

**Kontribusi Seismik Stratigrafi pada Pembentukan
“Satuan Resmi Bawah Permukaan” Sandi Stratigrafi Indonesia 1996**

Awang H. Satyana
Brahmantyo K. Gunawan

Badan Pelaksana Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi
Gedung Patra Jasa Lt. 22, Jl. Jenderal Gatot Subroto Kav. 32-34, Jakarta 12950
telp. 021-3816164, fax 021-52900118, e-mail : awangsatyana@yahoo.com

SARI

Stratigrafi Bawah Permukaan memegang peranan sangat penting bagi kepentingan keilmuan seperti pemahaman evolusi cekungan sedimen maupun untuk kepentingan ekonomi seperti penelusuran formasi-formasi produktif. Untuk sampai kepada pemahaman ini, data seismik dan penafsiran seismik stratigrafi memegang peranan yang sangat penting.

Sandi Stratigrafi Indonesia (SSI), baik yang diterbitkan tahun 1973 maupun tahun 1996, kelihatannya masih kurang mengakomodasi masalah stratigrafi bawah permukaan, bertentangan dengan kepentingan stratigrafi bawah permukaan yang tidak bisa disangkal lagi. SSI 1996 telah memuat Satuan Sekuen Stratigrafi, tetapi kelihatannya juga tidak berdasarkan kepada data bawah permukaan khususnya data seismik.

Makalah ini mengulas kepentingan stratigrafi bawah permukaan, status saat ini tentang satuan bawah permukaan di dalam sandi-sandi stratigrafi, peranan seismik stratigrafi dalam identifikasi satuan bawah permukaan, dan beberapa usulan pembentukan Satuan Resmi Bawah Permukaan di dalam SSI 1996.

PENDAHULUAN

Batuan sedimen, yang menjadi bahasan utama sandi-sandi stratigrafi di seluruh dunia, sebagian besar tidak tersingkap, tetapi tetap terdapat di bawah permukaan di dalam cekungan-cekungan sedimen. Namun demikian, batuan sedimen bawah permukaan ini sangat sedikit mendapatkan perhatian di dalam sandi-sandi stratigrafi. Hal ini dapat dimengerti karena data bawah permukaan (data sumur pengeboran dan seismik) tidak sebanyak data permukaan yang hampir seluruhnya sudah terpetakan. Sehingga, pada saat penyusunan sandi stratigrafi untuk pertama kalinya (Amerika tahun 1932 – Ashley dkk., 1932; Indonesia tahun 1973 – Martodjojo dkk., 1973), batuan sedimen di permukaan lebih mendapatkan perhatian. Alasan bersifat sejarah ini kelihatannya tidak dapat dipertahankan terus karena dengan semakin luasnya cakupan eksplorasi minyak dan gasbumi maka data bawah permukaan pun semakin banyak sehingga sudah pada

waktunya bila satuan bawah permukaan mendapatkan perhatian lebih. SSI 1996 kelihatannya tidak menampilkan perubahan yang berarti daripada SSI 1973 untuk masalah satuan bawah permukaan.

Tujuan SSI adalah terutama untuk memberikan konsepsi aturan pembagian batuan secara bersistem disertai tatanamannya sehingga pembahasan stratigrafi di Indonesia menjadi lebih jelas, mudah dimengerti, dan penerapannya sederhana (Martodjojo dan Djuhaeni, 1996). Hal ini tentunya berlaku pula untuk batuan sedimen bawah permukaan. Pembentukan satuan stratigrafi bawah permukaan akan berdampak positif baik untuk kepentingan keilmuan (misalnya evolusi cekungan sedimen dapat lebih dimengerti) maupun untuk kepentingan ekonomi (misalnya batuan reservoir penghasil minyak dapat lebih dimengerti pelamparannya) seperti dijelaskan berikut ini.

KEPENTINGAN STRATIGRAFI BAWAH PERMUKAAN

Singkapan batuan (beku, sedimen, malihan) hanya mewakili sebagian kecil sekali batuan penyusun kerak Bumi. Khusus untuk batuan sedimen, sebagian besar batuan terdapat di bawah permukaan di dalam cekungan-cekungan sedimen. Hal ini dengan sendirinya memberikan pengertian bahwa untuk memahami batuan sedimen secara baik dan benar, maka data bawah permukaan seharusnya menjadi sumber utama. Ciri-ciri litologi yang diperoleh dari data singkapan akan melengkapi data utama dari data bawah permukaan. Dengan demikian, pemahaman stratigrafi yang baik harus melibatkan baik data bawah permukaan maupun data permukaan.

Pemahaman evolusi dan perkembangan suatu cekungan sedimen terutama didasarkan kepada data bawah permukaan (khususnya data seismik). Dengan kemajuan konsep stratigrafi dan teknologi seismik, maka saat ini data seismik yang sebenarnya menggambarkan bidang-bidang pantulan gelombang seismik di bawah permukaan dapat diolah sedemikian rupa sehingga dapat dimengerti sebagai menggambarkan batas-batas formasi batuan seperti halnya yang bisa diamati di suatu singkapan. Karena cakupan data seismik secara vertikal dan lateral sangat panjang dan luas, tidak setempat-setempat seperti data singkapan, maka geometri formasi batuan dapat dimengerti dengan lebih baik. Ditambah dengan data ciri litologi yang diperoleh dari sumur-sumur pengeboran, maka lingkungan pengendapan dan fasies sedimen bisa diketahui. Pada akhirnya, hal ini akan memberikan sumbangan yang menentukan bagi pemahaman evolusi cekungan.

Kemenerusan atau pelamparan batuan sedimen yang telah terbukti mengandung minyak dan gasbumi, lapisan batubara, atau mineral tertentu yang berharga juga dapat dievaluasi dengan menggunakan data bawah permukaan. Hal ini telah sering terbukti, misalnya di Cekungan Kutei yang telah terkenal sebagai salah satu cekungan paling produktif di Indonesia. Formasi-formasi batuan penghasil minyak dan gasbumi di cekungan ini terdapat dari barat ke timur, tersingkap di batas barat cekungan dan tenggelam sampai melebihi kedalaman 15.000 meter di batas timur cekungan. Formasi-formasi produktif ini dapat diikuti konfigurasi, lingkungan pengendapan, fasies, dan kualitas reservoirnya, sehingga minyak dan gas telah ditemukan sejak dari kedalaman ratusan meter di

sebelah barat sampai kedalaman lebih dari 5000 meter di sebelah timur. Semuanya ini tentu didasarkan kepada data bawah permukaan.

Bila stratigrafi bawah permukaan dapat diatur dengan baik di dalam suatu sandi stratigrafi tentu akan berdampak positif karena terdapat aturan baku dan penyeragaman tatanama formasi batuan bawah permukaan di antara perusahaan-perusahaan pemilik data bawah permukaan. Hal ini akan sangat menyederhanakan pekerjaan evaluasi regional sebab selama ini salah satu hambatan dalam evaluasi regional stratigrafi bawah permukaan adalah tidak adanya aturan dan tatanama baku. *Gambar 1* memperlihatkan keberagaman tatanama stratigrafi bawah permukaan Cekungan Kutei dan usaha penerapan tatanama berdasarkan seismik stratigrafi oleh operator-operator migas yang bekerja di cekungan ini.

SATUAN BAWAH PERMUKAAN DI DALAM SANDI STRATIGRAFI

Sandi Stratigrafi Indonesia (SSI) diterbitkan untuk pertama kalinya pada tahun 1973 (Martodjojo dkk., 1973) dan direvisi sehingga menjadi SSI 1996 (Martodjojo dan Djuhaeni, 1996). Revisi dilakukan dengan menambahkan dua satuan strata (Satuan Stratigrafi Gunungapi, Satuan Stratigrafi Sekuen) dan modifikasi atas Satuan Litostratigrafi dengan memasukkan Satuan Litodemik (batuan beku dan malihan) ke dalamnya. Baik di dalam SSI 1973 maupun di dalam SSI 1996, perihal Satuan Bawah Permukaan belum mendapatkan perhatian yang khusus. Terdapat tiga pasal (dari total 60 pasal) di dalam SSI 1996 yang membahas tentang satuan bawah permukaan (Bab I pasal 11, Bab II pasal 20, dan Bab IV pasal 42). Satuan Stratigrafi Sekuen di dalam SSI 1996 tidak secara khusus menyebutkan kontribusi data bawah permukaan. Dasar satuan bawah permukaan di dalam SSI 1996 disebutkan dalam pasal 11 (Martodjojo dan Djuhaeni, 1996), "*Satuan Resmi Bawah Permukaan ialah satuan resmi yang didapatkan berdasar keterangan dari data bawah permukaan. Jika sekiranya suatu satuan stratigrafi tersebut tersingkap di permukaan maka hendaknya dihindari pemakaian satuan stratigrafi bawah permukaan. Pengusulan satuan resmi bawah permukaan, mengikuti aturan masing-masing satuan stratigrafi yang bersangkutan*". Khusus tentang pemakaian data seismik yang sebenarnya merupakan data utama bawah permukaan, ternyata hanya muncul di satu tempat (pasal 42 ayat 2c), "*penampang geofisika (misalnya penampang seismik) atau yang lainnya, bilamana diperlukan*". Di dalam Satuan Stratigrafi Sekuen pun tidak tersebut data seismik, meskipun tersebut di dalam Pendahuluan SSI 1996.

Di dalam Sandi Stratigrafi Amerika (North American Stratigraphic Code - NASC) (NACSN, 1983), masalah satuan bawah permukaan juga kurang mendapatkan perhatian. Dari total 97 pasal (article), hanya satu (pasal 16) yang diperuntukkan untuk satuan bawah permukaan (disebut : Subsurface and Subsea Units). Pengusulan memasukkan masalah satuan bawah permukaan ke dalam sandi stratigrafi ini telah dilakukan sejak tahun 1948 (Jones dan Moore, 1948; Moore, 1949) sebagai bahan masukkan untuk revisi NASC yang pertama (tahun 1933 – Ashley dkk., 1933). Masalah data seismik sebagai sumber utama stratigrafi bawah permukaan muncul di dalam penjelasan atas pasal 16, yaitu penyebutan satuan seismostratigrafi (seismostratigraphic units), tetapi tidak

ditindaklanjuti secara khusus sehingga status satuan ini tidak jelas. Pemakaian data seismik di dalam stratigrafi sekuen (allostratigraphic units) juga tidak disebutkan.

Dengan demikian, maka bisa disimpulkan bahwa masalah satuan bawah permukaan (resmi dan tidak resmi) di dalam sandi-sandi stratigrafi yang ada saat ini sangat kurang mendapatkan perhatian dibanding volumetrik sedimennya sendiri yang sangat jauh melebihi batuan sedimen tersingkap.

STRATIGRAFI SEISMIK

Menafsirkan stratigrafi dari data seismik telah dilakukan sejak awal tahun 1970-an (Sheriff, 1976). Perkembangan ilmu dan metode-metode seismik stratigrafi dapat ditemukan di dalam publikasi klasik : Payton (1977), *Seismic Stratigraphy – Applications to Hydrocarbon Exploration : AAPG Memoir 26*. Di dalam publikasi ini Peter Vail dkk. dari Exxon Production Research Company mengembangkan konsep-konsep dan metode-metode seismik stratigrafi.

Seismik stratigrafi (stratigrafi seismik) adalah pendekatan geologi atas penafsiran stratigrafi data seismik (Vail dan Mitchum, 1977). Sifat data seismik yang unik membuat mungkin penerapan geologi secara langsung terhadap penampang seismik. Bidang-bidang reflektor pada data seismik adalah bidang-bidang fisik yang terutama terdiri atas bidang lapisan dan bidang ketidakselarasan yang merekam kontras densitas dan kecepatan. Dengan demikian, bidang-bidang reflektor sejajar dengan lapisan batuan dan ketidakselarasan. Di samping itu, data seismik juga merupakan data kronostratigrafi karena lapisan-lapisan batuan di bagian atas dan bawah berbeda-beda umur pengendapannya.

Karena sifatnya itu, maka interpretasi stratigrafi yang bisa diperoleh dari geometri reflektor seismik adalah (Vail dan Mitchum, 1977) : (1) korelasi waktu geologi, (2) identifikasi satuan-satuan genetik pengendapan, (3) ketebalan dan lingkungan pengendapan, (4) paleobatimetri, (5) sejarah penimbunan, (6) relief dan topografi ketidakselarasan, (7) paleogeografi dan sejarah geologi. Untuk mencapai hal-hal ini maka prosedur interpretasi data seismik meliputi : (1) analisis sekuen seismik, (2) analisis fasies seismik, dan (3) analisis perubahan muka laut relatif.

Analisis sekuen pengendapan (depositional sequence) adalah identifikasi satuan-satuan stratigrafi berupa lapisan-lapisan selaras yang secara genetik berhubungan. Batas atas dan bawah satu sekuen adalah bidang ketidakselarasan atau bidang keselarasan korelatifnya. Di data seismik, batas-batas ini berupa *onlap*, *downlap*, *toplap*, dan bidang pemancungan (truncation). *Analisis fasies seismik* berupa delineasi dan interpretasi data seismik di tubuh sekuen, meliputi : geometri, kemenerusan, amplitude, frekuensi, dan kecepatan interval. Setelah dipetakan, data fasies seismik bisa menunjukkan proses sedimentasi dan lingkungan pengendapan. *Analisis perubahan muka laut relatif* berupa penggambaran daur-daur perubahan muka laut secara regional dan membandingkannya dengan perubahan muka laut global. Ini akan berguna untuk prediksi umur sekuen pengendapan, kejadian-kejadian bidang ketidakselarasan, lingkungan pengendapan, dan litofasies.

Dengan dasar-dasar stratigrafi seismik seperti disebutkan oleh Vail dan Mitchum (1977), maka penggunaan data seismik dalam masalah stratigrafi bawah permukaan menjadi jelas. SSI 1996 telah memuat aturan-aturan tentang Satuan Stratigrafi Sekuen yang merupakan pengembangan lebih lanjut dari stratigrafi seismik. Meskipun demikian, seperti telah disebutkan sebelumnya, Satuan Stratigrafi Sekuen di dalam SSI 1996 kelihatannya tidak langsung berhubungan dengan satuan bawah permukaan. Pembahasan di bawah ini akan mengemukakan saran-saran modifikasi SSI 1996 khusus untuk Satuan Bawah Permukaan dan Satuan Stratigrafi Sekuen dengan melibatkan data seismik.

PEMBENAHAN SATUAN BAWAH PERMUKAAN DI DALAM SSI 1996

Bab I Pasal 11 : Satuan Resmi Bawah Permukaan (dalam Asas-Asas Umum)

Satuan Resmi Bawah Permukaan ialah satuan resmi yang didapatkan berdasar keterangan dari data bawah permukaan. Jika sekiranya suatu satuan stratigrafi tersebut tersingkap di permukaan maka hendaknya dihindari pemakaian satuan stratigrafi bawah permukaan. Pengusulan satuan resmi bawah permukaan, mengikuti aturan masing-masing satuan stratigrafi yang bersangkutan.

Evaluasi

Pasal ini menyiratkan bahwa satuan stratigrafi bawah permukaan bukan sesuatu yang penting sehingga disarankan tidak dipakai bila satuan tersebut tersingkap. Hal ini justru bertentangan dengan kegunaan data bawah permukaan dan data permukaan guna kepentingan evaluasi cekungan sedimen maupun penelusuran formasi-formasi produktif. Suatu formasi yang berdasarkan data seismik terdapat di suatu cekungan dan kemudian di suatu tempat formasi tersebut tersingkap akan merupakan kondisi yang sangat baik untuk pemelajaran geometri formasi batuan dan sifat litologinya. Geometri formasi akan diperoleh dari data seismik, sifat litologi formasi tersebut akan didapat dari data singkapan. Masalah bahwa di bawah permukaan formasi tersebut misalnya mengalami perubahan fasies dibanding yang tersingkap, bukan menjadi alasan untuk mengenyampingkan hubungan bawah permukaan-permukaan ini. Sebisa-bisanya bahkan penamaan formasi yang tersingkap dengan kemenerusannya di bawah permukaan menggunakan nama yang sama. Pelamparan, lingkungan pengendapan, dan fasies lapisan korelatif di bawah permukaan bisa diinterpretasikan melalui analisis sekuen pengendapan dan analisis fasies seismik (*Gambar 1, 2*).

Sebagai contoh kasus masalah ini adalah Formasi Kais di Cekungan Salawati, Papua dan Formasi Balikpapan (*Gambar 1*) di Cekungan Kutei, Kalimantan Timur. Formasi Kais yang disusun oleh batuan karbonat semakin mendangkal dari barat ke timur dan akhirnya tersingkap di ujung timur cekungan di daerah Tinggian Ayamaru. Dengan memahami hubungan antara bawah permukaan dan singkapan karbonat Kais ini maka dapat dimengerti mengapa semakin ke barat cekungan salinitas air formasi semakin besar dan derajat biodegradasi semakin melemah. Hal ini disebabkan bahwa singkapan karbonat Kais di Tinggian Ayamaru telah berfungsi sebagai daerah tangkapan air hujan dan meneruskannya ke arah barat melalui karbonat Kais yang semakin tenggelam. Hal sebaliknya terjadi di Cekungan Kutei. Di cekungan ini, Formasi Balikpapan semakin

mendangkal ke arah barat dari Selat Makassar dan akhirnya tersingkap di sekitar kota Balikpapan-Samarinda. Dengan memahami hubungan antara Formasi Balikpapan yang tersingkap dengan yang di bawah permukaan, maka dapat diidentifikasi jenis-jenis perangkap minyak dan gas bumi yang berhubungan dengan gejala hidrodinamika dan turbidit. Bisa dipahami bahwa Formasi Balikpapan yang pernah tersingkap telah mengalami erosi dan diendapkan kembali di laut dalam sebagai endapan turbidit yang belakangan ini merupakan reservoir lapangan-lapangan besar di Selat Makassar. Tanpa mempedulikan hubungan singkapan-bawah permukaan ini, maka keberadaan endapan turbidit yang prospektif belum tentu diketahui. Demikian penjelasan bahwa stratigrafi bawah permukaan menduduki posisi yang penting, sehingga pasal 11 SSI 1996 sebaiknya perlu ditinjau lagi.

Bab II Pasal 20 : Satuan Resmi Bawah Permukaan (dalam Satuan Litostratigrafi)

1. Satuan resmi litostratigrafi bawah permukaan ialah satuan yang diperoleh berdasarkan data bawah permukaan.
2. Selain persyaratan yang tercantum dalam Pasal 19, masih diperlukan persyaratan tambahan yang meliputi keterangan lengkap tentang :
 - a. sumur tipe atau tambang tipe,
 - b. penampang geologi bawah permukaan,
 - c. sayatan geolistrik atau cara mekanik lainnya (misalnya data sumur pengeboran),
 - d. tempat penyimpanan contoh potongan (tahibor), inti, dan contoh lainnya.

Evaluasi

Data seismik perlu ditambahkan ke dalam daftar di atas. Dengan kemajuan teknologi seismik saat ini maka ciri-ciri litologi dapat didekati melalui data seismik. Data seismik terutama akan memberikan informasi-informasi seperti disebutkan di pasal 19 (Cara Pengusulan Satuan Litostratigrafi Resmi) (*Gambar 2*).

Bab V Satuan Sekuen Stratigrafi

1. Pembagian sekuen stratigrafi ialah penggolongan lapisan batuan secara sistematis menjadi satuan bernama berdasarkan satuan genesa yang dibatasi, di bagian bawah dan atasnya oleh bidang ketidakselarasan padanannya. Pembagian ini merupakan kerangka untuk menyusun urutan peristiwa geologi.
2. Satuan sekuen stratigrafi ialah suatu tubuh lapisan batuan yang terbentuk dalam satuan waktu pada satu daur perubahan muka-laut relatif.

Evaluasi

Satuan Sekuen Stratigrafi merupakan satuan baru yang dimasukkan ke dalam SSI 1996 untuk mengakomodasi kemajuan-kemajuan dalam ilmu stratigrafi sekuen. Ilmu stratigrafi sekuen sendiri diawali oleh stratigrafi seismik. Meskipun demikian, di dalam SSI 1996 Bab Satuan Sekuen Stratigrafi tidak dijumpai keharusan pemakaian data seismik dalam pengaturan satuan ini (meliputi : batas satuan, kelanjutan satuan, tingkat-tingkat satuan sekuen stratigrafi, satuan resmi dan tak resmi, tatanama satuan sekuen stratigrafi, dan prosedur pengusulan satuan sekuen stratigrafi resmi). Hal ini menimbulkan pertanyaan,

apakah satuan sekuen stratigrafi di dalam SSI 1996 berdasarkan kepada data singkapan atau bawah permukaan. Pemakaian data seismik (data bawah permukaan) harus menjadi salah satu aturan di dalam satuan sekuenstratigrafi. *Gambar 2* memperlihatkan identifikasi satuan sekuen stratigrafi berdasarkan data seismik.

CONTOH PENERAPAN SEISMIK STRATIGRAFI DALAM SATUAN BAWAH PERMUKAAN

Gambar 3 memperlihatkan bagaimana identifikasi satuan bawah permukaan dilakukan berdasarkan data seismik. Dalam hal ini stratigrafi seismik tidak bisa dipisahkan dari stratigrafi sekuen, sehingga hal-hal yang telah digariskan di dalam SSI 1996 pada Bab V tentang Satuan Sekuenstratigrafi menjadi berlaku. Hanya, dalam hal ini, data utama adalah data seismik. Prosedur interpretasi adalah melalui analisis sekuen pengendapan dan analisis fasies seismik. Analisis sekuen pengendapan akan menghasilkan identifikasi satuan sekuen seismik melalui pengamatan batas atas dan bawah satuan. Ciri litologi dan lingkungan pengendapan satuan pengendapan diperoleh melalui analisis fasies seismik yang mengamati konfigurasi reflektor internal satuan pengendapan.

KESIMPULAN DAN SARAN

- Stratigrafi bawah permukaan sangat penting di dalam pemahaman evolusi cekungan sedimen maupun dalam penelusuran formasi-formasi yang produktif. Data seismik merupakan pra-syarat masalah ini.
- Singkapan dan lapisan padanannya di bawah permukaan merupakan satu kesatuan yang tak dapat dipisahkan. Hubungan ini penting dalam pemahaman ciri dan geometri lapisan-lapisan batuan.
- Perlu disediakan aturan-aturan di dalam SSI yang mengakomodasi secara lebih lengkap Satuan Bawah Permukaan.
- Makalah ini adalah suatu pemicu untuk kepentingan stratigrafi bawah permukaan di dalam SSI. Diperlukan suatu komisi khusus yang akan mengkoordinasi semua kritik dan saran dari masyarakat geologi Indonesia tentang hal ini dan mengolahnya sehingga SSI revisi mencapai hasil yang optimal.

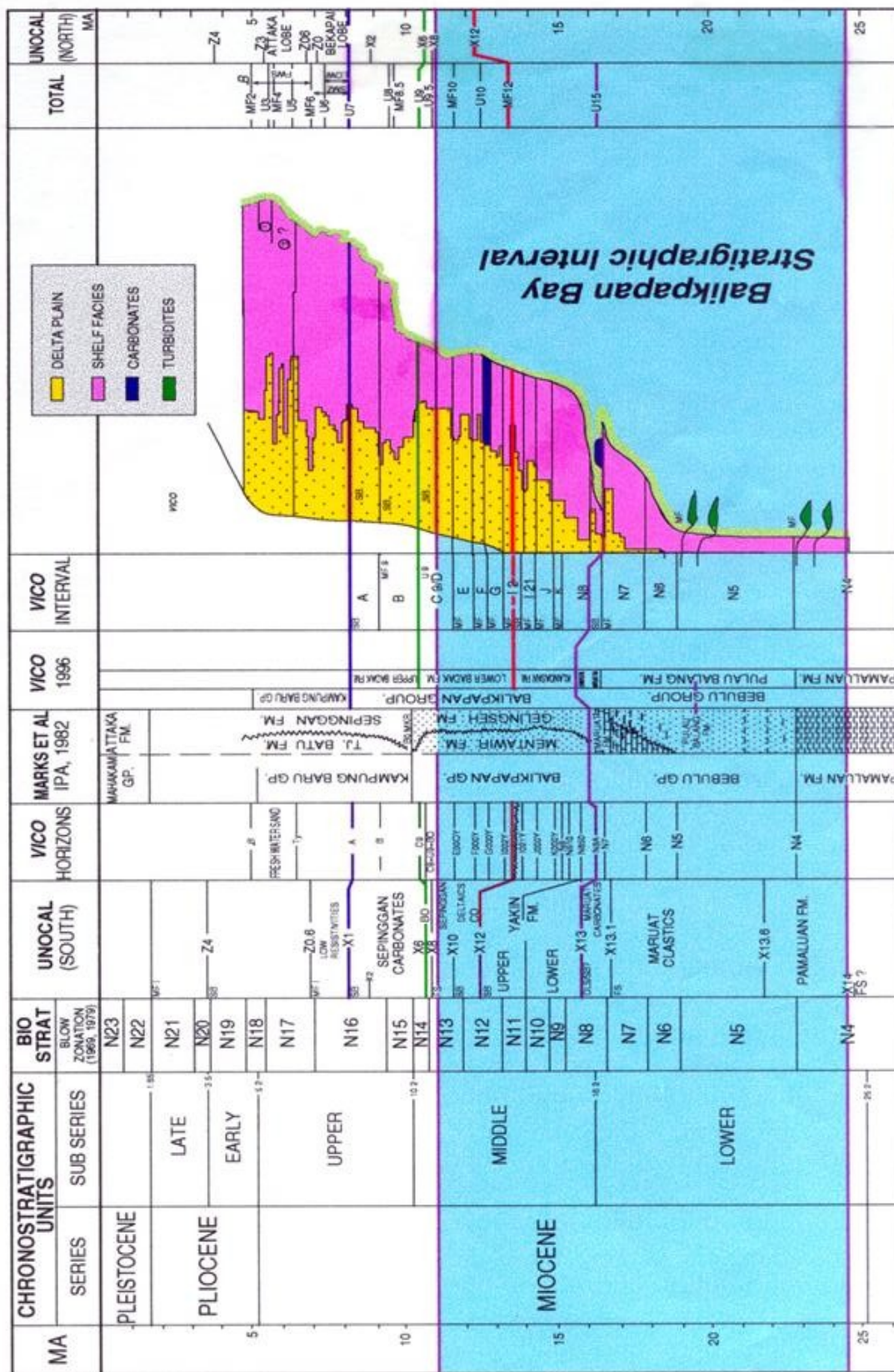
UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Panitia Simposium SSI 1996, khususnya Ibu Siti Umiyatun dan Bapak Joko Soesilo, yang telah memberikan kesempatan untuk mempublikasikan makalah ini dan telah memberikan beberapa pustaka yang diperlukan. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Manajemen Eksplorasi Badan Pelaksana Kegiatan Usaha Hulu Migas yang telah memberikan izin dan dana untuk berpartisipasi di dalam simposium ini.

DAFTAR PUSTAKA

Ashley, G.H., dkk., 1933, Classification and nomenclature of rock units, *AAPG Bulletin*, v. 17, p. 843-868.

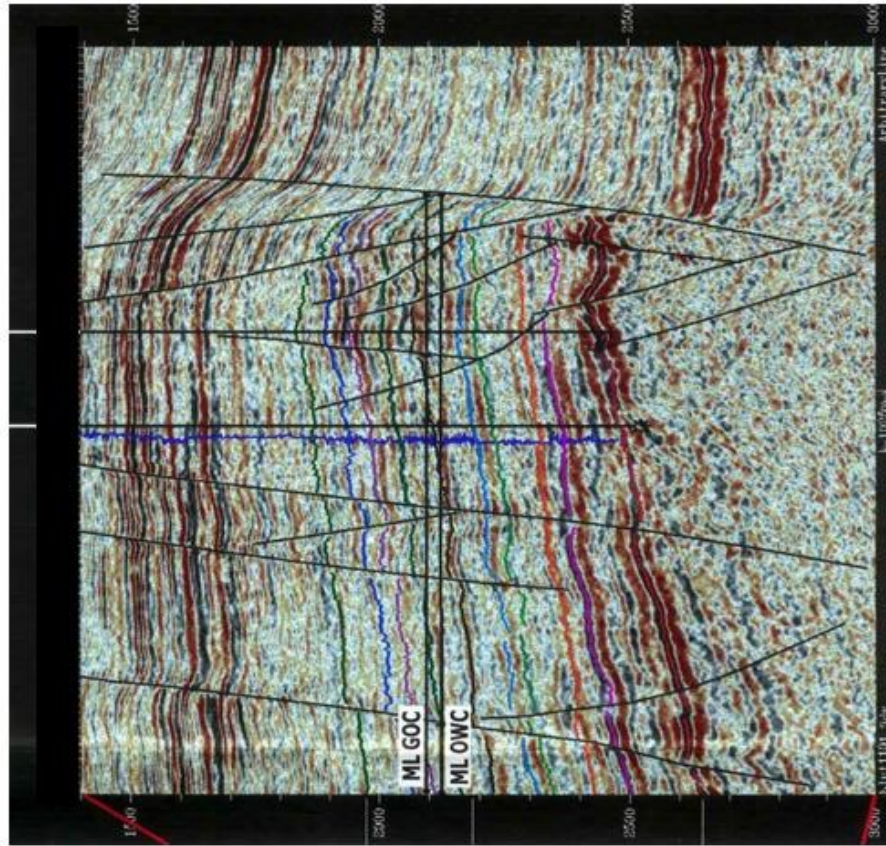
- Jones, W.V. dan Moore, R.C., 1948, Naming of subsurface stratigraphic units, *AAPG Bulletin*, v. 32, no. 3, p. 367-371.
- Martodjojo, S. dan Djuhaeni, 1996, *Sandi Stratigrafi Indonesia*, Komisi Sandi Stratigrafi Indonesia IAGI, Jakarta.
- Martodjojo, S. dkk., 1973, *Sandi Stratigrafi Indonesia*, Komisi Sandi Stratigrafi Indonesia IAGI, Jakarta.
- Mitchum, Jr., R.M. dan Vail, P.R. 1977, Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part 7 : seismic stratigraphic interpretation procedure, *dalam* Payton, C.E. (ed.), *Seismic Stratigraphy – Applications to Hydrocarbon Exploration : AAPG Memoir 26*, AAPG, Tulsa, p. 135-143.
- Moore, R.C., 1949, Declaration on naming of subsurface stratigraphic units, *AAPG Bulletin*, v. 33, no. 7, p. 1280-1282.
- North American Commission on Stratigraphic Nomenclature (NACSN), 1983, North American Stratigraphic Code, *AAPG Bulletin*, v. 67, no. 5, p. 841-875.
- Sheriff, R.E., 1976, Inferring stratigraphy from seismic data, *AAPG Bulletin*, v. 60, no. 4, p. 528-542.
- Vail, P.R. dan Mitchum, Jr., R.M., 1977, Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part 1 : overview, *dalam* Payton, C.E. (ed.), *Seismic Stratigraphy – Applications to Hydrocarbon Exploration : AAPG Memoir 26*, AAPG, Tulsa, p. 51-52.



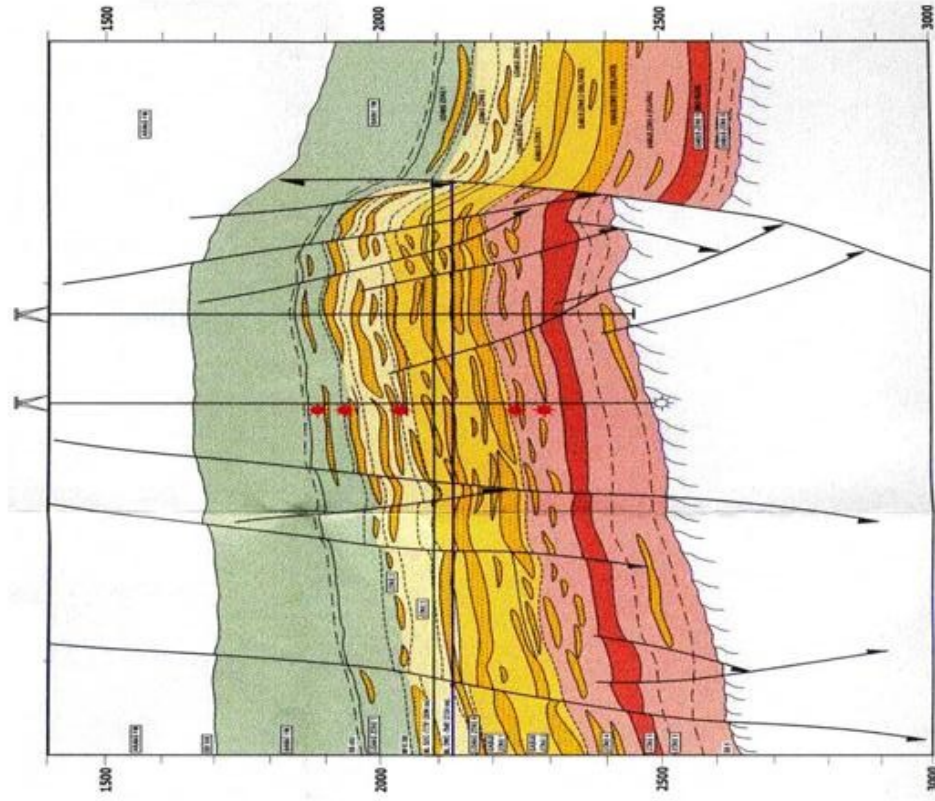
courtesy of VICO Sanga-Sanga

Gambar 1 Perbandingan tatanama stratigrafi (bawah permukaan) antara para operator migas di Cekungan Kutei.

seismic data

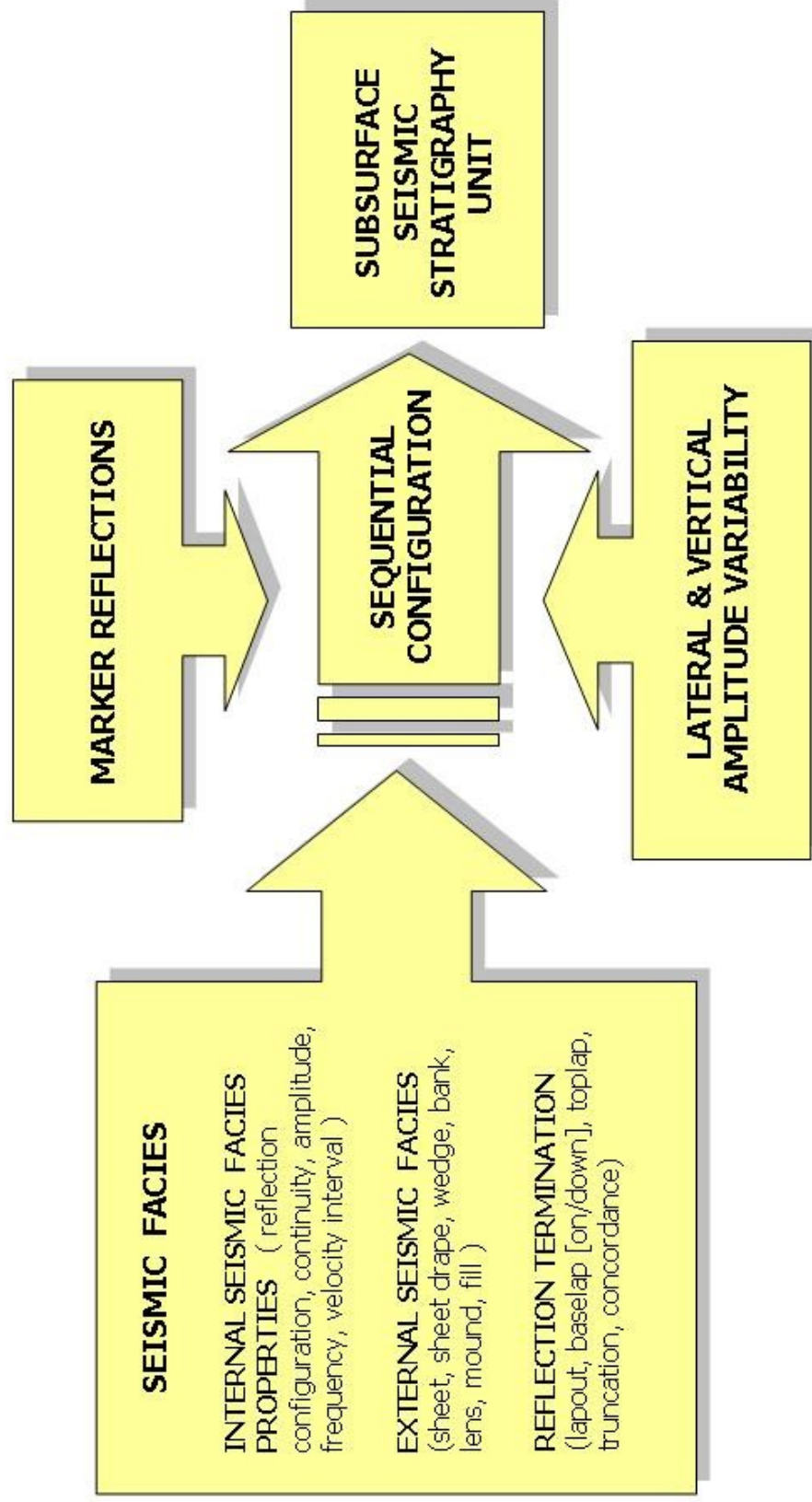


seismic stratigraphy interpretation



Gambar 2 Contoh penafsiran seismik stratigrafi.

Identification of Seismic Sequences and Subsurface Stratigraphy



Gambar 3 Diagram alir penentuan satuan seismik stratigrafi bawah permukaan berdasarkan data seismik.