

OPTIMALISASI DESAIN AKUISISI SEISMIK 3D LAUT DENGAN MENGGUNAKAN METODE DINAMIK PADA MODEL GEOLOGI 3D DAERAH NEJB

Haryo Bimo Wicaksono, Firman Syaifuddin, Mariyanto Mariyanto

Departemen Teknik Geofisika, Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan,

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

e-mail : bimowicaksono97@gmail.com

Abstrak. Akuisisi data seismik merupakan tahap awal dalam metode seismik dan kualitas data sangat berpengaruh pada tahap-tahap selanjutnya. Dalam memperoleh data yang sesuai dengan target, penentuan desain akuisisi seismik harus baik sehingga perlu dilakukan optimalisasi. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mendapatkan desain akuisisi seismik 3D yang optimal menggunakan metode statik dan dinamik serta membandingkan pengaruh pada metode statik dan dinamik. Parameter desain akuisisi seismik 2D, yaitu *CDP interval*, *fold coverage*, dan *far offset* yang kemudian digunakan pada desain akuisisi seismik 3D laut dengan dengan variasi parameter jumlah *streamer*, interval *streamer*, dan interval *hydrophone*. Parameter *input* didapatkan dengan pendekatan matematis. Metode statik menggunakan perambatan gelombang dengan asumsi kondisi bawah permukaan adalah datar (*flat*), sedangkan metode dinamik dilakukan dengan simulasi *ray tracing* pada model geologi. Desain akuisisi seismik 3D optimal yang didapatkan antara lain jumlah *streamer* 8 buah, interval *streamer* 200 m, interval *hydrophone* 12.5 m dengan jumlah 360/*streamer*, interval *shot* 50 m, dan interval lintasan 800 m yang dilakukan dengan konfigurasi survei tipe *sail line*. Ukuran *bin* yang digunakan 6.25 m x 100 m dengan didapatkan nilai *fold coverage* 45 dan *far offset* 4500 m. Berdasarkan hasil analisis, metode dinamik juga perlu diaplikasikan daripada pengaplikasian metode statik saja, dikarenakan pengoptimalan metode dinamik dilakukan dengan simulasi *ray* yang lebih mendekati kondisi sebenarnya.

Kata Kunci: Desain akuisisi seismik 3D laut; simulasi gelombang; *sail line*; *streamer*

Abstract. *Seismic data acquisition is an initial stage in seismic methods and data quality is very influential in later stages. In obtaining data that is in accordance with the target, the determination of the seismic acquisition design must be good so that it needs to be optimized. This research was conducted with the aim of obtaining optimal 3D seismic acquisition design using static and dynamic methods and comparing the effects on static and dynamic methods. 2D seismic acquisition design parameters, such as CDP intervals, fold coverage, and far offset which are then used in the design of marine 3D seismic acquisition with variations in the number of streamer parameters, streamer intervals, and interval hydrophones. Input parameters are obtained by a mathematical approach. Static methods use wave propagation assuming the subsurface conditions are flat, while the dynamic method is done by ray-tracing simulation on the geological model. The optimal 3D seismic acquisition design that was achieved included the number 8 streamers, 200 m of streamer interval, 12.5 m of hydrophone interval with number 360/streamer, 50 m of interval shot and 800 m of line interval that was carried out with a sail line type survey configuration. The bin size used is 6.25 m x 100 m with fold coverage 45 and far offset 4500 m. Based on the results of the analysis, dynamic methods need to be carried out rather than static methods only, because optimization using the dynamic method is done by ray simulation that is closer to the actual condition.*

Keywords: 3D marine seismic acquisition design; wave simulation; *sail line*; *streamer*

PENDAHULUAN

Desain survei seismik merupakan tahapan dalam pemilihan parameter akuisisi data seismik dengan mempertimbangkan target yang akan dicapai dan masalah-masalah yang akan timbul saat proses akuisisi data (Lubis dan Mulyatno, 2018). Penentuan parameter akuisisi yang diterapkan akan sangat berpengaruh terhadap kualitas data seismik

yang diperoleh (Chaouch dan Mari, 2006). Desain akuisisi dengan menggunakan metode dinamik mampu memberikan informasi mengenai maksimum *offset*, kerapatan perambatan gelombang, dan mengetahui perambatan gelombang bawah permukaan yang dipengaruhi oleh kondisi bawah permukaan (Banuboro, 2017). Menurut (Wibisono dkk., 2018), hasil desain akuisisi

dengan menggunakan dinamik lebih baik dibandingkan dengan hanya menggunakan metode statik (Wibisono dkk., 2018). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan desain akuisisi seismik yang optimal dan dapat mengetahui pengaruh desain akuisisi 3D metode statik dan dinamik. Data *input* merupakan model geologi 3D yang terletak pada perairan Timur Pulau Madura.

Terdapat parameter *input* yang dibutuhkan dengan pendekatan matematis. Pada seismik 2D terdapat parameter *CDP interval*, *fold coverage*, dan *far offset*. Parameter Interval CDP (*common dip point*) ini sama halnya dengan pengertian *midpoint*. *Midpoint* merupakan titik yang jatuh tepat ditengah-tengah antara posisi sumber dengan penerima (Cordsen dkk., 2000)

$$Interval\ CDP = \frac{V_{rms}}{4 \times f_{max} \times \sin \alpha} \quad (1)$$

dengan:

V_{rms} : Kecepatan rata-rata (m/s)

f_{max} : Frekuensi maksimal gelombang (hz)

$\sin \alpha$: Kemiringan target

Berbeda dengan seismik 2D, Pada seismik 3D laut titik pantul sebuah sinar gelombang pada lapisan bawah permukaan adalah berupa bidang atau area disebut dengan *bin size*.

$$Crossline\ bin\ size = \frac{Streamer\ interval}{2 \times Number\ of\ Sources} \quad (2)$$

$$Inline\ bin\ size = \frac{1}{2} \times Interval\ Channel \quad (3)$$

dengan:

Streamer interval: Jarak antar *streamer* (m)

Interval channel: Jarak antar *hydrophone* (m)

Number of Source: Jumlah *source* pada *seismic vessel*

Pada seismik 2D, parameter *fold coverage* merupakan banyaknya gelombang yang memantul pada titik CDP yang sama, secara matematis dapat didefinisikan dengan persamaan berikut:

$$Fold\ Coverage = \frac{1}{2} \times \frac{RI}{SI} \times Ch \quad (4)$$

dengan:

RI: *Receiver interval* (m)

SI: *Shot interval* (m)

Ch: Jumlah *receiver*

Nilai *fold coverage* pada survei seismik 3D dibedakan menjadi *cross line fold* dan *inline fold*. Namun, pada seismik 3D laut *crossline fold* bernilai 1 (satu) karena *receiver* bergerak dengan *source* mengikuti *shot line* sehingga *fold* yang dihasilkan hanya merupakan *inline fold*. *Inline fold* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Inline\ Fold = \frac{\Sigma Ch \times Channel\ Interval}{2 \times Shot\ Interval} \quad (5)$$

dengan:

ΣCh : Jumlah *hydrophone*

Channel interval: jarak antar *hydrophone* (m)

Shot interval: jarak antar *shot* (m)

Parameter *far offset* merupakan rekaman gelombang terjauh antara *source* dengan *receiver*. *far offset* difokuskan untuk mendapatkan target kedalaman (Cordsen dkk., 2000). Parameter *far offset* pada seismik laut dengan konfigurasi *off end* umumnya merupakan panjang bentangan *streamer*, ketika sudah diketahui panjang bentangan lintasan maka dapat dihitung banyaknya *receiver* yang akan digunakan pada survei.

$$\Sigma Ch = \frac{Far\ Offset}{\Delta R} \quad (6)$$

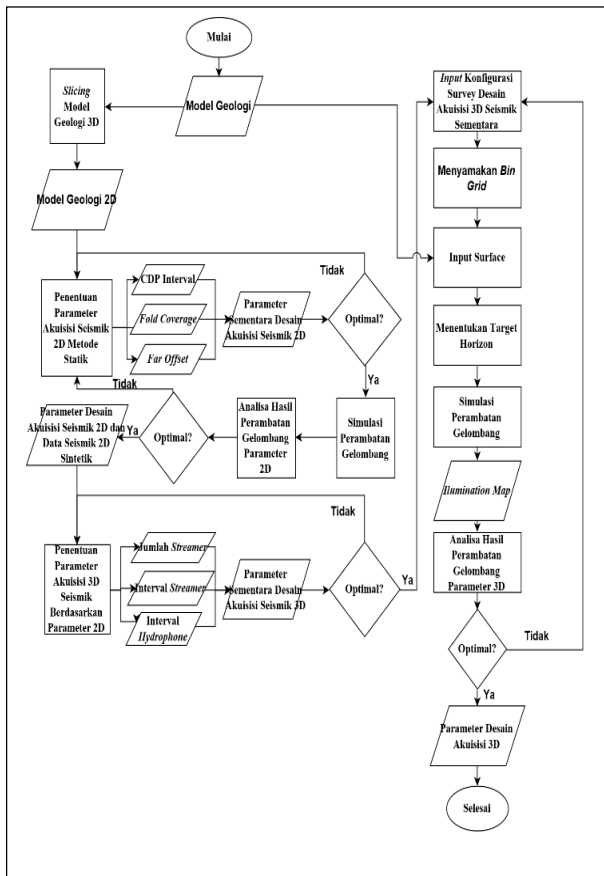
dengan:

ΣCh : Jumlah *hydrophone*

ΔR : Interval *hydrophonr* (m)

METODOLOGI

Dapat dilihat pada Gambar 1, Data *input* pada penelitian ini merupakan model geologi 3D sintetik yang sudah serta satu buah data sumur PJG-1. Model geologi terbentuk dalam domain kedalaman, memiliki 12 (dua belas) batas lapisan dengan nilai kecepatan interval (V_p) dan densitas setiap lapisan. Model geologi 3D memiliki ukuran E-W 26800 m dan N-S 16500 m, model geologi 3D tersebut dapat dibuat menjadi model geologi 2D dengan melakukan *slicing* Barat-Timur yang berpotongan pada data sumur.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Desain akuisisi seismik 2D yang optimal dilakukan dengan tinjauan parameter berupa *CDP Interval*, *Fold Coverage*, dan *Far Offset*. Desain akuisisi seismik 2D dilakukan dengan metode dinamik. Desain akuisisi seismik 2D metode dinamik dipengaruhi kondisi bawah permukaan karena dilakukan dengan melihat respon perambatan gelombang pada model geologi 2D dari hasil *slicing*. Perambatan gelombang dilakukan dengan kondisi ideal tanpa adanya atenuasi frekuensi maupun amplitudo. Hasil perambatan gelombang setiap variasi parameter kemudian diolah secara sederhana hingga menjadi penampang seismik 2D sintetik dan dianalisa secara kualitatif, dimana hasil olahan yang mampu menggambarkan reflektor yang dengan jelas, dianggap sebagai desain akuisisi seismik 2D yang optimal. Desain akuisisi seismik 2D tersebut diaplikasikan pada penentuan parameter desain akuisisi seismik 3D.

Desain akuisisi seismik 3D menggunakan metode statik dan dinamik. Terdapat variasi parameter yang digunakan pada desain akuisisi seismik 3D ini yaitu jumlah *streamer*, interval *streamer*, interval *hydrophone* dengan

memperhatikan parameter desain akuisisi seismik 2D yang paling optimal. Desain akuisisi seismik 3D metode statik dengan melihat distribusi *trace* pada target kedalaman. Parameter desain akuisisi seismik 3D metode dinamik dilakukan simulasi gelombang dengan menggunakan kondisi bawah permukaan dari model geologi 3D yang telah ada dengan parameter kecepatan lapisan (V_p) dan densitas lapisan. Simulasi gelombang pada metode dinamik ini dilakukan sebagai analisa nilai *fold* terhadap pengaruh kondisi bawah permukaan.

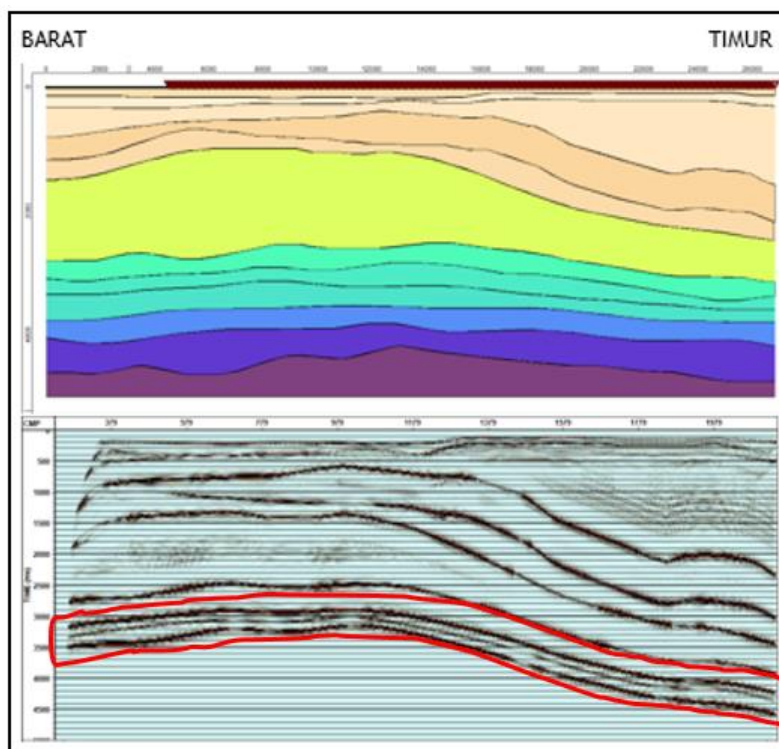
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan parameter *input* desain akuisisi data seismik 2D diawali dengan penentuan *CDP interval* menggunakan persamaan (1) yang kemudian didapatkan parameter interval *receiver* dan *shot* dengan dengan hubungan yaitu dua kali dari *CDP interval* (Cordsen dkk., 2000). Kedalaman target pada penelitian ini yaitu lapisan *basement*, V_{rms} pada model geologi didapatkan sebesar 3243.171 m/s dari analisa kuantitatif kecepatan interval dengan kedalaman. Kemiringan maksimal target didapatkan 40° yang didapatkan dari analisa kualitatif model geologi. Kemudian, frekuensi maksimal yang digunakan yaitu 40 Hz sehingga dari perhitungan didapatkan *CDP interval* sebesar 25 m.

Tabel 1. Variasi Parameter Desain Akuisisi 2D

Variasi Parameter Desain Akuisisi Seismik 2D		
CDP Interval	25 m	12.5 m
Fold Coverage	45	30
Far Offset	4500	2250

Tabel 1 menunjukkan variasi parameter desain akuisisi seismik 2D. variasi tersebut kemudian akan digunakan untuk simulasi gelombang dengan menggunakan metode dinamik agar dapat dianalisa secara kualitatif reflektor yang dihasilkan. Konfigurasi survei yang digunakan yaitu *off end*, dimana posisi sumber berada pada salah satu sisi rangkaian *hydrophone*. Konfigurasi tersebut sangat sesuai untuk digunakan dalam akuisisi data seismik laut karena pengambilan data dilakukan bersamaan



Gambar 2. Penampang Seismik Parameter *CDP Interval* 12.5 m, *Fold Coverage* 45 dan *Far Offset* 4500 m. (atas) Model Geologi 2D, (bawah) Hasil Pengolahan Data Seismik 2D

dengan jalannya kapal (*moving survey*) (Wibisono dkk., 2018). Nilai *fold coverage* dan *far offset* didapatkan dari perhitungan persamaan (4) dan (6).

Gambar 2 menunjukkan penampang seismik 2D dari simulasi gelombang desain akuisisi metode dinamik yang dianggap optimal karena mampu memberikan gambaran yang relatif mirip dengan model geologi 2D yaitu dengan parameter *CDP interval* 12.5 m karena sangat memberikan kemenerusan reflektor yang tegas dan jelas, parameter *fold coverage* dengan nilai 45 karena mampu memberikan ketegasan reflektor yang baik, serta parameter *far offset* 4500 m karena dapat memberikan resolusi vertikal yang baik dalam artian jangkauan kedalaman gelombang dalam menggambarkan lapisan target (tanda warna merah). Pemilihan parameter yang optimal didukung oleh pernyataan Cordsen dkk tahun 2000, nilai *CDP interval* semakin rapat akan semakin baik *S/N ratio*-nya, nilai *fold coverage* semakin besar semakin baik *S/N ratio*-nya (Cordsen dkk., 2000). Untuk nilai *far offset* dipilih tergantung pada target kedalaman, karena target kedalaman penelitian ini terdapat

pada lapisan *basement* pada kedalaman diatas 4000 m, maka dengan nilai *far offset* 4500 m mampu menjangkau target kedalaman dengan nilai *maximum offset* harus lebih besar daripada kedalaman target terutama pada kondisi geologi kompleks (Cordsen dkk., 2000).

Tabel 2. Desain Akuisisi Seismik 2D

Parameter Desain Akuisisi Seismik 2D	
CDP interval	12.5 m
Fold Coverage	45
Far Offset	4500 m
Interval Shot	50 m
Interval Receiver	25 m
Jumlah Shot	447
Jumlah Hydrophone	180

Desain akuisisi 2D yang telah dipilih tersebut akan digunakan sebagai rekomendasi dalam penentuan parameter desain akuisisi 3D laut dengan menggunakan *streamer*. Parameter yang menjadi acuan untuk penentuan desain akuisisi seismik 3D laut ini yaitu jumlah *streamer*, interval *streamer*, dan interval *hydrophone*. Parameter jumlah *streamer* pernah dilakukan oleh Wibisono dkk., tahun 2018 untuk optimalisasi desain akuisisi 3D seismik laut

dengan variasi parameter jumlah *streamer* 4, 6, dan 8 buah. Penelitian ini, parameter interval *streamer*, dan interval *receiver* juga digunakan untuk melihat pengaruh parameter tersebut terhadap jangkauan kedalaman

Tabel 3. Variasi Parameter Desain Akuisisi 3D

Variasi Parameter	
Jumlah <i>Streamer</i>	6; 8; 10 buah
Interval <i>Streamer</i>	100 m; 200 m
Interval <i>Hydrophone</i>	25 m; 12.5 m

Pada Tabel 3, Variasi jumlah *streamer* terdapat 2 (dua) variasi, interval *streamer* 2 (dua) variasi dan interval *hydrophone/group interval* 3 (tiga) variasi. Variasi tersebut dipilih mengikuti perkembangan teknologi dimana perkembangan jumlah *streamer* saat ini sudah menggunakan hingga 16 *streamer* (Vermeer, 2012), namun pada penelitian ini, digunakan 6-10 *streamer*. Pada umumnya, kebanyakan akuisisi *streamer* menggunakan interval *streamer* 100m untuk mendapatkan *crossline sampling* (Dondurur, 2018). Pada penelitian

ini, digunakan dua variasi interval *streamer* 100 m dan 200 m untuk melihat jangkauan kedalaman. Interval *hydrophone* pada survei umumnya menggunakan 12.5 m dengan kelipatan 3.125 m (Dondurur, 2018). Dengan kelipatan tersebut digunakan variasi interval *hydrophone* 12.5 m dan 25 m.

Untuk penembakan, penelitian ini menggunakan *single source*. Untuk konfigurasi penembakan tetap menggunakan konfigurasi *off end* dimana *bentangan receiver* mengikuti jalannya akuisisi (*moving survey*) dan tipe yang digunakan pada konfigurasi ini yaitu *swath sail line*. Variasi parameter desain akuisisi seismik 3D akan dikombinasikan sehingga didapatkan 12 (dua belas) variasi.

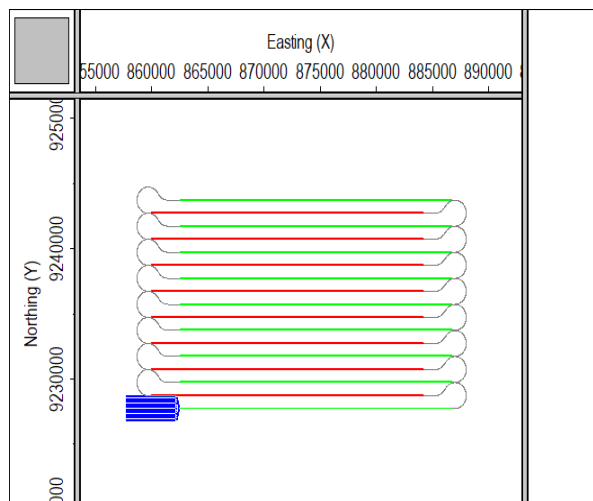
Tabel 4 menunjukkan variasi yang digunakan untuk penentuan parameter desain akuisisi seismik 3D metode statik. Variasi tersebut tetap mempertahankan parameter rekomendasi desain akuisisi 2D sebelumnya yaitu *CDP interval* 12.5 m, *fold coverage* 45, dan *far offset* 4500 m. pada seismik 3D, *CDP interval* disebut dengan *bin size* yaitu parameter yang menunjukkan titik pantul

Tabel 4. Variasi Parameter Desain Akuisisi Seismik 3D Laut

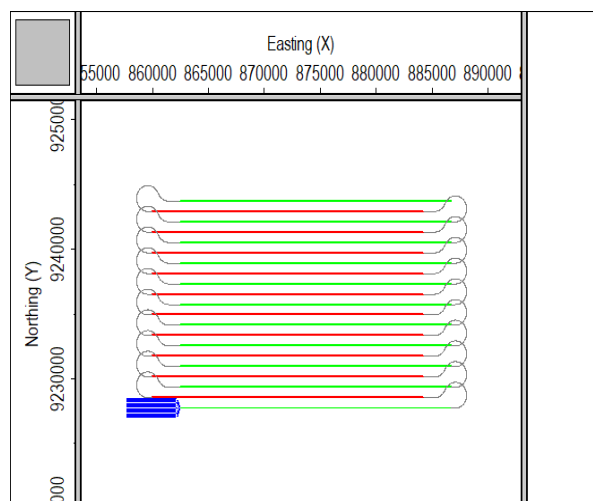
Variasi ke-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jumlah <i>Streamer</i>	6	8	10	6	8	10	6	8	10	6	8	10
Interval <i>Streamer</i>	100 m	100 m	100 m	100 m	100 m	100 m	200 m	200 m	200 m	200 m	200 m	200 m
Interval <i>Hydrophone</i>	25 m	25 m	25 m	12.5 m	12.5 m	12.5 m	25 m	25 m	25 m	12.5 m	12.5 m	12.5 m
Interval <i>Shot</i>	50 m	50 m	50 m	50 m	50 m	50 m	50 m	50 m	50 m	50 m	50 m	50 m
Jumlah <i>Hydrophone /Streamer</i>	180	180	180	360	360	360	180	180	180	360	360	360
Jumlah <i>Shot/Line</i>	487	487	487	487	487	487	487	487	487	487	487	487
Interval Lintasan	300 m	400 m	500 m	300 m	400 m	500 m	600 m	800 m	1000 m	600 m	800 m	1000 m
Jumlah Lintasan	56	42	34	56	42	34	28	21	17	28	21	17
<i>Bin Size</i>	12.5m x 50m	12.5m x 50m	12.5m x 50m	6.25m x 50m	6.25m x 50m	6.25m x 50m	12.5m x 100m	12.5m x 100m	12.5m x 100m	6.25m x 100m	6.25m x 100m	6.25m x 100m
<i>Fold Coverage</i>	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
<i>Far Offset</i>	4500m	4500m	4500m	4500m	4500m	4500m	4500m	4500m	4500m	4500m	4500m	4500m

(CDP) pada survei seismik 3D yang membentuk suatu bidang (Chaouch dan Mari, 2006) dan *fold coverage* terdapat 2 (dua) *fold* yaitu *inline fold* dan *crossline fold*. Namun, untuk akuisisi *streamer* nilai *crossline fold* bernilai 1 (satu) (Vermeer, 2012).

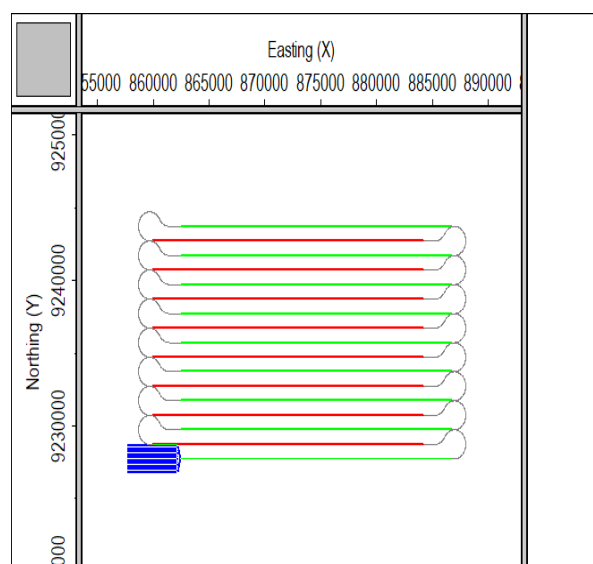
Parameter desain akuisisi seismik laut ini, terdapat pula parameter desain 3D lain seperti interval *shot*, jumlah *hydrophone/streamer*, jumlah *shot/line*, interval lintasan dan jumlah lintasan. Nilai parameter jumlah *hydrophone/streamer* tersebut ditentukan dari hasil perhitungan persamaan (6) dengan nilai *far offset* 4500 m. Parameter interval *shot* didapat dari perhitungan persamaan (5) dengan menggunakan parameter *interval hydrophone* dan jumlah *hydrophone/line* serta acuan nilai *fold coverage* sebesar 45. Nilai *fold coverage* pada akuisisi *streamer* sama dengan *inline fold* karena nilai *crossline fold* bernilai 1 (satu) disebabkan arah susunan *streamer* sejajar dengan arah *shot line*. Untuk parameter jumlah *shot/line* dan jumlah lintasan ditentukan dengan menyesuaikan dimensi *template* pengukuran dimana pada penelitian ini dimensi *template* disamakan dengan dimensi model geologi 3D. Penentuan nilai interval lintasan agar tidak terdapat *gap* data ditentukan dengan nilai setengah dari lebar *streamer* (Dondurur, 2018) dimana lebar *streamer* didapat dari perkalian jumlah *streamer* dengan interval. Nilai *inline bin size* dan *crossline bin size* dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (2) dan (3) dengan menggunakan parameter interval *hydrophone* dan interval *streamer*. *Bin size* 6.25 m x 100 m dan 6.25 m x 50 m (variasi ke- 4, 5, 6, 10, 11, 12) tidak menggunakan rekomendasi desain akuisisi 2D dengan nilai *CDP interval* 12.5 karena terdapat parameter interval *hydrophone* yang bernilai 12.5 m sedangkan pada persamaan (3) nilai *inline bin size* adalah setengah dari interval *hydrophone* sehingga nilai *inline bin size* yang didapat yaitu 6.25m.



Gambar 3. Template Desain Akuisisi 3D Variasi ke-9



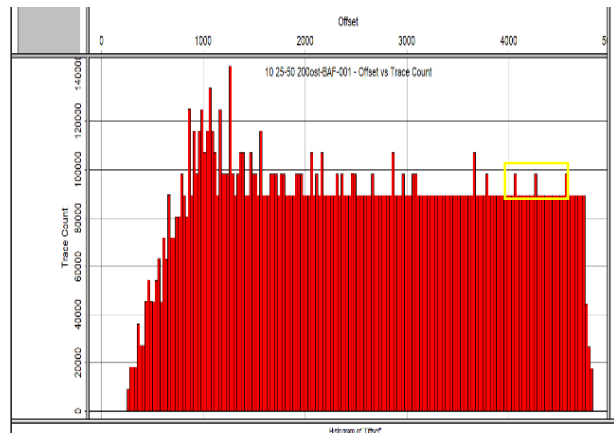
Gambar 4. Template Desain Akuisisi 3D Variasi ke-11



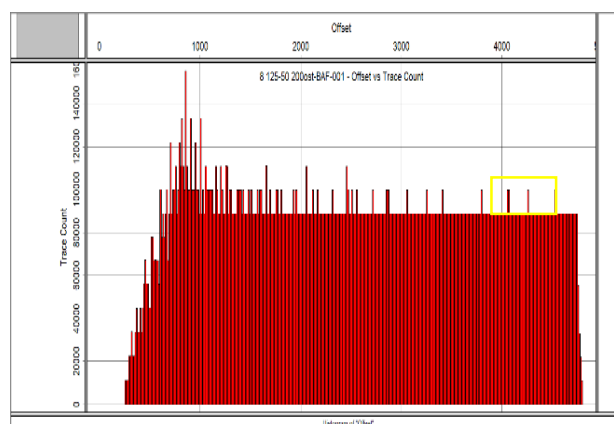
Gambar 5. Template Desain Akuisisi 3D Variasi ke-12

Gambar 3 menunjukkan *template*, nilai 3D *fold*, nilai *far offset* dari variasi ke-9 (jumlah *streamer* 10, interval *streamer* 200 m, dan interval *hydrophone* 25 m) sedangkan Gambar 4 untuk variasi ke-11 (jumlah *streamer* 8 buah, interval *streamer* 200 m, dan interval *hydrophone* 12.5 m) dan Gambar 5 untuk variasi ke-12 (jumlah *streamer* 10 buah, interval *streamer* 200 m, dan interval *hydrophone* 12.5 m). Arah penembakan ke arah Barat ditunjukkan garis warna merah pada gambar dan sebaliknya, garis warna hijau menunjukkan arah penembakan ke Timur, kapal yang membawa *streamer* ditunjukkan oleh garis warna biru. *Template* tersebut menggunakan konfigurasi tipe *sail line* dengan *pattern antiparallel* dimana kapal berjalan ke *shot line* berikutnya yang berdekatan dari *shot line* yang telah diakuisisi dan memulai penembakan dengan arah berlawanan (Dondurur, 2018). Penembakan dilakukan dengan orientasi arah Barat-Timur, arah akuisisi ini ditentukan karena dari model geologi 3D arah *dipping* dominan dengan arah Barat-Timur.

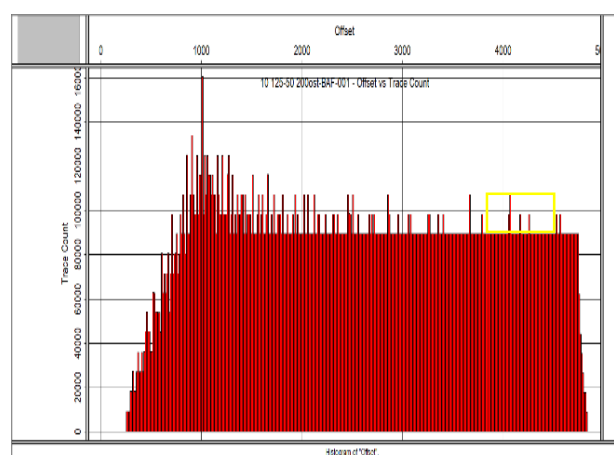
Parameter jumlah *streamer* dan interval *streamer* dapat dilihat pengaruhnya pada *template* berdasarkan variasi parameter desain akuisisi 3D tersebut yaitu semakin banyak jumlah *streamer* dan besar interval *streamer* yang digunakan semakin sedikit jumlah lintasan yang digunakan. Sedangkan nilai interval *hydrophone* tidak berpengaruh besar pada *template*. Pengaruh parameter tersebut pada *template* dipertimbangkan untuk penentuan parameter optimal karena dengan hasil yang sama diperlukan parameter dengan biaya dan waktu yang lebih efisien dan didapatkan variasi 8, 9, 11, dan 12 (lihat Tabel 4) dianggap paling efisien dari tinjauan jumlah lintasan yang paling sedikit dan paling berpengaruh pada biaya dan waktu. Namun, untuk lebih mendapatkan parameter desain akuisisi seismik 3D metode statik yang optimal, perlu dilakukan analisa lain setiap variasi yaitu analisa *trace count* terhadap *offset*.



Gambar 6. Histogram *Trace Count* vs *Offset* variasi ke-9

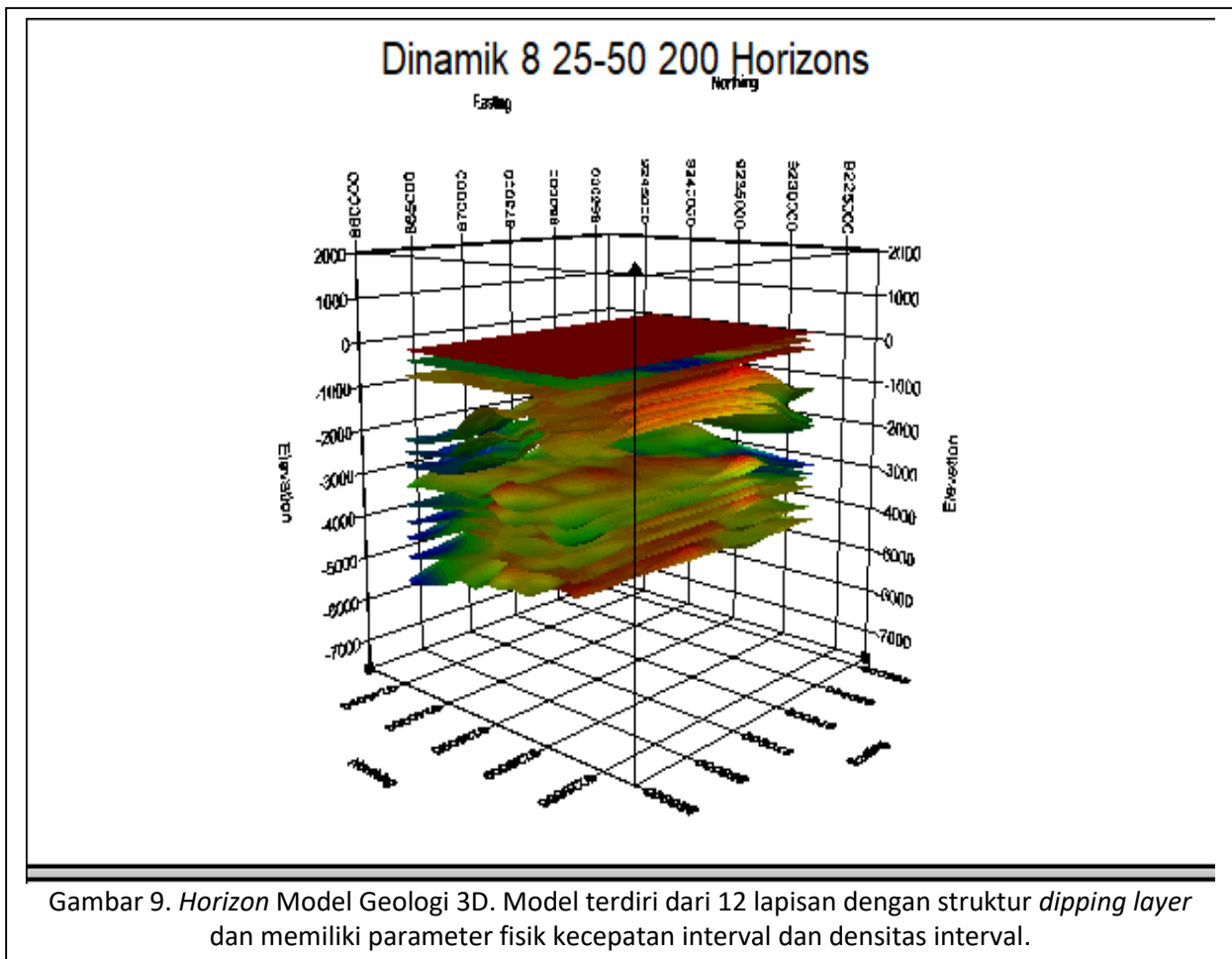


Gambar 7. Histogram *Trace Count* vs *Offset* variasi ke-11



Gambar 8. Histogram *Trace Count* vs *Offset* variasi ke-12

Pada Gambar 6 sampai 8 terdapat diagram hubungan antara *trace count* dengan *offset* variasi ke-9, 11, dan 12. Ketiga variasi tersebut merupakan variasi yang dipilih sebagai parameter paling optimal. Diagram tersebut merupakan hubungan banyaknya



jumlah *traces* pada tiap *offset*. Untuk mendapatkan jangkauan target kedalaman tersebut nilai *offset* tidak boleh kurang dari 4000 m karena semakin besar nilai *far offset* maka jangkauan kedalaman atau resolusi vertikal akan semakin baik. Ketiga variasi telah dipilih karena terdapat beberapa *trace* tinggi yang berkumpul pada *offset* lebih dari 4000 m yang ditunjukkan oleh kotak warna kuning.

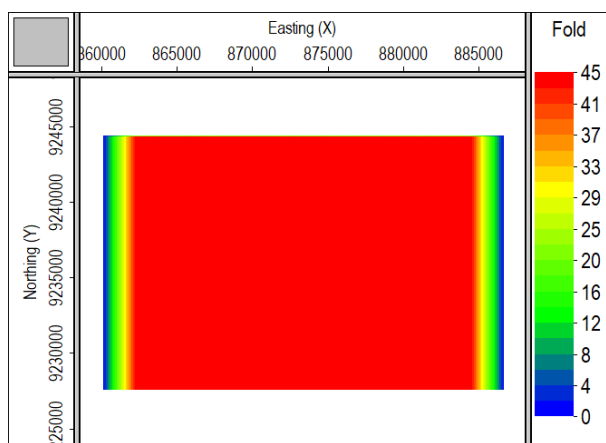
Setelah dilakukan analisa terhadap 3 (tiga) variasi parameter desain akuisisi seismik 3D laut yang telah dipilih, Parameter jumlah streamer berpengaruh pada distribusi *trace* pada *offset*. Semakin banyak jumlah streamer semakin banyak *traces* yang terakumulasi pada *offset* tertentu. Kemudian, semakin besar nilai interval streamer, jangkauan *offset* dengan *trace* yang terkumpul lebih jauh. Sedangkan parameter interval hydrophone akan mempengaruhi inline bin size sehingga semakin kecil interval hydrophone banyak kelipatan *trace* count. Tiga variasi parameter yang telah dipilih tersebut digunakan untuk dilakukan metode dinamik. Metode dinamik menggunakan iluminasi

pada target kedalaman dengan penembakan berdasarkan konfigurasi *template* tiap variasi. Proses iluminasi menggunakan model geologi 3D.

Gambar 10 sampai 12 merupakan hasil dari simulasi iluminasi berupa *illumination map* dari ketiga variasi. *Illumination map* menampilkan persebaran nilai 3D *fold* dari lapisan target yaitu *basement*. Besar tidak nya nilai *fold* pada *illumination map* berdasar dari banyaknya *ray* yang terpantul pada suatu *bin size* lapisan *basement* setelah melewati 11 *horizon* di atasnya yang memiliki pengaruh pada keadaan struktur dan parameter fisik (kecepatan interval dan densitas)

Perlu dianalisa untuk mendapatkan parameter desain akuisisi seismik 3D yang paling optimal sebagai hasil dari penelitian ini. Analisa yang dilakukan yaitu analisa *range 3D fold*. *Illumination map* variasi ke-9 memiliki nilai *fold* tertinggi sebesar 368 dan nilai terkecil 0. Untuk *illumination map* variasi ke-11, *fold* tertinggi bernilai 242 dan *fold* terendah bernilai 0 (nol). Sedangkan *illumination map* variasi ke-12, *fold*

tertinggi bernilai 513 dan *fold* terendah bernilai 0 (nol). untuk mendapatkan gambaran lapisan target dengan reflektor jelas, maka *fold coverage* harusnya merata dengan artian perbedaan persebaran nilai *fold* tidak terlalu tinggi. *Illumination map* variasi ke-11 memiliki perbedaan nilai *fold* yang paling kecil daripada kedua *illumination map* variasi lainnya maka variasi ke-9 (jumlah *streamer* 8 buah, interval *streamer* 200 m, dan interval *hydrophone* 12.5) dianggap paling optimal.



Gambar 13. 3D *Fold* Variasi ke-11 (Metode Statik)

Jika dibandingkan dengan metode statik, nilai 3D *fold* variasi ke-11 metode statik (Gambar 13) merata dengan nilai 45 pada bagian tengah karena kondisi bawah permukaan diasumsikan datar (*flat*) sedangkan metode dinamik (Gambar 11), nilai *fold* tetap dominan bernilai 45 namun variasi nilainya bervariasi tiap *bin* dikarenakan pengaruh lapisan-lapisan atas menyebabkan *ray* terefleksi, terefraksi dan diteruskan hingga memantul pada lapisan *basement*. Setelah penentuan parameter desain akuisisi seismik 3D laut menggunakan metode statik dan dinamik didapatkan parameter desain akuisisi seismik 3D menggunakan statik dinamik dianggap paling direkomendasikan daripada hanya menggunakan metode statik.

PENUTUP

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa desain akuisisi seismik 3D laut yang optimal memiliki parameter sebagai berikut:

- Konfigurasi : *Off end, sail line type*
- *Bin Size* : 6.25 m x 100 m

- *Fold Coverage* : 45
- *Far Offset* : 4500 meter
- Jumlah *Streamer* : 8 buah
- Interval *Streamer* : 200 meter
- Interval *Hydrophone*: 12.5 meter
- Interval *Shot* : 50 meter
- Jumlah *Hydrophone /Streamer* : 360 buah
- Jumlah *Shot/Line* : 487 buah
- Interval Lintasan : 800 m
- Jumlah Lintasan : 21 lintasan

Metode statik mengasumsikan kondisi bawah permukaan dalam keadaan *flat* (datar) sehingga *range* nilai *fold* relatif sama, sedangkan metode dinamik mempertimbangkan kondisi bawah permukaan dengan analisa *range* nilai *fold* yang bervariasi pada lapisan target sehingga jatuhnya *raypath* terpengaruh oleh lapisan yang dilalui *ray* tersebut. Oleh karena itu, pengoptimalan menggunakan metode dinamik lebih direkomendasikan dengan asumsi simulasi *ray* yang dilakukan lebih mendekati kondisi sebenarnya. Selain itu, dapat ditambahkan variasi arah penembakan untuk analisa *azimuth distribution*, serta mempertimbangkan segi biaya operasional dari desain akuisisi yang dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Banuboro, A. (2017), Desain Parameter Akuisisi Seismik 3d Untuk Eksplorasi Hidrokarbon Di Lingkungan Vulkanik Dengan Dengan Analisa Metode Dinamik Dan Statik Pada Cekungan Jawa Barat Bagian Utara, Undergraduate, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Diambil dari <http://repository.its.ac.id/42206/>.
- Chaouch, A. dan Mari, J.L. (2006), "3-D Land Seismic Surveys: Definition of Geophysical Parameter", Oil & Gas Science and Technology - Revue de l'IFP, Vol.61, No.5, hal. 611–630. <http://doi.org/10.2516/ogst:2006002>.
- Cordson, A., Galbraith, M. dan Peirce, J. (2000), Planning Land 3-D Seismic Surveys, Society of Exploration Geophysicists. <http://doi.org/10.1190/1.9781560801801>.
- Dondurur, D. (2018), "Marine Seismic Data Acquisition", dalam Acquisition and Processing of Marine Seismic Data, Elsevier, hal. 37–169.

<http://doi.org/10.1016/B978-0-12-811490-2.00002-5>.

Lubis, R. dan Mulyatno, B.S. (2018), OPTIMALISASI DAN ANALISIS DESAIN PARAMETER SEISMIK 3D DARAT, hal. 18.

Vermeer, G.J.O. (2012), 3D Seismic Survey Design, Second Edition, Society of Exploration Geophysicists. <http://doi.org/10.1190/1.9781560803041>.

Wibisono, B., Utama, W. dan Syaifuddin, F. (2018), "Desain Akuisisi Seismik Laut 3D Untuk Eksplorasi Hidrokarbon Dengan Menggunakan Metode Enhanced Static", Jurnal Geosaintek, Vol.4, No.3, hal. 75. <http://doi.org/10.12962/j25023659.v4i3.4509>.
