

# EVOLUSI TEKTONIK DI DAERAH NENAS DAN KEFAMENANU, NUSA TENGGARA TIMUR IMPLIKASINYA TERHADAP POTENSI PERANGKAP (TRAP) HIDROKARBON PADA CEKUNGAN TIMOR BAGIAN BARAT

Arif Alfiansyah\*, Hadi Nugroho\*, Fahrudin\*, Joko Wahyudiono\*\*  
(corresponding email: arifalfiansyah@outlook.com)

\*Program Studi Teknik Geologi Universitas Diponegoro, Semarang

\*\*Pusat Survei Geologi, Badan Geologi Bandung

## ABSTRACT

*In Timor island found many indications of hydrocarbons such as oil seeps, gas seeps and mud volcanoes. In the eastern part of the territory there are indications of more oil, while in the western part of the territory more gas indications (Charlton, 2001). It is a challenge for a geologist in particular to uncover all the potential that exists in the Timor Basin.*

*The purpose of this study was to determine the composition of the stratigraphy in the study area, which is developing the geological structure and its relationship with the existing stratigraphy in the study area, the main emphasis is to work towards the western part of Timor Island, Explaining the tectonic evolution of the study area and type of trap hydrocarbons that exist in the study area.*

*The method used in this thesis is a survey method and analysis methods. Methods of geological mapping survey with a description of the characteristics of each formation encountered and measured thick layer of rock that is useful for stratigraphic cross sections, and measurement of structural elements such as bedding plane, joint, faults and folds. Analysis method by analyzing both the geological structure alignment analysis and analysis stereografis.*

*The composition of the regional stratigraphic in research area from old to young is Maubise Formation, Atahoc Formation, Cribas Formation, Niof Formation, Babulu Formation, and Aitutu Formation. Geological structures that developed in the study area at Permian old rocks there are a reverse fault has trending NW-SE, strike slip fault has trending N-S, and normal fault has trending NW-SE, whereas in Triassic old rocks there are a reverse fault has trending NE-SW, strike slip fault has trending NE-SW, and normal fault has trending NE-SW. Look at the similarity of has trending reverse fault and normal fault orientation at Permian age, interpreted that reverse fault is result of reactivation from normal fault plane with same plane orientation. This also applies to Niof Formation, Babulu Formation and Aitutu Formation are Triassic old rocks there are a reverse fault has trending NE-SW and normal fault has trending NE-SW. the similarity of that trending orientation can interpreted as a result from reactivation of that happened at Permian old rocks. The main stress in Permian old rocks is NE-SW, while in Triassic old rocks is E-W. Based on analysis, trap hydrocarbon potential is structural trap with type are anticline and reverse fault*

**Keywords:** *Tectonic Evolution, main stress, hydrocarbon traps*

## I. PENDAHULUAN

Di wilayah Timor bagian timur lebih banyak terdapat indikasi minyak bumi, sedangkan di wilayah Timor bagian barat lebih banyak indikasi gas (Charlton, 2001). Ini adalah sebuah tantangan bagi seorang ahli geologi khususnya untuk mengungkap seluruh potensi yang ada pada Cekungan Timor ini. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi susunan stratigrafi dengan dilakukan pengukuran stratigrafi di lapangan dan struktur geologi yang berkembang pada Pulau Timor bagian barat kemudian dilakukan

analisis. Dari hasil analisis tersebut didapatkan urutan stratigrafi, pola struktur geologi, pola arah tegasan utama, evolusi tektonik serta potensinya terhadap keterdapatn perangkap hidrokarbon.

## II. LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian secara administratif berada di Pulau Timor daerah Nenas dan Kefamenanu, Nusa Tenggara Timur. Secara geografis lokasi penelitian blok Nenas terletak di 9°27'49"S dan 124°3'40"E sampai 9°27'47"S dan 124°12'50"E. Sedangkan blok

Kefamenanu terletak di  $9^{\circ}24'31''\text{S}$  dan  $124^{\circ}38'55''\text{E}$  sampai  $9^{\circ}24'28''\text{S}$  dan  $124^{\circ}47'4''\text{E}$ . Untuk mencapai lokasi penelitian diperlukan kendaraan 4WD.

### III. GEOLOGI REGIONAL

#### 3.1 Sedimentologi dan Stratigrafi

Secara umum litostratigrafi di Pulau Timor dapat dibagi menjadi tiga sikuen yaitu Sikuen Kekneno, Sikuen Kolbano, dan Sikuen Viqueque. Umur dari ketiga sikuen ini berkisar dari Perem hingga Pleistosen. Menurut Sawyer dkk.(1993), litostratigrafi regional Timor secara umum disusun oleh: batuan dasar, Sikuen Kekneno yang terdiri dari Formasi Maubise, Formasi Atahoc, Formasi Cribas, Formasi Niof, Formasi Aitutu, Formasi Babulu, dan Formasi Wailuli, sedangkan Sikuen Kolbano terdiri dari Formasi Oebaat, Formasi Nakfunu, Formasi Menu, dan Formasi Ofu, sedangkan Sikuen Viqueque terdiri dari Formasi Viqueque, dan Melange.

#### 3.2 Struktur Geologi

Secara regional, struktur geologi yang terdapat di Timor sangat kompleks. Struktur utama yang ditemukan antara lain adalah lipatan, sesar naik, dan sesar mendatar mengiri. Struktur geologi yang berkembang secara umum dibentuk oleh tegasan-tegasan utama yang berarah barat laut - tenggara (NW-SE). Struktur lipatan hadir sebagai Antiklin Aitutu yang berarah barat daya – timur laut dan Antiklin Cribas yang berarah barat - timur (W-E).

### IV. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian meliputi dari metode survei dan metode analisis. Metode survei dengan melaksanakan pemetaan geologi permukaan (*surface mapping*) yang mencakup pengamatan keadaan geologi secara umum. Sedangkan metode analisis meliputi analisis struktur geologi berupa analisis kelurusan, analisis arah orientasi bidang perlapisan (S0), arah orientasi sesar, dan analisis tegasan utama.

### V. HIPOTESIS PENELITIAN

a. Urutan formasi yang akan dijumpai pada daerah penelitian dari tua ke muda secara

vertikal yaitu : Formasi Maubise, Formasi Atahoc, Formasi Cribas, Formasi Niof, Formasi Babulu, dan Formasi Aitutu.

- b. Pola struktur geologi yang terdapat pada daerah penelitian berupa sesar naik dengan arah orientasi E-W dan sesar mendatar dengan arah orientasi NW-SE dan NE-SW.
- c. Berdasarkan arah pola orientasi sesar mendatar, maka pola arah tegasan utama pada daerah penelitian adalah N-S.
- d. Kenampakan struktur geologi yang dominan pada daerah penelitian adalah sesar naik dan mendatar sebagai perangkap struktur hidrokarbon.

### VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 6.1 Hasil Penelitian Lapangan

Pengambilan data lapangan penelitian Cekungan Timor lebih dititik beratkan pada batuan para-autokton yang berasal dari Kontinen Australia. Penelitian ini dititik beratkan pada 2 daerah penelitian yaitu daerah Nenas dan Kefamenanu.

##### a. Blok Nenas

Pada daerah Nenas terbagi dalam 2 lintasan yaitu lintasan Tunsif dan Lapunuf, pada Blok Nenas secara umum dapat dikelompokkan menjadi 3 unit batuan, serta berdasarkan posisi stratigrafi dilapangan ketiga unit tersebut memiliki urutan dari muda ke tua sebagai berikut:

1. Unit pertama berupa perselingan batupasir halus-sampai sedang dengan sisipan serpih. Batupasir berwarna abu-abu terang, berukuran halus-sedang, pemilahan baik, struktur sedimen yang terdapat adalah paralel laminasi, silang siur dengan skala kecil, *graded bedding* dan *sole mark*, serta menunjukkan karakteristik sedimen yang menghalus ke atas dan pada beberapa bagian menunjukkan kontak bagian bawah batupasir berupa erosional. Serpih berwarna abu-abu terang, berlapis baik, dengan ketebalan rata-rata 5 - 10 cm. Berdasarkan karakteristik litologi dan asosiasinya yang unit perselingan ini dapat dibandingkan atau termasuk kedalam Formasi Babulu yang berumur Trias (Permana, 2012).
2. Unit kedua berupa perselingan serpih berwarna abu-abu gelap sampai hitam dengan batupasir halus berwarna abu-abu

kecoklatan. Serpih memiliki perlapisan yang buruk dan semakin ke atas semakin masif, serta banyak memiliki konkresi atau *nodul*. Batupasir berwarna abu-abu kecoklatan, dengan ukuran butir halus dengan ketebalan sekitar 5 - 10 cm. Unit batuan ini diperkirakan diendapkan pada lingkungan energi yang relatif rendah dengan suplai sedimen yang sedikit hal ini terlihat dari banyak nodul atau konkresi (diameter 10-15cm) pada lapisan serpih (Permana, 2012).

Unit ini diperkirakan diendapkan pada lingkungan energi yang relatif rendah dan suplai sedimen yang sedikit ditandai dengan adanya konkresi pada lapisan serpih. Pada litologi ini ditemukan fosil *Halobia sp.* sehingga berdasarkan keberadaan fosil dan karakteristik litologinya unit batuan ini merupakan bagian dari Formasi Niof yang berumur Trias (Kusworo, 2012).

3. Unit ketiga berupa perselingan serpih dengan batupasir halus dan ditutupi oleh batupasir gampingan. Serpih berwarna abu-abu cerah sampai abu-abu gelap, menyerpih, secara umum menebal ke arah atas perlapisan. Batupasir halus, berwarna abu-abu terang, pemilahan baik, struktur sedimen paralel laminasi dan silang siur dengan skala kecil. Batupasir gampingan, berlapis baik, banyak memiliki makrofosil *Atomodesma Exarata*, *Amonite* dan *Crinoid*, (Permana, 2012). Litologi ini mencerminkan proses pengendapan arus traksi *lower flow regime* dengan kecepatan sedimentasi yang rendah. Pada salah satu lapisan batupasir ditemukan fosil yang melimpah seperti *Ammonite*, *Bivalvia* (*Atomodesma Exarata*), *Crinoid*, dan Koral. Berdasarkan karakteristik litologi dan kemunculan beberapa makrofosil di dalam unit perlapisan ini diperkirakan unit batuan ini merupakan bagian dari Formasi Cribas yang berumur Perem (Kusworo, 2012)
4. Unit keempat berupa perselingan batupasir dengan serpih yang mempunyai ukuran ketebalan yang bervariasi dari 5 - 20 cm. Batupasir berwarna abu-abu cerah, non karbonatan, berukuran halus sampai sedang, membundar, pemilahan baik, struktur sedimen paralel laminasi dan silang siur dengan skala kecil. Serpih berwarna abu-abu cerah, non karbonatan,

relatif keras. Terdapat *offset* litologi yang mengindikasikan sesar naik (*thrust fault*) pada bagian bawah unit ini. Sedangkan Pada bagian atas dari unit berkembang struktur sedimen *slump* yang mengindikasikan kemungkinan berkembang konsep *growth fault* pada saat pengendapan unit ini (Permana, 2012). Litologi ini mencerminkan proses pengendapan suspensi (pengendapan serpih) yang diselingi proses pengendapan arus traksi (pengendapan batupasir) dengan kecepatan sedimentasi rendah berdasarkan deskripsi di atas menunjukkan unit ini termasuk dalam Formasi Atahoc yang berumur Perem (Kusworo, 2012).

Pada lintasan lapunuf struktur geologi yang berkembang adalah lipatan, sesar naik, sesar normal dan sesar mendatar. arah orientasi sumbu lipatan relatif berarah NE-SW dan NW-SE. Jarak lipatan yang terdapat pada sungai Funut/Punuf cukup dekat, diperkirakan lipatan tersebut terbentuk akibat oleh sesar naik. Struktur geologi pada lintasan Lapunuf didominasi oleh sesar naik dengan arah orientasi NW-SE. Jika dilihat dari kenampakan arah orientasi sesar yang berbeda diinterpretasikan pada daerah ini telah mengalami periode deformasi yang lebih dari 1 kali.

#### **b. Blok Kefamenanu**

Pada daerah Kefamenanu terbagi dalam 2 lintasan yaitu lintasan Bisnain dan Mota Boni, pada Blok Kefamenanu secara umum dapat dikelompokkan menjadi 4 unit batuan, serta berdasarkan posisi stratigrafi dilapangan ketiga unit tersebut memiliki urutan dari muda ke tua sebagai berikut:

1. Unit pertama terdiri dari perselingan batugamping *wackstone-packstone*, serpih dan lapisan rijang. Pada batugamping *wackstone-packstone* ditemukan fosil *Halobia*. Dari karakteristik litologi dan diketemukannya fosil *Halobia* diperkirakan unit batuan ini termasuk kedalam Formasi Aitutu yang berumur Trias (Permana, 2012).
2. Unit kedua terdiri dari perlapisan batupasir dengan sisipan serpih. Batupasir berwarna abu-abu berukuran butir pasir halus, ketebalan lapisan 15 - 60 cm yang cenderung menipis keatas, porositas baik, struktur sedimen yang umum dijumpai

berupa paralel laminasi. Pada beberapa bagian kadang-kadang membentuk perselingan batupasir dan serpih dengan ketebalan tiap lapisan 5 – 20 cm. Di bagian bawah terdapat amalgamasi perlapisan batupasir, ketebalan tiap lapisan batupasir kurang lebih 150 cm. Litologi ini mencerminkan proses pengendapan arus turbid dengan kecepatan sedimentasi yang tinggi, berdasarkan ciri – ciri diatas unit ini termasuk dalam Formasi Babulu yang berumur Trias (Kusworo, 2012).

3. Unit ketiga berupa perlapisan antara batupasir berukuran halus dengan batupasir ukuran sangat halus. secara megaskopis dari batupasir halus adalah berwarna abu-abu, ukuran butir halus, sortasinya baik, kompak, bersifat *non*-karbonatan, struktur sedimen yang ditemukan adalah paralel laminasi, *ripple* laminasi, silang siur dengan skala kecil, dan *slump*. Ketebalan lapisan antara 30-50 cm. Pada lapisan batupasir halus ini tidak ditemukan fosil. Sedangkan untuk batupasir sangat halus mempunyai kenampakan megaskopis yaitu berwarna abu-abu, ukuran butir pasir sangat halus, bersifat *non*-karbonatan, sortasi baik, kompak. Struktur sedimen yang ditemukan adalah perlapisan dengan ketebalan antara 5-15 cm, *ripple* laminasi, silang siur dengan skala kecil dan terdapat lensa serpih berwarna kecoklatan. Berdasarkan ciri – ciri diatas unit ini termasuk dalam Formasi Cribas yang berumur Perem.
4. Unit keempat berupa perselingan batugamping *packstone-grainstone* berwarna merah muda kaya akan fosil *Crinoid* dan *Brachiopoda*. Berdasarkan karakteristik litologi dan asosiasinya, serta keterdapatannya fosilnya unit batuan ini dapat dibandingkan atau termasuk kedalam Formasi Maubise yang berumur Perem (Kusworo, 2012)

Pada lintasan Besnain struktur geologi yang berkembang adalah sesar naik, sesar normal dan sesar mendatar. Struktur geologi pada lintasan Besnain didominasi oleh sesar naik dan sesar normal, sesar naik dengan arah orientasi NW-SE, sedangkan sesar normal dengan arah orientasi NE-SW. Sesar mendatar dengan arah orientasi NW-SE.

## 6.2 Analisis Urutan Stratigrafi

Dari beberapa penampang stratigrafi pada lintasan-lintasan terpilih dapat direkonstruksi hubungan stratigrafi secara vertikal dari unit-unit batuan yang telah dianalisis di Cekungan Timor.

### a. Stratigrafi Unit Batuan Berumur Perem

Unit batuan berumur Perem di Cekungan Timor disusun oleh Formasi Maubise, Formasi Atahoc dan Formasi Cribas. Dari hasil rekonstruksi penampang stratigrafi dapat disusun hubungan stratigrafi secara vertikal dari ketiga formasi tersebut. Formasi Maubise terlihat memiliki hubungan atas bawah dengan Formasi Atahoc dari hasil rekonstruksi stratigrafi. Dimana secara posisi stratigrafi Formasi Atahoc menindih secara selaras Formasi Maubise. Hasil pengamatan di lapangan tidak didapati kontak atas bawah secara langsung kedua formasi tersebut. Hal ini menyebabkan beberapa peneliti terdahulu memperkirakan hubungan stratigrafi dari kedua formasi ini adalah menjemari. Hasil rekonstruksi stratigrafi yang dilakukan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa hubungan stratigrafi kedua formasi ini adalah hubungan selaras atas bawah, dimana pada bagian bawah dari Formasi Maubise tampak menjemari dengan Formasi Atahoc.

Hubungan stratigrafi antara Formasi Atahoc dan Formasi Cribas sangat sulit ditentukan dari posisi stratigrafi di lapangan. Kompleksnya struktur geologi di lapangan menyebabkan batuan pada formasi itu terdeformasi sangat kuat menyebabkan terlipat yang menyulitkan untuk melakukan rekonstruksi stratigrafi. Selain struktur geologi yang rumit, kenampakan litostratigrafi dari kedua formasi tersebut yang mirip juga menyulitkan dalam menginterpretasi hubungan stratigrafinya. Berdasarkan kesebandingan dengan peneliti terdahulu Barkham (1987), Bird dan Cook (1991), dan Charlton dkk. (2002), serta kemunculan fosil makro dari *Atomodesma* menunjukkan bahwa hubungan stratigrafi antara Formasi Atahoc dan Cribas adalah hubungan atas bawah, dimana Formasi Cribas menutupi secara selaras Formasi Atahoc. Penampang stratigrafi yang menunjukkan hubungan stratigrafi antara kedua formasi tersebut dapat dilihat pada, dimana kontak antara Formasi Atahoc dan Cribas dibatasi oleh kemunculan fosil *Atomodesma* (Permana, 2012).

## **b. Stratigrafi Unit Batuan Berumur Trias**

Unit batuan berumur Trias di Cekungan Timor disusun oleh Formasi Niof, Formasi Babulu dan Formasi Aitutu. Unit batuan ini terlihat menutupi secara selaras dari unit batuan dibawahnya, batuan berumur Permian. Keterdapatan singkapan dari batuan Berumur Trias umumnya tersingkap di bagian tengah sampai ke bagian utara Cekungan Timor. Formasi Babulu banyak muncul di bagian utara cekungan, sedangkan Formasi Aitutu berkembang baik di bagian tengah dan selatan cekungan

Dari kenampakan dilapangan posisi stratigrafi Formasi Niof menumpang secara selaras diatas Formasi Atahoc dan Formasi Cribas. Formasi Niof selajutnya secara selaras ditutupi oleh Formasi Babulu di Bagian Utara Cekungan Timor, sedangkan lebih ke selatan dari cekungan ini Formasi Niof secara selaras ditutupi oleh Formasi Aitutu. Kontak Formasi Niof dengan Formasi Babulu adalah kontak selaras dimana terlihat pada bahwa batas kedua formasi merupakan perubahan fasies gradual dari fasies serpih dan betulempung menjadi fasies batupasir sisipan batulempung. Di bagian selatan cekungan hal serupa terlihat pada kontak antara Formasi Niof Formasi Aitutu terjadi perubahan fasies secara vertikal dimana fasies serpih berubah menjadi batugamping. Dari hasil pengamatan dilapangan tidak diketemukan kontak stratigrafi antara Formasi Babulu dan Formasi Aitutu. Hasil rekonstruksi penampang stratigrafi memperlihatkan bahwa Formasi Aitutu masih muncul di Bagian Utara Cekungan Timor dan memperlihatkan kontak stratigrafi menjemari dengan Formasi Niof. Hal ini juga menjadi indikasi bahwa Formasi Aitutu dan Formasi Babulu juga memiliki hubungan stratigrafi menjemari.

## **6.3 Analisis Struktur Geologi**

Analisis struktur geologi meliputi pesebaran bidang perlapisan (S0), arah orientasi sesar yang tersingkap di lapangan, dan arah tegasan utama yang bekerja pada daerah penelitian.

### **a. Analisis Bidang Perlapisan (S0)**

Analisis stereonet yang telah dilakukan meliputi arah kedudukan bidang perlapisan (S0) yang diukur dilapangan. Data bidang perlapisan sudah dikelompokkan masing – masing berdasarkan umur geologi. Hasil

analisis bidang perlapisan (S0) sebagai berikut :

#### **• Unit Batuan Berumur Perem**

Dilihat dari arah sumbu lipatan yang berarah ENE–WSW (Lampiran 1), berdasarkan model *simple shear* (Harding dkk., 1973) untuk mendapatkan arah tegasan utama diambil  $90^0$  dari sumbu lipatan. maka didapatkan arah tegasan utama yang berarah NNW–SSE. Jika dilihat pembentukan lipatan pada batuan yang berumur Perem terjadi ketika *regime* kontraksional yang terjadi pada Zaman Miosen-Pliosen, maka tegasan utama dari lipatan ini dapat dijadikan dasar untuk menentukan arah tegasan utama ketika proses kolisi berlangsung yaitu pada Zaman Miosen-Pliosen.

#### **• Unit Batuan Berumur Trias**

Hasil pengukuran bidang perlapisan (S0) pada lapangan Pada Formasi Niof, Formasi Babulu, dan Formasi Aitutu yang berumur Trias (Lampiran 2). Dari hasil analisis terlihat pada batuan yang berumur Trias terlipat dengan ketat. Jika dilihat dari arah sumbu lipatan yang berarah NNE–SSW, berdasarkan model *simple shear* (Harding dkk., 1973), maka didapatkan arah tegasan utama berarah WNW–ESE.

## **b. Arah Orientasi Sesar**

Arah orientasi sesar ini berdasarkan kedudukan bidang sesar yang diukur dilapangan, baik sesar naik, sesar mendatar dan sesar normal. Analisis ini menggunakan metode *stereonet* dan diagram *rossete* untuk melihat arah umum dari sesar tersebut.

Dominasi arah orientasi sesar naik dengan kemiringan bidang berkisar  $45^0$ – $60^0$ , berdasarkan besaran kemiringan maka sesar naik tersebut diklasifikasikan sebagai sesar berbalik (Rickard, 1972). Sesar berbalik pada Formasi Niof, Formasi Babulu, dan Formasi Aitutu yang berumur Trias NE–SW (Lampiran 7) berbeda dengan dominasi arah orientasi sesar berbalik yang ada pada Formasi Maubise, Formasi Atahoc, dan Formasi Cribas yang berumur Perem berarah NW–SE (Lampiran 5), perbedaan ini disebabkan oleh periode deformasi sesar berbalik berbeda. Jika dilihat arah sesar berbalik NW–SE juga terekam pada batuan yang berumur Trias menandakan sesar berbalik tersebut memotong dari batuan yang berumur Perem sampai Trias. Periode deformasi sesar

berbalik pada daerah penelitian dapat kita ketahui dengan bukti lapangan sesar berbalik yang saling memotong. Diinterpretasikan sesar berbalik tersebut terbentuk ketika *regime* kontraksional berlangsung yaitu pada umur Miosen – Pliosen (Bachri, 2011).

Dominasi arah orientasi sesar mendatar Formasi Maubise, Formasi Atahoc, dan Formasi Cribas yang berumur Perem berarah N-S berbeda dengan dominasi arah orientasi sesar mendatar pada Formasi Niof, Formasi Babulu, dan Formasi Aitutu yang berumur Trias, berarah NE-SW. Perbedaan ini diinterpretasikan sebagai bukti ada 2 periode deformasi sesar mendatar. Sesar mendatar yang pertama berarah N-S dan sesar mendatar yang kedua berarah NE-SW. Diinterpretasikan sesar mendatar tersebut terbentuk ketika *regime* kontraksional berlangsung yaitu pada umur Miosen – Pliosen (Bachri, 2011).

Arah orientasi sesar normal pada daerah penelitian, baik pada Formasi Maubise, Formasi Atahoc, dan Formasi Cribas yang berumur Perem (Lampiran 6) dengan Formasi Niof, Formasi Babulu, dan Formasi Aitutu yang berumur Trias (Lampiran 8) memiliki arah orientasi yang beragam dengan kuantitas yang relatif sama. Diinterpretasikan bahwa struktur tersebut sudah terbentuk sebelum terjadinya *regime* kontraksional yang berlangsung berlangsung. Arah orientasi sesar normal yang dominan ke seluruh arah, disebabkan sesar normal yang ada pada daerah penelitian telah terbentuk mulai dari Zaman Perem – Trias. Formasi Maubise, Formasi Atahoc, Formasi Cribas, Formasi Niof, Formasi Babulu, dan Formasi Aitutu telah mengalami beberapa periode deformasi yang menyebabkan arah sesar normal telah berubah arah orientasinya dari keadaan yang semula yang diakibatkan terbentuknya sesar yang lebih muda dari sesar normal tersebut.

### c. Arah Tegasan Utama

Analisis arah tegasan utama dengan menggunakan metode stereografis dengan konsep tegasan terputar (Suryono, 1986). Dengan konsep tegasan terputar diharapkan mendapatkan tegasan utama yang primer pada daerah penelitian.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa pada umur Perem *event* tektonik yang terjadi adalah *rifting* dan pada batuan yang umur Trias

terbentuk pada *passif margin* jika dihubungkan dengan konsep tektonik ekstensional menurut (Letouzey dkk., 1986) maka struktur yang terbentuk adalah sesar normal. Sehingga pendekatan untuk mengetahui tegasan utama dengan membandingkan bidang sesar normal diperoleh, dengan hasil analisis yang telah dilakukan, maka didapatkan tegasan utama pembentuk struktur pada Formasi Maubise, Formasi Atahoc, dan Formasi Cribas dengan menggunakan konsep tegasan utama secara vertical berarah NE-SW dilihat dari besaran *plunge*  $\sigma_1$  lebih besar dari  $45^0$  (Lampiran 3) , sedangkan hasil analisis yang telah diperoleh dari batuan yang berumur Trias didapatkan tegasan utama pembentuk struktur pada Formasi Niof, Formasi Babulu, dan Formasi Aitutu dengan menggunakan konsep tegasan utama secara vertical berarah E-W (Lampiran 4).

### 6.4 Evolusi Tektonik

Proses tektonik yang ada pada Pulau Timor telah berlangsung sejak umur Pra Tersier yaitu dari mulai Perem sampai saat ini. Berdasarkan data struktur geologi diketahui banyak sesar normal yang memiliki arah orientasi secara acak dengan kuantitas yang relatif sama. Banyaknya sesar normal pada daerah penelitian diinterpretasikan sesar tersebut telah terbentuk sebelum muncul kepermukaan. Ini menandakan salah satu bukti bahwa Pulau Timor sebelum terangkat kepermukaan terbentuk pada pasif margin dan terjadi *rifting* yang didominasi oleh *regime* ekstensional. Benua Australia terus bergerak ke utara dan akhirnya menumbuk Eurasia dan Pulau Timor mengalami kolisi, tidak hanya Pulau Timor tetapi mulai dari Pulau Timor, Pulau Tanimbar dan Pulau – Pulau lainnya juga mengalami kolisi. Sesar berbalik yang ada pada Pulau Timor menandakan adanya *regime* kontraksional yang berlangsung pada daerah penelitian. Dari arah orientasi sesar berbalik yang relatif seragam menandakan proses ini hanya berlangsung pada saat kolisi saja. Berdasarkan data lapangan dan refrensi yang ada dapat dibuat *event* tektonik pada daerah penelitian seperti dibawah ini Lampiran 9. Dari gambar tersebut dapat dijelaskan struktur yang berkembang pada daerah penelitian pada saat sebelum kolisi adalah sesar normal, *horst*, dan *graben*.

Saat kolisi struktur sesar normal yang telah terbentuk sebelum kolisi terjadi mengalami reaktifasi menjadi sesar berbalik. Sesar berbalik yang berkembang pada daerah penelitian rata – rata memiliki kemiringan yang relatif besar  $>45^{\circ}$ , diinterpretasikan sebagai produk hasil reaktifasi dari sesar normal yang telah terbentuk lebih dahulu dibandingkan dengan sesar berbalik yang terbentuk ketika *regime* kontraksional menurut Bachri (2011) yang berlangsung pada Zaman Miosen - Pliosen.

Potensi perangkap hidrokarbon pada Cekungan Timor bagian barat adalah perangkap struktur seperti (Lampiran 10), karena setelah terjadi kolisi struktur yang terbentuk berupa antiklin yang disebabkan oleh sesar berbalik. Menurut Charlton (2001) berdasarkan hasil data *seismic* terdapat struktur inversi yang besar memotong batuan dasar yang paling tua sampai batuan yang berumur Jura yang berpotensi sebagai perangkap hidrokarbon yang besar. Ini menandakan data dibawah permukaan yang didapat berdasarkan hasil *seismic* dengan data yang didapatkan dipermukaan dengan melakukan mapping permukaan sejalan, dalam artian interpretasi bawah permukaan dengan interpretasi berdasarkan data permukaan serta konsep yang dipakai untuk menentukan potensi perangkap (*trap*) hidrokarbon sesuai dengan data serta kenyataan dan kenampakan dilapangan.

## VII. KESIMPULAN DAN SARAN

### 7.1 Kesimpulan

- a. Urutan stratigrafi pada daerah penelitian dari tua ke muda secara vertikal yaitu: Formasi Maubise, Formasi Atahoc, Formasi Cribas, Formasi Niof, Formasi Babulu dan Formasi Aitutu.
- b. Struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian
  - Pada batuan yang berumur Perem terdapat sesar berbalik dengan kemiringan  $>45^{\circ}$  yang berarah NW-SE, dan sesar mendatar yang berarah N-S dan sesar normal yang berarah NW-SE
  - Pada batuan berumur Trias terdapat sesar sesar berbalik dengan kemiringan  $>45^{\circ}$  yang berarah NE-SW, sesar

mendatar yang berarah NE-SW dan sesar normal yang berarah NE-SW.

- Dilihat dari kesamaan arah orientasi sesar berbalik dan sesar normal yang pada batuan yang berumur Perem dan Trias diinterpretasikan sesar berbalik tersebut merupakan hasil reaktifasi bidang sesar yang dahulunya adalah sesar normal berubah menjadi sesar berbalik
- c. Arah tegasan utama
    - Pada Zaman Perem adalah tegasan utama berarah NE-SW
    - Pada Zaman Trias adalah tegasan utama berarah E-W.
    - Terlihat arah tegasan utama pada Zaman Perem- Trias berputar searah jarum jam.
    - Sedangkan arah tegasan utama ketika proses kolisi pada Zaman Miosen-Pliosen dilihat dari analisis bidang perlapisan pada batuan yang berumur Perem adalah NNW-SSE dan batuan yang berumur Trias berarah WNW-ESE. Terlihat arah tegasan utama pada Zaman Miosen-Pliosen terputar berlawanan arah jarum jam.
  - d. Evolusi tektonik yang terjadi pada zaman Pra Tersier diantaranya terdapat *event rifting* yang terjadi pada Jura Akhir yang mengakibatkan banyaknya sesar normal, *horst*, dan *graben* yang berkembang pada daerah penelitian. Potensi perangkap (*trap*) hidrokarbon adalah perangkap struktur, dimana struktur yang berkembang setelah kolisi adalah antiklin dan sesar berbalik. Kemungkinan besar perangkap yang ada pada Cekungan Timor bagian barat berdasarkan data permukaan adalah lipatan yang diakibatkan oleh sesar berbalik.

## 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 Timor, Nusa Tenggara Timur. Terima kasih kepada Bapak Joko Wahyudiono selaku pembimbing saya baik dilapangan

maupun di kantor dan juga telah banyak membantu baik tenaga maupun dana dalam penyelesaian penelitian ini, Bapak Asep Kurnia Permana dan Bapak Aris Kusworo, yang telah memberikan data untuk membantu penelitian ini. Bapak Hadi Nugroho dan Bapak Fahrudin sebagai dosen pembimbing di universitas yang telah memberi, masukan dan arahan dalam penulisan penelitian ini, serta kepada seluruh pihak yang telah mendukung saya selama melaksanakan penelitian hingga selesai.

## DAFTAR PUSTAKA

### Buku Refrensi :

McClay, K.R., 1987. *The Mapping of Geological Structures*. Departement of Geology Royal Bedford New College University of London.

### Jurnal :

Audley-Charles, M.G., 1968. *The Geology of Portugese Timor*. Memoirs of the Geological Society of London No.4.

Barkham, S.T., 1987. *Field report on the Permo-Triassic Carbonates of West Timor*, University of London, unpublished report no. 52.

Bird, P.R., 1987. *The geology of the Permo-Triassic Rocks of Kekneno, West Timor*. Unpublished Phd Thesis. University of London.

Bird, P.R and Cook, S.E., 1991. *Permo-Triassic Succession of the Kekneno Area, West Timor: Implication for Paleogeography and Basin Evolution*. Journal of Southeast Asian Earth Sciences 6(3/4), 359-371.

Cook, S.E., 1986. *Triassic sediments of East Kekneno, West Timor*. Unpublished Phd thesis. University of London.

Cook, S.E., 1987. *Stratigraphic Sequences In Deep Water Triassic Sediment From Timor*. University of London.

Charlton, T.R. 2001. *The petroleum potential of West Timor*. Proceedings of the Indonesian Petroleum Association 28, vol 1, 301-317.

Charlton, T.R., 2002. *The Perm of Timor: stratigraphy, palaeontology and palaeogeography*. Journal of Asian Earth 20 (2002) 719-774

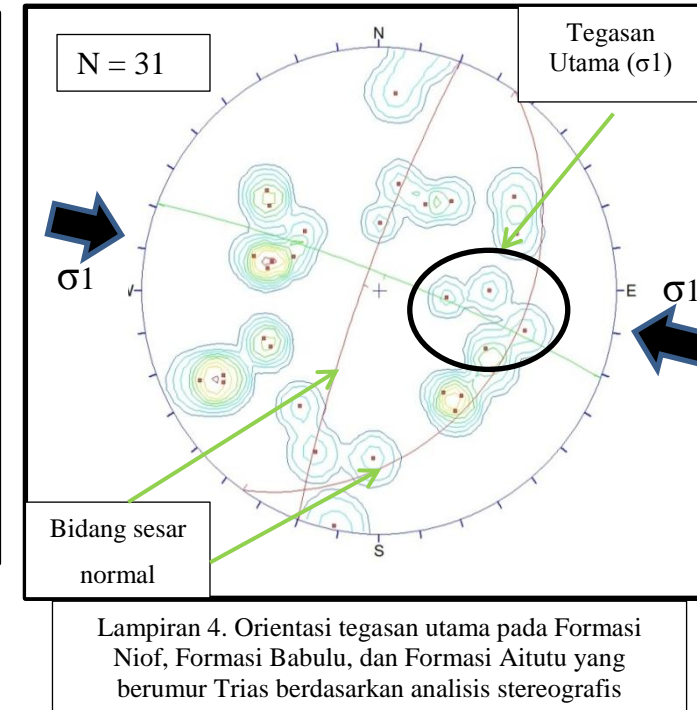
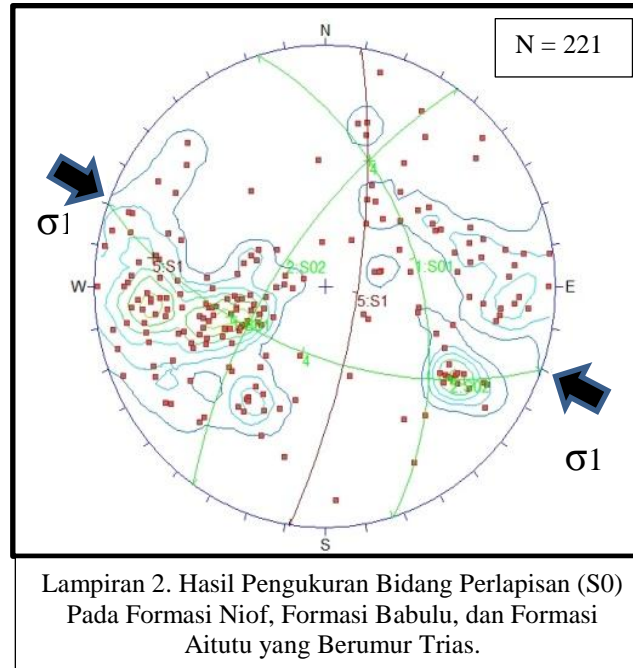
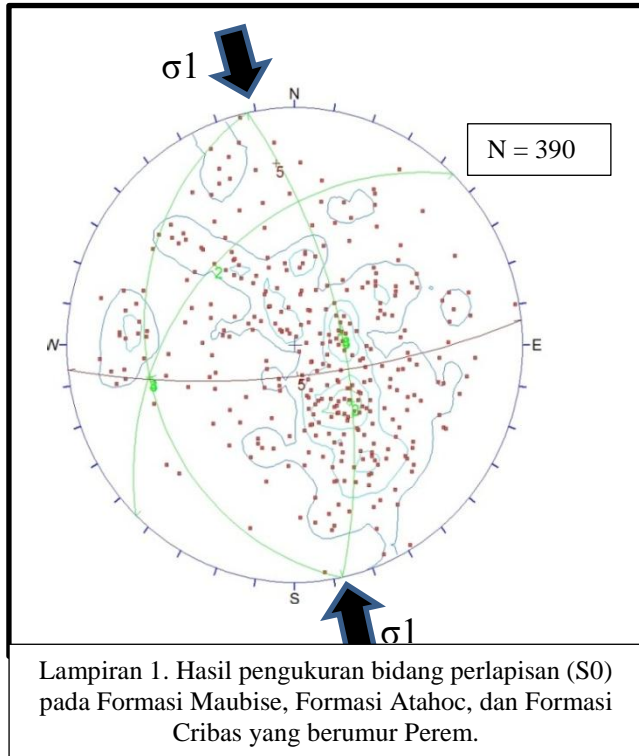
Harding, T.P., Wilcox, R.E., Seely, D.R. 1973. *Basic Wrench Tectonics, American*

*Association of Petroleum Geologist Bulletin*, v.57, p. 97-116

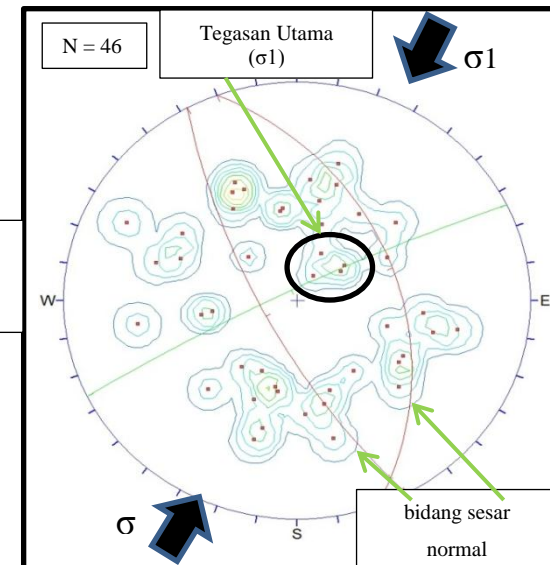
- Hinschberger, F., Malod, J. A., Re'hault J. R., Villeneuve M., Royer J. Y., Burhanuddin. S. 2005. *Late Cenozoic geodynamic evolution of eastern Indonesia*. Laboratoire Ge'EAC, Universite' Francois Rabelais, Faculte' de Sciences et Techniques, Parc de Grandmont, 37200 Tours. France
- Letouzey, J., Cramez, C. 1986. *Stress Regime and Structural Style: A New Classification for Seismic Structural Interpretation*. AAPG Annual Convention, Atlanta, Georgia.
- Parker, E. S. dan Gealey W. K. 1985. *Plate Tectonic Evolution Of The Western Pacific-Indian Ocean Region*. Energy Vol. IO, No. 314. pp. 249-261. 1985
- Sani, K., Jacobson, I., Sigit, R., 1995. *The Thin-Skinned Thrust Structures of Timor*. Proceedings of The Indonesian Petroleum Association 24 Annual Convention 24, 277-193, Indonesia.
- Sawyer, R.K., Sani, K., Brown, S., 1993. *Stratigraphy and Sedimentology of West Timor, Indonesia*. Proceedings of the Indonesian Petroleum Association 22, 1-20, Indonesia
- Suryono, N., 1986. *Tegasan Terputar dan Pembentukan Struktur Penyerta*. Buletin Teknologi Mineral V.68 h.44-49. Bandung.
- Laporan :**
- Kusworo, A., 2012. *Laporan Akhir Penelitian Sedimentologi Cekungan Timor, Nusa Tenggara Timur*. Pusat Survei Geologi. Bandung. (Tidak diterbitkan)
- Permana, A., 2012. *Laporan Akhir Penelitian Stratigrafi Cekungan Timor, Nusa Tenggara Timur*. Pusat Survei Geologi. Bandung. (Tidak diterbitkan)
- Wahyudiono, J., 2012. *Laporan Akhir Penelitian Struktur Geologi Cekungan Timor, Nusa Tenggara Timur*. Pusat Survei Geologi. Bandung. (Tidak diterbitkan)
- Komunikasi Pribadi :**
- Bachri, S., 2011. *Geologi Regional Pulau Timor*. Dipresentasikan pada: Pusat Survei Geologi. Bandung (Tidak dipublikasikan)

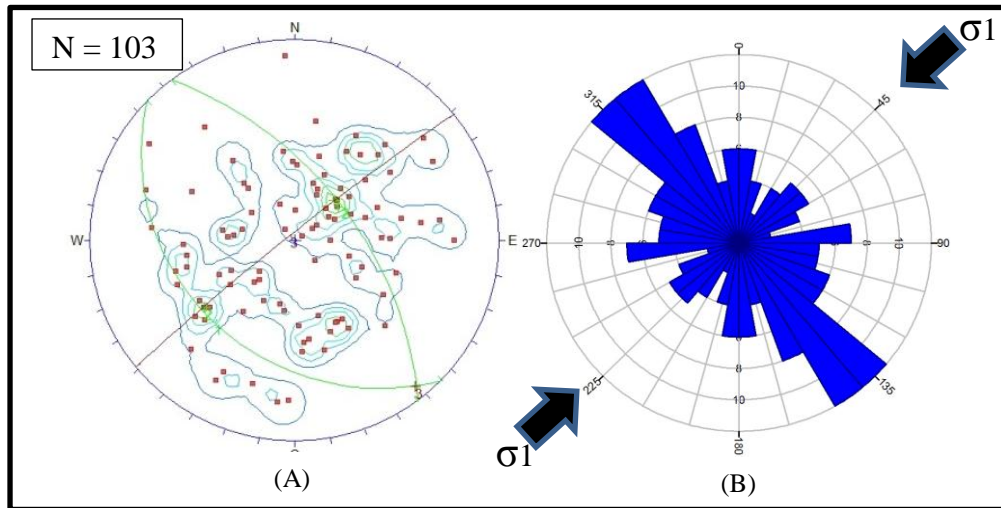


LAMPIRAN

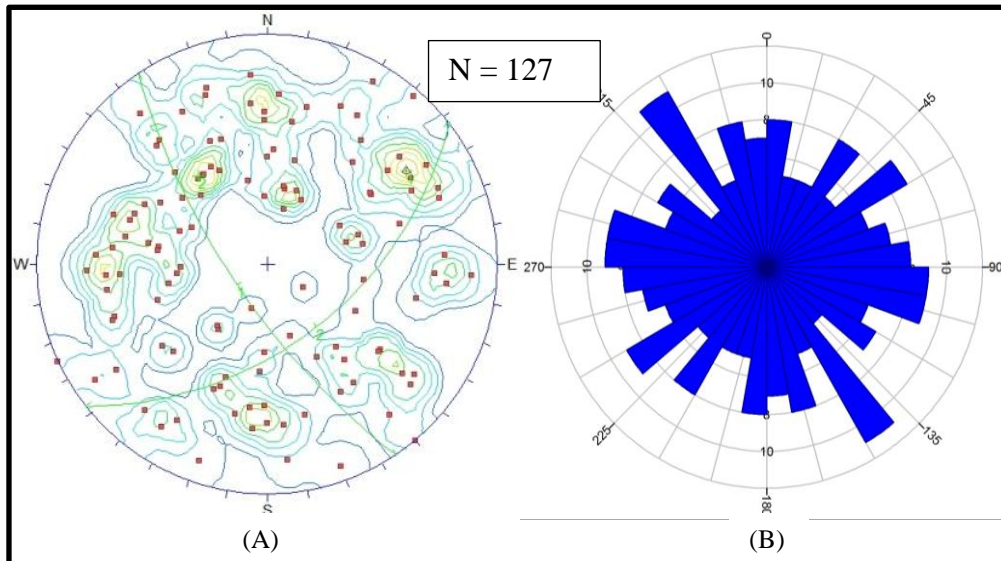


Lampiran 3. Arah orientasi tegasan utama Formasi Maubise, Formasi Atahoc, dan Formasi Cribas yang berumur Perem berdasarkan analisis stereografis

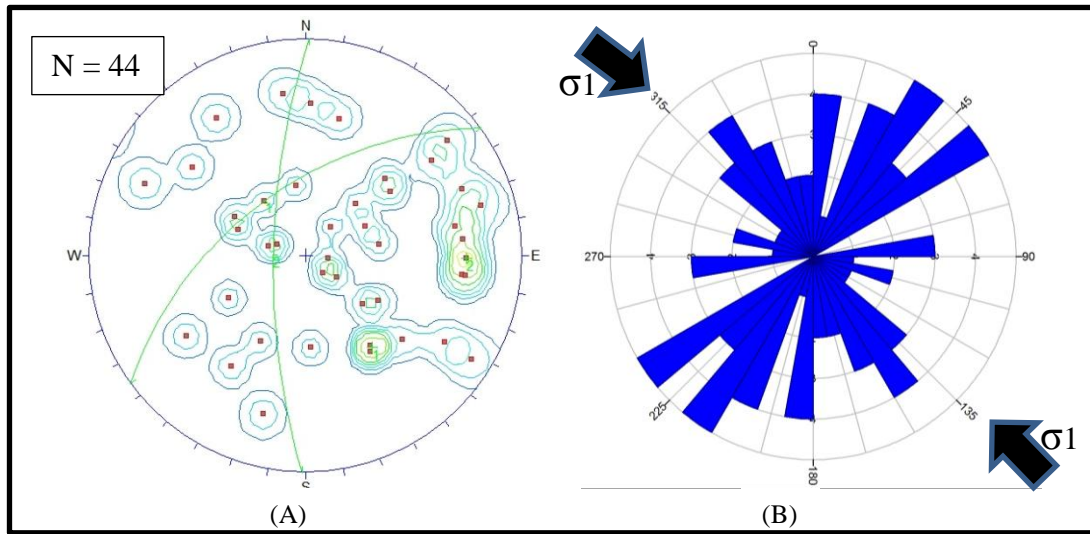




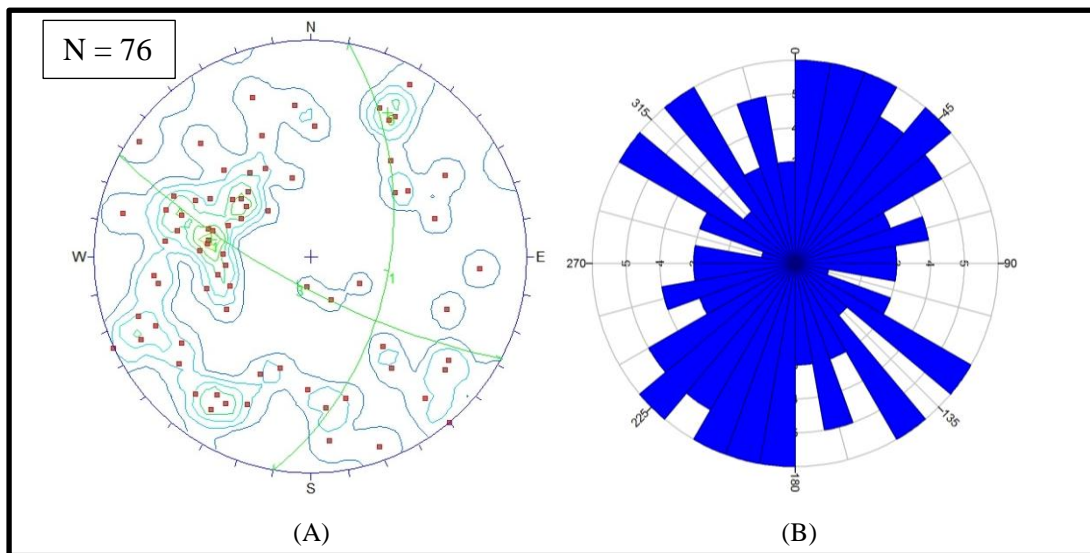
Lampiran 5. Orientasi sesar naik pada Formasi Maubise, Formasi Atahoc, dan Formasi Cribas yang berumur Perem, (A) Plot Stereonet (B) Diagram



Lampiran 6. Orientasi sesar normal pada Formasi Maubise, Formasi Atahoc, dan Formasi Cribas yang berumur Perem, (A) Plot Stereonet (B) Diagram



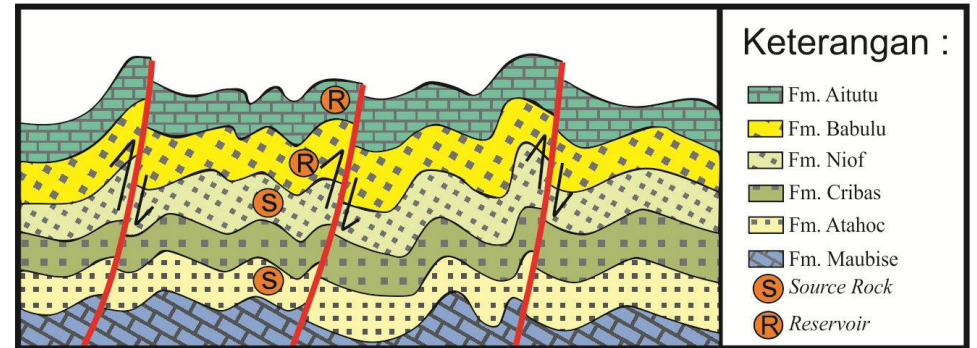
Lampiran 7. Orientasi sesar naik pada Formasi Niof, Formasi Babulu, dan Formasi Aitutu yang berumur Trias, (A) Plot Stereonet (B) Diagram *Rossete*



Lampiran 8. Orientasi sesar normal pada Formasi Niof, Formasi Babulu, dan Formasi Aitutu yang berumur Trias, (A) Plot Stereonet (B) Diagram *Rossete*

Periode	Timor Bagian Barat	Regional Event Tektonik	Potensi Trap
Plistosen		Kolisi dengan Lempeng Eurasia (Banda)	Antiklin dan Sesar Berbalik
Pliosen	L E L Viqueque (Noele) B. Putih		
Miosen	L M E	Post Break-Up	Transgresi Laut
Oligosen	L E		
Eosen	L M E Fm. Ofu		
Paleosen	L E		
Kapur	L E Fm. Menu Fm. Nakfunu		
Jura	L M E Fm. Oebaot Fm. Wailuli	Pra Break-Up	Syn rifting
Trias	L M E Fm. Babulu Fm. Aitutu Fm. Niof	Pra rifting	Horst and Graben
Perem	L E Fm. Cribas Fm. Maubise Fm. Atahoc		Sesar Normal dengan sudut kemiringan besar

Lampiran 9. Litostratigrafi Timor bagian barat dengan regional event Tektonik dan Potensi Trap (modifikasi dari Permana, 2012).



Lampiran 10. Ilustrasi perangkap (trap) antiklin pada Cekungan Timor bagian barat.