

BAB IV DATA DAN PENGOLAHAN DATA

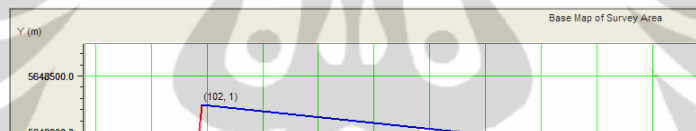
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data lapangan Blackfoot yang berlokasi di Baratlaut Montana, Batas Canadian Province of Alberta, North America. Data yang tersedia untuk penelitian ini adalah data well dan data seismik.

IV.1 Data Seismik

Data seismik yang digunakan merupakan data seismik 3D hasil akuisisi data oleh Veritas Geophysical LTD. Yang lakukan pada bulan November tahun 1995. Area terdiri dari 102 inline dan 111 xline.

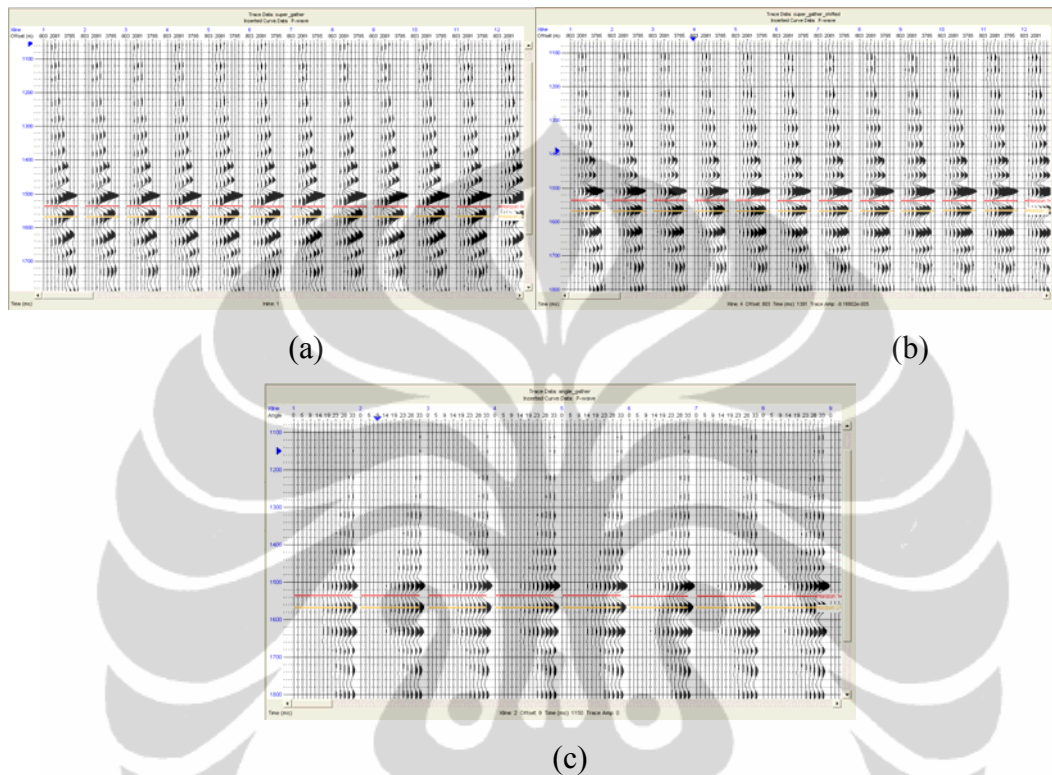
Data seismik yang digunakan untuk penelitian ini adalah data seismik yang diproses dengan preserve amplitude dengan record length 4 s dan dengan sampling rate 2 ms, yang digunakan untuk menghasilkan data migrasi seismik Pre Stack Time Migration.

Dibawah ini merupakan area studi kasus dan menunjukkan lokasi sumur yang digunakan dalam studi kasus ini.



Gambar 4.1. Lokasi daerah penelitian dan lokasi titik well

Data seismik gather yang digunakan diproses dalam Trim Statik yang ditunjukkan pada (Gambar 4.2). Daerah target penelitian ini berada dalam horizon 1 dan horizon 2.



Gambar 4.2. (a) Data Seismik Gather, (b) seismik gather shifted, (c) seismik angle gather

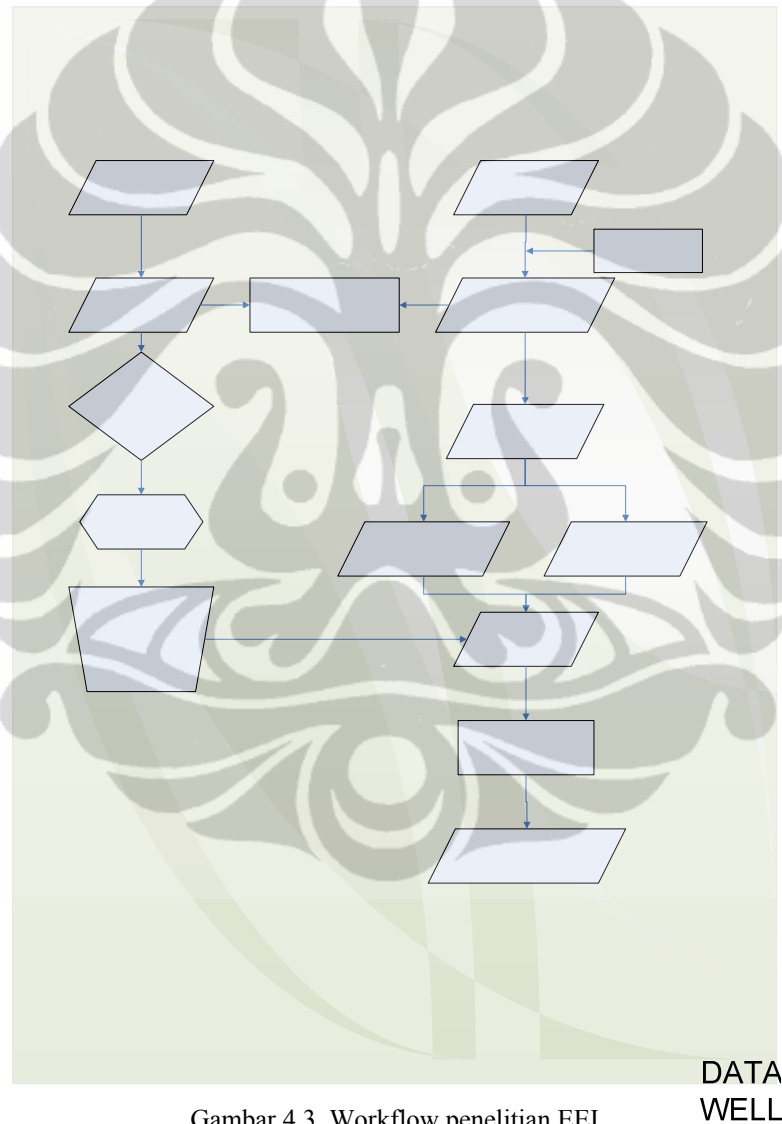
IV.2 Data Well

Data well yang digunakan untuk penelitian ini sebanyak 3 sumur yaitu well 1-17, well 8-8, well 9-8. Data log yang akan digunakan dalam penelitian untuk melakukan proses EEI ini adalah Log P-Wave, Log S-Wave, Log Density, Log Gamma Ray, Log Porosity dan Log Mhu-Rho dan Log Lamda-Rho. Dari log-log yang sudah ada ini akan dicari korelasi yang paling baik terhadap sudut dari Log Gamma Ray, Log Porosity, Log Mhu-Rho dan Log Lamda-Rho.

Untuk keperluan well seismik tie guna menyamakan data sumur dan mengkonversi data dari kedalaman ke waktu dilakukan checkshot untuk well yang memerlukannya.

IV.3 Pengolahan Data

Dalam pengerjaan penelitian ini penulis melakukan step-step pengerjaan sesuai dengan tahapan-tahapan sesuai flowchart berikut ini.

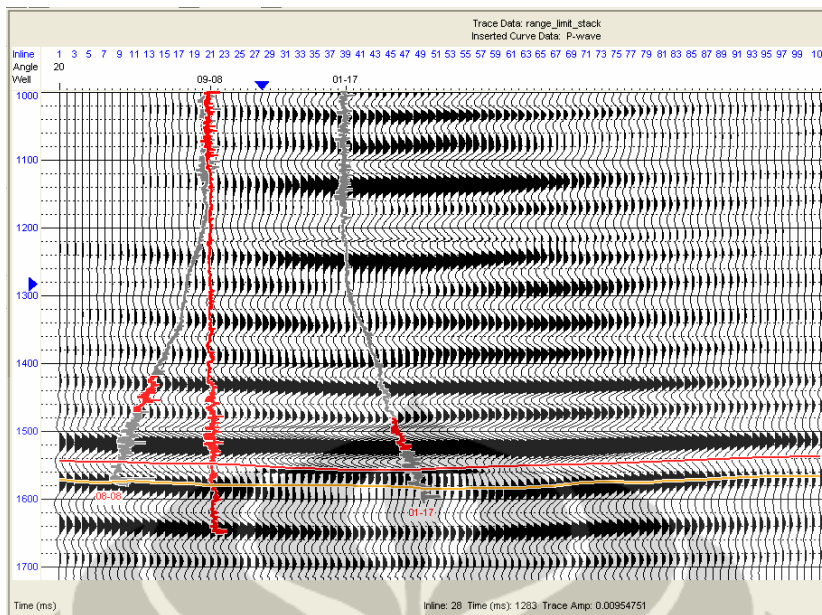


Gambar 4.3. Workflow penelitian EEI

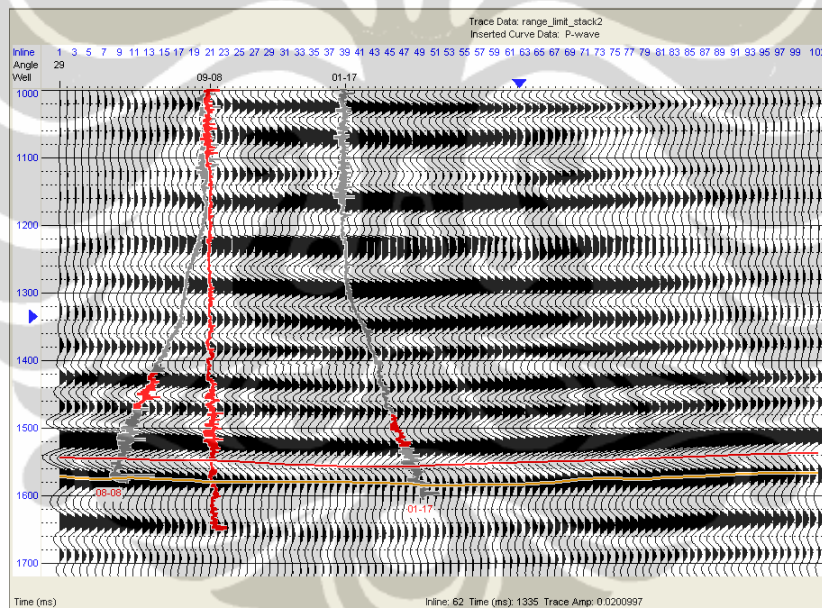
IV.3.1 Persiapan Data Seismik

Dalam penelitian ini data seismik yang diperlukan adalah data seismik angle stack yaitu data near stack dan far stack. Setelah data seismik diproses dalam Trim Static dan mendapatkan Seismik gather shifted kemudian data seismik ini diproses untuk mendapatkan angle gather. Setelah mendapatkan harga sudut yang akan digunakan dalam proses stack dari proses angle gather yaitu dengan kisaran sudut 16° - 33° kemudian dengan menggunakan data gather shifted untuk melakukan stacking. Dalam melakukan stacking terdapat 2 pilihan metode, dengan range limited stack atau dengan common angle stack. Dalam hal ini stacking yang dilakuakn dalam studi ini dengan menggunakan metode Range Limited Stack dan membagi sudut menjadi 2 dengan kisaran 16° - 33° . Untuk Seismik yang diproses dengan near stack menggunakan sudut 16° - 24° dan seismik yang diproses dengan far stack menggunakan sudut 24° - 32° .

Dengan data stack ini dilakukan well seismik tie dengan well yang dimiliki. Data stack ini kemudian digunakan untuk mencari gradient dan intercept yang merupakan atribut AVO (Amplitude Versus Offset), yang kemudian akan digunakan untuk menghitung reflectivity dengan data log Porositas, log Gamma Ray, log Lambda-Rho dan Mhu-Rho untuk membedakan litologi dan fluida.



Gambar 4.4. Data seismik Near Stack dengan sudut 16° - 24° pada Xline 45



Gambar 4.5. Data Seismik Far Stack dengan sudut 24° - 32° pada Xline 45

IV.3.2 Persiapan Data Well

Data log yang digunakan dalam penelitian ini adalah data Log P-Wave, S-Wave, Density dan Log LMR. Berdasarkan analisa log yang dilakukan dapat diketahui daerah target untuk masing-masing well yang digunakan. Sensitivity analisis juga dilakukan pada well-well ini sebagai acuan target area.

Table 4.1. Target Area Lapangan Blackfoot untuk maing-masing Well

Well	Top	Base
01-17	1562	1580
08-08	1547	1590
09-08	1549	1593

IV.3.3 Prediksi Log S-Wave

Tidak semua well mempunyai data Log S-Wave. Dengan ini Log S-Wave dicari dengan prediksi penurunan rumus Castagna.

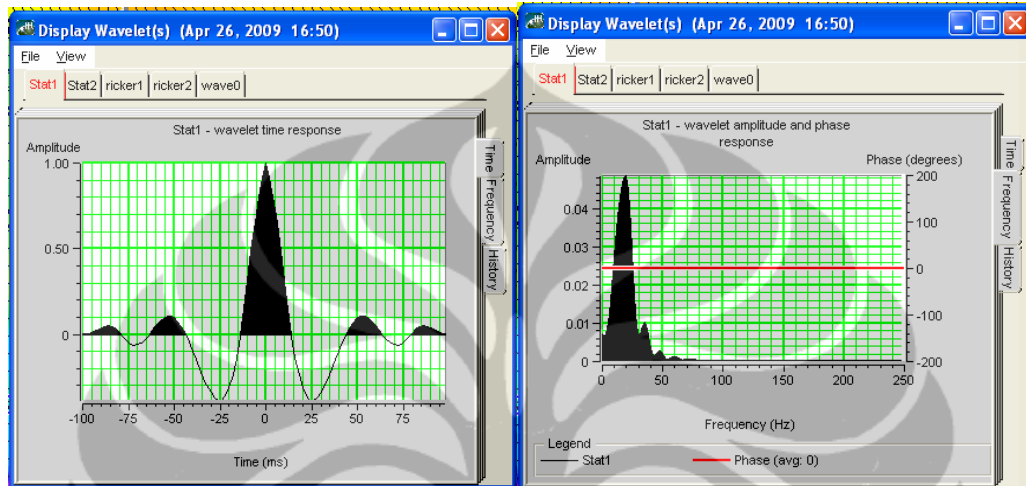
Persamaan Castagna = S-Wave = C1 x P-Wave + C2

Setelah itu log dikoreksi dengan FRM (Fluid Replacement Modeling) untuk mengkoreksi data Log S-Wave, dengan penurunan rumus Castagna saja Log S-Wave hanya akan dimodelkan sebagai wet zone saja, untuk mendapatkan S-Wave yang benar sesuai dengan kandungan fluidanya maka perlu dilakukan koreksi ini.

IV.3.4 Well Seismik Tie

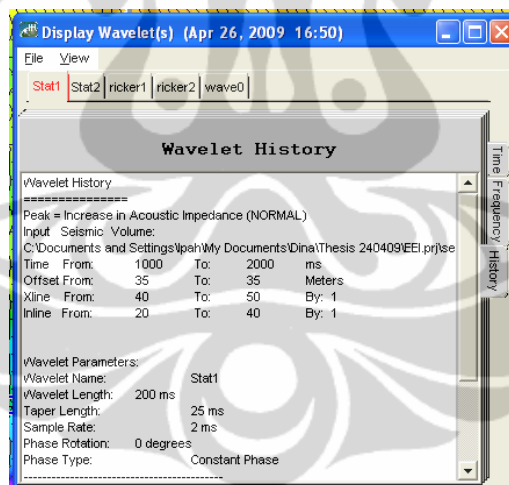
Well seismik tie dilakukan untuk menyesuaikan reflektivitas data seismik dengan data well. Untuk melakukan well seismik tie yang dilakukan pertama adalah dengan mengekstrak wavelet dan membuat pseudocheckshot sehingga memperoleh korelasi yang benar antara time dan depth. Ekstrak wavelet dapat dilakukan dengan well, statistikal ricker dan bandpass. Wavelet yang digunakan adalah wavelet yang dibuat dengan statistikal.

Wavelet yang digunakan dalam studi ini adalah wavelet yang dibuat secara statistik dengan Wavelet Length 200 ms, Tapper length 25 ms dan sample rate 2 ms. Berdasarkan wavelet time response menunjukkan wavelet yang digunakan merupakan wavelet zero phase. Dengan menggunakan wavelet ini korelasi yang didapat untuk masing-masing sumur dengan data seismik sangat baik.



(a)

(b)

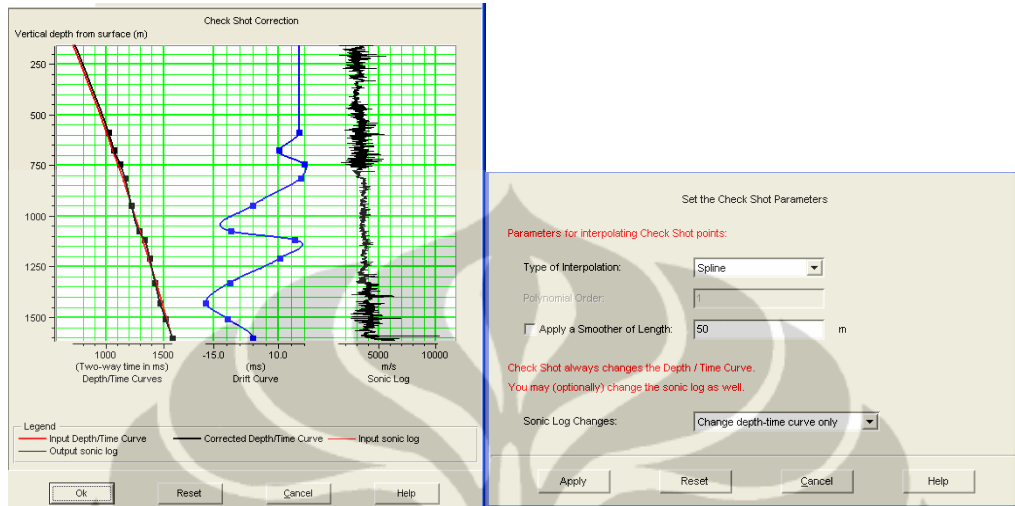


(c)

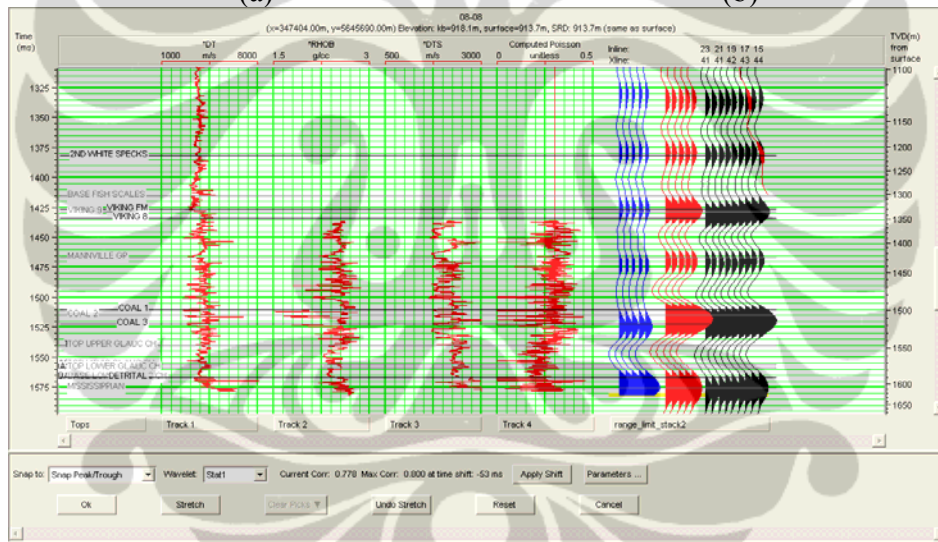
Gambar 4.6. (a)Wavelet yang digunakan dalam Well Seismik Tie. (b) frekuensi wavelet yang digunakan. (c) keterangan parameter wavelet

Dikarenakan tidak ada data checkshot maka dibuat data pseudocheckshot dengan melakukan korelasi dari beberapa peak dari syntetik dengan data seismik

yang dimiliki. Pseudo checkshot yang dikerjakan tidak merubah bentukan log sonic, hanya merubah waktu dan kedalaman dari log dengan smoother 20 m dan tipe interpolasi spline.



(a) (b)

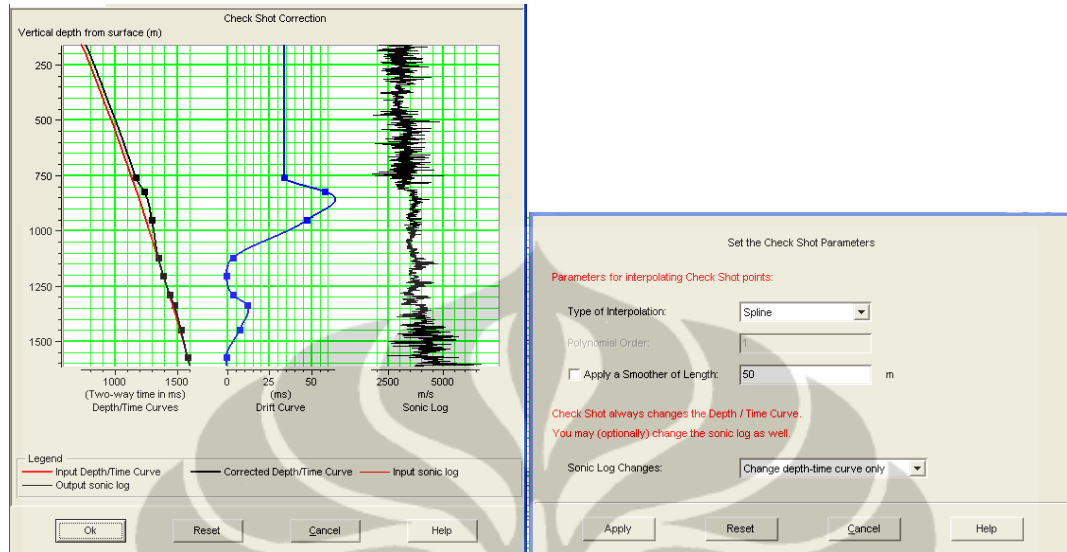


(c)

Gambar 4.7. (a). Checkshot Correction, (b). Checkshot parameter. (c). Well Seismik Tie untuk well 08-08.

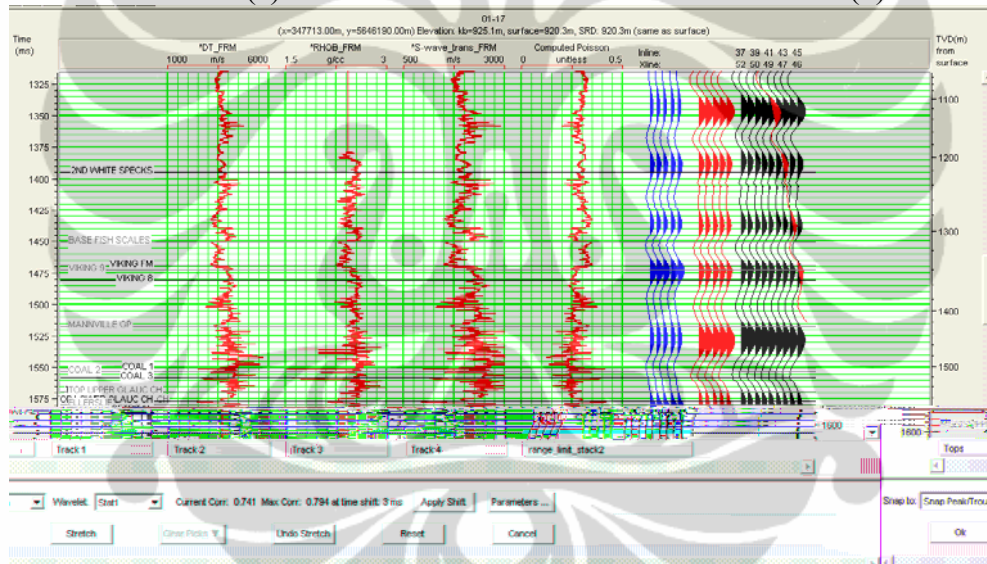
Pada Sumur 08-08 menunjukkan korelasi yang didapatkan cukup baik 0.778. Korelasi ini dilakukan dengan batas window antara 1300 – 1575 ms. Dapat dilihat

pada Gambar 4.10 data seismik dengan syntetik mempunyai kemiripan bentuk, besar amplitud dan trend.



(a)

(b)

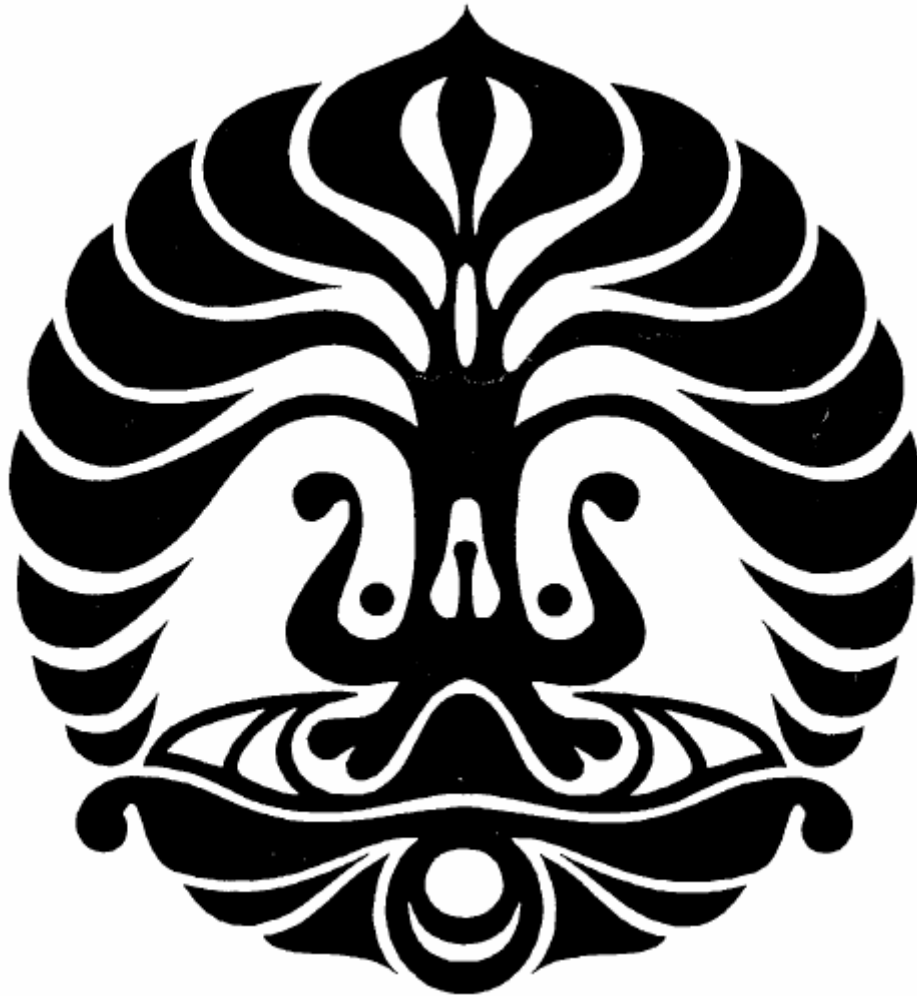


(c)

Gambar 4.8. (a). Checkshot Correction, (b). Checkshot parameter. (c). Well Seismik Tie untuk well 01-17.

Pada sumur 01-17 didapat korelasi sebesar 0.741. Korelasi dilakukan dengan range window 1250 – 1600 ms disekitar area target studi. Pada Gambar 4.11 dapat

dilihat data seismik dengan syntetik mempunyai sedikit perbedaan besar amplitude pada beberapa peak tetapi masih memiliki trend yang sama.



Gambar 4.12. (a). Checkshot correction, (b). Checkshot parameter, (c). Tren seismik 1D untuk well 09-08.

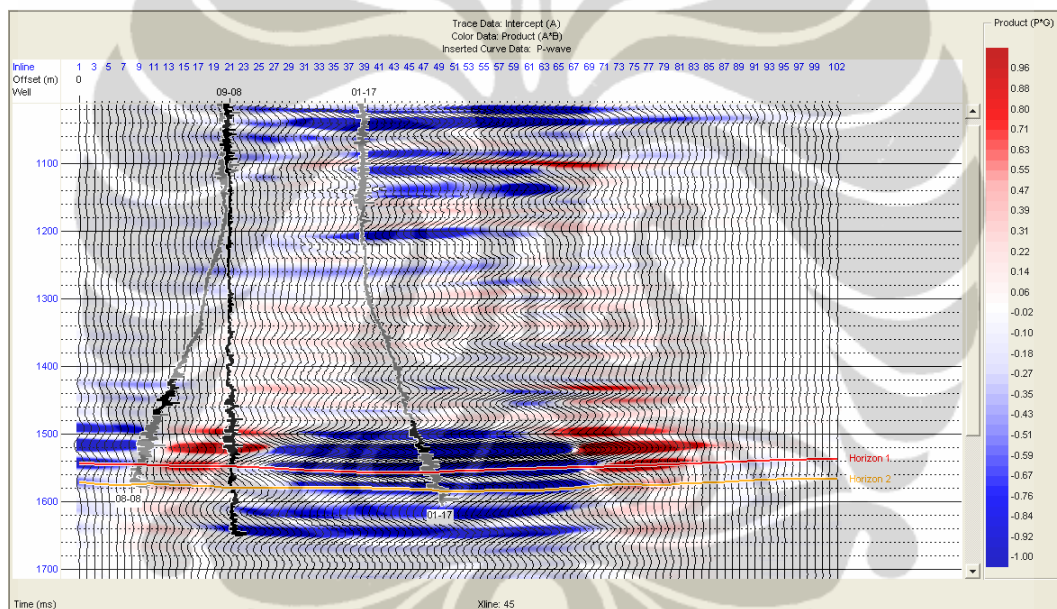
Pada sumur 09-08 didapat korelasi sebesar 0.913. Korelasi ini dilakukan dengan batas window 1350 – 1650 ms. Pada Gambar 4.12 dapat dilihat data seismik dengan syntetik mempunyai kesamaan bentuk, besar amplitud dan trend yang sama.

Dengan korelasi yang cukup tinggi akan memberikan kesesuaian reflektivitas yang cukup baik antara data well dengan data seismik

IV.3.5 Perhitungan Intercept dan Gradient

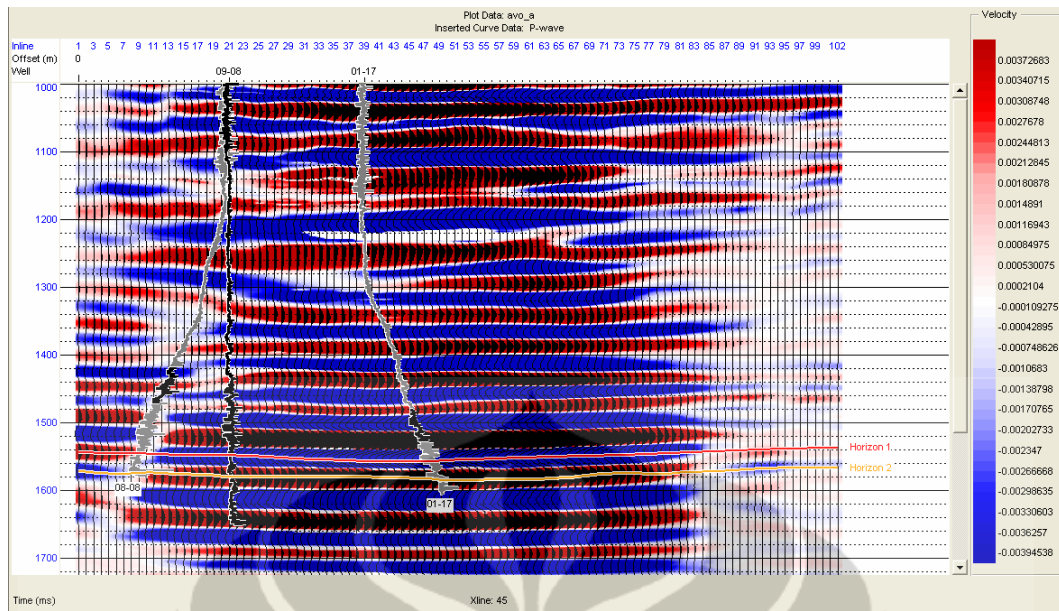
Untuk mendapatkan harga intercept dan gradient dicari dengan analisa AVO dengan menggunakan data angle gather.

Penampang seismik Intercept*Gradient. Dari penampang ini menunjukkan pada area target harga produk P*G menunjukkan adanya perubahan, harga negatif (biru) dan positif (merah). Pada area disekitar sumur 09-08 menunjukkan harga positif, sumur 08-08 cenderung memiliki harga nol dan sumur 01-17 menunjukkan harga negatif. Gambar 4.10



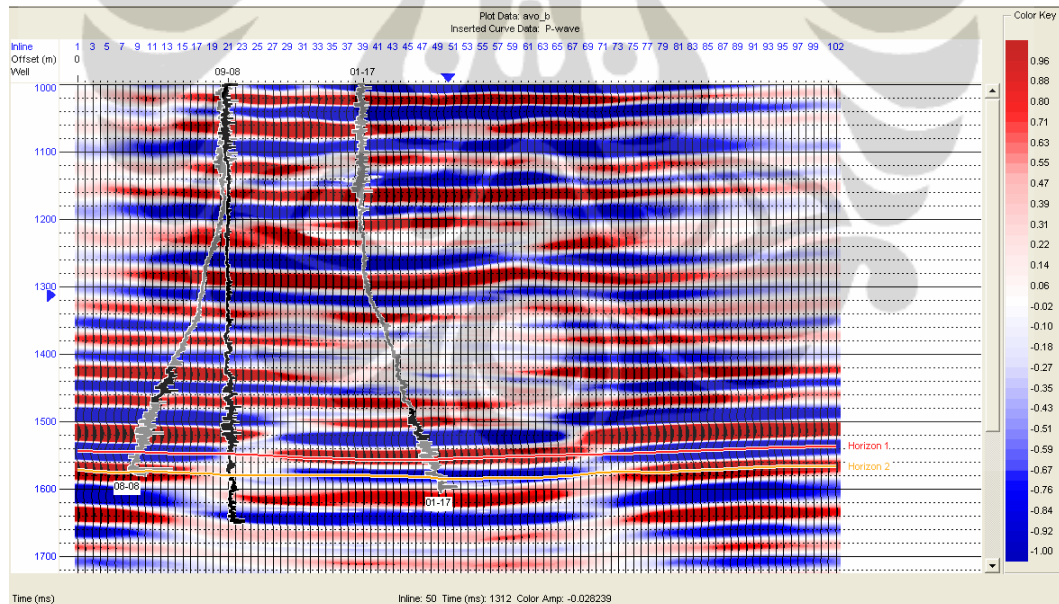
Gambar 4.10. Penampang Intercept*Gradient pada xline 45

Penampang AVO A (intercept) menunjukkan pada area top target mempunyai harga negatif (biru) dan base target mempunyai harga positif (merah). Gambar 4.11.



Gambar 4.11. Penampang Intercept pada xline 45

Pada penampang AVO B (Gradient) menunjukkan pada area Top target mempunyai harga negative (biru) dan positif (merah) sedangkan area base target mempunyai harga negative (biru) dan positif (merah). Gambar 4.12.



Gambar 4.12. Penampang Gradient pada xline 45

Berikut akan dikemukakan respon AVO yang mengacu pada persamaan Shuey dan pengklasifikasiannya.

Pada kasus pertama, dimana lapisan yang mengandung hidrokarbon mempunyai impedansi akustik yang signifikan lebih besar dibandingkan dengan medium disekitarnya. Koefisien refleksi dari kontras impedansi pada sudut datang normal, akan memberikan nilai positif yang besar, sementara pada bidang batas bagian bawahnya akan menghasilkan nilai negatif yang besar. Secara umum, respon AVO pada bidang batas atas/top refleksi, mempunyai $R_0 > 0$ dan $G < 0$, termasuk dalam anomali AVO kelas 1.

Pada kasus kedua, dimana lapisan yang mengandung hidrokarbon mempunyai impedansi akustik yang hampir sama dengan medium disekitarnya. Koefisien refleksi dari kontras impedansi pada sudut datang normal, diperkirakan akan memberikan nilai yang mendekati nol. Dalam kasus kedua ini, koefisien refleksi dapat bernilai relatif positif ataupun cenderung, tergantung impedansi batuan yang mengandung hidrokarbon terhadap impedansi disekitarnya. Secara umum, respon AVO pada bidang batas atas/top refleksi, mempunyai $R_0 \sim 0$ dan $G < 0$, termasuk dalam anomali AVO kelas 2 dan 2p.

Pada kasus ketiga, dimana lapisan yang mengandung hidrokarbon mempunyai impedansi akustik yang signifikan lebih kecil dibandingkan dengan medium disekitarnya. Koefisien refleksi dari kontras impedansi pada sudut datang normal, akan memberikan nilai negatif yang besar, sementara pada bidang batas bagian bawahnya akan menghasilkan nilai positif yang besar. Secara umum, respon AVO pada bidang batas atas/top refleksi, mempunyai $R_0 < 0$ dan $G < 0$, termasuk dalam anomali AVO kelas 3.

Pada gambar diatas ditunjukkan pada penampang intecept pada target area mempunyai polaritas dengan harga negatif dan pada penampang gradient menunjukkan polaritas negatif. Hal ini menunjukkan reflektifitas yang terbentuk diarea target pada penampang seismik menunjukkan bahwa lapisan target mempunyai anomaly AVO. Berdasarkan kelas dalam anomaly AVO lapisan ini masuk dalam

kelas 3. Sehingga pada lapisan ini akan memiliki harga impedansi yang lebih kecil dibanding dengan daerah disekitarnya.

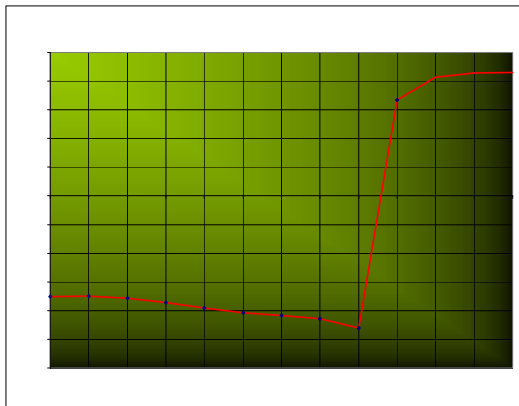
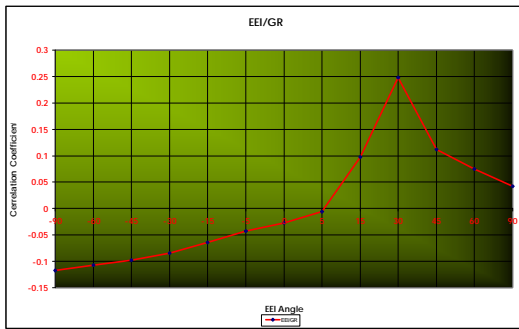
IV.3.6 Perhitungan Sudut Optimum

Perhitungan sudut optimum dilakukan dengan menggunakan rumus logika excel. Data log yang dibutuhkan seperti Log P-Wave, Log S-Wave, Log Density, Log Mhu-Rho, Log Lamda-Rho, Log Porosity dan Log Gamma Ray di export ke tabel excel. Kemudian mencari harga $Vp0$, $Vs0$ dan $\rho0$ untuk masing-masing well pada area targetnya.

Table IV.2. Harga $Vp0$, $Vs0$ dan $\rho0$ untuk masing-masing well

Well	$Vp0$	$Vs0$	$\rho0$
09-08	3855.185	2141.853	2.45
08-08	3939.238	2072.401	2.51
01-17	4153.233	2592.539	2.54

Kemudian dicari harga Log EEI untuk masing-masing sudut di masing-masing well. Disini sudat yang digunakan dari -90 sampai 90. Setelah mendapatkan harga Log EEI masing-masing sudut, kemudian cari korelasi yang paling tinggi untuk log yang kita inginkan (Log Mhu-Rho, Log Lamda-Rho, Log Porosity dan Log Gamma Ray). Dengan menggunakan log ini kita dapat membedakan litologi dan fluida yang terkandung dalam data yang kita miliki. Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan makan hasil korelasi untuk masing-masing parameter fisika dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Berdasarkan hasil korelasi tersebut diatas maka untuk mendapatkan Reflectivity untuk masing-masing parameter fisik tersebut digunakan sudut optimum seperti yang diterangkan dalam tabel dibawah ini.

Table 4.3. Sudut Optimum Parameter Fisik

Parameter Fisika	Sudut Optimum
GR	30
Porositas	60
Mhu-Rho	-90
Lamda-Rho	15
Akustik Impedance	0

IV.3.7 Seismik Reflectivity

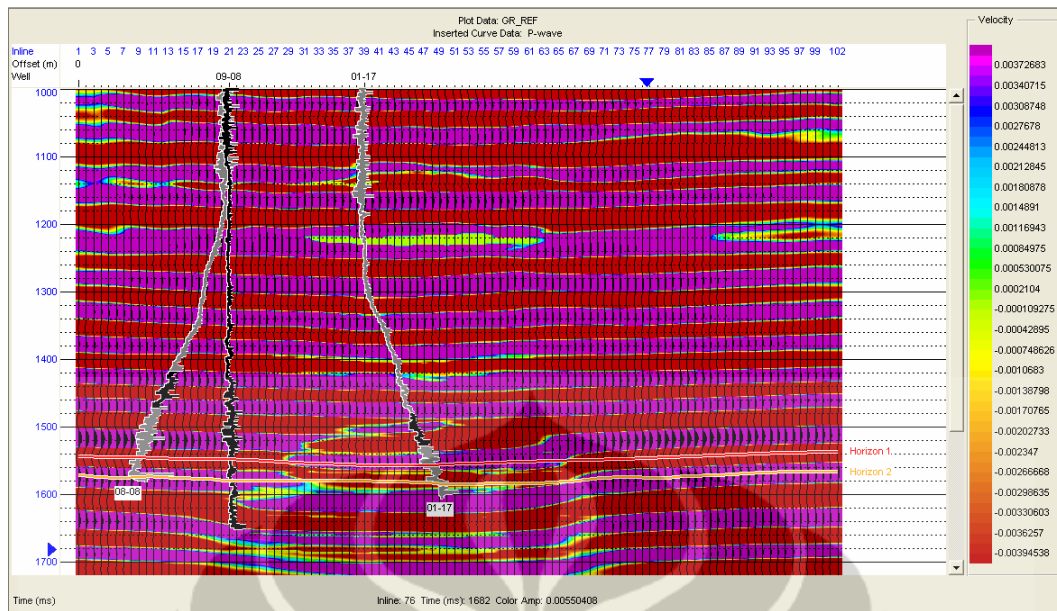
Setelah mengetahui sudut optimum dari masing-masing parameter maka sudut tersebut disubstitusi kedalam persamaan Zoeppritz dengan mengganti $\sin^2\theta$ dalam persamaan Zoeppritz dengan $\tan x$ untuk mendapatkan persamaan Seismik Reflectivity.

$$R(\theta) = A + B \sin^2\theta$$

$$R = A + B \tan x$$

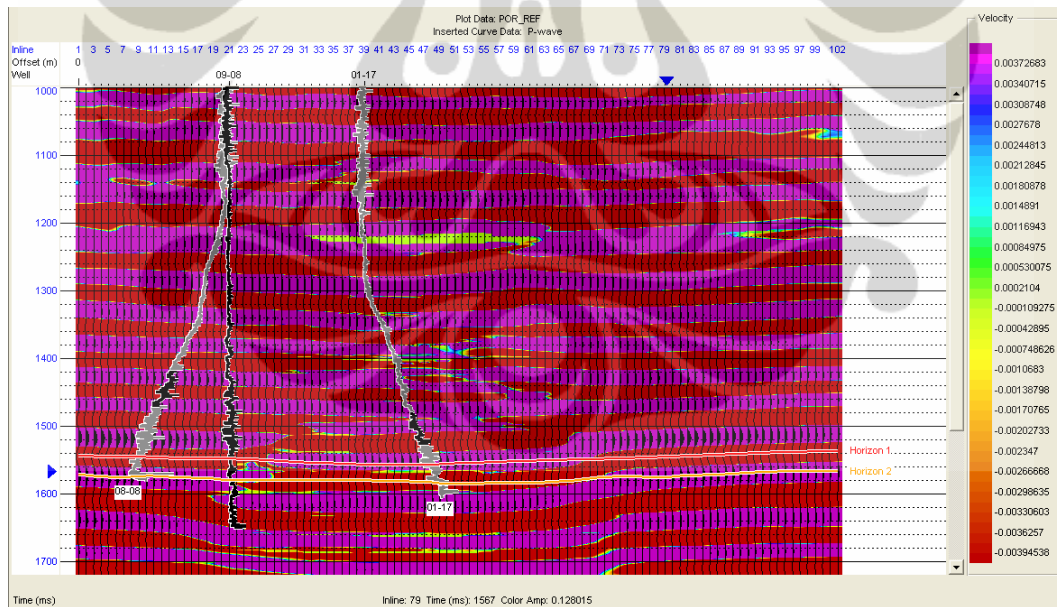
Persamaan ini dikerjakan dengan menggunakan Trace maths dalam software Humpson Russell. Atribut yang digunakan dalam persamaan ini Atribut volume AVO Intercept dan Gradient dan menggunakan sudut optimum yang sudah diketahui. Berdasarkan atribut dan sudut yang digunakan maka didapatkan seismik reflectivity sebagai berikut.

Untuk mendapatkan seismik reflektiviti Gamma Ray dengan menggunakan persamaan Zoeppritz harga x yang digunakan 30° . Penampang reflektiviti Gamma Ray dapat dilihat pada Gambar 4.14.



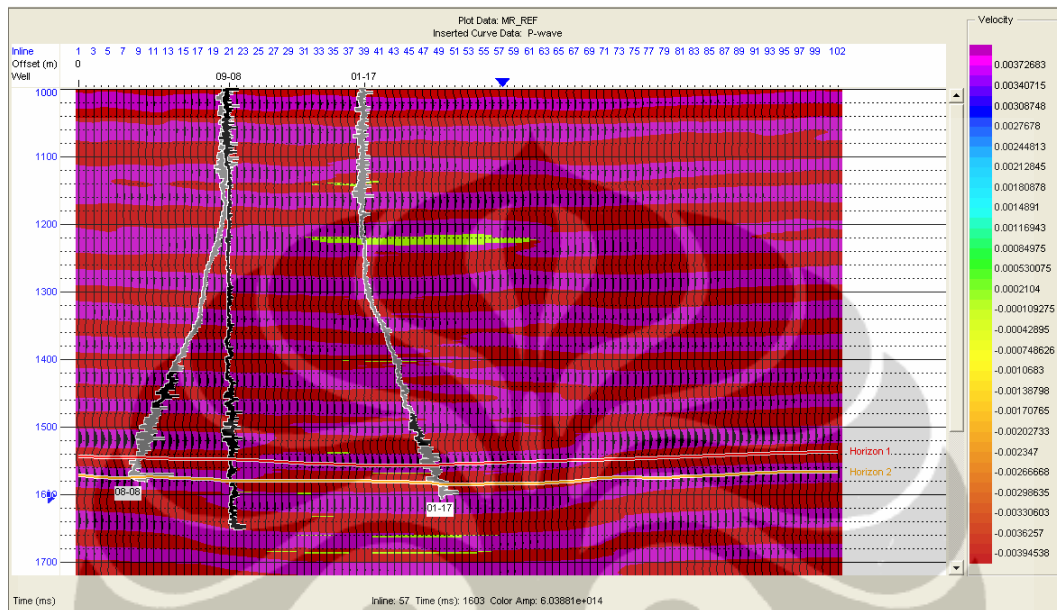
Gambar 4.14. Penampang Seismik Reflectivity Gamma Ray

Untuk mendapatkan reflektiviti Porositas dengan menggunakan persamaan Zoeppritz memasukkan harga sudut x dengan 60° . Penampang seismik reflektiviti Porositas dapat dilihat pada Gambar 415.



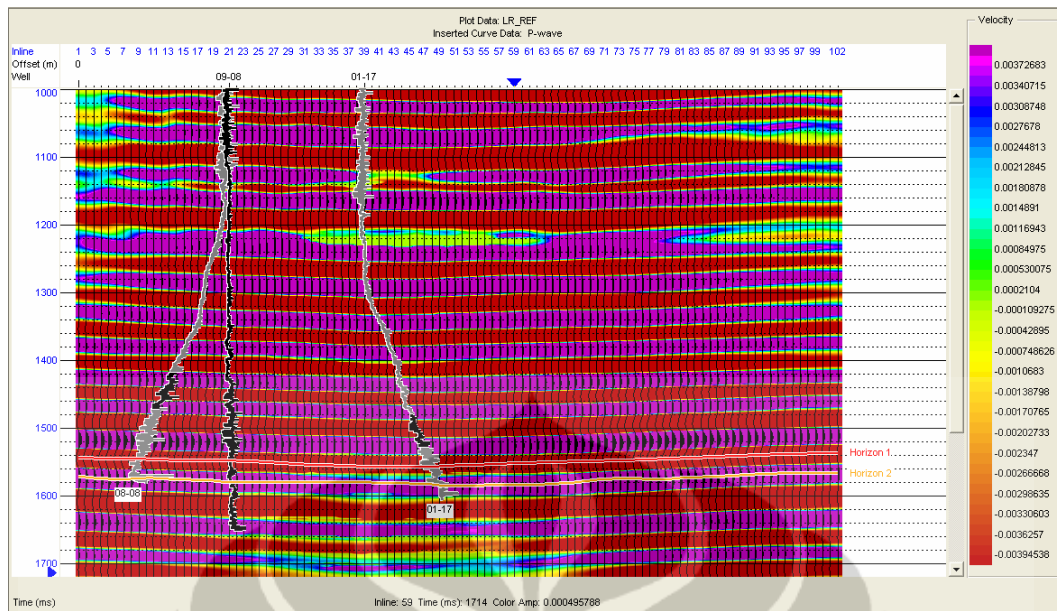
Gambar 4.15. Penampang Seismik Reflectivity Porosity

Untuk mendapatkan reflektiviti Mhu-Rho, dengan menggunakan persamaan Zoeppritz memasukan harga x dengan sudut -90° . Penampang seismik Reflektiviti Mhu-Rho dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16. Penampang Seismik Reflectivity Mhu-Rho

Untuk penampang reflektiviti Lamda-Rho, dengan menggunakan persamaan Zoeppritz memasukkan harga x dengan sudut 15° . Penampang seismik reflektiviti Lamda-Rho dapat dilihat pada Gambar 4.17.

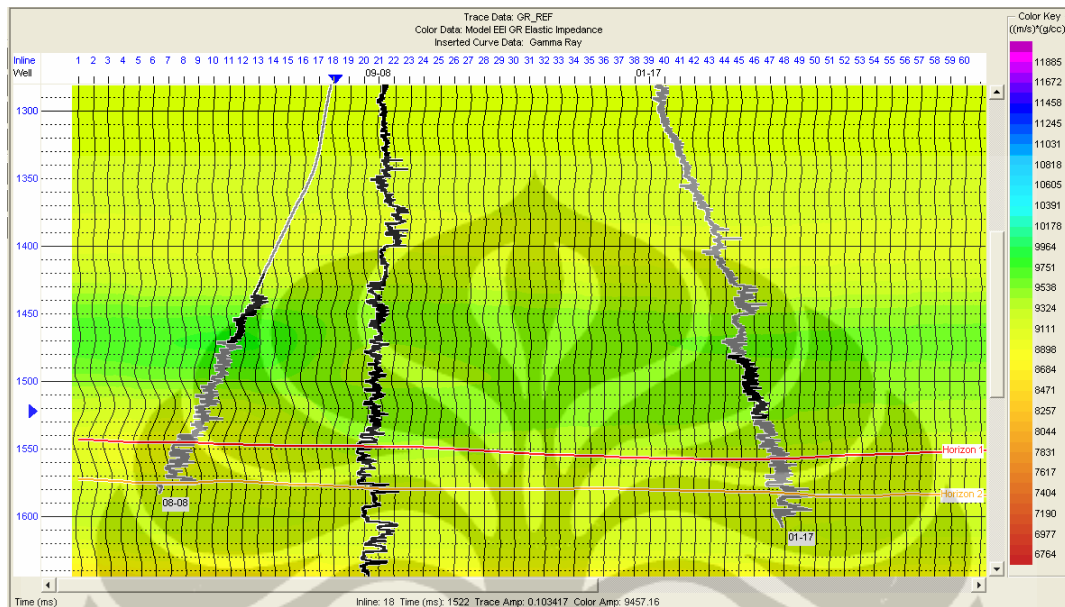


Gambar 4.17. Penampang Seismik Reflectivity Lamda-Rho

IV.3.8 Analisa Inversi

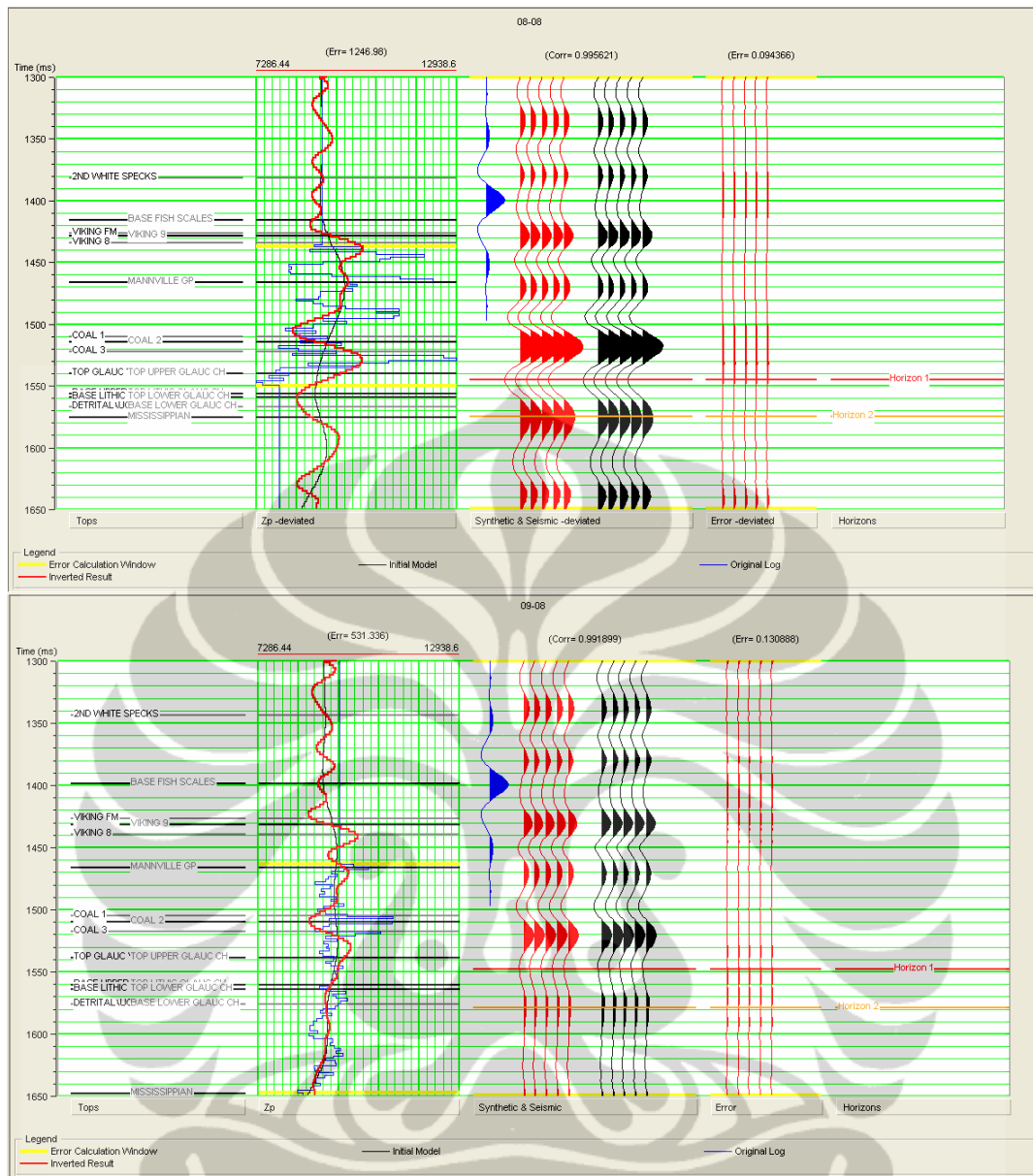
Metode inversi yang digunakan dalam analisa ini adalah metode inversi Model Based. Dengan menggunakan Inversi Model Based lapisan yang tipis dapat terrefleksi lebih baik. Hasil inverse yang didapat mempunyai korelasi yang baik. Analisis inversi dilakukan untuk masing-masing seismik reflectivity setiap parameter fisik. Khusus pada parameter Mhu-Rho analisis inverse dengan metode Model Based mempunyai korelasi yang buruk, sehingga untuk Mhu-Rho analisis yang paling baik menggunakan metode Spare Spike Linier programing. Sebelum dilakukan analisa perlu membuat model untuk masing-masing parameter dan melakukan analisis inverse untuk masing-masing metode inverse.

Pada Gambar 4.18 dibawah ini merupakan penampang model reflektiviti Gamma Ray. Pemodelan dilakukan dengan advance setup dan menggunakan sumur 08-08 dan 09-08 dengan menggunakan sudut optimum Log EEI Gamma Ray.



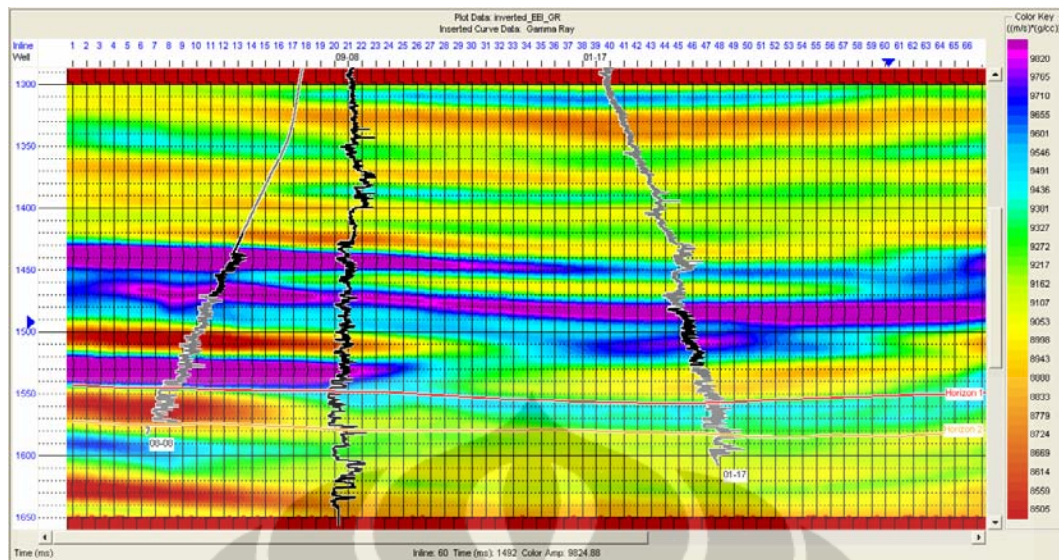
Gambar 4.18. Penampang seismik Model Gamma Ray pada xline 45

Berdasarkan hasil analisa inversi, hasil korelasi inversi dengan menggunakan Metode Model Based mempunyai korelasi yang baik untuk reflektiviti Gamma Ray. Besar korelasi sumur 09-08 sebesar 0.991 dan sumur 08-08 sebesar 0.995. Hasil korelasi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



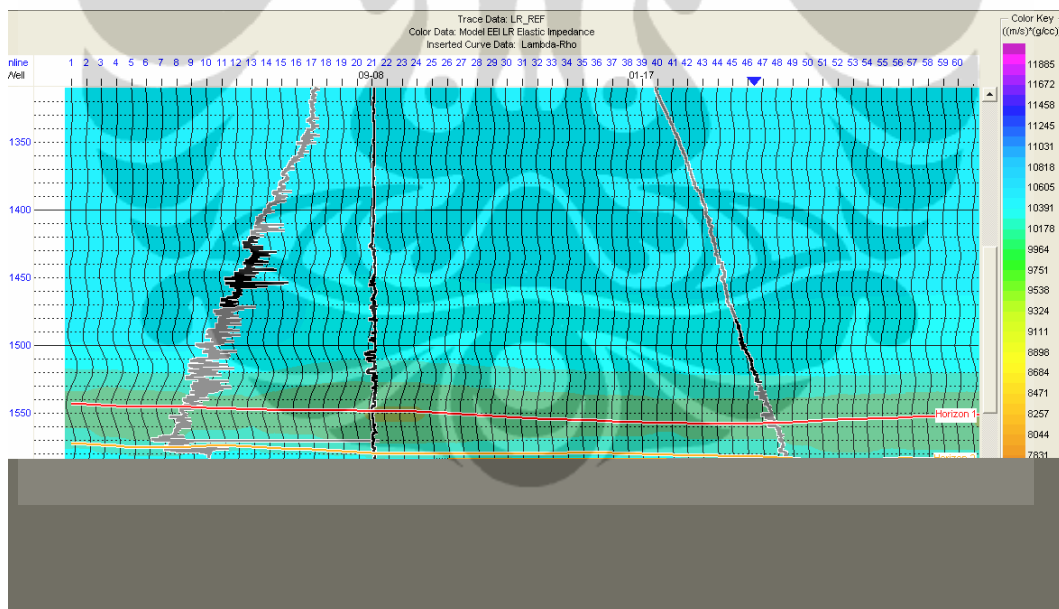
Gambar 4.19. Korelasi analisa inverse Gamma Ray dengan metode Model Based

Pada Gambar 4.20 menunjukan hasil inversi model Gamma Ray yang menunjukkan pada area lapisan yang merupakan target mempunyai nilai impedance yang berkisar dari 8300 sampai dengan 9450 ($m/s \cdot gr/cc$).



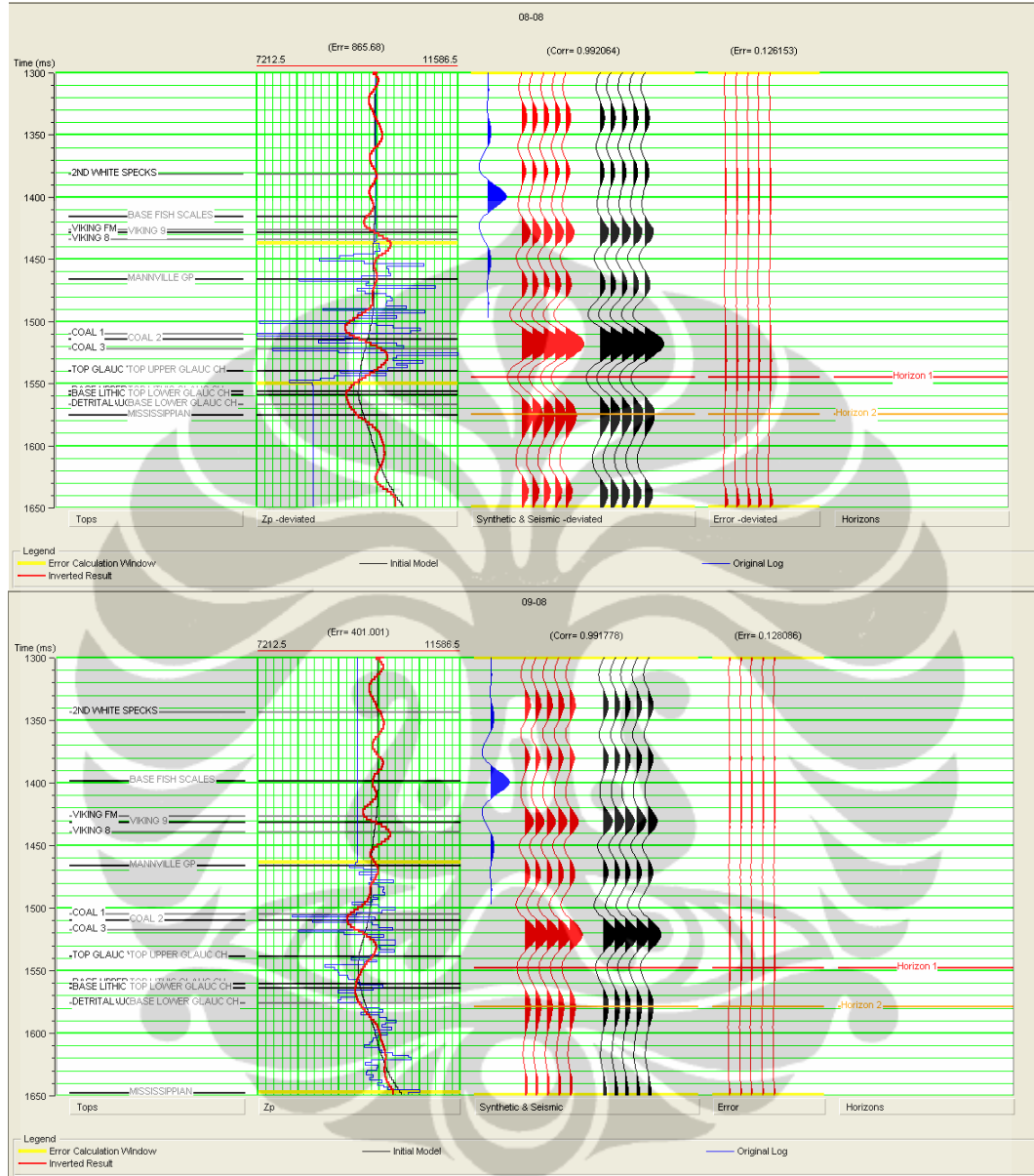
Gambar 4.20. Penampang seismik inverse Model Based Gamma Ray pada xline 45

Dibawah ini merupakan penampang model Lamda-Rho. Pemodelan ini dilakukan dengan advance setup dan menggunakan sumur 09-08 dan 08-08 dengan memasukkan sudut optimum Log EEI Lamda-Rho sebesar 15° .

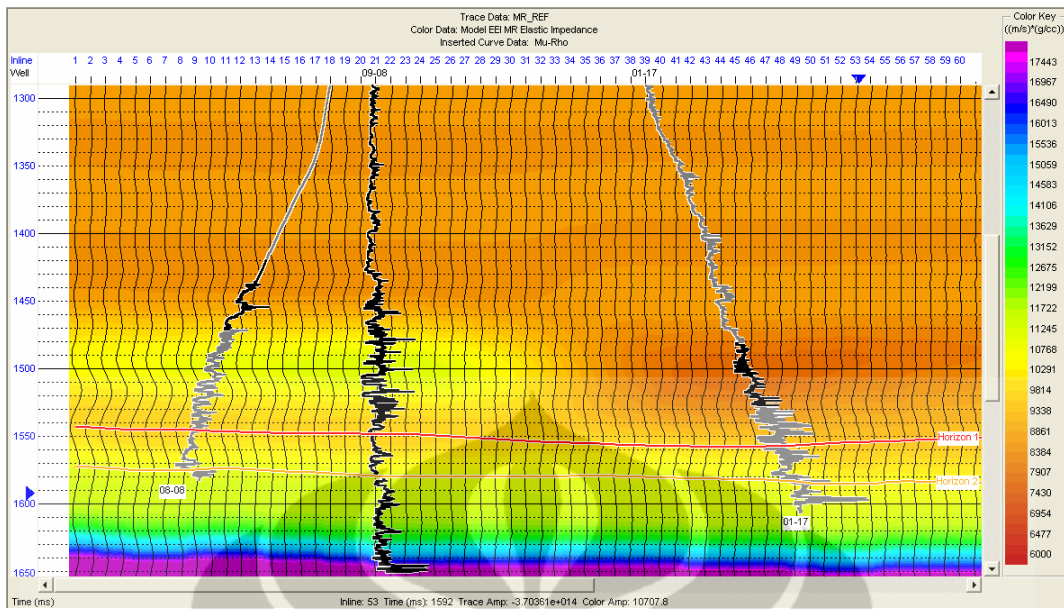


Gambar 4.21. Penampang seismik Model Lamda-Rho pada xline 45

Berdasarkan hasil analisa inverse, hasil korelasi inverse dengan menggunakan Metode Model Based mempunyai korelasi yang baik. Hasil korelasi untuk sumur 09-08 mempunyai korelasi sebesar 0.991 dan sumur 08-08 sebesar 0.992.

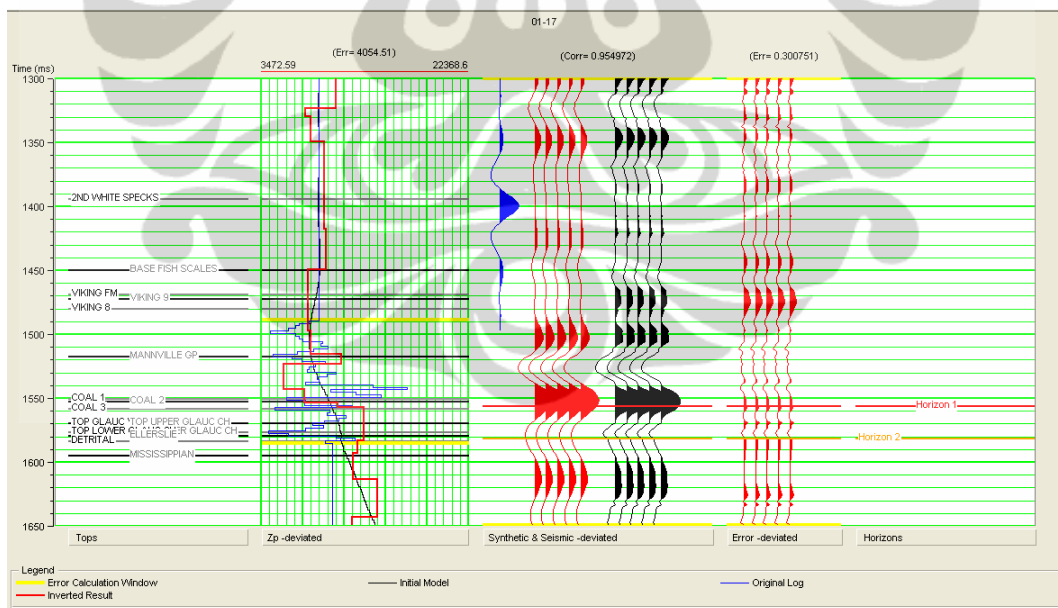


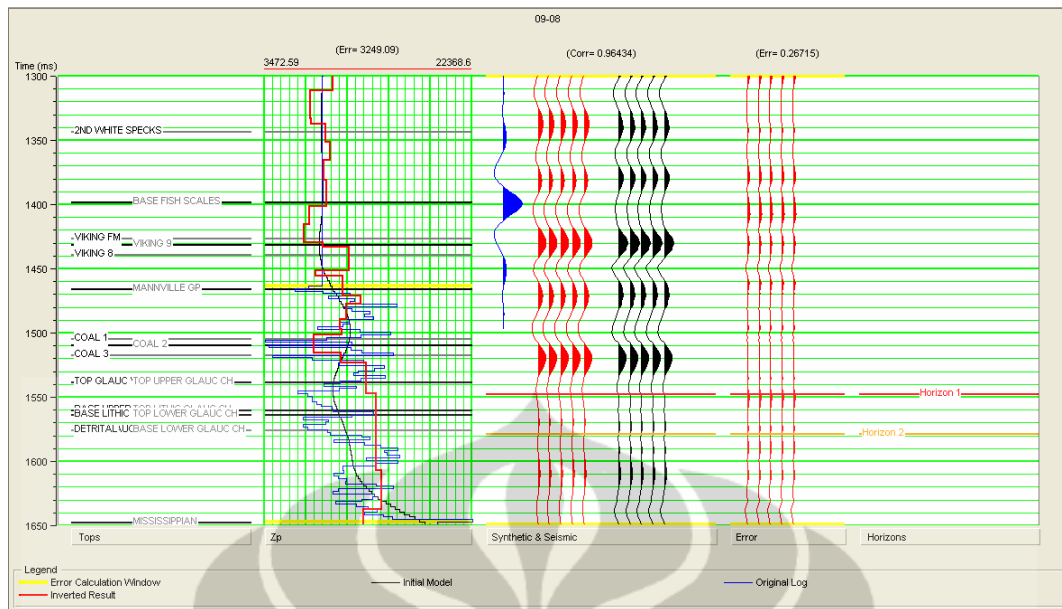
Gambar 4.22. Korelasi analisa inverse Lamda-Rho dengan metode Model Based



Gambar 4.24. Penampang seismik Model Mhu-Rho pada xline 45

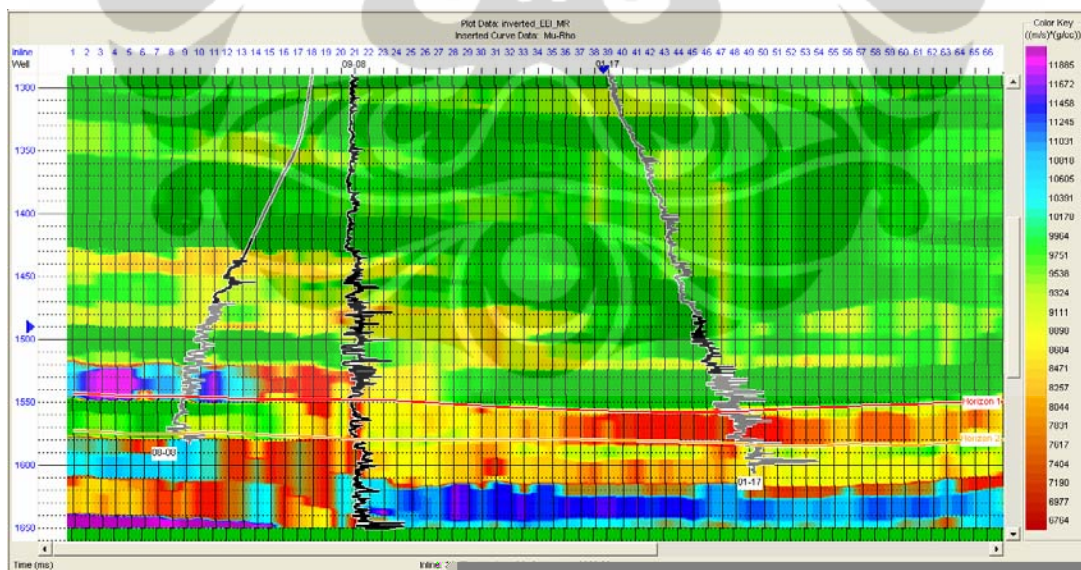
Dibawah ini merupakan hasil analisa inverse yang dilakukan dengan menggunakan metode inverse Spare Spike Maximum Likelihood. Hasil korelasi yang didapat untuk sumur 01-17 sebesar 0.954 dan sumur 09-08 mempunyai korelasi sebesar 0.964.





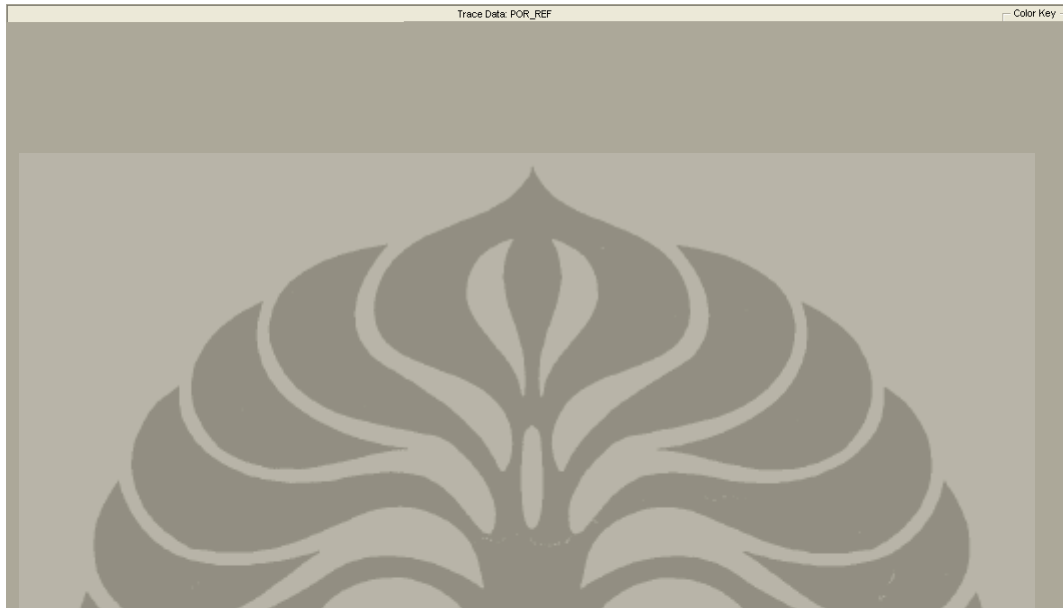
Gambar 4.25. Korelasi analisa inverse Mhu-Rho dengan metode Spare Spike Maximum Likelihood

Dibawah ini merupakan hasil inversi model Mhu-Rho dengan menggunakan metode inversi Spare Spike. Inversi dilakukan dengan metode ini dikarenakan dengan menggunakan metode Model Based hasil analisa inversi mempunyai korelasi yang buruk.



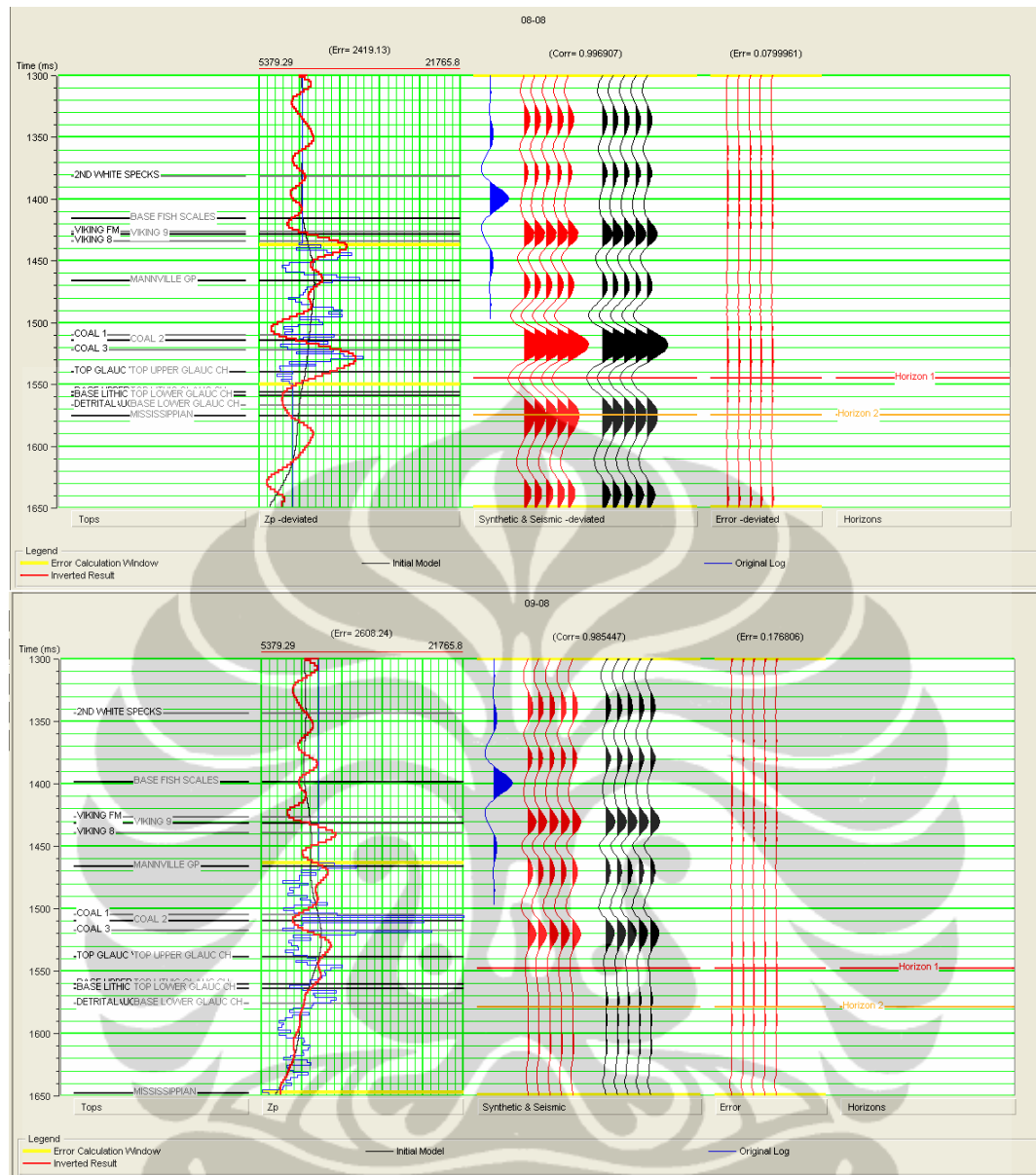
Gambar 4.26. Penampang seismik inverse Spare Spike Maximum Likelihood Mhu-Rho pada xline 45

Pada Gambar 4.27 merupakan hasil pemodelan Porositi dengan menggunakan advance setup dan data sumur 08-08 dan 09-08 dengan memasukkan sudut optimum Log EEI porositas.



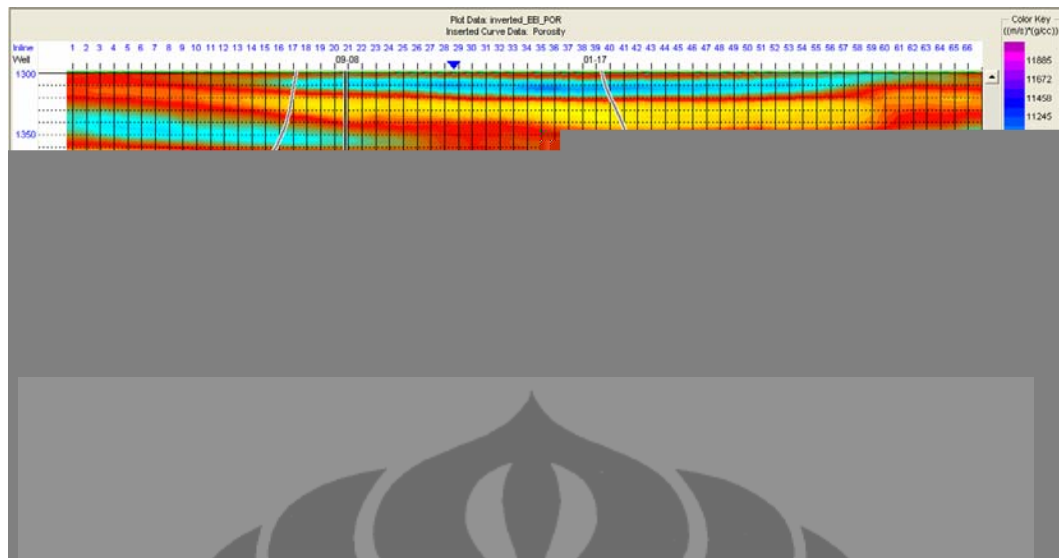
Gambar 4.27. Penampang seismik Model Porosity pada xline 45

Hasil analisa inverse dengan menggunakan metode inverse Model Based menunjukkan korelasi yang baik. Hasil analisa untuk sumur 08-08 mempunyai nilai korelasi sebesar 0.996 dan sumur 09-08 mempunyai korelasi sebesar 0.985.

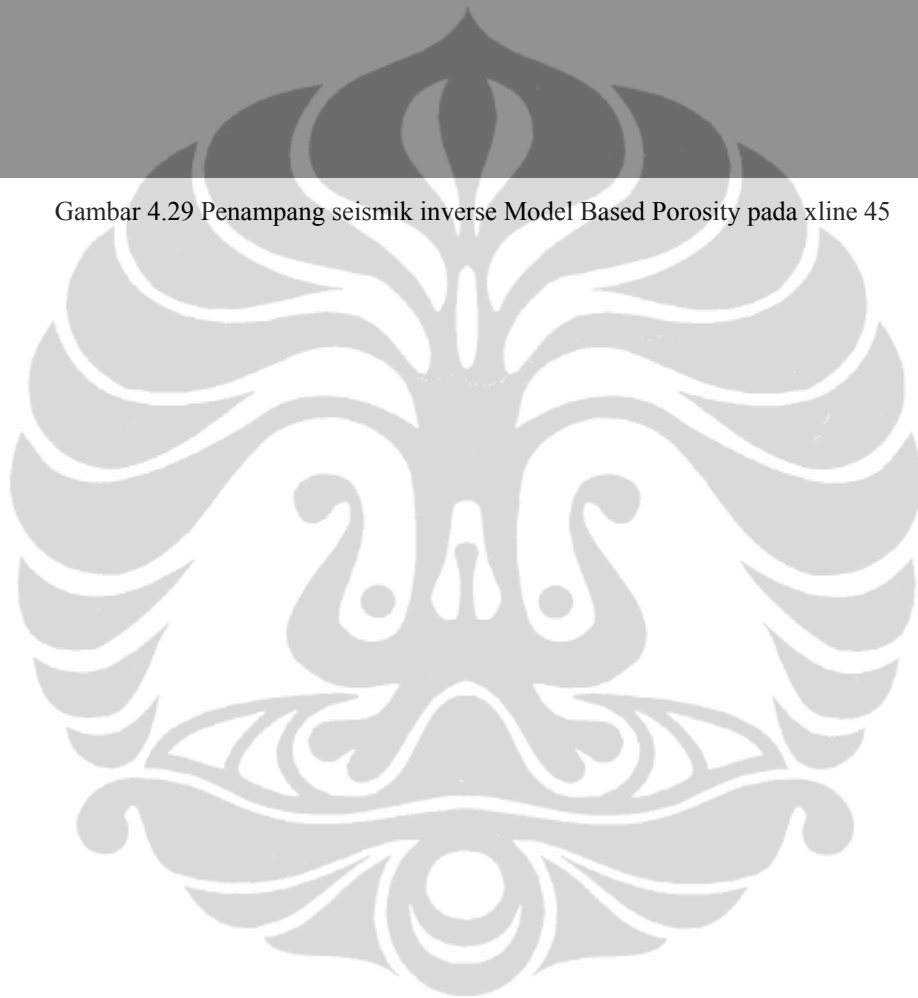


Gambar 4.28. Korelasi analisa inverse Porosity dengan metode Model Based

Dibawah ini merupakan hasil inverse model porositas dengan menggunakan metode Model Based. Harga Impedance yang didapat berkisar dari 7300 – 9500 (m/s*g/cc).



Gambar 4.29 Penampang seismik inverse Model Based Porosity pada xline 45



BAB V

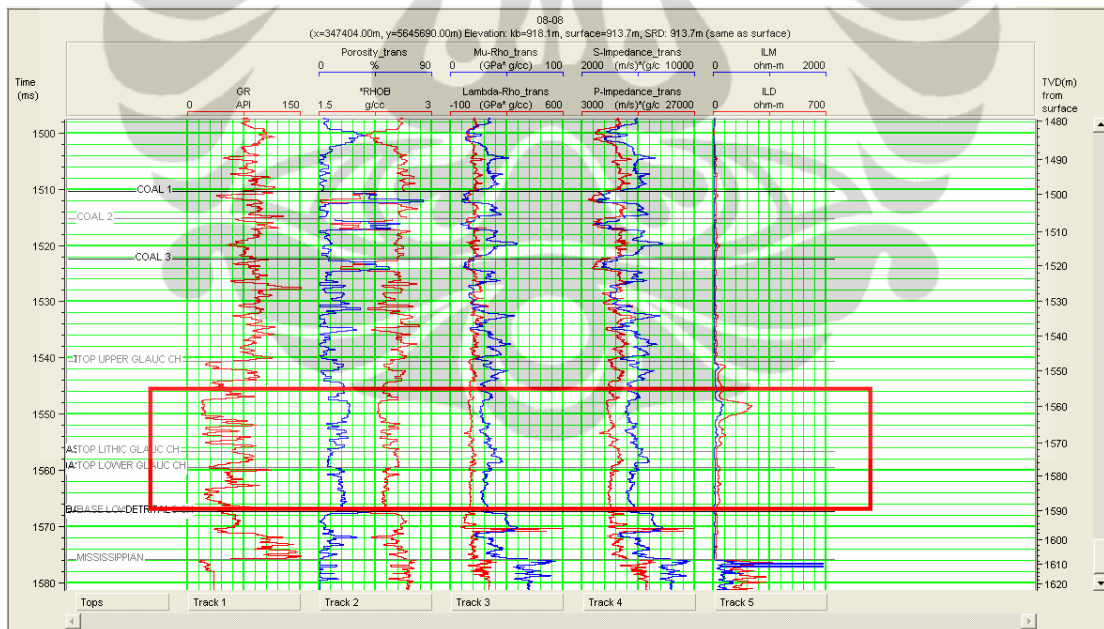
ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan membahas hasil analisa dari prosesi data yang sudah dilakukan pada Bab sebelumnya.

V.1. Analisa Log

V.1.1. Sumur 08-08

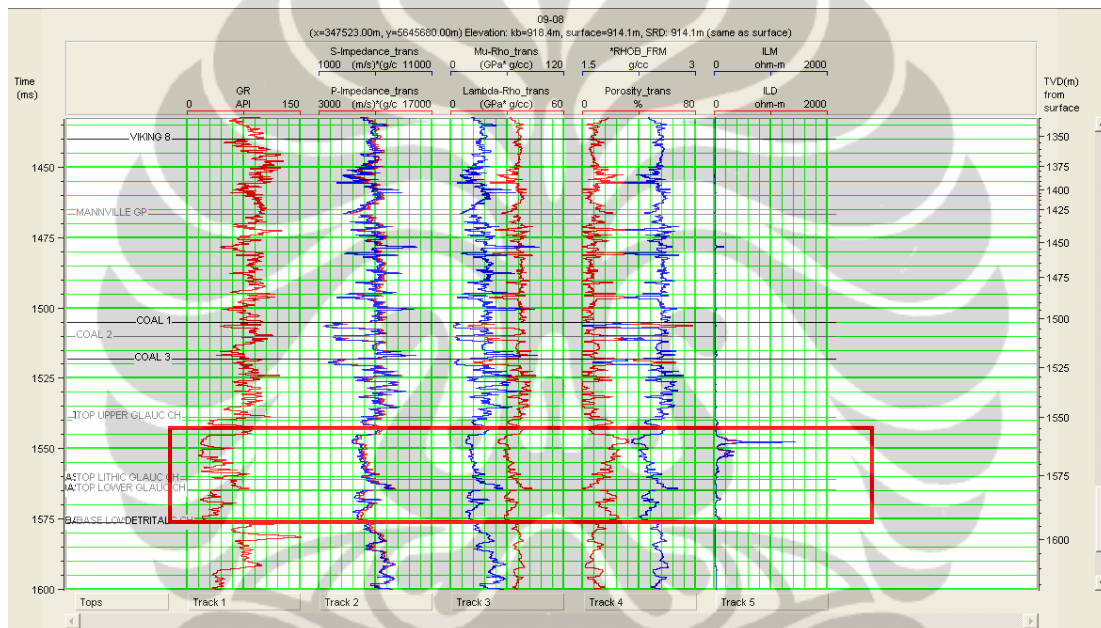
Dari hasil analisa sumur 08-08 dapat diketahui bahwa pada berdasarkan Log Gamma Ray daerah yang menunjukkan lapisan Sand berada pada kedalaman 1547.6 m sampai dengan 1590.38 m. Pada lapisan ini menunjukkan adanya perselingan antara Sand dengan Shale. Berdasarkan harga Porositas dan densitas menunjukkan lapisan ini mempunyai porositas yang cukup baik, harga porositas lapisan yang menjadi target berkisar antara 15% - 23%. Log Resistivity pada kedalaman 1546-1550 m menunjukkan harga resistivity yang tinggi 232.36 ohm-m, hal ini menunjukkan adanya hidrokarbon pada lapisan ini.



Gambar 5.1. Analisa Sumur 08-08

V.1.2. Sumur 09-08

Hasil analisa Well 09-08 berdasarkan analisa log Gamma Ray menunjukkan bahwa lapisan sand terdapat pada 1550.56 m sampai dengan 1581.73 m Pada lapisan ini menunjukkan adanya perselingan antara Sand dengan Shale. Dilihat dari harga Porositas dan densitas lapisan ini mempunyai porositas yang cukup baik, harga porositas pada lapisan ini berkisar antara 10% - 30%. Pada Log Resistivity pada 1560.38 m menunjukkan adanya kenaikan harga ILD, harga resistivity pada area target sebesar 459 ohm-m, dimana umumnya kenaikan ini menunjukan adanya hidrokarbon.

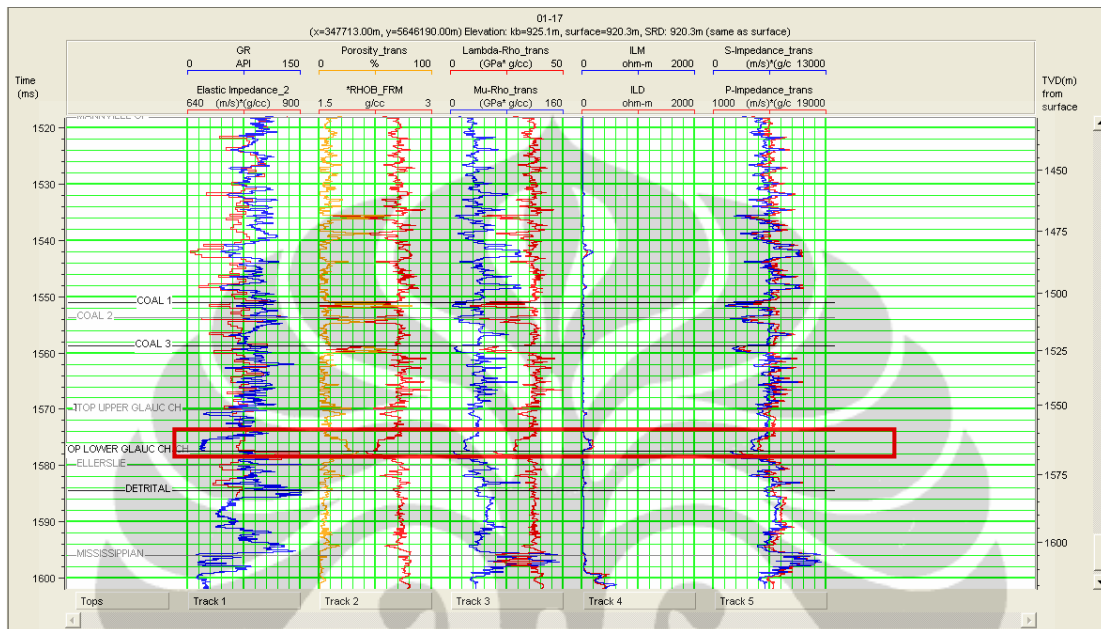


Gambar 5.2. Analisa Sumur 09-08

V.1.3. Sumur 01-17

Hasil analisa Well 01-17 berdasarkan log Gamma ray menunjukkan pada kedalaman 1561.18 m sampai dengan 1567.75 m merupakan zone sand. Pada well 01-17 zone sand lebih tipis dibanding dengan well yang lain. Kemungkinan ada penipisan sand kearah well 01-17 ini. Jika dilihat dari harga log Porositas dan

densitas menunjukkan lapisan sand ini mempunyai porositas yang cukup baik, harga porositas pada lapisan ini berkisar antara 20%- 25%. Pada log Resistivity menunjukkan ada sedikit lonjakan harga dibanding dengan dengan zone yang lain, besar harga resistivity pada area ini 173 ohm-m.



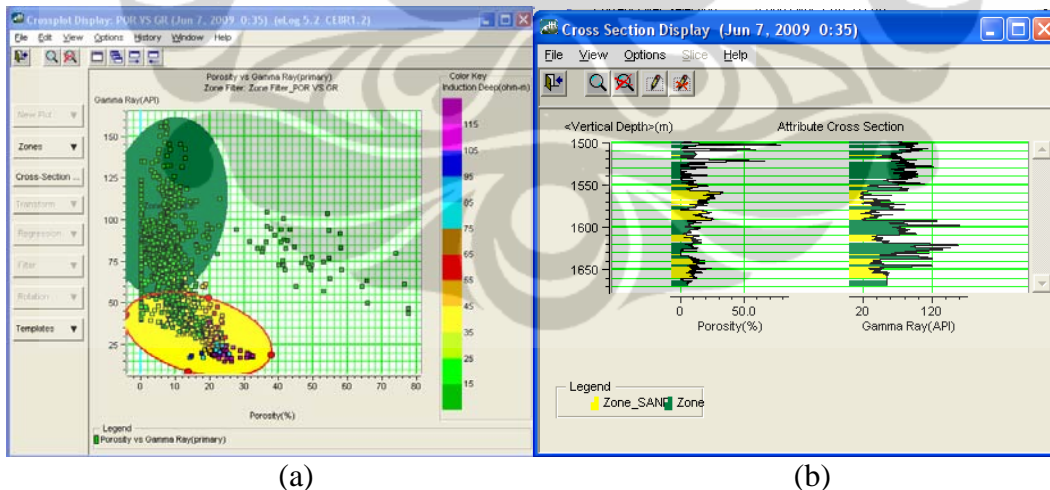
Gambar 5.3. Analisa Sumur 01-17

V.2. Analisa Crossplot

Sehubungan dengan analisa yang dilakukan menggunakan metode Extended Elastic Impedance, maka dilakukan crossplot antara Log parameter yang digunakan dengan Log Impedance, dalam hal ini yang digunakan adalah Log P Impedance. Crossplot dilakukan antara Gamma Ray dengan P Impedance, Porositas dengan P Impedance, Lamda-Rho dengan P Impedance dan Mhu-Rho dengan P Impedance. Crossplot ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan yang dihasilkan dari metode Extended Elastic Impedance.

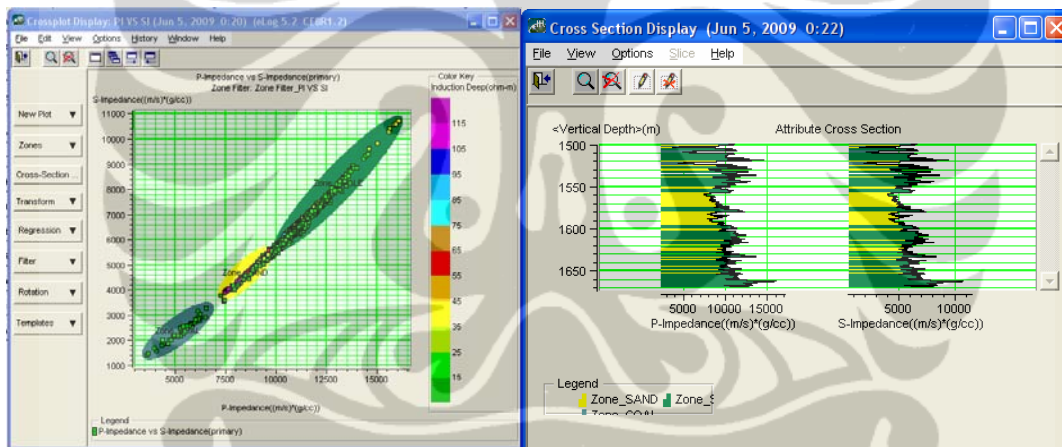
Crossplot juga dilakukan antara Log Mhu-Rho dengan Log Lamda-Rho, Gamma Ray dengan Porositas dan P Impedance dengan S Impedance.

Berdasarkan analisa crossplot Gamma Ray dengan Porositas dapat memisahkan antara Sand dengan Shale dengan melihat perbandingan besar harga Gamma Ray dan Besar harga Porositas. Color key yang digunakan adalah dengan parameter Induction Deep, karena dengan log ini kita dapat membedakan antara hidrokarbon dengan air. Pada lapisan Sand mempunyai harga Gamma Ray kecil mempunyai kisaran sampai dengan 60 API dan harga porositas batupasir mempunyai kisaran dari 10% – 30% dikarenakan ukuran butir sand akan lebih besar sehingga membuat rongga antar butir lebih besar dan reservoir yang baik mempunyai sortasi butir yang seragam, sortasi yang seragam akan memperbesar porositas batuan. Pada lapisan Shale mempunyai harga Gamma Ray tinggi berkisar dari 60 – 150 API dan harga porositas rendah yaitu dibawah 15%, dikarenakan shale mempunyai ukuran butir yang lebih kecil sehingga rongga antar butir akan lebih rapat dan lebih kecil. Pada Crossplot Gambar 5.4. menunjukkan pada zone yang berwarna kuning menunjukkan harga Gamma Ray rendah dan harga porositas yang cukup baik sebagai lapisan batupasir. Pada zone yang berwarna hijau mempunyai harga Gamma Ray besar dan harga porositas kecil, menunjukkan pada zone tersebut merupakan zone batulempung. Pada area target yang berada pada meter 1550 – 1570 m menunjukkan lapisan batupasir.



Gambar 5.4. (a) Crossplot antara Gamma Ray dengan Porositas. (b) Cross section crossplot Gamma Ray dengan Porositas

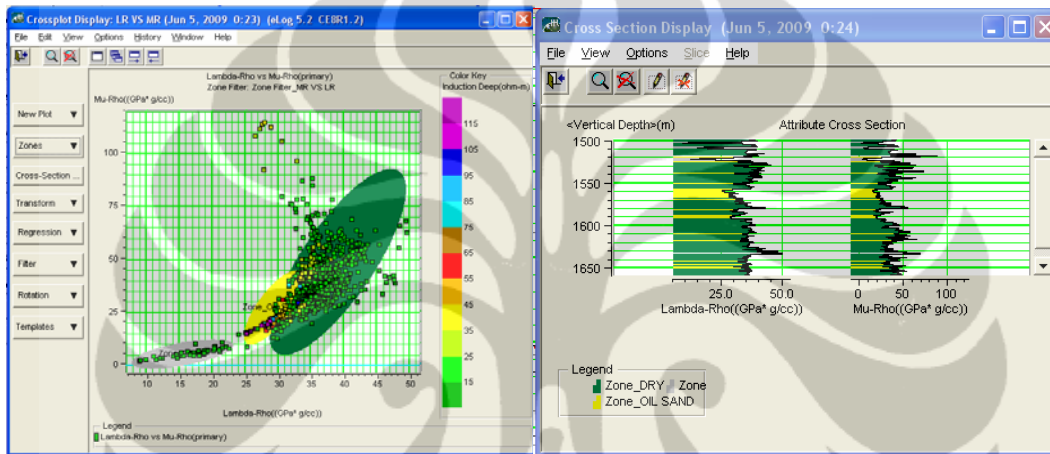
Pada crossplot antara Log P Impedance dengan Log S Impedance juga dapat memisahkan jenis batuan dan fluida yang terkandung dalam reservoir. Tetapi dalam crossplot antara P Impedance dan S Impedance tidak selalu dapat membedakan fluida, seperti dalam kasus seperti dapat dilihat pada crossplot dibawah ini. Dari crossplot antara P Impedance dengan S impedance kita dapat memisahkan litologi. Pada zone yang menunjukkan warna abu-abu yang menunjukkan harga P maupun S impedance yang rendah dapat dikategorikan sebagai batubara, memiliki harga P Impedance mempunyai kisaran sampai dengan 7000 (m/s*g/cc) dan kisaran harga S Impedance dari 1200 sampai 3400 (m/s*g/cc), zone ini ditunjukkan dengan warna abu-abu. Pada zone batupasir mempunyai kisaran harga impedance menengah, harga P Impedance berkisar dari 7500 – 9500 (m/s*g/cc). Untuk harga S Impedance mempunyai kisaran harga dari 3600 – 5800 (m/s*g/cc), zone ini ditunjukkan dengan warna kuning. Pada zone batulempung mempunyai kisaran harga P Impedance dari 10000 – diatas 15000 (m/s*g/cc) yang ditunjukkan dengan warna hijau.



(a) (b)
Gambar 5.5. (a) Crossplot antara P Impedance dengan S Impedance. (b) Cross section crossplot P Impedance dengan S Impedance

Pada crossplot antara Log Mhu-Rho dengan Lamda-Rho kita dapat membedakan litologi dan jenis fluida dengan lebih baik. Berdasarkan harga Lamda-Rho batuan yang mengandung hidrokarbon akan mempunyai harga Lamda-Rho yang rendah dibanding dengan batuan disekitarnya. Harga Mhu-Rho pada batuan yang mempunyai porositas yang baik akan bernilai tinggi. Dalam crossplot ini digunakan

parameter Induction Deep sebagai color key untuk menentukan posisi fluida. Dalam kasus ini harga Lamda-Rho lapisan yang diduga merupakan lapisan batupasir dan memiliki kandungan minyak mempunyai harga berkisara dari 25 – 35 (GPa*g/cc) dan harga Mhu-Rho juga kecil, yaitu berkisar dari 10 – 45 (GPa*g/cc). Zone yang diduga merupakan batupair dan mengandung minyak merupakan zone yang berwarna kuning. Sedangkan zone yang berwarna abu0abu diduga merupakan lapisan batubara, karena mempunyai harag Lamda-Rho dan Mhu-Rho yang sangat rendah. Dan Zone batulempung yang berwarna hijau mempunyai kisaran harga Lamda-Rho tinggi.

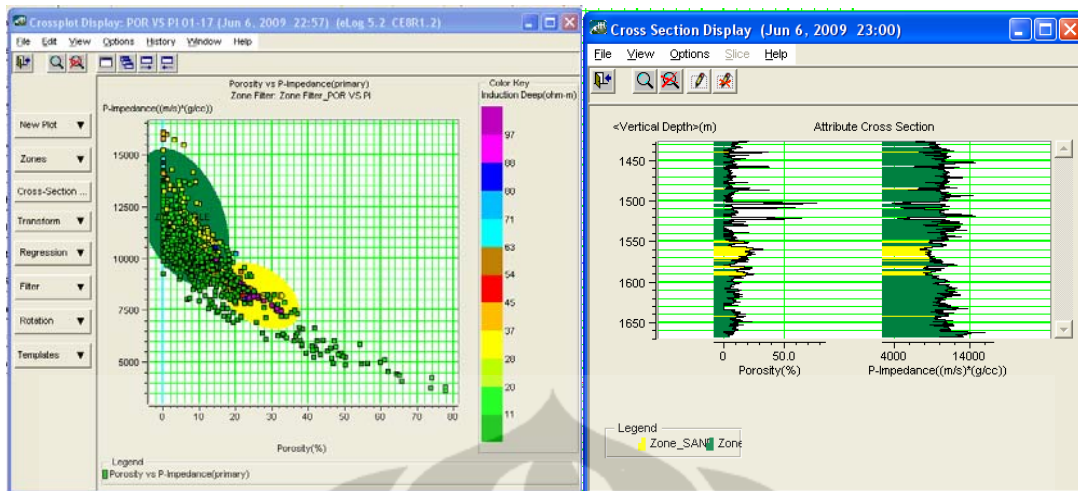


(a)

(b)

Gambar 5.6. (a) Crossplot antara Mhu-Rho dengan Lamda-Rho. (b) Cross section crossplot Mhu-Rho dengan Lamda-Rho

Pada crossplot antara Log P Impedance dengan Log Porositas dilakukan untuk membandingkan harga Impedance terhadap Porositas yang akan dikorelasikan dengan harga impedance pada penampang inverse porositas. Crossplot ini dilakukan dengan color key harga Induction Deep. Berdasarkan hasil crossplot dapat diketahui bahwa pada daerah yang berwarna kuning yang diduga merupakan lapisan batupasir mempunyai harga P Impedance 7300 – 9500 (m/s*g/cc) dan harga porositas berkisar dari 16% - 30%. Sedangkan lapisan batulempung mempunyai kisaran harga P Impedance yang tinggi berkisar dari 8500 – 15000 (m/s*g/cc) dan harga porositas yang rendah, dibawah 18%.

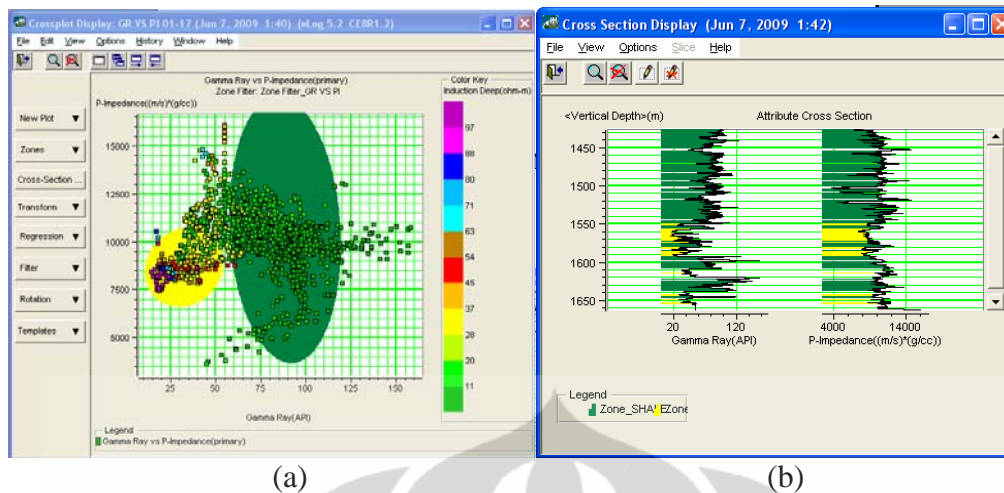


(a)

(b)

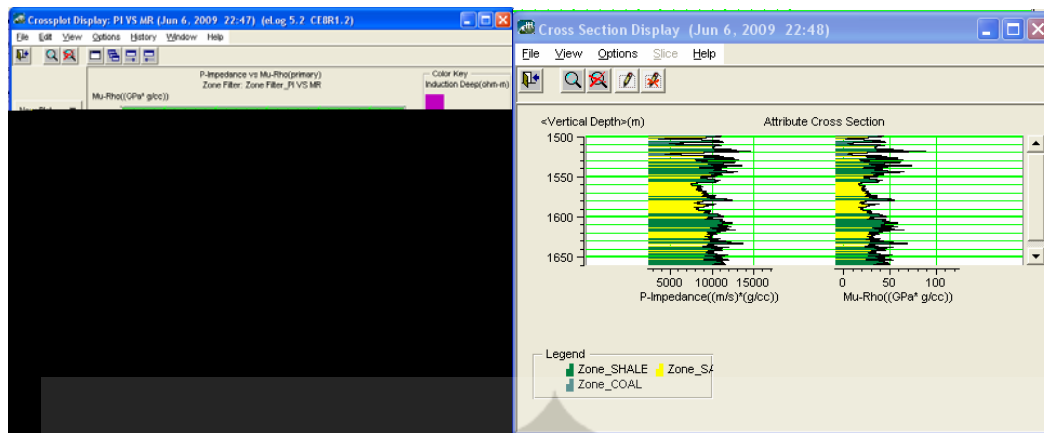
Gambar 5.7. (a) Crossplot antara P Impedance dengan Porositas. (b) Cross section crossplot P Impedance dengan Porositas

Pada crossplot antara Log P Impedance dengan Log Gamma Ray dilakukan untuk membandingkan antara harga impedance yang didapat dari hasil inverse pemodelan Gamma Ray dengan harga log P Impedance. Berdasarkan hasil crossplot didapat pada zone yang berwarna kuning yang diduga merupakan lapisan batupasir mempunyai harga P Impedance berkisar dari 7000 – 10150 (m/s*g/cc) dan harga Gamma Ray berkisar dari 0 – 60 API. Sedangkan zone yang berwarna hijau yang diduga merupakan lapisan batulempung mempunyai harga P Impedance yang lebih tinggi, mempunyai kisaran dari 7500 – 12500 (m/s*g/cc) dan harga Gamma Ray tinggi, berkisar dari 60 – 120 API.



Gambar 5.8. (a) Crossplot antara Gamma Ray dengan P Impedance. (b) Cross section crossplot Gamma Ray dengan P Impedance

Pada crossplot antara Log P Impedance dengan Log Mhu-Rho dilakukan untuk membandingkan antara Log dengan hasil inverse pemodelan dengan Mhu-Rho. Pada zone yang berwarna kuning yang diduga merupakan lapisan batupasir mempunyai harga P Impedance berkisar dari 7000 – 10500 (m/s*g/cc) dan harga Mhu-Rho berkisar antara 15 – 35 (GPa*g/cc). Sedangkan pada zone yang berwarna abu-abu diduga merupakan lapisan batubara yang mempunyai harga P Impedance dan Mhu-Rho yang rendah, harga P Impedancenya berkisar dari 2500 – 7000 (m/s*g/cc) dan kisaran harga Mhu-Rho berkisar dari 0 – 10 (GPa*g/cc). Pada zone yang berwarna hijau diduga merupakan lapisan batulempung mempunyai kisaran harga P Impedance 10000 – 15000 (m/s*g/cc) dan kisaran harga Mhu-Rho dari 30 – 100 (GPa*g/cc).

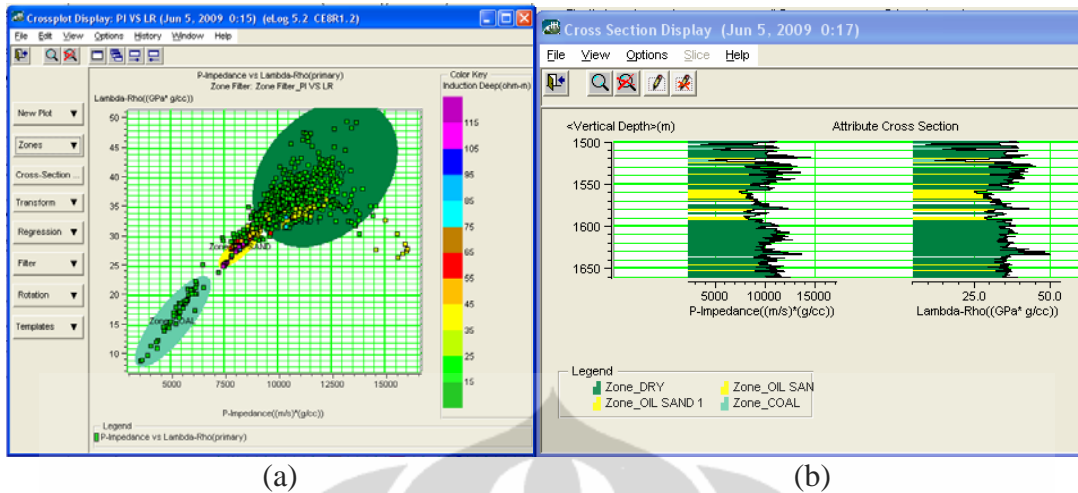


(a)

(b)

Gambar 5.9. (a) Crossplot antara Mhu-Rho dengan P Impedance. (b) Cross section crossplot Mhu-Rho dengan P Impedance

Crossplot antara Log P Impedance dengan Log Lamda-Rho dilakukan untuk membandingkan hasil analisa crossplot log dengan hasil analisa Inversi dengan pemodelan Lamda-Rho. Pada Zone yang berwarna kuning yang diduga merupakan lapisan batupasir mempunyai harga P Impedance yang berkisar dari 7400 – 9200 (m/s*g/cc) dan kisaran harga Lamda-Rho dari 25 – 32 (GPa*g/cc). Pada zone yang berwarna abu-abu diduga merupakan lapisan batubara yang mempunyai harga P Impedance maupun Lamda-Rho yang sangat rendah. Kisaran harga P Impedance pada lapisan batubara dari 2500 – 7000 (m/s*g/cc) dan kisaran harga Lamda-Rho dari 10 -23 (GPa*g/cc). Pada zone yang berwarna hijau yang diduga merupakan lapisan batulempung mempunyai kisaran harga P Impedance dari 9000 – 14000 (m/s*g/cc) dan kisaran harga Lamda-Rho dari 30 – 50 (GPa*g/cc).



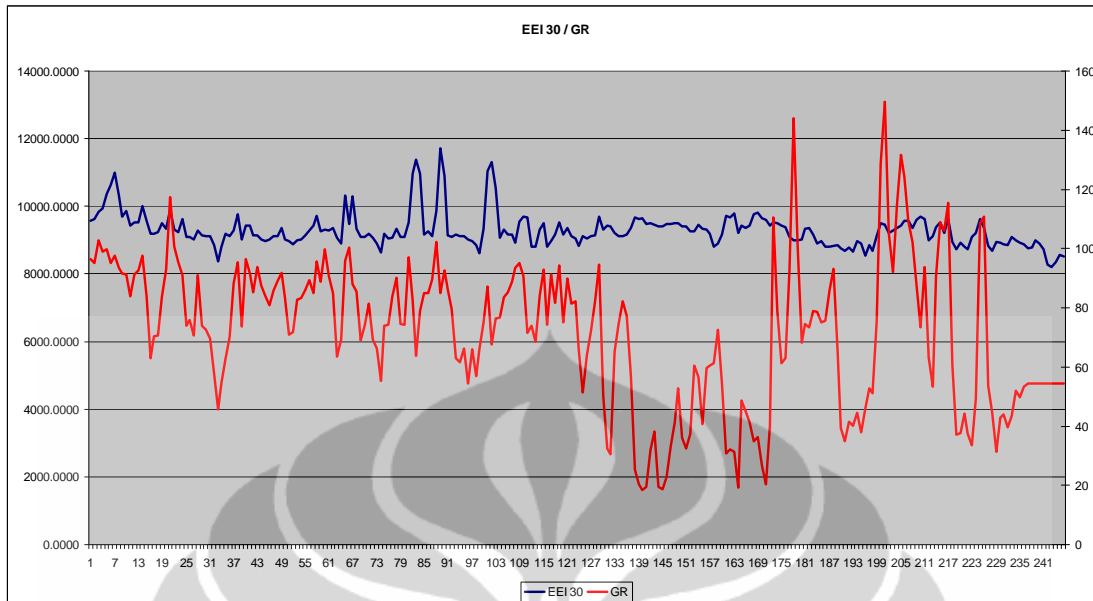
Gambar 5.10. (a) Crossplot antara Lamda-Rho dengan P Impedance. (b) Cross section crossplot Lamda-Rho dengan P Impedance

V.3. Analisa Log EEI

Log EEI ini dibuat untuk mengetahui korelasi dari sudut-sudut EEI yang paling baik untuk masing-masing parameter yang digunakan dalam penelitian ini. Parameter log yang digunakan dalam penelitian ini adalah Log Gamma Ray, Porositi, dan Mhu-Rho untuk membedakan litologi yang hadir, dan Log Lamda-Rho untuk membedakan fluida yang terbentuk didaerah yang diduga merupakan daerah prospek di Lapangan Blackfoot. Dengan diketahuinya sudut optimum yang dicari, diharapkan anomali-anomali yang akan ditunjukkan dari masing-masing parameter akan terlihat lebih jelas dan dapat dibedakan dengan lebih akurat.

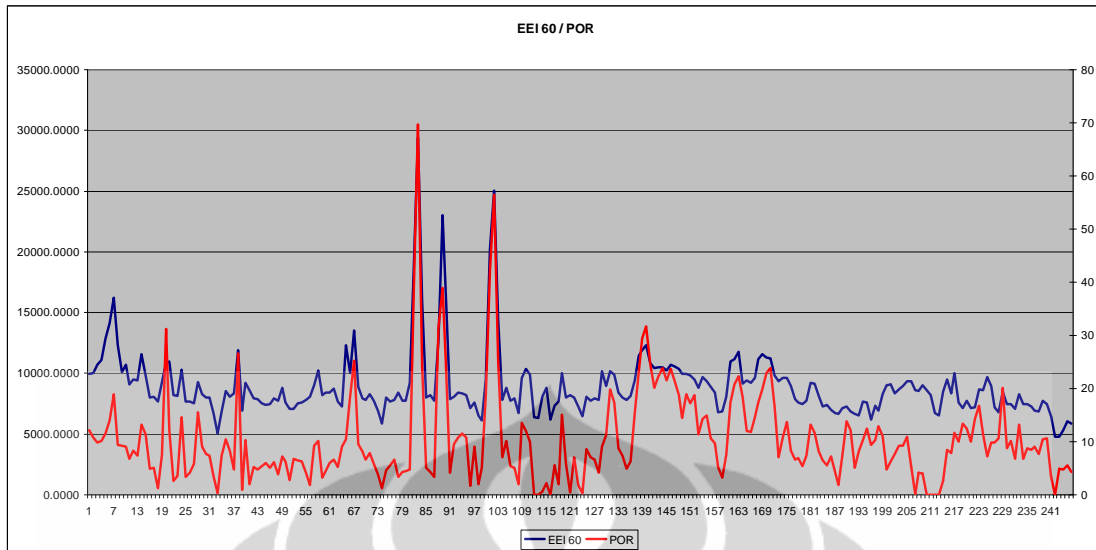
Berdasarkan perhitungan Log EEI untuk masing-masing sudut (dari -09° – 90°) maka didapat korelasi Log EEI yang paling baik untuk masing-masing parameter.

Untuk parameter Gamma Ray log EEI yang paling baik korelasinya mempunyai harga 0.25 adalah Log EEI dengan sudut 30° . Harga korelasi Gamma Ray dengan EEI ini merupakan harga yang paling tinggi tetapi harga korelasinya sangat kecil, sehingga dapat dilihat pada (Gambar 5.11.) bahwa bentukan kurva antara log EEI 30° dengan Gamma Ray mempunyai pola yang hampir sama tidak mirip dengan log aslinya.



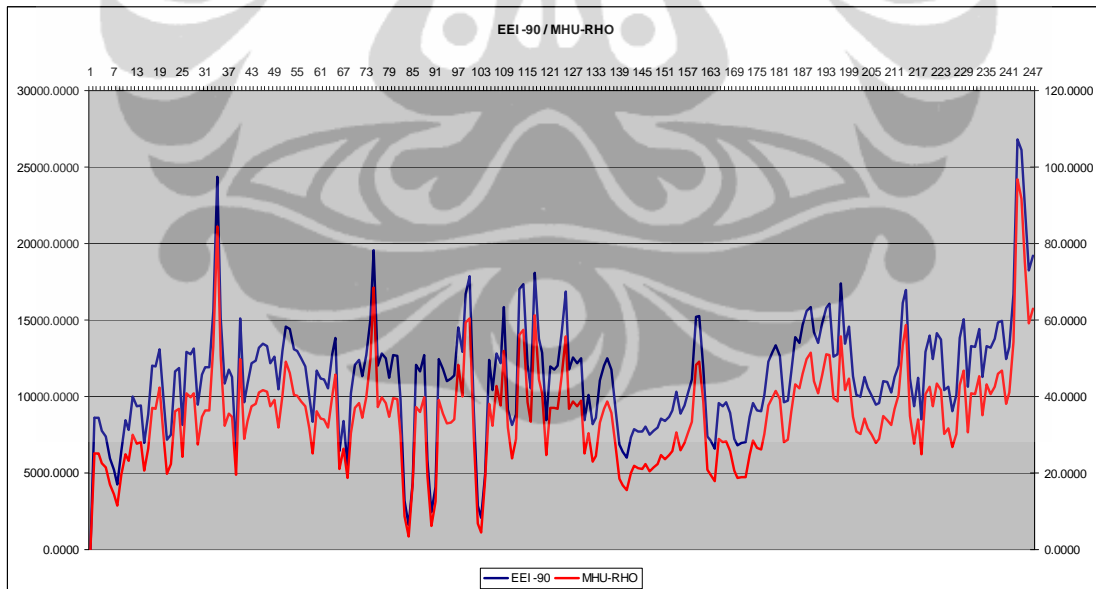
Gambar 5.11. Kurva Log EEI 30° dengan Log Gamma Ray

Untuk parameter fisika Porositas didapat Log EEI yang mempunyai korelasi sangat baik yaitu dengan harga korelasi sebesar 0.85 adalah Log EEI dengan sudut 60°. Dapat dilihat pada (Gambar 5.10.) bahwa kurva Log EEI 60° dengan Log Porositas memiliki kecenderungan bentuk yang sama, dimana kurva pada log EEI yang menunjukkan harga tinggi pada kurva Log porositas juga menunjukkan harga yang tinggi, begitu juga sebaliknya.



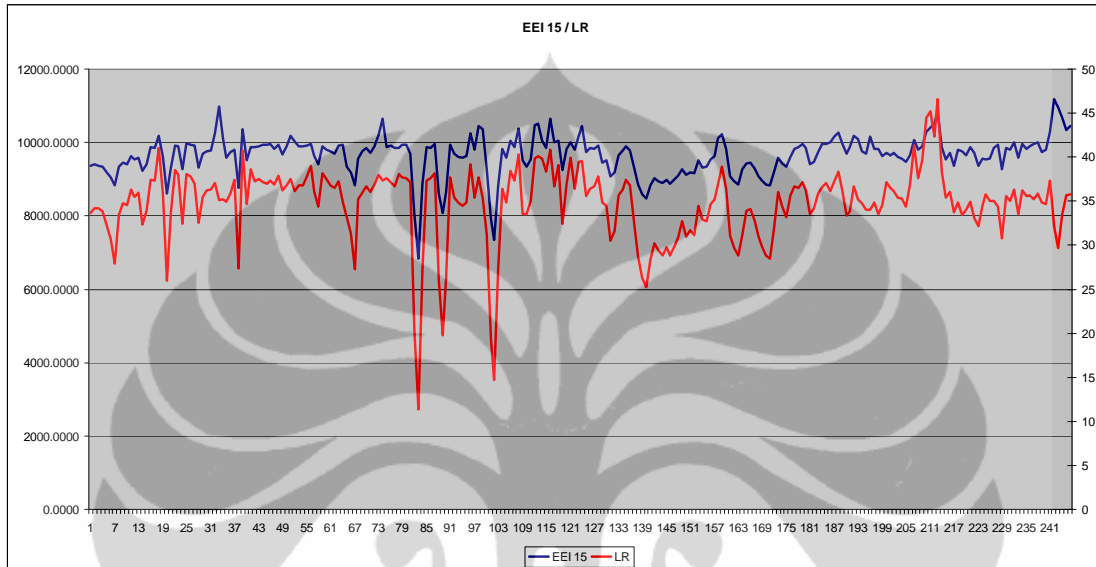
Gambar 5.12. Kurva Log EEI 60° dengan Log Porositas

Untuk parameter fisika Mhu-Rho didapat log EEI yang mempunyai korelasi paling baik, yaitu sudut dengan harga korelasi sebesar 0.99 adalah Log EEI dengan sudut -90°. Dapat dilihat pada (Gambar 5.11.) bentuk kurva Log EEI -90° dengan Log Mhu-Rho juga mempunyai pola dan kecenderungan yang sama.



Gambar 5.13. Kurva Log EEI -90° dengan Log Mhu-Rho

Untuk parameter fisika Lamda-Rho didapat log EEI yang mempunyai korelasi paling baik, yaitu dengan harga korelasi sebesar 0.86 adalah Log EEI dengan sudut 15°. Sama dengan parameter sebelumnya bentuk kurva Log EEI 15° mempunyai kecenderungan dan pola yang sama dengan Log Lamda-Rho. (Gambar 5.14.)



Gambar 5.14. Kurva Log EEI 15° dengan Log Lamda-Rho

Dari hasil analisa korelasi Log EEI dengan Log parameter fisika yang dibutuhkan selanjutnya didapat penampang reflectivity dari masing-masing parameter dengan menggunakan rumus $R = A + B \tan x$. Dari penampang reflectivity ini dilakukan analisa inversi untuk mendapatkan model geologi bawah permukaan sehingga dapat diketahui litologi dan fluida yang terkandung dalam reservoir yang terbentuk di Lapangan Blackfoot.

V.4. Analisa Inversi

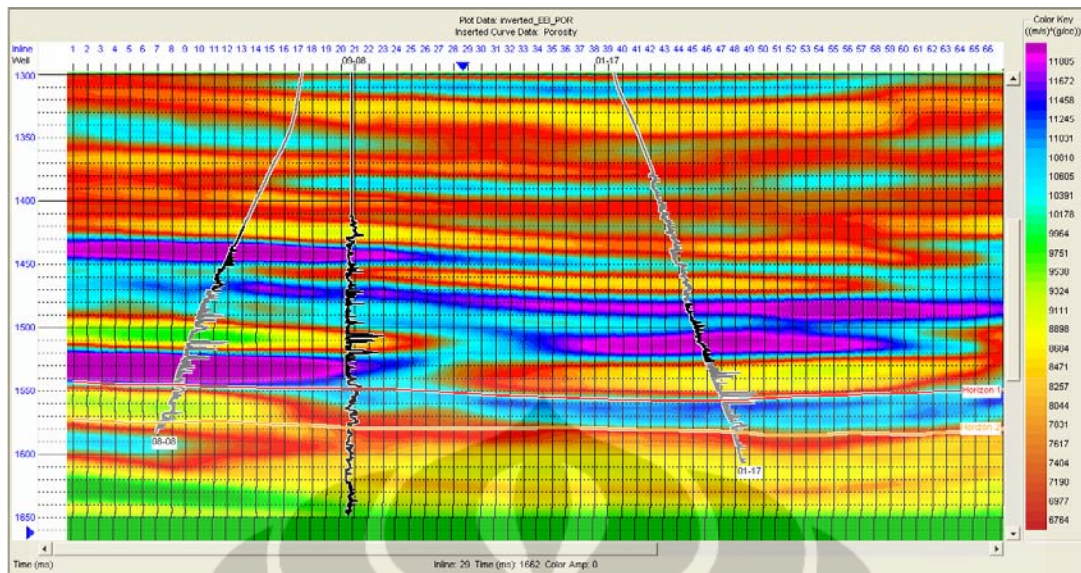
V.4.1. Analisa Porositas

Berdasarkan hasil inverse penampang Porositas, hal ini dapat menggambarkan litologi bawah permukaan. Hubungan akustik impedance dengan porositas mempunyai hubungan yang terbalik, porositas akan semakin besar sedangkan impedance mempunyai harga semakin kecil, seperti yang diterangkan oleh Munadi (2000).

Dilihat dari penampang lapisan yang mempunyai warna Kuning sampai merah mempunyai harga impedance yang 7200 – 9050 (m/s*g/cc), menggambarkan lapisan mempunyai porositas yang cukup baik, lapisan ini diduga sebagai lapisan batupasir selang. Sedangkan pada lapisan yang mempunyai harga impedance yang tinggi diatas 9700 (m/s*g/cc) diinterpretasikan sebagai lapisan tight yang mempunyai porositas yang rendah, lapisan ini diduga sebagai lapisan batulempung.

Persebaran batupasir pada lapisan di horizon ini tersebar baik disekitar sumur 08-08 dan 09-08, sedangkan pada sumur 01-17 harga impedancenya menunjukkan harga yang tinggi, yang merupakan lapisan yang mempunyai porositas yang buruk.

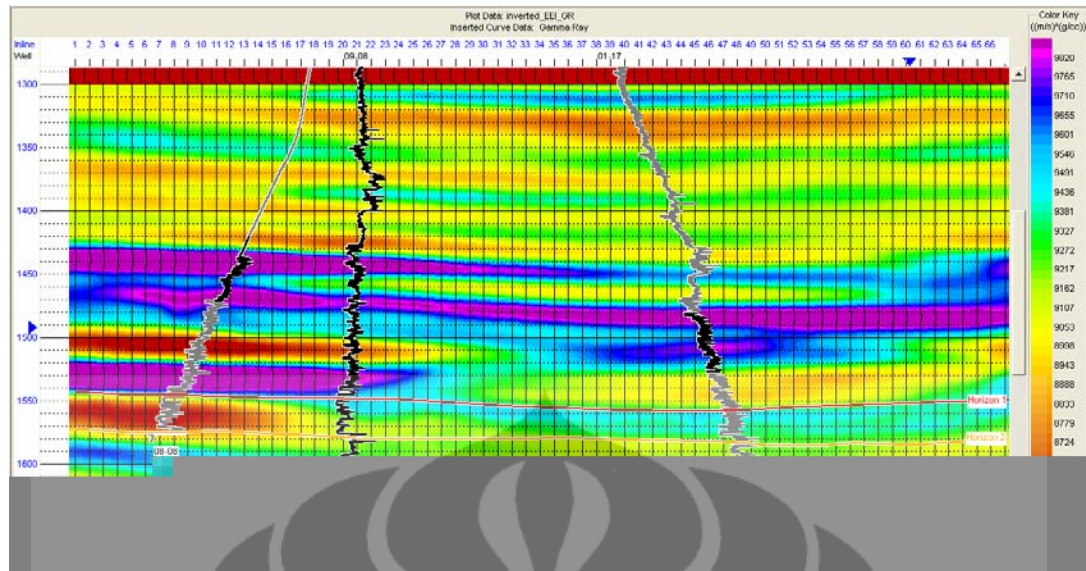
Hal ini sesuai dengan analisa crossplot log yang dilakukan dimana harga P Impedance dengan harga Impedance yang dihasilkan dari inverse Log EEI ini terkorelasi dengan sangat baik.



Gambar 5.15. Penampang inverse EEI Porositas pada xline 45

V.4.2. Analisa Gamma Ray

Gamma-ray merupakan sifat fisik batuan yang membaca tingkat radiasi pada batuan, yang pada litologi serpih lebih tinggi karena unsur-unsur radioaktif tersebut cenderung mengendap pada batu lempung (*shale*) dibandingkan dengan litologi lain. Dengan ini lapisan batuan yang mempunyai harga impedance tinggi dapat dikategorikan sebagai batulempung, sedangkan batuan yang mempunyai harga impedance yang rendah dikategorikan sebagai batupasir.



Gambar 5.16. Penampang Inversi EEI Gamma Ray pada xline 45

Berdasarkan penampang inverse Gamma Ray menunjukan bahwa lapisan yang berwarna kuning mempunyai harga impedance berkisar dari 8300 - 9450 ($m/s \cdot gr/cc$) merupakan zone yang diduga merupakan lapisan batupasir. Lapisan yang berwarna biru sampai ungu dengan harga impedance diatas 9700 ($m/s \cdot gr/cc$) merupakan lapisan batulempung.

Penyebaran batupasir ini jika dilihat berdasarkan harga impedance dari penampang inverse pemodelan Gamma Ray ini menunjukkan penyebar yang baik secara lateral. (Gambar 5.16)

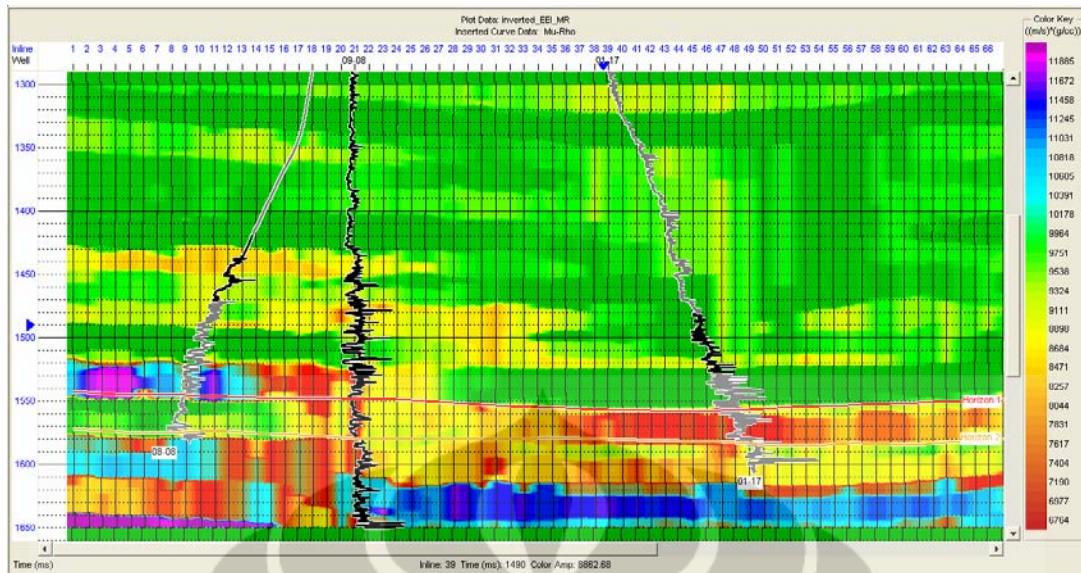
V.4.3. Analisa Inversi Mhu-Rho

Mhu-Rho merupakan salah satu parameter fisika yang digunakan untuk membedakan litologi dan persebarannya secara lateral. Dalam membedakan litologi dengan menggunakan parameter Mhu-Rho sangat dipengaruhi oleh rigiditas suatu batuan atau dapat disebut dengan shear modulus. Shear modulus dapat didefinisikan sebagai ketahanan batuan terhadap tarikan atau strain yang menghasilkan perubahan bentuk tanpa merubah volume total batuan. Parameter fisika Mhu-Rho ini sangat baik

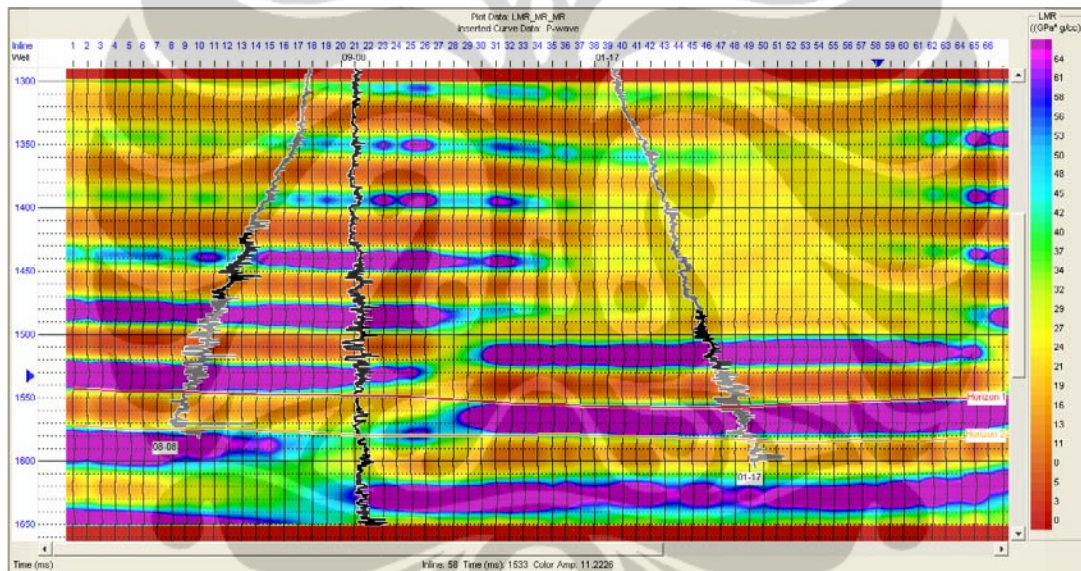
untuk membedakan batupasir dengan porositas yang baik, tetapi parameter ini tidak dapat memisahkan fluida dalam reservoir.

Batuan atau lapisan batuan yang mempunyai harga $M\mu$ - Rho tinggi merupakan lapisan batuan yang memiliki porositas yang baik dibandingkan dengan lapisan disekitarnya, hal ini dapat diinterpretasikan sebagai batupasir yang mempunyai porositas yang baik sebagai reservoir. Batuan atau lapisan yang memiliki harga $M\mu$ - Rho rendah merupakan lapisan yang memiliki porositas yang rendah, hal ini diinterpretasikan sebagai lapisan batulempung yang mempunyai porositas yang buruk.

Pada penampang menunjukkan bahwa pada area target harga Impedance $M\mu$ - Rho menunjukkan angka kisaran dari 7100 – 11200 $m/s * g/cc$ dan harga $M\mu$ - Rho berkisar dari 25 – 35 $GPa * g/cc$. Hasil Inversi ini masuk dalam kisaran harga $M\mu$ - Rho pada sumur yang berkisar dari 15 – 35 $GPa * g/cc$. Pada area target harga Impedance $M\mu$ - Rho disekitar sumur 09-08 dan 08-08 menunjukkan 7300 – 11200 $m/s * g/cc$, sedangkan pada sumur 01-17 menunjukkan harga yang sangat rendah, yaitu sekitar 7100 $m/s * g/cc$. Kemenerusan batupasir terlihat baik pada lapisan didalam horizon 1 dan 2 yang merupakan target area pada area disekitar sumur 09-08 dan 08-08. Pada area disekitar sumur 01-17 batupasir mengalami penipisan. Hal ini juga diketahui dari log sumur 01-17 dimana lapisan batupasir menipis.



Gambar 5.17. Penampang Inversi EEI Mhu-Rho pada xline 45



Gambar 5.18. Penampang Inversi Mhu-Rho pada xline 45

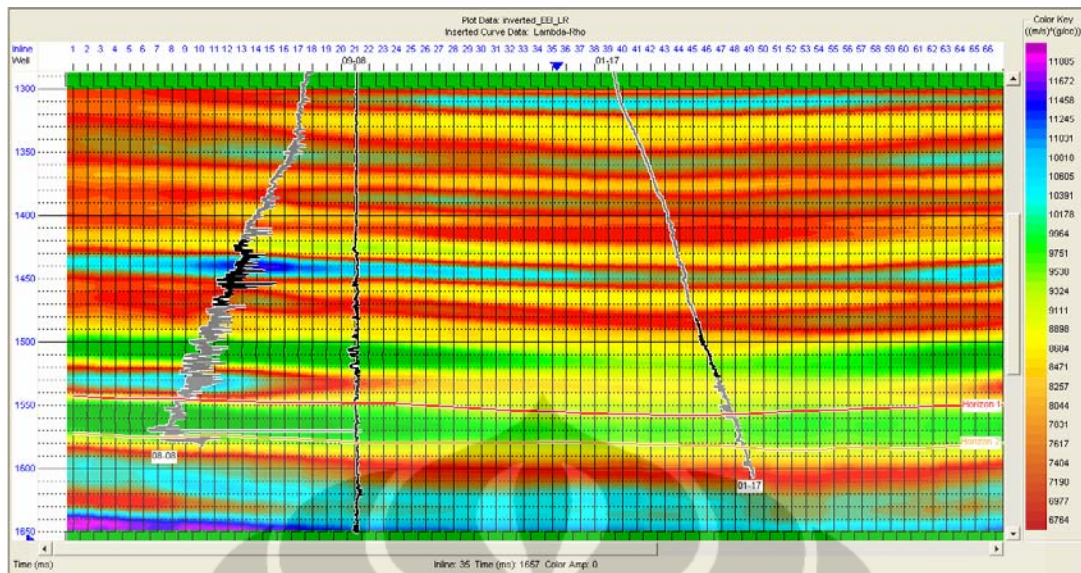
V.4.4. Analisa Inversi Lamda-Rho

Lamda-Rho merupakan salah satu parameter fisik yang dapat memisahkan atau membedakan fluida dalam suatu lapisan dan persebarannya. Untuk membedakan fluida dengan parameter Lamda-Rho sangat dipengaruhi oleh inkompresibilitas batuan yang artinya ketahanan batuan untuk mengalami perubahan bentuk karena

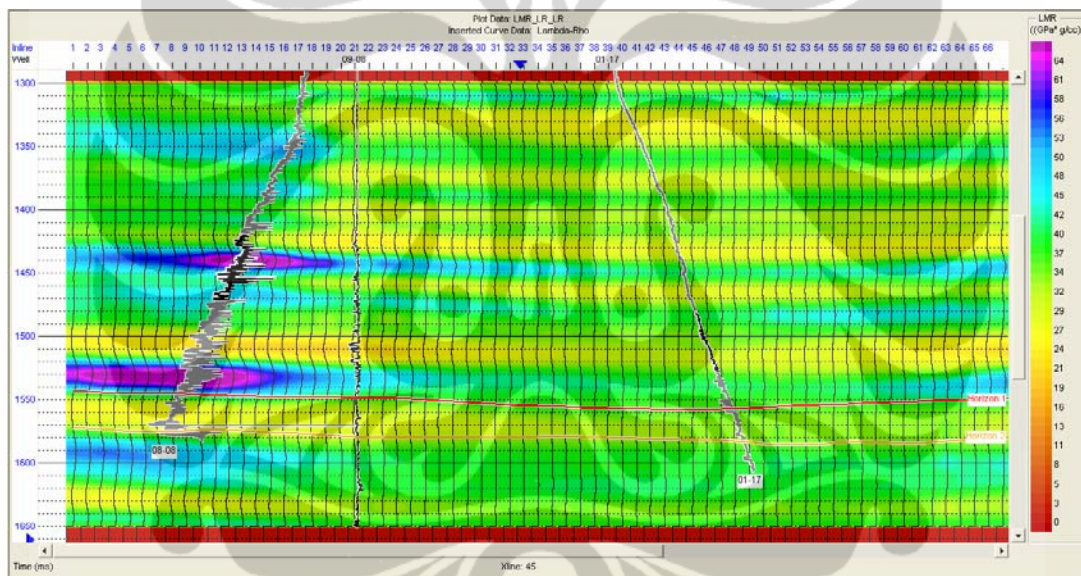
tekanan. Inkompresibilitas dapat disebut juga sebagai bulk modulus, ketahanan dalam mengalami perubahan volume yang disebabkan perubahan tekanan, hal ini merupakan kebalikan dari kompresibilitas.

Batuan atau lapisan yang mempunyai harga Lamda-Rho rendah merupakan lapisan yang mudah mengalami perubahan bentuk akibat tekanan, hal ini disebabkan lapisan tersebut mengandung fluida dalam pori batumannya. Jika harga Lamda-Rho pada lapisan rendah menunjukkan lapisan mengandung fluida gas dan minyak dalam reservoir, karena gas sangat ringan dan tidak tahan menahan tekanan. Harga Lamda-Rho untuk minyak akan diinterpretasikan mempunyai harga sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan gas, karena oil mempunyai ketahanan lebih kuat untuk menahan perubahan tekanan.

Pada penampang dapat dilihat bahwa area target mempunyai harga Impedance Lamda-Rho rendah-sedang berkisar dari 9050 – 9300 m/s*g/cc dan harga Lamda-Rho 25 – 37 Gpa*g/cc. Hal ini menunjukkan pada area target diduga mengandung hidrokarbon. Berdasarkan harga impedancenya reservoir diarea horizon 1 dan 2 ini merupakan minyak. Hal ini juga didukung dengan harga Log Lamda-Rho pada sumur yang menunjukkan harga 25 – 32 Gpa*g/cc. Berdasarkan penampang inversi pemodelan Lamda-Rho ini dapat dilihat persebaran lapisan yang mengandung minyak mempunyai persebaran secara lateral yang cukup baik.



Gambar 5.19. Penampang Inversi EEI Lamda-Rho pada xline 45



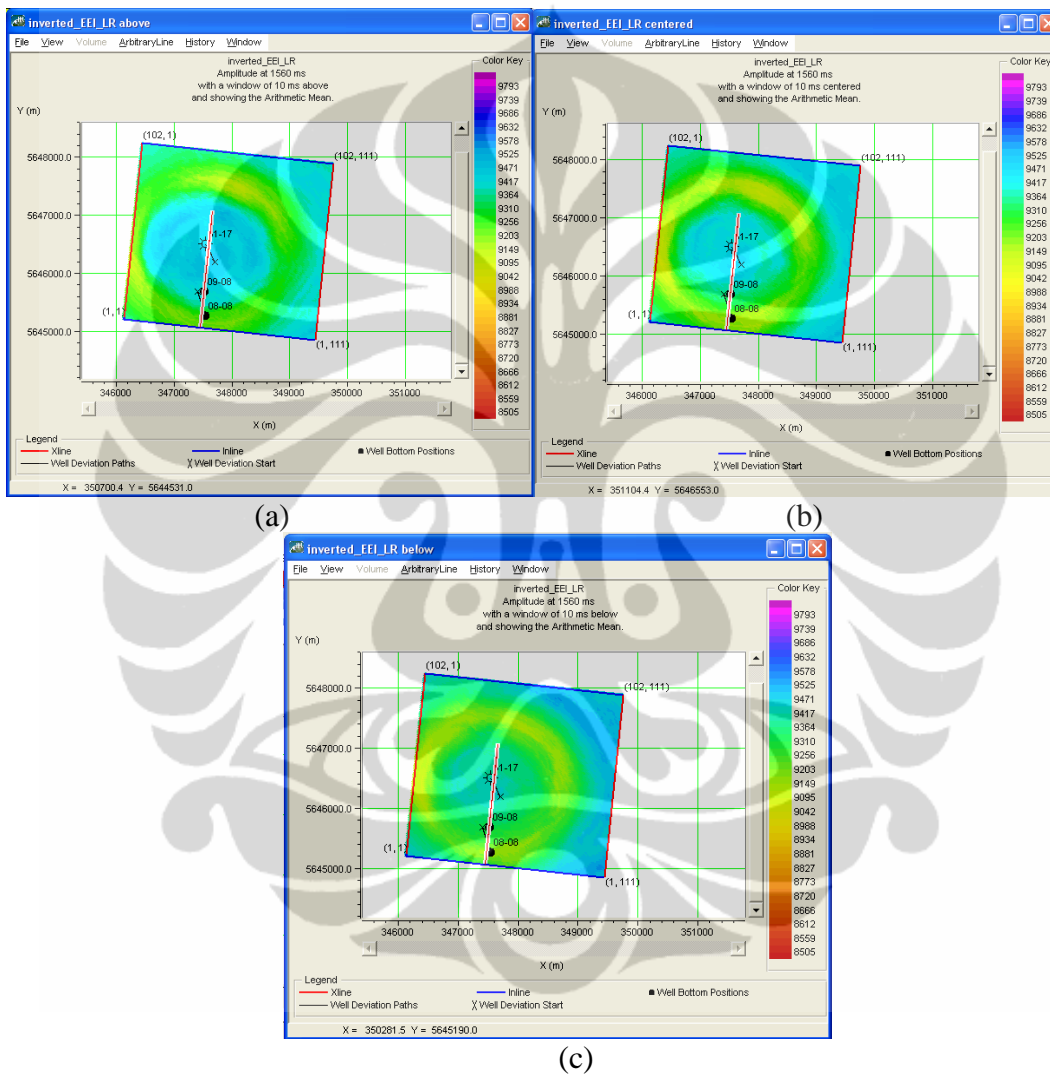
Gambar 5.20. Penampang Inversi Lamda-Rho pada xline 45

V.5. Analisa Time Slice

V.5.1. Analisa Time Slice Lamda-Rho

Berdasarkan Time Slice yang dilakukan pada kedalaman waktu 1560 ms dengan window 10 ms menunjukkan bahwa pada slice diatas 1560 ms persebaran lapisan batupasir yang mengandung minyak memiliki harga Lamda-Rho dengan

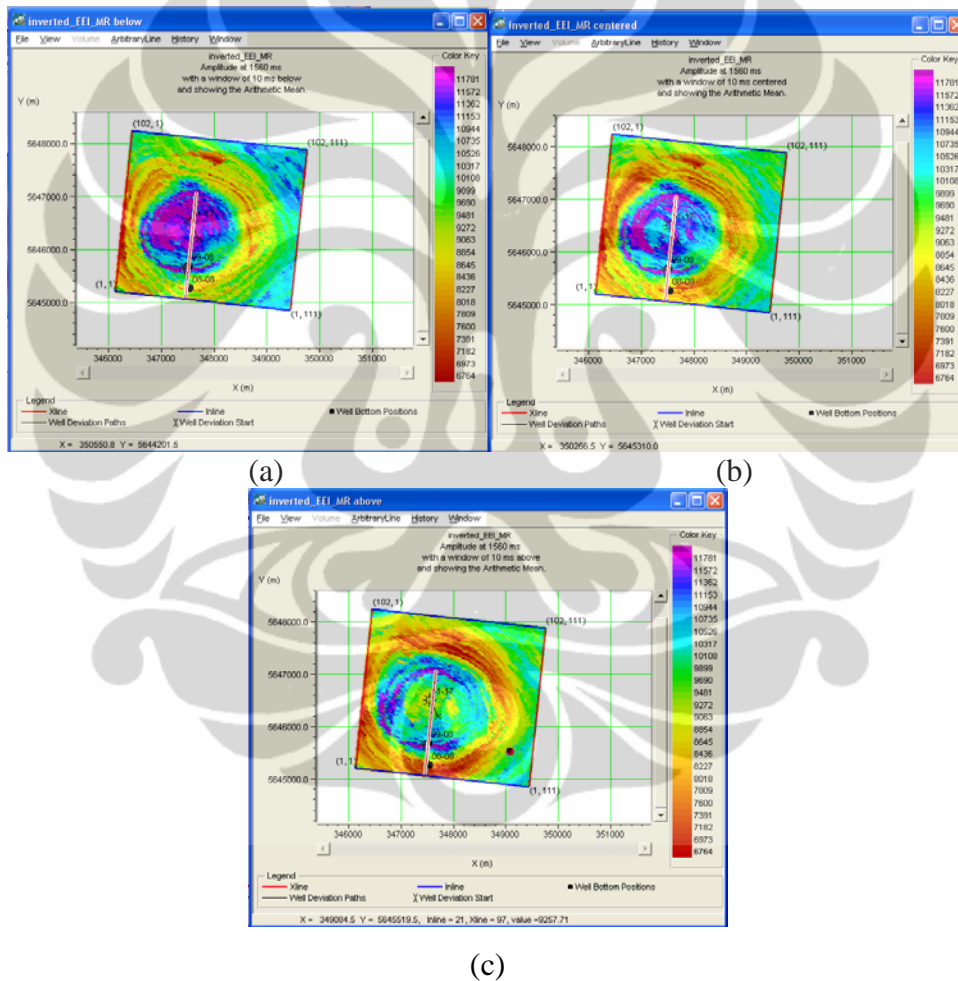
kisaran 9050 – 9300 (m/s*g/cc) tersebar baik pada sumur 08-08. Pada slice di kedalaman waktu 1560 ms persebaran batupasir yang mengandung minyak tersebar baik pada area disekitar sumur 08-08 dan 09-08. Pada slice dibawah kedalaman waktu 1560 ms persebaran batupasir yang mengandung minyak tersebar baik di sekitar area sumur 08-08 dan 09-08. Pada sumur 01-17 tidak dijumpai batupasir yang mengandung minyak.



Gambar 5.21. (a) Time Slice diatas 1560 ms. (b) Time Slice pada 1560 ms. (c) Time Slice dibawah 1560 ms

V.5.2. Analisa Time Slice Mhu-Rho

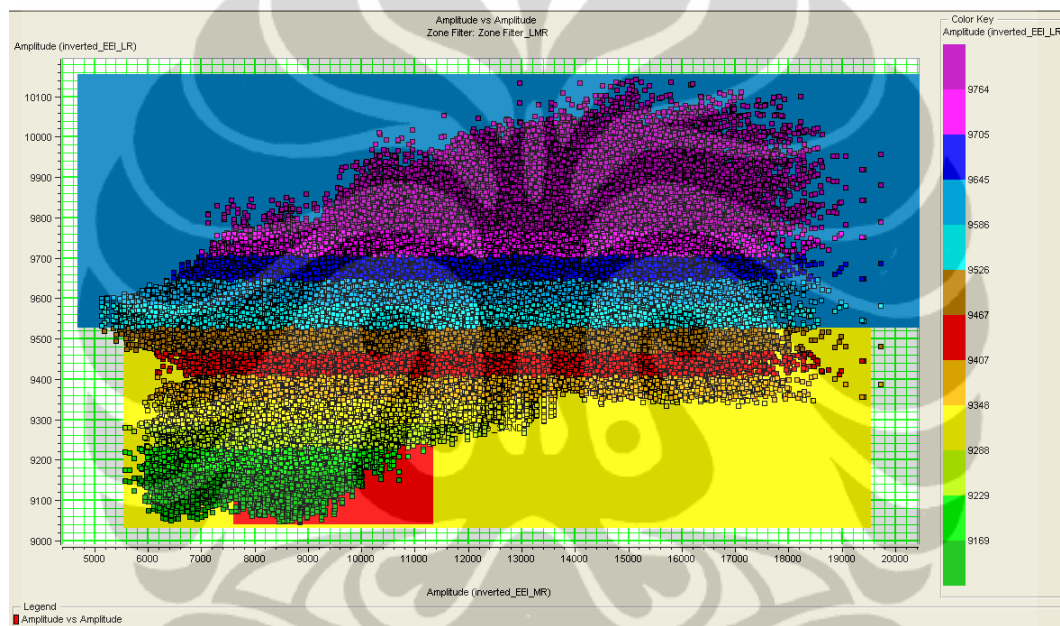
Berdasarkan Time Slice yang dilakukan pada kedalaman waktu 1560 ms dengan window 10 ms menunjukkan bahwa pada slice diatas 1560 ms persebaran lapisan batupasir yang memiliki harga Mhu-Rho dengan kisaran 7500 – 11200 (m/s*g/cc) tersebar baik pada sumur 08-08 dan sumur 01-17. Pada slice di kedalaman waktu 1560 ms persebaran batupasir yang tersebar baik pada area disekitar sumur 08-08, pada sumur 01-17 mulai mengalami penipisan. Pada slice dibawah kedalaman waktu 1560 ms persebaran batupasir tersebar baik di sekitar area sumur 08-08. Berdasarkan Time Slice yang dilakukan menunjukkan bahwa semakin dalam kedalaman waktu persebaran batupasir menipis.



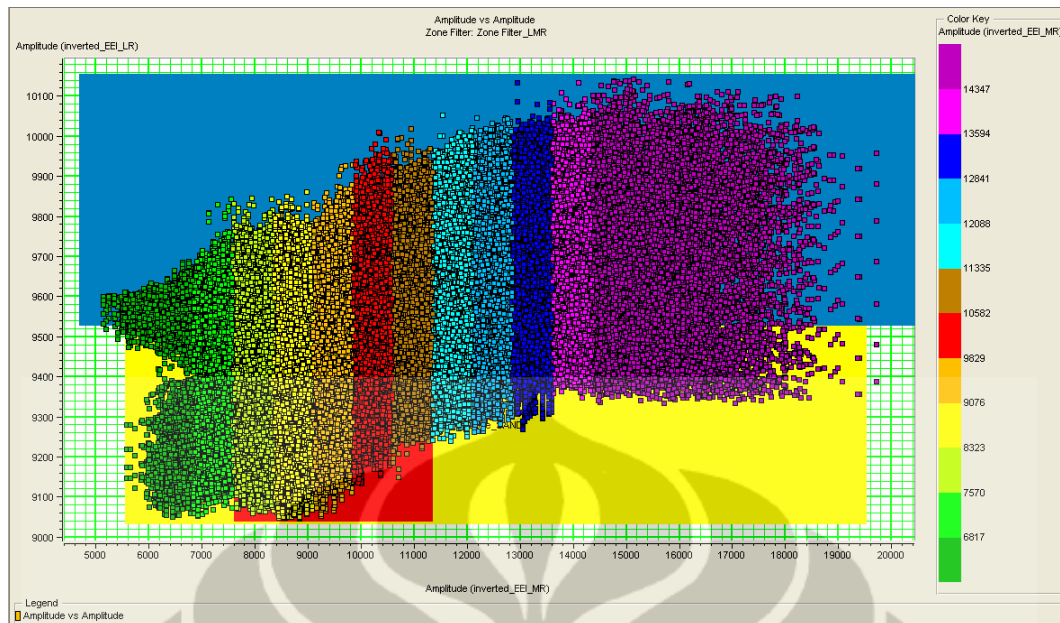
Gambar 5.22. (a) Time Slice dibawah 1560 ms. (b) Time Slice pada 1560 ms. (c) Time Slice diatas 1560 ms

V.6. Identifikasi Fluida Dalam Reservoir

Gambar dibawah ini merupakan hasil crossplot seismik inversi Lamda-Rho dan Mhu-Rho dimana titik-titik yang tampil merupakan kedalaman waktu pada area zone target yang berada disekitar horizon 1 dan horizon 2, pada kedalaman waktu 1540 – 1580 ms. Pada daerah yang mengandung hidrokarbon mempunyai kisaran harga Lamda-Rho 9050 – 9300 m/s*g/cc, dimana harga Lamda-Rho ini dapat dikategorikan sebagai hidrokarbon berupa minyak. Untuk membedakan litologi yang terbentuk pada daerah zone target dilihat dari harga Mhu-Rho dengan kisaran 7500 – 11200 m/s*g/cc.



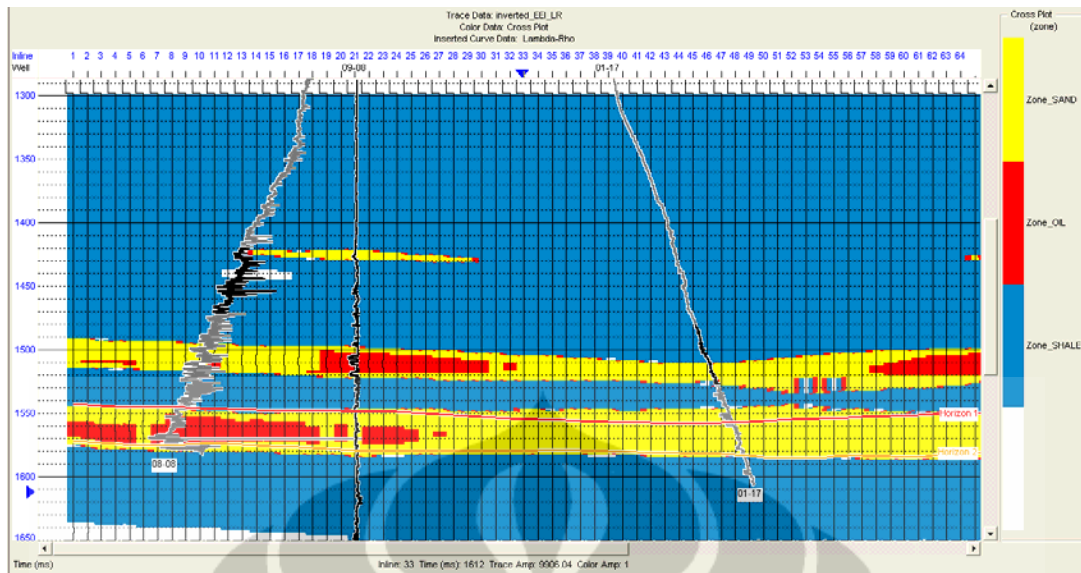
Gambar 5.23. Crossplot antara inverse Impedance Lamda-Rho dan Impedance Mhu-Rho dengan color key EEI Lamda-Rho



Gambar 5.24. Crossplot antara inverse Impedance Lamda-Rho dan Impedance Mhu-Rho dengan color key EEI Mhu-Rho

Dalam analisa crossplot Lamda-Rho dengan Mhu-Rho ini dapat dilihat bahwa pada daerah yang berwarna merah merupakan daerah target yang merupakan zone hidrokarbon minyak berwarna merah, berada dalam zone yang berwarna kuning merupakan daerah batupasir, sedangkan zone yang berwarna biru merupakan daerah batulempung.

Gambar dibawah ini merupakan penampang seismik inversi Lamda-Rho hasil crossplot Lamda-Rho dan Mhu-Rho, dimana pada penampang ini menunjukkan bahwa persebaran batupasir dan minyak berkembang baik pada daerah disekitar sumur 09-08 dan 08-08. Pada sumur 01-17 ditemukan kemenerusan batupasir tetapi tidak dijumpai kemenerusan fluida.



Gambar 5.25. Penampang Seismik Inversi Identifikasi Fluida dan litologi dalam Reservoir

