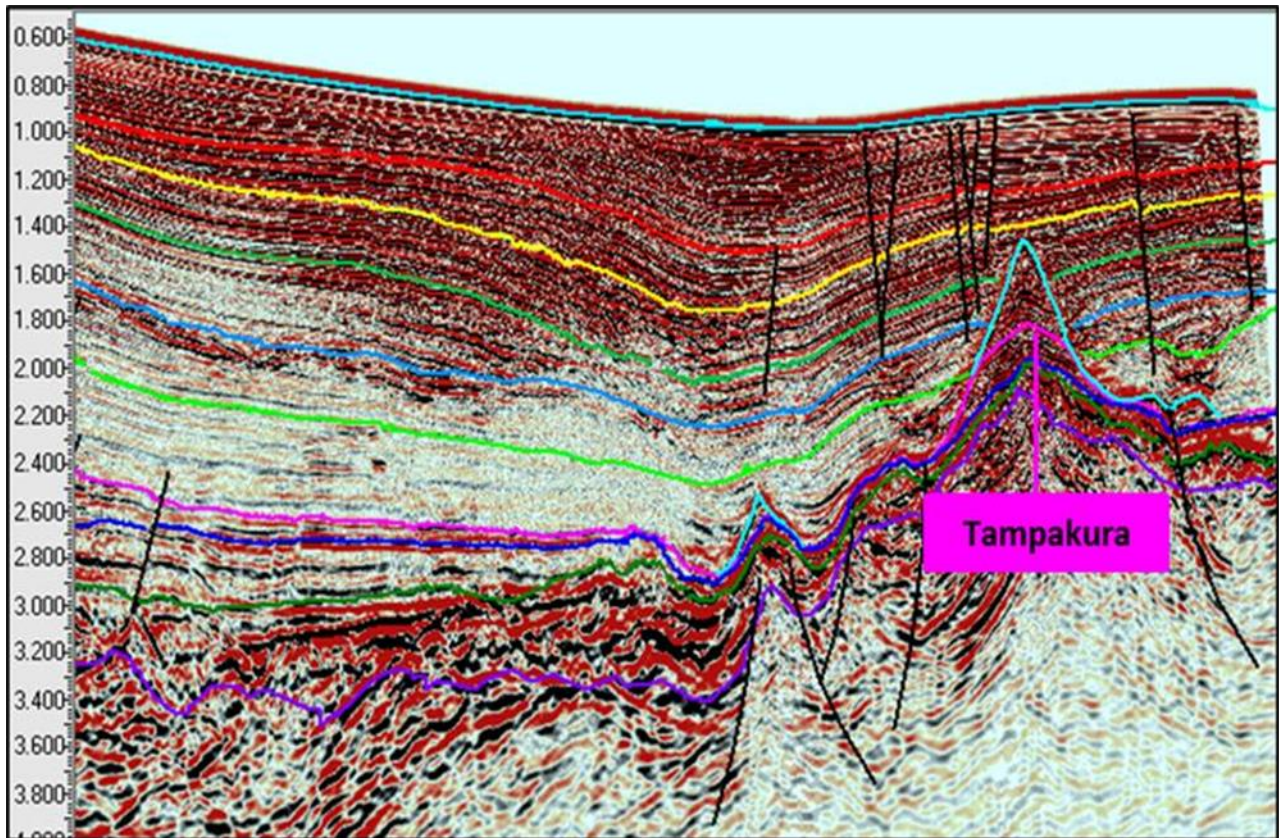
Gambar 15. Stratigrafi terukur dan foto singkapan Batugamping Formasi Buara



Gambar 16. Foto petrografi batugamping Packstone dari Formasi Buara.

Dari kelima Formasi yang mengandung batuan karbonat di atas, Formasi Salodik / Tampakura dan Formasi Eomoiko dapat berfungsi sebagai reservoir utama di daerah penelitian. Selain itu batugamping dari Formasi Tokala juga dapat berfungsi sebagai reservoir tambahan.

Berdasarkan data sumur, diketahui bahwa porositas batuan pada Formasi Tampakura sebesar 21% dijumpai pada kedalaman 2014,73 kaki, sedangkan pada Formasi Eomoiko sebesar 15 % pada kedalaman 1361,85 kaki. Pada rekaman seismik kedua formasi dikenali dengan kenampakan kerucut tumpul yang menandakan pertumbuhan reef pada tempat yang relatif sama, namun terpisahkan oleh reflektor seismik yang kuat (Gambar 17.).



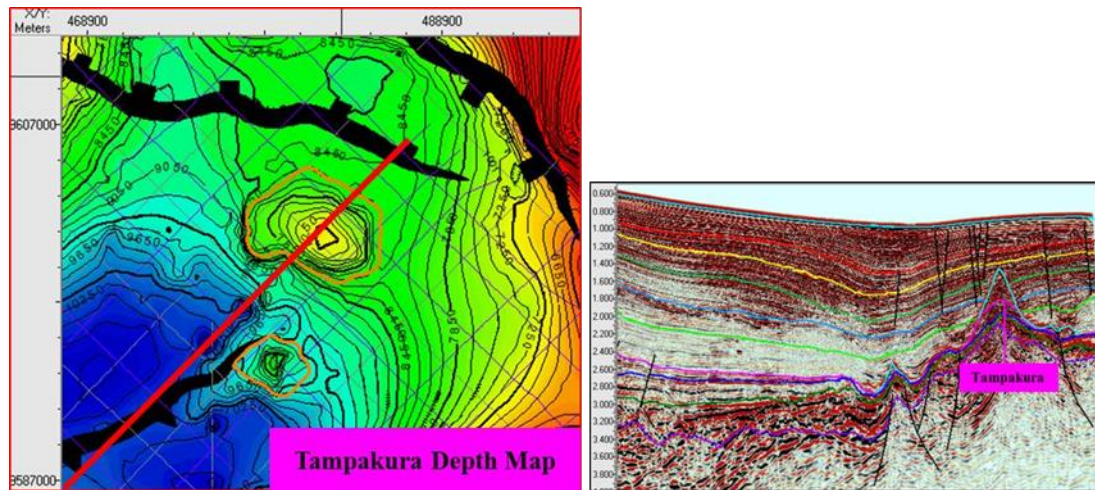
Gambar 17. Kenampakan kerucut tumpul pada penampang seismik yang menandakan pertumbuhan reef dari Formasi Tampakura dan Formasi Eemoiko.

Formasi Tampakura berkembang selama fase syn-rift didominasi batugamping dengan setempat berupa pertumbuhan reef pada bagian yang tinggi. Pada sayatan tipis Formasi Tampakura menunjukkan kelimpahan foram besar dan diklasifikasikan sebagai Rudstone (Embry & Klovan, 1971), namun tidak menunjukkan nilai porositas yang memadai.

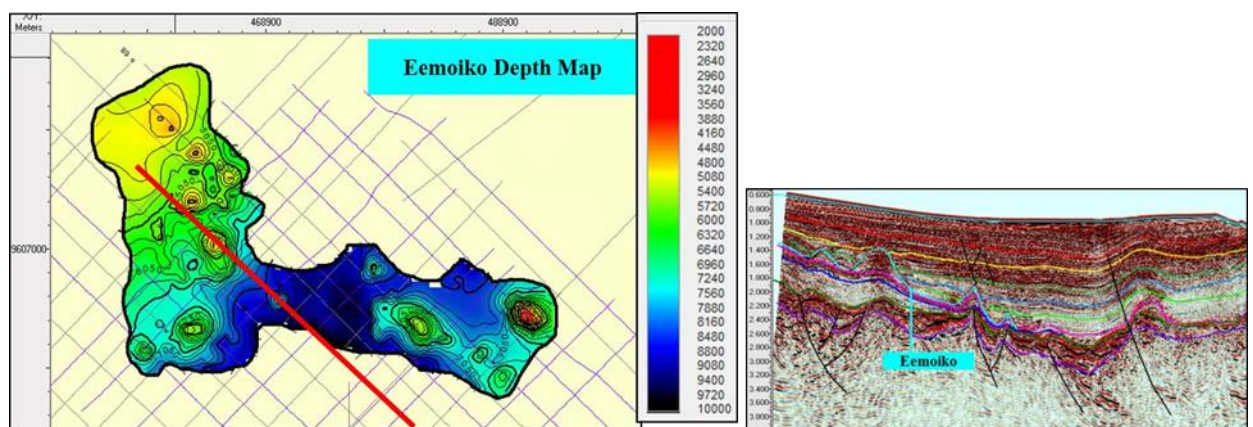
Penyebaran Formasi Tampakura di daerah penelitian dapat dilihat pada Peta Kontur Kedalaman Top Formasi Tampakura pada Gambar 18. Dari peta tersebut terlihat bahwa Formasi Tampakura dijumpai di seluruh lokasi penelitian, namun di beberapa tempat membentuk bentuk kerucut yang diinterpretasikan sebagai terumbu yang tumbuh di daerah tinggian.

Formasi Eemoiko merupakan target reservoir utama kedua yang terletak di daerah tinggian berupa pertumbuhan karbonat ke atas menumpang di sekuen karbonat yang lebih tua. Dari analisis petrografi diketahui batuan ini mempunyai porositas 15 % dengan tipe moldic dan vuggy.

Penyebaran Formasi Eemoiko di daerah penelitian dapat dilihat pada Peta Kontur Kedalaman Top Formasi Eemoiko pada Gambar 19. Dari peta tersebut terlihat bahwa Formasi Eemoiko tidak dijumpai di seluruh lokasi penelitian. Hal ini karena penyebaran Formasi Eemoiko tidak merata di semua tempat karena formasi ini merupakan pertumbuhan reef yang banyak dijumpai setempat di tinggian topografi bawah laut. Kenampakan pertumbuhan reef ini teramati pada penampang seismik. Tampak jelas pada penampang tersebut adanya horizon biru muda yang hanya dijumpai dalam bentuk pertumbuhan reef pada tinggian yang ada.



Gambar 18. Peta Kontur Kedalaman Top Formasi Tampakura.



Gambar 19. Peta Kontur Kedalaman Top Formasi Eomoiko

Pertumbuhan reef pada Formasi Tampakura dan Formasi Eomoiko menghasilkan geometri berupa struktur yang menutup secara baik pada keempat sisi. Pada bagian atas sering kali tertutup oleh endapan lempung. Hal ini menyebabkan struktur pertumbuhan reef dapat mudah dikenali pada penampang seismik dan menjadi daerah prospek yang mudah diidentifikasi, terutama di cekungan yang baru dieksplorasi, termasuk Cekungan Matarombeo.

4. KESIMPULAN

Batuan karbonat dari Formasi Tampakura dan Formasi Eomoiko dapat menjadi reservoir utama di Cekungan Matarombeo. Kedua batuan karbonat tersebut menunjukkan geometri pertumbuhan reef yang merupakan salah satu target reservoir utama pada eksplorasi hidrokarbon. Pertumbuhan karbonat reef pada Formasi Tampakura dan Formasi Eomoiko berada pada tinggian yang terletak di dekat dengan zona dalaman, sehingga memungkinkan langsung terhubung dengan kitchen area prospek hidrokarbon di daerah tersebut. Meskipun geometri pertumbuhan reef membentuk struktur tertutup di keempat sisinya, namun kualitas seal perlu diperhatikan agar hidrokarbon dapat terakumulasi dengan baik pada bentukan reef tersebut.

5. REFERENSI

- Audley-Charles, M.G., 1991, Tectonics of the New Guinea Area, *Annual Review of Earth and Planetary Science*, 19, p. 17 – 41.
- Davidson, J.W., 1991, The Geology and Prospective of Buton Island, S.E. Sulawesi, Indonesia, *Proceedings Indonesian Petroleum Association, 20th Annual Convention*, p. 209 – 233.
- Jablonski, D., Priyono, P., Westlake, S., Larsen, O. A., 2007, *Geology and Exploration Potential of the*

- Gorontalo Basin, Central Indonesia-Eastern Extension of the North Makassar Basin?, Indonesian Pet. Assoc., 31st Annual Convention Proceeding.
- Metcalf, I., 1988, Origin and assembly of Southeast Asian Continental Terranes, Geological Society of London, Special Publication, 37, p. 101 – 118.
- Metcalf, I., 1990, Allocthonous terrane processes in Southeast Asia, Philosophical Transactions of the Royal Society London A, 331, p. 625 – 640.
- Pigram, C.J., Surono, dan Supandjono, J.B., 1985, Origin of the Sula Platform, Eastern Indonesia, *Geology*, 13, p. 246-248.
- Rusmana, E., Sukido, Sukarna, D., Haryono, E, dan Simandjuntak, T.O., 1993, Peta Geologi Lembar Lasusua – Kendari, Sulawesi, Skala 1 : 250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Scoffin, T. P., 1987, *An Introduction to Carbonate Sediments and Rocks*. Blackie & Son, New York, 274 p.
- Simandjuntak, T.O., Supandjono, J.B., dan Sukido, 1993, Peta Geologi Lembar Bungku, Sulawesi, skala 1 : 250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Surono, 1996, Stratigraphic review of the Southeast Sulawesi, eastern Indonesia, *Proc. Indon. Assoc. Geol. (IAGI), Ann. Conf.*
- Surono, 1998, Geology and origin of the Southeast Sulawesi Continental Terrane, Eastern Indonesia, *Media Teknik XX* (3), p. 33 – 42.