

OPTIMALISASI DESAIN SURVEI SEISMIK BERDASARKAN DATA EVALUASI TEKNIS DAN PARAMETER YANG TERSEDIA DALAM SOFTWARE MESA

Muhammad Fadhil¹, Ibrahim Sota¹, Simon Sadok Siregar¹

ABSTRACT. Seismic data acquisition is done to get a recording of seismic data. The quality of seismic data judged from a comparison between the amount of reflection signals received by signal interference received. Three-dimensional seismic survey (3D) provides an overview of the subsurface geology accuracy better than seismic two-dimensional (2D). Seismic three-dimensional (3D) generally require a higher cost than the two-dimensional (2D) because the density of the firing point and the receivers more. Making the seismic survey design into a solution of a problem before conducting seismic exploration for exploration which was preceded by design rarely meet with failure and have a positive impact in optimizing the configuration of the spread as well as aspects of the economy. Of the four designs seismic surveys that have been made and the discussions it was found that all the firing patterns, to the desired target has been able to meet the desired targets. Firing patterns have value slanted *fold* better than firing patterns *orthogonal*, *brick*, and the *patch* because it has a value greater *fold*. Firing patterns *patch* is firing patterns are more suitable for shallow penetration compared with the three other designs, but in terms of the cost will be more expensive. Of the four firing patterns that have been made can be concluded that the firing patterns of *brick* is more objective in terms of both data and the distribution of funds will be issued.

Keywords: seismic, seismic survey design, firing patterns

PENDAHULUAN

Gelombang seismik adalah gelombang mekanis yang muncul akibat adanya gempa bumi. Gelombang secara umum adalah fenomena perambatan gangguan (usikan) dalam medium sekitarnya. Gangguan ini mula-mula terjadi secara lokal yang menyebabkan terjadinya osilasi (pergeseran) kedudukan partikel-partikel medium, osilasi tekanan maupun osilasi rapat massa. Karena gangguan merambat dari suatu tempat ke tempat lain, berarti ada transportasi energi. Penelitian ini merupakan kegiatan

awal pada tahap akuisisi data seismik. Desain survei seismik merupakan metode pemilihan parameter akuisisi data dengan mempertimbangkan target yang akan dicapai dan permasalahan yang akan dihadapi dalam proses akuisisi data yang akan diperoleh. Parameter akuisisi dari suatu lapangan biasanya berbeda antara satu lapangan dengan lapangan yang lainnya. Beberapa hal yang harus dipertimbangkan ketika membuat desain survei seismik yaitu kedalaman target obyektif utama dan target obyektif selanjutnya, kualitas refleksi, resolusi vertikal yang

¹Program Studi Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat

diinginkan, kemiringan target, ciri-ciri jebakan yang menjadi sasaran, masalah *noise* khusus yang akan muncul di lapangan dan logistik dalam pelaksanaan operasi survei seismik. Kualitas data seismik yang baik perlu dilakukan desain survei seismik yang paling optimal sehingga target yang diinginkan dapat tercapai dengan memperhitungkan anggaran survei seismik yang akan dilakukan.

Teori Gelombang

Gelombang seismik disebut juga gelombang elastik karena osilasi partikel-partikel medium terjadi akibat interaksi antara gaya gangguan (gradien dari interaksi ini muncul gelombang longitudinal, gelombang transversal dan kombinasi diantara keduanya. Apabila medium hanya memunculkan gelombang longitudinal saja (misalnya di dalam fluida) maka dalam kondisi ini gelombang seismik sering dianggap sebagai gelombang akustik.

Dalam eksplorasi minyak dan gas bumi, seismik refleksi lebih lazim digunakan daripada seismik refraksi. Hal tersebut disebabkan karena seismik refleksi mempunyai kelebihan dapat memberikan informasi yang lebih lengkap dan baik mengenai keadaan struktur bawah permukaan.

Hukum Snellius

Aplikasi utama hukum Snellius dalam bidang seismik adalah untuk menentukan sudut refleksi dan refraksi gelombang yang timbul pada bidang batas lapisan yang berbeda di sudut yang bukan 90° . Hukum Snellius menyatakan bahwa sudut refleksi selalu menunjukkan sudut yang sama dengan sudut datangnya. Sudut datang dan sudut pantul diukur dari batas normal antara dua lapisan dengan impedansi seismik yang berbeda.

Energi yang ditransmisikan melewati bidang batas lapisan akan mengalami perubahan arah perambatan yang disebut dengan refraksi gelombang akustik. Arah gelombang akustik yang dibiarkan bergantung pada perbandingan kecepatan kedua lapisan yang dilalui.

Prinsip Huygens

Prinsip Huygens merupakan salah satu pendekatan yang digunakan untuk menggambarkan penjalaran gelombang yang berada di bawah permukaan. Prinsip ini menyatakan bahwa setiap titik pada muka gelombang bertindak sebagai sumber baru untuk muka gelombang berikutnya. Jadi jika diketahui terdapat suatu muka gelombang x pada waktu t yang dihasilkan dari suatu sumber S , maka

untuk mendapatkan muka gelombang dengan waktu $t + t$, dapat dilakukan dengan cara membuat lingkaran-lingkaran *wavelet* sekunder dengan jari-jari $v t$ yang dibuat dari setiap titik pada muka gelombang x dan kemudian membuat garis-garis singgungnya sepanjang lintasan tersebut sehingga diperoleh muka gelombang baru dengan waktu $t + t$ [5].

Gelombang Seismik

Pulsa seismik merambat melewati batuan dalam bentuk gelombang elastis yang mentransfer energi menjadi pergerakan partikel batuan. Gelombang elastik dapat dibagi dua yaitu gelombang badan (*body wave*) dan gelombang permukaan (*surface wave*). Gelombang badan merupakan gelombang yang energinya ditransfer melalui medium di dalam bumi. Berdasarkan sifat gerakan partikel mediumnya, gelombang tubuh dibagi menjadi dua, yaitu gelombang P dan gelombang S. Gelombang *pressure* (P) disebut juga gelombang kompresi. Gerakan partikel pada gelombang ini searah dengan arah penjalaran gelombang. Gelombang *shear* dikenal juga sebagai gelombang sekunder yang kecepatannya lebih rendah dari gelombang P. Gelombang ini disebut juga gelombang S atau transversal yang memiliki gerakan partikel yang berarah

tegak lurus terhadap arah penjalaran gelombang.

Gelombang permukaan merupakan gelombang yang memiliki amplitudo besar dan frekuensi rendah yang menjalar pada permukaan bebas (*free surface*). Berdasarkan sifat gerakan partikel mediumnya, maka gelombang permukaan dibagi menjadi 2 yaitu gelombang Rayleigh dan gelombang *Love*. Gelombang Rayleigh atau dikenal juga dengan nama *ground roll* merupakan gelombang permukaan yang gerakan partikelnya merupakan kombinasi gerakan partikel gelombang P dan S, yaitu berbentuk elips [10].

Metode seismik refleksi merupakan metode geofisika yang umumnya dipakai untuk penyelidikan hidrokarbon. Biasanya metode seismik refleksi ini dipadukan dengan metode geofisika lainnya, misalnya metode gravitasi, magnetik, dan lain-lain. Namun metode seismik refleksi adalah yang paling mudah memberikan informasi paling akurat terhadap gambaran atau model geologi bawah permukaan dikarenakan data-data yang diperoleh lebih akurat. Pada umumnya metode seismik refleksi terbagi atas tiga tahapan utama, yaitu:

1. Pengumpulan data seismik yaitu semua kegiatan yang berkaitan dengan pengumpulan data sejak

survei pendahuluan dengan survei detail.

2. Pengolahan data seismik yaitu kegiatan untuk mengolah data rekaman di lapangan (*raw data*) dan diubah ke bentuk penampang seismik migrasi.
3. Interpretasi data seismik yaitu kegiatan yang dimulai dengan penelusuran horison, pembacaan waktu, dan plotting pada penampang seismik yang hasilnya disajikan atau dipetakan pada peta dasar yang berguna untuk mengetahui struktur atau model geologi bawah permukaan [11].

METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini terdiri atas beberapa tahap, antara lain:

1. Pembuatan Template

Langkah awal pembuatan pola penembakan ini yaitu menghitung nilai *bin* yang didasari pada data evaluasi teknis seismik yang didapat. Setelah didapat nilai *bin* maka langkah berikutnya adalah menentukan parameter seperti jumlah *receiver* dan sumber yang hendak digunakan dalam daerah survei dan pada pola penembakan. Selanjutnya masukkan nilai *bin*, jumlah *geophone*, dan jumlah source kedalam *software* Mesa. Setelah mendapatkan nilai *bin*, hal

selanjutnya adalah membuat desain survei lapangan. Pada desain survei lapangan ini akan dibuat empat buah template sebagai perbandingan yaitu desain *orthogonal/straight line*, *brick*, *nonorthogonal/slanted*, dan *patch*.

2. Interpretasi Data

Proses interpretasi data dilakukan untuk menentukan sebaran data yang dihasilkan pada sistem penembakan yang dilakukan pada empat tipe desain survei seismik yakni *orthogonal*, *brick*, *slanted* dan *patch*. Dari hasil yang didapat maka dapat dibandingkan nilai *full fold*, sebaran data yang berupa *rose* diagram dan nilai yang ada di histogram, nilai tengah yang ada pada setiap *binnya* dan yang terakhir perbandingan nilai biaya yang akan dikeluarkan.

3. Kesimpulan

Kesimpulan menjadi proses terakhir yaitu menyimpulkan hasil analisis dan interpretasi data sehingga tujuan dari penelitian dapat tercapai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan desain parameter survei seismik 3D didasarkan pada data–data evaluasi teknis yang didapat seperti:

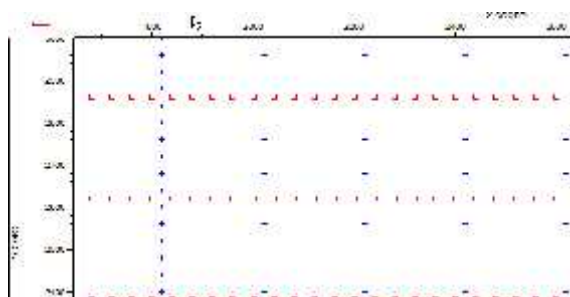
- Kedalaman: 500 m–1500 m
- Kemiringan: 300

- Kecepatan: 2300 m/s
- Frekuensi: 50 Hz

Berdasarkan data evaluasi teknis ini, diperoleh nilai bin sebesar 20 m. *Bin* sendiri adalah rekayasa sampel luasan pada bidang target dan juga merupakan tempat jatuhnya sinyal–sinyal refleksi, sehingga bidang survei menjadi terbagi dalam *grid*. Nilai yang terekam dalam *bin* berupa nilai *fold*, *azimuth*, dan *offset*.

Desain Template

Desain *template orthogonal* merupakan desain yang mendasar pada survei seismik, karena dengan desain *orthogonal* kita dapat memodifikasi ke macam–macam *template* yang lain. Dapat dilihat pada keempat desain atau pola penembakan yang telah dibuat bahwa warna merah menandakan bahwa sumber dan warna biru menandakan *receiver*.

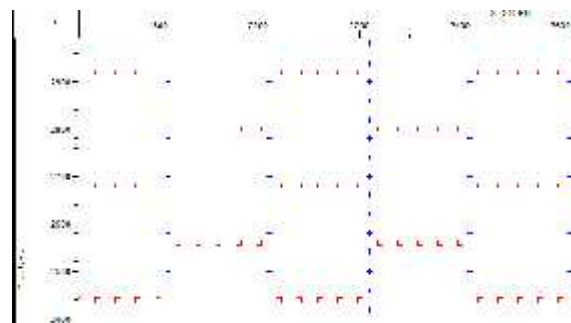


Gambar 1. Desain *Template Orthogonal*

Pada *orthogonal* arah *inline* (sumbu X) nya sebesar 240 meter dan pada arah *crossline* (sumbu Y) sebesar 200

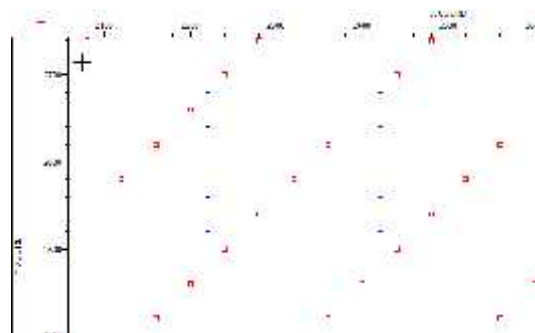
meter. Pola penembakan *orthogonal* ini menggunakan 5 *shot/salvo*.

Pada *brick* arah *inline* (sumbu X) nya sebesar 480 meter dan arah *crossline* (sumbu Y) nya sebesar 400 meter. Pada pola penembakan *brick* ini menggunakan 5 *shot/salvo*.



Gambar 2. Pola Penembakan *Brick*

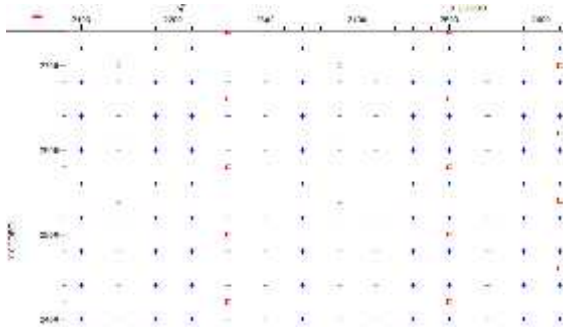
Pada pola penembakan *slanted* arah *inline* (sumbu X) nya sebesar 200 meter dan arah *crossline* (sumbu Y) sebesar 200 meter.



Gambar 3. Desain *Template Slanted*

Pada pola *patch* arah *inline* (sumbu X) nya sebesar 160 meter dan arah *crossline* (sumbu Y) sebesar 240 meter. Pada *patch* memang hanya

menggunakan 4 *shot/salvo*, namun pola penembakan ini aka lebih banyak membutuhkan *receiver* karena jarak sumber nya lebih jauh.



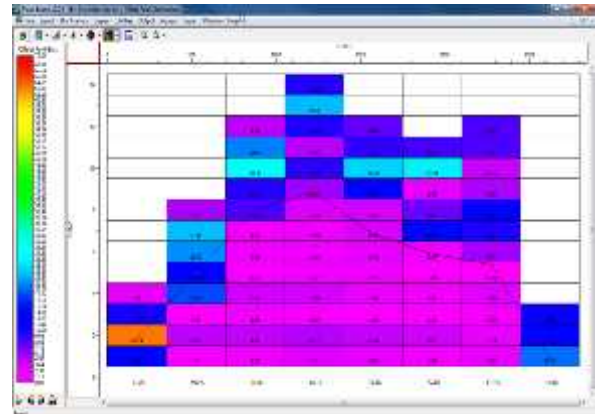
Gambar 4. Pola Penembakan *Patch*

Histogram

Pada histogram ini menunjukkan grafik dari jumlah *bin* yang mewakili liputan (*fold*) tertentu untuk setiap rentang offset. Grafik dalam arah X mewakili rentang offset dan untuk arah Y mewakili nilai kali *fold* yang terekam. Nilai yang ditampilkan pada histogram ini berupa hasil persentase (%). Warna pada setiap blok atau sel menunjukkan jumlah *bin* yang memiliki nilai redundansi tertentu.

Pada *orthogonal* jarak 0–350 diperoleh nilai maksimal sebesar 2,87 terdapat pada *fold* 4 sementara pada *fold* 2 mempunyai nilai yang paling tinggi sebesar 63,14. pada jarak 350–700 diperoleh nilai maksimal sebesar 5,33 terdapat pada *fold* 8 sementara pada *fold* 7 memiliki nilai yang paling

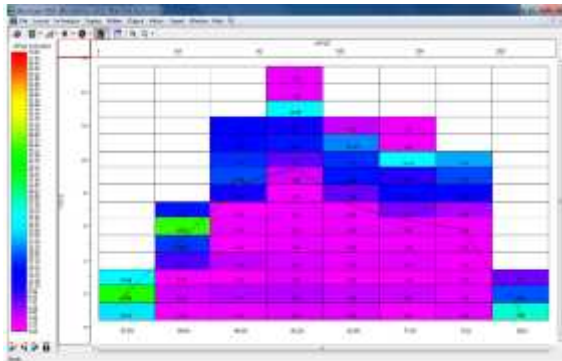
tinggi sebesar 23,37. Pada jarak 700–1050 diperoleh nilai maksimal sebesar 4,76 terdapat pada *fold* 12 sementara pada *fold* 10 mempunyai nilai paling tinggi sebesar 28,33.



Gambar 5. Histogram *Orthogonal*

Pada jarak 1050–1400 diperoleh nilai maksimal sebesar 10,55 pada *fold* 14 sementara pada *fold* 13 mempunyai nilai paling tinggi sebesar 23,24. Pada jarak 1400–1750 diperoleh nilai maksimal sebesar 8,09 terdapat pada *fold* 12 sementara pada *fold* 10 mempunyai nilai paling tinggi sebesar 24,20. Pada jarak 1750–2100 diperoleh nilai maksimal sebesar 9,24 pada *fold* 11 sementara pada *fold* 10 mempunyai nilai paling banyak sebesar 25,94. pada jarak 2100–2450 diperoleh nilai maksimal sebesar 8,79 terdapat pada *fold* 12 sementara pada *fold* 8 mempunyai nilai paling banyak sebesar 13,32. pada jarak 2450–2800 diperoleh nilai maksimal sebesar 12. 31 pada *fold*

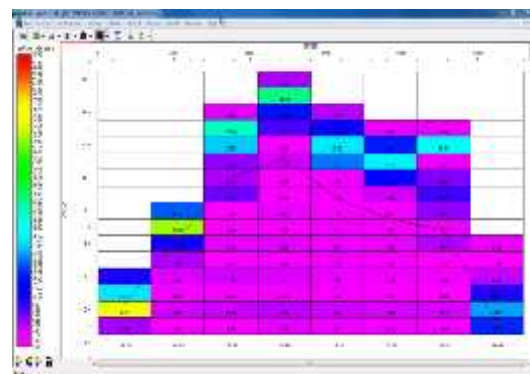
3 sementara pada *fold* 1 diperoleh nilai paling banyak sebesar 20,42.



Gambar 6. Histogram *Brick*

Pada *brick* jarak 0–350 diperoleh nilai maksimal sebesar 27,46 terdapat pada *fold* 3 sementara pada *fold* 2 mempunyai nilai yang paling banyak sebesar 44,94. Pada jarak 350–700 diperoleh nilai maksimal sebesar 16,30 terdapat pada *fold* 7 sementara pada *fold* 6 mempunyai nilai paling banyak sebesar 45,65. Pada jarak 700–1050 diperoleh nilai maksimal sebesar 14,77 pada *fold* 12 sementara pada *fold* 9 didapati nilai paling banyak sebesar 18,86. Pada jarak 1050–1400 mempunyai nilai maksimal sebesar 2,24 pada *fold* 15. Sementara pada *fold* 13 didapati nilai paling banyak sebesar 26,96. Pada jarak 1400–1750 diperoleh nilai maksimal sebesar 4,20 pada *fold* 12 sementara pada *fold* 11 mempunyai nilai paling banyak sebesar 21,10. Pada jarak 1750–2100 mempunyai nilai maksimal sebesar 1,97 pada *fold* 12

sementara pada *fold* 10 mempunyai nilai paling banyak sebesar 28,02. Pada jarak 2100–2450 diperoleh nilai maksimal dan merupakan nilai yang paling banyak sebesar 22,53 pada *fold* 10. Pada jarak 2450–2800 diperoleh nilai maksimal sebesar 7,51 pada *fold* 3 sementara pada *fold* 1 mempunyai nilai paling banyak sebesar 31,69.



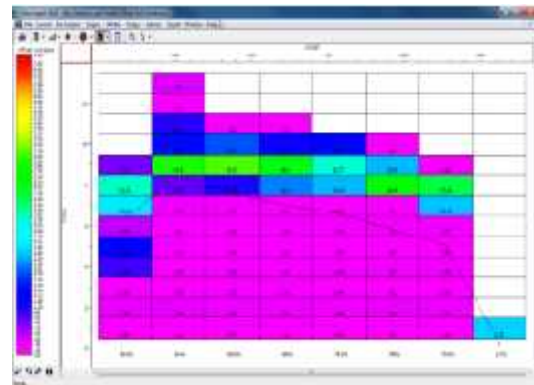
Gambar 7. Histogram *Slanted*

Pada *slanted* jarak 0–350 diperoleh nilai maksimal sebesar 10,85 terdapat pada *fold* 4 sementara pada *fold* 2 mempunyai nilai paling banyak sebesar 54,35. Pada jarak 350–700 diperoleh nilai maksimal sebesar 19,52 pada *fold* 8 sementara pada *fold* 7 mempunyai nilai yang paling banyak sebesar 50,03. Pada jarak 700–1050 diperoleh nilai maksimal sebesar 2,98 pada *fold* 14 sementara pada *fold* 13 mempunyai nilai yang paling banyak sebesar 32,34. Pada jarak 1050–1400 diperoleh nilai maksimal sebesar 5,38 pada *fold* 16 sementara pada *fold* 15 mempunyai

nilai yang paling banyak sebesar 34,94. Pada jarak 1400–1750 diperoleh nilai maksimal sebesar 5,04 pada *fold* 14 sementara pada *fold* 12 mempunyai nilai yang paling banyak sebesar 25,35. Pada jarak 1750–2100 mempunyai nilai maksimal sebesar 2,43 pada *fold* 13 sementara pada *fold* 11 mempunyai nilai yang paling banyak sebesar 26,22. Pada jarak 2100–2450 diperoleh nilai maksimal sebesar 2,26 pada *fold* 13 sementara pada *fold* 12 mempunyai nilai yang paling banyak sebesar 29,34. pada jarak 2450–2800 diperoleh nilai maksimal sebesar 2,26 pada *fold* 6 sementara pada *fold* 2 mempunyai nilai yang paling banyak sebesar 22,15.

Pada *Patch* jarak 0–350 diperoleh nilai maksimal sebesar 7,17 terdapat pada *fold* 9 sementara pada *fold* 8 mempunyai nilai paling banyak sebesar 32,21. Pada jarak 350–700 diperoleh nilai maksimal sebesar 3,42 pada *fold* 13 sementara pada *fold* 9 mempunyai nilai paling banyak sebesar 44,55. Pada jarak 700–1050 diperoleh nilai maksimal sebesar 1,61 pada *fold* 11 sementara pada *fold* 9 mempunyai nilai paling banyak sebesar 47,17. Pada jarak 1050–1400 diperoleh nilai maksimal sebesar 1.51 pada *fold* 11 sementara pada *fold* 9 mempunyai nilai paling banyak sebesar 39,71. Pada jarak 1400–1750 diperoleh nilai

maksimal sebesar 14,91 pada *fold* 10 sementara pada *fold* 9 mempunyai nilai paling banyak sebesar 31,77. Pada jarak 1750–2100 mempunyai nilai maksimal sebesar 1,34 terdapat pada *fold* 10 sementara pada *fold* 8 terdapat nilai yang paling banyak sebesar 40,69. Pada jarak 2100–2450 mempunyai nilai maksimal sebesar 1,30 terdapat pada *fold* 9 sementara pada *fold* 8 terdapat nilai paling banyak sebesar 37,15. Pada jarak 2450–2800 diperoleh nilai sebesar 24,20 terdapat pada *fold* 1.



Gambar 8. Histogram *Patch*

KESIMPULAN

1. Pola penembakan *slanted* mempunyai nilai *full fold* yang lebih bagus yaitu sebesar 72, sementara untuk pola penembakan *orthogonal*, *brick*, dan *patch* sebesar 60.
2. Nilai *near offset* dan *far offset* untuk *orthogonal* sebesar 285–2574 meter, *brick* sebesar 261–2505 meter, *slanted* sebesar 255–

2649 meter, dan *patch* sebesar 162–2432 meter sudah mencakup dari target kedalaman yang diinginkan yaitu sebesar 500–1500 meter.

3. Dari nilai histogram diperoleh nilai *foldnya* untuk *orthogonal* sebesar 14, *brick* sebesar 15, *slanted* sebesar 16, dan *patch* sebesar 12. Oleh karena itu maka pola penembakan *slanted* merupakan pola penembakan yang lebih bagus karena menghasilkan nilai *fold* sebesar 16.
4. Biaya yang didapatkan dari pola penembakan *orthogonal* sebesar Rp.127.030.000, *brick* sebesar Rp.125.090.000, *slanted* sebesar Rp.126.280.000, dan *patch* sebesar Rp.612.960.000
5. Dari empat pola penembakan yang telah dibuat dapat disimpulkan bahwa pola penembakan *brick* lebih objektif baik dari segi sebaran data maupun dana yang akan dikeluarkan.
6. Pola penembakan *patch* merupakan pola penembakan yang lebih cocok untuk penetrasi dangkal dibandingkan dengan ketiga desain yang lainnya, namun dari segi biaya akan lebih mahal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Baldock, S., R.T. Cristina, B. Beck, W. Gao, J. Cai, & S. Hightower. 2012. *Orthogonal Wide Azimuth Surveys: Acquisition and Imaging*. Technical Article. 30:40– 41.
- [2] Cordsen, A., dkk. 2000. *Planning Land 3D Seismic Surveys, Geophysical Developments* No.9. Society of Exploration Geophysicists, Tulsa.
- [3] Edi, S.S., A. Chaniago, A.D. Guntara, & A.A. Susanto. 2011. *Optimalisasi 2 Desain Dalam 1 Survey Seismik 3D: Studi Kasus Seismik 3D Randegan Utara PT Pertamina EP*. The 36th HAGI and 40th IAGI Annual Convention and Exhibition, Makassar.
- [4] Evans, B.J. 2005. *A Handbook for Seismic Data Acquisition in Exploration*, Number 7. Society of Exploration Geophysicists, Tulsa.
- [5] Gadallah, M.R., & Fisher, R. 2009. *Exploration Geophysics*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [6] Hastari, W., & B.J. Santosa. 2014. *Desain Parameter Akuisisi Seismik 3D Menggunakan Metode Statik dan Dinamik dengan Studi Kasus Model Geologi Lapangan "ITS"*. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*. 3: 84 – 85.
- [7] ION Geophysical Corporation. 2011. *Survey Design and Services*. GX Technology, 225 East 16th Ave Denver.
- [8] Vermeer G.J.O. 2002. *3D Seismic Survey Design* Volume 12.

- Society of Exploration Geophysicists, Tulsa.
- [9] Singh, P.K., M.K. Gupta, V., P.Kara., P.K. Paul & R. Dasgupta. 2010. 3D Seismik survey using swath or *patch*-centered shooting: A comparative analysis. 8th Biennial International Conference & Exposition on Petroleum Geophysics. 316: 4–5.
- [10] Telford, W.M., L.P. Geldart, & R.E. Sheriff. 1990. Applied Geophysics. Edisi ke-2. Cambridge University Press, London.
- [11] Yilmaz, O. 2001. Seismic Data Analysis Volume I. Society of Exploration Geophysicists, Tulsa.