

PENAMPANG SEISMİK SINTETIK BERDASARKAN DATA BIOSTRATIGRAFI SUATU CONTOH DARI CEKUNGAN SUMATERA UTARA

Oleh :

Retno Widiastuti *; B. Situmorang*

SARI

Data biostratigrafi sejak lama telah digunakan, terutama untuk menentukan umur relatif dan lingkungan pengendapan batuan sedimen. Dengan mengubah umur relatif menjadi umur mutlak serta dengan memilih selang waktu tertentu, suatu penampang seismik sintetik melalui beberapa sumur dapat dibuat. Suatu contoh dari cekungan Sumatera Utara menunjukkan, ketidakselarasan yang tidak teramati di lapangan terlihat dengan baik pada penampang seismik sintetik. Variasi kecepatan sedimentasi dapat diamati lebih jelas, demikian pula runtunan endapan-endapan transgresif dan regresif. Hal-hal itu akan sangat membantu dalam evaluasi geologi detail suatu daerah.

ABSTRACT

Biostratigraphic data have long been used mainly for determination of relative age and depositional environment of sedimentary rocks. By converting the relative age into a linear time scales, synthetic seismic section can be constructed. An example from the North Sumatra basin indicates that an unconformity which can not be identified at the surface and in well record can be easily recognized in synthetic seismic profile. Variation in sediment accumulation rates as well as transgressive and regressive sequences can be observed in more detail. Those features will be very useful in detailed geological evaluation of prospect areas.

I. PENDAHULUAN

Biostratigrafi suatu runtunan sedimen dapat ditampilkan berupa rangkaian umur geologi absolut, yakni berupa kolom kronostratigrafi. Dari sejumlah kolom kronostratigrafi dapat ditarik garis-garis isokron, dan penampang melintang yang menyerupai rekaman seismik dapat dibuat dengan menggunakan garis-garis isokron tersebut. Dengan cara ini, rekaman geologi dipandang secara perspektif waktu linier, yang ternyata sangat membantu dalam evaluasi proses peristiwa-peristiwa geologi.

Maksud tulisan ini adalah untuk mendiskusikan penerapan data biostratigrafi dalam

penampang seismik sintetik. Ulasan didasarkan atas data biostratigrafi lima sumur eksplorasi di Cekungan Sumatera Utara (Gambar 1).

II. KONSEP DASAR

Penampang stratigrafi umumnya mengandung data seperti kedalaman, jenis litologi, umur, biostratigrafi, rekaman sumur, grafik tafsiran lingkungan pengendapan, dan kedalaman air.

Melalui sejumlah penampang dengan unsur-unsur tersebut dapat dibuat suatu penampang melintang yang menunjukkan hubungan stratigrafi, urutan sedimentasi, struktur geolo-

* Kelompok Peneliti Geologi, PPPTMGB "Lemigas"

gi, dan lain-lain di setiap sumur. Walaupun demikian penampang melintang ini kurang menggambarkan hubungan antara proses ruang dan waktu secara jelas, sehingga pola perubahan kecepatan akumulasi sedimen dan besaran waktu dari tiap-tiap peristiwa tidak dapat terbaca secara langsung. Langkah pertama dalam membuat penampang seismik sintetik adalah mengubah umur dari fosil penunjuk yang ada pada masing-masing penampang stratigrafi menjadi umur absolut. Untuk keperluan itu umur absolut dapat diperoleh dari Tabel Korelasi Skala Waktu Radiometrik (Berggren, 1972).

Untuk keperluan korelasi yang rinci, pada masing-masing penampang stratigrafi tersebut diperlukan titik-titik kedalaman dengan umur yang dinyatakan dengan bilangan bulat. Terlebih dahulu kita harus menghitung kecepatan akumulasi sedimen (R) dari tiap satuan (Unit) yang dibatasi oleh dua penciri, yaitu dengan cara membagi ketebalan dari masing-masing satuan (T_p) dengan 10 kali lamanya pengendapan dari masing-masing satuan (10A). Dengan mengetahui kecepatan akumulasi sedimen dari tiap satuan, kedalaman dari umur yang dinyatakan dengan bilangan bulat sesuai dengan selang isokron yang diinginkan dapat dihitung dan diplot pada penampang.

Perhitungan-perhitungan di atas dirumuskan sebagai berikut :

$$R = \frac{T_p}{10 A} \text{ atau } T_p = 10 A \times R$$

$$D_n = D_m + T_p$$

$$D_n = D_m + (10 A \times R) \\ = D_m + [10 (n - m) \times R]$$

Dengan ketentuan :

R = kecepatan akumulasi sedimen

A = lamanya pengendapan unit tersebut

T_p = ketebalan unit sekarang

D_m = kedalaman penciri di atas unit

D_n = kedalaman dari umur n (isokron n Ma)

n = umur yang memiliki bilangan bulat dengan selang sesuai dengan selang isokron yang diinginkan

m = umur absolut di atas penciri.

Sebagai contoh, unit I dari Formasi Ketupang pada sumur PPT-2 (Lampiran 1) yang dibatasi oleh penciri 5 Ma dan 8,5 Ma berturut-turut sebagai batas atas dan batas bawah Kedalaman penciri atas = 500 m, sedangkan kedalaman penciri bawah = 800 m, sehingga ketebalan unit adalah 300 m, maka diperoleh :

$$R = \frac{300}{(8,5 - 5) 10} \text{ m/Ma} \\ = 8.571 \text{ m/Ma}$$

Bila selang isokron yang dipilih adalah 1 Ma, maka kedalaman garis-garis isokron di antara penciri 5 Ma dan 8,5 Ma yang harus dihitung adalah 6 Ma, 7 Ma, dan 8 Ma dengan menggunakan rumus di atas, diperoleh :

$$D_6 = D_5 + 10 (6 - 5) 8,571 \text{ m} \\ = 500 + 85,71 \\ = 585,71 \text{ m}$$

$$D_7 = D_5 + 10 (7 - 5) 8,571 \text{ m} \\ = 500 + 171,42 \\ = 671,42 \text{ m}$$

$$D_8 = D_5 + 10 (8 - 5) 8,571 \text{ m} \\ = 500 + 257,13 \\ = 757,13 \text{ m}$$

Perhitungan-perhitungan di atas hanya berlaku untuk runtunan sedimen yang menerus. Pada penampang stratigrafi dengan ketidakselarasan (baik *non depositional hiatus* ataupun *erosional hiatus*) perhitungan akan berbeda.

Setelah mengenal adanya ketidakselarasan berdasarkan perubahan-perubahan litologi, pola rekaman sumur, kedalaman air, atau data lainnya, selanjutnya ditentukan lama terjadinya ketidakselarasan tersebut. Umur dari batas ketidakselarasan dapat diketahui dengan mengekstrapolasi kecepatan akumulasi sedimen dari satuan/unit terdekat yang terdapat di atas ketidakselarasan tersebut ke arah bawah. Sedangkan batas bawah dihitung dengan mengekstrapolasi kecepatan sedimentasi unit terdekat yang terdapat di bawah ketidakselarasan tersebut ke arah atas. Demikian pula untuk umur dari kedalaman total suatu pe-

nampang, dihitung dengan mengekstrapolasi kecepatan sedimentasi di atasnya (Widiastuti dkk, 1985). Setelah semua perhitungan untuk tiap sumur dilakukan, selanjutnya korelasi dilakukan dengan menarik garis-garis yang menghubungkan titik-titik yang mempunyai umur sama melalui penampang-penampang kronostratigrafi tersebut. Hasilnya adalah sebuah penampang melintang isokron. Penampang demikian akan menggambarkan perubahan-perubahan kecepatan sedimentasi dengan sangat baik. Daerah-daerah dengan kecepatan akumulasi sedimen yang tinggi dicirikan oleh isokron-isokron berjarak lebar. Sebaliknya isokron berjarak rapat menandai sedimentasi berkecepatan rendah. Cara penggambaran demikian juga menyajikan suatu pandangan yang lebih jelas tentang sejarah sedimentasi, struktur geologi, maupun pentingnya daerah-daerah ketidakselarasan.

Akhirnya apa yang dinamakan sebagai penampang seismik sintetis sebetulnya hanyalah penggambaran kembali penampang melintang isokron tersebut dengan menggunakan garis-garis yang lebih alamiah yang memperlihatkan pola berakhirnya reflektor secara sistematis. Penampang demikian akan menunjukkan gambaran tentang pola pengendapan stratigrafi baik vertikal maupun lateral dan pola struktur seperti yang biasanya terlihat pada penampang seismik. Namun demikian, masalah-masalah yang timbul sehubungan dengan kekurangan titik-titik kontrol dalam menangani ketidakselarasan tidak dapat dihindari.

Sebuah contoh disajikan dalam Gambar 2 Gambar 2a, 2b, dan 2c memperlihatkan penampang seismik dan penafsirannya menurut Mitchum, Vail, dan Sangree (1977) (dalam van Hinte, 1982) sedangkan Gambar 2d merupakan penampang seismik sintetis yang dibuat dalam skala yang sama menurut van Hinte (1982). Yang menarik ialah apa yang digambarkan dengan garis tebal sebagai suatu *hiatus* pada tafsiran seismik merupakan bundelan isokron berselang rapat. Kecepatan akumulasi sedimen di sekitar ini seharusnya sangat rendah yakni 1,25 cm/1000 tahun. Menurut van Hinte (1982), kejadian seperti ini biasanya muncul di daerah dekat tepi benua (*con-*

tinental margin) tempat kecepatan akumulasi sedimen pelagik yang rendah biasa terjadi.

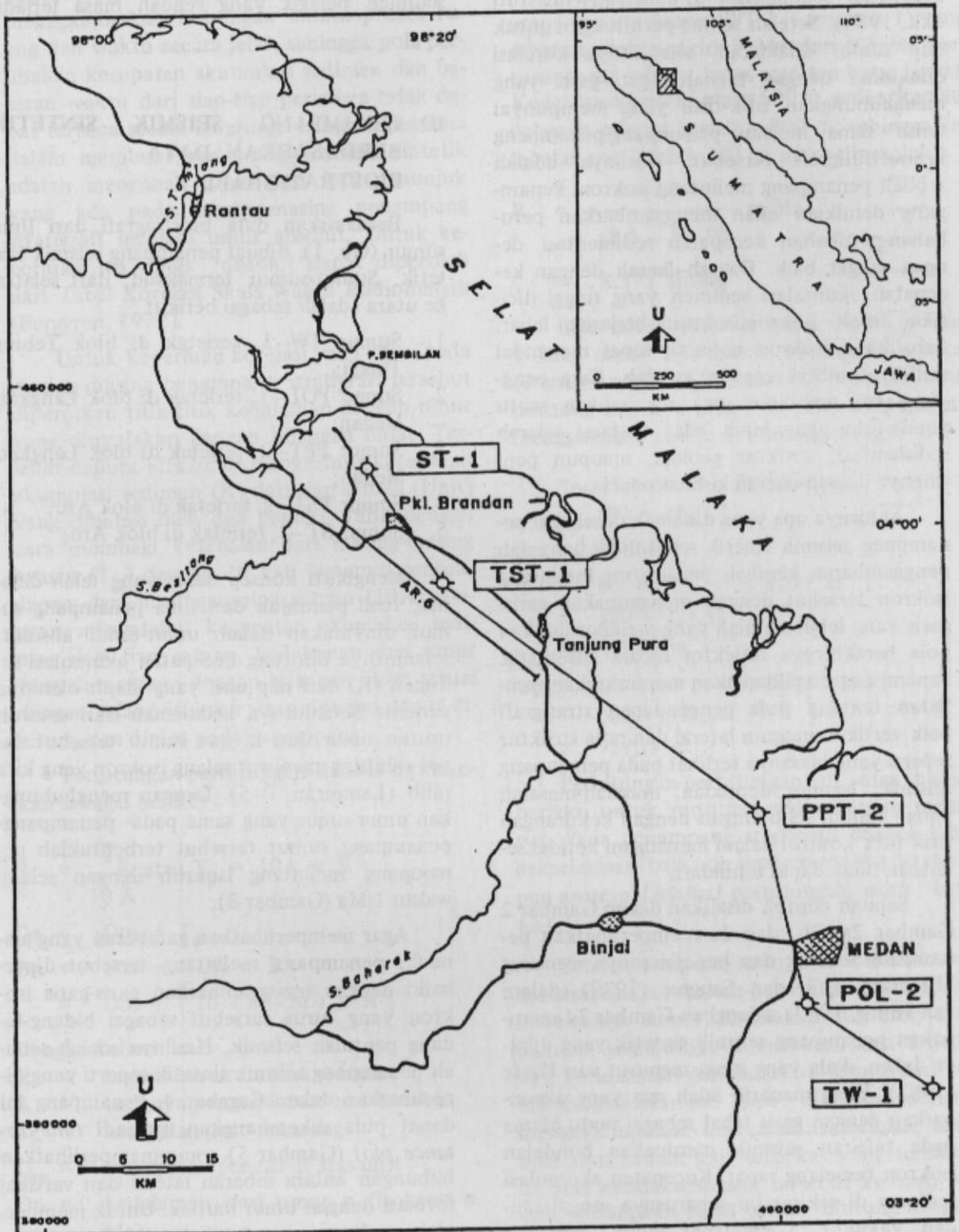
III. PENAMPANG SEISMIK SINTETIK BERDASARKAN DATA BIOSTRATIGRAFI

Berdasarkan data biostratigrafi dari lima sumur (Gb. 1), dibuat penampang seismik sintetis. Sumur-sumur termaksud, dari selatan ke utara adalah sebagai berikut :

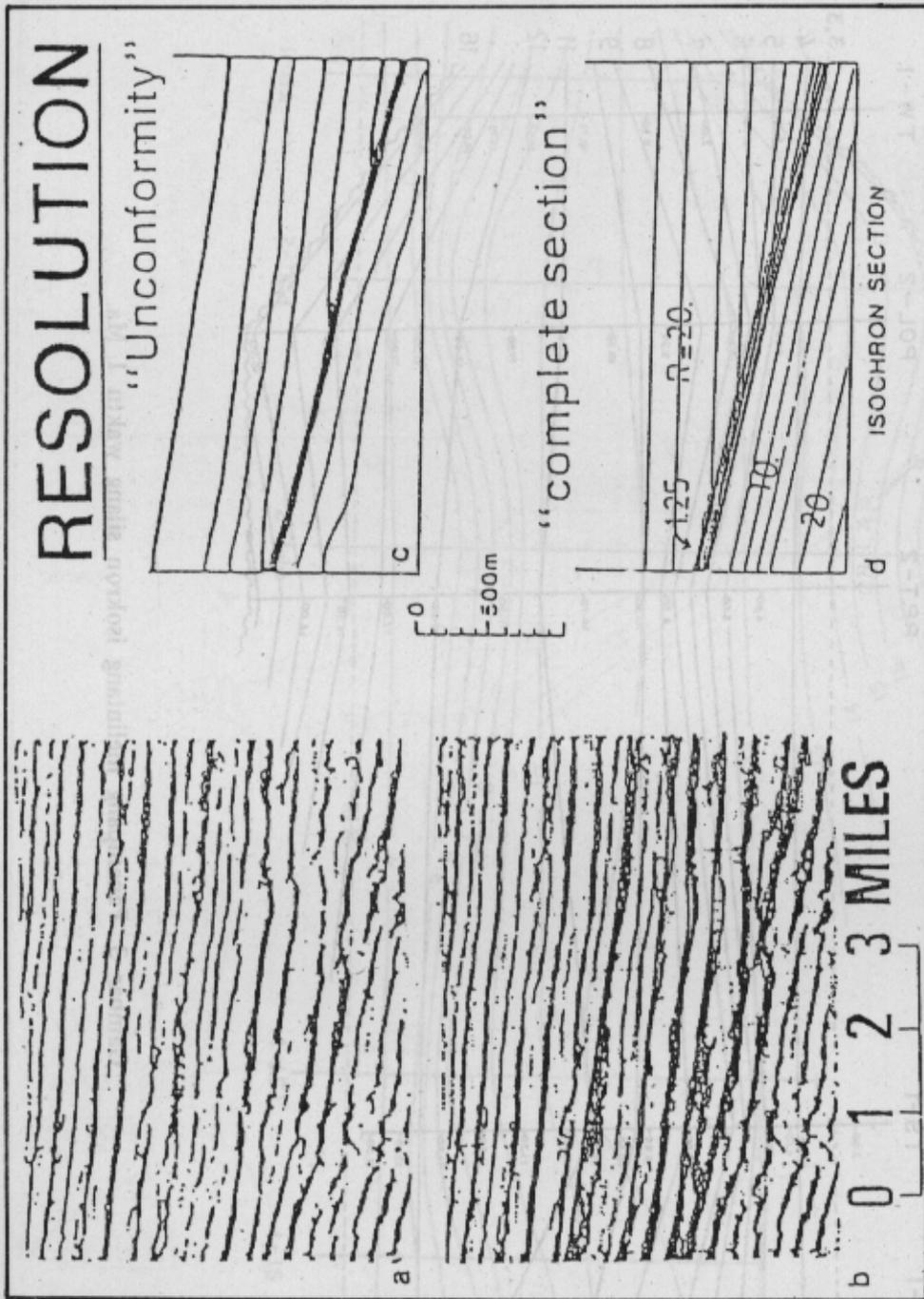
1. Sumur TW-1, terletak di blok Tebing Tinggi;
2. Sumur POL-1, terletak di blok Langkat-Medan;
3. Sumur PPT-2, terletak di blok Langkat-Medan;
4. Sumur TST-2, terletak di blok Aru;
5. Sumur ST-1, terletak di blok Aru;

Mengikuti konsep dasar yang telah dibahas, fosil penunjuk dari lima penampang sumur dinyatakan dalam umur-umur absolut, selanjutnya dihitung kecepatan akumulasi sedimen (R) dari tiap unit yang diapit oleh dua penciri. Selanjutnya kedalaman dari seluruh urutan umur dari kelima sumur tersebut dapat dihitung menurut selang isokron yang kita pilih (Lampiran 1-5). Dengan menghubungkan umur-umur yang sama pada penampang-penampang sumur tersebut terbentuklah penampang melintang isokron dengan selang waktu 1 Ma (Gambar 3).

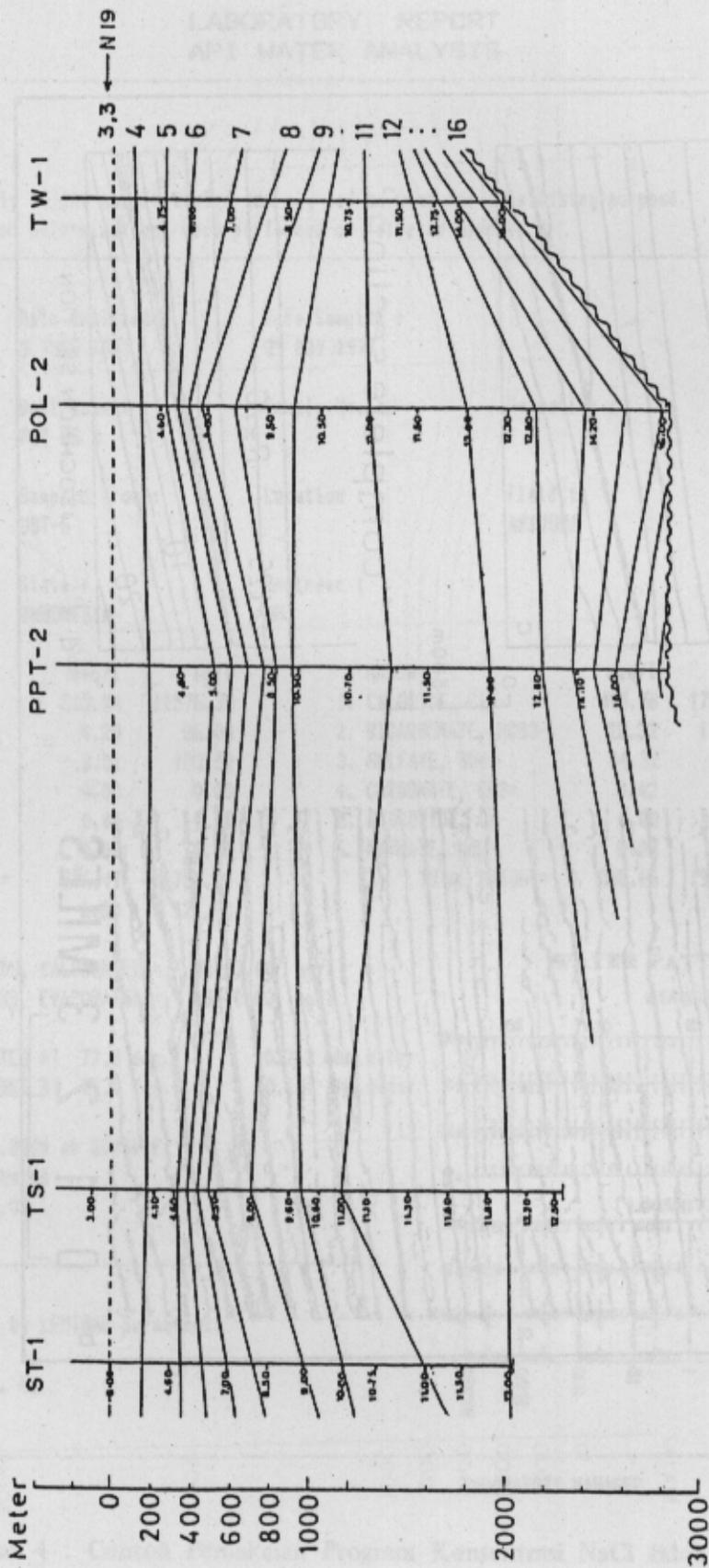
Agar memperlihatkan gambaran yang alamiah, penampang melintang tersebut diperbaiki dengan menggambarkan garis-garis isokron yang lurus tersebut sebagai bidang-bidang pantulan seismik. Hasilnya adalah sebuah penampang seismik sintetis seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 4. Penampang ini dapat pula dikembangkan menjadi *time-distance plot* (Gambar 5), yang memperlihatkan hubungan antara sebaran lateral dan vertikal formasi dengan umur mutlak. Untuk memperoleh gambaran yang lebih detail, selang waktu diperkecil menjadi 0.10 Ma seperti ditunjukkan dalam Gambar 6.



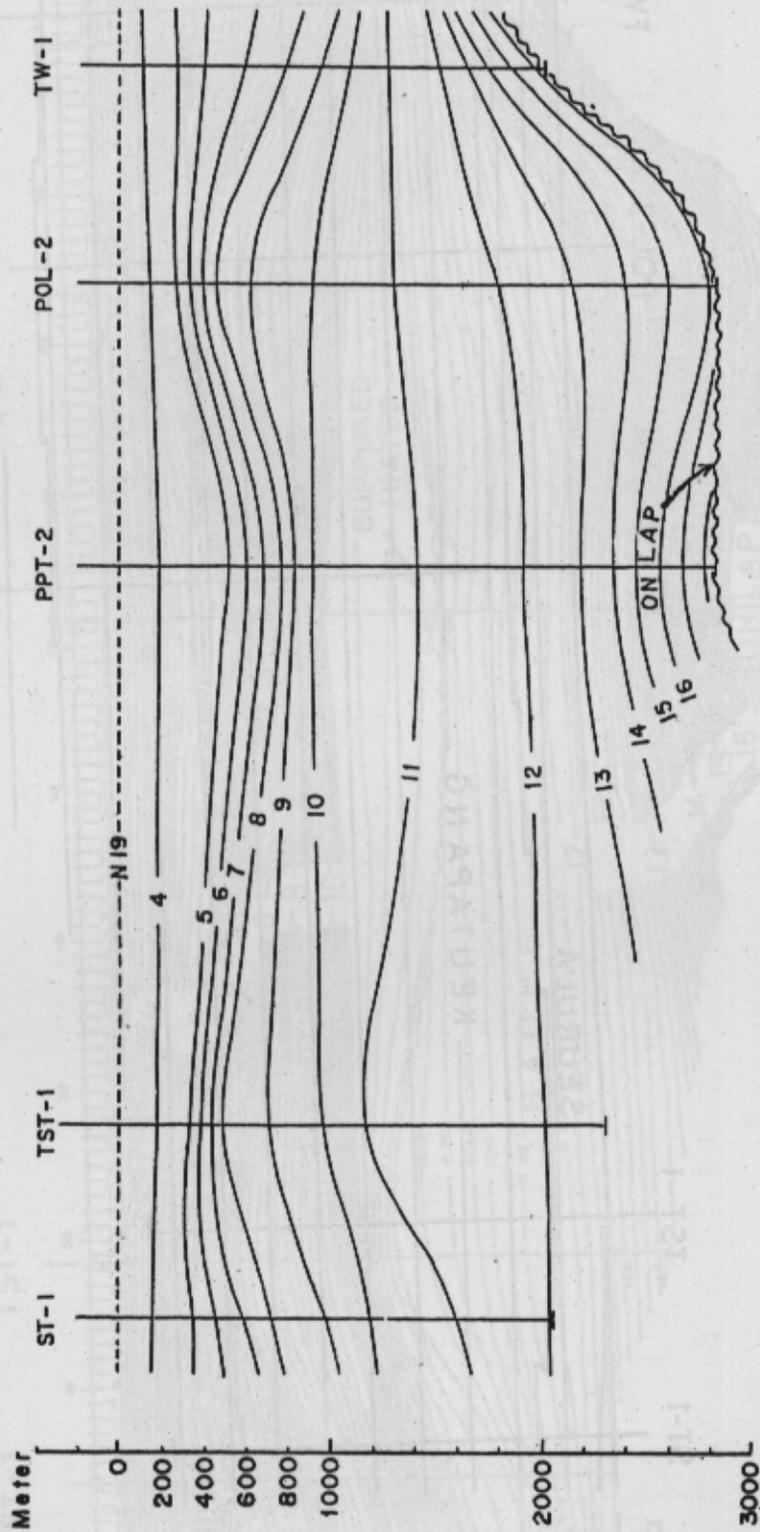
Gambar 1 : Peta Lokasi



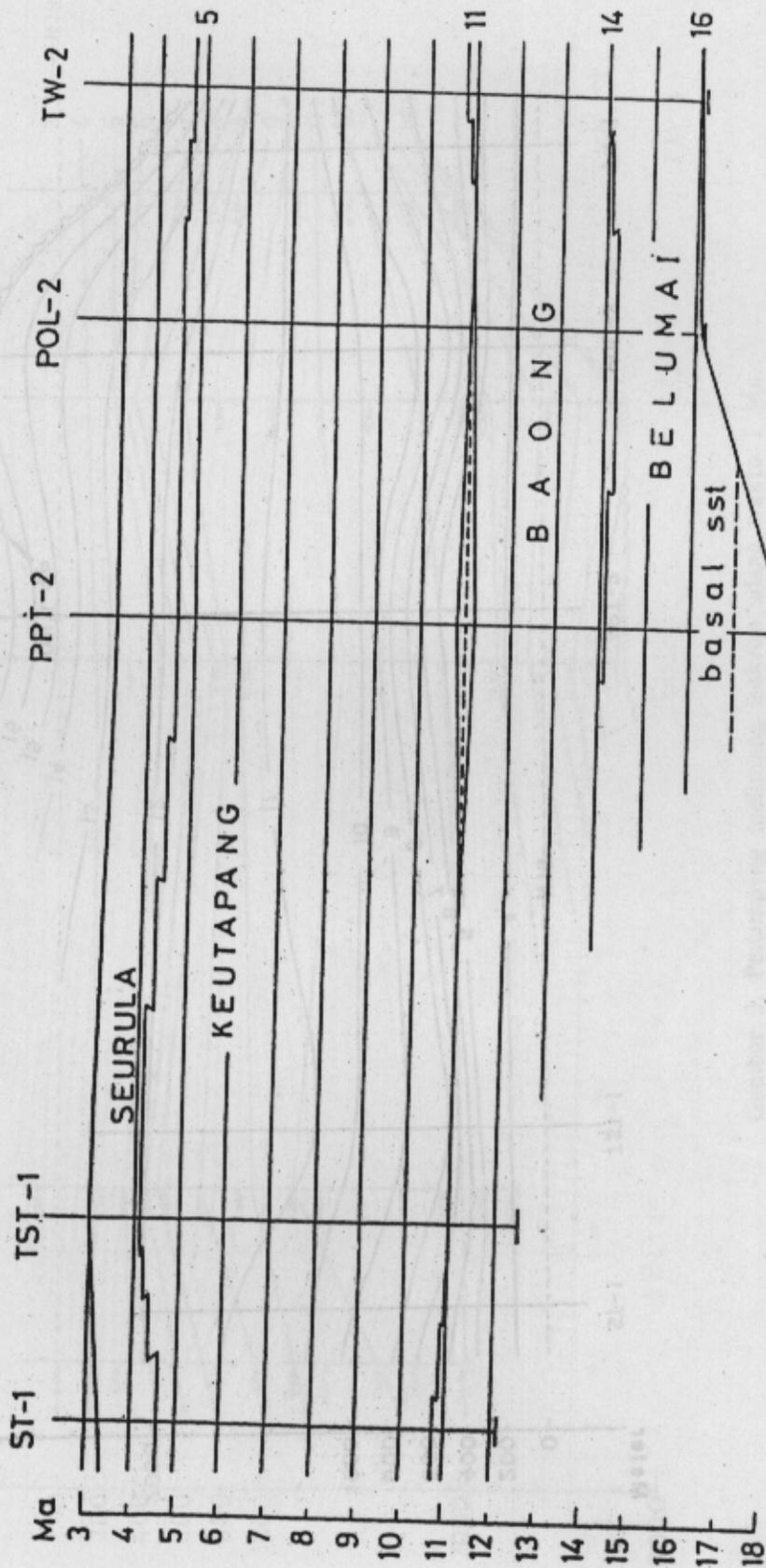
Gambar 2.: Penampang seismik (a) dan interpretasinya (b,c), serta gambaran penampang isokron hipotetis (d) berskala sama selang isokron 1 Ma (dari van Hinte, 1982).
 Keterangan : R = kecepatan rata-rata akumulasi sedimen, dalam cm/ka. I



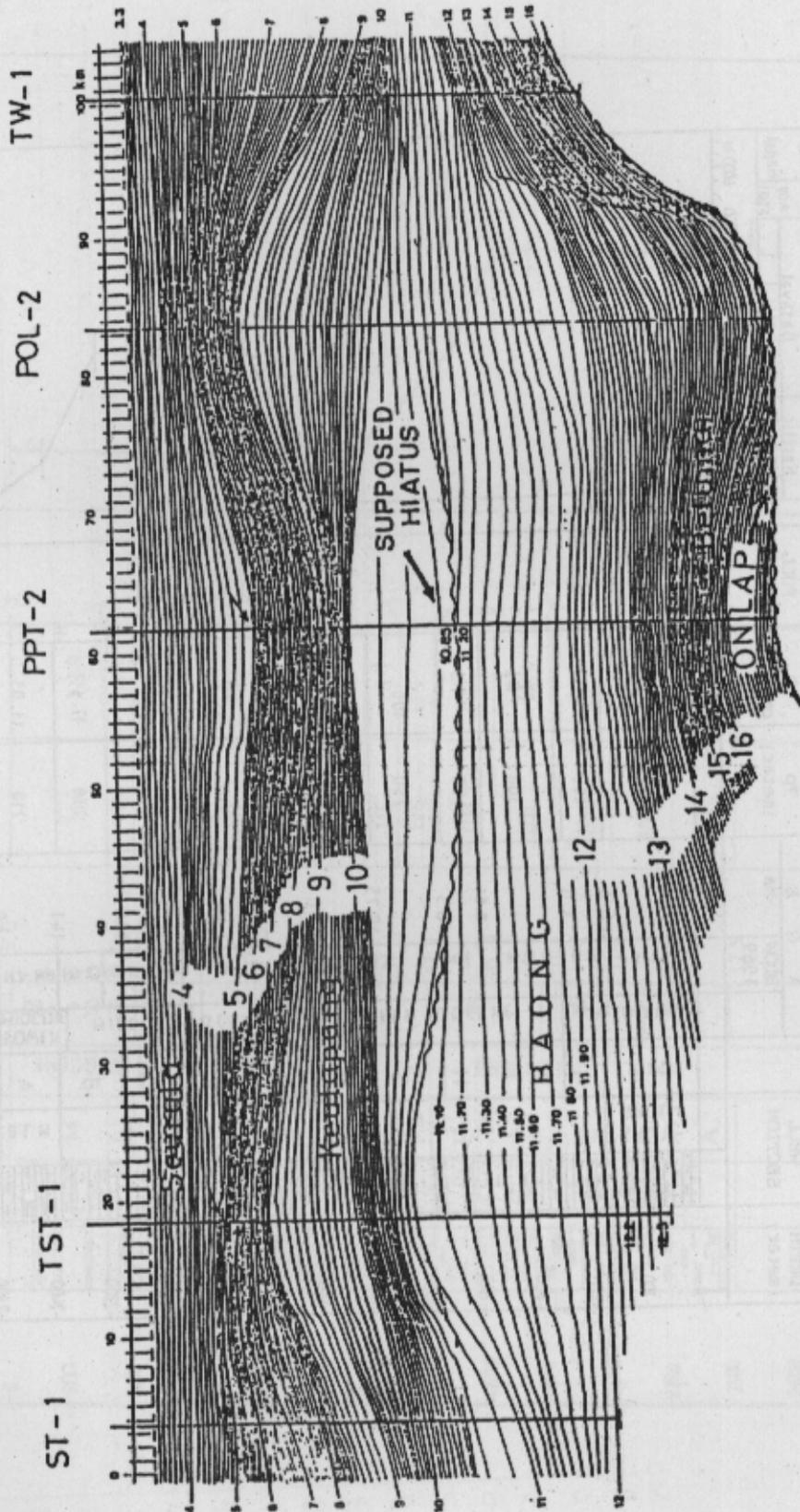
Gambar 3. Penampang melintang isokron silang waktu 1 Ma.



Gambar 4. Penampang seismik sintetik, selang waktu 1. Ma



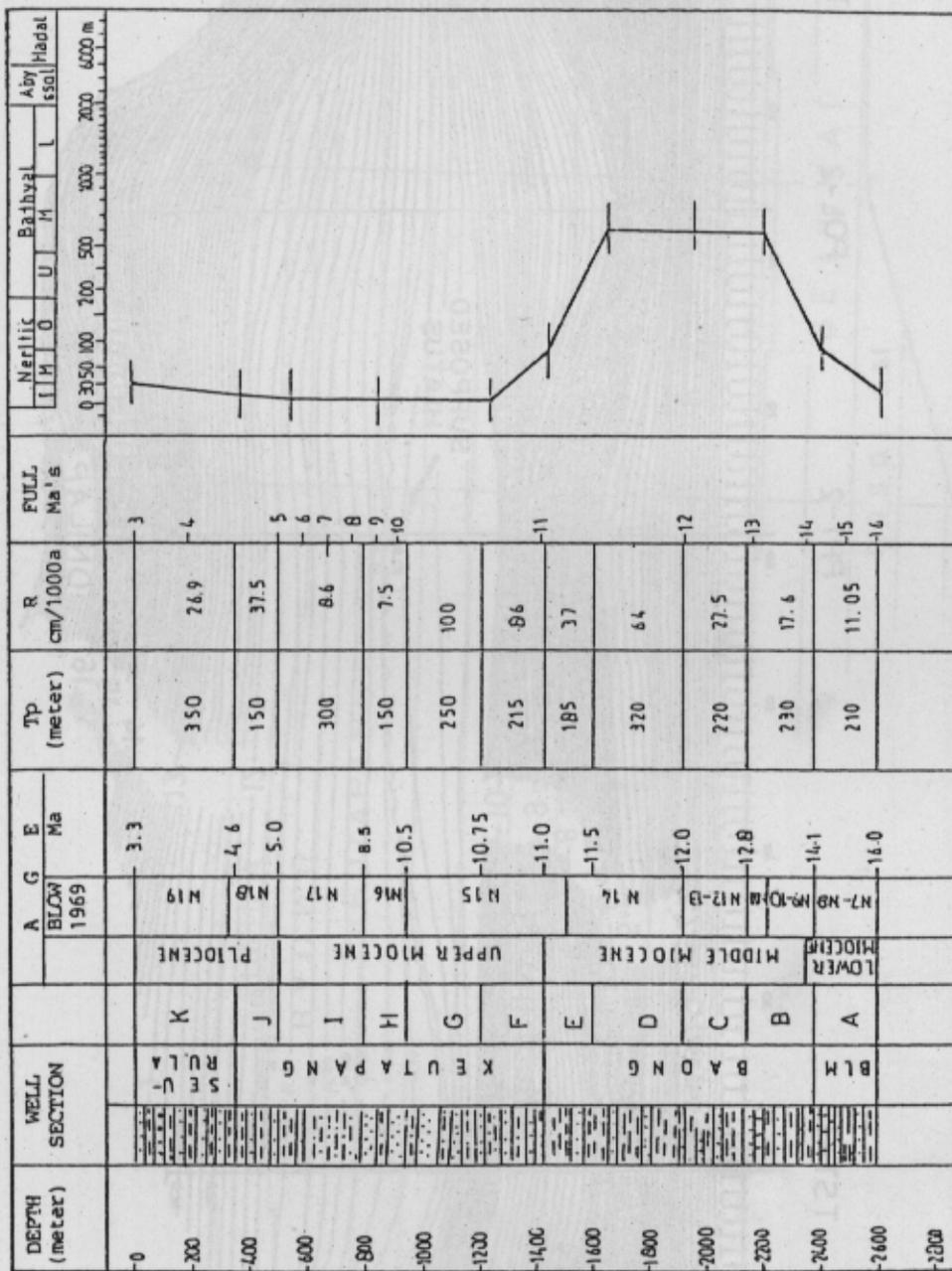
Gambar 5. Time -distance plot



Gambar 6 Penampang seismik sintetik, selang waktu, 0,10 Ma

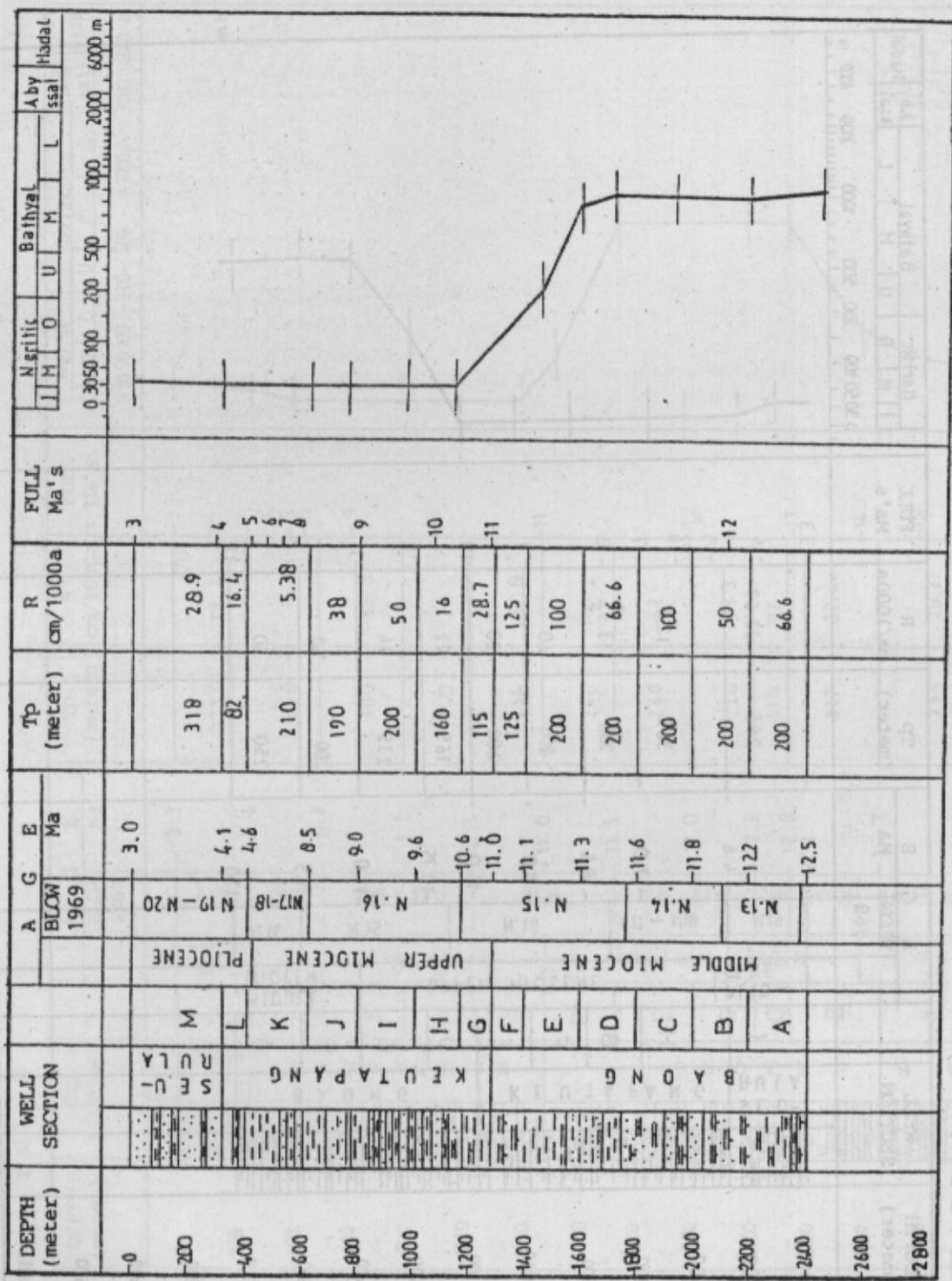
Lampiran 1. Rekaman stratigrafi dan kurva kedalaman air purba sumur PPT-2

WELL : P P T - 2



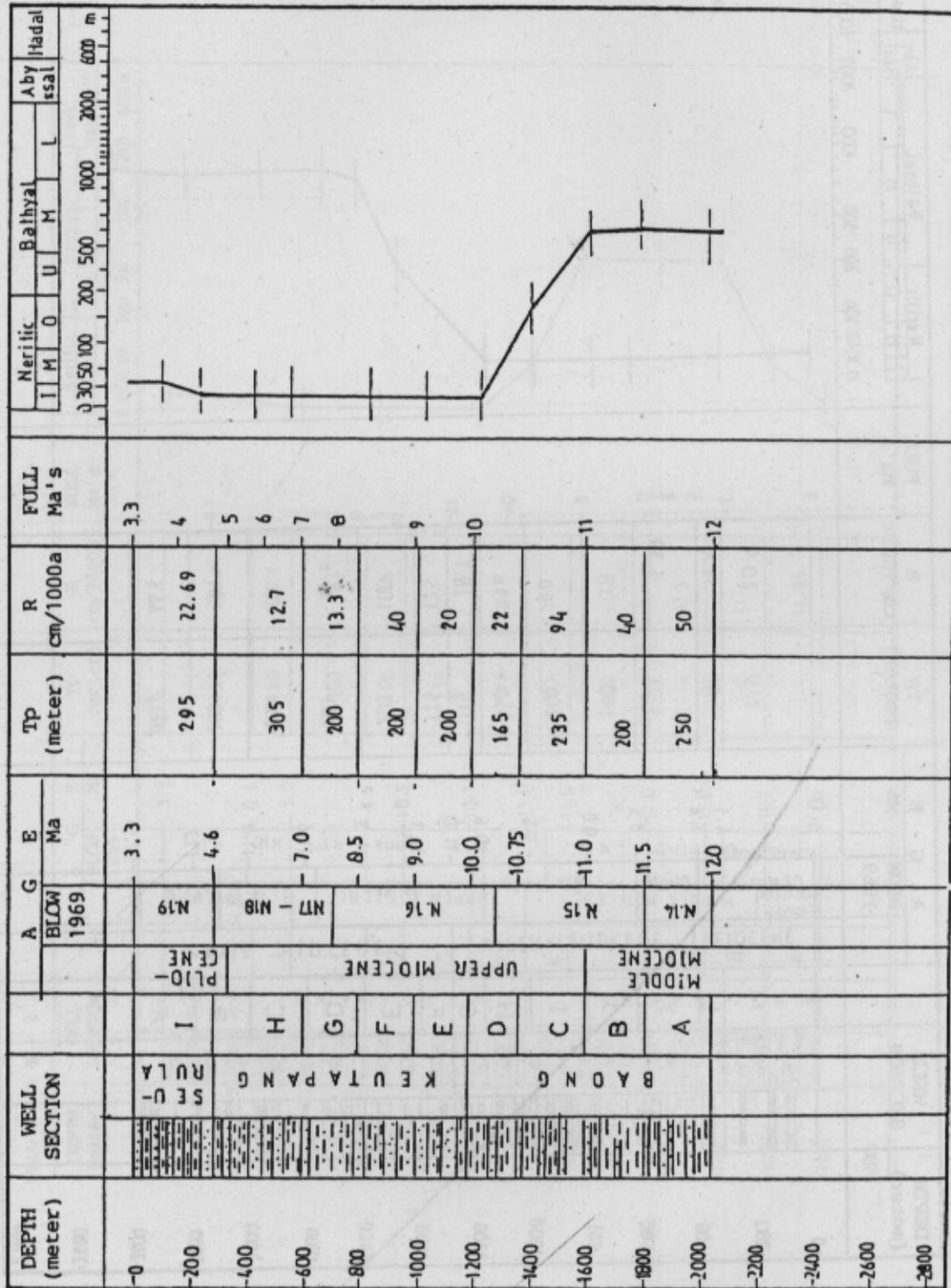
Lampiran 2. Rekaman stratigrafi dan kurva kedalaman air purba sumur TST-1

WELL : T S T - 1



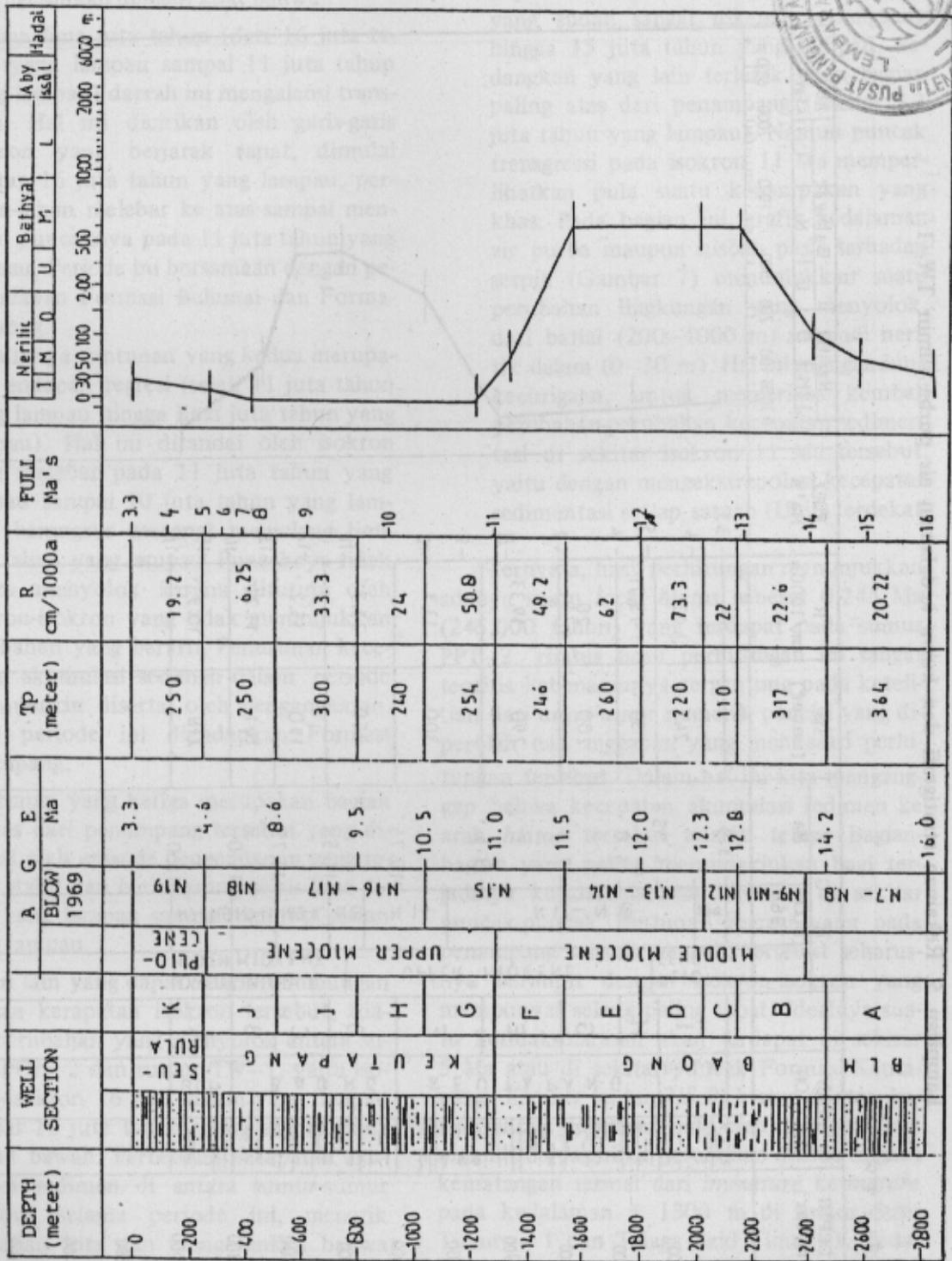
Lampiran 3. Rekaman stratigrafi dan kurva kedalaman air purba pada sumur ST-1

WELL : S T - 1



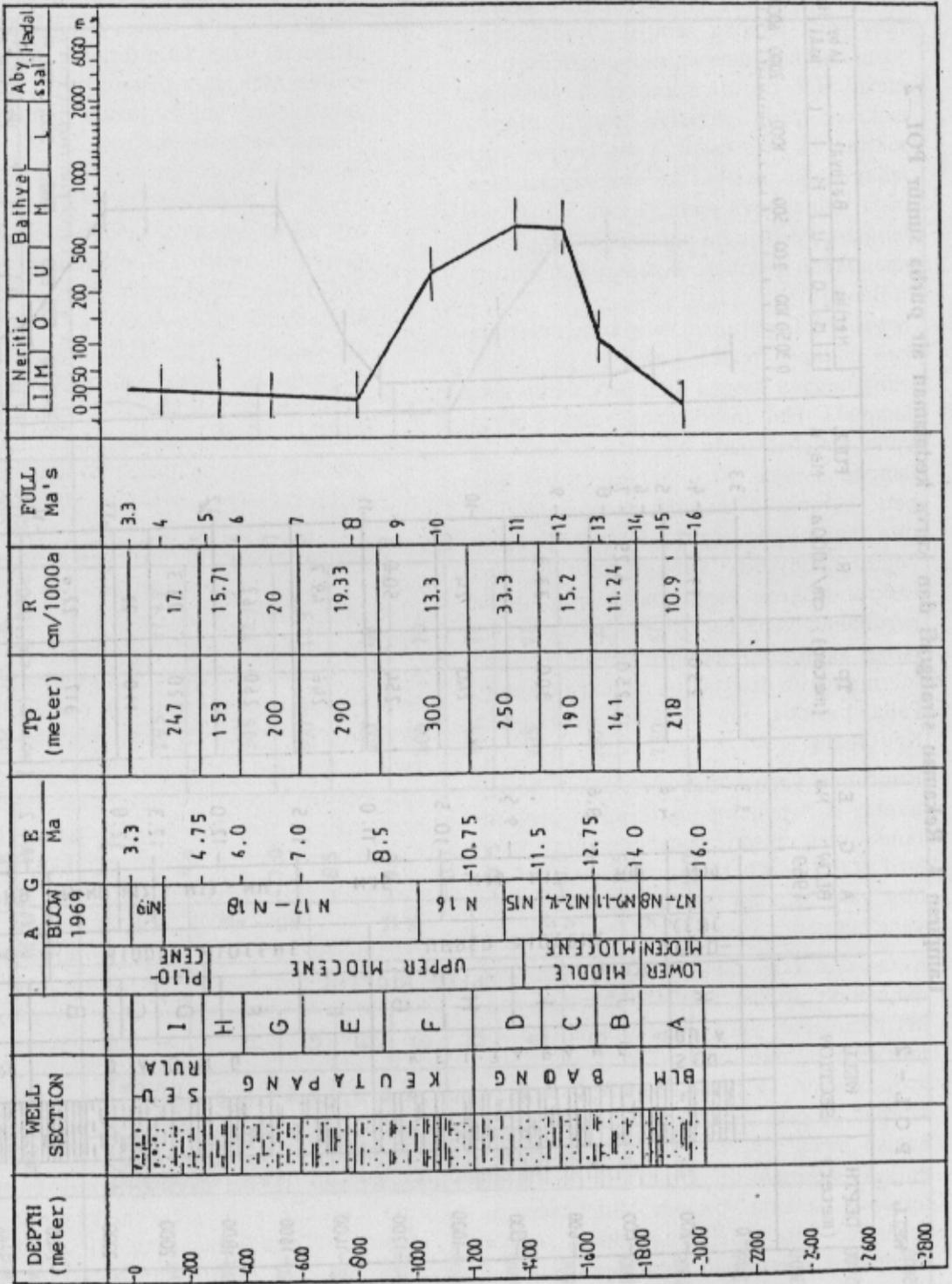
Lampiran 4. Rekaman stratigrafi dan kurva kedalaman air purba sumur POL-2

WELL : POL - 2



Lampiran 5. Rekaman stratigrafi dan kurva kedalaman air purba sumur TW-1.

WELL : TW - 1



IV. DISKUSI

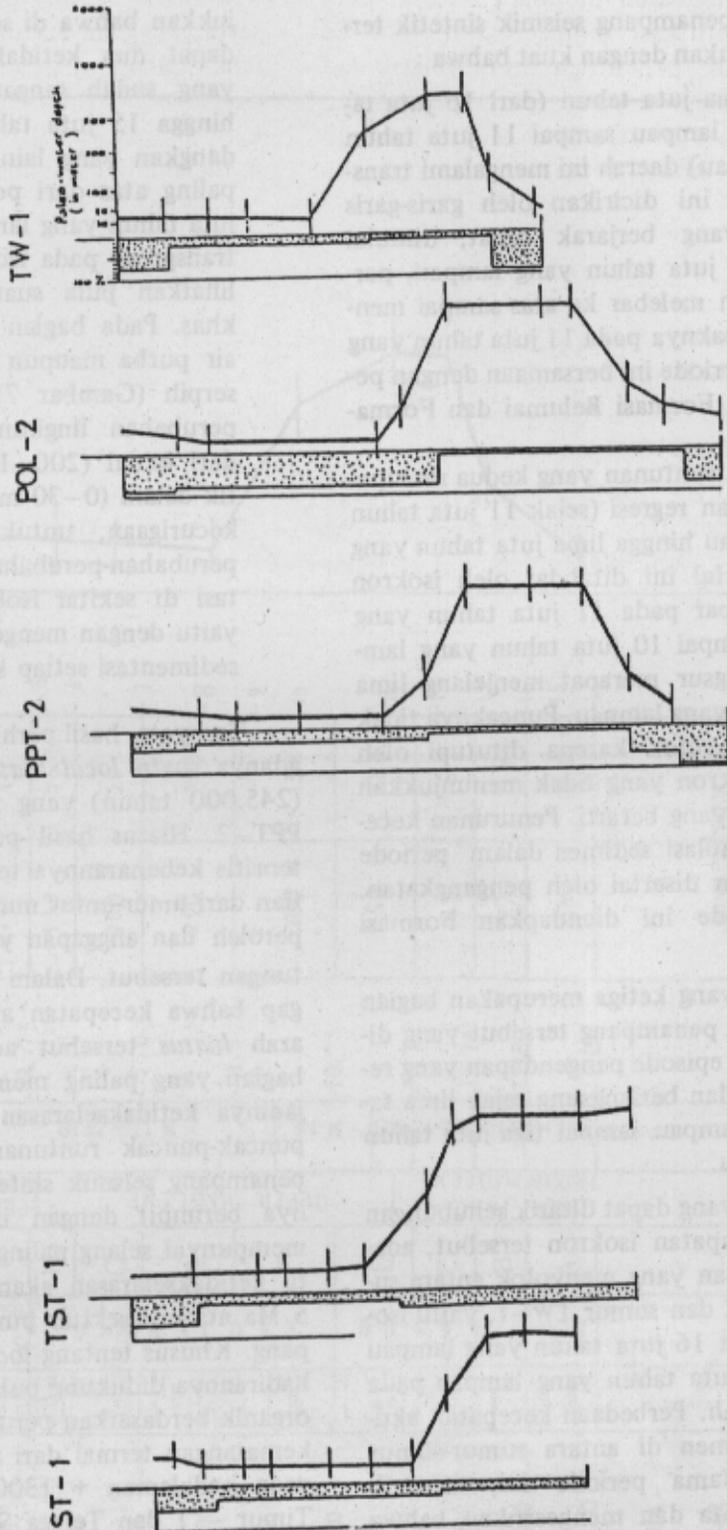
Sepintas, penampang seismik sintetik tersebut mengesankan dengan kuat bahwa :

1. Selama lima juta tahun (dari 16 juta tahun yang lampau sampai 11 juta tahun yang lampau) daerah ini mengalami transgresi. Hal ini dicirikan oleh garis-garis isokron yang berjarak rapat, dimulai sekitar 16 juta tahun yang lampau, perlahan-lahan melebar ke atas sampai mencapai puncaknya pada 11 juta tahun yang lampau. Periode ini bersamaan dengan pengendapan Formasi Belumai dan Formasi Baong.
2. Sebaliknya runtunan yang kedua merupakan endapan regresi (sejak 11 juta tahun yang lampau hingga lima juta tahun yang lampau). Hal ini ditandai oleh isokron yang melebar pada 11 juta tahun yang lampau sampai 10 juta tahun yang lampau, berangsur merapat menjelang lima juta tahun yang lampau. Puncaknya tidak begitu menyolok karena ditutupi oleh isokron-isokron yang tidak menunjukkan perubahan yang berarti. Penurunan kecepatan akumulasi sedimen dalam periode ini mungkin disertai oleh pengangkatan. Pada periode ini diendapkan Formasi Keutapang.
3. Runtunan yang ketiga merupakan bagian teratas dari penampang tersebut yang ditandai oleh episode pengendapan yang relatif stabil dan berlangsung sejak lima juta tahun yang lampau sampai tiga juta tahun yang lampau.
4. Kesan lain yang dapat ditarik sehubungan dengan kerapatan isokron tersebut, adalah perubahan yang menyolok antara sumur POL-2 dan sumur TW-1, yaitu isokron-isokron 16 juta tahun yang lampau sampai 12 juta tahun yang lampau pada bagian bawah. Perbedaan kecepatan akumulasi sedimen di antara sumur-sumur tersebut selama periode ini, menarik perhatian kita dan mengesankan bahwa kecepatan penurunan dasar cekungan antara sumur TW-1 dan sumur POL-2 beserta tiga sumur lainnya adalah sangat berbeda.

5. Secara umum bukti-bukti geologi menunjukkan bahwa di seluruh penampang terdapat dua ketidakselarasan. Salah satu yang sudah sangat dikenal berlangsung hingga 15 juta tahun yang lampau. Sedangkan yang lain terletak pada bagian paling atas dari penampang (sekitar 3,3 juta tahun yang lampau). Namun puncak transgresi pada isokron 11 Ma memperlihatkan pula suatu kenampakan yang khas. Pada bagian ini, grafik kedalaman air purba maupun nisbah pasir terhadap serpih (Gambar 7) menunjukkan suatu perubahan lingkungan yang menyolok, dari batial (200–1000 m) menjadi neritik dalam (0–30 m). Hal ini mengandung kecurigaan, untuk memeriksa kembali perubahan-perubahan kecepatan sedimentasi di sekitar isokron 11 Ma tersebut, yaitu dengan mengekstrapolasi kecepatan sedimentasi setiap satuan (Unit) terdekat.

Ternyata, hasil perhitungan menunjukkan adanya suatu *local hiatus* sebesar 0,245 Ma (245.000 tahun) yang terdapat pada sumur PPT-2. Hiatus hasil perhitungan ini sangat teoritis kebenarannya tergantung pada ketelitian dari umur-umur numerik penciri yang diperoleh dan anggapan yang mendasari perhitungan tersebut. Dalam hal ini kita menganggap bahwa kecepatan akumulasi sedimen ke arah *hiatus* tersebut adalah tetap. Bagian-bagian yang paling memungkinkan bagi terjadinya ketidakselarasan terdapat di sekitar puncak-puncak runtunan regresi yang pada penampang seismik sintetik tersebut seharusnya berimpit dengan isokron-isokron yang mempunyai selang paling rapat. Idealnya suatu ketidakselarasan akan terdapat di sekitar 5 Ma atau di sekitar puncak Formasi Keutapang. Khusus tentang *local hiatus* di atas, kehadirannya didukung pula oleh data geokimia organik berdasarkan perubahan drastis tingkat kematangan termal dari *immature* ke *mature* pada kedalaman + 1300 m di sumur Susu Timur - 1 dan Telaga Said Timur-1. Kedalaman tersebut merupakan batas antara Formasi Baong dan Formasi Keutapang. Ketidakselarasan di atas terlihat pula dalam rekam seismik AR-5 (Gb. 1).

Gambar 7. Nisbah pasir terhadap serpih (kiri) dan kurva kedalaman air purba (kanan).



V. KESIMPULAN

Dari pembahasan di muka terlihat pentingnya kuantifikasi data biostratigrafi. Di samping untuk penentuan umur relatif dan lingkungan pengendapan seperti yang lazim dilakukan, data biostratigrafi dapat pula dikembangkan untuk keperluan analisis geo-

histori dan penampangan seismik sintetik. Visualisasi evolusi pengendapan sedimen beserta gangguan tektonik utama terlihat dengan baik dalam diagram geohistori, sedangkan gangguan tektonik setempat yang tidak terekam di lapangan dapat ditentukan dengan baik melalui penampang seismik sintetik.

ACUAN

Berggren, W.A., 1972, A Cenozoic time scale some implications for regional geology and paleobiogeography, *Lethaia*, 5, 195-215.

Van Hinte, J.E., 1982, Synthetic seismic sections from biostratigraphy, dalam : J.S. Watkins & C.L. Drake

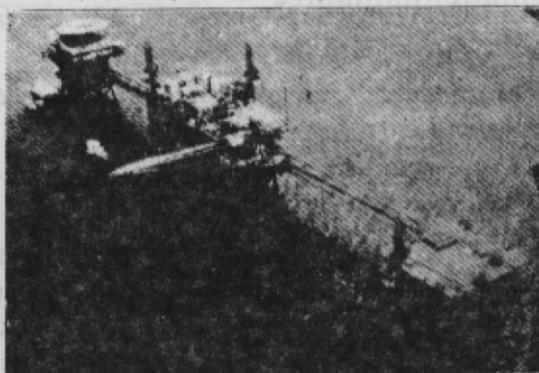
(eds.), *Studies in continental margin geology*, AAPG Mem. 34, 675-685.

Widiastuti, R., Baharuddin dan Situmorang, B. 1985, Analisis geohistori beberapa sumur eksplorasi di Cekungan Sumatera Utara, *Lembaran Publikasi Lemigas*, 19 (2), 19-31.

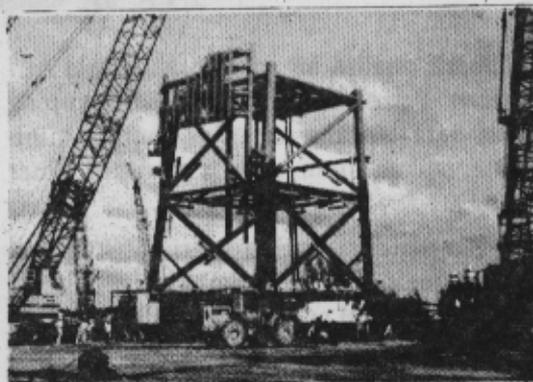


**HUBBAY - OIL
(MALACCA STRAIT) LTD**

- Arthaloke Building 2nd Floor
- Jl. Jend. Sudirman 2 Jakarta
- Phone : 584001. Telex : 45218 HGMSL IA



LALANG FIELD



LALANG FIELD TO BE JOINED BY MELIBUR (left) and MENKAPAN (right)