

STRATIGRAFI PERAIRAN UTARA BALI DARI HASIL INTERPRETASI SEISMİK 2D

STRATIGRAPHY OF NORTH BALI WATERS BASED ON 2D SEISMIC INTERPRETATION

Deny Setiady, I Nyoman Astawa, Gusti Muhammad Hermansyah, I Wayan Lagra, dan Tumpal Bernhard Nainggolan

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Jl. Dr. Junjuna 236, Bandung-40174, Indonesia
deny@mgi.esdm.go.id

Diterima : 24-02-2017, Disetujui : 06-02-2018

ABSTRAK

Secara geografis daerah penelitian terletak pada koordinat $114^{\circ} 32' - 116^{\circ} 01'$ Bujur Timur dan $07^{\circ} 15' - 08^{\circ} 02'$ Lintang Selatan. Kondisi geologi dasar laut belum banyak dibahas oleh para peneliti di Perairan Bali Utara, karena kurangnya data seismik dan data sumur bor. Cekungan Jawa Timur di sebelah selatan dibatasi oleh busur vulkanik, sebelah timur dibatasi oleh Cekungan Lombok. Stratigrafi daerah penelitian dari tua ke muda terdiri dari formasi Prupuh, formasi Rancak, formasi Cepu, formasi mundu dan formasi Lidah. Metoda penelitian terdiri dari pengukuran navigasi, pengukuran kedalaman dasar laut, pengukuran seismik 2D serta kesebandingan data seismik dan bor. Tujuan penelitian adalah mengetahui pelamparan Cekungan Jawa Timur utara di Perairan Utara Bali. Dari hasil interpretasi dan korelasi antara data seismik dengan sumur bor, menunjukkan bahwa rekaman seismik 2D daerah telitian dapat dibagi menjadi enam (6) runtunan dengan urutan dari atas ke bawah adalah runtunan A, B, C, D, E, dan F.

Kata kunci: Data seismik 2D, interpretasi, Cekungan Jawa Timur, Perairan Utara Bali, Data bor

ABSTRACT

Geographically the research area lies within coordinates of $114^{\circ} 32' - 116^{\circ} 01'$ East and $07^{\circ} 15' - 08^{\circ} 02'$ South. The geological condition of the seabed has not been much discussed by researchers in the North Bali Waters, due to the lack of seismic and well data. The East Java Basin to the south is bounded by a volcanic arc, whereas the Lombok Basin on its eastward. Stratigraphy of research area consists of old to young Formation, i.e., Prupuh, Rancak, Cepu, Mundu and Lidah formation. Method consists of positioning, bathymetric, 2D seismic measurement, and compiled by seismic and well data. The purpose of this research is focused to distribution of the northern East Java Basin in North Waters of Bali. From the interpretation and correlation between the seismic and well data, they can divided by six (6) units from top to bottom are: A, B, C, D, E, and F.

Keywords: 2D seismic data, interpretation, east java basin, North Bali waters, well data

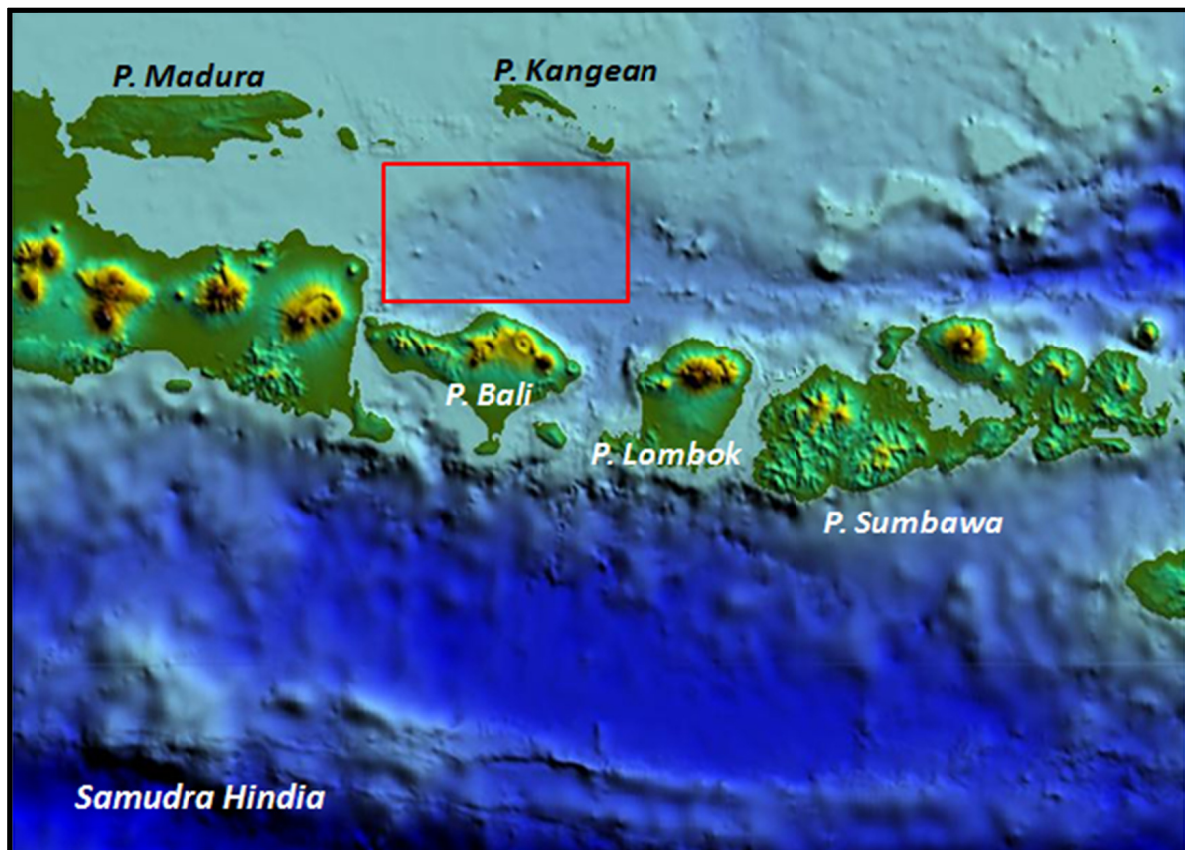
PENDAHULUAN

Secara administrasi daerah penelitian terdapat di utara Bali, termasuk Provinsi Bali sedangkan di bagian utara termasuk dalam Kepulauan Madura Bagian Timur, dan secara geografis terletak pada koordinat $114^{\circ} 32' - 116^{\circ} 01'$ Bujur Timur dan $-07^{\circ} 15' - -08^{\circ} 02'$ Lintang Selatan (Gambar 1).

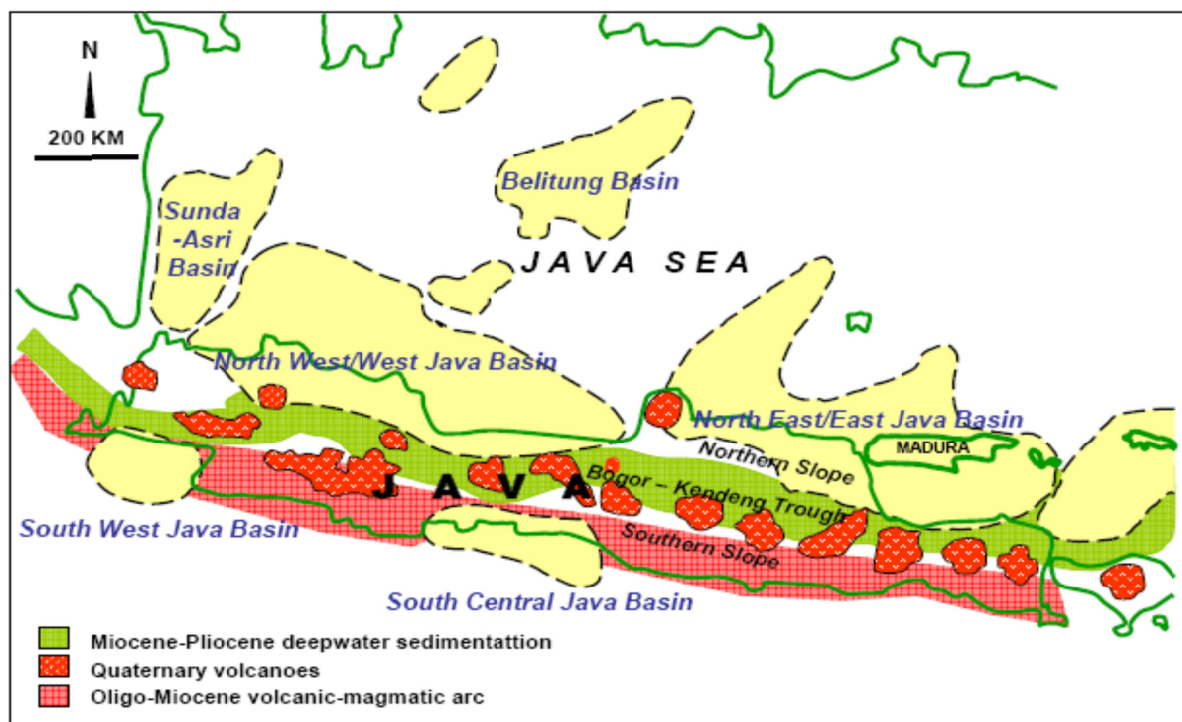
Cekungan Jawa Timur Utara merupakan salah satu cekungan Tersier di Indonesia, hasil interaksi ketiga lempeng yang menghasilkan minyak dan gas bumi (Gambar 2), tetapi perkembangan cekungan Jawa Timur Utara masih menjadi

perdebatan sampai sekarang (Sribudiyani, dkk., 2003). Cekungan Jawa Timur Utara sebelah barat dibatasi oleh Busur Karimunjawa dimana memisahkannya dengan Cekungan Jawa Barat Utara, di sebelah selatan dibatasi oleh busur vulkanik, sebelah timur dibatasi oleh Cekungan Lombok dan sebelah utara dibatasi oleh Tinggian Paternoster (Mujiono dan Pireno, 2001).

Aktifitas tektonik utama yang berlangsung pada umur Plio Pleistosen, menyebabkan terjadinya pengangkatan daerah regional Cekungan Jawa Timur dan menghasilkan bentuk morfologi seperti sekarang ini. Struktur geologi



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian



Gambar 2. Cekungan Jawa timur utara (Sribudiyani, dkk., 2003)

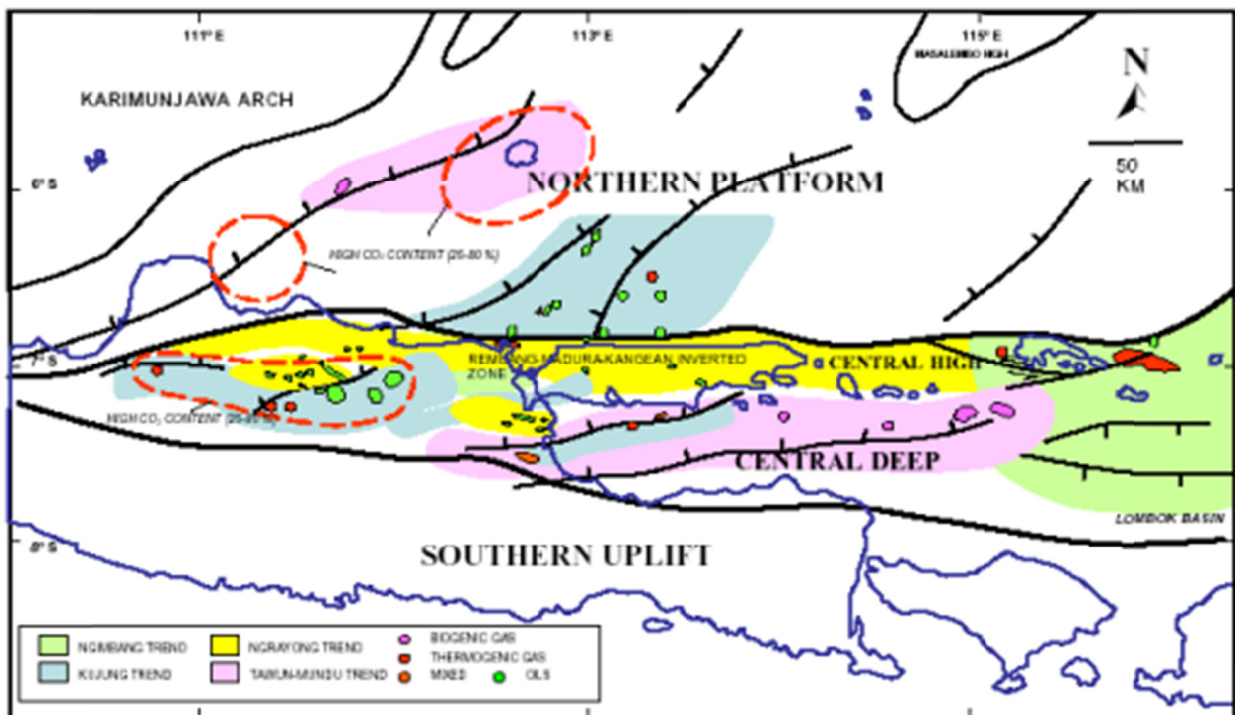
daerah Cekungan Jawa Timur umumnya berupa sesar naik, sesar turun, sesar geser, dan pelipatan yang mengarah Barat - Timur akibat pengaruh gaya kompresi dari arah Utara - Selatan (Satyana, 2005). Prospek karbonat oligo-miosen pada cekungan Jawa Timur utara sebagai penghasil minyak telah terbukti sejak tahun 1990. (Satyana dan Djumiati, 2003).

Cekungan Jawa Timur dipisahkan menjadi tiga mandala struktur (*structural provinces*) (Satyana, 2005), modifikasi dari Davis 1989 (Gambar 3) dari Utara ke Selatan, yaitu:

1. Paparan Utara yang terdiri dari Busur Bawean, Paparan Madura Utara dan Paparan Kangean Utara.
2. Bagian tengah yaitu Tinggian Sentral yang terdiri dari Jawa timur Utara Laut (Kujung) - Madura - Kangean - Tinggian Lombok. Merupakan daerah terangkat hasil pensesaran ekstensional Eosen-Oligosen Akhir dan pembalikan struktur Miosen-Resen. Tinggian sentral terbentuk karena kemenerusan tinggian Kunjung dan tinggian Madura-Kangean ke arah Timur. Pada tegasan Eosen akhir menyebabkan penurunan regional di daerah ini sedangkan tinggian nya menjadi tempat berkembang nya fasies gampingan.
3. Bagian Selatan dikenal sebagai Cekungan Selatan yang terdiri dari Zona Rembang -

Selat Madura - Sub-Cekungan Lombok sebagai sesar mendatar berasosiasi dengan pengangkatan Kujung, Madura dan Kangean ke arah utara, sedangkan bagian selatan tetap pada lingkungan batial dalam. Terbentuk oleh sesar ekstensional Eosen-Oligosen akhir yang dilanjutkan oleh periode struktur terbalik produk kompresi Miosen awal-Resen. Zona Rembang yang menerus sampai lepas pantai

Konfigurasi basement Cekungan Jawa Timur dikontrol oleh dua *trend* struktur utama, yaitu Timur laut – Barat daya (trend NE – SW) yang umumnya hanya dijumpai di Mandala Paparan Utara dan Barat – Timur (trend W - E) yang terdapat di Mandala Tinggian Sentral dan Cekungan Selatan. Akibat tumbukan lempeng selama Tersier Awal, Cekungan Jawa Timur terangkat dan mengalami erosi. Deretan perbukitan berarah NE - SW terbentuk di sepanjang tepi Tenggara Paparan Sunda akibat pemekaran busur belakang. Periode kompresi terjadi pada Miosen Awal yang mengakibatkan reaktivasi sesar - sesar yang telah terbentuk sebelum nya mengakibatkan pengangkatan dari graben yang sebelum nya terbentuk menjadi tinggian yang sekarang di sebut Central High (Ponto, 1995)



Gambar 3. Tiga struktur utama Cekungan Jawa Timur (Satyana dan Purwaningsih, 2005)

Stratigrafi Regional

Batuan dasar berupa gabro basal andesit berumur kapur, daerah graben terisi oleh sedimen Syn-rift dan non marine berumur Eosen Awal – Eosen Tengah (Ngimbang bawah), Fase transgresi pada Eosen akhir – Awal Oligosen diendapkan post Rift Ngimbang atas, serpih, dan karbonat di dalam graben dan horst. Setelah pengangkatan pada Oligosen diendapkan pasir pada daerah dangkal, fase transgresi regional membanjiri cekungan selama Oligosen akhir – Miosen Awal. (Wijaya, 2010). Sejarah tektonik inversi pada awal Miosen tengah berhubungan dengan perubahan subduksi dari baratdaya – Timurlaut pada akhir kapur menjadi Timur Barat pada Tersier Awal, selama Oligosen sampai sekarang. Anggota pasir ngrayong pada Miosen Tengah sampai Pli Pleistosen (Wonocolo, Mundu paciran dan Lidah) berupa perselingan batupasir dan serpih karbonat pada lingkungan delta Neritik. Sedimen vulkano klastik pada Pli Pleistosen.

Stratigrafi Daerah Penelitian

Daerah penelitian merupakan bagian dari daerah pengeboran laut Kompleks Terang Sirasun Batur (TSB), yang berada di bagian Barat dari daerah TSB pada Kangean PSC, Laut Jawa Timur seperti ditunjukkan oleh Gambar 4. Lapangan ini ditemukan pada tahun 1982 dengan dibornya sumur Terang 1 oleh *Atlantic Richfield Bali North Inc. (ARBNI)*. Sumur ini berada pada 50 km Barat Daya dari Pulau Kangean dan 12.5 km dari pipa gas bawah tanah Jawa Timur di Selatan Pulau Kangean.

Sedimen *Cretaceous* dan *metasediments* terbentuk dalam cekungan busur depan yang kompleks, dan diyakini dari dasar hingga seluruh bagian dianggap *peneplaned* selama Akhir *Cretaceous* sampai Awal *Eocene*. Sebagian dari graben sistem terbentuk dengan awal yang terisi *fluvial* atau *deltaic* yang terdeposit dari *quartz sand*, batubara dan serpih karbonat selama pertengahan *Eocene* sampai Akhir *Eocene*, menyusun Ngimbang klastik yang merupakan bagian dari Formasi Ngimbang. Dari Miosen Awal hingga Miosen Tengah terdiri dari batulempung, batulanau dan karbonat. Sedangkan Miosen akhir pada cekungan laut dalam diendapkan karbonat, lempung dan pasir kuarsa, proses pengangkatan Pulau Kangean berhenti, kemudian diisi dengan formasi cepu terdiri dari napal dan batugamping Di atas batugamping formasi Cepu pada Miosen Akhir – Pliosen Awal adalah batupasir Paciran yang

merupakan bagian dari Formasi Mundu. Pasir-pasir ini terendapkan pada komplek delta berdasarkan data Sumur Terang. Di atas pasir diendapkan karbonat yang mengandung lempung ilite dan terdapat endapan gas biogenic pada formasi Mundu dan formasi Cepu.

Berdasarkan geokimia gas di Cekungan Jawa Timur utara terdapat 3 tipe genesa gas alam (Satyana, Margaretha, 2003), yaitu: Gas Thermogenik, Gas Biogenik dan campuran Gas Biogenik dan Gas Thermogenik. Pada masa lalu kebanyakan perusahaan eksplorasi tidak tertarik dengan Gas Biogenik karena alasan ekonomi, tetapi sekarang ini Gas Biogenik menjadi sangat penting karena kebutuhan gas yang sangat tinggi seperti bahan bakar, dan industri. (Pireno, 2016). Eksplorasi gas konvensional telah berhasil menemukan lapangan gas biogenik Kepodang pada tahun 1971. Faktor-faktor yang mendorong adanya gas Biogenik adalah: lingkungan anoxic. Organic matter, temperatur rendah dan accommodation space.

Tujuan penelitian adalah mengetahui pelampiran sebaran cekungan Jawa Timur Utara di Perairan Utara Bali dari hasil interpretasi seismik 2 D dikorelasikan dengan data bor. Berdasarkan data tersebut di atas diharapkan dapat diketahui kemenerusan cekungan Jawa Timur sampai daerah penelitian. Korelasi data seismik dengan urutan stratigrafi data sumur bor (Terang 1) di Pulau Kangean menurut P.J. Bigg, and L.J. West, July 1982, adalah sebagai berikut:

- Kedalaman 00.0 - 2.200 feet merupakan Formasi Lidah yang berumur N 22-23 (Kuartar).
- Kedalaman 2.200 - 2.600 feet merupakan Formasi Mundu yang berumur N 19-21 (Pliosen).
- Kedalaman 2.600 - 4.000 feet merupakan Formasi Cepu Bagian Atas yang berumur N 16 - 18 (Miosen Akhir).
- Kedalaman 4.000 - 4.700 feet merupakan Anggota Rancak Bagian Atas yang berumur N 13 - 15 (Miosen Tengah Bagian Atas).
- Kedalaman 4.700 - 7.400 feet merupakan Anggota Rancak Bagian Bawah yang berumur N 9 - 13 (Miosen Tengah Bagian Bawah).
- Kedalaman lebih dari 7.400 feet berdasarkan Kolom Stratigrafi Blok Kangean merupakan Formasi Prupuh Bagian Atas yang berumur N 4-8 (Miosen Bawah).

METODE PENELITIAN

Metode Akuisisi Seismik

Sistem penentuan posisi kapal menggunakan sistem *DGPS (Differential Global Positioning System)* C-NAV yang dapat memberikan ketelitian pengukuran posisi hingga 0.1 meter dan *software* navigasi yang digunakan *Eiva - NaviPac Configuration*. Metoda geofisika yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metoda pengukuran kedalaman dasar laut (Batimetri), dan seismik. Adapun uraiannya adalah sebagai berikut :

Pengukuran kedalaman dasar laut (pemeruman) dilakukan dengan menggunakan *Echosounder SyQuest Bathy 2010* dengan frekuensi 3,5 kHz, karena daerah survei termasuk perairan dalam (lebih dari 500 m). Peralatan ini bekerja mengirim pulsa suara, menerima pulsa terpantul oleh dasar laut, dan kemudian mengolahnya untuk dihitung kedalaman lautnya berdasarkan asumsi cepat rambat suara di air laut 1500 meter/detik.. Hasil dari data rekaman kedalaman dasar laut dapat digunakan untuk pembuatan peta kedalaman laut (batimetri), mengetahui morfologi dasar laut dan kemantapan lereng dasar laut. Selain itu juga untuk pengontrol hasil rekaman seismik

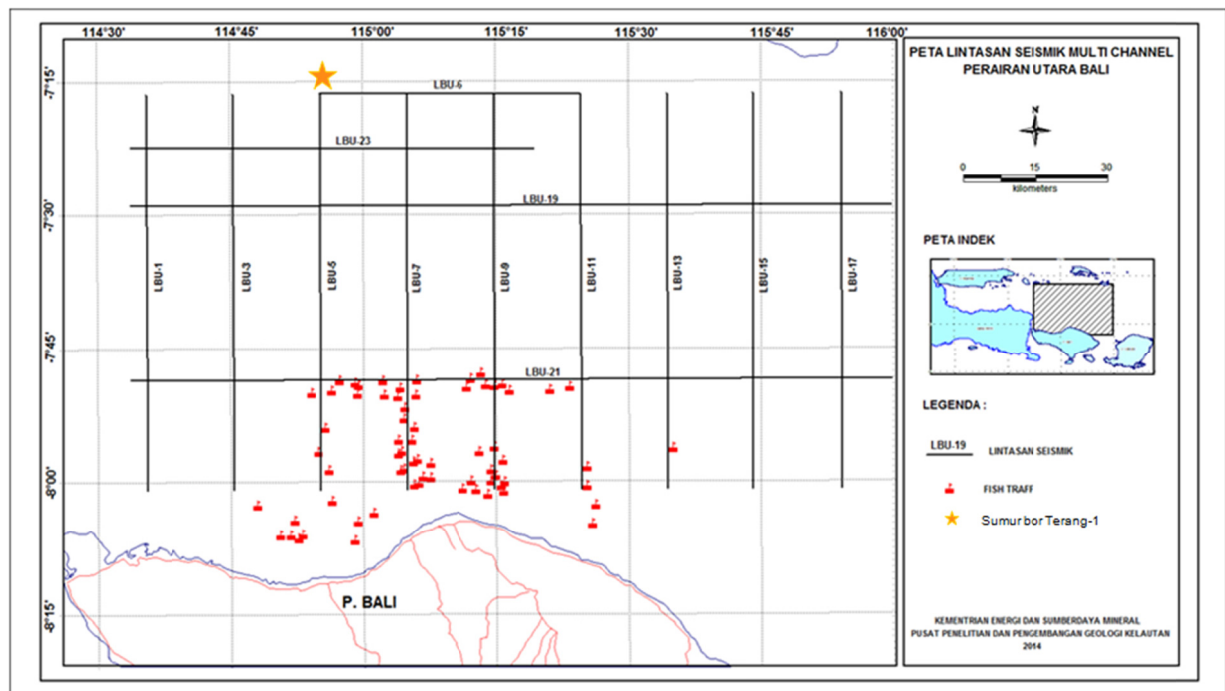
Dalam metoda seismik peralatan yang digunakan adalah seperangkat peralatan seismik multikanal (2D) yang terdiri atas kompresor, airgun, Gun Controller, Streamer, dan Recording System. Geologi bawah permukaan dasar laut

disusun berdasarkan penafsiran data seismik pantul dengan menggunakan prinsip-prinsip Seismik Stratigrafi, yaitu pengenalan terhadap ciri-ciri reflektor batas atas, batas bawah dan bagian dalam (*internal reflector*) setiap unit seismik (Sangree & Wiedmier, 1979 dan Sherif, 1980).

Metode Interpretasi Seismik

Dari hasil pengambilan data lapangan diperoleh panjang lintasan metode pengukuran kedalaman dasar laut sepanjang 1.304,875 kilometer, Metode seismik sepanjang 1.152,775 kilometer (Gambar 4).

Data penampang seismik termigrasi dihasilkan untuk menghilangkan efek difraksi, (Yang drr. 2014) dengan Metode Migrasi Kirchhoff (Yimaz, 2001) (Lin drr, 2016). Interpretasi data seismik secara geologi merupakan tujuan dan produk akhir dari pengolahan seismik. Interpretasi yang dimaksud adalah menentukan atau memperkirakan suatu keadaan geologi dari gambaran seismik. Interpretasi tidak dapat dikatakan mutlak benar karena pada dasarnya tidak ada yang dapat mengetahui keadaan bumi secara valid. Interpretasi hanya dapat di uji dari satu data ke data lainnya, saling berhubungan, oleh karena itu semakin banyak data yang digunakan terintegrasi secara maksimal akan memperoleh keakuratan data yang semakin baik.



Gambar 4. Peta Lintasan Seismik, dan kedalaman dasar laut

Kesebandingan data log/sumur bor dengan data seismik menjadi hal yang sangat penting. Kedua data ini memiliki kelebihan dan kekurangan masing masing. Data seismik memiliki resolusi horisontal yang baik, namun dari segi resolusi vertikal kurang baik, sedangkan data sumur bor sebaliknya. Data sumur bor memiliki resolusi vertikal jauh lebih baik dibandingkan data seismik namun resolusi horisontalnya kurang baik. Mengintegrasikan kedua data tersebut akan menghasilkan interpretasi yang cukup akurat.

Untuk membahas kondisi geologi daerah penelitian, di samping Kolom Stratigrafi Blok Kangean, juga didukung oleh adanya data berupa sumur bor, (Bigg, 1982). karena dari data sumur bor tersebut akan diketahui urutan formasi bawah permukaan dasar laut dari tua sampai yang paling muda, dan sekaligus ketebalannya. Data sumur bor yang dekat dengan daerah penelitian adalah *Sumur Bor Terang-1* di mana datanya diperoleh dari Pusat Data dan Teknologi Informasi (PUSDATIN). Posisi Sumur Bor Terang-1 terletak pada koordinat 7°16'11.95"S dan 114°55'37.54"E tepat berada di ujung barat lintasan seismik 06 (L-06), dengan arah Barat-Timur.(Gambar-7).

Stratigrafi seismik adalah studi tentang stratigrafi dan facies pengendapan sebagaimana ditafsirkan dari data seismik, refleksi dan konfigurasi ditafsirkan sebagai pola stratifikasi, dan digunakan untuk pengenalan dan korelasi urutan pengendapan, interpretasi lingkungan pengendapan, dan estimasi lithofacies. (Vail, 1977).

Untuk mengetahui kondisi geologi bawah permukaan dasar laut daerah penelitian, data seismik yg sudah diolah hingga tingkat migrasi, diikat dengan sumur bor yang berada dekat dengan lintasan seismik, sehingga dalam pembagian kelompok *internal reflector* (runtunan) dapat dikorelasikan dengan stratigrafi sumur bor, sehingga masing-masing runtunan dapat dibandingkan dengan Formasi atau Anggota yang terdapat di sekitar daerah penelitian.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pola kontur batimetri daerah penelitian, di bagian utara dan selatan hampir baratlaut-tenggara, sedangkan di bagian barat hampir baratdaya-timurlaut. Kedalaman laut yang paling dalam adalah 1.450 meter yang terletak di bagian timur daerah penelitian. Garis kontur yang terletak di tepi Pulau Bali memperlihatkan kerapatan yang sangat tinggi, hal tersebut menggambarkan bahwa dasar laut daerah tersebut mempunyai kemiringan lereng yang sangat terjal.

Dari Pola kontur kedalaman dasar laut (batimetri) di daerah penelitian, (Gambar 5) terlihat bahwa di bagian utara dan selatan dikontrol oleh struktur yang berarah baratlaut-tenggara, sedangkan di bagian barat dikontrol oleh struktur yang berarah baratdaya-timurlaut.

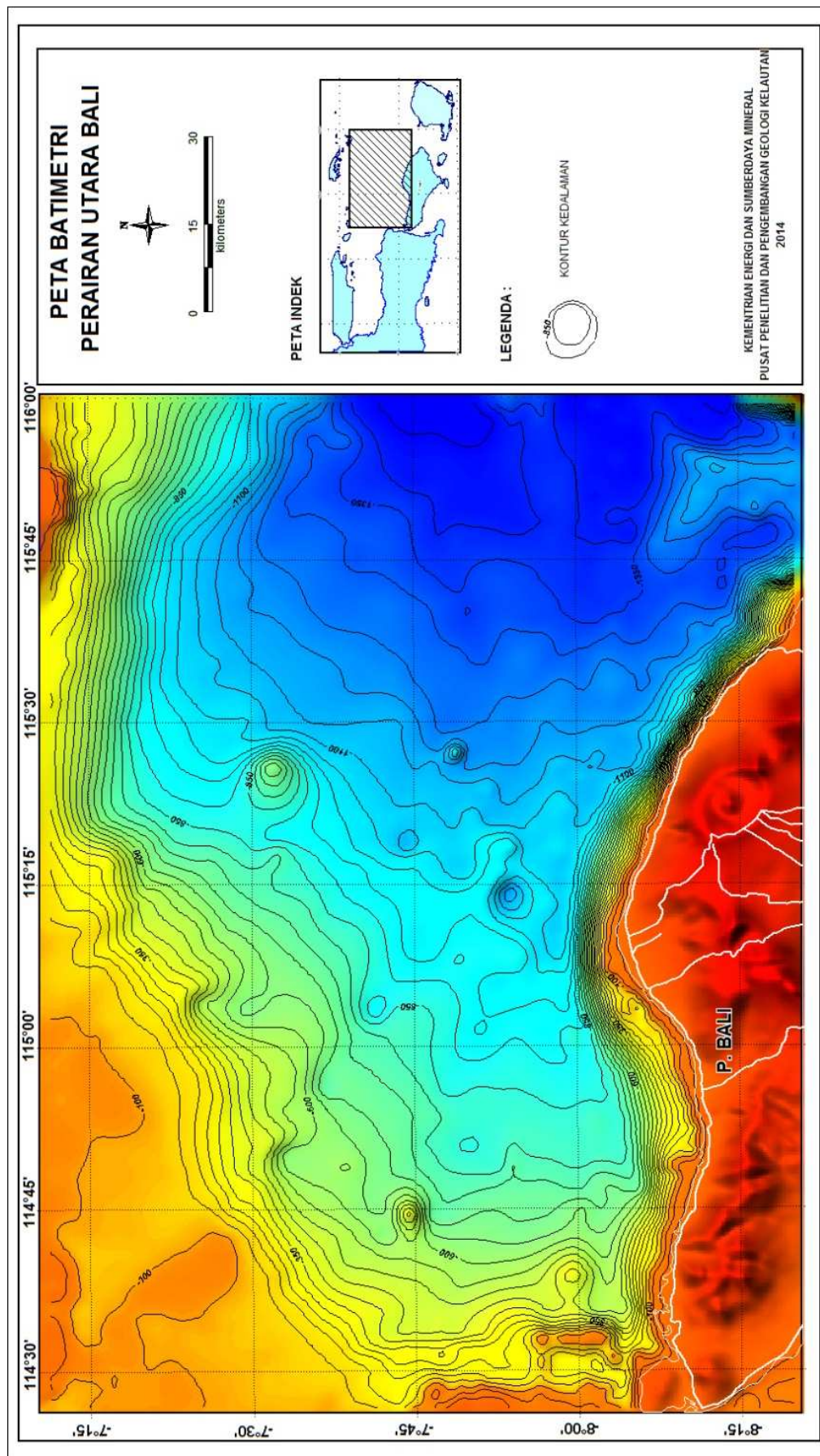
Kedalaman dasar laut dari barat ke arah timur berangsur dalam yang paling dalam adalah 1.450 meter yang terletak di bagian timur daerah penelitian. Hal tersebut menggambarkan bahwa cekungan Jawa Timur Utara masih menerus ke arah timur, diduga cekungan ini berbatasan dengan cekungan Utara Lombok. Garis kontur yang terletak di tepi Pulau Bali memperlihatkan kerapatan yang sangat tinggi, hal tersebut menggambarkan bahwa dasar laut daerah tersebut mempunyai kemiringan lereng yang sangat terjal, dan berbatasan dengan batuan yang keras.

Dalam interpretasi rekaman seismik, untuk membagi rekaman seismik menjadi beberapa runtunan, kita harus menemukan kontak ketidakselaran yang dalam istilah seismik stratigrafi dapat berupa pemat erosi ("erosional truncation"), kontak "toplap", dan kontak "baselap". Kontak "baselap" dapat dibagi menjadi dua yaitu kontak "onlap", dan kontak "downlap" (Sangree 1979).

Berdasarkan teori seismik stratigrafi, hasil interpretasi data seismik daerah penelitian, dapat dibagi menjadi 7 (tujuh) runtunan yaitu Runtunan A, B, C, D, E, F, dan G, di mana Runtunan A merupakan Runtunan termuda yang proses sedimentasinya masih berlangsung hingga sekarang, sedangkan Runtunan G merupakan runtunan tertua (terbawah) yang dapat ditembus oleh peralatan seismik yang digunakan dalam penelitian ini yang disebut sebagai "seismic basement".

Runtunan A: internal reflector Runtunan A paralel hingga semi-paralel, bahkan mengarah ke daerah dekat pantai menunjukkan free reflector. Hal tersebut diduga material pembentuk sedimen Runtunan A heterogen dengan material berbutir halus hingga sedang. Daerah yang dekat dengan pantai diduga material penyusun sedimennya bercampur dengan material hasil rombakan koral, sehingga memberikan pengaruh terhadap internal reflectornya menjadi free reflector. Jadi kemungkinan material penyusun sedimen runtunan A diduga terdiri atas lempung, pasir dan rombakan koral.

Runtunan B: internal reflector Runtunan B paralel hingga semi-paralel, bahkan mengarah ke daerah dekat pantai menunjukkan free reflector.



Gambar 5. Peta kedalaman dasar laut daerah penelitian

Runtunan C: internal reflector Runtunan C paralel hingga semi-paralel, bahkan mengarah ke daerah dekat pantai menunjukkan free reflector. Hal tersebut diduga material pembentuk sedimen Runtunan C heterogen dengan material berbutir halus hingga sedang.

Runtunan D, memperlihatkan internal reflectornya lebih didominasi oleh yang bebas reflector. Hal tersebut diduga material penyusun sedimen Runtunan D, didominasi oleh material berbutir halus hingga sedang dan banyak mengandung unsur karbonat.

Runtunan E, memperlihatkan internal reflectornya lebih didominasi oleh yang bebas reflector. Hal tersebut diduga material penyusun sedimen Runtunan E, didominasi oleh material berbutir halus hingga sedang dan banyak mengandung unsur karbonat.

Runtunan F, memperlihatkan internal reflectornya didominasi oleh yang free reflector. Hal tersebut diduga diakibatkan oleh material penyusun sedimen untuk Runtunan F diduga didominasi oleh material berukuran halus dan jenis litologinya diduga didominasi oleh unsur karbonat.

Dalam proses pengelompokan internal reflektor menjadi beberapa runtunan diikat dengan sumur bor Terang-1 Berdasarkan hasil interpretasi, dan dibandingkan dengan data sumur bor, (Gambar 6). ternyata rekaman seismik daerah penelitian dapat dibagi menjadi 6 (enam) runtunan dengan rincian sebagai berikut:

Unit A dapat dibandingkan dengan Formasi Lidah yang terdiri atas batu lempung biru masif, berselingan dengan napal dan batu pasir. Formasi ini berumur Kuartar, diendapkan pada zona bathyal atas - neritik tengah. Berdasarkan data sumur bor

ketebalan Formasi Lidah mencapai lebih kurang 2.200 feet yang berumur N 22-N23 (Kuartar).

Unit B dapat dibandingkan dengan Formasi Mundu terdiri atas napal, bagian pengendapan bathyal tengah. Berdasarkan data sumur bor ketebalan Formasi Mundu mencapai lebih kurang 400 feet yang berumur N 19-N 21 (Pliosen). Gas Biogeniknya terperangkap dalam Runtunan B, dan dapat dibandingkan dengan Formasi Mundu yang berumur Pliosen. Blok Kangean merupakan bagian dari Cekungan Jawa Timur utara yang mengalami pengangkatan dan pensesaran. Indikasi Gas Biogenik di Formasi Mundu pada Blok Kangean yang berumur Pliosen hingga Pleistosen yang diendapkan pada lingkungan delta sampai Neritik (Kangean Energi Indonesia (2012)

Unit C dapat dibandingkan dengan Formasi Cepu Bagian Atas yang terdiri atas perselingan antara batu gamping kapuran dengan batu gamping bioklastik. berumur Miosen Akhir. Terendapkan pada zona neritik luar. Berdasarkan data sumur bor ketebalan Formasi ini 1.400 feet yang berumur N 16-N 18 (Miosen Akhir).

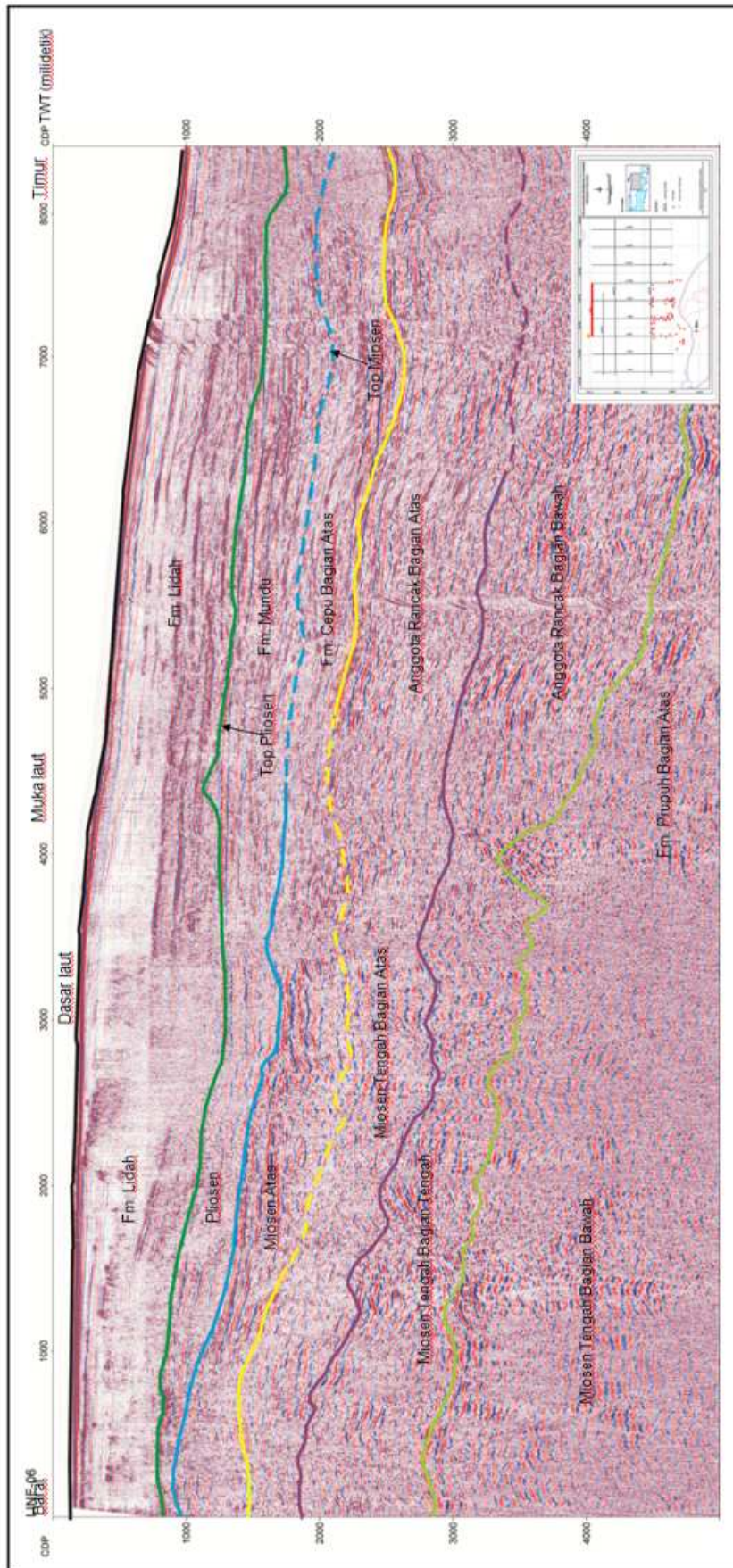
Unit D dapat dibandingkan dengan Anggota Rancak Bagian Atas.

Unit E dapat dibandingkan dengan Anggota Rancak Bagian Bawah.

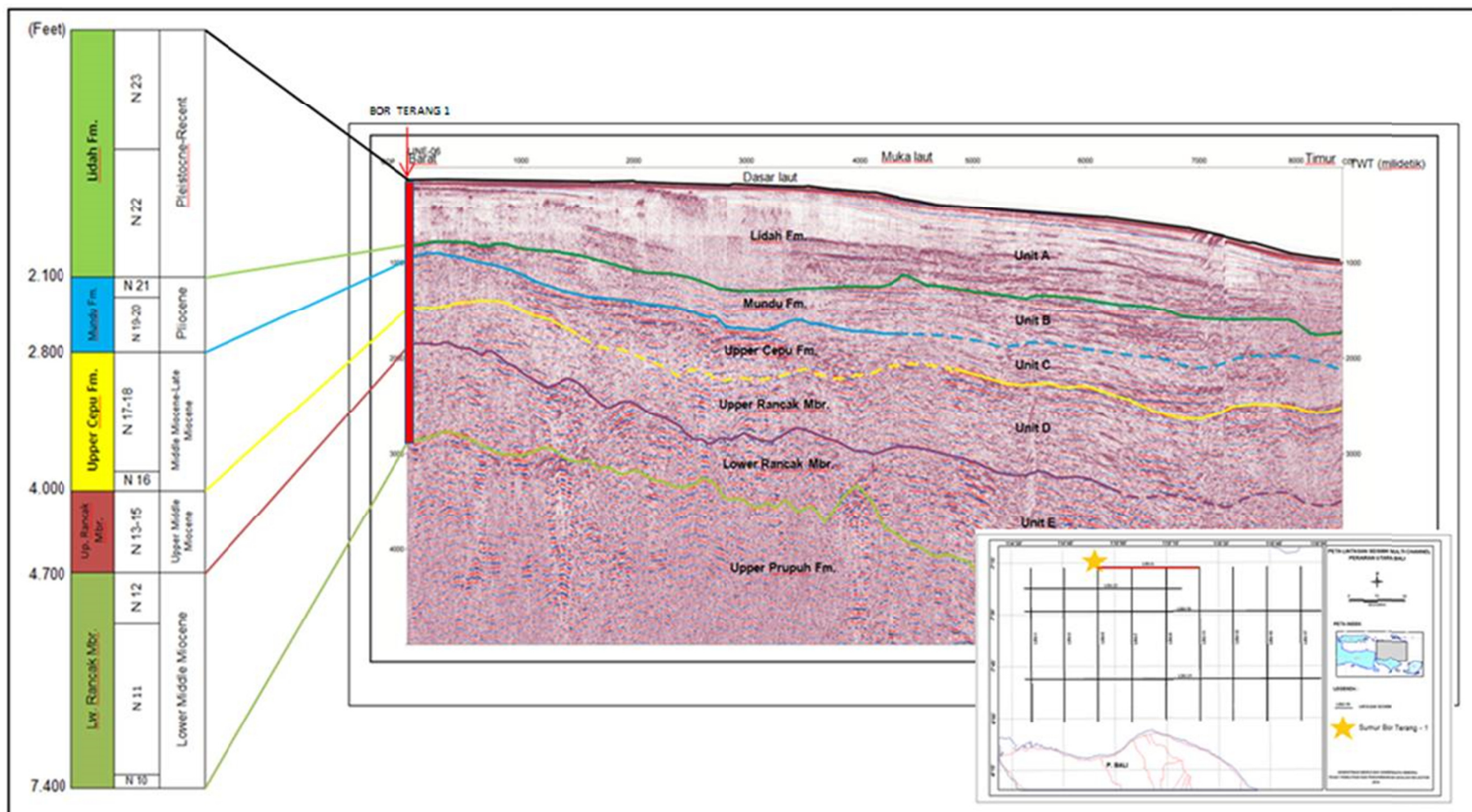
Unit F dapat dibandingkan dengan Formasi Prupuh Bagian Atas yang terdiri atas napal pada bagian bawah formasi, batu lempung pada bagian atas, dan disisipi batu gamping bioklastik. Formasi ini berumur Miosen Bawah. Diendapkan pada lingkungan laut terbuka dengan kedalaman 200 - 500 meter atau pada zona bathyal atas (Gambar 7).

Tabel 1. Kesebandingan antara Sumur Bor Terang-1 dengan seismik

Sumur Bor Terang-1	Seismik	Umur
Formasi Lidah	Unit A	Kuartar
Formasi Mundu	Unit B	Pliosen
Formasi Cepu Bagian Atas	Unit C	Miosen Akhir
Ang. Rancak Bagian Atas	Unit D	Miosen Tengah Bagian Atas
Ang. Rancak Bagian Bawah	Unit E	Miosen Tengah Bagian Bawah
Formasi Prupuh Bagian Atas	Unit F	Miosen Bawah



Gambar 6. Hasil interpretasi rekaman seismik 2D Lintasan 06 (L-06).



Gambar 7. Korelasi antara Sumur Bor Terang-1 dengan seismik Lintasan 06 (L-06).

Berdasarkan rekaman seismik (Gambar-7) dari tua ke muda Miosen Awal hingga Miosen Tengah terdiri dari batulempung, batulanau dan karbonat marin Formasi Rancak Sedangkan Miosen akhir pada cekungan laut dalam diendapkan karbonat, lempung dan pasir kuarsa, kemudian diisi dengan formasi cepu terdiri dari napal dan batugamping.

Di atas batugamping formasi Cepu pada Miosen Akhir – Pliosen Awal adalah batupasir Paciran yang merupakan bagian dari Formasi Mundu. Pasir-pasir ini terendapkan pada kompleks delta berdasarkan data Sumur Terang. Di atas pasir pada umur Pliosen diendapkan karbonat yang mengandung lempung ilite dan terdapat endapan biogenik pada formasi Mundu dan formasi Cepu. Pada umur Pleistosen diendapkan batu lempung biru masif, berselingan dengan napal dan batu pasir. Yang merupakan formasi Lidah. Berdasarkan hal tersebut, maka cekungan Jawa Timur Utara menerus sampai daerah penelitian. Hal ini diperkuat dengan rekaman seismik dengan arah barat – timur sedimen nya sangat tebal dan masih berlangsung sampai sekarang.

Pada Miosen akhir pada cekungan laut dalam diendapkan karbonat, lempung dan pasir kuarsa, proses pengangkatan Pulau Kangean berhenti, kemudian diisi dengan formasi cepu terdiri dari napal dan batugamping Di atas batugamping formasi Cepu pada Miosen Akhir – Pliosen Awal adalah batupasir Paciran yang merupakan bagian dari Formasi Mundu. Pasir-pasir ini terendapkan pada kompleks delta berdasarkan data Sumur Terang. Di atas pasir diendapkan karbonat yang mengandung lempung ilite dan terdapat endapan biogenik pada formasi Mundu dan formasi Cepu

Cekungan Jawa Timur di daerah penelitian termasuk mandala bagian Selatan dikenal sebagai Cekungan Selatan yang terdiri dari Zona Rembang - Selat Madura - Sub-Cekungan Lombok yang berasosiasi lingkungan batial dalam. Hal ini sesuai dengan data seismik bahwa Cekungan Jawa Timur menerus sampai ke daerah penelitian.

KESIMPULAN

Berdasarkan Peta Batimetri, daerah penelitian di bagian barat dangkal, tetapi semakin ke timur semakin dalam hingga mencapai kedalaman laut 1.450 meter dari muka laut. Hal tersebut menggambarkan bahwa cekungan Jawa Timur masih menerus ke arah timur, diduga cekungan ini berbatasan dengan cekungan utara Lombok.

Dari Hasil Data Seismik terlihat bahwa cekungan sedimen nya sangat tebal dan menerus ke arah timur. Hal ini menunjukkan bahwa Cekungan Jawa Timur masih menerus di daerah penelitian.

Data seismik daerah penelitian dapat dibagi menjadi 6 (enam) unit yaitu Unit A, B, C, D, E, F, di mana Unit A adalah unit termuda yang proses sedimentasinya masih berlangsung hingga sekarang sedangkan Unit F adalah unit yang tertua. Jika pembagian unit ini dikaitkan dengan data sumur bor maupun data Stratigrafi Blok Kangean, maka terdiri dari Formasi Lidah, Formasi Mundu, Formasi Cepu Bagian, Anggota Rancak Bagian Atas.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak DR. Ir. Ediar Usman, MT. Sebagai kepalapusat, atas bantuannya selama penelitian geologi dan geofisika di Perairan Utara Bali, sampai terbitnya tulisan ini dan kepada semua teman-teman fungsional, teknisi, dan Awak Buah Kapal yang tidak bisa kami sebut namanya satu persatu.

DAFTAR ACUAN

- Bigg, P.J. and West, L.J. July 1982. A.R.I.I. Terang-1 *Kangean Well: Biostratigraphy of the interval 720'-7444'*, Gearhart Geodata Services Ltd.
- Sutisna, K. Samodra, H. dan Koswara, A. 1993. Peta Geologi Lembar Kangean dan Sapudi, *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*.
- Hadiwidjojo, P. M.M. Samodra, H. dan Amir, T.C. 1998. Peta Geologi Lembar Bali, *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*.
- Hall R. 2002, *Cenozoic geological and plate tectonic evolution of SE Asia and the SW Pacific: computer-based reconstructions, model and animations. In: Journal of Asian Earth Sciences, Vol. 20, 2002, Tabel 1.* Kesebandingan antara Sumur Bor Terang-1 dengan seismik p. 353-434
- Lin, L., and Baoping S., 2016. *Multiwavelet Prestack Kirchhoff Migration*, Geophysics, Vol. 81, No. 2.
- Munadi, S. Humbang Purba, dan Rosie A.S., 2012. *Differentiating Oil, Gas and Water in Seismic Section Using Spectral Decomposition*, Scientific Contributions Oil and Gas, volume 35, Number 2.

- Mujiono dan Pireno, 2002, *Exploration of the north Madura platform offshore, east java Indonesia*. Proceedings of the Indonesian Petroleum Association, 28th annual convention
- Ringis, J., 1986. *Seismic Stratigraphy in Very High Resolution Shallow Seismic Data*, CCOP, Tech. Pub. 17, p. 115-126.
- Rice, Dudley D., George E. *Claypool*, 1981. *Generation, Accumulation, and Resource Potential of Biogenic Gas*, AAPG Bulletin, vol.65, pp. 5-25.
- Wijaya, PH, Noeradi, D. 2010, *Properties modelling to support reservoir characteristic of W ITB Field in Madura Strait area*, Bull. Marine Geol. 25. P 77-87.
- Sangree J. B. and Widmier, J.M. (1979). "Interpretation of depositional facies from seismic data." *GEOPHYSICS 44, SPECIAL SECTION — GEOTHERMAL*, 131-160.
- Satyana, Awang H., Lambok P. Marpaung, Margaretha E.M. Purwaningsih, M. Kusuma Utama, 2005. *Regional Gas Geochemistry of Indonesia: Genetic Characterization and Habitat of Natural Gases*, *Proc. Of Indon. Petro. Assoc.*, 31, Annual convention.
- Satyana, A. W. Margaretha, E. and Purwaningsih, M, 2003, *Geochemistry of the Java Basin new observation on oil grouping genetic gas types and trends of hydrocarbon habitats*, *Proc. Of Indon. Petro. Assoc.*, 31, Annual convention
- Satyana, A. H. Djumiati, M. 2003 *Oligo- Miosen Carbonates of the east Java Basin Indonesi*, AAPG, International Conference, Barcelona.
- Pireno, G. E and Roniwibowo, A. 2016, *Conventional Biogenic Gas Exploration in the Northwestern part of east Java*, *Proc. Of Indon. Petro. Assoc.*, Annual convention
- Ponto, 1996, *Petroleum geology of Indonesian basins-principles*, methods and application, V.4, East Java Basins, Jakarta
- Sribudiyani, N. Muchsin, R. Ryacudu, T. Kunto, P. Astono, I. Prasetya, B. Sapiie., S. Asikin, A.H Harsolumakso, dan I. Yulianto; (2003). *The Collision of the East Java micoplate and its implication for hydrocarbon occurrences in the East Java basin*, Proceedings Indonesian Petroleum Association, 29th Annual Convention & Exhibition
- Sangree, J.B. and Wiedmier, J.M., 1979. *Interpretation Facies from Seismic Data*, *Geophysic*, 44(2): 131pp.
- Sherif, R.E., 1980. *Seismic Stratigraphy*, International Human Resources Development Corporation, Boston: 222pp.
- Vail, P. R., Mitchum, R. M., Todd, J.R., Widmer J.M., Thomson III, S., Sangree, J.B., Bubbs, J.N. (1977), *Seismic stratigraphy and global changes of sea level*, Part 1-11, AAPG Memoir 26th, p.49-212
- Yang, Y., Vanelle, C., and Gajewski, 2014. *Combining Partial Time Migration and Prestack Data Enhancement: A Useful Tool for Subsalt Imaging*, SEG Denver 2014 Annual Meeting, SEG.
- Yilmaz, Ö. 2001. *Seismic Data Analysis: Processing, Inversion and Interpretation of Seismic Data*. Volume 1. Society of Exploration Geophysicists, 998p.