

STRUKTUR DIAPIR BAWAH PERMUKAAN DASAR LAUT DI KAWASAN PESISIR SELATAN KABUPATEN SAMPANG-PAMEKASAN, JAWA TIMUR

Oleh :

Prijantono Astjario ¹⁾ dan Lukman Arifin ¹⁾

¹⁾ Puslitbang Geologi Kelautan, Jl. Dr. Junjuran No.236, Bandung.

SARI

Penelitian seismik pantul dangkal saluran tunggal (seismic profiling) dilakukan di lepas pantai Kabupaten Sampang dan Pamekasan, pesisir selatan Madura dengan hasil rekaman sepanjang 300 km. Interpretasi data seismik dilakukan dengan cara memisahkan runtunan-runtunan yang diduga mempunyai karakter yang berbeda serta mencirikan urutan-pengendapan batuan sedimen.

Ciri dari runtunan Kuarter ditandai dengan sedimen yang mempunyai runtunan yang tidak terganggu oleh aktivitas struktur geologi seperti perlipatan maupun pensesaran. Runtunan Tersier dicirikan dengan adanya aktivitas struktur lipatan sangat ketat seperti antiklin, sinklin, dibarengi dengan sesar-sesar, serta intrusi-intrusi diapir.

Data interpretasi seismik pantul dangkal saluran tunggal memberikan gambaran tentang struktur geologi bawah dasar laut walaupun dengan penetrasi yang sangat terbatas (dangkal). Data tersebut juga memberikan gambaran serta indikasi adanya jebakan-jebakan gas bumi dan diapir di kawasan pantai Kabupaten Pamekasan dan Sampang.

Kata Kunci : seismik, runtunan, diapir, Sampang dan Pamekasan

ABSTRACT

Single channel seismic profiling activity carried out in the southern coast of Pamekasan and Sampang District, southern coast of Madura, has recorded data of more or less 300 kilometres. The interpretation of seismic profiling records have been done by separating the sequence of sediments which have chronologically different character and depositional environments.

The characteristic of Quaternary sediment sequence is indicated by the sediment that did not disturbed by geological structures, such as folding and faulting. The Tertiary sediment sequences in the south coast of Pamekasan area have been tightly folded which consist of anticline, syncline shale diapir and faulting phenomena.

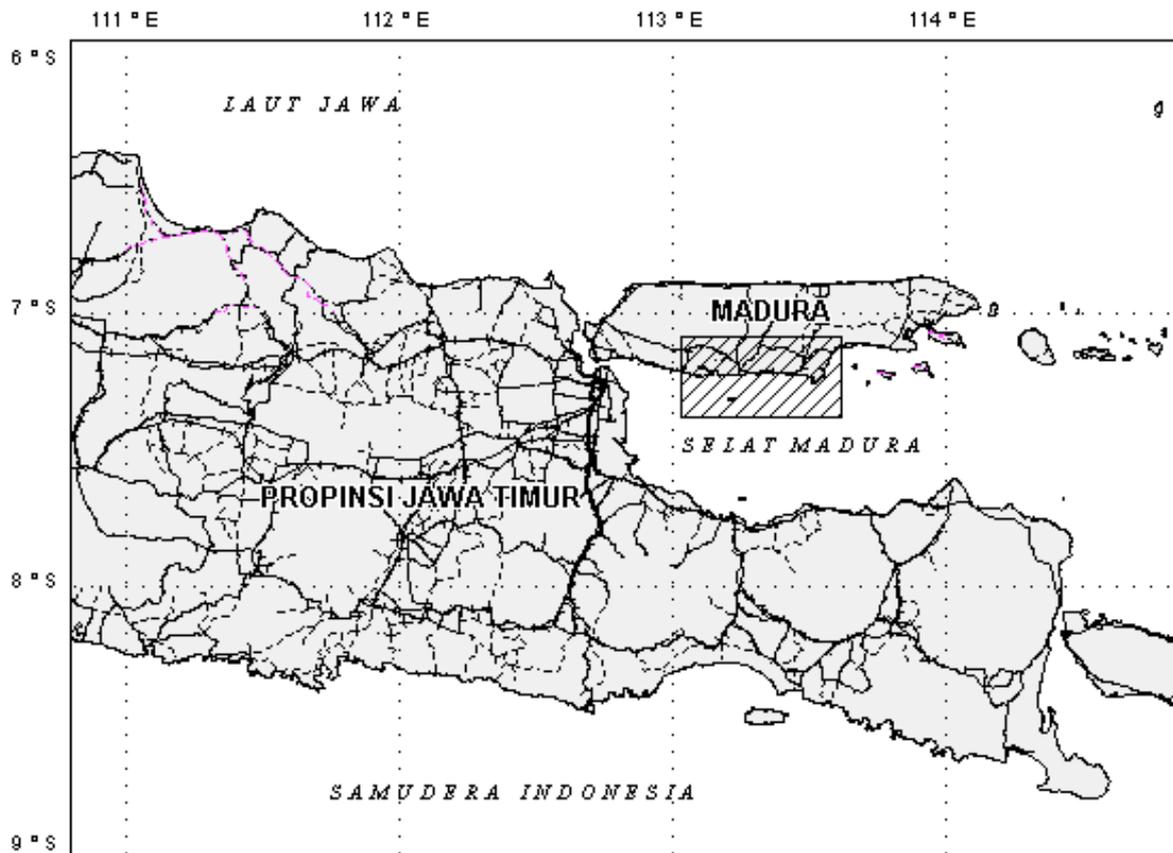
The interpretation of seismic profiling data showed the indication of the geological structure under the sea floor although by means of the shallow penetration energy. It still can be helpful to indicate diapire and gas closures in the southern coast of Sampang and Pamekasan areas.

Key words : seismic, sequence, diapire, Sampang and Pamekasan

PENDAHULUAN

Pantai selatan Kabupaten Pamekasan hingga Kabupaten Sampang merupakan kawasan pantai yang landai dengan energi gelombang yang rendah membuat wilayah ini menjadi kawasan pantai yang relatif stabil terhadap erosi laut.

Di kawasan pantai ini tersingkap batugamping terumbu dan endapan aluvium berumur Kuarter, sementara di bagian darat tersingkap Formasi Pamekasan khususnya di sungai-sungai yang mengalir melalui kota Pamekasan yang berumur Pliosen. Di bawah



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian di kawasan pantai Pamekasan, Pulau Madura, Jawa Timur.

formasi tersebut adalah Formasi Madura berumur Miosen Akhir – Pliosen (Mulhadiyono drr, 1984).

Kawasan pantai selatan Pulau Madura adalah kelanjutan dari Cekungan Jawa Timur – Madura, yang merupakan cekungan busur dalam (*back arc basin*). Batuan sedimen berumur Tersier mengalami perlipatan yang ketat serta pensesaran yang dapat dijadikan sebagai indikasi adanya jebakan-jebakan gas bumi dan serpih lumpur di bawahnya. Dua pemboran eksplorasi telah dilakukan di kawasan selatan Madura yaitu sumur-bor MS-1 dan sumur-bor Konang, akan tetapi kedua sumur tersebut tidak menghasilkan hidrokarbon akan tetapi hanya semburan gas bumi yang kurang bernilai ekonomis.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menginventarisasi sumber daya alam di kawasan pesisir. Dalam penelitian ini ditemukan indikasi struktur geologi bawah dasar laut. Struktur geologi tersebut diduga sebagai jebakan-jebakan hidrokarbon serta gas bumi, akan tetapi dengan menggunakan perangkat seismik pantul dangkal saluran tunggal struktur ini hanya merupakan

perlipatan sedimen yang mengandung lumpur dan gas bumi. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dan rinci di perairan Selat Madura, dengan menggunakan perangkat yang lebih baik dan modern yang akan menghasilkan penetrasi lebih dalam seperti perangkat seismik saluran banyak (*multi channel*) untuk dapat merekam secara jelas struktur geologi yang lebih luas dan dalam.

Daerah penelitian meliputi sebagian kawasan pantai selatan bagian timur Kabupaten Sampang dan kawasan pantai selatan bagian barat Kabupaten Pamekasan, yang terletak pada koordinat $07^{\circ} 00' - 07^{\circ} 35'$ Lintang Selatan dan $113^{\circ} 00' - 113^{\circ} 30'$ Bujur Timur atau terletak pada lembar peta 1608 – 5. Luas daerah penelitian mencakup kurang lebih 1500 km² dengan garis pantai sepanjang kurang-lebih 90 km (Gambar 1).

Tinjauan Geologi Umum

Secara geologi kawasan pesisir Pamekasan, Madura, merupakan kumpulan struktur lipatan dari Mandala Rembang bagian timur (van Bemmelen, 1949), dicirikan oleh satuan

perbukitan lipatan bergelombang. Jajaran lipatan-lipatan batuan sedimen dengan arah sumbu barat-timur tersebut membentuk topografi dan struktur geologi yang spesifik dari mandala ini. Secara morfologi dapat dibagi menjadi satuan-satuan morfologi punggung sinklin, antiklin dan lembah homoklin.

Formasi Kalibeng menurut penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Pringgoprawiro (1980) disebut juga sebagai Formasi Paciran, terdiri dari batugamping pasiran bersisipan batugamping terumbu dan napal. Ketebalan Formasi Paciran adalah 100 – 250 m; berumur Miosen Akhir hingga Pliosen; terendam dalam lingkungan litoral – sublitoral.

Formasi Paciran ini ditutupi secara tidak selaras oleh Formasi Pamekasan (Koesoemadinata, 1969) dengan setebal 250 m, yang tersusun dari batulempung, batupasir kuarsa dan konglomerat yang menempati morfologi perbukitan landai; berumur Pliosen; dengan lingkungan pengendapan litoral. Khususnya di pesisir pantai selatan Madura yang menyingkapkan Formasi Pamekasan yang ditutupi secara tidak selaras oleh batugamping koral berumur Kuartar dan pada dataran rendah ditutupi oleh endapan aluvium (Mulhadiono dr, 1984).

Formasi Paciran tersebut terdiri atas batugamping terumbu dan batupasir, terbentuk akibat dari penurunan Pulau Madura pada Miosen Akhir hingga Pliosen (Pringgoprawiro, 1983) yang mengakibatkan terjadinya genang laut sehingga membentuk lingkungan litoral – sublitoral. Genang laut ini membentuk paparan laut dangkal yang sangat luas dan memungkinkan tumbuhnya terumbu karang. Pada Pliosen Akhir, Pulau Madura mengalami pengangkatan kembali hingga seluruh pulau tersebut berada dipermukaan laut.

Formasi Pamekasan terdiri atas batulempung pasiran yang banyak mengandung cangkang moluska terendapkan pada kala Pliosen, saat Pulau Madura mengalami penurunan kembali hingga di bawah permukaan laut dalam lingkungan litoral. Akibat proses penurunan tersebut Pulau Madura mengalami kemiringan ke arah bagian selatan (*tilting*) pada kala Plistosen.

Seluruh Pulau Madura mengalami pengangkatan kembali pada Holosen hingga saat ini, hal tersebut ditandai oleh luasnya endapan aluvial dan terumbu karang disepanjang pantai

selatan dan utara, mengakibatkan munculnya P. Kambing .

Secara regional perairan Selat Madura merupakan bentuk struktur graben, didominasi oleh batuan sedimen dari Mandala Kendeng yang banyak mengandung material vulkanik dan terlipat ketat, dengan arah sumbu barat-timur, berpotensi menjadi jebakan-jebakan minyak dan gas bumi. Sesar-sesar naik juga dijumpai di mandala ini, rekahannya dimanfaatkan gas yang bertekanan tinggi untuk merembes hingga kepermukaan dasar laut. Tidak sedikit struktur diapir ditemukan di perairan Selat Madura yang berada dekat permukaan dasar laut terisi oleh lumpur serpih cair dengan temperatur tinggi dan bertekanan tinggi, potensi membentuk struktur lumpur vulkanik (*mud volcanic*) seperti yang ditemukan di Blora dan daerah utara Mojokerto tepatnya di Sidoarjo.

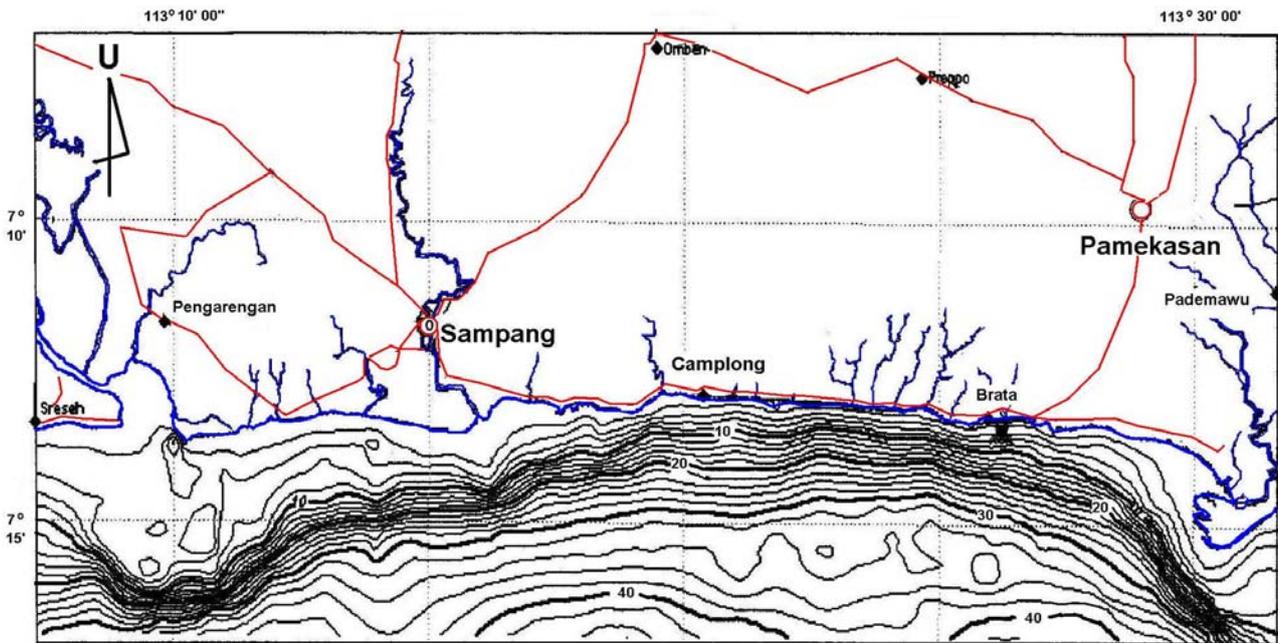
Gas alam banyak dijumpai di daerah penyelidikan terutama dalam batupasir yang berselingan dengan batugamping dari Formasi Tawun berumur Miosen Tengah (Pringgoprawiro, 1980). Pemboran-pemboran telah dilakukan oleh BPM dan Stanvac pada tahun 1936, diantaranya sumur bor Konang-1 mencapai kedalaman 1440 m menghasilkan semburan gas (Koesoemadinata, 1969)..

METODE PENELITIAN

Dalam kegiatan penelitian wilayah pantai guna menginventarisasi sumberdaya alam kawasan pesisir salah satu kegiatannya adalah melakukan kegiatan penelitian geofisika, antara lain melakukan rekaman pemeruman guna mengetahui morfologi dasar laut dan rekaman seismik guna mendapatkan data tentang perlapisan endapan sedimen berumur Kuartar serta struktur geologi bawah permukaan di sekitar kawasan pesisir.

Pemeruman (*sounding*) dilakukan selama pelaksanaan perekaman seismik pantul dangkal saluran tunggal guna memantau kedalaman laut selama penyelidikan berlangsung. Dalam pemeruman ini digunakan peralatan *Echosounder IMC model 8001* yang termasuk tipe *dual frequensi* dan dapat dioperasikan dengan menggunakan *transduser* keramik 200 kHz dengan lebar beam 12 derajat.

Penampang seismik pantul dangkal saluran tunggal (*seismic profiling*) penelitian ini dilakukan di lepas pantai Pamekasan dan sekitarnya



Gambar 2. Kedalaman laut (bathymetry) di kawasan pantai selatan Kabupaten Pamekasan dan Kabupaten Sampang

sepanjang 300 km. Kegiatan seismik pantul dangkal saluran tunggal menggunakan *sparker* dengan energi 300 Joule sampai dengan 500 Joule dihasilkan dari *spark-array EG & G 267 A* dengan tiga elektroda. Sistem perekaman dilakukan pada laju satuan (*sweep rate*) tiap setengah detik dan picu ledak ditentukan tiap satu detik, dengan memakai *bandpass filter* yang dipisahkan antara 250 Hz sampai dengan 2500 Hz. Hidrophone yang digunakan adalah jenis *multy elements streamer (MESH) Benthos*, sedangkan luaran direkam dengan alat perekam analog jenis *EPC 3200 S*.

Dari hasil penyelidikan ini didapatkan data rekaman penampang seismik dangkal saluran tunggal, berupa penampang waktu (*time section*) yang merupakan data rekaman gelombang pantul dari bidang-bidang pantul akibat adanya perbedaan kepadatan (*density kontras*) pada *interface* antara lapisan atas dan bawahnya

Dengan menganalisis sifat-sifat serta wujud pantulan setiap lapisan dengan ditunjang oleh data acuan geologi yang ada maka akan dapat dihasilkan penafsiran penampang geologi yang menggambarkan adanya urutan tatanan stratigrafi, struktur geologi, jenis batuan dengan ketebalan maupun sebarannya.

HASIL PENELITIAN

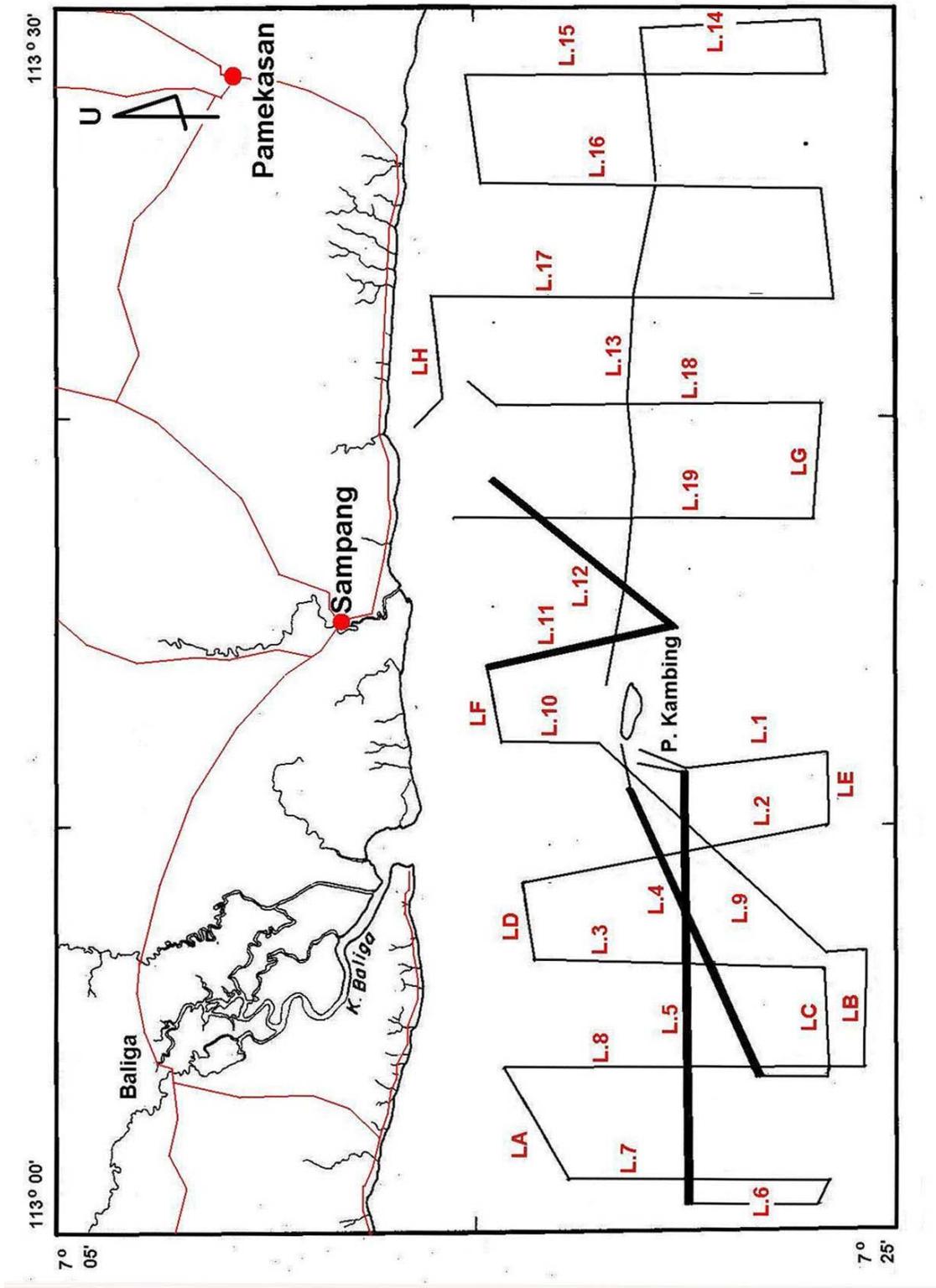
Koreksi data batimetri yang diterapkan adalah elevasi pasang surut yang diperoleh dari hasil pengukuran selama penyelidikan

berlangsung. Adapun koreksi geometri + 0,5 meter ditambahkan pada seluruh *raw* dari kedalaman laut sesuai dengan *transduser* yang ditempatkan pada bagian kiri kapal.

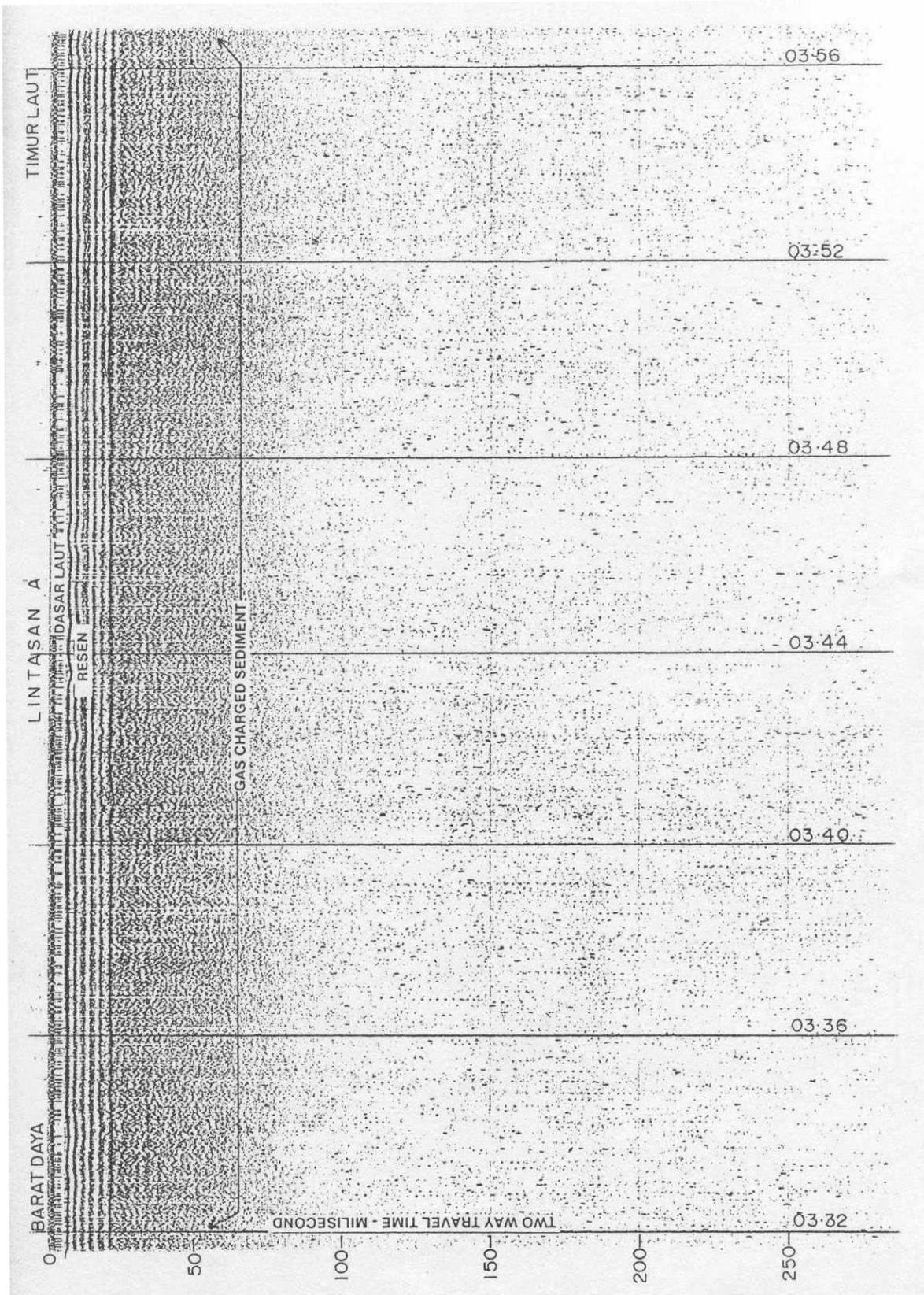
Peta batimetri daerah penyelidikan yang dihasilkan seperti pada Gambar 2. Kontur kedalaman laut dengan interval 5 meter memperlihatkan kedalaman laut dari 10 meter sampai 50 meter. Morfologi dasar laut secara umum sangat landai dengan perubahan kedalaman 5 meter sejauh 1 kilometer sampai 5 kilometer.

Di bagian tengah daerah penyelidikan terdapat Pulau Kambing yang merupakan puncak dari struktur diapir dan memiliki cekungan di bagian timurnya dengan kedalaman hingga 40 meter sampai 50 meter yang saat ini terisi endapan sedimen Resen, diduga cekungan tersebut terbentuk karena adanya aktivitas lipatan pada Zaman Tersier dan berkaitan dengan pengangkatan Pulau Madura. Pola kontur umumnya adalah timur barat memanjang hampir sejajar pantai, sedangkan di bagian paling timur pola kontur berubah arah barat laut-tenggara.

Penampang seismik pantul dangkal saluran tunggal (*seismic profiling*) penelitian ini dilakukan di lepas pantai Pamekasan dan sekitarnya sepanjang 300 km (Gambar 3.). Berdasarkan pada konfigurasi reflektor dari hasil rekaman seismik pantul dangkal saluran tunggal di perairan Selat Madura ternyata tidak mudah untuk dikorelasikan dengan struktur regional dan sebaran batuan yang



Gambar 3. Peta lintasan rekaman seismik pantul dangkal saluran tunggal di kawasan pantai selatan Kabupaten Pamekasan dan Kabupaten Sampang.



Gambar 4. Rekaman Seismik saluran tunggal pada lintasan A, memperlihatkan konfigurasi reflektor sejajar atau paralel.

tersingkap di P. Madura. Hal ini disebabkan karena penelitiannya tidak dilengkapi dengan data pemboran dalam di sekitar perairan Selat Madura yang dapat dijadikan pegangan untuk melakukan korelasi antara data rekaman seismik, data pemboran serta batuan sedimen yang tersingkap di darat.

Interpretasi data seismik dilakukan dengan cara memisahkan runtunan-runtunan yang diduga mempunyai karakter yang berbeda serta mencirikan urutan pengendapan batuan sedimen dan dicoba untuk dibandingkan dengan batuan yang tersingkap di darat (Ringgis dr, 1985). Hasilnya diharapkan dapat memberikan gambaran tentang keberadaan tatanan serta struktur geologi yang ada di bawah dasar laut kawasan pantai selatan Kabupaten Pamekasan dan Sampang.

Bagian teratas dari perlapisan yang telah mengalami struktur perlipatan pada rekaman seismik ditafsirkan sebagai perlapisan batuan sedimen berumur Tersier, adalah rombakan batugamping terumbu maupun batugamping klastik. Batugamping tersebut tersingkap sangat luas di pantai selatan pulau Madura. Batuan sedimen ini disebut oleh Situmeang (1979) sebagai Formasi Madura yang memiliki kesamaan dengan Formasi Paciran.

Pada kawasan pesisir ini juga, perlapisan batugamping tersebut berada di atas batulempung napalan, ditafsirkan sebagai perlapisan ke dua dari perlapisan Tersier, yang telah mengalami perlipatan. Menurut Situmeang (1979), perlapisan napal yang berada di bawah batugamping dari Formasi Madura tersebut dibandingkan dengan Formasi Pasean. Di beberapa daerah di pulau Madura, khususnya di kawasan pesisir selatan, batugamping tersebut ditutupi secara tidak selaras oleh batulempung gampingan berwarna gelap, batulempung ini secara stratigrafi dibandingkan dengan perlapisan yang berada di atas perlapisan batugamping yang telah mengalami perlipatan.

Dari interpretasi tersebut dapat dipisahkan runtunan seismik menjadi runtunan Kuartar dan pra-Kuartar (batuan Tersier). Adapun ciri dari runtunan Kuartar ditandai dengan sedimen yang mempunyai konfigurasi sejajar (*parallel reflector*) sampai dengan konfigurasi bebas (*free reflector*). Runtunan ini tidak terganggu oleh aktivitas struktur geologi seperti perlipatan maupun pensesaran. Endapan sedimen Kuartar bagian atas memiliki pola reflektor paralel sedangkan pola

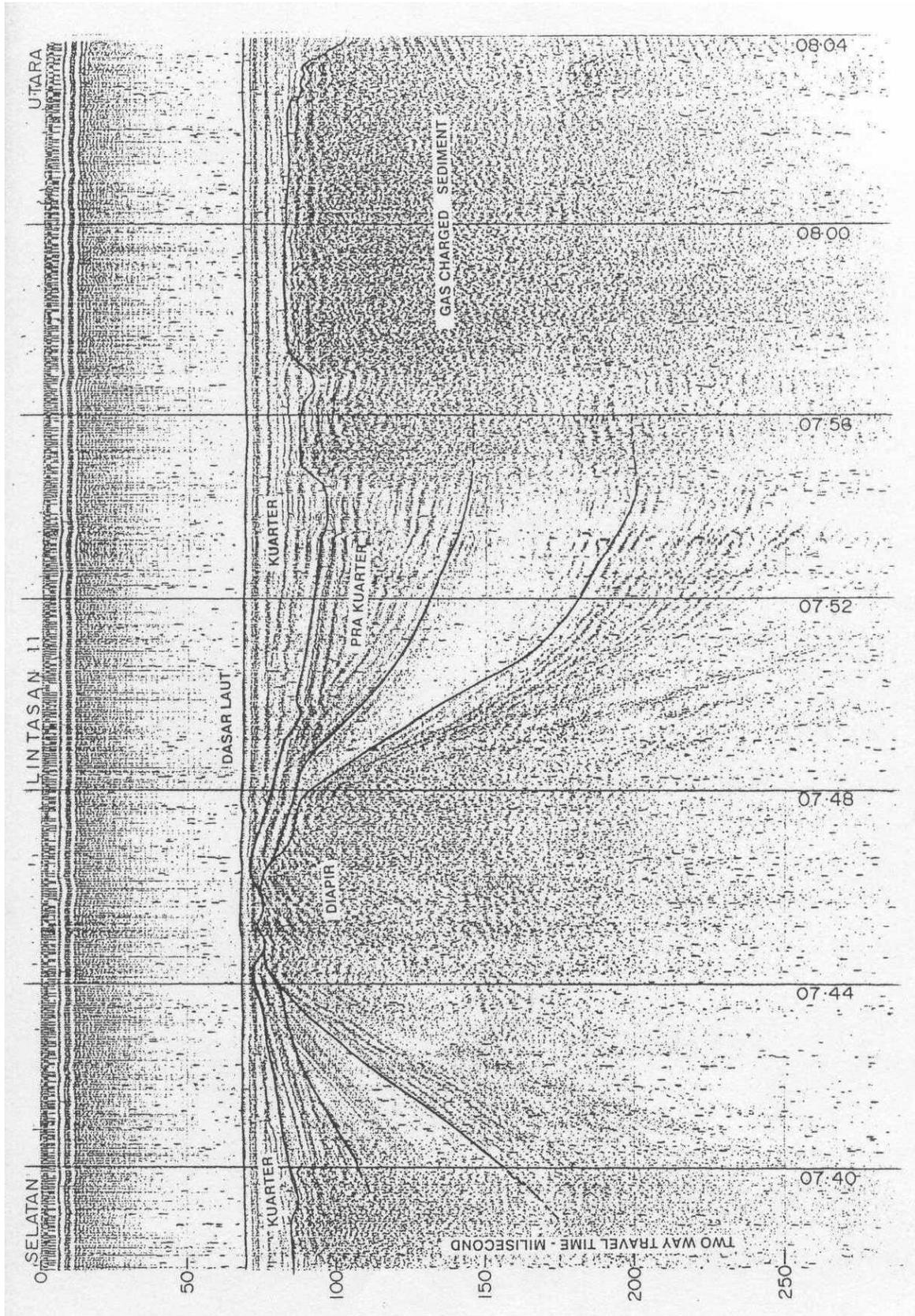
reflektor bebas dijumpai pada endapan sedimen Kuartar di bagian bawahnya. Perlapisan Kuartar merupakan endapan sedimen akibat naiknya muka laut, sulit untuk menarik perlapisan-perlapisan yang lebih rinci karena perlapisannya yang tipis (Gambar 4). Walaupun demikian, masih dapat terlihat di beberapa tempat secara samar-samar bidang perlapisan yang tidak merata yang diduga sebagai akibat dari menurunnya muka laut. Pasokan material sedimen diduga berasal dari endapan aluvium sungai Blega dari Kabupaten Sampang serta sungai-sungai kecil yang bermuara di kawasan pesisir pantai selatan Kabupaten Pamekasan.

Runtunan Tersier dicirikan dengan adanya aktivitas struktur terobosan seperti diapir yang dibarengi dengan sesar-sesar. Batuan sedimen Tersier memiliki pola konfigurasi *divergent reflector*, konfigurasi *free reflector* dan *chaotic* serta pola konfigurasi yang gelap. Daerah kawasan pesisir selatan kabupaten Pamekasan dan Sampang diduga merupakan bagian cekungan dan lebih merupakan geosinklin, dengan ketebalan sedimen Tersier mungkin lebih dari 6000 meter (Koesoemadinata, 1980).

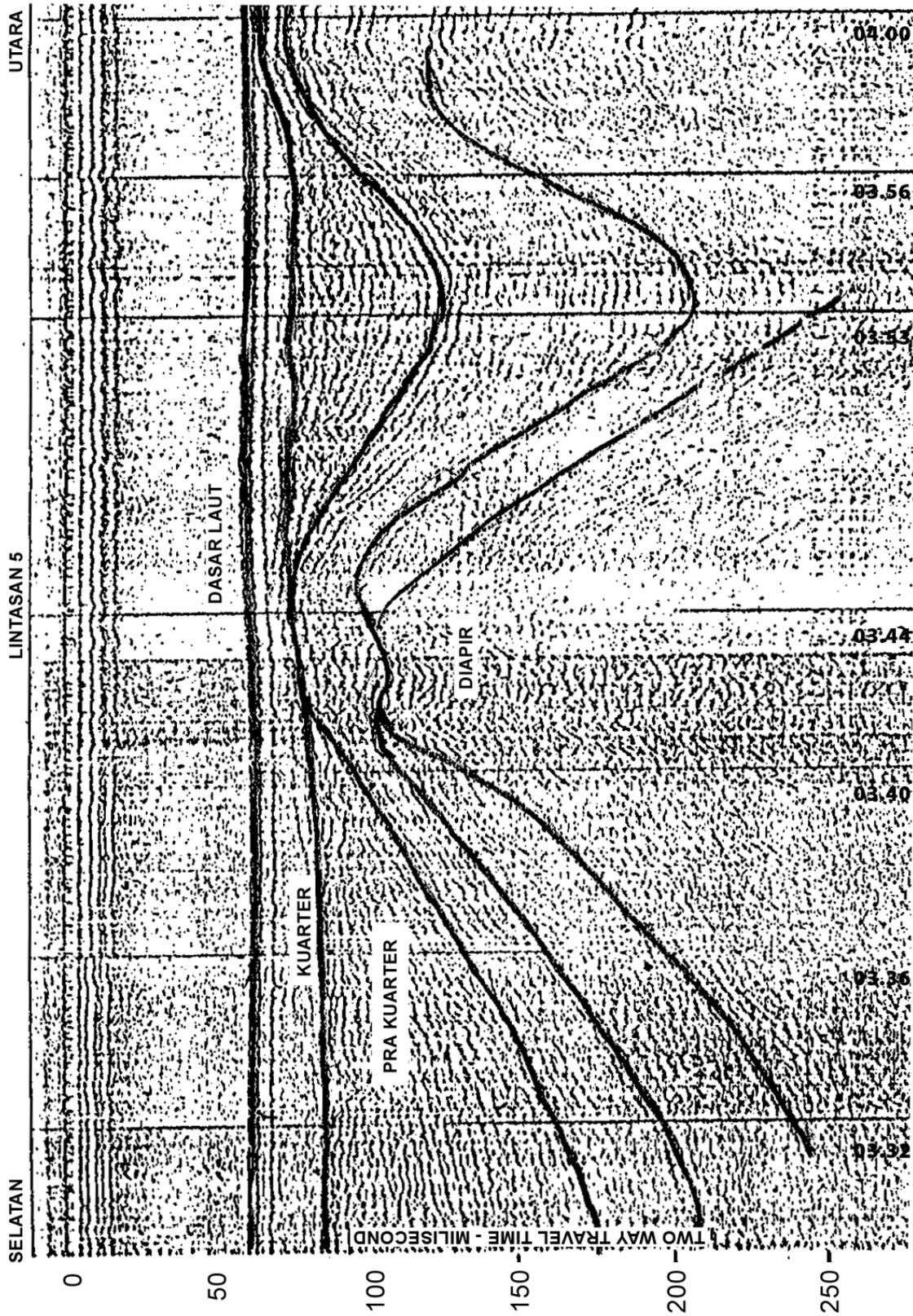
Pola konfigurasi gelap (*opaque reflector*) umumnya memberikan indikasi adanya batuan sedimen yang diduga mengandung gas. Gelombang seismik pantul dangkal saluran tunggal yang menjalar pada batuan sedimen tersebut tidak dapat menembus perlapisan yang lebih dalam (*shallow penetration*) karena gelombang seismik yang dipancarkan akan terserap dan menyebabkan sinyal seismik menjadi lemah, sehingga runtunan Tersier yang terdapat di bawahnya tidak dapat terdeteksi dan terekam dengan baik.

Batuan sedimen yang diduga mengandung gas (*gas charged sediments*) memiliki sebaran sangat luas khususnya di bagian barat daerah telitian, sedangkan di bagian timurnya hanya merupakan bagian-bagian terpisah di beberapa tempat (*sporadic*).

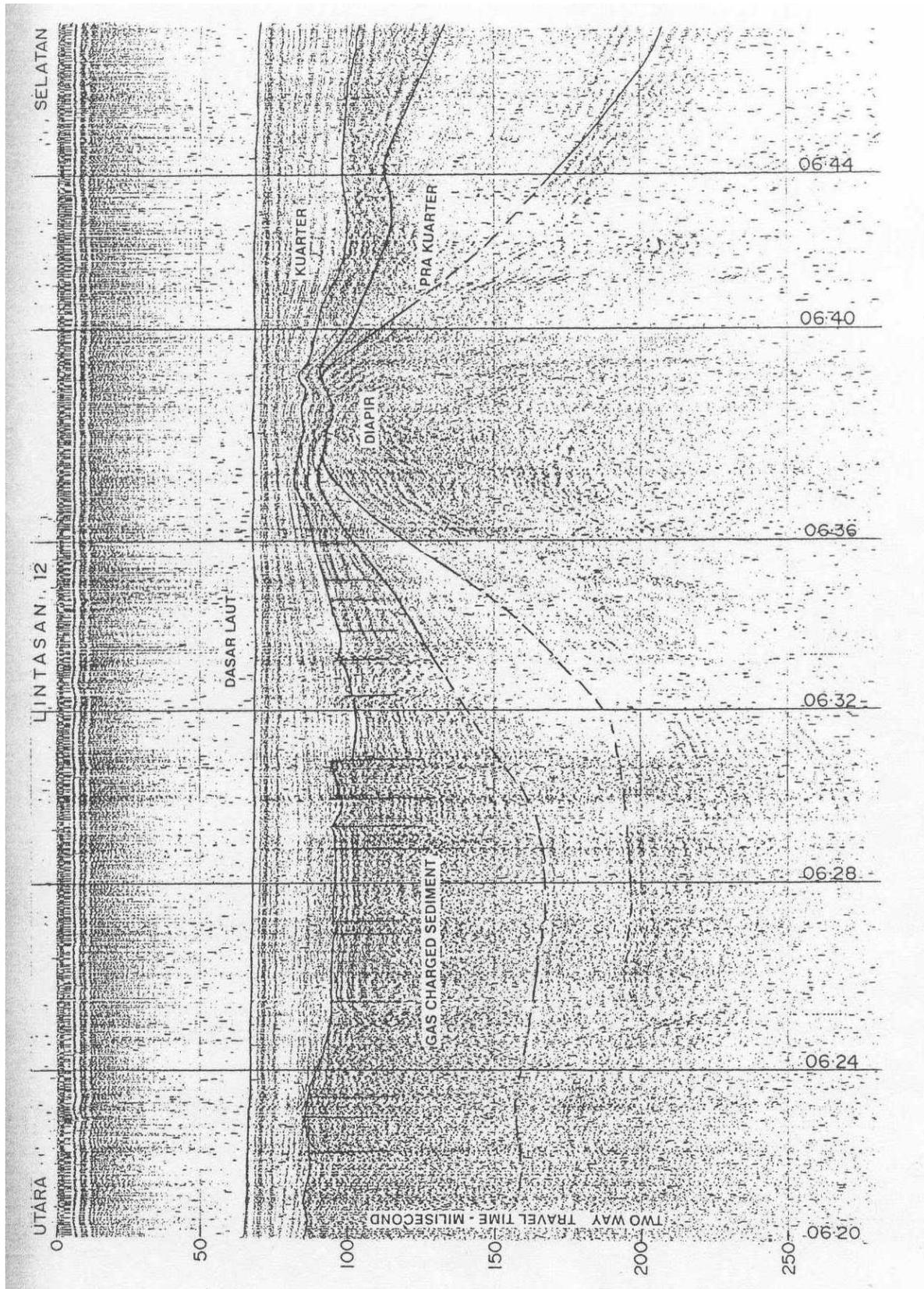
Berdasarkan contoh endapan sedimen dasar laut, umumnya gas terakumulasi pada endapan sedimen lepas (*uncosolidated sediments*), yang ditutupi oleh endapan sedimen yang memiliki butiran lebih halus sebagai lapisan penutup (*caprock*). Di beberapa tempat di bagian timur daerah telitian ditemukan batuan sedimen yang diduga mengandung gas dan struktur diapir. Sesar-sesar menyebabkan terbentuknya rekahan-



Gambar 5. Rekaman seismik saluran tunggal pada lintasan 11, merekam diapir yang mengangkat runtunan sedimen di atasnya ke permukaan hingga tererosi pada bagian permukaannya



Gambar 6. Rekaman seismik dangkal saluran tunggal pada lintasan 5, merekam struktur diapir dari sisi lain yang merupakan indikasi batuan sedimen yang terlipat ketat dan terisi material lumpur.



Gambar 7. Rekaman seismik dangkal saluran tunggal pada lintasan 12, merekam diapir serta sesar-sesar pada runtunan sedimen pra-Tersier yang diduga mengandung gas.

rekahan yang digunakan sebagai jalan bagi gas untuk merembes ke lapisan paling atas, kemudian berakumulasi di bawah sedimen yang berbutir lebih halus.

Pada puncak-puncak diapir tersingkap batuan sedimen Tersier dengan permukaan yang tidak rata karena pengikisan permukaan akibat menurunnya muka laut, sehingga tampak sebagian runtunan batuan sedimen Tersier menipis (Gambar 5). Dua runtunan Tersier yang mengalami penipisan dan menghilang pada puncak diapir dapat dibandingkan dengan Formasi Madura yang terdiri dari rombakan batugamping pasir dan disisipi batugamping terumbu dan napal berumur Miosen Akhir – Pliosen dan Formasi Pasean yang terdiri dari batulempung napalan.

Tektonika geologi bawah dasar laut daerah telitian memperlihatkan adanya aktivitas struktur geologi diapir, sesar dan akumulasi gas serta adanya singkapan sedimen Tersier dan Kuartar (Gambar 6). Sedimen Tersier tersingkap di dua tempat, di bagian timur dan barat daerah telitian. Jalur Kendeng – Selat Madura, yang pada umumnya berupa sedimen halus seperti serpih-*napal*, dengan tekanan yang berlebih (*over pressure*), sehingga mengakibatkan terbentuknya diapir serpih (Koesoemadinata, 1980). Yang menarik dalam rekaman seismik kawasan pantai Kabupaten Pamekasan dan Sampang ini adalah membuktikan keberadaan struktur diapir yang mengangkat lapisan sedimen Tersier ke permukaan laut hingga mengalami erosi pada permukaan lipatan.

Pada sayap kiri dan kanan puncak diapir, umumnya runtunan batuan sedimen Tersier menebal (Gambar 6). Struktur geologi bawah dasar laut dengan sumbu-sumbu lipatan umumnya berarah timur-barat yang diduga sebagai bagian timur dari antiklinorium Mandala Kendeng – Madura yang sebarannya hingga selatan Pulau Madura. Lapisan tertua bahkan dapat disebut sebagai dasar dari cekungan ini adalah Formasi Pelang yang merupakan batunapal dan batulempung dengan sisipan batugamping yang hingga kini belum ditembus oleh aktivitas pemboran. Bagian atas dari formasi tersebut adalah Formasi Kerek dan Kalibeng berbentuk batupasir turbidit dan batunapal yang diharapkan merupakan *reservoir* minyak bumi di masa mendatang.

Data interpretasi seismik pantul dangkal saluran tunggal memberikan gambaran tentang

struktur geologi bawah dasar laut walaupun dengan penetrasi yang sangat terbatas (dangkal). Data tersebut juga memberikan gambaran serta indikasi adanya jebakan-jebakan gas bumi bawah permukaan dasar laut di kawasan pantai Kabupaten Pamekasan dan Sampang (Gambar 7). Penelitian rinci sebagai tindak lanjut dengan menggunakan perangkat seismik saluran banyak (*seismic multi channel*) atau penelitian rinci perairan Selat Madura secara regional sangat diperlukan guna mendapatkan data jebakan gas bumi bahkan mungkin hidrokarbon yang lebih akurat dengan penetrasi yang lebih dalam secara tepat dan dapat menghitung volume cadangan yang tersedia.

PEMBAHASAN

Cekungan Jawa Timur didominasi oleh Mandala Rembang, Randublatung dan Kendeng, di bawah dasar laut Selat Madura yang merupakan graben tidaksetangkap di dominasi oleh batuan-batuan sedimen yang berasal dari Mandala Kendeng. Mandala tersebut berada pada cekungan Jawa Timur paling selatan dan telah mengalami perlipatan yang ketat, terobosan diapir serta di beberapa tempat ditemukan sesar-sesar besar.

Struktur geologi yang berkembang pada mandala ini masih tergolong muda dan kemungkinan masih aktif. Sumbu-sumbu perlipatan juga mempunyai arah barat – timur sejajar dengan rantai gunungapi di Jawa Timur, perlipatan tersebut mencirikan adanya tekanan (kompresi) yang cukup kuat dan masih berlangsung hingga saat ini.

Antiklinorium dan terobosan diapir banyak ditemukan di kawasan perairan Selat Madura akibat kompresi tersebut. Struktur antiklin dan terobosan diapir banyak terisi oleh endapan sedimen serpih dan lempung cair bertekanan dan bertemperatur tinggi. Rembesan gas petrogenik sering dijumpai di kawasan ini yang muncul ke permukaan dasar laut melalui rekahan dan sesar Kuartar. Endapan sedimen Kuartar dasar laut yang cukup tebal berasal dari Pulau Madura bagian timur sementara endapan sedimen vulkanik sebagai sisipan pada sedimen Kuartar banyak dijumpai di bagian selatan.

Penetrasi yang dihasilkan dari rekaman seismik yang dilakukan tidak cukup dalam untuk memantau keberadaan hidrokarbon. Rekaman seismik dangkal di kawasan pesisir Sampang dan Pamekasan memberikan gambaran tentang tatanan

endapan sedimen Kuartar. Sumber daya energi dihasilkan oleh Formasi Wonocolo paling atas dan anggota Formasi Mundu yang berada pada kedalaman kurang lebih dari 3000 meter dibawah permukaan dasar laut. Minyak bumi biasanya terakumulasi pada lapisan pasir dari formasi berumur Tersier, lapisan tersebut memiliki perangkat struktur kubah dan perlu dilakukan pemboran dalam.

Untuk kawasan Selat Madura tentunya masih diharapkan memiliki potensi gas bumi yang cukup besar, sementara pengeboran yang dilakukan di Selat Madura baru mencapai 1440 meter dan hanya menghasilkan semburan gas. Diharapkan pencarian minyak dan gas bumi di kawasan ini masih harus diupayakan hingga mencapai siklus-siklus yang lebih dalam seperti Formasi Pelang, Kerek ataupun Kalibeng.

SIMPULAN

Penelitian yang telah dilakukan di pantai selatan Kabupaten Pamekasan dan Sampang merupakan penelitian kawasan pesisir yang menggunakan perangkat seismik pantul dangkal saluran tunggal dengan penetrasi yang dangkal, walaupun demikian telah menghasilkan rekaman seismik yang mengindikasikan adanya terobosan diapir di kawasan ini.

Keberadaan dan kemungkinan struktur lipatan terobosan diapir di perairan Selat Madura yang sumbunya berarah barat – timur merupakan indikasi akan keterdapatn hidrokarbon jauh di bawah dasar laut. Tindak lanjut yang lebih fokus pada keberadaan hidrokarbon merupakan kebijakan yang paling tepat untuk melakukan penelitian rinci di kawasan Selat Madura. Hingga saat ini pemboran yang pernah dilakukan masih pada siklus-siklus dangkal, pemboran yang lebih dalam perlu dilakukan agar dapat mencapai formasi sedimen Tersier yang berpotensi sebagai jebakan pada perairan Selat Madura ini diharapkan dapat menghasilkan cadangan minyak dan gas bumi yang melimpah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan yang telah memberikan kesempatan pada penulis untuk melakukan penelitian serta mempublikasikan hasil penelitiannya di kawasan pantai selatan Madura, Kabupaten Pamekasan dan Kabupaten Sampang. Tidak lupa ucapan terimakasih ini kami sampaikan kepada rekan-rekan Tim Penelitian Pantai Selatan Madura yang telah banyak memberikan masukan, kritik maupun saran pada makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- John Ringgis, 1985, Seismic stratigraphy I. *Proceedings of the joint ASCOPE/CCOP workshop 1*, June 1986 Jakarta, Indonesia.
- Koesoemadinata, R.P., 1969. Outline of the geologic occurrence of oil in Tertiary basins of west Indonesia, *Am. Assoc. Petroleum Geol. Bull.*, v. 53, n. 11, p. 2368 – 2376.
- Mulhadiono., Harsono, P. Dan Sukendar, A., 1984. Tinjauan stratigrafi dan tataan tektonik di Pulau Madura, Jawa Timur. *Dipresentasikan pada PIT XIII IAGI di Bandung (tidak diterbitkan)*.
- Pringgoprawiro, H., 1980. Stratigrafi cekungan Jawa Timur Utara. *Lap. Pend. No. 3475180, ITB*.
- Pringgoprawiro, H., 1983. Biostratigrafi dan paleogeografi Cekungan Jawa Timur Utara. *Suatu pendekatan baru, ITB, tidak diterbitkan*.
- Situmeang, S.P., 1979. Geologi dan stratigrafi daerah Juwangi Selatan, Pegunungan Kendeng Barat, Jawa Tengah. *Thesis sarjana, Dept. Teknik Geologi, ITB, Bandung*.
- Van Bemmelen, R.W., 1949. The geology of Indonesia, *The Hague, Martinus Nijhoff*, v. I A 732 p, v. II, 265 p.