PROSIDING, Seminar Teknologi Kebumian dan Kelautan (SEMITAN III)
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS), Indonesia, 10 Juli 2021
ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

CEKUNGAN WATOA PAPUA SITEM PETROLEUM STUDI BATUAN RESERVOIR

Theodora Ngaderman[1]

[1]Universitas Sains dan Teknologi Jayapura
Jalan Sentani Padang Bulan Abepura

e-mail: theodorangaderman@gmail.com

ABSTRAK

Geomorfologi daerah Wotoa dan sekitarnya terdiri dari satuan bentuk lahan morfologi perbukitan denudasional dan satuan bentuk lahan morfologi pedataran fluvial. Ada empat (4) tahapan yang dilakukan antara lain; Tahapan pendahuluan (studi literatur), tahapan pengumpulan data, tahapan analisis dan interpretasi data dan laporan akhir. Tahap Pengumpulan data merupakan tahap awal dimana data yang digunakan dalam penelitian berupa geologi permukaan selanjutnya yaitu tahap analisis dan interpretasi data yaitu sistem petroleum dan batuan reservoir. Pada kala Miosen tengah mulai berlangsung pengangkatan dan penutupan sisitim cekungan busur belakang lempeng benua Australia. Proses ini berlangsung hingga awal Kala Pliosen yang mengakibatkan kondisi perairan di dalam cekungan secara berangsur menjadi semakin dangkal sehingga ideal untuk pengendapan batuan sedimen detritus berupa batulempung, batunapal, batupasir hingga pada pertengahan Plistosen dan dilanjutkan dengan sedimentasi batugamping biomikrit hingga pada akhir Kala Plistosen. Berdasarkan singkapan batuan yang dijumpai di lapangan, maka stratigrafi daerah ini dapat diuraikan dan dikelompokan berdasarkan keseragaman ciri fisik, komposisi, dominasi serta hubungan antara litologi menjadi empat satuan batuan yang secara berurutan dari tua ke muda adalah satuan batulempung laut dalam, satuan batupasir, satuan batugamping koral, dan endapan aluvial. Batuan tertua pada daerah penelitian yaitu batuan batulempung laut dalam, yang menjadi batuan reservoir yakni terdapat pada batupasir. Pembentukan minyak sendiri diinterpretasikan berasal dari batuan dasar (bed rock) yang mengalami pematangan dan bermigrasi keluar melalui sesar yang ada kemudian terperangkap.

Kata kunci: dasar (*bed rock*), batulempung laut dalam, batupasir dan sesar

PENDAHULUAN

Daerah penelitian Watoa berada pada Kabupaten Waropen. Penelitian dengan fokus system petroleum studi batuan reservoir, daerah penelitian merupakan daerah baru (frontier area) dimana informasi penelitian masih sangat kurang. Secara geografis terletak pada kedudukan 1360 24'10.57''– 1360 28'30.26'' Bujur Timur dan 20 31'24.57''– 20 31'24.28'' Lintang Selatan. Untuk sampai ke lokasi penelitian dapat ditempuh melalui perjalanan darat, menggunakan kendaraan roda dua atau roda empat.

Minyak bumi sebagai salah satu sumber energi nasional maupun dunia, pemakaian yang berlebihan menyebabkan jumlah cadangan semakin berkurang, oleh karenanya perlu dilakukannya kajian studi batuan reservoir.



Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian adalah agar kemampuan dan kualitas penelitian semakin mengalami peningkatan, Studi batuan reservoir system petroleum yang merupakan salah satu sumber energy nasional maupun dunia, pemakaian yang berlebihan menyebabkan jumlah cadangan semakin berkurang, oleh karenanya studi batuan reservoir penting untuk dilakukan.

Tinjauan pustaka terhadap variabel kebaruan studi reservoir untuk mengetahui bagaimana sistem

ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

petroleum serta karakteristik hidrokarbon geologi daerah Cekungan Watoa pembentuk minyak bumi yang merupakan salah satu sumber energi nasional maupun dunia.

Manfaat peneltian bagi pengembangan masyarakat (*community* development) dampak yaitu sebagai bentuk penciptaan lapangan kerja baru. Manfaat lain terhadap industri pertambangan antara lain dari sisi ekonomi yakni diharapkan pembangunan ekonomi dapat berjalan dengan baik dan berkelanjutan, investasi minyak tidak terlepas dari pengaruh dan peran serta masyarakat sehingga tercipta hubungan kerjasama antara Akademisi dan Pemerintah menjadi penting di bidang eksplorasi dalam pengembangan industri kedepannya, salah satu seperti penciptaan lapangan pekerjaan.

KAJIAN PUSTAKA

Litologi dan Stratigrafi Regional

Secara regional, stratigrafi daerah penelitian berdasarkan A.S. Hakim dan B.H. Harahap dalam Geologi Regional Lembar Waren, 1994. Batuan Tertua yang tersingkap di Kabupaten Waropen, Provinsi Papua adalah batugamping biomikrit, batugamping berwarna kelabu kekuningan, pejal. Batuan yang lebih muda adalah Formasi Aluvium dan Endapan Pantai yang terdiri atas kerakal, pasir, lanau dan lumpur mengandung sisa tumbuhan, umur Holosen. Dan batugamping terumbu terangkat, batugamping terumbu dan batupasir gampingan Formasi Q1, terbentuk pada Holosen Akhir.

Pada awal pengendapan sejak Eosen Akhir, batugamping biomikrit, batugamping berwarna kalabu kekuningan, terbentuk dibeberapa tempat. Kumpulan batuan tersebut dinamakan Formasi (Tem) Batugamping Moor.

Pada Kala Oligosen terbentuk batuan yang termasuk dalam Formasi (Tos) Batupasir Sanoringga. Dibeberapa tempat yang terjadi stratigrafi perlapisan sejajar yang umum dijumpai. Batupasir bersisipan batugamping, batupasir kelabu tua sampai coklat muda.

Pada Kala Pliosen, setelah terbentuknya kelompok batuan Sanoringga. Kemudian terbentuk Formasi (Tpd) Konglomerat Diewewa, yang dimana terbentuk batuan konglomerat, batupasir, batulempung dan batulanau juga batuan malihan dan berstruktur perlapisan tipis sejajar. Satuan paling mudah adalah Alluvium, kerakal, pasir, lanau, dan lumpur mengandung sisa tumbuhan.

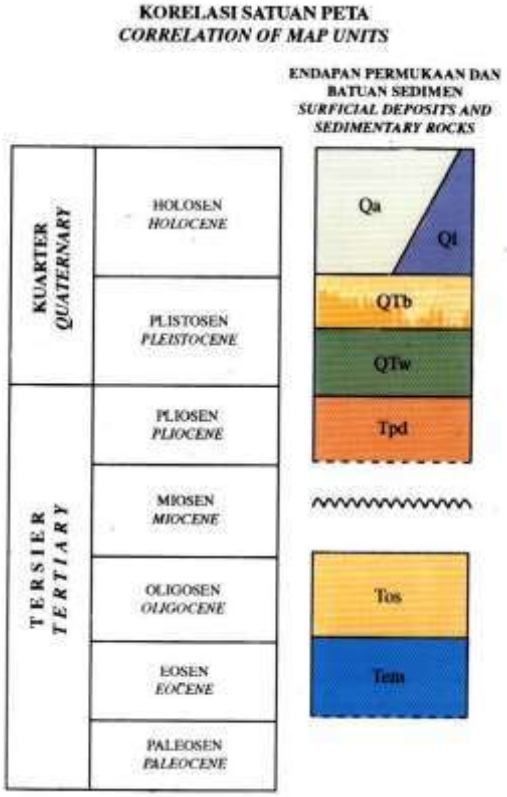
Pemerian satuan peta dari yang berumur tua ke muda adalah sebagai berikut:

a. Formasi Batugamping Moor (Tem), terdiri atas batugamping biomikrit, batugamping berwarna kelabu kekuningan, pejal, mengandung fosil dan terumbu koral. Fosil yang dikandungnya adalah *opelcurina sp, pellastispira sp, nummulites sp,* dan *globigerina sp*. Umurnya ditetapkan sebagai Eosen Akhir, diendapkan di laut dangkal. Tebal satuan ini sekitar 150 m. nama satuan ini setara dengan anggota manupang di Lembar Yapen, satuan ini ditetapkan berdasarkan lokasi tipe di Kepulauan Moor.

b. Formasi Batupasir Sanoringga (Tos), terdiri atas batupasir bersisipan batugamping. Batupasir kelabu tua sampai coklat muda, berbutir sedang berlapis baik setebal 40 cm, disusun oleh kepingan batuan, kuarsa, glaukonit, dan cangkang fosil. Batugamping kelabu muda mengandung fosil foram, klastika karbonat dan glaukonit, perlapisan sejajar umum dijumpai. Satuan ini mengandung fosil : (*globigerina sp), (globigerina unicava primitiva.* (BLOW & BANNER). *Globigerina ampliapertura* BOLLI & *uvigerina sp.* Umurnya adalah Oligosen, diendapkan dalam laut dangkal terbuka, tebal satuan ini 500 m, diduga setara dengan batugamping Nanamajiro di Lembar Enarotali. Nama satuan ini didasarkan atas lokasi tipe yang diusulkan yaitu Kampung Sanoringga.
c. Formasi Konglomerat Diewewa (Tpd), yang tersusun atas konglomerat, batupasir, batulempung dan batulanau. Konglomerat aneka bahan disusun oleh komponen andesit, diorit, basal, ultramafik, granit, granodiorit, kuarsa, batulempung, batupasir, rijang dan batuan malihan. Batupasir kelabu kecoklatan, berbutir sedang sampai kasar. Batulanau, kelabu terang. Berstruktur perlapisan tipis sejajar. Batulempung, kelabu tua, berkarbon dan lapisan tipis gambut. Umur diambil dari DOW, dkk (1981), Lembar Enarotali, yaitu Pliosen, diendapkan dalam lingkungan fluviatil, tebalnya antara 30 m sampai 1000 m. Lokasi tipe Konglomerat Diewewa terdapat di Lembar Enarotali.
d. Formasi Batulempung Wapoga (Qtw) terdiri atas batulempung bersisipan batupasir, batulanau dan lapisan tipis gambut. Batulempung, kelabu tua, mengandung sisa tumbuhan dan cangkang moluska. Batupasir, kelabu, berbutir sedang, silang siur. Batulanau, kelabu, gampingan, mengandung (*globorotalia truncatulinoides*)

ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

D'ORBIGNY. *Globigerinoides ruber* D'ORBIGNY. *Orbulina universa* D'ORBIGNY dan *pulleniatina obliqueloculata.* PARKER DAN JONES. Umur satuan ini Pliosen Akhir – Plistosen, terendapkan di lingkungan fluviatil – delta. Tebal seluruhnya 600 m. menindih selaras semu Konglomerat Diewewa. Lokasi tipe satuan ini sekitar Kampung Wapoga.



Gambar.2 Tatanan Stratigrafi Daerah Waren

e. Formasi Batulumpur Bumi (Qtb) terdiri atas batulumpur bersisipan batupasir dan lensa batugamping koral. Batulumpur, kelabu tua, lunak, mengandung kepingan kayu, batupasir, kelabu tua sampai kehijauan, berbutir sedang sampai kasar. Umur satuan ini diacu dari DOW drr, (1981) di Lembar Enarotali yaitu Pliosen Akhir hingga Plistosen Awal, diendapkan dalam lingkungan laut dangkal sampai lagun. Tebalnya lebih dari 150 m. lokasi tipe satuan ini adalah S. Bumi di lembar Enarotali.

f. Formasi Batugamping Terumbu Terangkat (Q1) yang terdiri dari batugamping terumbu dan batupasir gampingan, mengandung koral dan moluska; tebalnya 250 m; umurnya Holosen Akhir, terendapkan di laut dangkal; tak selaras di atas Batulempung Wapoga.

g. Formasi Aluvium dan Endapan Pantai (Qa) terdiri atas kerakal, pasir, lanau dan lumpur mengandung sisa tumbuhan. Endapan ini menempati secara luas dataran rendah, pantai dan sungai.

Struktur Geologi dan Tektonika

Daerah Kabupaten Waropen, Provinsi Papua dalam Peta Geologi Lembar Waren, skala 1: 250.000 (A.S. Hakim dan B.H. Harahap, 1994), secara regional geomorfologi daerah Kabupaten Waropen, Provinsi Papua dapat dikelompokan menjadi tiga (3) satuan morfologi dataran rendah, satuan morfologi perbukitan landai, dan satuan morfologi perbukitan terjal.

Struktur Geologi dan Tektonika

Lembar Waren terletak dibagian baratdaya Palung Wapoga dan di barat Cekungan Utara Irian Jaya. Sesar dan lipatan tidak dijumpai di daerah ini, namun kemiringan lapisan satuan Tersier Akhir dibeberapa singkapan menunjukkan bahwa satuan tersebut telah mengalami gerakan naik.

Perkembangan geologi di wilayah itu terus berlangsung dan tidak lepas dari adanya penunjaman kearah utara bagian dari Kerak Benua Australia kebawah Kerak Samudra Pasifik pada jaman Akhir Mesozoikum yang membentuk busur kepulauan gunungapi. Dan pada busur kepulauan itu berkembang Batugamping dan endapan Batupasir (Batugamping Moor + Batupasir Sanoringga), disamping batuan terobosan dan batuan lelehan lainnya seperti yang juga terdapat di pulau Yapen dibagian Utara Irian Jaya.

Pada busur tersebut sebagian berbenturan dengan daratan Kerak Benua Australia dan membentuk Pegunungan Tengah Irian Jaya pada Kala Oligosen yang dikenal dengan Orogenesa Melanesia. Dan di bagian Utara pegunungan itu terdapat daerah lemah yang dilalui oleh "Jalur Sesar Sorong-Yapen-Mamberamo" (JSSYM).

Pergerakan Lempeng Pasifik ke Barat relatif terhadap Kerak Benua Australia ke Utara mengakibatkan (JSSYM) bergerak mengiri. Dan membentuk cekungan "Pullapart" yang alasnya terdiri satuan tersier awal yang merupakan daerah busur belakang.

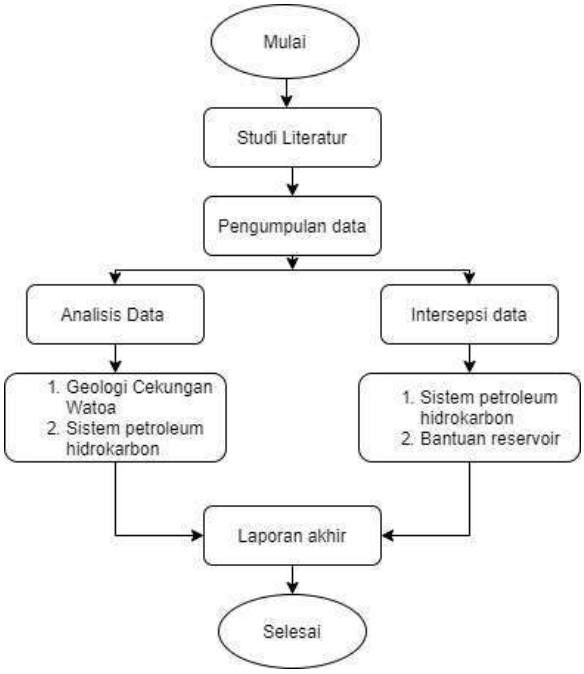
Dan terjadi pulah pengikisan di Selatan Palung mensuplai bahan untuk endapan Tersier Akhir (Konglomerat Diewewa) yang lingkungannya darat hingga rawa dan bahan Klastiknya berasal dari rombakan Batuan Gunungapi, Batuan Malihan dan Batuan Terobosan Pra-Tersier di pegunungan tengah yang terbentuk ditepi Palung. Dan pergerakan menerus (JSSYM) menenggelamkan Palung yang ditandai dengan endapan Sedimen halus (Batulumpur Bumi dan Batulempung Wapoga) yang tebal dan

ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

diikuti oleh perkembangan Batugamping Terumbu hingga Plistosen.
Setelah terbentuknya batugamping tersebut, proses pengangkatanpun juga terjadi yang diperlihatkan oleh bentuk Topografinya sekarang yang diduga berhubungan erat dengan dominasi kompresi Regional di sepanjang daerah Utara Pegunungan Tengah.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu metode pemetaan (*mapping*). Metode pemetaan (*mapping*) geologi permukaan. Pemetaan geologi cekungan Watoa yang meliputi pengamatan singkapan seperti litologi, kedudukan perlapisan batuan, kontak antar batuan, dan struktur geologi yang diikuti dengan pendeskripsian batuan. Untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan, ada empat (4) tahapan yang dilakukan antara lain; Tahapan pendahuluan (studi literatur), tahapan pengumpulan data, tahapan analisis dan interpretasi data dan laporan akhir. Tahap Pengumpulan data merupakan tahap awal dimana data yang digunakan dalam penelitian berupa geologi permukaan selanjutnya yaitu tahap analisis dan interpretasi data yaitu system petroleum dan batuan reservoir.

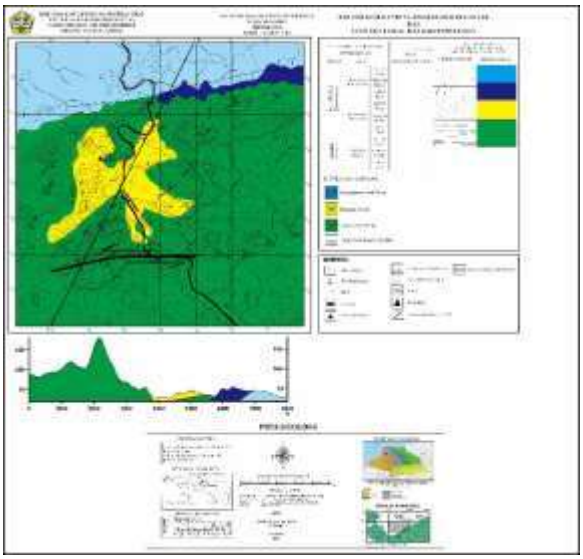


Gambar 3. Bagan alir proses penelitian

HASIL

Geologi Cekungan Wotoa

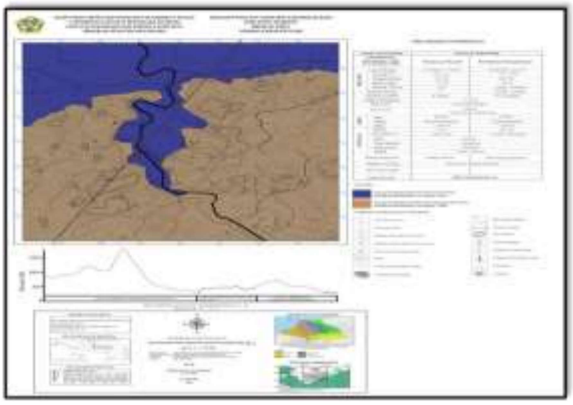
Geologi daerah Wotoa dan sekitarnya terdapat dalam 3 jenis litologi batuan, yaitu, Batulempung dan batupasir (QTw), Batugamping Koral (Ql) dan Endapan Aluvial. Batulempung Wapoga dicurigai menjadi formasi pembawa batubara. juga pembawa rembesan minyak dengan indikasi kehadiran serpih di stasiun 3. Ketebalan dari ketiga jenis litologi ini sangat bervariasi. Sturktur geologi yang terdapat di daerah ini adalah sesar geser mengiri Wotoa. Berdasarkan kriteria di atas, maka stratigrafi daerah penelitian terdiri atas tiga satuan batuan dari tua ke muda yaitu: Satuan Batulempung, Satuan Batupasir, Satuan Batugamping Koral dan Endapan Alluvial.



Gambar 4. Peta geologi daerah penelitian

Geomorfologi Daerah Wotoa dan Sekitarnya

Berdasarkan uraian diatas, interpretasi peta topografi serta hasil analisa data di lapangan maka pembagian satuan geomorfologi daerah penelitian dibagi atas 2 (dua) satuan bentuk lahan yaitu; Satuan pedataran fluvial (F1) Wotoa dan Satuan perbukitan denudasional (D1) Wotoa.



Gambar 5. Peta geomorfologi daerah penelitian

Berdasarkan kriteria di atas, maka stratigrafi daerah penelitian terdiri atas tiga satuan batuan dari tua ke muda yaitu: Satuan Batulempung, Satuan Batupasir, Satuan Batugamping Koral dan Endapan Alluvial.

ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

Stratigrafi Penelitian

Daerah penelitian termasuk dalam Formasi Batulempung pasiran Wapoga (QTw), Formasi Batulempung Wapoga (QTw), Formasi Batugamping Terumbu Terangkat (Ql), dan Endapan Aluvial Formasi (Qa).

Satuan Batulempung Wotoa

Satuan batulempung Wotoa; abu-abu kecoklatan, sampai hitam. Namun bila lapuk hitam kecoklatan, struktur perlapisan N22°E/5° (laminasi) ,ukuran butir ; 1 mm/256 mm , kebundaran : menyudut , pemilahan ; buruk, kemas; tertutup komposisi mineral : fragmen terdiri dari batulempung, matriks batulempung dan semen karbonat. Nama lapangan batulempung. Berdasarkan ciri fisik dan asosiasi batuan maka umur satuan batulempung masih berdasarkan umur regional yaitu Pliosen Akhir-Plistosen dengan fosil penciri *Globorotalia truncatulinoides* D'ORBIGNY, *Globigerinoides ruber* D'ORBIGNY, *Orbulina universa* D'ORBIGNY dan *Pulleniatina obliqueloculata*. Satuan ini masuk didalam Formasi Batulempung Wapoga (QTw), (A.S.Hakim & B.H.Harahap) Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung. Hubungan stratigrafi antara satuan batulempung dengan satuan batupasir adalah menjemari (*interfingering*). Satuan batulempung Wotoa diinterpretasikan sebagai *source rock* dalam system petroleum (Koesoemadinata, R.P., 1980).



Gambar 6 . Ekspresi singkapan batulempung (X) yang menunjukan laminasi dengan batupasir arah kamera N071°E.

Satuan Batupasir Wotoa

Satuan batupasir ini masuk kedalam formasi batuan reservoir pembawa minyak bumi dalam system petroleum (Koesoemadinata, R.P., 1980). warna lapuk ; coklat, warna segar ; abu-abu, struktur ; massif, tekstur; ukuran butir 1-1/2 (Pettijhon, 1957), pemilahan ; baik, kebundaran ; menyudut tanggung, kemas ; terbuka, komposisi mineral ; fragmen ; batupasir, matriks; batupasir, semen ; karbonat. Nama lapangan batupasir dengan kedudukan batupasir ini N 103°E/50°. Berdasarkan umur regional yaitu Pliosen Akhir-Plistosen dengan fosil penciri *Globorotalia truncatulinoides* D'ORBIGNY, *Globigerinoides ruber* D'ORBIGNY, *Orbulina universa* D'ORBIGNY dan *Pulleniatina obliqueloculata* dengan kedudukan batuan ini N 016°E/46°.





Gambar 7. Ekspresi ingkapan batupasir yang menunjukan proses pelapukan difoto di stasiun 18. Arah kamera N085°E.

Satuan Batugamping Koral Wotoa

Penamaan satuan ini didasarkan pada ciri litologi batuan tersebut yang meliputi struktur, tekstur dan komposisi mineral. Pada kondisi segar dilapangan, batuan ini menunjukan warna lapuk; coklat keabu-abuan, warna segar; putih, struktur;*bioherms* Terdapat porositas sekunder, komposisi mineral; fragmen 80%, matriks; fosil koral 20%, semen; karbonat. Berdasarkan ciri fisik dan asosiasi batuan

ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

sekitarnya yang dihubungkan dengan dengan penyebaran batuan secara regional, maka satuan ini termasuk dalam Formasi Batugamping Terumbu Terangkat (Ql) (A.S.Hakim & B.H.Harahap, 1994), Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung. Umur satuan ini Holosen akhir dengan kandungan fosil koral dan moluska. Hubungan stratigrafi antara satuan batugamping koral Wotoa dengan satuan batuan diatas yaitu satuan Endapan alluvial adalah ketidakselarasan (*unconformity*).



Gambar 8. Ekspresi singkapan batugamping koral yang menunjukan proses pelapukan fisika difoto di stasiun 01. Arah kamera N 050°E.

Endapan Alluvial.

Endapan alluvial ini merupakan material yang lepas dari hasil rombakan batuan-batuan yang telah ada sebelumnya. Material berupa kerikil-lempung. Bentuk materialnya bervariasi dari bulat-menyudut tanggung. Endapan alluvial ini dijumpai dilapangan endapan tengah sungai (*channel bar*), endapan tepi sungai *(point bar*), dan dataran banjir (*flood plain*) yang cukup luas sepanjang sisi sungai. Endapan alluvial ini merupakan material hasil limpahan transportasi sungai masih berlangsung hingga sekarang, maka dapat disimpulkan bahwa endapan ini merupakan endapan darat yang berumur Holosen.

Pembentukan struktur sesar lokal di daerah Wotoa dimulai dengan adanya gaya gaya / tekanan yang berarah Baratlaut-Tenggara dari pergerakan Jalur Sesar Sorong Yapen Mamberamo (JSSYM) (Hamilton, WB 1979).

KESIMPULAN

Tahapan analisis dan interpretasi data dan laporan akhir. Tahap Pengumpulan data merupakan tahap awal dimana data yang digunakan dalam penelitian berupa geologi permukaan selanjutnya yaitu tahap analisis dan interpretasi data yaitu sistem petroleum dan batuan reservoir.

Stratigrafi daerah ini dapat diuraikan dan dikelompokan berdasarkan keseragaman ciri fisik, komposisi, dominasi serta hubungan antara litologi menjadi empat satuan batuan yang secara berurutan dari tua ke muda adalah satuan batulempung laut dalam, satuan batupasir, satuan batugamping koral, dan endapan aluvial.

Struktur geologi di daerah penelitian di tentukan berdasarkan pengamatan langsung terhadap struktur-struktur penyerta di lapangan sebagai akibat langsung dari adanya struktur geologi tersebut yang di catat sebagai data sekunder berupa kekar, breksiasi, adanya longsoran dan Sesar Geser Mengiri (Sinistral) Wotoa

Batuan tertua pada daerah penelitian yaitu batuan batulempung laut dalam, yang menjadi batuan reservoir yakni terdapat pada batupasir. Pembentukan minyak sendiri diinterpretasikan berasal dari batuan dasar (*bed rock*) yang mengalami pematangan dan bermigrasi keluar melalui sesar yang ada kemudian terperangkap.

UCAPAN TERIMAKASIH

Saya mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya terhadap Prosiding SEMITAN-III 2021 yang telah membantu didalam penulisan naskah artikel.

1. Handoko Teguh (ITATS, Indonesia)
2. Erifive Pranatal (ITATS, Indonesia)

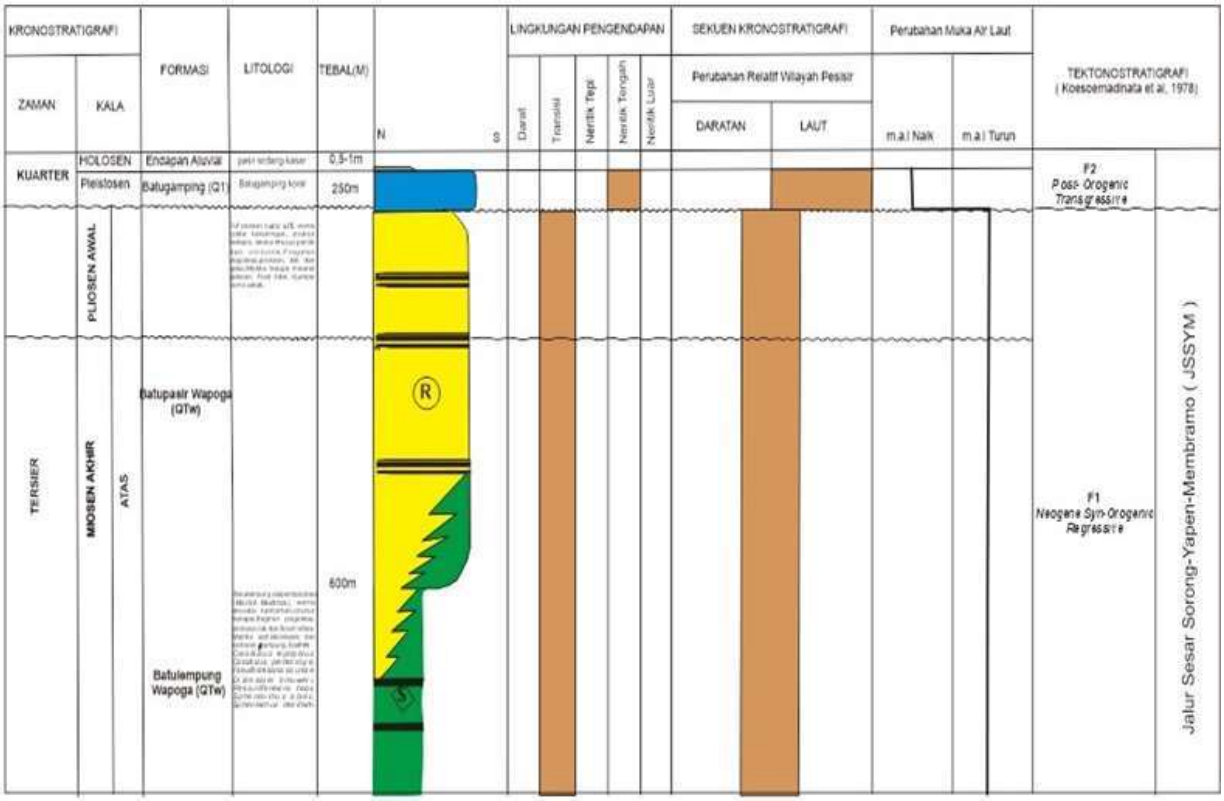
DAFTAR PUSTAKA

A.S.Hakim & B.H.Harahap, (1994). Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung.

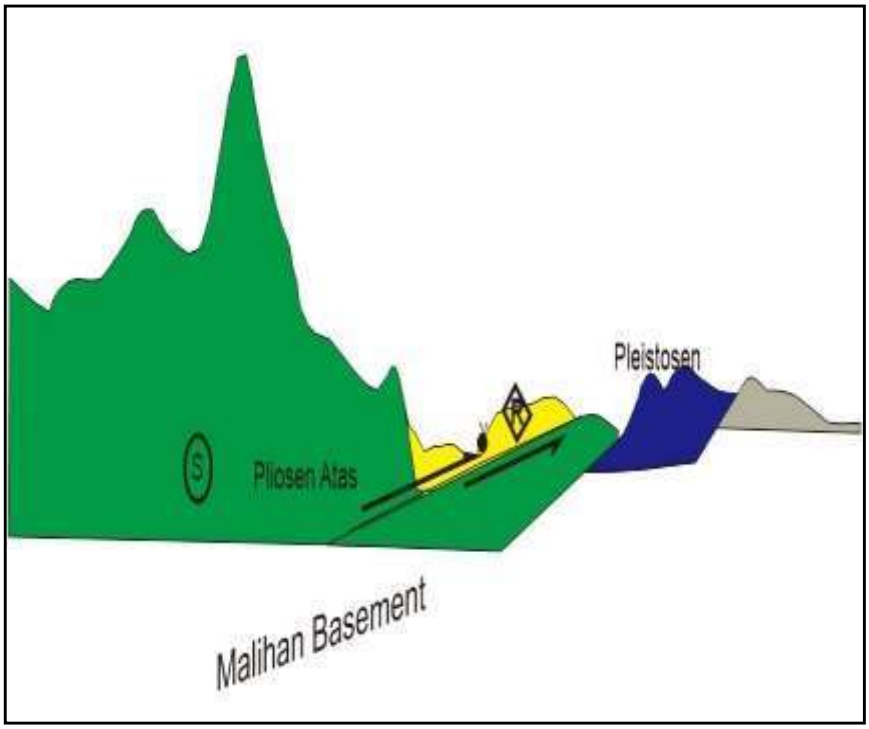
Hamilton, W. (1979). Tectonic of the Indonesian Region, USGS Prof. *Paper*, *1078*, 345.

Koesoemadinata, R. P. (1980). *Geologi minyak dan gasbumi*. Penerbit ITB.

ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021



Gambar 9. Model petroleum sesar geser Daerah Waropen



Gambar 10. Sistem reservoir pada Daerah Waropen