

## Evaluasi Metode Time-Depth Curve Untuk Konversi Waktu Menjadi Kedalaman Pada Lapangan Penobscot, Nova-Scotia, Kanada

*Time-Depth Curve Evaluation Method for Conversion Time to Depth at Penobscot Field, Nova-Scotia, Canada*

Fitri Rizqi 'Azizah<sup>\*</sup>), Puguh Hiskiawan<sup>\*\*</sup>), Sri Hartanto<sup>\*\*\*</sup>)  
<sup>\*,\*\*</sup>)*Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Jember, Jember*  
<sup>\*\*\*</sup>)*Eksplorasi Geologi, Pertamina Hulu Energi, Jakarta Selatan*  
<sup>\*</sup>)*Email: fitririzqi.azizah@gmail.com*

### ABSTRACT

Oil and natural gas as a fossil fuel that is essential for human civilization, and included in nonrenewable energy, making this energy source is not easy for updated availability. So that it is necessary for exploration and exploitation reliable implementation. Seismic exploration becomes the method most widely applied in the oil, in particular reflection seismic exploration. Data wells (depth domain) and seismic data (time domain) of reflection seismic survey provides information wellbore within the timescale. As for the good interpretation needed information about the state of the earth and is able to accurately describe the actual situation (scale depth). Conversion time domain into the depth domain into things that need to be done in generating qualified exploration map. Method of time-depth curve to be the method most preferred by the geophysical interpreter, in addition to a fairly short turnaround times, also do not require a large budget. Through data information check-shot consisting of the well data and seismic data, which is then exchanged plotted, forming a curve time-depth curve, has been able to produce a map domain depth fairly reliable based on the validation value obtained in the range of 54 - 176m difference compared to the time domain maps previously generated.

**Keywords:** energy nonrenewable, survei seismik, peta domain waktu, peta domain kedalaman, time-depth curve

### PENDAHULUAN

Cekungan scotia memiliki kandungan batuan sedimen *mesozoic* hingga *cenozoic* dengan ketebalan mencapai 16 km, batuan tersebut terendapkan selama masa pergerakan pangea. Pengendapan paling awal terjadi pada masa triassic, yang terdiri atas klastik dan evaporit. Dasar laut mengalami pemekaran yang menyebabkan terjadinya transisi pada awal jurassic sehingga celah cekungan secara berangsur-angsur terisi oleh klastik dan karbonat. Perkembangan hingga menjadi kondisi laut terjadi pada masa pertengahan jurassic, yang menyebabkan timbulnya dataran *alluvial*, deltaik, dan fasies. Masa sedimentasi *cretaceous* (awal/akhir) di dominasi oleh *shale* (serpilh) *transgressive*, batuan karbonat, dan kapur. Fluktuasi tinggian air yang relative pada masa *paleogene* dan *neogene* membuat campuran batu pasir laut dan *shale* diselingi oleh batuan klastik kasar dan batuan karbonat

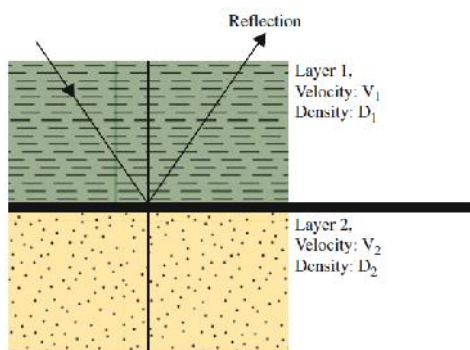
laut, dan semuanya tertutup oleh sedimen laut yang terendapkan selama periode *quaternary* (CNSOPB, 2010).

Minyak sebagai sumber energi fosil telah lama dieksploitasi, memiliki indikator geologi yang semakin terbatas. Untuk membantu mengatasi hal ini survei geofisika sangat berperan dalam kegiatan eksplorasi minyak. Geofisika merupakan perpaduan antara ilmu geologi dan ilmu fisika. Kegiatan geofisika memiliki beberapa metode yang umum digunakan, yaitu metode elektromagnetotelurik, metode georadar, dan metode seismik (Yusuf & romli, 2012). Metode eksplorasi geofisika secara keseluruhan, survei seismik termasuk yang paling penting, terutama karena mampu mendeteksi skala besar untuk karakter bawah permukaan dengan skala yang kecil.

Mondol (2010) menyatakan bahwa eksplorasi seismik menggunakan dua jenis metode seismik (refleksi dan refraksi), dengan

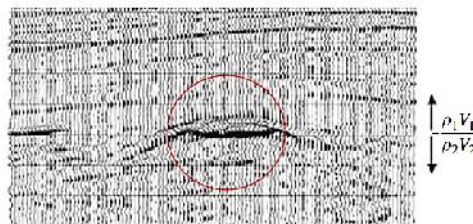
refleksi seismik merupakan teknik yang paling banyak digunakan dalam eksplorasi hidrokarbon. Refleksi melibatkan suara yang dipantulkan, dibiaskan, dari lapisan batuan dan dilakukan dengan cara membuat suara buatan pada atau dekat permukaan bumi, dan merekam gema dari bawah tanah. Refleksi seismik digunakan untuk pekerjaan regional yang lebih rinci dan untuk menentukan jenis struktur geologi, perubahan besar litologi dan jenis batuan serta hubungan antara karakter geologi yang berbeda (Driscoll, 1986).

Bjorlykke (2010) mengemukakan bahwa jika dua lapisan memiliki kecepatan yang berbeda, densitas yang dimiliki juga berbeda, dan bagian dari energi akustik tidak akan dibiaskan, tetapi dipantulkan. Banyaknya energi yang terpantulkan bergantung pada perbedaan impedansi akustik, yang merupakan hasil dari kecepatan ( $v$ ) dan densitas ( $\rho$ ) seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Gelombang Refleksi pada sekuen sedimen berlapis (Bjorlykke, 2010)

Kontras besar dalam impedansi dapat menyebabkan refleksi yang kuat di zona target (Gambar 2.). Semakin besar perbedaan kepadatan dan kecepatan dari dua lapisan, semakin besar jumlah energi yang akan terpantulkan. *Sandstone* sering memiliki impedansi akustik yang berbeda secara signifikan dari *shale*. *Limestones* cenderung memiliki kecepatan dan kepadatan tinggi. Sehingga menghasilkan kontras lebih besar pada impedansi akustik antara *limestones* dan *shale*. Namun, kontras ini bergantung pada porositas *limestones*, meskipun *limestones* batuan yang tidak berpori dengan kecepatan relatif tinggi (Mondol, 2010).



Gambar 2. Bagian seismik dengan kontras impedansi besar pada zona target (lingkaran merah) (Mondol, 2010)

Kecepatan seismik, secara umum, berarti cepat rambat gelombang seismik - jarak/waktu. Satuan kecepatan diukur dalam meter per detik atau *feet* per detik. Istilah kecepatan jarang diterapkan secara tunggal dalam eksplorasi seismik, karena terdapat begitu banyak jenis kecepatan seismik,

- a. Kecepatan sesaat (*instantaneous velocity*), merupakan kecepatan gelombang seismik yang merambat pada titik berjarak pada suatu medium.
- b. Kecepatan interval (*interval velocity*), merupakan kecepatan perambatan dimana interval tebal kedalaman dibagi interval waktu vertikal.

$$V_i = \frac{\Delta z_i}{\Delta t_i} \tag{1}$$

Keterangan:

- $V_i$  = kecepatan interval ( $m/s$ )
- $\Delta z_i$  = tebal kedalaman pada lapisan ke-i ( $m$ )
- $\Delta t_i$  = waktu tempuh gelombang lapisan ke-i ( $s$ )
- $i = 1, 2, \dots, n$ .

- c. Kecepatan rata-rata (*average velocity*), merupakan dua kali kedalaman menuju reflektor dibagi dengan dua arah (*two-way*),

$$\bar{v} = \frac{2Z_i}{T_i} \tag{2}$$

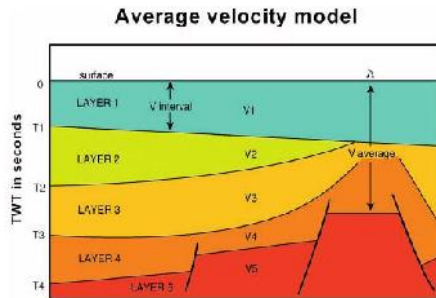
Kecepatan rms (*root mean square velocity*), adalah akar kuadrat dari kecepatan kuadrat rata-rata dan dihitung dari:

$$\bar{v}_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v_i^2 \Delta t_i}{\sum_{i=1}^n \Delta t_i}} \tag{3}$$

(Gadallah dan Fisher, 2005).

Kecepatan rata-rata diukur dari permukaan langsung menuju level target. Kecepatan

interval diukur antara dua horizon. Jika ketebalan interval berkurang dan diambil yang sama seperti jarak seismik sampling, maka kecepatan sesaat akan dihitung (Veeken, 2007).



Gambar 3. Diagram kecepatan interval dan konsep kecepatan rata-rata (veeken, 2007)

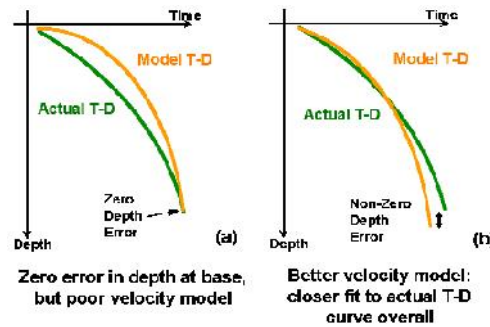
Al-Sadi (1980) mengungkapkan bahwa proses transformasi seismik *time-section* ke *depth-section* bagi interpreter merupakan hal yang sangat penting. Prosedur yang tidak benar atau penggunaan parameter yang salah dapat menyebabkan gambaran geologi sepenuhnya terdistorsi. Untuk mencapai hasil yang benar, *time-section* harus bermigrasi sebelum mengubahnya menjadi *depth-section*. Faktor lain yang sama pentingnya adalah kecepatan. Tidak seperti migrasi, konversi kedalaman sangat sensitif terhadap variasi kecepatan. Oleh karena itu, kecepatan harus diterapkan sedekat mungkin dengan data geologi yang tersedia.

Konversi kedalaman merupakan cara untuk menghilangkan ambiguitas struktural yang melekat dalam domain waktu dan memastikan kondisi struktur yang ada. Banyak metode yang digunakan dalam konversi kedalaman. Setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan sendiri, dan pemilihan metode seringkali secara subjektif, atau ditentukan oleh waktu dan kendala biaya. Hal ini karena tidak ada metode tunggal yang dapat terbukti baik untuk semua kasus (Etris *et al.*, 2001).

**Metode Time-Depth Curve**

Pendekatan paling sederhana adalah mengkonversi horizon waktu menjadi kedalaman secara langsung, yaitu tanpa memperhatikan variasi kecepatan struktur. Pendekatan konversi langsung waktu kedalaman karena pemodelan kecepatan dilakukan secara implisit, yaitu kecepatan tidak benar-benar dimodelkan, melainkan direduksi menjadi fungsi translasi. Fungsi translasi yang

sesuai sehingga menghasilkan prediksi kedalaman untuk meminimalkan kesalahan dan atau untuk mengikat kedalaman sumur yang sebenarnya. Metode secara langsung menyembunyikan kesalahan dengan memaksa sumur untuk saling mengikat, untuk mengubah kecepatan sumur sebenarnya dan menciptakan (*fudging*) kecepatan baru untuk memastikan ikatan yang benar (Etris *et al.*, 2001).



Gambar 4. Pemodelan kecepatan: (a) kesalahan diminimalkan pada titik ikatan (konversi langsung) (b) fungsi yang sebenarnya tetap (Etris *et al.*, 2001)

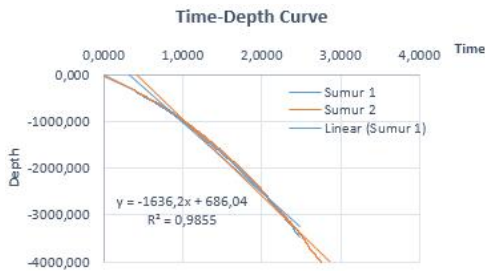
**METODE**

**Metode Time-Depth Curve**

Metode *time-depth curve* dilakukan dengan menginterpolasi data *time* dan *depth* yang terdapat pada data *check shot* sehingga menghasilkan kurva *time-depth* dan persamaan linearnya. Data *check-shot* digunakan dalam proses *well seismic tie* untuk membantu merubah domain kedalaman pada data seismik menjadi domain waktu, dan juga digunakan dalam proses konversi peta struktur domain waktu yang diperoleh dari hasil interpretasi seismik diubah menjadi peta struktur domain kedalaman dengan cara membentuk kurva *time-depth*. Persamaan linear yang dihasilkan (pers. 4) kemudian akan dikalkulasikan dengan data horizon peta struktur waktu menggunakan aplikasi calculator yang terdapat di dalam *software kingdom 2d/3d pak-earthpak* versi 8.7.1-64-bit. Proses kalkulasi yang dilakukan akan menghasilkan peta struktur kedalaman dengan sedikit perbaikan visual seperti gridding untuk memperoleh peta struktur dengan tampilan yang lebih nyaman untuk membantu dalam menganalisa peta zona target. Setelah peta struktur kedalaman berhasil diperoleh, maka langkah selanjutnya yaitu dengan menganalisa nilai kuantitatif dari peta yang dihasilkan. Nilai kedalaman dari peta sebelum dikonversi dengan peta struktur kedalaman yang dihasilkan dicari nilai selisihnya untuk mengetahui seberapa akurat hasil konversi peta yang telah dilakukan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Analisa penampang seismik dilakukan untuk mengetahui nilai keakuratan yang diperoleh dari konversi peta struktur dari domain waktu menjadi domain kedalaman. Pada penelitian ini, digunakan data *check-shot* untuk menghasilkan kurva *time-depth* dan persamaan linear (Gambar. 5).



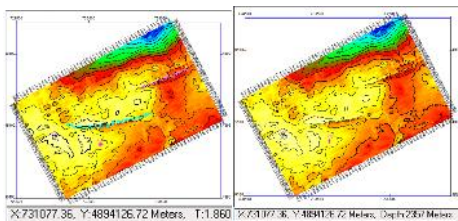
Gambar 5. Grafik kurva *time-depth* dari data *check-shot*

Berdasarkan kurva *time-depth* yang dihasilkan, diperoleh persamaan linear dari kurva tersebut yaitu:

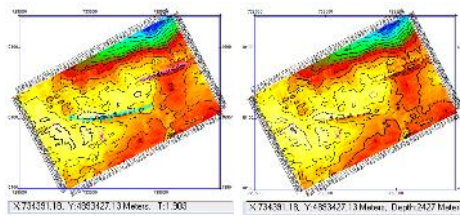
$$y = (-1636.2x) + 686.04 \quad (4)$$

Dimana  $x$  adalah data horizon peta struktur waktu.

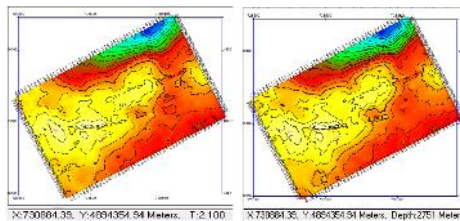
Persamaan linear yang telah dihasilkan dan dikalkulasi dengan data horizon peta struktur waktu. Sehingga diperoleh peta struktur kedalaman pada beberapa zona target penelitian.



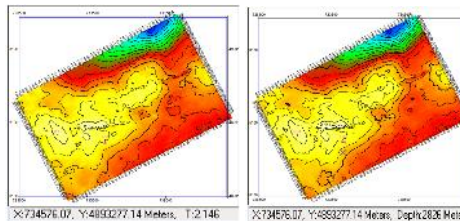
Gambar 6. Peta struktur waktu (kiri) dan peta struktur kedalaman (kanan) sumur b-41 pada horizon upper missisauga.



Gambar 7. Peta struktur waktu (kiri) dan peta struktur kedalaman (kanan) sumur l-30 pada horizon upper missisauga.



Gambar 8. Peta struktur waktu (kiri) dan peta struktur kedalaman (kanan) sumur b-41 pada horizon top sand 5.



Gambar 9. Peta struktur waktu (kiri) dan peta struktur kedalaman (kanan) sumur l-30 pada horizon top sand 5.

Setelah peta struktur kedalaman diperoleh, perlu dilakukan analisis kuantitatif terhadap nilai kedalaman yang diperoleh dari hasil konversi. Analisa kuantitatif ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan peta struktur kedalaman yang diperoleh terhadap informasi data sumur dan data seismik yang sebenarnya. Analisa yang dilakukan dengan mencari nilai selisih kedalaman dari setiap peta: peta struktur waktu dan peta struktur kedalaman. Berikut hasil nilai selisih yang diperoleh ditampilkan pada Tabel. 1.

Tabel 1. Nilai validasi error yang dihasilkan

Lapisan target	Sumur	Kedalaman		Nilai error
		Peta domain depth	Peta domain time	
Upper missisauga	B-41	2357 m	2230 m	127 m
	L-30	2427 m	2251 m	176 m
Top sand 5	B-41	2751 m	2697 m	54 m
	L-30	2826 m	2699 m	127 m

### KESIMPULAN

Metode time-depth curve memberikan solusi langkah yang cepat dan menjadi satu-satunya yang dapat diterima pada kondisi anggaran yang minim serta kendala waktu proyek. Metode ini menjadi pendekatan yang paling disukai pada kondisi tertentu. Namun, realibilitas kondisi kedalaman sumur menjadi cukup diragukan dengan kondisi nilai validasi error yang cukup besar. Diperlukan penelitian lebih lanjut dan terperinci untuk memberikan keyakinan pada kegiatan pengeboran yang akan dilakukan dengan mengkaji pada beberapa aspek karakter lithologi batuan. Pada penelitian selanjutnya kami akan menghitung kecepatan yang tersedia dari data sumur dan data seismik untuk menghasilkan peta struktur kedalaman yang mampu memberikan nilai keakuratan yang cukup rendah dan mendekati kondisi peta yang sebenarnya.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Pertamina Hulu Energi yang telah memberikan fasilitas dan dukungannya pada penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Al-Sadi, H. N. 1980. *Seismic Exploration Technique and Processing*. Boston: Springer Basel AG
- Bjorlykke, K. (Ed.). 2010. *Petroleum Geoscience: From Sedimentary Environments to Rock Physics*. Norway: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- CNSOPB. 2010. Canada- Nova Scotia Offshore Petroleum Board. Exploration History. Retrieved Maret 2015 from [http://www.cnsopb.ns.ca/geoscience/geoscience/overview/exploration history](http://www.cnsopb.ns.ca/geoscience/geoscience/overview/exploration%20history).
- Driscoll, F. G. 1986. *Groundwater and Wells*. Ann Harbor: University of Michigan.
- Etris, E. L., Crabtree, N. J., & Pickford, J. D. S. "True Depth Conversion: More Than A Pretty Picture". *CSEG Recorder*. November, 2001; 11-16.
- Gadallah, M. R., & Fisher, R. L. 2005. *Applied Seismology: A Comprehensive Guide to Seismic Theory and Application*. Oklahoma: PennWell Corporation
- Mondol, N. H. 2010. *Exploration Geophysics*. Norway: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Veeken, P. C. H. 2007. Seismic Stratigraphy, Basin Analysis and Reservoir Characterization: Elsevier. Amsterdam. *Seismic Exploration*. Vol. 37: 509.
- Yusuf, A. dan Romli, M. 2012. *Batuan Inti Penyimpan Minyak dan Gas Bumi*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi LEMIGAS.

