

Analisa Parameter Desain Akuisisi Seismik 2D dengan Metode Dinamik pada Lingkungan Vulkanik, Studi Kasus : Cekungan Jawa Barat Bagian Utara

Adib Banuboro, Dwa Desa Warnana, Firman Syaifuddin, dan Alpius Dwi Guntara

Departemen Teknik Geofisika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: dwa_desa@geofisika.its.ac.id

Abstrak—Telah dilakukan penelitian mengenai desain akuisisi seismik di lingkungan vulkanik. Penelitian ini dilakukan karena metode seismik memiliki permasalahan dalam perambatannya di lingkungan vulkanik. Permasalahan tersebut terjadi karena efek kontras kecepatan antar lapisan vulkanik dengan lapisan sedimen dibawahnya dan struktur geologi yang kompleks pada lingkungan vulkanik. Daerah penelitian terletak di Cekungan Jawa Barat bagian Utara tepatnya di Kabupaten Majalengka. Penelitian dilakukan untuk mengetahui parameter akuisisi seismik 2D yang dapat memberikan resolusi lateral, Fold coverage, dan resolusi vertikal dengan hasil ideal di lingkungan vulkanik. Penelitian dimulai dengan membuat model geologi sintetik daerah penelitian menggunakan data sumur berupa data kecepatan sonic log dan dua data seismik yang saling berpotongan pada daerah penelitian. Variasi desain akuisisi seismik 2D yang dianalisa pada penelitian ini adalah Common depth point Interval (CDP Interval), Fold Coverage, dan Far Offset. Target formasi yang dianalisa adalah Formasi Jatibarang bagian atas dengan kedalaman 1763 meter dan terletak pada domain waktu seismik 1000 ms. Common depth Point interval diberikan variasi sebesar 10 meter dan 15 meter. Fold Coverage diberikan variasi parameter 15, 30, dan 45 Fold Coverage. Far Offset diberikan variasi parameter 600 meter, 1190 meter, dan 1790 meter. Hasilnya ditunjukkan oleh penampang seismik 2D untuk setiap variasi desain akuisisi. Hasil yang memberikan kondisi ideal yakni CDP interval 10 meter, Fold Coverage 45, dan Far Offset 1790 meter. Berdasarkan hasil tersebut desain akuisisi seismik 3D dapat di desain dengan dasar hasil analisa desain akuisisi seismik 2D di daerah penelitian.

Kata Kunci—Desain Akuisisi Seismik 2D, Common Depth Point Interval, Fold Coverage, Far Offset.

I. PENDAHULUAN

MANIFESTASI keberadaan hidrokarbon salah satunya dapat ditunjukkan dengan keberadaan *oil seep* dipermukaan. Hal ini didapati juga di lingkungan vulkanik yang biasanya tidak dijumpai batuan sedimen. *Oil seep* ditemukan di lingkungan vulkanik di Indonesia khususnya di daerah Jawa Barat. Berdasarkan informasi tersebut dapat ditarik hipotesa dibawah permukaan lingkungan vulkanik terdapat sumber hidrokarbon [1]. Diperlukan penyelidikan lebih lanjut mengenai keberadaan hidrokarbon dibawah permukaan dengan metode geofisika. Metode geofisika yang digunakan dalam eksplorasi hidrokarbon salah satunya adalah metode eksplorasi seismik. Eksplorasi seismik yang digunakan adalah seismik refleksi. Metode ini memanfaatkan refleksi

gelombang seismik dari kecepatan gelombang-P (V_p) yang menjalar akibat adanya perbedaan akustik impedan lapisan [2]. Dengan kondisi yang berbeda dengan batuan sedimen biasanya, lingkungan vulkanik memiliki beberapa permasalahan yakni kontras perlapisan yang tinggi dan struktur geologi yang kompleks [2]. Gelombang seismik akan susah dalam menembus lapisan vulkanik yang menutupi lapisan sedimen karena banyak gelombang yang terdifraksikan serta terefleksikan karena efek kontras kecepatan yang tinggi [3]. diperlukan analisa parameter desain akuisisi seismik 2D *Common Depth Point Interval*, *Fold Coverage*, dan *Far Offset* untuk mengetahui parameter ideal yang dapat mengurangi efek atenuasi pada lingkungan vulkanik karena kontras kecepatan antar lapisan [4]. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah mengetahui parameter akuisisi seismik meliputi *common depth point interval*, *fold coverage*, dan *far offset* yang ideal pada lingkungan vulkanik. Setelah diketahui tujuan daripada penelitian ini, hasil dapat digunakan dalam perencanaan desain akuisisi seismik 3D dengan acuan hasil analisa desain parameter seismik 2D yang telah dilakukan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

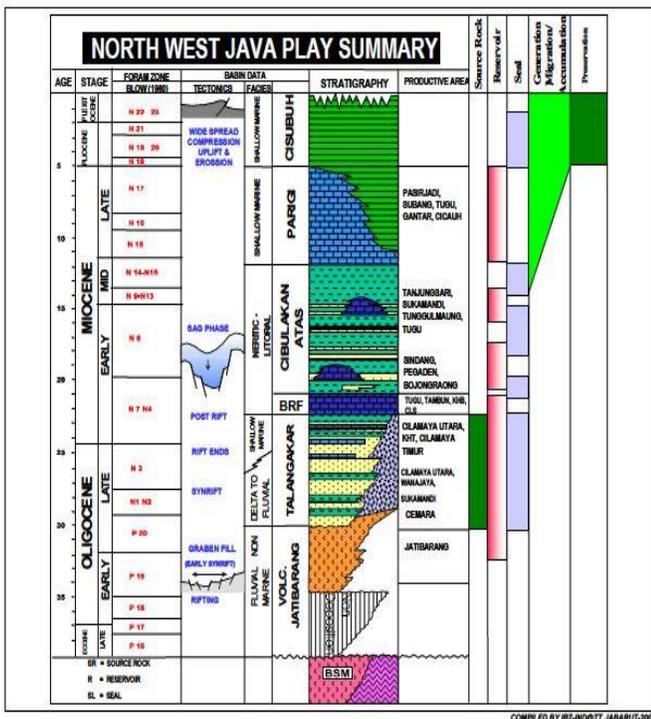
A. Geologi Daerah Penelitian

Daerah penelitian merupakan bagian dari Cekungan Jawa Barat bagian utara. Lokasi terletak di Zona Bogor dan tepatnya di Kabupaten Majalengka. Lokasi ini memiliki morfologi berupa perbukitan yang terbentuk dari batuan vulkanik membentang dari barat ke timur. Dalam proses pembentukannya Cekungan Jawa Barat bagian utara dipengaruhi oleh tiga aktivitas tektonik. Aktivitas tektonik pertama terjadi pada zaman Paleogene (Eocene-Oligocene) dengan jenis aktivitas berupa sesar geser yang merupakan awal terbentuknya pull a part basin Cekungan Jawa Barat bagian utara. Aktivitas tektonik kedua terjadi pada zaman Oligocene sampai dengan Miocene dengan jenis aktivitas berupa tektonik kompresional atau sesar naik yang membentuk struktur patahan nai dengan arah relatif Barat-Timur mulai dari Selatan bergerak ke Utara. Aktivitas tektonik yang terakhir terjadi pada zaman Plio-Pleistocene dengan jenis patah naik dari arah Utara-Selatan di ikuti dengan pengendapan formasi terakhir yaitu Formasi Cisubuh [5].

Aktivitas tektonik juga mempengaruhi pembentukan formasi

di Cekungan Jawa Barat bagian Utara. Terdapat empat formasi yakni Formasi Cisubuh terdiri dari litologi vulkano klastik dan batuan vulkanik pada kedalaman (0-883 MD) , Formasi Parigi terdiri dari litologi Karbonat yang dominan pada kedalaman (883 – 1404 MD), Formasi Cibulakan terdiri dari litologi Karbonat yang berselingan dengan Batu Pasir pada kedalaman (1404 – 1763 MD), dan Formasi Jatibarang terdiri dari lapisan vulkano klastik tuff pada kedalaman (1763 – 2170 MD). Gambar 1 menunjukkan stratigrafi Cekungan Jawa Barat bagian utara secara keseluruhan atau secara regional. Hal ini berbeda dengan hasil stratigrafi yang diperoleh dari sumur eksplorasi di daerah penelitian khususnya di daerah Kabupaten Majalengka karena daerah penelitian merupakan daerah tinggian yang pengendapan sedimen nya berbeda dengan daerah pusat cekungan [6]. Informasi geologi daerah penelitian ini dapat membantu dalam merekonstruksi model geologi sintetik pada proses desain parameter akuisisi seismik dinamik 2D.

B. Akuisisi Seismik



Gambar 1. Kolom Stratigrafi Cekungan Jawa Barat bagian Utara

Akuisisi seismik merupakan perencanaan pengambilan data seismik eksplorasi khususnya seismik refleksi dalam upaya memperoleh peta bawah permukaan daerah yang di indikasi memiliki kandungan hidrokarbon. Akuisisi seismik perlu direncanakan dan diperhitungkan berdasarkan target yang ingin diperoleh. Berdasarkan proses analisa hasil dibagi menjadi akuisisi seismik 2D dan 3D.

Akuisisi Seismik 2D memiliki lintasan berupa garis dan memiliki sudut pandang titik pantul gelombang berupa titik. Akuisisi seismik 3D memiliki lintasan yang berupa sebuah bidang (template) yang terdiri dari lebih dari satu lintasan dan memiliki sudut pandang titik pantul gelombang berupa bidang ilustrasi nya dapat dilihat pada lampiran terkait konfigurasi

akuisisi seismik 2D dan 3D.

Pada penelitian ini akuisisi seismik yang dibahas adalah akuisisi seismik 2D secara dinamik. Definisi dinamik adalah menggunakan permodelan penjalaran gelombang pada objek geologi sesuai desain akuisisi seismik 2D yang di simulasikan di permukaan. Desain yang telah dibuat akan mempengaruhi penampang seismik yang di olah. Sehingga perlu perencanaan yang baik dalam melakukan akuisisi seismik 2D [6].

C. Parameter Desain Akuisisi Seismik 2D

Parameter akuisisi terbagi atas beberapa bagian yakni :

1) Konfigurasi Survei

Meliputi konfigurasi antara *shot point* dan *receiver* yang terdiri dari konfigurasi symetrical split spread dan off end. Pada konfigurasi ini juga dibahas mengenai :

a. Jarak antar Receiver dan Shot Point

jarak antar receiver dan shot point dirumuskan dengan persamaan dibawah ini

$$\Delta R = 2 \text{ CMP} \tag{1}$$

$$\Delta S = 2 \text{ CMP} \tag{2}$$

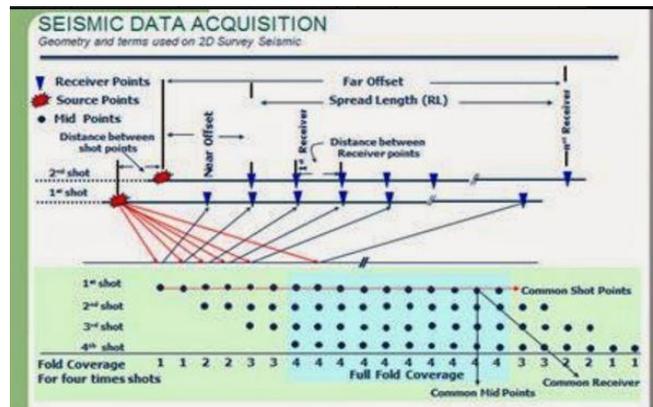
Berdasarkan persamaan (1) dan (2), ΔR dan ΔS adalah jarak antara Receiver dengan receiver dan Shot point dengan Shot point. Nilai jarak antar shot point tidak selalu dua kali melainkan bisa lebih dari dua, dari Hubungan ini di lihat dari jarak terkecil antara shot dan jarak antar receiver yang dibagi dua, hasil terkecil merupakan nilai CMP (*Common Mid Point*) [7].

b. Jumlah Receiver

jumlah receiver dirumuskan dengan persamaan dibawah ini

$$\sum Ch = \frac{\text{FarOffset}}{\Delta R} \tag{3}$$

berdasarkan permaan (3) $\sum Ch$ merupakan jumlah dari total receiver dalam satu lintasan seismik, dan ΔR merupakan jarak interval antar receiver [7].

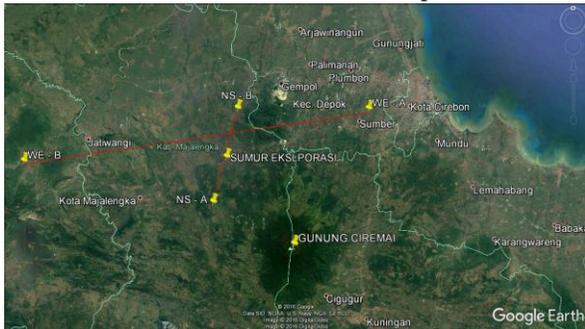


Gambar 2. Ilustrasi Common Depth Point Interval dan Fold Coverage pada Akuisisi Seismik 2D

III. CHARGE SIZE

Charge size merupakan besar energi yang digunakan dalam

melakukan penembakan akuisisi seismik. Jenis charge size dapat dibagi menjadi dua berdasarkan bentuk wavelet yakni Dinamit dan Vibroseis. Wavelet yang terbentuk dari jenis dinamit membentuk minimum phase sedangkan untuk jenis vibroseis memberikan bentuk wavelet zero phase wavelete [7].



Gambar 3. Lokasi Penelitian Lintasan Seismik Terdahulu dan Sumur Eksplorasi

IV. COMMON DEPTH POINT INTERVAL

Common depth point interval (CDP Interval) adalah interval antara titik pantul yang terjadi dibawah permukaan yang dapat memberikan informasi geologi bawah permukaan yang dilalui oleh gelombang [7]. CDP Interval dapat mempengaruhi resolusi lateral penampang seismik dalam menggambarkan kondisi bawah permukaan. Gambar 2. Menunjukkan titik bawah permukaan akibat adanya pantulan gelombang seismik. Titik tersebut adalah Common Depth Point Interval. CDP Interval dapat dirumuskan dengan persamaan dibawah ini

$$CDP = \frac{V_{rms}}{4 \times f_{max} \times \sin \alpha} \quad (4)$$

Berdasarkan (4), CDP adalah jarak antar CDP pada bidang pantul, V_{rms} adalah kecepatan rata rata yang telah melalui beberapa lapisan, f_{max} adalah frekuensi maksimal dari sebuah gelombang seismik yang digunakan pada survei, dan $\sin \alpha$ adalah kemiringan dari target [6].

V. FOLD COVERAGE

Fold coverage adalah banyaknya gelombang seismik atau trace seismik yang melewati satu titik pantul (CDP Interval). Fold Coverage dapat dirumuskan dengan persamaan berikut

$$Fold\ Coverage = \frac{1}{2} \times \frac{RI}{SI} \times Ch \quad (5)$$

Berdasarkan persamaan (5), RI adalah Receiver interval, SI adalah shot interval, dan Ch adalah jumlah chanel. Jumlah Fold Coverage ini akan mempengaruhi rasio antara signal dengan noise, dalam hal ini akan mempengaruhi dalam pencitraan data seismik dan resolusi lateral [6].

VI. FAR OFFSET

Far Offset adalah jarak terjauh antara satu konfigurasi shot point dengan receiver. Far Offset ini dapat mempengaruhi penetrasi kedalaman untuk menggambarkan kondisi bawah permukaan. Far Offset dirumuskan dengan persamaan berikut

$$Far\ Offset \sim 1.5\ Depth \quad (6)$$

Berdasarkan persamaan (6), depth merupakan target kedalaman yang diinginkan dari sebuah survei seismik, dapat didekati dengan perencanaan bentangan garis survei seismik. Jika dalam survei seismik 3D yaitu bentangan sebuah bidang yang terbentuk dari sebuah garis survei seismik [6].

VII. METODOLOGI

A. Skema Kerja

Skema kerja yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada gambar 4.

B. Data

Data dalam penelitian ini terdiri atas :

a. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian merupakan lokasi lintasan seismik terdahulu yang saling berpotongan dan lokasi sumur. Terletak di kaki gunung Ciremai yang lingkungan

b. Data Sumur

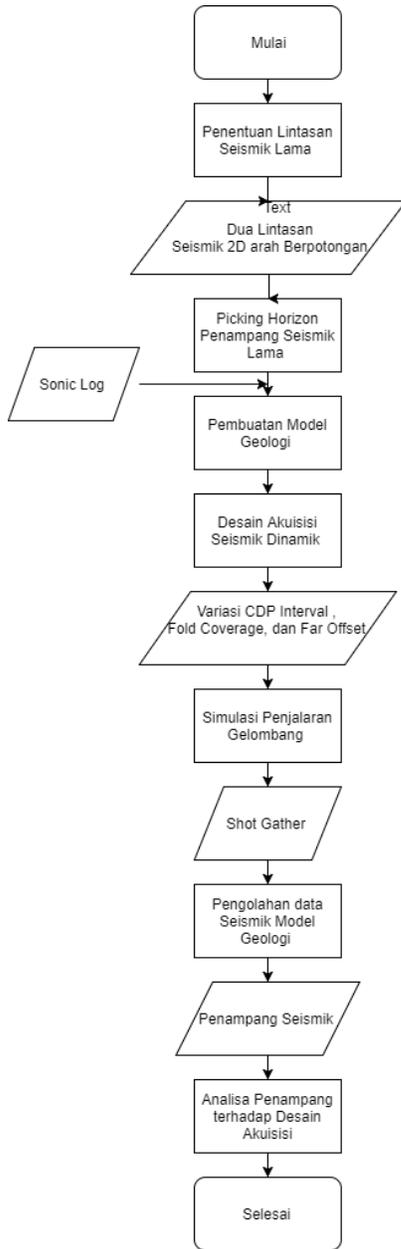
Data sumur digunakan untuk memberikan informasi sifat fisis kecepatan gelombang-P dan jenis litologi pada model geologi sintetik. Data yang digunakan yakni data sonic log dan hasil laporan pengeboran sumur eksplorasi.

c. Data Seismik

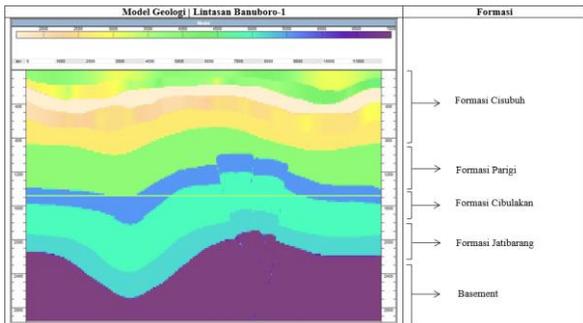
Data seismik terdahulu digunakan untuk mengetahui bentuk geometri struktur geologi yang dicitrakan pada survei terdahulu dengan melakukan picking horizon. Geometri ini digunakan untuk membuat model geologi sintetik daerah penelitian.

VIII. HASIL DAN PEMBAHASAN

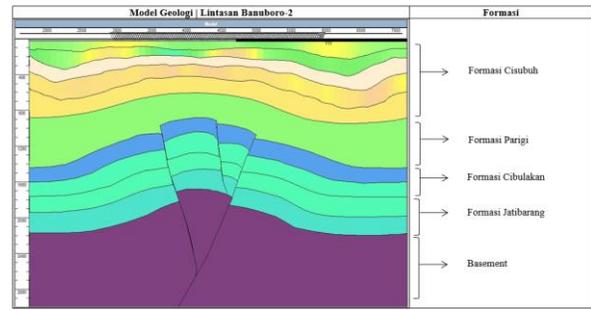
Model geologi sintetik dibentuk dari data sumur berupa kecepatan gelombang-p dan penampang seismik terdahulu menggunakan hasil picking horizon. Hasilnya ditunjukkan pada gambar 4. Dan gambar 5.



Gambar 4. Skema Kerja Penelitian



Gambar 5. Model Geologi Lintasan Seismik Barat-Timur



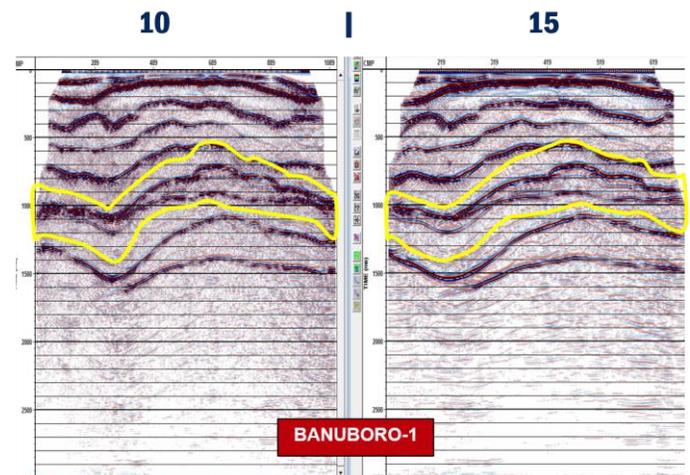
Gambar 6. Model Geologi Lintasan Seismik Utara-Selatan

Gambar 4. menunjukkan model geologi untuk kondisi bawah permukaan yang di gambarkan dari lintasan seismik arah Barat-Timur. Gambar 5. menunjukkan model geologi untuk kondisi bawah permukaan yang di gambarkan dari lintasan seismik arah Utara-Selatan. Masing masing model geologi sintetik mengandung jumlah formasi yang sesuai dengan hasil pengeboran sumur eksplorasi.

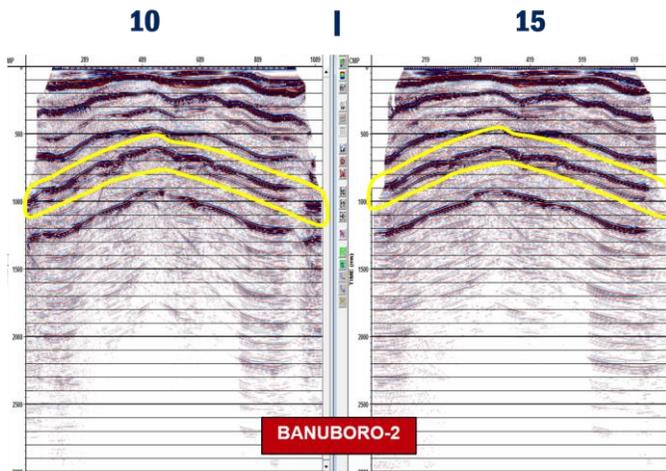
Parameter desain akuisisi yang di analisa adalah common depth point interval, *fold coverage*, dan *far offset*. Analisa parameter desain akuisisi menggunakan parameter pada tabel 1. dibawah ini

Tabel 1. Parameter Desain Akuisisi untuk Analisa

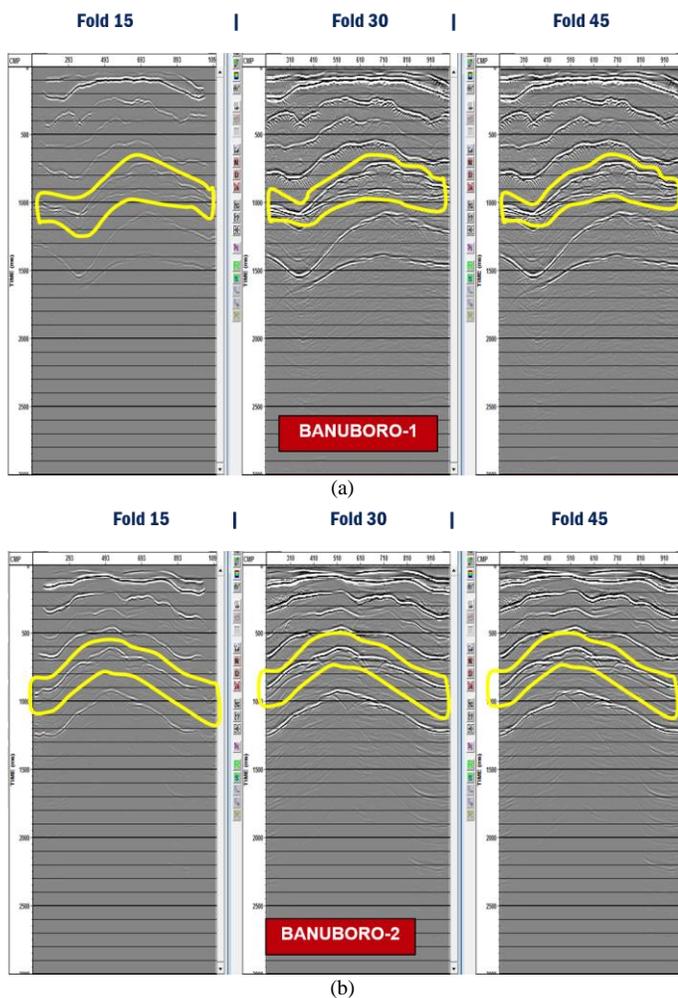
Id	Rata-Rata CR*
Jenis Gelombang	Akustik
Jenis <i>Charge Size</i>	Vibroseis
Frekuensi Sumber	40 Hz
<i>Record Length</i>	3000 ms
<i>Sampling Rate</i>	4 ms
Konfigurasi Survei	Symmetrical Split Spread
CDP Interval	10 m & 15 m
<i>Fold Coverage</i>	15,30,dan 45
<i>Far Offset</i>	600 m,1190m, dan 1790 m



Gambar 7. Analisa CDP Interval Model Geologi Lintasan Seismik Barat-Timur



Gambar 8. Model Geologi Lintasan Seismik Utara-Selatan



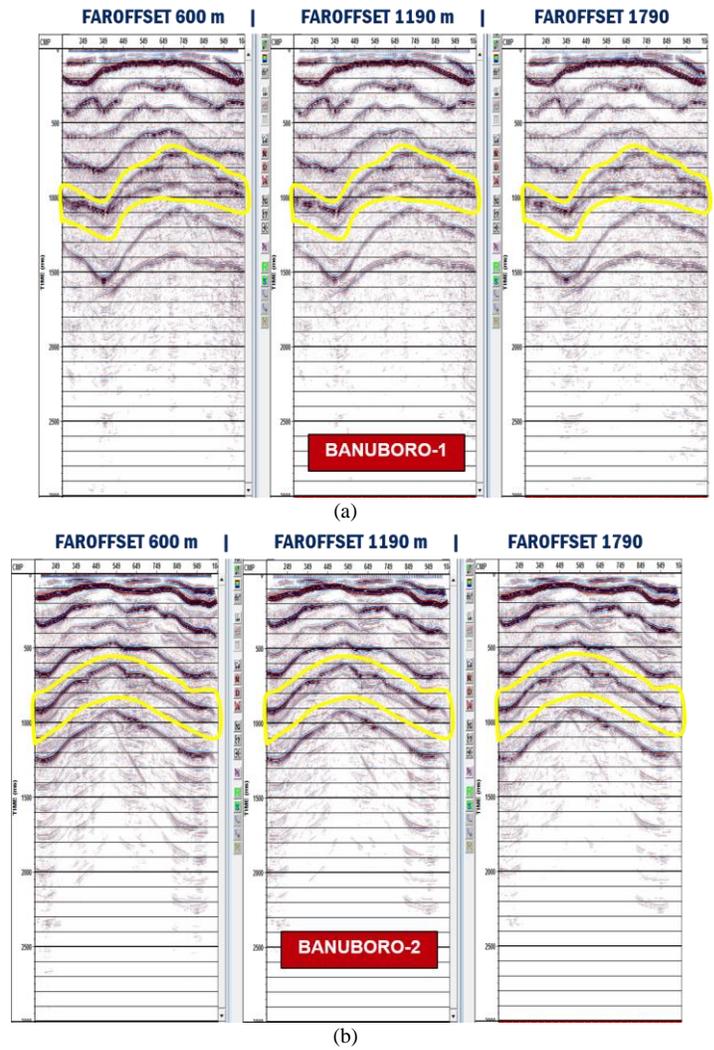
Gambar 9. a) Analisa *Fold Coverage* Model Geologi Lintasan Seismik Barat-Timur, b) Analisa *Fold Coverage* Model Geologi Lintasan Seismik Utara-Selatan

Dihasilkan penampang seismik untuk setiap variasi desain. Analisa di fokuskan pada Formasi Jatibarang bagian atas dengan kedalaman 1763 meter. Pada domain waktu di penampang seismik, Formasi Jatibarang terletak pada domain waktu 1000 ms.

Analisa dilakukan menggunakan penampang seismik untuk setiap variasi parameter desain akuisisi.,

A. *Analisa Common Depth Point Interval*

Gambar 6 dan gambar 7 menunjukkan perbandingan dua variasi CDP Interval 10 m dan 15 m. Angka diatas gambar menunjukkan jenis CDP interval. CDP interval 10 meter memberikan kontinuitas yang lebih detail untuk lapisan target yang ditandai oleh garis berwarna kuning dibandingkan CDP interval 15 meter. Hal ini terjadi karena semakin rapat titik pantul gelombang maka akan semakin detail gelombang seismik dalam mencitrakan kondisi geologi secara lateral. CDP interval 10 meter lebih dapat merepresentasikan kondisi geologi kompleks lingkungan vulkanik yang banyak dijumpai kemiringan lapisan secara resolusi lateral [7].



Gambar 10. a) Analisa *Far Offset* Model Geologi Lintasan Seismik Barat-Timur, b) Analisa *Fold Coverage* Model Geologi Lintasan Seismik Utara-Selatan

B. *Analisa Fold Coverage*

Analisa fold coverage untuk melihat pengaruh S/N rasio dalam merepresentasikan lapisan target dilingkungan vulkanik yang memiliki kontras kecepatan tinggi dan sifat fisis yang heterogen di lapisan vulkanik. Hasil perbandingan tiga variasi *fold coverage* ditunjukkan pada gambar berikut

Gambar 8 dan gambar 9 menunjukkan perbandingan tiga variasi *fold coverage* 15, 30, dan 45 *fold coverage* untuk lintasan Barat-Timur dan Utara-Selatan.

Dapat dilihat bahwa *fold coverage* pada daerah target yang tunjukkan garis kuning menunjukkan respon kejelasan reflektor yang berbeda untuk setiap variasi *fold coverage*. Semakin tinggi nilai *fold coverage* memberikan nilai S/N yang tinggi ditunjukkan dengan semakin jelas kenampakan reflektor. Pada lingkungan vulkanik nilai S/N yang tinggi dapat mengurangi efek dari anisotropi lapisan vulkanik dan efek difraksi karena struktur geologi kompleks [8]. Berdasarkan hasil tersebut *fold coverage* 45 memberikan S/N rasio yang lebih baik daripada variasi 15 dan 30.

C. Analisa Far Offset

Analisa *far offset* untuk melihat efek parameter *far offset* terhadap resolusi vertikal sebuah data seismik. Variasi *far offset* yang digunakan sebesar 600 m, 1190m, 1790 m. Hasil perbandingan untuk semua model geologi ditunjukkan oleh gambar berikut

Dapat dilihat dari perbandingan ketiga *far offset*, untuk *far offset* maksimum memberikan efek resolusi vertikal yang lebih jelas dengan sedikit mengandung adanya efek difraksi. Pada lingkungan vulkanik efek difraksi akan banyak muncul karena banyak kemiringan lapisan [3]. dengan target yang dalam dan keberadaan geologi yang kompleks menggunakan *far offset* besar akan dapat menjelaskan reflektor lapisan target yang lokasi vertikal nya lebih dalam [7]. Hal ini ditunjukkan dengan kedua penampang seismik hasil dari model geologi sintetik lintasan Barat-Timur dan Utara-Selatan. Nilai *far offset* 1790 meter memberikan hasil yang lebih baik terkait resolusi vertikal pada daerah target.

IX. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil analisa parameter akuisisi seismik 2D yang dianalisa secara

dinamik sebagai berikut :

- a. Nilai parameter common depth point interval yang memberikan resolusi lateral lebih baik pada analisa desain parameter desain yaitu sebesar 10 meter.
- b. Nilai parameter *fold coverage* yang memberikan S/N rasio lebih baik pada analisa desain parameter yaitu sebesar 45 *fold coverage*.
- c. Nilai parameter *far offset* yang memberikan resolusi vertikal lebih baik sebesar 1790 meter.

Untuk penelitian desain akuisisi seismik 3D dapat menggunakan acuan hasil analisa desain akuisisi seismik 2D pada penelitian ini dengan daerah penelitian yang sama,

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. . Satyana, "Subvolcanic Hydrocarbon Prospectivity of Java: Opportunities and Challenges," in *Proceedings Indonesian Petroleum Association, 39th Annual Convention and Exhibition*, 2015.
- [2] M. Fajrina, Y. Ghazzali, "Evaluation of Seismic Exploration in Sub-Volcanic Reservoir Area By Synthetic Seismic Modelling," in *Proceedings, Indonesian Petroleum Association Thirty-Ninth Annual Convention & Exhibition*, 2015.
- [3] P. Dancer, P. Nick, Nick, W, "Exploring in The Slyne Basin : a geophysical challenge," in *Proceeding The Petroleum Exploration of Ireland Offshore Basin*, 2016.
- [4] S. & O. K. Klärner, *Identification of Paleo-Volcanic Rocks on Seismic Data*. Germany: PGS Reservoir & Klärenco, 2013.
- [5] S. Arpandi, D., Patmokismo, "The Cibulakan Formation as One of The Most Prospective Stratigraphic Units in The Northwest Java Basinal Area," in *IPA Proceeding*, 1975.
- [6] P. Budiyani, S., Priambodo, D., Haksana, B.W., dan Sugianto, "Konsep Eksplorasi Untuk Formasi Parigi di Cekungan Jawa Barat Utara," 1991.
- [7] M. Caouch, A, "3-D Land Seismic Surveys: Definition of Geophysical Parameters," *Oil Gas Sci. Technol. - Rev. IFP*, pp. 611-630, 2006.
- [8] P. . Cordsen, Andreas, Galbraith .M, *Planning Land 3-D Seismic Survei*. United State of America: Society of Exploration Geophysicist, 2000.