



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS FASIES DAN PERMODELAN SIKUEN
STRATIGRAFI BATUAN KARBONAT LINTASAN KORIDO,
FORMASI WAINUKENDI, KABUPATEN SUPIORI, PAPUA**

**NASKAH PUBLIKASI
TUGAS AKHIR**

**JOSHUA SHIMA
L2L 009 043**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI**

**SEMARANG
APRIL 2014**

ANALISIS FASIES DAN PERMODELAN SIKUEN STRATIGRAFI BATUAN KARBONAT LINTASAN KORIDO, FORMASI WAINUKENDI, KABUPATEN SUPIORI, PAPUA

Joshua Shima *, Hadi Nugroho*, Fahrudin*, Asep Kurnia
Permana** (corresponding email:joshua.shima@gmail.com)

*Program Studi Teknik Geologi Universitas Diponegoro, Semarang

**Pusat Survei Geologi, Badan Geologi Bandung

ABSTRACT

Korido is located in Supiori District , Papua , Indonesia . This area is in the north of the Central Range and included in the North Irian Basin which is the fore arc basin (Mc Adoo & J.C. Haebig, 1999). Own research area based on geology map created by Masria et al (1981) composed by Wainukendi Formation which is composed predominantly by carbonate sedimentary rocks .

The purpose of this study is to determine the pattern of lithology and lithological boundaries were obtained from measured stratigraphy along the trajectory of research which is then integrated with the micro facies analysis and facies zone were obtained by petrographic analysis to determine the depositional environment and depositional processes that occur in Wainukendi Formation. More over, the relative age determination is also done based on the analysis of large benthic foraminifera so the deposition process can be integrated with relative age . The ultimate goal of this research is to integrate field data, micro facies analysis results and deposition process analysis results to create a model of sedimentation, determining stratigraphic marker, and the determines system tract that develops in Wainukendi Formation in the study area .

The method used in this research is geological mapping focused on stratigraphy subjects in Korido area to get lithostratigraphy sequence, platform type, sedimentation processes, and laboratory analysis include petrographic analysis to determine micro facies and facies zone and paleontological analysis to determine the relative age which then integrated to obtain stratigraphic marker and systems tract that develops in Wainukendi Formation.

From the analysis of platform type showed the type of platform existing in this area is rimmed shelf type which is then used as a reference in micro facies analysis according to Wilson (1975) to obtain 4 facies zone that exist in this study area is reef platform margin , slope , toe of slope apron and deep shelf . Based on the analysis of the deposition process obtained 3 cycles of sedimentation that occurred from Wainukendi Formation . From the results of this analysis are used in determining the stratigraphic sequence to obtain stacking patterns that evolve based sequence boundary and its systems tract is composed of LST - TS - MFS - TST - HST so that obtain a full cycle changes in accommodation space and sediment supply where there is an increase in accommodation space which was offset by an increase in the supply of sediment in LST phase is characterized by progradation and aggradation, an increase in the supply of sediment is lower than the increase in accomodation space in TST phase is characterized by retrogradation, and lastly, a decrease in accommodation space while sediment supply rate is still high in HST phase characterized by progradation.

Keywords: *Facies, Depositional Environment, Permian-Triassic Rocks, Reservoir and Source Rock Potential, Kekneno Area.*

I. PENDAHULUAN

Daerah Pulau Supiori, Papua merupakan salah satu daerah yang sangat menarik untuk dikaji dalam hal geologi. Daerah ini berada di utara dari Pegunungan Tengah dan dominan tersusun atas endapan sedimen laut terutama

batugamping. Mc Adoo dan J.C. Haebig (1999) menjelaskan bahwa daerah ini termasuk dalam Cekungan Irian Utara dimana batas cekungan ini adalah Pegunungan Tengah di selatan dan Palung Irian di Utara. Mc Adoo dan J.C. Haebig juga menjelaskan bahwa cekungan ini merupakan cekungan busur

depan dan terdapat prisma akresi hasil subduksi di cekungan sedimen ini.

Menurut Masria dkk. (1981) batuan sedimen yang terendapkan pertama kali di Pulau Supiori adalah Formasi Wainukendi yang terendapkan pada kala Oligosen yang tersusun atas batugamping kristalin dan batugamping bioklastika. Formasi inilah yang menjadi obyek penelitian penulis. Formasi Wainukendi sendiri tersingkap baik di kabupaten Supiori khususnya daerah Supiori Selatan dimana formasi ini menyusun perbukitan terjal yang berada di daerah tersebut. Berdasarkan penelitian Sapiie, dkk (2010), formasi ini diselaraskan dengan Formasi Darante yang terendapkan di daerah Nabire. Akan tetapi, perbedaan karakteristik, mikrofases, dan lingkungan pengendapan yang dipaparkan dari penjelasan Masria dkk (1981) dan Sapiie, dkk (2010) membuat Formasi Wainukendi menarik untuk dikaji lebih lanjut tentang mikrofases dan sikuen stratigrafinya.

Penelitian yang dilakukan pada Formasi Wainukendi ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran proses pengendapan serta sikuen stratigrafinya yang akan berpengaruh terhadap fasies dan lingkungan pengendapan serta diagenesa dari formasi ini.

II. LOKASI PENELITIAN

Secara administratif daerah penelitian berada di daerah Warvey dan Korido, Kecamatan Supiori Timur dan Supiori Selatan, Kabupaten Supiori, Papua. Posisi geografis daerah ini adalah $0^{\circ} 43' 41.9''$ LS – $0^{\circ} 53' 11.5''$ LS dan $135^{\circ} 44' 17.1''$ BT - $135^{\circ} 33' 25.7''$ BT. Lintasan penelitian memiliki panjang lintasan ± 32 km yang berada dalam daerah penelitian dengan luas 18 x 20,6 km.

III. GEOLOGI REGIONAL TIMOR BARAT

3.1 Stratigrafi Regional

Menurut Masria dkk. (1981) menyatakan bahwa litostratigrafi regional Supiori secara umum disusun oleh:

a. Batuan Malihan Skis Korido

Batuan Malihan Korido terdiri dari filit, kuarsit, rijang, tufa malihan, *greywacke* malihan, dan batupasir malihan. Batuan ini

hanya tersingkap di utara Korido, pulau Supiori. Batuan ini tertindih tidak selaras oleh Formasi Auwewa ; alasnya tidak tersingkap.

b. Formasi Auwewa (Teva)

Formasi Auwewa (Teva) tersingkap di daerah Korido. Formasi Auwewa terdiri dari lava basal, tufa, pecahan batuan malihan, dan rijang. Formasi ini menindih tak selaras batuan malihan dan ditindih tidak selaras oleh batuan yang lebih muda. Singkapannya terdapat di sebelah utara Korido, dan di Gunung Makikisi di Pulau Supiori serta di Pulau (Mios) Bepondi. Umur formasi ini diperkirakan Oligosen Awal atau Eosen Akhir.

c. Formasi Wainukendi (Tomw)

Formasi Wainukendi (Tomw) terdiri dari batugamping kristalin, berbutir sedang sampai kasar, setempat lensa konglomerat serta sisipan napal, batugamping berfosil dan *greywacke* berbutir kasar. Batugamping kristalin sangat pejal dan tidak berfosil. Konglomerat berkomponen batuan basa dengan masadasar batugamping. Batugamping penyisipnya tersusun oleh fosil foraminifera besar, di antaranya *Amphistegina*, *Cyclocypeus*, *Heterostegina*, dan *Lepidocyclina*.

Foraminifera kecil penyusunnya antara lain *Globigerinoides immaturus* (Le Roy). Umurnya berkisar dari Oligosen Akhir hingga Miosen Awal. Formasi ini diendapkan di lingkungan neritik. Formasi ini membentuk deretan pegunungan yang bagian tertingginya terdapat di bagian selatan pulau Supiori dan di pulau Biak terdapat di bagian barat laut. Formasi ini menindih tak selaras Formasi Auwewa dan ditindih selaras atau menjemari dengan Formasi Wafordori.

d. Formasi Wafordori (Tmw)

Formasi Wafordori (Tmw) terdiri dari napal tufaan dengan sisipan batupasir dan lensa batugamping kristalin berfosil. Fosil – fosilnya menunjukkan umur Miosen Awal. Formasi ini ditindih selaras oleh Formasi Napisendi yang terdiri dari batugamping berlapis dengan sisipan batugamping pejal. Formasi Wafordori terlampar di bagian utara dan timur pulau Supiori sedangkan Napisendi di bagian selatan dan barat.

e. Formasi Napisendi (Tmn)

Formasi Napisendi (Tmn) terdiri dari batugamping berlapis, batugamping klastik tufaan berbutir halus hingga kasar, dan sedikit batugamping pejal. Di daerah pulau Biak formasi ini ditindih oleh Formasi Korem (Masria dkk, 1981).

IV. HIPOTESIS PENELITIAN

- a) Formasi Wainukendi diperkirakan tersusun oleh batuan sedimen karbonat yang berumur Oligosen Akhir – Miosen Awal.
- b) Diperkirakan jenis *platform* yang berkembang pada daerah penelitian adalah jenis *rimmed shelf*.
- c) Formasi Wainukendi diperkirakan terendapkan pada lingkungan laut dangkal hingga ke daerah lerengan (*slope*) yang merupakan batas paparan laut dangkal.
- d) Proses pengendapan Formasi Wainukendi diperkirakan terbagi menjadi dua mekanisme yaitu mekanisme pengendapan material karbonat secara *allochthonous* berupa batugamping klastika dan pengendapan secara *authochthonous* berupa batugamping terumbu.
- e) Siklus karbonat yang berkembang pada daerah penelitian diperkirakan dapat menggambarkan perubahan muka air laut relatif seperti terjadinya pendangkalan atau terjadinya pendalaman.
- f) *Marker* sikuen stratigrafi dan pola susun lapisan batuan sedimen karbonat yang berkembang pada daerah penelitian diperkirakan dapat menggambarkan laju perubahan ruang akomodasi dan pasokan sedimen selama pengendapan Formasi Wainukendi serta arah pengendapannya.
- g) Batuan karbonat yang berkembang pada Formasi Wainukendi diperkirakan menggambarkan siklus naik turunnya muka air laut secara langsung terutama pada batas sikuen dan perubahan susunan sistem pengendapan pada fase sebelum kenaikan muka air laut (*lowstand*), fase kenaikan muka air laut (*transgressive*), hingga fase akhir dari kenaikan muka air laut (*highstand*).

V. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini ada dua metode, yaitu metode observasi dan metode analisis. Metode observasi terbagi menjadi dua, yaitu observasi pendahuluan dan observasi rinci untuk memperoleh data geologi lapangan. Sedangkan metode analisis mencakup analisis petrografi, *large benthic foraminifera*, sedimentologi, dan sikuen stratigrafi.

VI. DISKUSI

6.1 Stratigrafi Daerah Penelitian

Berdasarkan pemetaan yang dilakukan oleh penulis, penulis mendapatkan kolom litostratigrafi *composite* dari 4 kolom litostratigrafi per lintasan penelitian. Berdasarkan rekonstruksi tersebut, penulis membagi daerah penelitian menjadi dua satuan batuan yang merupakan litologi penyusun Formasi Wainukendi yaitu satuan batugamping klastika dan satuan batugamping terumbu. Analisis foraminifera besar juga menunjukkan satuan batugamping klastika lebih tua (Oligosen Awal) dari satuan batugamping terumbu (Oligosen Awal – Oligosen Akhir).

Satuan batugamping klastika secara umum tersingkap di daerah selatan dari daerah penelitian dan tersusun oleh batugamping *packstone –rudstone* dan *wackstone*. Satuan batuan ini terendapkan pada daerah *slope – - deep shelf* dilihat dari karakteristik *grain* dan kelimpahan organisme *oligophotic* dibandingkan organisme *euphotic*. Satuan batugamping terumbu secara umum tersingkap di daerah utara dari daerah penelitian dan tersusun oleh batugamping *rudstone* dan *boundstone*. Satuan batuan ini terendapkan pada daerah *open marine – platform margin – slope* dilihat dari kelimpahan organisme *euphotic* sebagai *grain* utama penyusun batuan.

6.2 Analisis Jenis *Platform*

Analisis jenis *platform* dilakukan dengan menganalisis data geologi permukaan dan komposisi penyusun batugamping. Berdasarkan komposisi pembentuknya, batugamping Formasi Wainukendi ini tersusun dominan oleh bioklastika terutama koral, alga, dan foraminifera baik foraminifera besar bentik maupun foraminifera planktonik. Kolonial koral berkembang baik bersama dengan *green alga* seperti *Halimeda sp* pada zona *euphotic* yang merupakan zona dimana memiliki kedalaman yang dangkal sehingga kaya akan sinar matahari dan memiliki sirkulasi air yang baik diakibatkan oleh pengaruh gelombang yang intensif. Sementara itu, *red algae* dan foraminifera besar berkembang pada zona *oligophotic* dimana merupakan daerah dengan intensitas cahaya yang tidak begitu baik seperti pada daerah

slope atau lebih dalam lagi seperti pada daerah *deep shelf*. Sementara itu, foraminifera planktonik berkembang baik pada daerah laut dalam yang berada di bawah *fair-weather wave base*.

Berdasarkan data permukaan didapatkan adanya perkembangan terumbu yang baik yang kemungkinan berperan sebagai pemecah gelombang dan endapan – endapan dengan mekanisme *debris flow* dan *runtuhan* yang berkembang dari erosi batugamping terumbu. Sementara itu berdasarkan komposisi batuanya yang tersusun oleh biota *euphotic* dan *oligophotic*, kemungkinan *platform* yang berkembang adalah *rimmed shelf*, *stepped ramp*, dan *homoclinal ramp*. Dari integrasi kedua data tersebut, jenis *platform* yang paling mungkin berkembang pada daerah ini adalah jenis *rimmed shelf*

6.3 Analisis Mikrofases

Analisis mikrofases ini dilakukan dengan mengamati 37 sayatan petrografi pada 28 stasiun pengamatan di lapangan. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui komposisi penyusun batuan, proses pengendapan, dan lingkungan pengendapan dari sampel batuan yang diamati. Hasil analisis ini kemudian akan digunakan sebagai acuan dalam penentuan komponen – komponen siklus stratigrafi. Untuk melakukan analisis ini, penulis menggunakan teori dari Wilson (1975) tentang *Standard Micro Facies* dan *Facies Zone* pada jenis *platform* karbonat *rimmed shelf*. Hasil analisis tersebut akan dijelaskan sebagai berikut :

➤ *Facies Zone 2 (Deep Shelf)*

Sayatan batuan yang termasuk dalam *facies zone* ini dideskripsi oleh penulis sebagai *foraminiferal packstone* berdasarkan klasifikasi Dunham (1962). Karakteristik secara umum menunjukkan struktur masif dengan tekstur berupa bioklastika fragmental halus – sedang. Ciri utama dari batuan pada *facies zone* ini adalah tersusun dominan oleh bioklastika yang mengambang di atas lumpur karbonat. Penciri khusus lainnya dari sayatan batuan ini adalah adanya penggantian atau pengisian material cangkang oleh material lain berupa mikrit. Bioklast ini sendiri dominan terdiri dari foraminifera bentonik, *calcisphere*, *echinodermata*, dan *brachiophoda*. Bioklastika ini dominan dalam bentuk bodi utuh.

Berdasarkan ciri – ciri tersebut, sayatan batuan di atas sesuai dengan *SMF* (*Standard Micro Facies*) berdasarkan Wilson (1975) yaitu *SMF 10- Bioclastic packstones and grainstones with coated and abraded skeletal grains* yang menjadi penciri dari *FZ 2*.

➤ *Facies Zone 3 (Toe of Slope Apron)*

Sayatan batuan yang termasuk dalam *facies zone* ini dideskripsi oleh penulis sebagai *wackstone* dan *packstone* berdasarkan klasifikasi Dunham (1962). Keseluruhan sayatan secara umum menunjukkan struktur masif dengan tekstur berupa bioklastika fragmental halus. Ciri utama dari keseluruhan sayatan ini adalah tersusun oleh lumpur karbonat yang bercampur dengan bioklastika *benthic* dan *planktonic*. Bioklastika ini dominan dalam bentuk utuh dan dalam jumlah sedikit dalam bentuk pecahan.

Berdasarkan ciri – ciri tersebut, sayatan batuan di atas sesuai dengan *SMF* (*Standard Micro Facies*) berdasarkan Wilson (1975) yaitu *SMF 3- Pelagic lime mudstone and wackestone with planktonic microfossils* dan *SMF- 4 Microbreccia, bioclastic-lithoclastic packstone or rudstone* yang menjadi penciri *FZ 3*.

➤ *Facies Zone 4 (Slope)*

Sayatan batuan yang termasuk dalam *facies zone* ini dideskripsi oleh penulis sebagai *packstone*, *grainstone*, dan *rudstone* berdasarkan klasifikasi Dunham (1962). Keseluruhan sayatan secara umum menunjukkan struktur masif dengan tekstur berupa bioklastika fragmental sedang – kasar. Ciri utama dari keseluruhan sayatan ini adalah tersusun dominan oleh bioklastika beragam ukuran dari ukuran 0,2 mm hingga lebih dari 2 mm. Sayatan batuan pada *Facies Zone* ini secara umum menunjukkan sortasi yang buruk dengan derajat kebundaran membulat tanggung – meruncing. Lumpur karbonat yang berperan sebagai matriks dan pengisi cangkang tidak dominan karena kelimpahan butiran bioklastika.

Berdasarkan ciri – ciri tersebut, sayatan batuan di atas sesuai dengan *SMF* (*Standard Micro Facies*) berdasarkan Wilson (1975) yaitu *SMF 5 : Allochthonous bioclastic grainstone, rudstone, packstone and floatstone or breccia* dan *SMF- 6 Densely packed reef rudstone* yang menjadi penciri *FZ 4* yaitu pada zona *Slope* yang menjadi daerah pengendapan batuan ini.

➤ **Facies Zone 5 (Platform Margin Reef)**

Sayatan batuan tersebut dideskripsi oleh penulis sebagai *boundstone* berdasarkan klasifikasi Dunham (1962). Keseluruhan sayatan secara umum menunjukkan struktur masif dengan tekstur *build up*. Ciri utama dari keseluruhan sayatan ini adalah tersusun dominan oleh bioklastika beragam ukuran dari ukuran 0,5 mm hingga lebih dari 2 mm. Sayatan batuan pada *Facies Zone* ini secara umum menunjukkan sortasi yang buruk dengan derajat kebundaran membulat tanggung – meruncing. Lumpur karbonat pada sayatan berperan sebagai matriks dan material pengisi rongga terutama rongga di dalam butiran bioklast. Bioklast pada batuan ini yang berkembang baik adalah koral, *red algae*, dan *bryozoa*. Selain itu juga terdapat bioklast lain yang juga terekam dalam sayatan seperti foraminifera besar, moluska, dan brachiopoda. Bentuk dari bioklast ini beragam dari bentuk seperti cabang batang, memanjang dan saling berseling, serta berkumpul membentuk koloni. Kenampakan bioklast terutama koral inilah yang menjadi penciri utama dari batuan ini dalam penentuan fasies dan penamaan batuan.

Berdasarkan ciri – ciri tersebut, sayatan batuan di atas sesuai dengan *SMF* (*Standard Micro Facies*) berdasarkan Wilson (1975) yaitu *SMF 7 : Organic boundstones* yang menunjukkan zona pengendapan pada *Facies Zone 5*. Hal ini didasarkan pada ciri utama yaitu tersusun oleh bioklas insitu berupa koral, *red algae*, dan *bryozoa* yang tumbuh pada daerah terumbu. Berdasarkan kenampakan sayatan yang menunjukkan dominasi koral dalam pada sayatan ini, maka diperkirakan zona yang tepat adalah *FZ 5*.

6.4 Analisis Proses Sedimentasi Formasi Wainukendi

Berdasarkan analisis jenis *platform* yang telah dijelaskan pada sub bab 4.2 didapatkan jenis *platform* yang berkembang pada daerah ini adalah jenis *rimmed shelf*. Pada daerah depan terumbu akan terendapkan material karbonat dengan densitas tinggi yang telah hancur oleh gelombang yang juga dipengaruhi oleh kemiringan dengan mekanisme runtutan, *debris flow*, dan *sliding*. Berdasarkan analisis mikrofasi menurut Wilson (1975), zona ini termasuk dalam zona *front reef – slope* (*FZ 4*) dimana batugamping yang berkembang pada zona ini diantaranya termasuk dalam *SMF 5* dan 6. Sementara pada daerah yang agak jauh

akan terendapkan material karbonat dengan densitas yang lebih rendah dengan mekanisme suspensi atau *gravity flow*. Berdasarkan analisis mikrofasi menurut Wilson (1975), zona ini termasuk dalam zona *toe of slope apron* (*FZ 3*) dan *deep shelf* (*FZ 2*) dengan batugamping yang berkembang pada zona ini termasuk dalam *SMF 3, 4, dan 10*. Pada daerah penelitian ini tidak terekam kehadiran batugamping terumbu yang merupakan sumber pasokan utama material karbonat pada satuan batugamping klastika yang terekam pada daerah penelitian. Oleh sebab itu, proses sedimentasi dimodelkan seperti pada Gambar 4.13 (A,B).

Setelah terjadi pengendapan satuan batugamping klastika pada daerah *slope – deep shelf* terjadi pengisian ruang akomodasi oleh sedimen sehingga terjadi proses pendangkalan laut. Selain itu, sedimen karbonat yang terendapkan juga cenderung merubah bentukan *platform* itu sendiri. Hal ini mengakibatkan perubahan lingkungan dari daerah yang kurang sinar matahari dan cenderung membentuk lereng menjadi daerah yang kaya akan sinar matahari dan menjadi lebih landai. Hal ini yang menyebabkan organisme – organisme *euphotic* dapat hidup dengan baik. Pertumbuhan organisme *euphotic* dan terjadinya pelandaian pada dasar *platform* pada daerah ini juga menggeser perkembangan *platform margin* menuju daerah ini dan perkembangan organisme *euphotic* membentuk satuan batugamping terumbu. Berdasarkan analisis mikrofasi menurut Wilson (1975), zona ini termasuk dalam daerah *platform margin reef* (*FZ 5*) dimana pada zona ini bertumbuh organisme *authothonous* yang membentuk batugamping *organic boundstone* (*SMF 7*). Proses pengendapan ini dapat dilihat pada model pengendapan Gambar 4.13 (C).

6.5 Analisis Siklus Karbonat dan Sikuen Stratigrafi

Berdasarkan pola litologi ini dapat terlihat adanya perubahan karakteristik litologi terutama ukuran butir dan komposisi penyusun yang cukup signifikan. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh perubahan pasokan sedimen dan ruang akomodasi yang dipengaruhi baik oleh adanya pengaruh tektonik atau perubahan *global eustacy*. Kecenderungan awal yang berkembang adalah *shallowing upward* (I) yang kemudian berangsur berubah menjadi

deepening upward. Setelah menunjukkan kecenderungan *deepening upward* proses kembali berubah menjadi pola *shallowing upward* (II). Perubahan pola ini menunjukkan adanya siklus karbonat yang menunjukkan perubahan dari *shallowing* (I) menjadi *deepening* yang kemudian kembali lagi menjadi *shallowing* (II). Siklus ini menunjukkan secara umum perubahan yang signifikan dari adanya perubahan ruang akomodasi dan pasokan sedimen yang kemungkinan diakibatkan oleh kenaikan muka air laut.

Berdasarkan analisis jenis *platform* dan analisis mikrofases, diketahui jenis *platform* yang berkembang adalah jenis *rimmed shelf*. Lingkungan yang terekam pada hasil analisis *facies zone* menunjukkan lingkungan pengendapan berada pada zona *platform margin* hingga ke daerah *slope*. Dari hasil analisis tersebut dapat terlihat adanya pergeseran lingkungan pengendapan yang disebabkan oleh adanya perubahan muka air laut relatif dan relief dasar laut yang disebabkan oleh tektonik lokal dan perubahan *global eustasy*.

Analisis sikuen stratigrafi ini didasarkan atas analisis data lapangan, analisis mikrofases, dan siklus karbonat dari batugamping Formasi Wainukendi. Berdasarkan data lapangan didapatkan *composite log* dari hasil pemetaan (Lampiran 09). Pada *composite log* ini dapat dilihat urutan batuan dari tua ke muda dan pola perubahan litologinya. Di atas telah didapatkan siklus karbonat yang berkembang pada daerah penelitian dimana terjadi perubahan pola dari *shallowing upward* (I) menjadi *deepening upward* lalu kembali lagi menjadi pola *shallowing upward* (II). Ketiga pola dari siklus karbonat yang didapatkan dari data *composite log* ini menunjukkan adanya pengaruh perubahan muka air laut yang kemudian mempengaruhi perubahan pasokan sedimen, ruang akomodasi, dan lingkungan pengendapan. Selain itu, perubahan pola ini juga akan memberikan *marker* stratigrafi yang jelas dimana akan terbentuk ciri khusus sebagai penanda terjadinya perubahan muka air laut. *Marker* inilah yang akan digunakan oleh penulis sebagai dasar penentuan sikuen dan *system tract* yang berkembang pada daerah penelitian.

Dalam analisis sikuen ini, penulis menggunakan konsep sikuen yang dijelaskan

oleh Catuneanu dkk. (2011) dimana sikuen merupakan satu susunan sedimen yang terendapkan dalam satu siklus penuh perubahan akomodasi atau pasokan sedimen. Hal ini menjelaskan bahwa satu sikuen mencakup satu siklus penuh dimana melibatkan endapan – endapan *lowstand*, *highstand*, serta endapan – endapan pada fase *transgressive – regressive* dimana dibatasi oleh satu batas sikuen (SB). Untuk mengetahui hal – hal tersebut dilakukan analisis *sequence stratigraphy surface* dan analisis *system tract*. Hal – hal tersebut akan dijelaskan secara lebih detail sebagai berikut :

6.5.1 Lowstand Sytem Tract

Karakteristik endapan LST di lapangan dicirikan dengan kenampakan *brecciated limestone*, bioklastika berupa foraminifera besar, dan material karbonat *non skeletal* seperti intraklast. Dari hasil analisis mikrofases didapatkan bahwa endapan LST pada daerah penelitian memiliki ciri umum berstruktur masif, tekstur fragmental klastika kasar, tersusun dominan oleh bioklastika terutama foraminifera besar seperti *Discosyclina sp*, *Lepidocyclina sp* dan *Nummulites sp* yang saling menumpuk dengan rapat bersamaan dengan bioklastika lain seperti foraminifera planktonik laut dalam, moluska, *red algae*, dan *bryozoa*. Terdapat lumpur karbonat yang berperan sebagai pengikat material – material karbonat lain yang sebagian besar telah terekristalisasi menjadi mikrospar.

Dari hasil analisis mikrofases juga didapatkan bahwa batuan karbonat yang berkembang di LST ini terendapkan pada FZ 4 : *Slope* (Wilson, 1975). Daerah *slope* secara umum memiliki kemiringan 5° ke arah cekungan. Hal ini juga yang menegaskan mekanisme pengendapan yang berkembang pada daerah ini merupakan *gravity flow* dengan material karbonat berasal dari erosi yang terjadi pada daerah laut dangkal. Hal ini disebabkan adanya pengaruh kelerengan yang menjadi pemicu terjadinya proses pengendapan dengan mekanisme *gravity flow*. Kemiringan ini menjadikan material – material dengan densitas tinggi dengan mudah menurun lereng yang kemudian bercampur dengan material – material dengan densitas rendah yang tersuspensi bersamaan dengan gelombang air dan membentuk tren *prograding* ke arah *seaward*. Selain proses

sedimentasi dan penurunan muka air laut berdasarkan pola susunan lapisan dan karakteristik batuan, dari data bioklastika juga didapatkan terjadinya pergeseran lingkungan dan perubahan muka air laut. Hal ini terlihat dari kenampakan foraminifera besar seperti *Nummulites sp.* yang berkembang baik pada zona *proximal* seperti pada daerah *platform margin reef* dengan kedalaman 0 – 80 m, *Discocyclus sp.* yang hidup pada daerah depan terumbu dan *shallow marine – open platform* dengan kedalaman 0 – 95 m, dan *Lepidocyclus sp.* yang berkembang baik pada berbagai lingkungan dari daerah *restricted* hingga daerah *slope*. (Boudagher-Fadel, 2008; dalam Powell, 2010), . Hal ini menunjukkan adanya penurunan muka air laut yang menyebabkan penyebaran ketiga foraminifera ini dapat terekam pada endapan LST ini. Sementara itu, pengaruh foraminifera planktonik laut dalam juga terekam pada batuan ini dimana terdapat penyebarannya pada fasies *foraminiferal wackstone* dengan kenampakan semen *fibrous – bladed* yang merupakan proses sementasi pada zona *phreatic marine*.

6.5.1 Transgressive System Tract

Karakteristik endapan TST di lapangan dicirikan dengan kenampakan fasies *mudstone - wackstone*, bioklastika berupa foraminifera planktonik laut dalam dan *calcisphere*. Dari hasil analisis mikrofases didapatkan bahwa endapan TST pada daerah penelitian memiliki ciri umum berstruktur laminasi, tekstur fragmental klastika halus, tersusun dominan oleh bioklastika terutama foraminifera planktonik laut dalam yang saling menumpuk dengan rapat bersamaan dengan *calcisphere*. Terdapat juga lumpur karbonat yang berperan sebagai pengikat material – material karbonat lain yang sebagian besar telah terekristalisasi menjadi mikrospar.

Dari hasil analisis mikrofases juga didapatkan bahwa batuan karbonat yang berkembang di TST ini terendapkan pada FZ 2 : *Deep Shelf Apron* dan FZ 3 : *Toe of Slope* (Wilson, 1975 ; Gambar 4.8). Daerah *deep shelf* secara umum berada di bawah *fair-weather wave base* tetapi dalam jangkauan *extreme storm waves*, serta berada tepat di bawah zona *euphotic*. Hal ini juga yang menegaskan mekanisme pengendapan yang berkembang pada daerah ini merupakan *suspension* dengan material karbonat berasal

dari suspensi material karbonat densitas rendah yang terbawa oleh air. Hal ini disebabkan material karbonat yang berasal dari laut dalam merupakan fragmental klastika halus disebabkan sedikit memiliki organisme penghasil karbonat. Hal ini menyebabkan material – material tersebut tersuspensi bersama dengan arus air dan terendapkan dengan tren *retrograding* ke arah *landward*.

Selain proses sedimentasi dan penurunan muka air laut berdasarkan pola susunan lapisan dan karakteristik batuan, dari data bioklastika juga didapatkan terjadinya pergeseran lingkungan dan perubahan muka air laut. Hal ini terlihat dari kenampakan foraminifera planktonik laut dalam yang hidup pada daerah dengan kedalaman di bawah *fair-weather wave base*. Foraminifera planktonik laut dalam ini merupakan organisme *oligophotic* yang dapat berkembang baik di daerah yang memiliki intensitas cahaya yang tidak begitu baik. Selain itu, foraminifera planktonik ini memiliki ukuran yang kecil yang disebabkan hanya memiliki sumber makanan yang sedikit. Hal ini juga menunjukkan adanya kenaikan muka air laut yang menyebabkan penyebaran foraminifera planktonik dapat terekam pada endapan TST ini. Sementara itu, endapan TST ini secara umum termasuk dalam fasies *foraminiferal wackstone* dengan kenampakan semen *fibrous – bladed* yang merupakan proses sementasi pada zona *phreatic marine*.

6.5.2 Highstand System Tract

Karakteristik endapan HST di lapangan dicirikan dengan kenampakan fasies *packstone – rudstone* dan *boundstone*, bioklastika berupa foraminifera besar, *red alga*, dan koral. Dari hasil analisis mikrofases didapatkan bahwa endapan HST terbagi menjadi dua yaitu batugamping klastika fragmental kasar dan batugamping terumbu. Batugamping klastika fragmental kasar pada daerah penelitian memiliki ciri umum berstruktur masif, tekstur fragmental klastika kasar, tersusun dominan oleh bioklastika terutama foraminifera besar yang saling menumpuk dengan rapat bersamaan dengan *red alga* dan *bryozoa*. Terdapat juga lumpur karbonat yang berperan sebagai pengikat material – material karbonat lain yang sebagian besar telah terekristalisasi menjadi mikrospar.

Dari hasil analisis mikrofases juga didapatkan bahwa batuan karbonat yang berkembang di TST ini terendapkan pada FZ 4 : *Slope* dan FZ 5 : *Platform Margin Reef* (Wilson, 1975 ; Gambar 4.8). Daerah *slope* secara umum berada pada dasar laut dengan kemiringan 5° ke arah cekungan, terletak setelah *platform margins*. *Platform margin reef* secara umum memiliki kedalaman hanya beberapa meter dan dicirikan dengan kehadiran *barrier reef* sebagai pemecah gelombang. Kedua zona ini berada di atas *fair-weather wave base*. Hal ini juga yang menegaskan mekanisme pengendapan yang berkembang terbagi menjadi dua mekanisme yaitu mekanisme *autochthonous* dan *allochthonous*. Mekanisme *allochthonous* menggambarkan pengendapan pada lingkungan *slope* dimana pada daerah ini mekanisme *gravity flow* berkembang baik. Hal ini menggambarkan material karbonat berasal dari erosi yang terjadi pada daerah laut dangkal. Hal ini disebabkan adanya pengaruh kelerengan yang menjadi pemicu terjadinya proses pengendapan dengan mekanisme *gravity flow*. Kemiringan ini menjadikan material – material dengan densitas tinggi dengan mudah menurun lereng yang kemudian bercampur dengan material – material dengan densitas rendah yang tersuspensi bersamaan dengan gelombang air dan membentuk tren *prograding* ke arah *seaward*.

Pada mekanisme pengendapan *autochthonous* material karbonat berasal dari organisme yang hidup pada daerah itu sendiri. Hal ini menggambarkan mekanisme yang terjadi pada lingkungan *platform margin reef*. Kedalaman yang dangkal menyebabkan organisme hidup dengan baik pada daerah ini terutama organisme *framework* pembentuk terumbu karang. Selain itu, keberadaan organisme ini juga menarik organisme – organisme lain untuk bersimbiosis pada ekosistem ini untuk hidup. Hal ini yang menyebabkan daerah *platform margin* merupakan salah satu pusat produksi material karbonat utama.

Selain proses sedimentasi dan penurunan muka air laut berdasarkan pola susunan lapisan dan karakteristik batuan, dari data bioklastika juga didapatkan terjadinya pergeseran lingkungan dan perubahan muka air laut. Hal ini terlihat dari kenampakan foraminifera besar seperti *Nummulites sp.* yang

berkembang baik pada zona *proximal* seperti pada daerah *platform margin reef* dengan kedalaman 0 – 80 m, *Discocyclusina sp.* yang hidup pada daerah depan terumbu dan *shallow marine – open platform* dengan kedalaman 0 – 95 m, dan *Lepidocyclusina sp.* yang berkembang baik pada berbagai lingkungan dari daerah *restricted* hingga daerah *slope*. (Boudagher-Fadel, 2008; dalam Powell, 2010). Selain itu, perkembangan dari batugamping terumbu dengan organisme seperti *colonial coral* dan *Hamileda sp.* juga menunjukkan daerah dengan kedalaman yang rendah, kaya akan matahari dan agitasi gelombang yang tinggi. Hal ini menunjukkan adanya penurunan muka air laut yang menyebabkan penyebaran organisme ini dapat terekam pada endapan HST ini.

VII. KESIMPULAN & SARAN

7.1 Kesimpulan

- Berdasarkan data permukaan hasil observasi lapangan pada daerah Warvey – Korido dan analisis biozonasi foraminifera besar, didapatkan urutan stratigrafi rinci dan karakteristik dari Formasi Wainukendi yang secara umum terdiri dari dua satuan batuan yaitu satuan batugamping klastika dan satuan batugamping terumbu yang menunjukkan umur relatif dari masing – masing batuan adalah berumur Oligosen Awal (Rupellian) hingga Oligosen Akhir (Chattian).
- Berdasarkan kenampakan batugamping di lapangan yang terdiri dari batugamping terumbu dan batugamping klastika dapat disimpulkan jenis *platform* yang berkembang adalah jenis *rimmed shelf* dimana batugamping terumbu merupakan batugamping penyusun *core reef* yang berperan sebagai *barrier reef* yang membatasi antara daerah laut dangkal dengan laut terbuka dan batugamping klastika merupakan penyusun daerah *slope – basin* dengan dicirikan oleh bioklastika *oligophotic* yang dominan.
- Berdasarkan analisis mikrofases terhadap 37 sayatan petrografi didapatkan 4 *facies zone* (FZ) berdasarkan klasifikasi Wilson (1975) yang berkembang pada daerah penelitian

diantaranya FZ 2 (*Deep Shelf*), FZ 3 (*Toe of Slope*), FZ 4 (*Slope*), dan FZ 5 (*Platform Margin Reef*). *Standard Micro Facies* (SMF) yang berkembang adalah SMF 3 – 7 dan SMF 10 sehingga didapatkan lingkungan pengendapan Formasi Wainukendi berada pada lingkungan laut dangkal.

- Berdasarkan analisis proses pengendapan dengan menggunakan data lapangan dan data petrografi didapatkan proses pengendapan terbagi menjadi tiga tahap yaitu tahap pengendapan batugamping bioklastika fragmental kasar yang terendapkan secara *allochthonous* oleh mekanisme *debris flow*, tahap kedua pengendapan batugamping bioklastika fragmental halus kaya akan foraminifera planktonik laut dalam yang terendapkan secara *allochthonous* dengan mekanisme *suspension*, dan tahap terakhir pengendapan batugamping klastika fragmental kasar dan batugamping terumbu yang terendapkan secara *autochthonous*.
- Berdasarkan analisis *sequence stratigraphy surface* dan pola susunan lapisan yang berkembang pada Formasi Wainukendi didapatkan gambaran pola pengendapan *prograding - aggrading* dimana laju peningkatan ruang akomodasi lebih kecil dibandingkan laju peningkatan pasokan sedimen pada fase *shallowing* (I), yang kemudian berubah menjadi pola *retrograding* dimana laju peningkatan ruang akomodasi lebih besar dibandingkan laju peningkatan pasokan sedimen pada fase *deepening*. Fase akhir dari pengendapan adalah *shallowing* (II) yang menunjukkan pola pengendapan *prograding* yang dicirikan oleh ruang akomodasi yang mulai menurun sementara laju peningkatan pasokan sedimen tetap besar.
- Berdasarkan analisis sikuen stratigrafi didapatkan *bounding surface* berupa *transgressive surface* (TS) dan *maximum flooding surface* (MFS). *System tract* yang berkembang adalah *lowstand system tract* (LST) yang diindikasikan oleh endapan *lowstand normal regression* yang menandakan mulai terjadinya kenaikan muka air laut awal dari fase muka air laut paling rendah,

transgressive system tract (TST) yang diindikasikan oleh endapan *transgression* yang menandakan muka air laut dalam keadaan terus naik, dan *highstand system tract* (HST) yang diindikasikan dengan endapan *highstand normal regression* yang menandakan muka air laut telah mencapai batas maksimum kenaikan dan mulai mengalami penurunan. Pola sikuen yang berkembang adalah LST – TS – TST – MFS – HST.

- Berdasarkan analisis siklus karbonat dari kolom litostratigrafi *composite* didapatkan gambaran pola susunan lapisan yang berkembang pada Formasi Wainukendi adalah pola *coarsening – thinning upward (shallowing upward)* menjadi *fining – thickening upward (deepening upward)* yang kemudian menjadi *coarsening – thickening upward (shallowing upward)*.

7.1 Saran

- Untuk penelitian lebih jauh tentang proses pengendapan batuan karbonat pada daerah Pulau Supiori dapat dilakukan dengan melakukan observasi lapangan ke daerah utara dan barat dari daerah penelitian karena daerah tersebut tersusun atas batugamping yang memiliki karakteristik yang berbeda dengan Formasi Wainukendi, dimana batugamping pada daerah tersebut termasuk dalam Formasi Wafordori dan Formasi Napisendi.
- Untuk melakukan studi detail tentang proses pengendapan dalam kerangka sikuen stratigrafi pada Formasi Wainukendi diperlukan data bawah permukaan sehingga didapatkan juga kenampakan pola pengendapan di bawah permukaan yang dapat dikorelasikan dengan data permukaan yang telah diteliti oleh penulis.

VIII. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya sampaikan kepada seluruh anggota Tim Survei Dinamika Cekungan, Pusat Survei Geologi Badan Geologi Bandung yang telah memberikan saya kesempatan untuk melakukan penelitian di

Cekungan Biak-Yapen, Papua. Terima kasih kepada Bapak Asep Kurnia Permana, selaku pembimbing saya baik di lapangan maupun di kantor, Bapak Hadi Nugroho dan Bapak Yoga Aribowo sebagai dosen pembimbing di kampus yang telah berbagi ilmu, masukan dan arahan dalam penulisan penelitian ini, serta kepada seluruh pihak yang telah mendukung saya selama melaksanakan penelitian hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

Jurnal dan Publikasi

- Catuneanu, O., W.E. Galloway, Christopher. G.St.C. Kendall, A.D. Miall, H. W. Posamentier. A. Strasser. M.E. Tucker. 2011. *Sequence Stratigraphy : Methodology and Nomenclature*. Newsletter on Stratigraphy, Vol. 44/3, 173–245, German.
- McAdoo, R.L. & J.C. Haebig .1999. *Tectonic elements of the North Irian Basin*. Proc. 27th Ann. Conv. Indon.Petrol. Assoc., p.545-562.
- Sapiie B., A.C. Adyagharini, Philips Teas. 2010. *New Insight Of Tectonic Evolution Of Cendrawasih Bay and Its Implication For Hydrocarbon Prospect, Papua, Indonesia*. Proceedings Indonesian Petroleum Association 34th Annual Convention and Exhibition.
- Sapiie, B., W. Naryanto, A.C. Adyagharini, A. Pamumpuni. 2012. *Geology and Tectonic Evolution of Bird Head Region Papua, Indonesia: Implication for Hydrocarbon Exploration in the Eastern Indonesia*. Proc. AAPG International Convention and Exhibition, Singapore.
- Dunham, R. J. 1962. *Classification Of Carbonate Rocks According To Their Depositional Texture*. Classification of Carbonate Rocks symposium: Tulsa, OK, American Association of Petroleum Geologists Memoir 1, p. 108-121.
- Embry, A. 2009. *Practical Sequence Stratigraphy*. Canadian Society of Petroleum Geologist, 79 p.
- Emery, D. & Keith Myers. 2006. *Sequence Stratigraphy*. Blackwell Science Ltd. : Australia.
- Flugel, E. 2010. *Microfacies Of Carbonate Rocks Analysis, Interpretation And Application*. Edisi ke-2. Springer.
- Masria, M., N. Ratman, K. Suwitodirdjo. 1981. *Geology of the Yapen Quadrangle, Irian Jaya*. Geol. Res. Dev. Centre : Indonesia.
- Narbuko, C., dan Abu, A. 2007. *Metodologi Penelitian*. Bumi Aksara: Jakarta.
- Tucker, Maurice E. and V. Paul Wright. 1990. *Carbonate Sedimentology*. Blackwell Science Ltd., England.
- Tucker, Maurice E. 1996. *Sedimentary Rock in the Field*. John Willey & Sons Ltd., England.
- Schlager, W. 2005. *Carbonate Sedimentology And Sequence Stratigraphy*. SEPM: Tulsa, Oklahoma 74235, U.S.A.
- Scholle, Peter A. and Dana S. Ulmer-Scholle. 2003. *A Colour Guide to the Petrography of Carbonate Rock : Grain, texture, porosity, diagenesis*. AAPG Memoir 77, U.S.A
- Walker, R.G., and James, N.P. 1992. *Facies Models : Response To Sea Level Change*. Geological Association of Canada: Ontario.
- Wilson, J.L. 1975. *Carbonate Facies In Geologic History*. 471 pp., New York: Springer

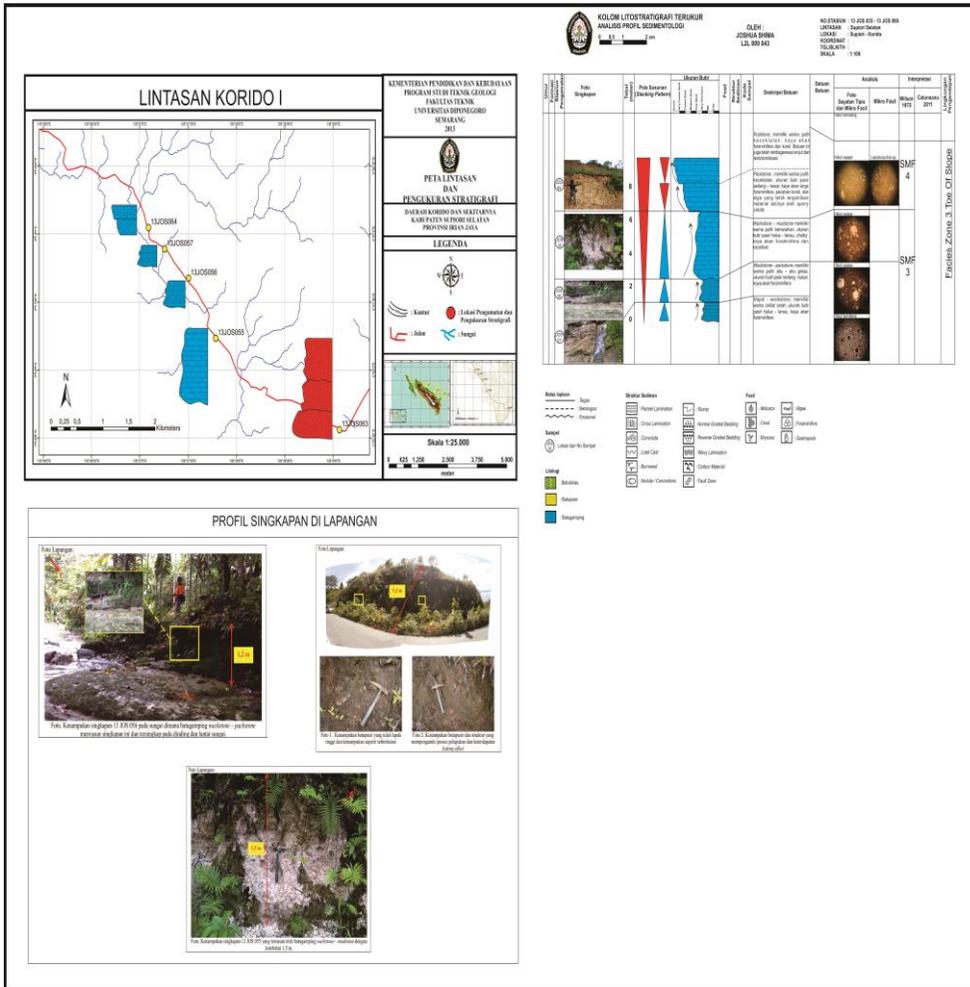
Referensi Buku

- Catuneanu, Octavian. 2003. *Principles of Sequence Stratigraphy*. Elsevier Science, Canada.

LAMPIRAN

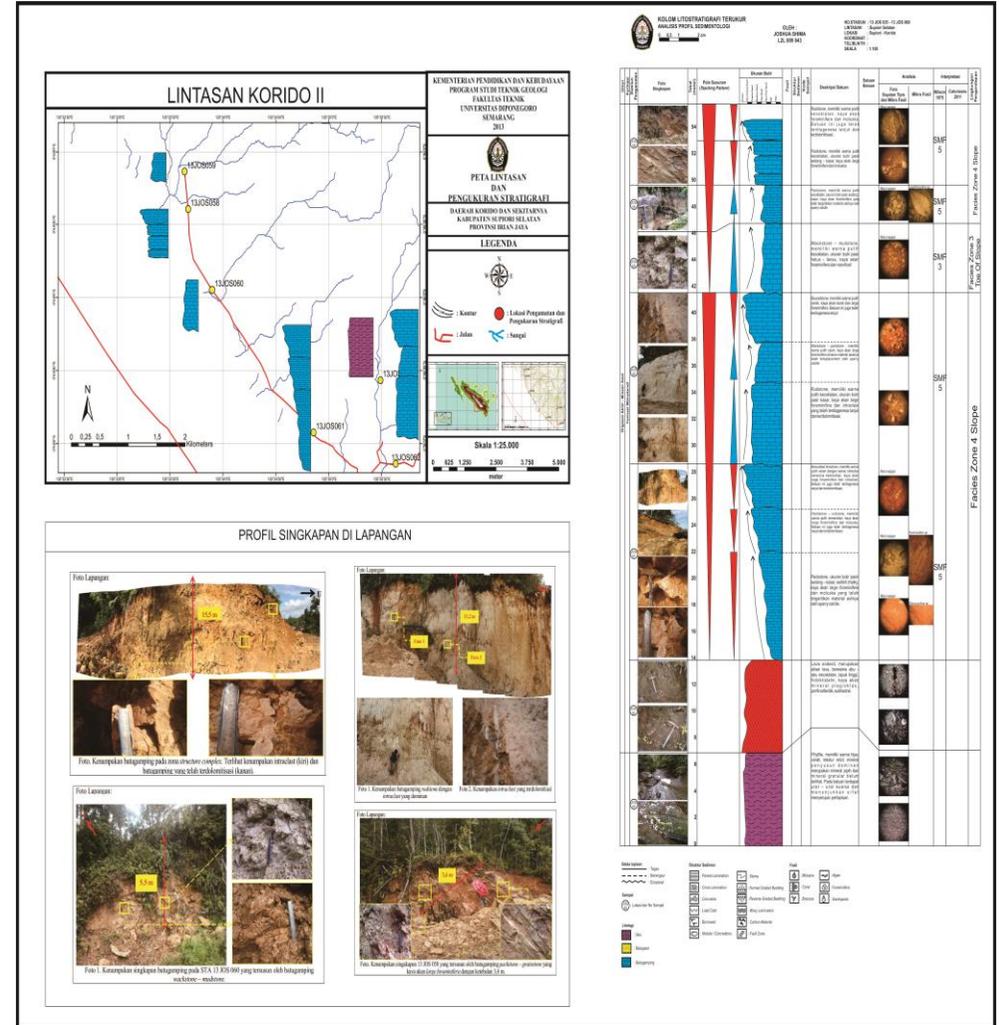
Peta Lintasan, Profil Singkapan, dan Kolom Litostratigrafi Composite

1. Lintasan Korido I



Gambar 1. Lintasan pemetaan dan lokasi pengukuran penampang stratigrafi, profil singkapan, dan kolom litostratigrafi terukur daerah Korido dan sekitarnya, Kabupaten Supiori Selatan, Provinsi Papua.

2. Lintasan Korido II



Gambar 2. Lintasan pemetaan dan lokasi pengukuran penampang stratigrafi, profil singkapan, dan kolom litostratigrafi terukur daerah Korido dan sekitarnya, Kabupaten Supiori Selatan, Provinsi Papua.

Tabel Biozonasi Umur Relatif Formasi Wainukendi

Tabel 1. Tabel biozonasi satuan batugamping klastika Formasi Wainukendi. Biozonasi menunjukkan umur Oligosen Awal (Rupelian)

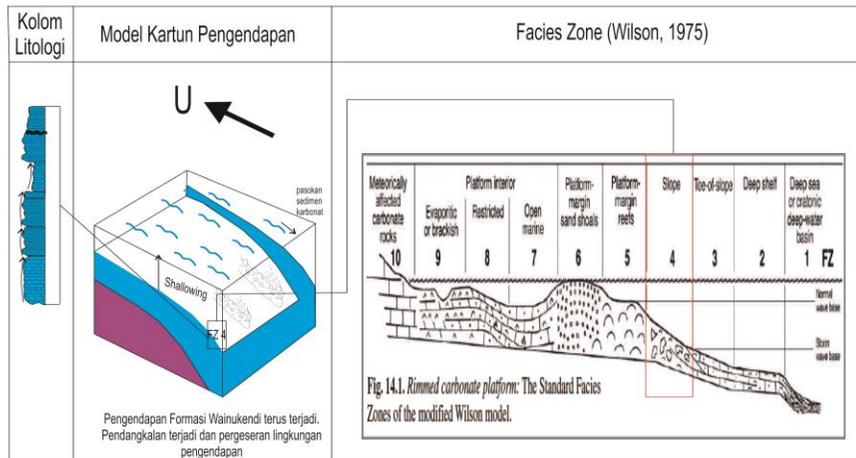
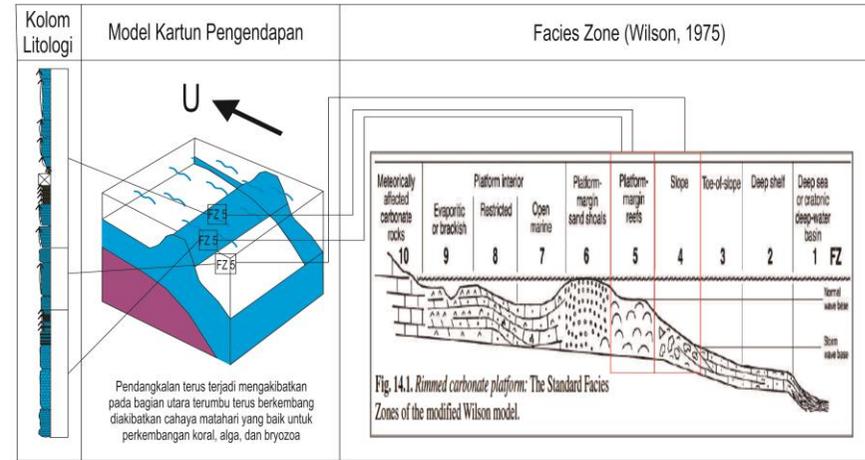
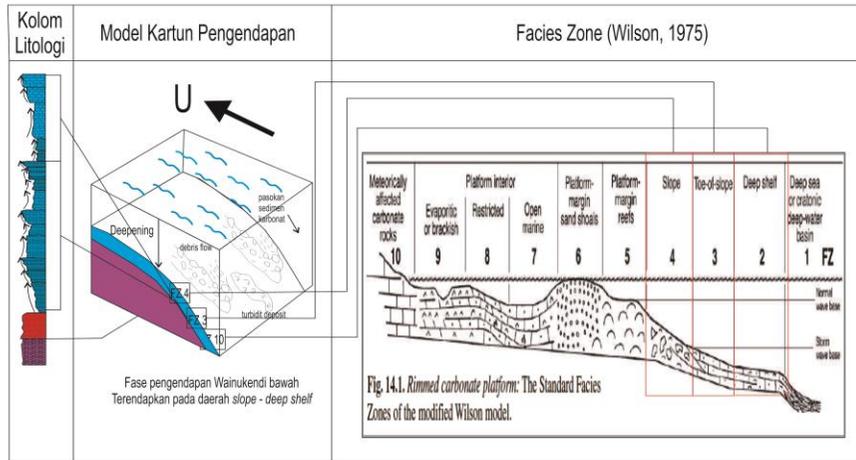
BIOZONASI SATUAN BATUGAMPING KLASTIKA																											
Eocene		Oligocene				Miocene						Age (Ma)		Epoch Stage													
Eocene		Oligocene				Miocene						Age (Ma)															
Bartonian		Priabonian		Rupelian		Chattian		Aquit.		Burdig.		Langhan			Serravallian		Tortonian		Messinian								
P-10	P-11	P-12	P-13	P-14	P-15	P-16	P-17	P-18	P-19	P-20	P-21	P-22	N-4		N-5	N-6	N-7	N-8	N-9	N-10	N-11	N-12	N-13	N-14	N-15	N-16	N-17
Planktonic Zone																											
Lepidocyclus sp																											
Nummulites sp																											
Discocyclus sp																											
Spiroclipeus sp																											

Tabel 2. Tabel biozonasi satuan batugamping terumbu Formasi Wainukendi. Biozonasi menunjukkan umur Oligosen Akhir (Chattian)

BIOZONASI SATUAN BATUGAMPING TERUMBU																											
Eocene		Oligocene				Miocene						Age (Ma)		Epoch Stage													
Eocene		Oligocene				Miocene						Age (Ma)															
Bartonian		Priabonian		Rupelian		Chattian		Aquit.		Burdig.		Langhan			Serravallian		Tortonian		Messinian								
P-10	P-11	P-12	P-13	P-14	P-15	P-16	P-17	P-18	P-19	P-20	P-21	P-22	N-4		N-5	N-6	N-7	N-8	N-9	N-10	N-11	N-12	N-13	N-14	N-15	N-16	N-17
Planktonic Zone																											
Lepidocyclus sp																											
Nummulites sp																											
Operculina sp																											
Spiroclipeus sp																											
Heterostegina sp																											

MODEL PENGENDAPAN FORMASI WAINUKENDI

Pengendapan Formasi Wainukendi



Legenda :

- : F. Wainukendi
- : Batuan Dasar
- : Muka Air Laut Relatif
- : Pengendapan Debris Flow
- : Facies Zone
- : Pengendapan Turbidit Flow
- : Pendangkalan
- : Pendalaman

MODEL SIKUEN STRATIGRAFI FORMASI WAINUKENDI

