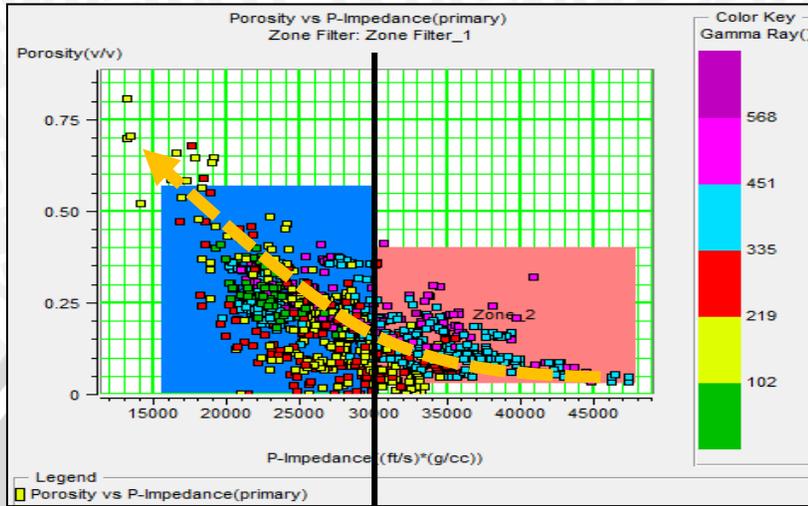


**Gambar 4.4** Data log pada sumur AR-084, *range* data log yang diinput pada saat analisa sensitivitas ditandai dengan garis biru. Pada data log tersebut dapat dilihat perubahan nilai pada hampir semua data log.

Karakter yang sama dengan sumur AR-084 terdapat pada beberapa sumur lainnya. Oleh karena itu untuk mengetahui nilai *cut-off* secara garis besar dilakukan *Multi-WellCrossplot* yang mana dilakukan *crossplot* semua sumur dengan parameter *P-Impedance* dan Porositas serta *color keyGamma-Ray*. Hasil dari analisa *Multi-Well* dapat dilihat pada Gambar 4.5 yang mana ditandai dengan nilai *cut-off* sebesar 31.000 (ft/s)\*(gr/cc) dan lapisan batuan konglomeratik berada pada rentang nilai impedansi 31.000 – 45.000 (ft/s)\*(gr/cc). Secara umum rentang nilai *p-impedance* dan nilai *cut-off* pada masing-masing sumur dapat dilihat pada Tabel 4.1.



Cut-Off P-Impedance  
31.000 (ft/s)\*(g/cc)

**Gambar 4.4** Multi-Well Crossplot dengan parameter porositas dan *p-impedance* dan *color key gamma-ray* menunjukkan nilai *cut-off* 31.000 (ft/s)\*(g/cc)

**Tabel 4.1** Tabel Nilai Impedansi Akustik

| Acoustic Impedance Value (ft/s)*(g/cc) |                      |                   |
|--|----------------------|-------------------|
| Well Name                              | Conglomeratic        | Cut-off Reservoir |
| AR-002                                 | 22.500-42.500        | 31.000            |
| AR-004                                 | 31.000-55.000        | 32.000            |
| AR-006                                 | 28.000-40.000        | 30.000            |
| AR-084                                 | 22.500-42.500        | -                 |
| AR-094                                 | 21.500-35.000        | 30.000            |
| AR-095                                 | 22.000-30.000        | -                 |
| AR-096                                 | 21.000-36.000        | -                 |
| AR-Base001                             | 19.000-45.000        | -                 |
| <i>Multi-Well Crossplot</i>            | <i>31.000-45.000</i> | <i>31.000</i>     |

#### 4.2 Analisa *Well-Seismic Tie*

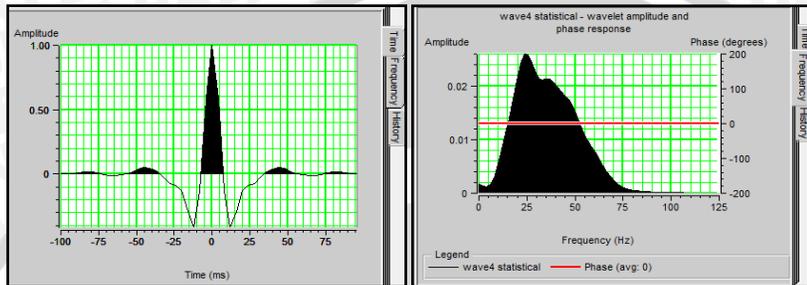
*Well Seismic Tie* merupakan salah satu cara yang dilakukan untuk mengkorelasikan kedua data utama yang digunakan dalam penelitian. Seperti yang telah diketahui bahwa data utama yang digunakan merupakan data seismik dan data sumur. Data seismik memiliki resolusi secara lateral yang baik serta berada pada skala waktu, sedangkan data sumur memiliki resolusi vertikal yang baik serta berada pada domain kedalaman. Oleh karena itu untuk mendapatkan resolusi vertikal dan horizontal yang baik serta untuk menempatkan data sumur kedalam domain waktu dilakukan korelasi pada kedua data tersebut.

Dalam proses *well-seismic tie* terdapat beberapa faktor yang dapat menunjang hasil korelasi yang baik antara data seismik dan data sumur salah satunya adalah penentuan jenis wavelet yang digunakan. Wavelet digunakan untuk dikonvolusikan dengan nilai koefisien refleksi yang berasal dari data sumur menjadi seismogram sintetik yang diusahakan memiliki kemiripan maksimal terhadap data seismik asli.

Terdapat beberapa metoda dalam jenis dan tahapan pembuatan (ekstraksi) wavelet. Wavelet yang digunakan harus dapat merepresentasikan seluruh penampang seismogram sintetik sehingga mirip dengan data seismik, meskipun dalam kenyataannya tidak didapatkannya wavelet yang benar-benar cocok. Wavelet terbaik yang digunakan dalam proses *well-seismic tie* adalah wavelet *statistical*. Wavelet ini didapat dari hasil korelasi antara data seismik dan data sumur kemudian dilakukan ekstraksi wavelet yang melibatkan data sumur dan data seismik dengan korelasi terbaik. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan wavelet dengan fase yang sesuai dengan data seismik.

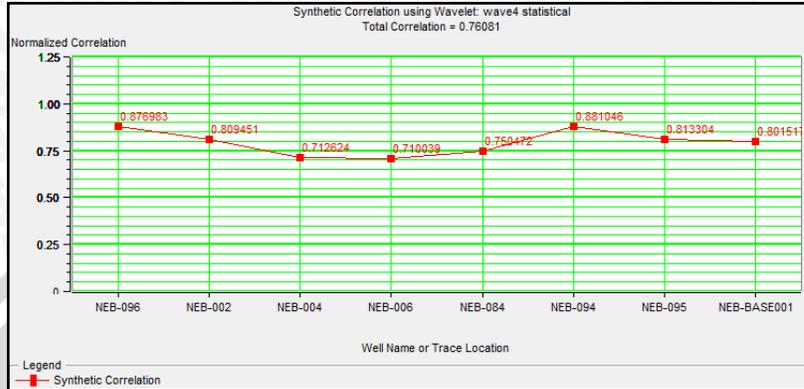
Parameter yang digunakan pada saat ekstraksi wavelet tersebut meliputi panjang wavelet: 200ms, *taper length*: 20ms, serta tipe fasa dari wavelet tersebut merupakan fasa konstan. *Taper length* merupakan suatu filter untuk membatasi wavelet agar wavelet selalu berada dalam keadaan normal, filter tersebut bernilai 15-25% dari panjang wavelet yang digunakan. Wavelet *statistical* ini memiliki polaritas SEG normal yang ditandai dengan puncak sinyal terjadi saat adanya perubahan nilai impedansi akustik atau adanya perbedaan energi antar batas lapisan batuan. Wavelet tersebut memberikan nilai korelasi rata-rata sebesar 0,7965 untuk rata-rata

korelasi antar wavelet tersebut, sedangkan untuk *multiwell analysis* didapatkan nilai korelasi yang tidak jauh berbeda yaitu 0,76081 yang dapat dilihat pada Gambar 4.6.

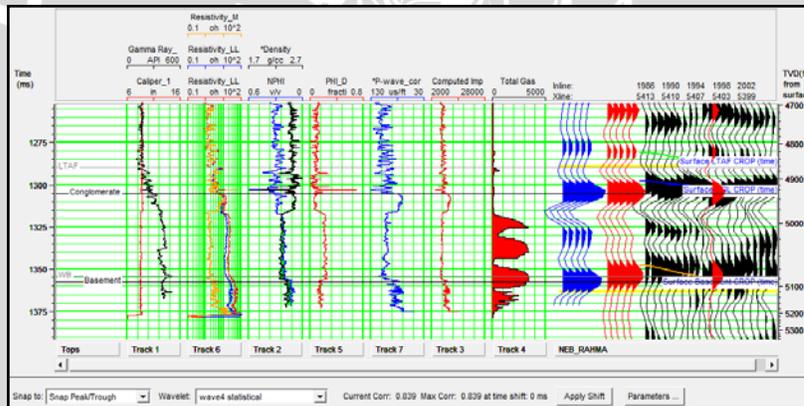


**Gambar 4.5** *Statistical wavelet* dan spektrum frekuensi yang digunakan dalam *well-seismic tie*.

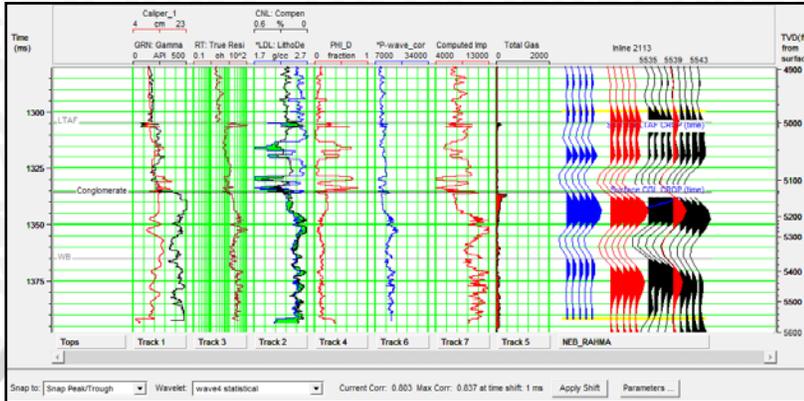
Tahapan selanjutnya adalah tahapan pengikatan. Pada tahapan ini, dilakukan proses *shifting*, *stretching* atau *squeezing* dari data sumur yang disamakan dengan data seismik. Nilai korelasi yang tinggi dari proses *well-seismic tie* tidak menjamin kebenaran yang baik dari data koreksi log *sonic* yang dihasilkan. Proses *shifting* serta *squeezing* tidak boleh melebihi 5-10%. Ketika dilakukan pemaksaan untuk mendapatkan korelasi yang tinggi, hal tersebut akan mempengaruhi kualitas dari log *sonic* yang dihasilkan dari proses *well-seismic tie* dan akan mempengaruhi proses yang akan dilakukan selanjutnya. Gambar 4.7 dan 4.8 menunjukkan hasil yang didapatkan dari proses *well seismic tie*.



**Gambar 4.6** Hasil *Multi-Well Analysis* dengan menggunakan *wavelet statistical*.



**Gambar 4.7** Hasil *well-seismic tie* pada sumur AR-084 dengan nilai korelasi 0,839. Jendela analisa dimulai dari 1282ms-1363ms, dengan wavelet yang digunakan adalah *wavelet statistical*.

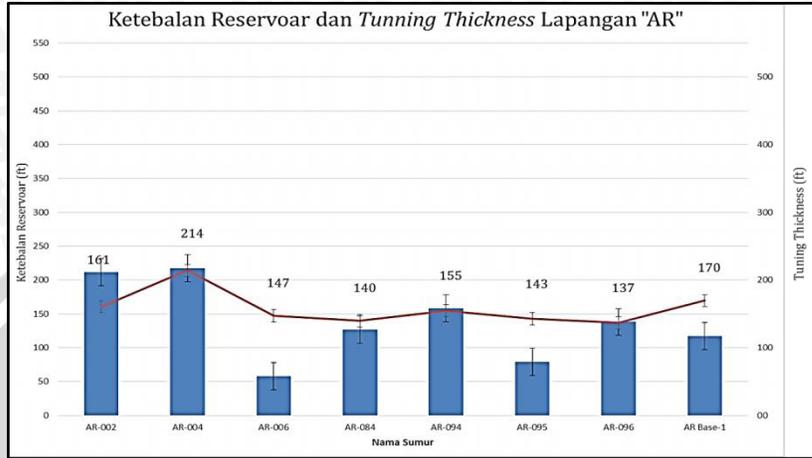


**Gambar 4.8** Hasil *well-seismic tie* pada sumur AR-002 dengan nilai korelasi 0,803. Jendela analisis dimulai dari 1295ms-1389ms, dengan wavelet yang digunakan adalah wavelet *statistical*.

### 4.3 Analisa *Tuning Thickness*

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, perhitungan *tuning thickness* dilakukan untuk mengetahui kemungkinan lapisan reservoir dapat teresolusi dengan baik pada data seismik. Berdasarkan diagram pada Gambar 4.9 dapat dilihat garis yang menghubungkan antara sumur satu dan sumur lainnya merepresentasikan nilai dari hasil perhitungan *tuning thickness* pada masing-masing sumur, sedangkan diagram dari masing-masing sumur menunjukkan ketebalan dari lapisan konglomeratik. Dari perbandingan kedua nilai tersebut dengan skala yang sama dapat dilihat bahwa ketebalan lapisan reservoir sebagian besar sudah melebihi nilai dari perhitungan *tuning thickness* secara teoritis.

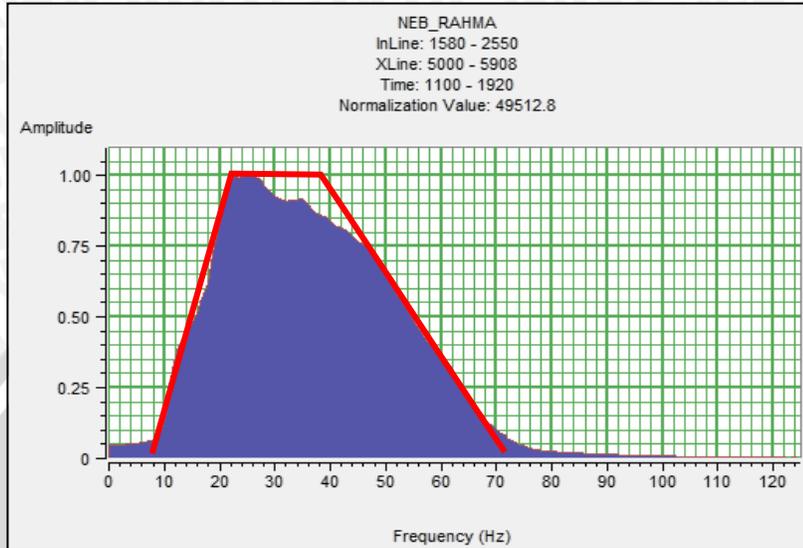
Hal tersebut menunjukkan bahwa daerah reservoir konglomeratik dapat terlihat dengan jelas pada data seismik dan akan memudahkan dalam melakukan proses interpretasi struktur pada lapisan konglomeratik.



**Gambar 4.9**Perbandingan antara ketebalan reservoir dengan perhitungan *tuning thickness*

#### 4.4 Analisa Spektrum Frekuensi Data Seismik

Dari penelitian sebelumnya diperoleh informasi bahwa data seismik yang digunakan di dalam penelitian ini merupakan data seismik 3D yang telah mengalami *resampling* dengan laju pencuplikan 4 ms. Hal tersebut mempengaruhi hasil resolusi pada data seismik yang pada akhirnya akan mempengaruhi kemampuan gelombang seismik dalam mengidentifikasi kenampakan geologi bawah permukaan. Selain itu juga diketahui bahwa data seismik yang digunakan telah mengalami *filtering*. Proses ini dapat diverifikasi dengan melakukan analisa spektrum pada data seismik yang akan dilakukan proses inversi.



**Gambar 4.10** Spektrum Frekuensi Data Seismik

Dari Gambar 4.10 dapat diketahui bahwa komponen frekuensi rendah dari data seismik yaitu 0-10 hz sudah tidak dapat terbaca sesuai dengan *bandpassfilter* yang diaplikasikan, sedangkan frekuensi tertinggi dari data seismik berada pada kisaran 70 hz. Hal tersebut cukup baik dikarenakan frekuensi pada data seismik ini tidak mencapai *frequency nyquist* yaitu frekuensi tertinggi yang dimiliki oleh gelombang seismik. Secara matematis *frequency nyquist* dituliskan pada persamaan 4.3. Dalam kasus ini, jika interval sampling 4ms, maka *frequency nyquist* adalah 125 hz. Hal ini perlu diperhatikan karena apabila terjadi *aliasing*, yaitu fenomena ketika frekuensi tertinggi data seismik berada di atas ambang *nyquist*, maka akan muncul komponen frekuensi rendah ‘palsu’ akibat *overlapping* frekuensi tinggi dengan frekuensi rendah. Apabila hal tersebut terjadi, akan memberikan hasil inversi yang tidak diinginkan. Dari hasil analisa spektrum frekuensi tersebut, dapat dilihat nilai frekuensi dominan dari data seismik berada pada kisaran nilai 21hz. Frekuensi dominan tersebut yang mendasari perhitungan *tuning thickness*.

$$fN = 1 / (2 \times n) \quad 4.3$$

Ket :  $fN$  = Frekuensi Nyquist  
 $n$  = interval sampling

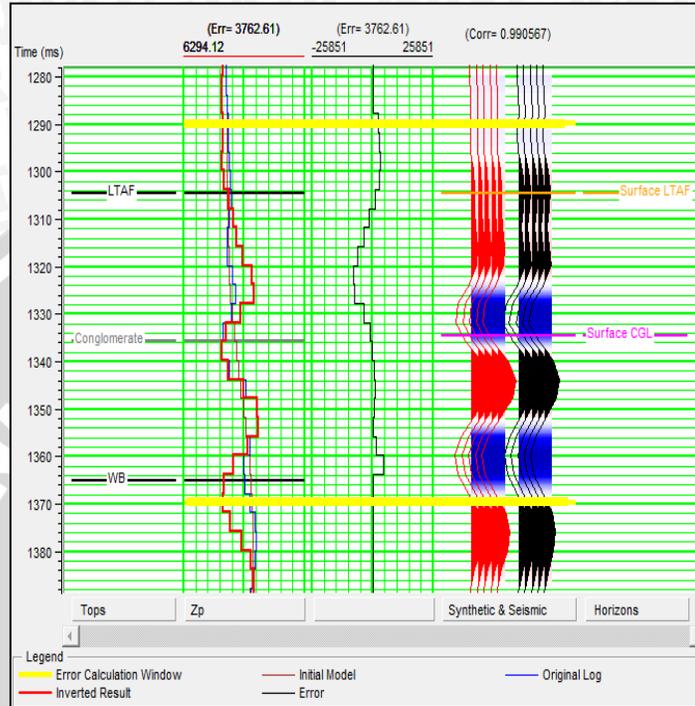
#### 4.5 Analisa Model Awal / *Initial Model*

Sebelum dilakukannya proses inversi, diperlukan suatu model geologi awal dimana model tersebut dibuat berdasarkan nilai impedansi dari masing-masing sumur yang sebelumnya telah melalui proses *well-seismic tie*. Hasil dari *well-seismic tie* akan mempengaruhi kualitas dari model yang dibuat serta akan sangat berpengaruh terhadap hasil inversi. Model awal atau *initial model* digunakan sebagai perkiraan awal nilai impedansi yang akan diolah selanjutnya dengan proses inversi. Dengan kata lain, model awal digunakan untuk pengontrol agar hasil inversi tidak bergeser jauh dari model.

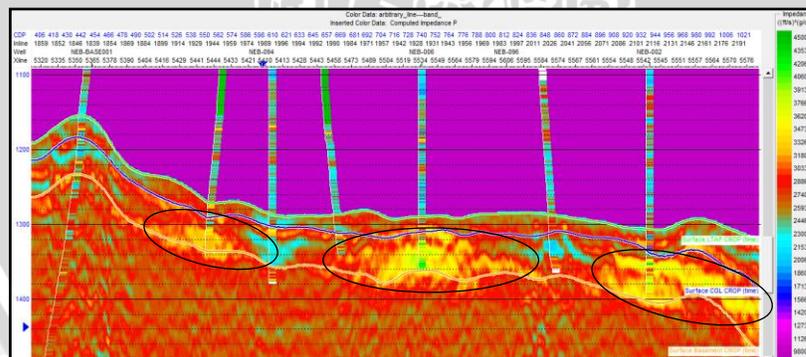
Berkaitan dengan hal tersebut, hal lain yang mempengaruhi kualitas model adalah hasil dari interpretasi horizon karena hasil interpretasi horizon yang digunakan akan mempengaruhi bentuk struktur impedansi yang dihasilkan, seperti contohnya jika adanya perubahan ketinggian yang cukup drastis akibat adanya patahan, *unconformity*, terminasi, perubahan fasies, dll. Hal tersebut dikarenakan hasil interpretasi horizon digunakan untuk pengontrol interpolasi data secara lateral. Interpretasi horizon yang tepat akan mempengaruhi hasil interpolasi antara data sumur dan data seismik untuk menghasilkan dugaan awal nilai impedansi yang tepat pula.

Pada proses pembuatan model awal, nilai impedansi yang melibatkan adalah komponen frekuensi rendah (10/15 Hz) yang didapatkan dari data log *sonic* (kecepatan) dan densitas sumur yang menghasilkan log impedansi akustik. Untuk band frekuensi medium (10/15 - 60/80 Hz) akan ditambahkan pada saat proses inversi. Model awal yang telah dihasilkan memberikan gambaran model impedansi akustik bumi sebagai dugaan awal perlapisan bawah permukaan dan mewakili secara umum keseluruhan nilai AI, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.11.





**Gambar 4.12** Hasil analisis inversi *Bandlimited* pada sumur AR-002 dengan nilai korelasi 0,9905.



**Gambar 4.13** Penampang Seismik Hasil Inversi *Bandlimited* menunjukkan persebaran konglomeratik dengan nilai impedansi tinggi ditandai dengan daerah berwarna kuning.

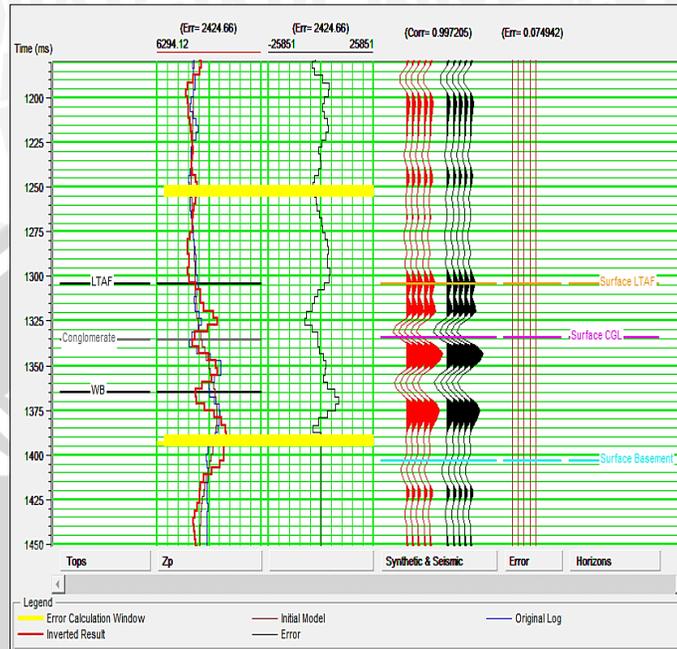
Berdasarkan hasil inversi *Bandlimited* yang dapat dilihat pada Gambar 4.13 terlihat bahwa inversi *Bandlimited* cukup baik dalam menginversi hasil seismik. Tetapi model inversi *Bandlimited* ini kurang cukup dapat dipercaya dalam memetakan litologi bawah permukaan karena pada proses inversi *Bandlimited* tidak memberikan nilai eror secara matematis. Hal tersebut dikarenakan inversi *Bandlimited* merupakan inversi paling dasar yang digunakan, dengan hanya menginversi tras seismik berdasarkan perhitungan rekursif dari lapisan paling atas berlanjut ke lapisan paling bawah serta pada proses inversi ini hanya menambahkan frekuensi-frekuensi yang hilang pada data seismik. Dengan kata lain, pada proses inversi *Bandlimited* ini tidak terjadinya proses iterasi.

Minimnya informasi frekuensi dalam data seismik menjadi penyebab utama kelemahan lain dalam metode inversi *Bandlimited*. Dalam metode ini kegiatan inversi dilakukan secara rekursif sehingga jika terjadi penyimpangan pada lapisan atasnya, maka penyimpangan tersebut akan semakin besar pada lapisan dibawahnya. Inversi *Bandlimited* ini tidak dapat digunakan pada data seismik yang memiliki banyak *randomnoise* karena hal tersebut akan sangat mempengaruhi hasil dari inversi.

Pada penelitian kali ini dapat dikatakan bahwa hasil dari inversi *Bandlimited* dapat terbilang cukup baik, hal tersebut dapat dilihat dari perbandingan antara log impedansi akustik yang mewakili kemenerusan dari sumur secara vertikal yang dibandingkan dengan penampang seismik hasil inversi. Dari kedua data tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.13 terdapat kecocokan yang baik.

#### **4.7 Analisa Inversi *Model Based***

Pada inversi *Model Based*, reflektivitas didefinisikan sebagai sekuen yang memberikan kecocokan yang paling baik pada data seismik. Menurut Sukmono, reflektivitas yang dikonvolusikan dengan wavelet digunakan untuk memberikan pendekatan yang terbaik dengan trace seismik. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil proses analisis pada inversi *Model Based* pada Gambar 4.14.



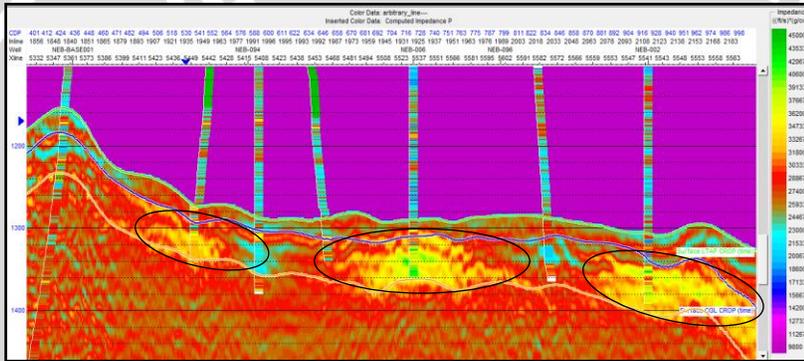
**Gambar 4.14** Hasil analisa inversi *Model Based* pada sumur AR-002 dengan nilai korelasi 0,9905 serta nilai eror sebesar 0,0749.

Proses inversi *Model Based* dilakukan dengan mengintegrasikan data seismik dengan data data sumur sebagai kontrol secara vertikal sehingga menghasilkan penampang hasil impedansi yang lebih detail dan mendekati keadaan yang sebenarnya. Terdapat dua algoritma dasar yang digunakan untuk proses inversi *Model Based*, yaitu *soft constrain* dan *hard constrain*.

Pada inversi *soft constrain* hasil inversi bergantung sepenuhnya dari nilai dugaan impedansi awal yang diperoleh dari model awal (*initial model*) yang merupakan hasil interpolasi yang berasal dari komponen frekuensi rendah yang didapatkan dari data log sumur. Sedangkan untuk inversi *hard constrain* proses inversinya tidak terlalu bergantung dengan *initial model*-nya melainkan algoritma tersebut akan terbatas untuk mempertahankan nilai aslinya. Dengan kata lain, pada inversi *soft constrain* diberikan pembobotan pada kedua batasan yang diberikan dan perhitungan sangat bergantung pada batasan yang diberikan tersebut, sedangkan pada inversi *hard constrain* proses inversi menggunakan informasi

dari data seismik sepenuhnya tetapi tetap mengimbangi batas yang diberikan oleh data sumur dengan mempertahankan nilai impedansi asli.

Berdasarkan pertimbangan tersebut pada penelitian kali ini menggunakan metode inversi *Model Based* dengan algoritma *hard constrain* dengan parameter maximum perubahan nilai impedansi: 25%, prewhitening: 8%, proses iterasi: 3. Dari parameter tersebut didapatkan nilai korelasi yang cukup baik dengan nilai korelasi rata-rata sebesar 0.9920 dengan nilai eror yang cukup kecil yaitu dibawah 0.15.



**Gambar 4.15** Penampang Seismik Hasil Inversi *Model Based* menunjukkan persebaran konglomeratik dengan nilai impedansi tinggi ditandai dengan daerah berwarna kuning.

Pada prinsipnya, metode ini membandingkan hasil inversi dari tras sebenarnya dengan tras model sintetik. Hasil perbandingan tersebut merupakan nilai matematis hubungan antara data dan model. Metode *Model Based* mengukur tingkat kesalahan antara hasil inversi dengan tras aslinya, perhitungan tersebut dilakukan secara terus-menerus secara iterasi sehingga mendapatkan tingkat kesalahan yang terkecil.

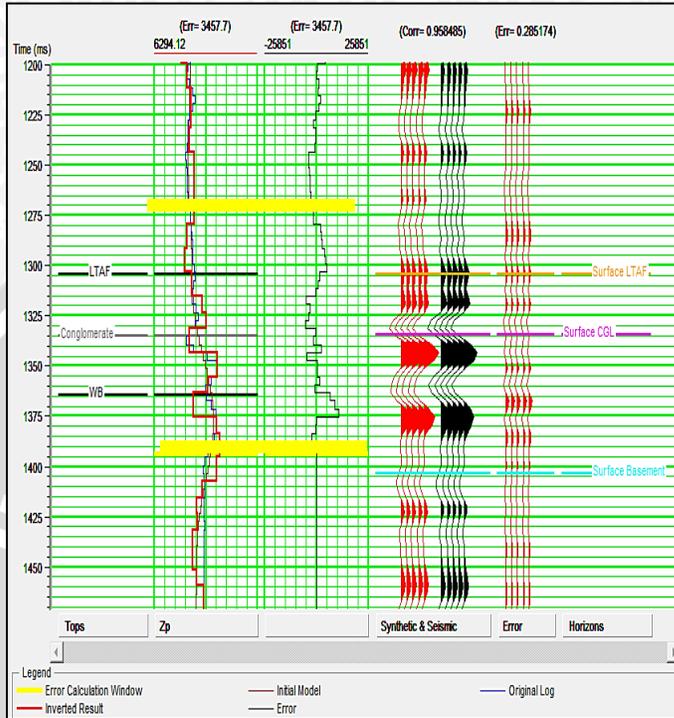
Dari Gambar 4.15 dapat dilihat bahwa hasil inversi *Model Based* sudah memberikan gambaran lapisan yang cukup baik. Ditandakan dengan perbandingannya dengan log AI yang merepresentasikan lokasi sumur tersebut. Dari hasil penampang seismik tersebut daerah yang memiliki rentang nilai 31.000 – 45.000 (ft/s)\*(gr/cc) atau yang disebut dengan daerah konglomeratik ditandai dengan daerah yang berwarna kuning.

#### 4.8 Analisa Inversi *Sparse Spike*

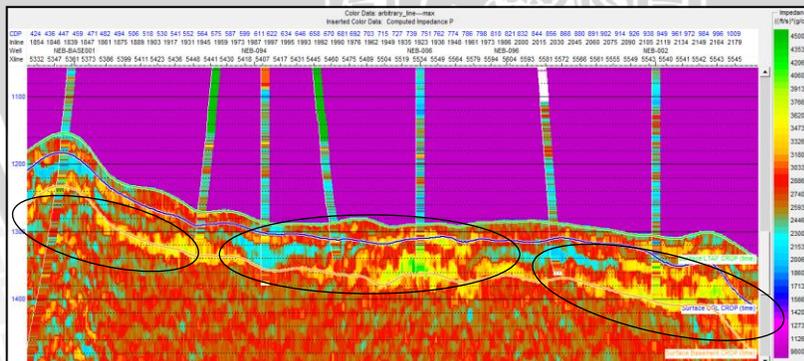
Metode inversi terakhir yang digunakan adalah metode inversi *sparse spike*. Seperti yang telah diketahui bahwa metoda inversi *Sparse Spike* mengasumsikan bahwa reflektivitas suatu model dianggap sebagai rangkaian *spike* yang jarang dan tinggi ditambahkan deret *spike* kecil kemudian dilakukan estimasi wavelet berdasarkan asumsi tersebut. Inversi *sparse-spike* menggunakan parameter yang sama seperti inversi *Model Based*. Input parameter tambahan pada metoda ini adalah menentukan jumlah maksimum *spike* yang akan dideteksi pada tiap tras seismik dan *threshold* pendeteksian *spike*. Setiap penambahan *spike* baru yang lebih kecil dari *spike* sebelumnya akan memodelkan tras yang lebih akurat lagi.

Dari hasil analisis inversi *sparse spike* yang dapat dilihat pada Gambar 4.16 dapat dilihat bahwa hasil inversi *Sparse Spike* kurang detail karena mengabaikan frekuensi rendah sehingga hasil inversi terlihat lebih 'blocky'. Berdasarkan hasil nilai korelasi yang didapatkan inversi *Sparse Spike* memiliki korelasi yang paling kecil jika dibandingkan dengan inversi *Model Based* dan *Bandlimited*. Dari hasil error yang didapat oleh inversi *Sparse Spike* ini terbilang lebih besar jika dibandingkan dengan hasil eror yang didapat pada inversi *Model Based*.

Hasil inversi secara vertikal pun dapat dilihat pada Gambar 4.17 dimana dari penampang seismik tersebut dapat dilihat bahwa hasil inversi dengan menggunakan metode *Sparse Spike* lebih kasar dibandingkan dengan metode *Bandlimited* serta metode *Model Based*.



**Gambar 4.16** Hasil analisa inversi *Sparse Spike* pada sumur AR-002 dengan nilai korelasi 0,9584 serta nilai eror sebesar 0,2651.



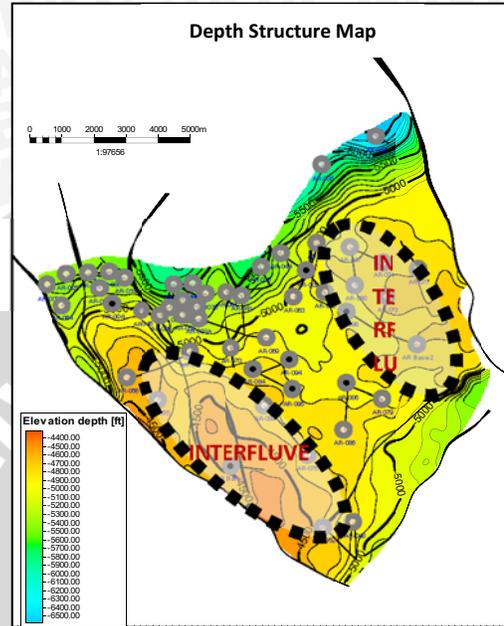
**Gambar 4.17** Penampang Seismik Hasil Inversi *Sparse Spike* daerah konglomeratik berada pada nilai impedansi tinggi yang ditandai oleh warna kuning.

#### 4.9 Analisa Distribusi nilai AI dalam Peta Struktur Kedalaman Lapisan Konglomeratik

Peta struktur kedalaman merupakan peta yang menggambarkan keadaan di bawah permukaan dari suatu lapisan batuan yang dinyatakan dengan kontur dan indeks warna yang digunakan berdasarkan perbedaan kedalaman pada lapisan tersebut.

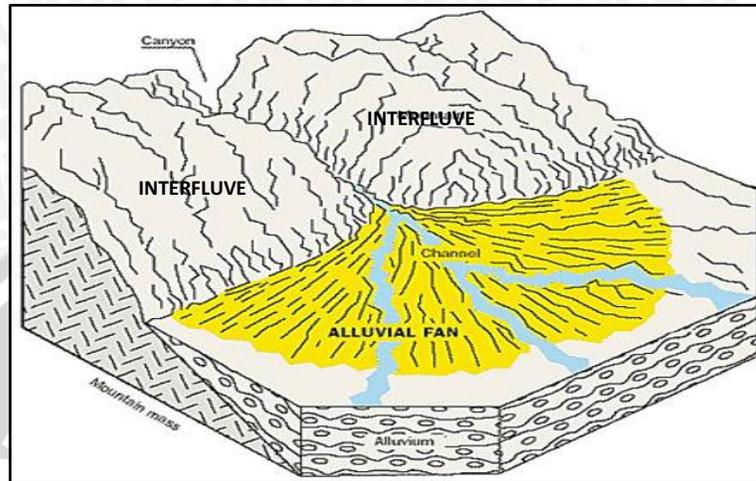
Dari peta struktur kedalaman lapisan batuan konglomeratik yang ditunjukkan pada Gambar 4.18 dapat dilihat bahwa daerah yang lebih dalam atau dengan kata lain memiliki elevasi rendah ditunjukkan dengan warna biru hingga kuning, sedangkan daerah yang memiliki elevasi lebih tinggi ditunjukkan dengan warna orange. Pada peta struktur kedalaman tersebut dapat dilihat bahwa daerah yang ditandai dengan garis putus-putus berwarna hitam merupakan daerah tinggian. Menurut data *core* yang didapatkan dari penelitian sebelumnya, pada lapisan konglomeratik terdapat endapan vulkanik yang memiliki mineral-mineral berat. Didasarkan dengan hal tersebut, dapat diinterpretasikan bahwa lapisan konglomeratik pada daerah penelitian terbentuk berdasarkan hasil erosi dari daerah tinggian (bukit/pegunungan) yang terjadi pada jutaan tahun yang lalu. Hasil dari erosi tersebut kemudian terdepositkan pada bagian bawah dari pegunungan tersebut dan membentuk suatu kipas aluvial yang ditunjukkan pada Gambar 4.19.

Sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya, bagian daerah tinggian yang menjadi sumber deposisi lapisan konglomeratik berdasarkan peta struktur kedalaman ditunjukkan dengan daerah berwarna orange yang ditandai dengan garis putus-putus berwarna hitam. Daerah tinggian tersebut disebut sebagai *interfluve*. *Interfluve* sendiri memiliki arti yaitu bagian dari lingkungan pengendapan kipas aluvial (*aluvial fan*) yang memiliki wilayah tanah lebih tinggi antara dua lembah yang terhubung.



**Gambar 4.18** Peta Struktur Kedalaman Lapisan Konglomeratik daerah didalam garis putus-putus menunjukkan zona *interfluve*.

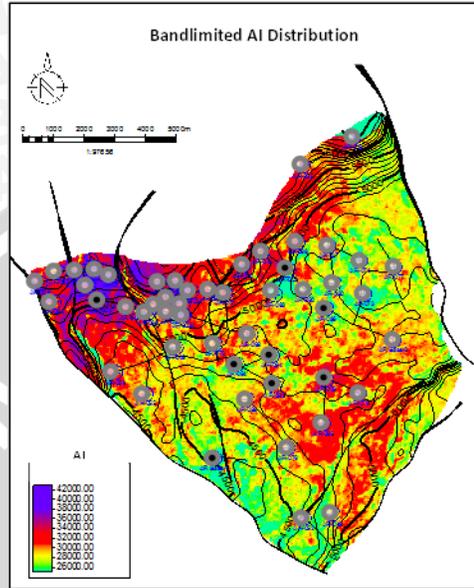
Untuk melihat persebaran lapisan konglomeratik berdasarkan nilai Impedansi Akustiknya, maka dilakukan pendistribusian hasil inversi ke dalam peta struktur kedalaman lapisan konglomeratik. Dari hasil karakterisasi nilai AI yang telah dilakukan pada proses analisa sensitivitas batuan didapatkan bahwa nilai AI pada reservoir konglomeratik berada pada zona impedansi tinggi yaitu 31.000 – 42.000 (ft/s)\*(g/cc).



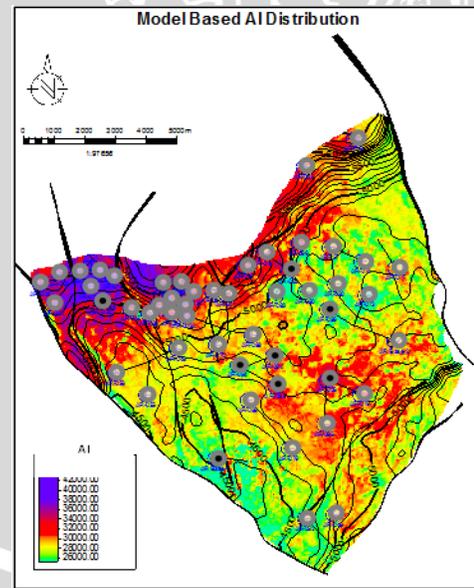
**Gambar 4.19** Lingkungan Pengendapan Kipas Aluvial (*Alluvial Fan*) yang dibatasi oleh *Interfluve* (Cooper,2003)

Peta distribusi nilai AI tersebut didasarkan pada ketiga metode inversi. Hal tersebut dimaksudkan agar terlihat perbandingan persebaran nilai AI secara lateral dari ketiga metode yang telah dilakukan. Dari ketiga peta distribusi nilai AI yang ditunjukkan pada Gambar 4.20 dapat dilihat pada gambar tersebut persebaran nilai AI yang hampir serupa.

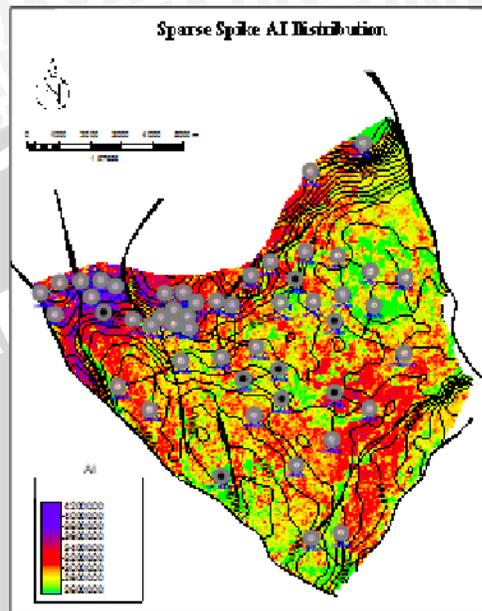
Pada metode *Bandlimited* dan *Model Based* persebaran nilai AI lebih terlihat jelas perbandingan antara daerah yang memiliki AI tinggi dibandingkan dengan daerah yang memiliki AI rendah, sedangkan pada metode *Sparse Spike* persebaran nilai AI tidak terlalu terlihat *spotty*. Walaupun hasil dari metode *Bandlimited* dan metode *Model Based* memiliki hasil yang tidak jauh berbeda, tetapi metode inversi terbaik yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Model Based*. Hal tersebut dikarenakan pada proses analisa inversi, metode *Model Based* memiliki nilai korelasi terbaik selain itu, metode *Model Based* memiliki kemampuan untuk mengintegrasikan antara data seismik dan data sumur secara baik sehingga menghasilkan penampang impedansi akustik yang lebih rill dan detail.



(a)



(b)



(c)

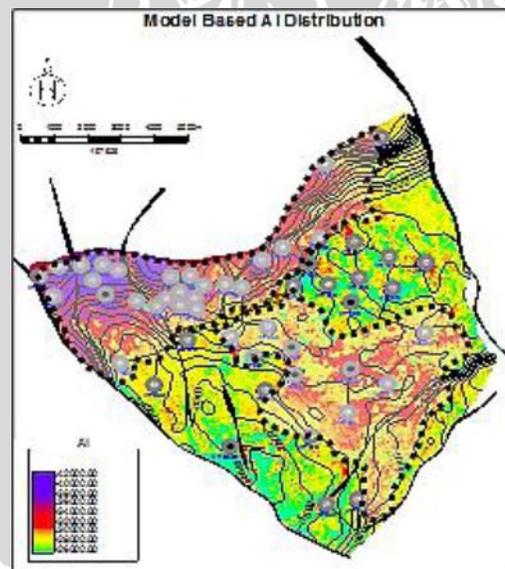
**Gambar 4.20** (a) Peta distribusi hasil inversi *Bandlimited* ; (b) Peta distribusi hasil inversi *Model Based* ; (c) Peta distribusi hasil inversi *Sparse Spike*

#### 4.10 Analisa Overlay Peta Distribusi Nilai AI dengan Peta Distribusi Hasil Perhitungan Petrofisika

Berdasarkan hasil distribusi nilai AI pada peta struktur kedalaman yang ditunjukkan pada Gambar 4.21 dapat dilihat bahwa daerah yang berwarna hijau merupakan daerah dengan zona impedansi (AI) rendah yang diinterpretasikan sebagai zona *interfluve*, sedangkan bagian berwarna merah yang terletak pada bagian tengah serta ditandai dengan garis putus-putus berwarna hitam merupakan daerah yang memiliki zona impedansi tinggi yang dapat diinterpretasikan bahwa daerah berwarna merah tersebut merupakan zona terdeposisinya reservoir konglomeratik.

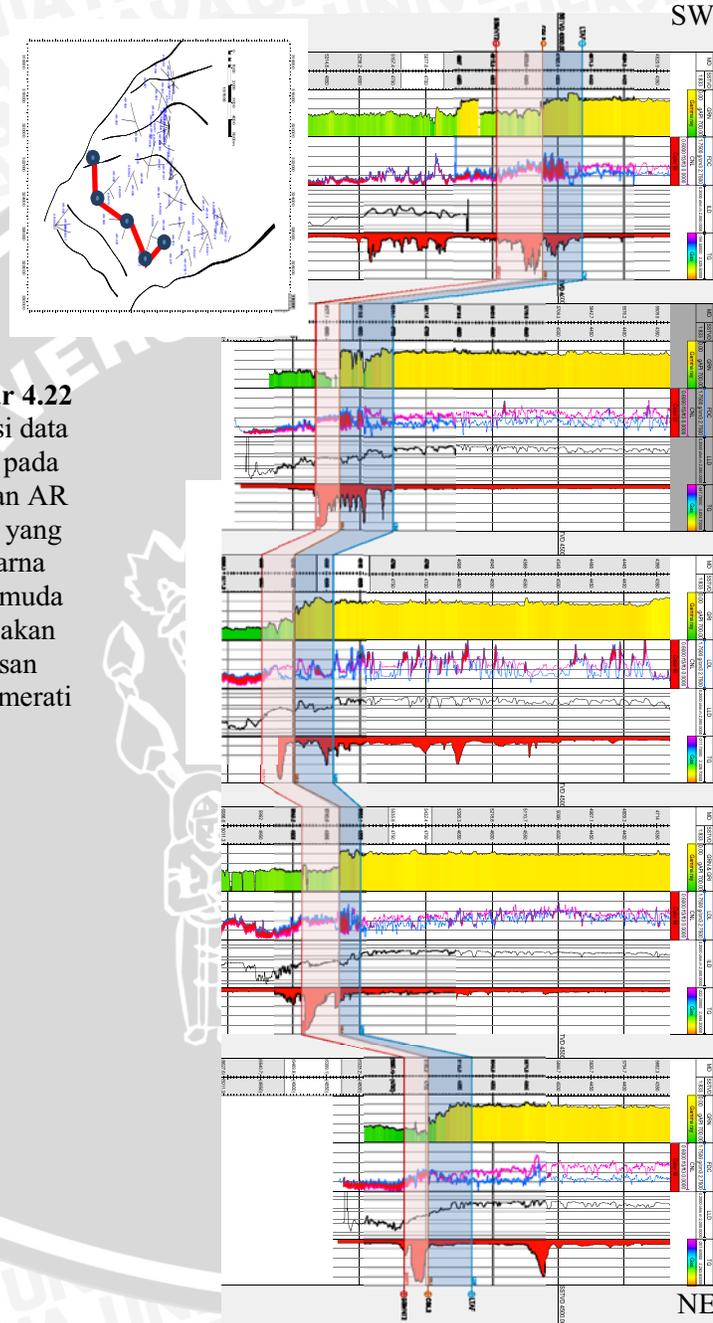
Jika dilihat dari litologi batuan konglomeratik pada daerah penelitian yang didasarkan pada data sampel batuan yang diambil dari bawah permukaan (data core), batuan konglomeratik tersebut memiliki porositas rendah serta memiliki sortasi yang buruk. Pada umumnya, batuan konglomeratik dapat menunjukkan jauh atau dekatnya proses pengendapan dari sumber sedimentasinya. Adanya sortasi yang buruk serta memiliki porositas yang rendah memperlihatkan bahwa batuan konglomeratik tersebut terdeposisi pada lingkungan pengendapan kipas aluvial dengan jarak yang tidak terlalu jauh dari sumber (proximal). Hal tersebut dapat divalidasi dengan melihat distribusi konglomerat pada kondisi struktur saat ini yang didasari dari korelasi data sumur pada lapangan AR tersebut yang dapat dilihat pada Gambar 4.19.

Korelasi data sumur menunjukkan arah bentangan dari Barat Daya – Timur Laut melewati sumur AR-Base 1, AR-076, AR0-006, AR-Base 02, AR-073. Berdasarkan hasil korelasi data sumur yang dapat dilihat pada Gambar 4.22, sumur AR-Base 1 dan AR-073 berada pada daerah *interfluve* sedangkan sumur AR-076, AR-006 dan AR-Base 02 berada pada daerah *proximal aluvial fan*.



**Gambar 4.21** Peta distribusi nilai AI serta penentuan *zone of interest* berdasarkan nilai impedansi akustik.

**Gambar 4.22**  
Korelasi data  
sumur pada  
lapangan AR  
daerah yang  
berwarna  
merah muda  
merupakan  
Lapisan  
Konglomerat  
k

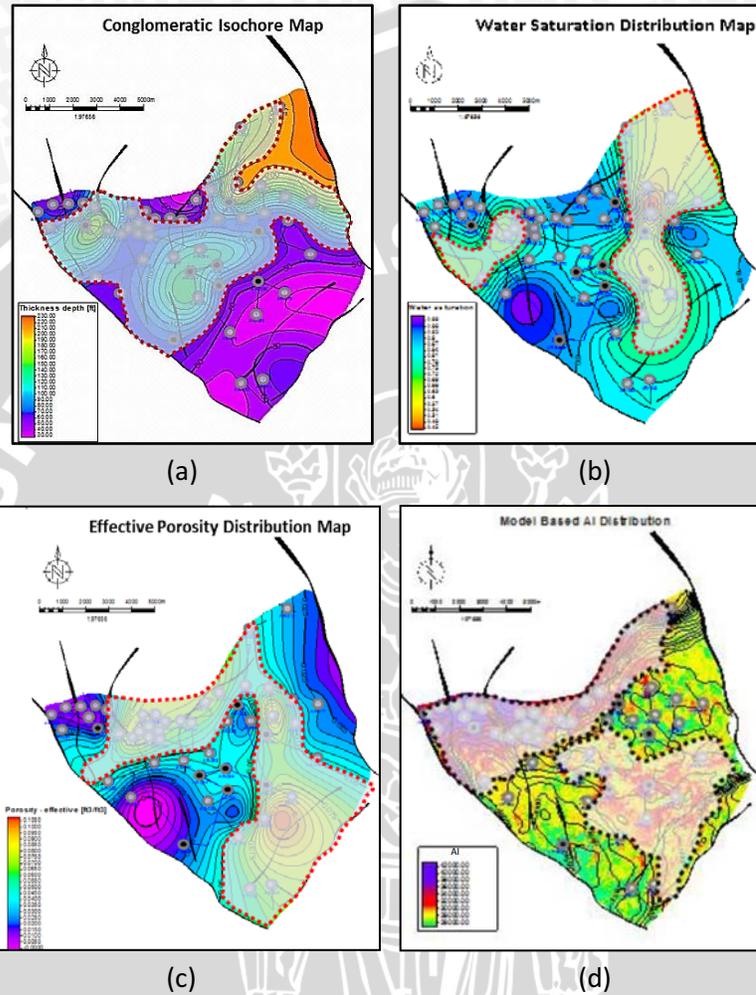


Pada penelitian sebelumnya, dilakukan perhitungan petrofisika pada lapisan konglomeratik daerah penelitian. Hasil dari perhitungan tersebut kemudian didistribusikan ke peta struktur kedalaman lapisan konglomeratik untuk melihat sebaran nilai petrofisika secara lateral.

Peta struktur berdasarkan perhitungan petrofisika yang digunakan untuk menunjang penelitian ini adalah peta porositas efektif, peta ketebalan lapisan konglomeratik, serta peta jumlah saturasi air pada lapisan tersebut.

Peta kontur *isochore* lapisan konglomeratik merepresentasikan ketebalan pada lapisan tersebut. Peta *isochore* menghubungkan ketebalan vertikal yang sebenarnya (*true vertical thickness*) dari lapisan batuan. Dari peta *isochore* tersebut dapat dilihat bahwa lapisan konglomeratik dari lapisan yang tipis ke lapisan yang paling tebal ditunjukkan dengan warna ungu hingga orange dengan ketebalan 30 ft hingga 230 ft. Zona yang memiliki lapisan konglomeratik yang tebal pada Gambar 4.23 (a) ditandai dengan daerah yang berada di dalam garis putus-putus merah. Pada daerah tersebut, ketebalan lapisan konglomeratik berada diantara 80 – 230 ft.

Pada pori-pori batuan reservoir yang mengandung suatu fluida, biasanya terdiri dari air dan hidrokarbon. Nilai saturasi air merepresentasikan perbandingan antara volume pori-pori batuan yang terisi oleh air dibandingkan volume pori-pori total. Didalam reservoir jarang ditemukannya 100% hidrokarbon memenuhi suatu lapisan. Saturasi air yang tinggi dalam suatu reservoir akan mengurangi volume hidrokarbon didalamnya dan akan mengurangi daya pengambilannya. Oleh sebab itu untuk mengetahui zona yang memiliki kandungan saturasi air yang rendah, dilakukan pendistribusian nilai saturasi air kedalam peta struktur lapisan konglomeratik. Berdasarkan peta tersebut yang berada pada Gambar 4.23 (b) dapat dilihat daerah yang memiliki nilai saturasi air yang rendah yaitu 60 - 45 % ditunjukkan dengan daerah yang berada didalam garis merah putus-putus.



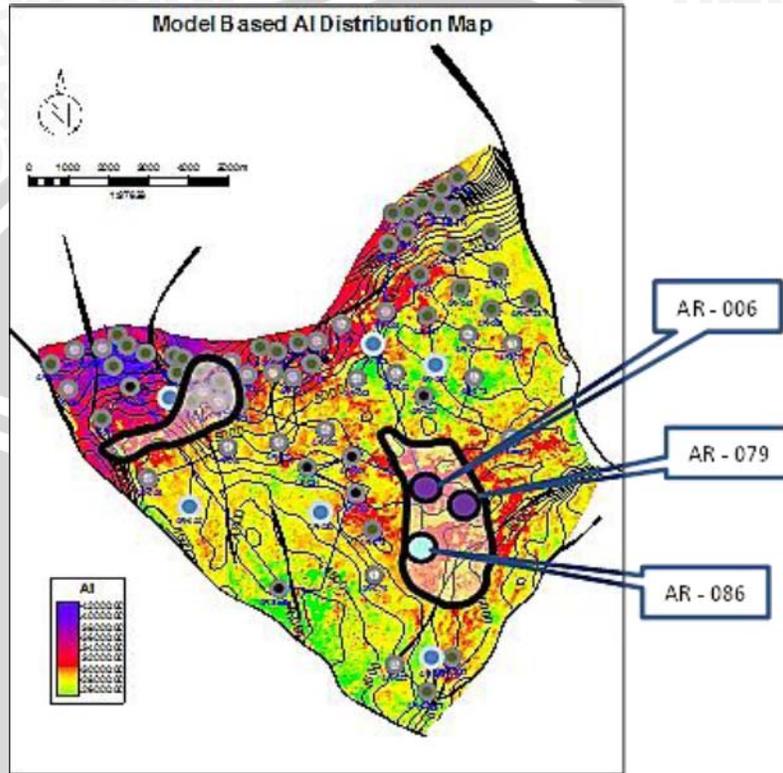
**Gambar 4.23** (a) Peta *Isochore* Lapisan Konglomeratik ; (b) Peta Distribusi Saturasi Air ; (c) Peta Distribusi Porositas Efektif (Abidin,2016) ; (d) Peta Distribusi Hasil Inversi AI Metode *Model Based*.

Perhitungan porositas efektif lapisan konglomeratik dilakukan untuk menyatakan perbandingan antara pori-pori batuan yang berhubungan terhadap porositas total yang terdapat pada lapisan tersebut. Seperti yang telah dikatakan sebelumnya, batuan konglomeratik pada daerah penelitian memiliki nilai porositas yang rendah, akan tetapi walaupun nilai porositas tersebut rendah, pori-pori antar batuan konglomeratik tersebut terhubung antar satu dengan lainnya. Hal tersebut yang dapat membuat lapisan konglomeratik ini menjadi batuan reservoir. Dari peta distribusi nilai porositas efektif menunjukkan bahwa zona yang memiliki porositas efektif terbaik dapat dilihat pada Gambar 4.23 (c) ditunjukkan dengan daerah yang ditandai dengan garis putus-putus berwarna merah dengan nilai porositas efektif diantara 0.0550 – 0.1050 %.

Pada Gambar 4.23 dapat dilihat perbandingan antara ketiga peta distribusi hasil perhitungan petrofisika serta peta distribusi hasil inversi AI. Daerah yang menjadi zona prospek berdasarkan masing-masing atributnya ditunjukkan dengan daerah yang berada didalam garis putus-putus. Dari keempat peta tersebut dilakukan overlay untuk mengetahui daerah prospek terbaik yang memiliki informasi atribut dari hasil perhitungan petrofisika dan hasil inversi AI terbaik. Berdasarkan hasil overlay daerah yang memiliki prospek terbaik ditunjukkan pada Gambar 4.24 dimana daerah tersebut berada di dalam garis berwarna hitam.

Pada daerah prospek, yang terletak di bagian tengah menuju selatan lapangan AR terdapat tiga sumur yaitu sumur AR-006, AR-079, dan AR-086. Pada lapangan AR khususnya di lapisan konglomeratik telah dilakukan uji kandungan lapisan di beberapa sumur, salah satunya yaitu di sumur AR-006 serta AR-079 yang terletak pada daerah prospek. Dari hasil uji kandungan sumur tersebut, untuk sumur AR-006 sudah terbukti adanya kandungan gas sebesar 0.5 MMCFPD serta pada sumur AR-079 setelah dilakukannya *swab* terlihat adanya *gas flare*. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa pada daerah prospek terdapat 3 sumur dan keduanya sudah terbukti terdapat hidrokarbon. Untuk menghasilkan hasil pemboran yang optimum serta agar tidak terjadinya kesalahan pada daerah prospek tersebut, perlu dilakukan perforasi serta uji kandungan pada sumur AR-086. Perforasi merupakan kegiatan pembuatan lubang yang menembus *casing* semen dan formasi yang ditujukan agar terjadinya komunikasi antara

lapisan batuan dengan sumur sehingga fluida pada lapisan batuan tersebut dapat mengalir ke dalam sumur.



**Gambar 4.24** Peta distriribusi nilai AI serta penentuan daerah prospek berdasarkan hasil overlay dari peta distribusi nilai petrofisika dan peta distribusi nilai impedansi akustik. Zona prospek ditunjukkan dengan daerah yang ditandai dengan garis hitam.



**(Halaman ini sengaja dikosongkan)**

## BAB V PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

1. Dari ketiga metode Inversi Seismik, metode yang terbaik adalah metode Inversi *Model Based* dengan korelasi rata-rata hasil perhitungan Inversi sebesar 0.9920 dan menunjukkan nilai impedansi akustik rata – rata pada daerah reservoir konglomeratik antara 31.000 – 45.000 (ft/s)\*(g/cc) (Zona *High Impedance*)
2. Menurut peta hasil distribusi nilai AI yang telah dikorelasi dengan studi sebelumnya serta data pendukung lainnya seperti data hasil uji kandungan lapisan, daerah yang menjadi potensi reservoir terdapat pada bagian Barat Laut dan Bagian Tengah di Bagian Selatan dari Lapangan ‘AR’

### 5.2. Saran

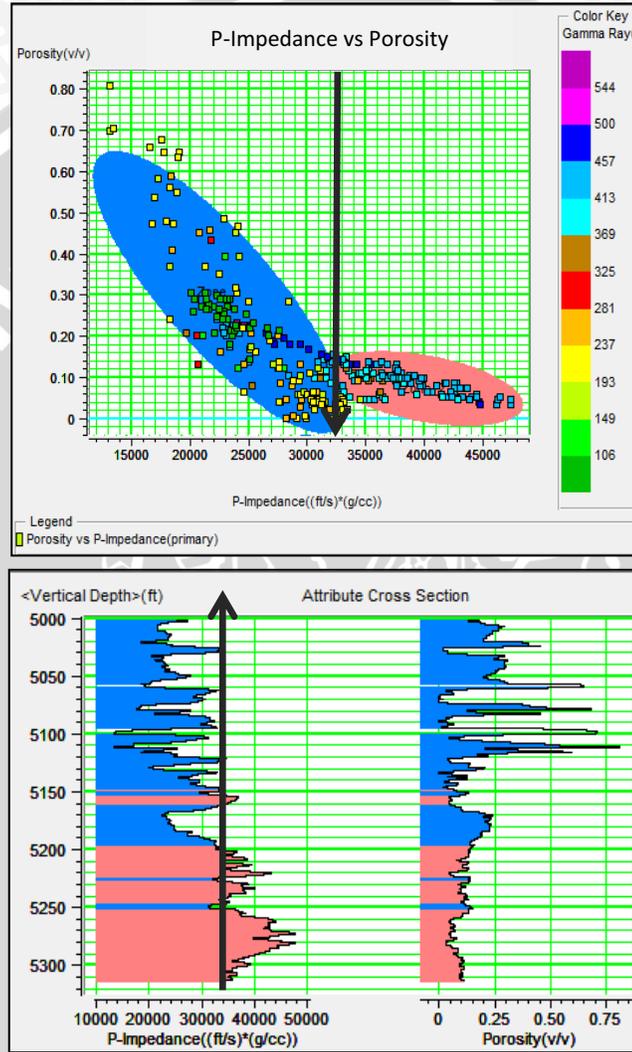
1. Dilakukan analisis AVO untuk memastikan kandungan hidrokarbon dalam reservoir.
2. Dilakukan perforasi pada sumur AR-086 untuk mendapatkan hasil pemboran yang optimum.
3. Dilakukan pembuatan model reservoir konglomeratik serta perhitungan volume cadangan berdasarkan hasil studi yang telah dilaksanakan sebelumnya.



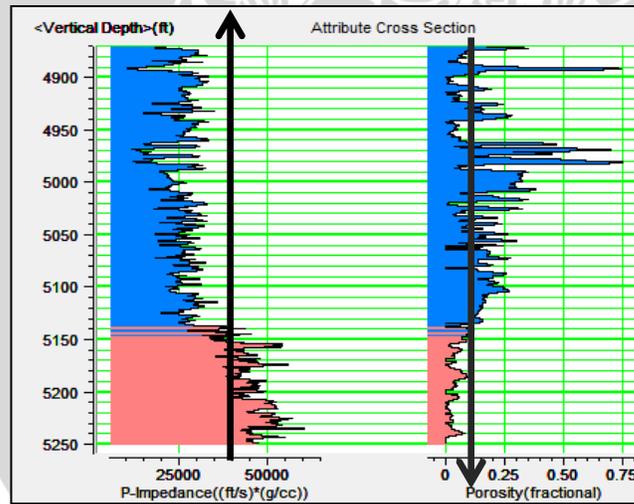
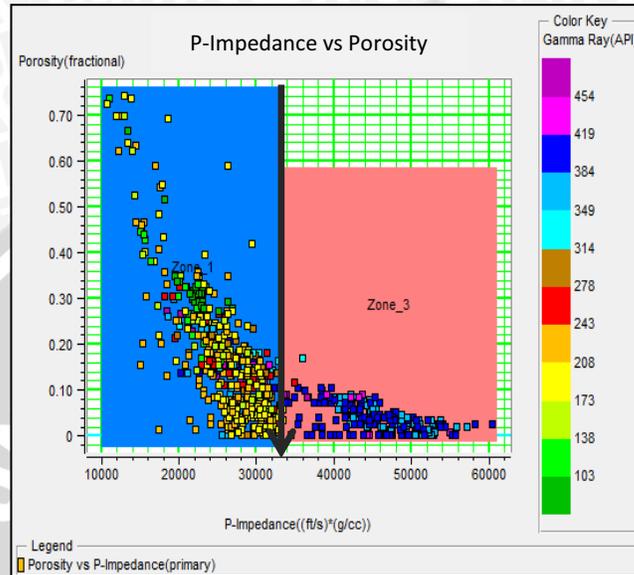
**(Halaman ini sengaja dikosongkan)**

LAMPIRAN

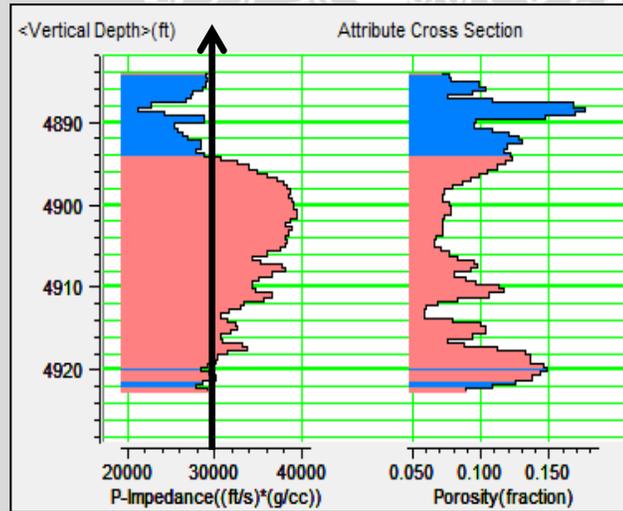
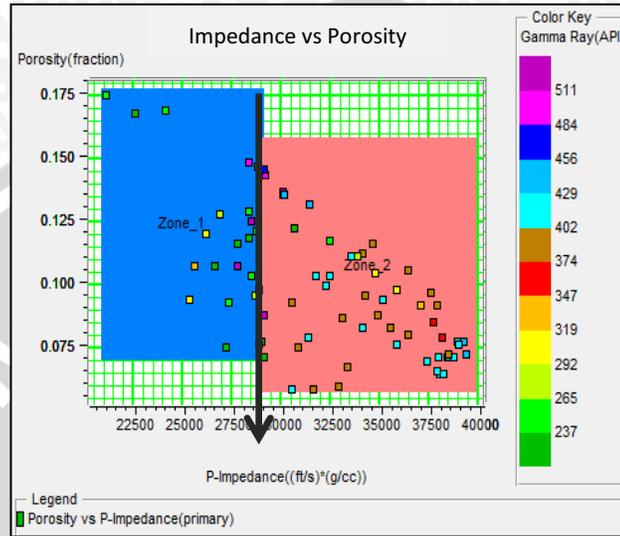
Lampiran A. Analisis Sensitivitas Batuan



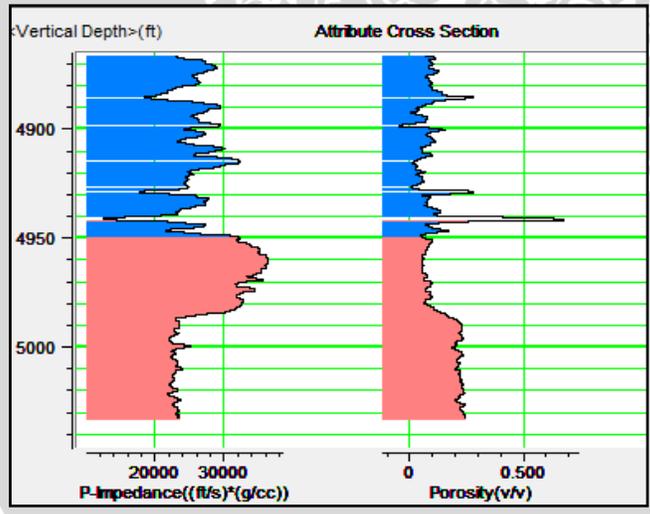
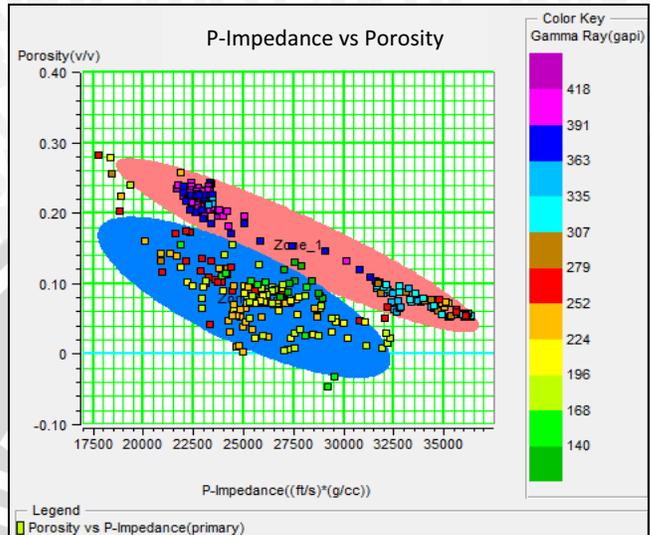
Lampiran 1 Hasil analisa sensitivitas pada sumur AR-002 serta *cross-over* dari atribut yang digunakan. Dari hasil analisa sensitivitas tersebut menunjukkan nilai *cut-off p-impedance* jatuh pada 31.000 (ft/s)\*(g/cc). Parameter analisa yang digunakan adalah log porositas dan log *p-impedance* dengan *color key Gamma Ray*.



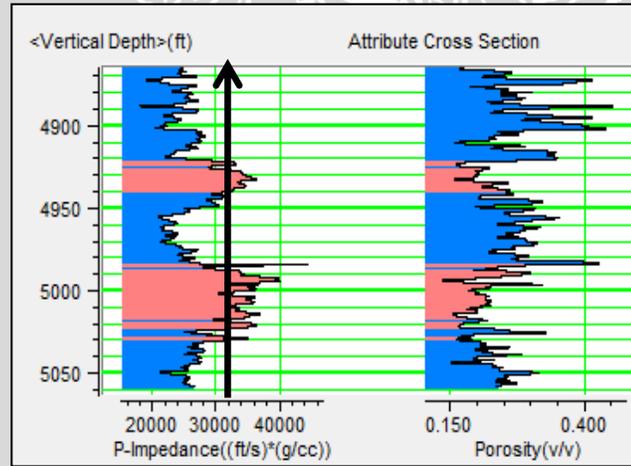
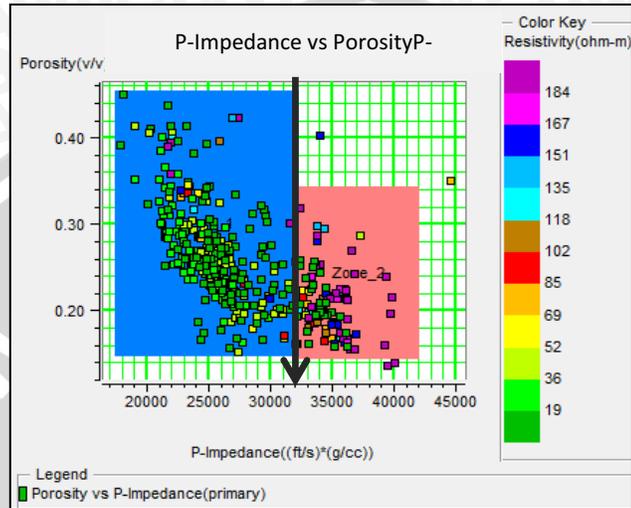
**Lampiran 2** Hasil analisa sensitivitas pada sumur AR-004 serta *cross-over* dari atribut yang digunakan. Dari hasil analisa sensitivitas tersebut menunjukkan nilai *cut-off p-impedance* jatuh pada 31.500 (ft/s)\*(g/cc). Parameter analisa yang digunakan adalah log porositas dan log *p-impedance* dengan *color key Gamma Ray*.



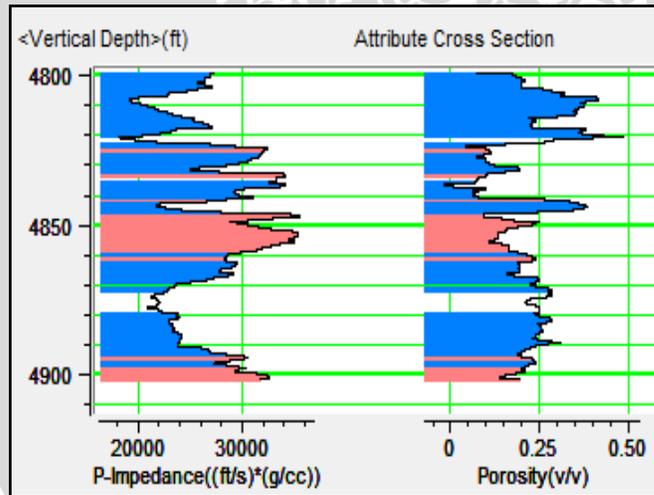
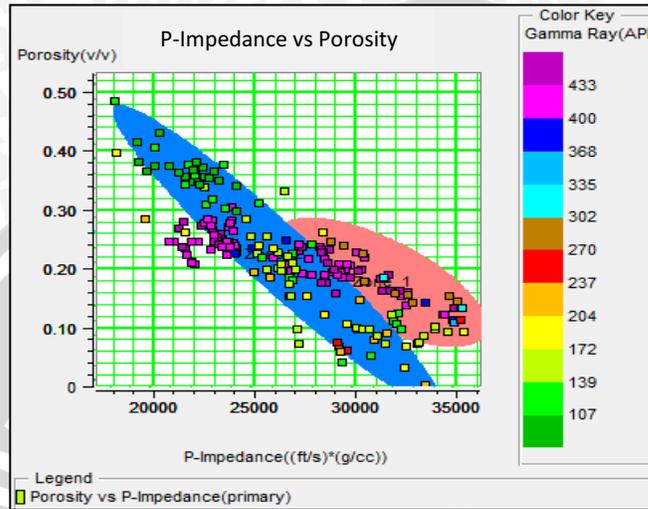
**Lampiran 3** Hasil analisa sensitivitas pada sumur AR-006 serta *cross-over* dari atribut yang digunakan. Dari hasil analisa sensitivitas tersebut menunjukkan nilai *cut-off p-impedance* jatuh pada 30.000 (ft/s)\*(g/cc). Parameter analisa yang digunakan adalah log porositas dan log *p-impedance* dengan *color key Gamma Ray*.



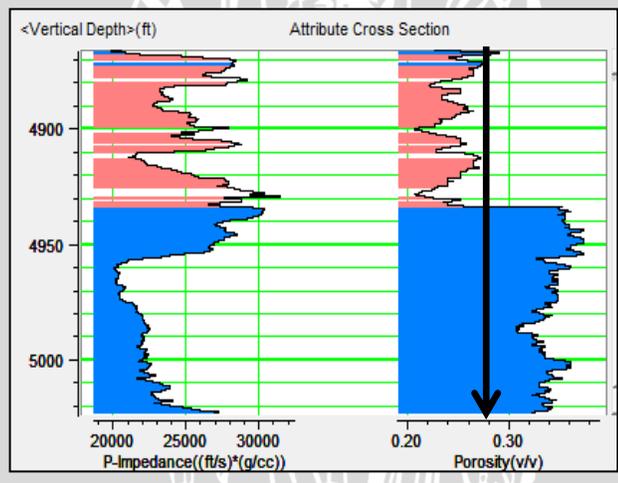
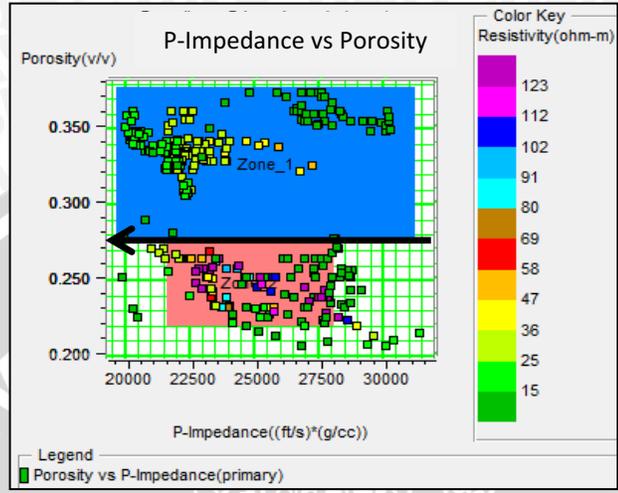
**Lampiran 4** Hasil analisa sensitivitas pada sumur AR-084 serta *cross-over* dari atribut yang digunakan. Dari hasil analisa sensitivitas tersebut tidak menunjukkan nilai *cut-off p-impedance*, tetapi zona potensi reservoir dan bukan reservoir dapat terbedakan dengan baik. Parameter analisa yang digunakan adalah log porositas dan log *p-impedance* dengan *color key Gamma Ray*.



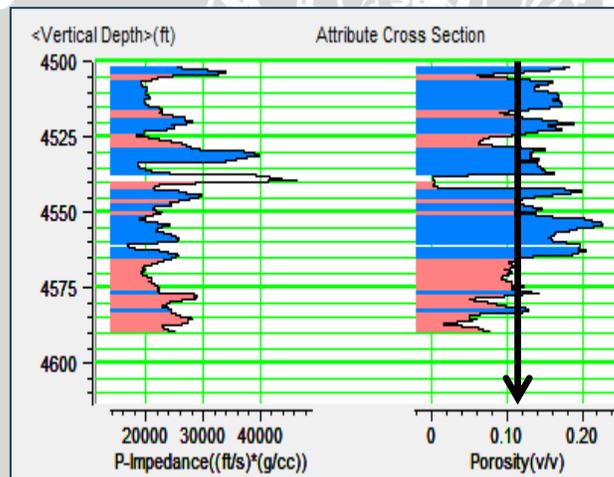
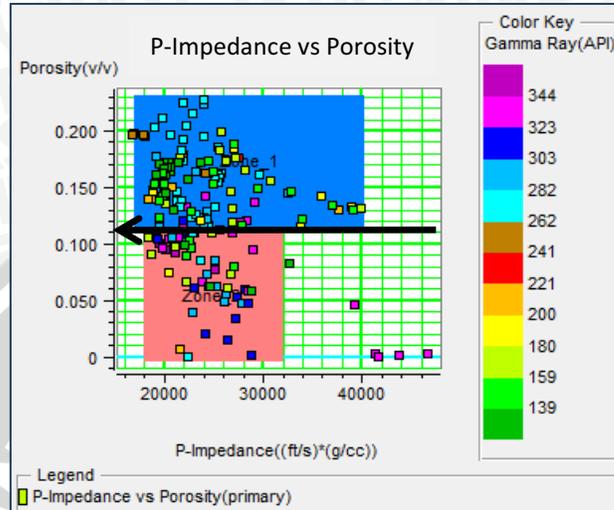
**Lampiran 5** Hasil analisa sensitivitas pada sumur AR-094 serta *cross-over* dari atribut yang digunakan. Dari hasil analisa sensitivitas tersebut menunjukkan nilai *cut-off p-impedance* jatuh pada 31.500 (ft/s)\*(g/cc). Parameter analisa yang digunakan adalah log porositas dan log *p-impedance* dengan *color key Gamma Ray*.



**Lampiran 6** Hasil analisa sensitivitas pada sumur AR-095 serta *cross-over* dari atribut yang digunakan. Dari hasil analisa sensitivitas tersebut tidak menunjukkan nilai *cut-off p-impedance*, tetapi zona potensi reservoir dan bukan reservoir dapat terbedakan dengan baik. Parameter analisa yang digunakan adalah log porositas dan log *p-impedance* dengan *color key Gamma Ray*.



**Lampiran 7** Hasil analisa sensitivitas pada sumur AR-096 serta *cross-over* dari atribut yang digunakan. Dari hasil analisa sensitivitas tersebut tidak menunjukkan nilai *cut-off p-impedance*, tetapi zona potensi reservoir dan bukan reservoir dapat terbedakan dengan baik. Parameter analisa yang digunakan adalah log porositas dan log *p-impedance* dengan *color key Gamma Ray*.

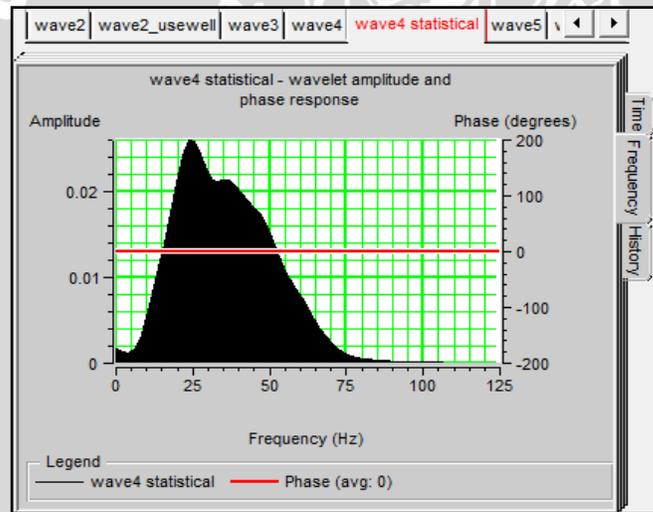
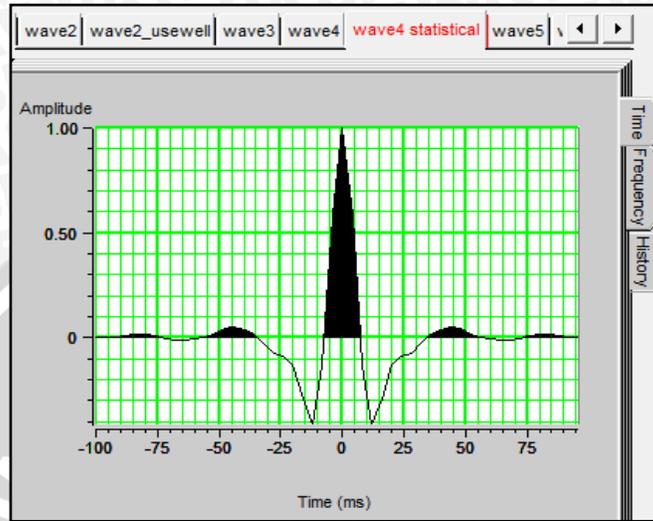


**Lampiran 8** Hasil analisa sensitivitas pada sumur AR-Base 1 serta *cross-over* dari atribut yang digunakan. Dari hasil analisa sensitivitas tersebut tidak menunjukkan nilai *cut-off p-impedance*, tetapi zona potensi reservoir dan bukan reservoir dapat terbedakan dengan baik. Parameter analisa yang digunakan adalah log porositas dan log *p-impedance* dengan *color key Gamma Ray*.

**Lampiran B. Analisis Wavelet**

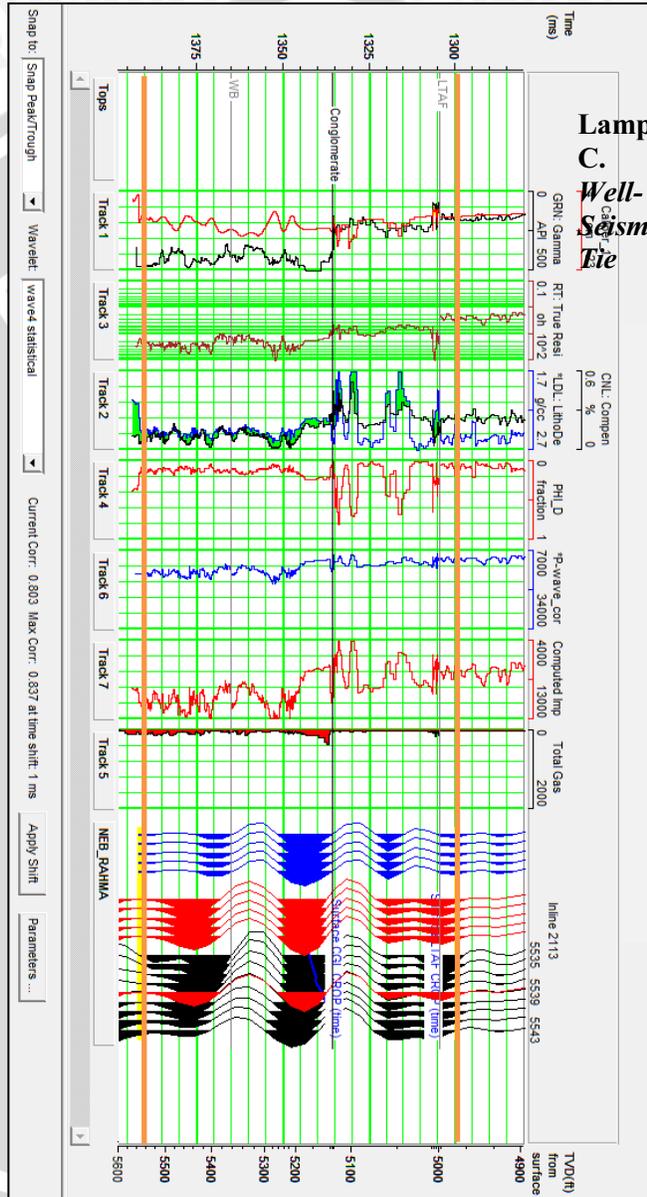
| No | Nama Wavelet | Extraction Window |           | Wavelet Length | Phase Type | Taper Length | WELL    |         |         |         |         |         |         |            | Average  |
|----|--------------|-------------------|-----------|----------------|------------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|----------|
|    |              | Start (ms)        | Stop (ms) |                |            |              | NEB-002 | NEB-004 | NEB-006 | NEB-084 | NEB-094 | NEB-095 | NEB-096 | NEB-BASE 1 |          |
| 1  | Ricker 15 hz | 1200              | 1390      | 200ms          | Linear     |              | 0.228   | 0.084   | 0.152   | 0.616   | 0.214   | 0.722   | 0.758   | 0.783      | 0.444625 |
| 2  | Ricker 20 hz | 1200              | 1390      | 200ms          | Linear     |              | 0.747   | 0.76    | 0.661   | 0.822   | 0.605   | 0.807   | 0.782   | 0.909      | 0.761625 |
| 3  | Ricker 30 hz | 1200              | 1390      | 200ms          | Linear     |              | 0.902   | 0.589   | 0.776   | 0.834   | 0.844   | 0.711   | 0.599   | 0.81       | 0.758125 |
| 4  | Statistical  | 1200              | 1390      | 200ms          | Constant   | 20ms         | 0.803   | 0.600   | 0.815   | 0.839   | 0.846   | 0.803   | 0.877   | 0.789      | 0.7965   |
| 5  | Use Well-1   | 1200              | 1390      | 200ms          | Constant   | 20ms         | 0.68    | 0.472   | 0.563   | 0.612   | 0.671   | 0.496   | 0.375   | 0.615      | 0.5605   |
| 6  | Use Well-2   | 1200              | 1390      | 200ms          | Constant   | 25ms         | 0.608   | 0.482   | 0.559   | 0.629   | 0.642   | 0.462   | 0.407   | 0.585      | 0.54675  |

**Lampiran 9** Tabel percobaan ekstraksi wavelet sebelum dilakukannya proses *well-seismic tie*. Wavelet yang paling baik ditunjukkan dengan wavelet statistical dengan nilai korelasi tertinggi yaitu 0.7965

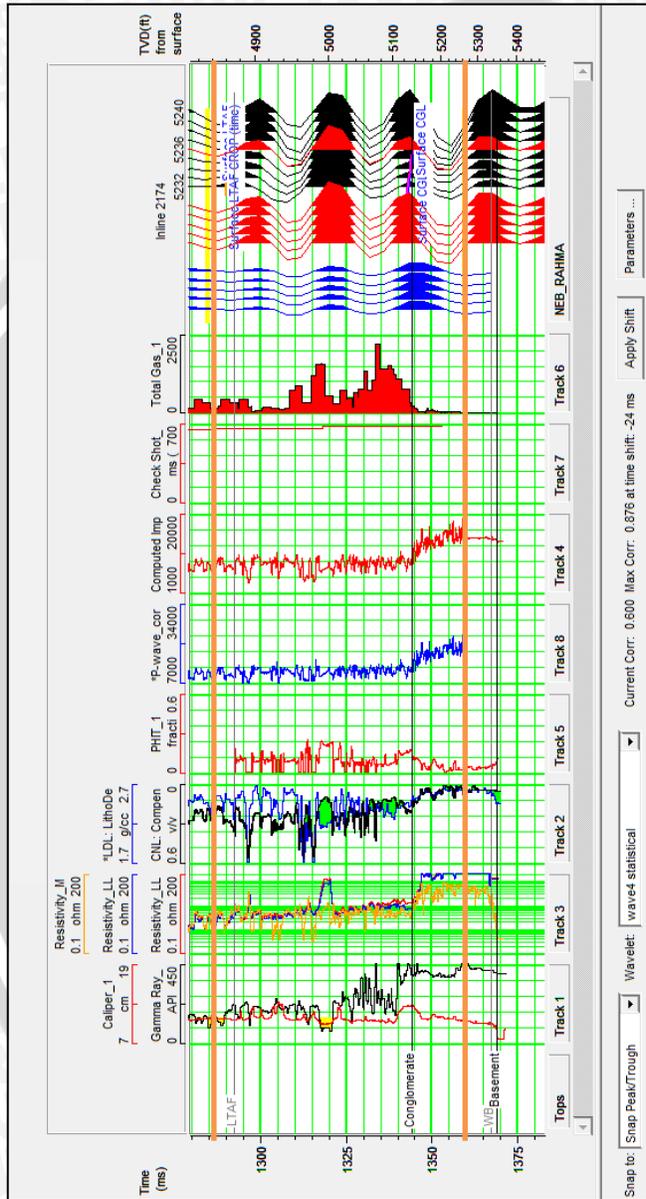


**Lampiran 10** Wavelet *statistical* yang digunakan dalam *well-seismic tie* serta spektrum frekuensi dari wavelet tersebut. Dapat dilihat bahwa frekuensi dominan dari wavelet tersebut adalah sekitar 25 hz.

**Lampiran 11**  
 Penampang *well-seismic tie* pada sumur AR-002 dengan wavelet statistical. *Window analysis* diantara 1295ms hingga 1389ms, didapatkan nilai koefisien korelasi 0,803.

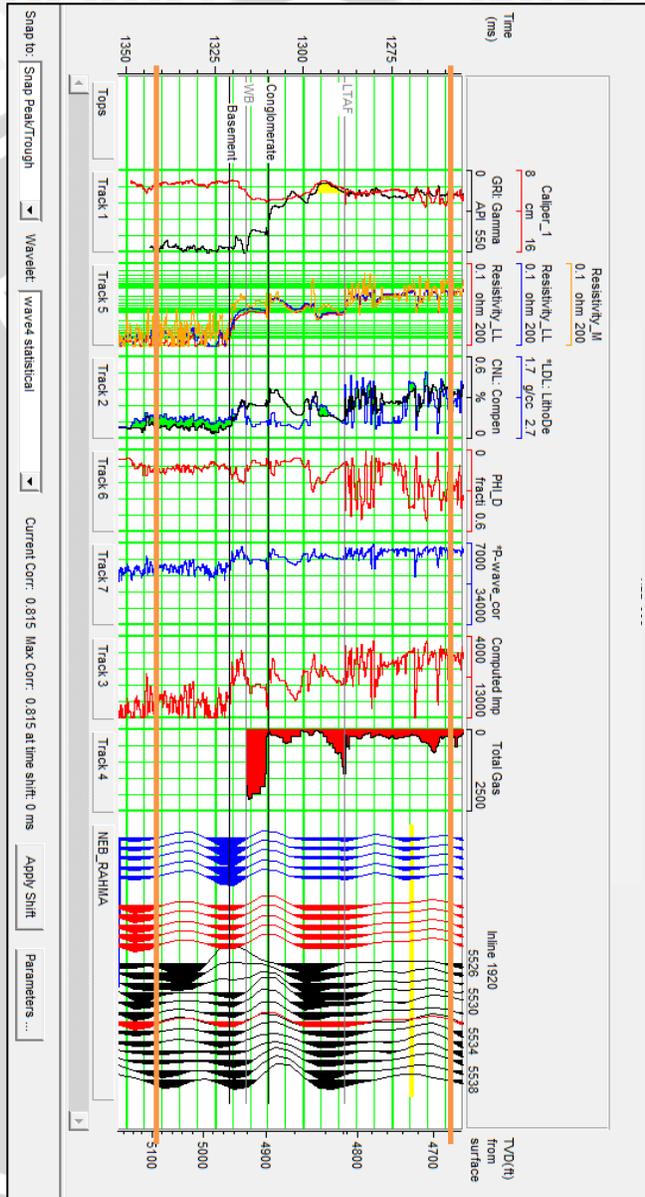


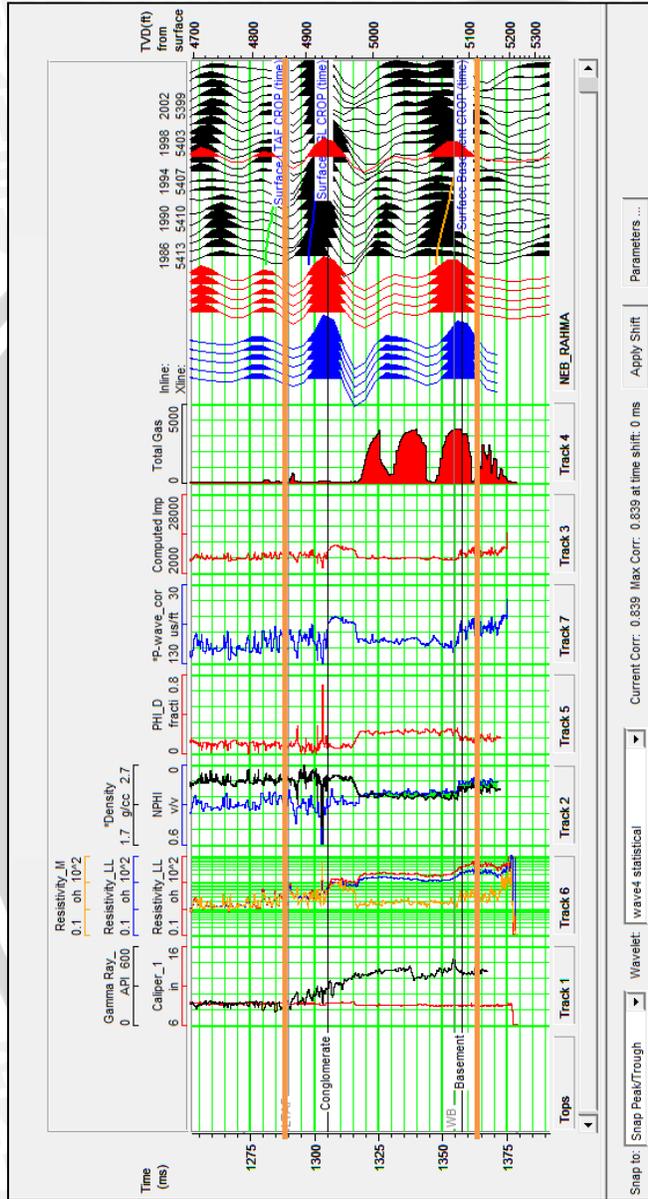
**Lampiran C. Hasil Well-Seismic Tie**



**Lampiran 12**  
 Penampang  
*well-seismic*  
*tie* pada  
 sumur AR-  
 004 dengan  
 wavelet  
 statistical. *Win*  
*dow analysis*  
 diantara  
 1295ms  
 hingga  
 1367ms,  
 didapatkan  
 nilai koefisien  
 korelasi  
 0,600.

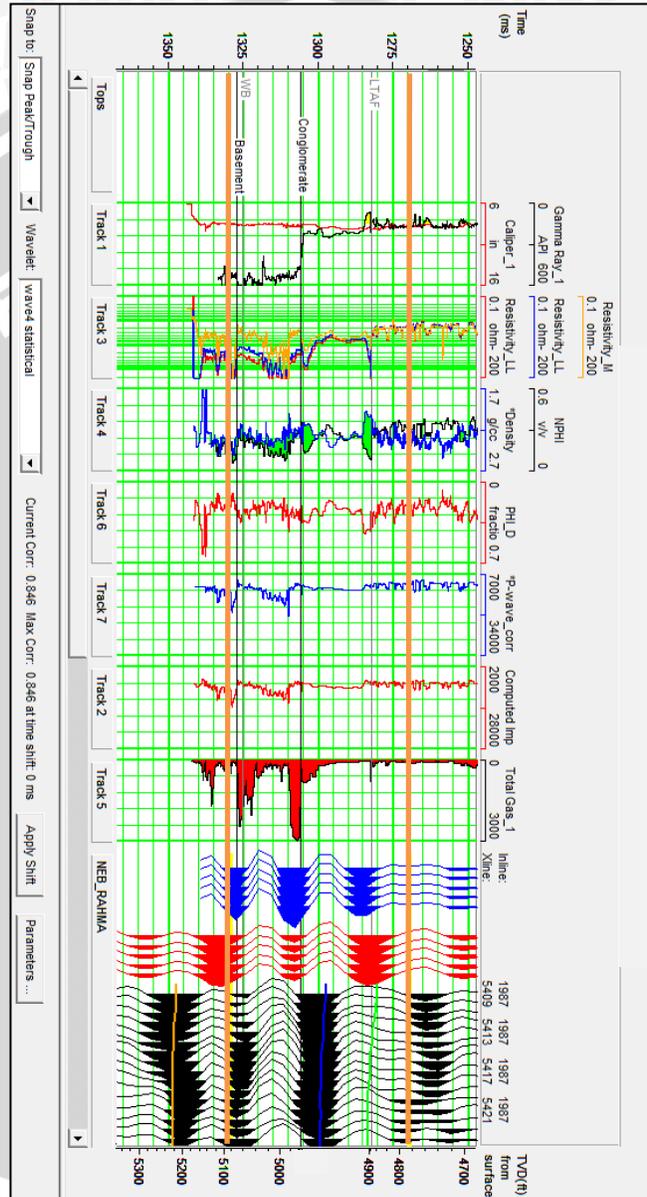
**Lampiran 13**  
 Penampang  
*well-seismic*  
*tie* ada sumur  
 AR-006  
 dengan  
 wavelet  
 statistical.*Win*  
*down analysis*  
 diantara  
 1295ms  
 hingga  
 1357ms,  
 didapatkan  
 nilai koefisien  
 korelasi 0,815

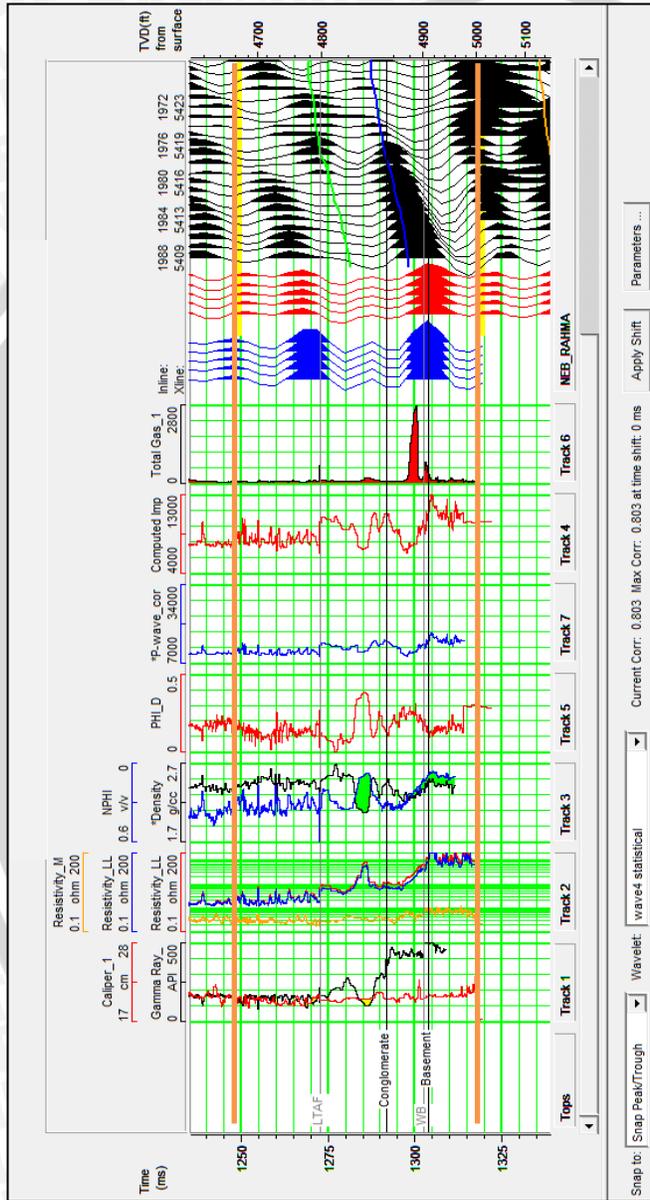




**Lampiran 14**  
 Penampang  
*well-seismic*  
*tie* pada  
 sumur AR-  
 084 dengan  
 wavelet  
 statistical. *Win*  
*dow analysis*  
 diantara  
 1295ms  
 hingga  
 1363ms,  
 didapatkan  
 nilai koefisien  
 korelasi 0,839

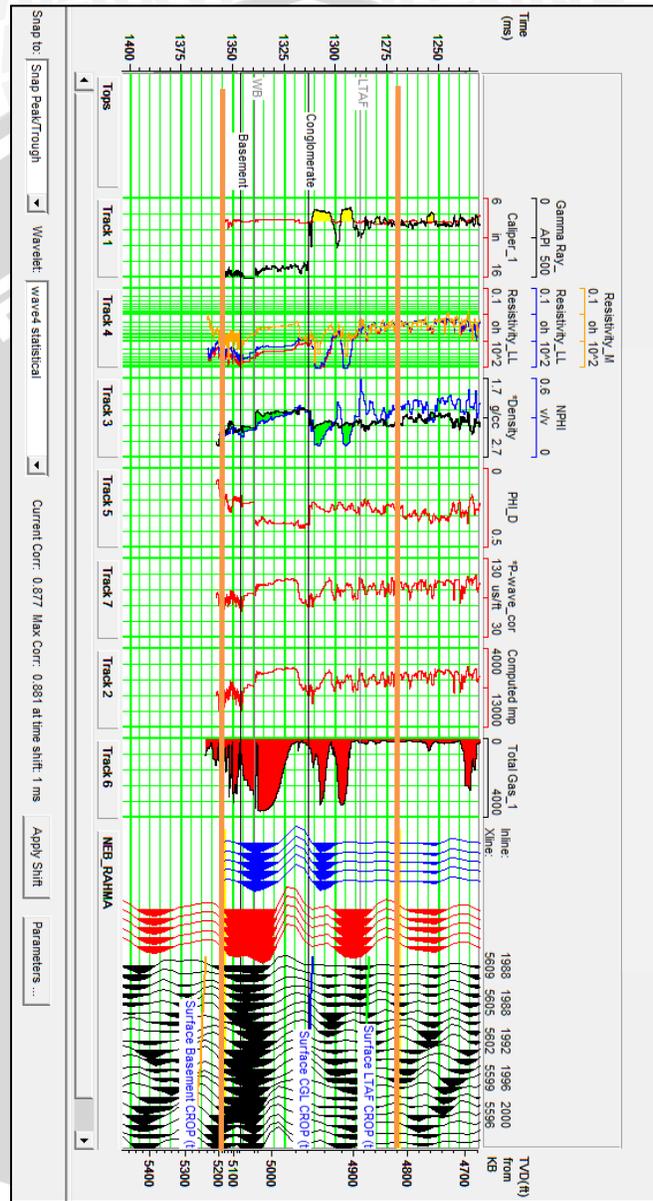
**Lampiran 15**  
 Penampang *well-seismic tie* pada sumur AR-094 dengan wavelet statistical. *Window analysis* diantara 1295ms hingga 1328ms, didapatkan nilai koefisien korelasi 0,846

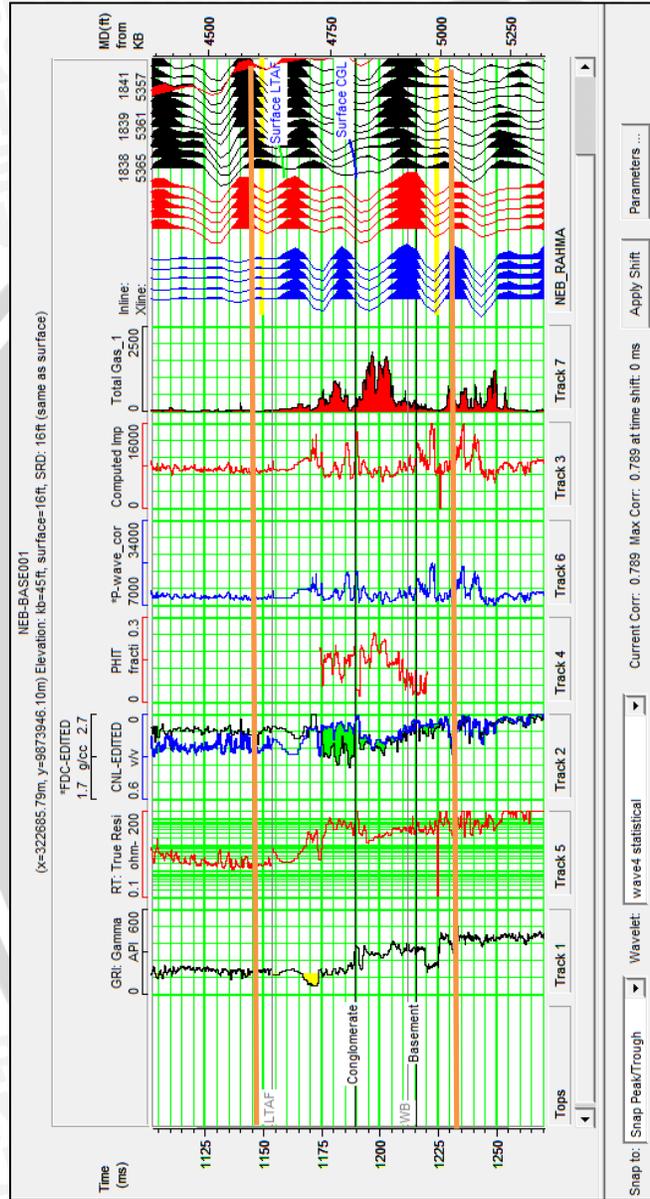




**Lampiran 16**  
 Penampang  
*well-seismic*  
*tie* pada  
 sumur AR-  
 095 dengan  
 wavelet  
 statistical. *Win*  
*indow analysis*  
 diantara  
 1295ms  
 hingga  
 1325ms,  
 didapatkan  
 nilai koefisien  
 korelasi 0,803

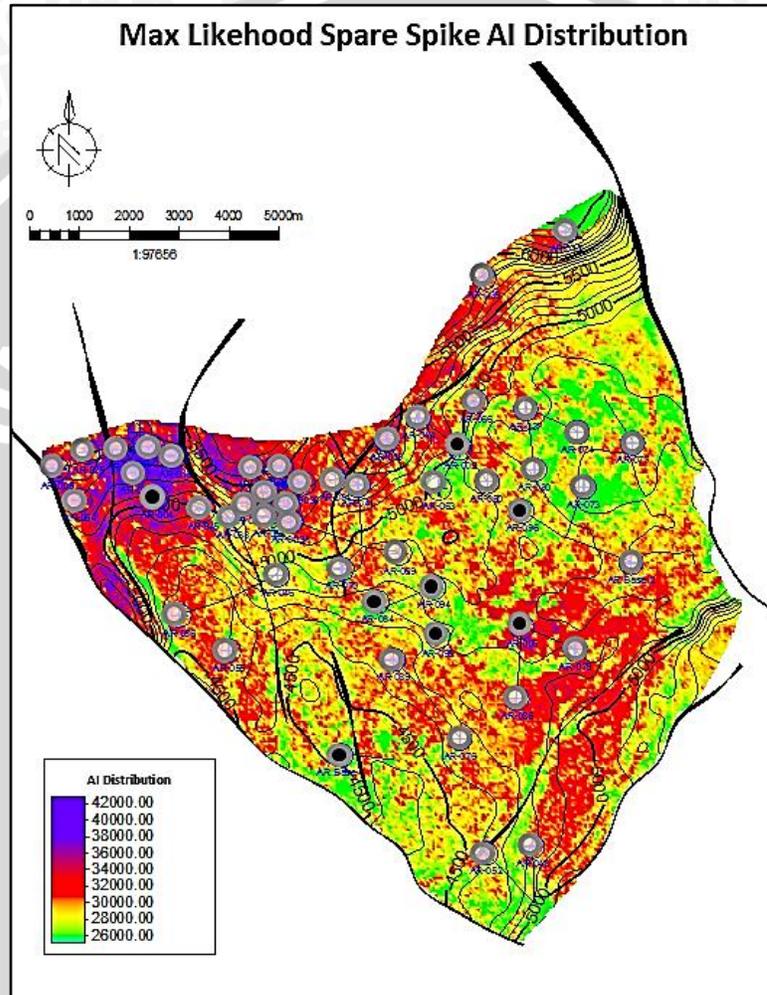
**Lampiran 17**  
 Penampang  
*well-seismic*  
*tie* pada sumur  
 AR-096  
 dengan  
 wavelet  
 statistical.*Win*  
*dow analysis*  
 diantara  
 1295ms  
 hingga  
 1360ms,  
 didapatkan  
 nilai koefisien  
 korelasi 0,877



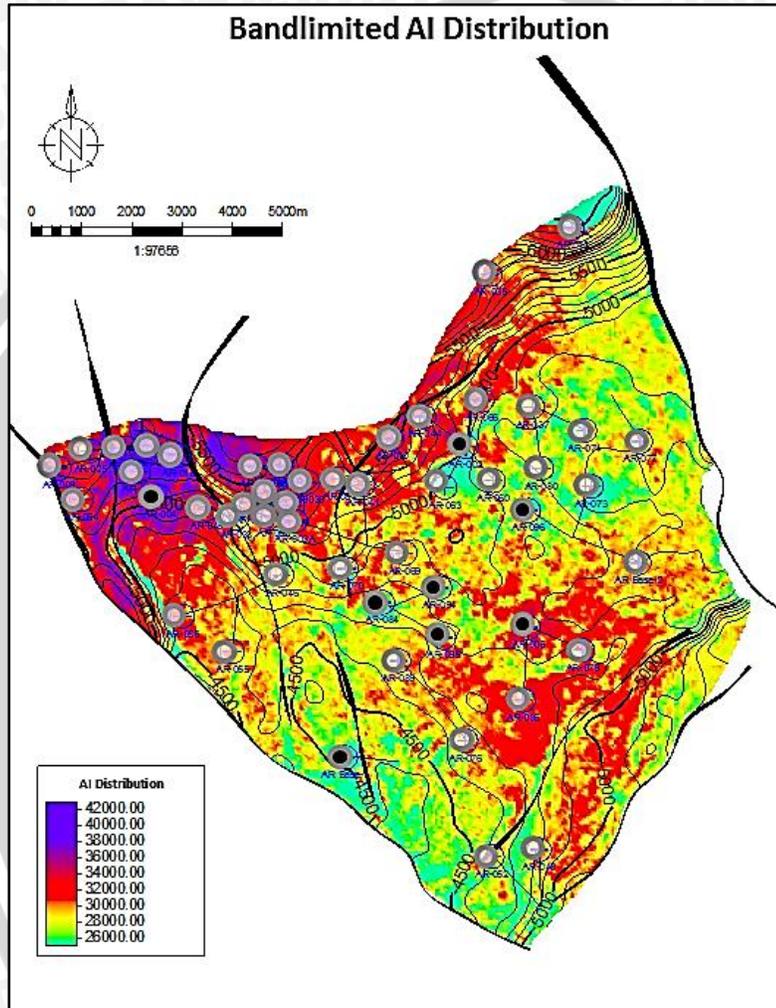


**Lampiran 18**  
 Penampang *well-seismic tie* pada sumur AR-Base 1 dengan *wavelet statistical. Window analysis* diantara 1160ms hingga 1225ms, didapatkan nilai koefisien korelasi 0,789

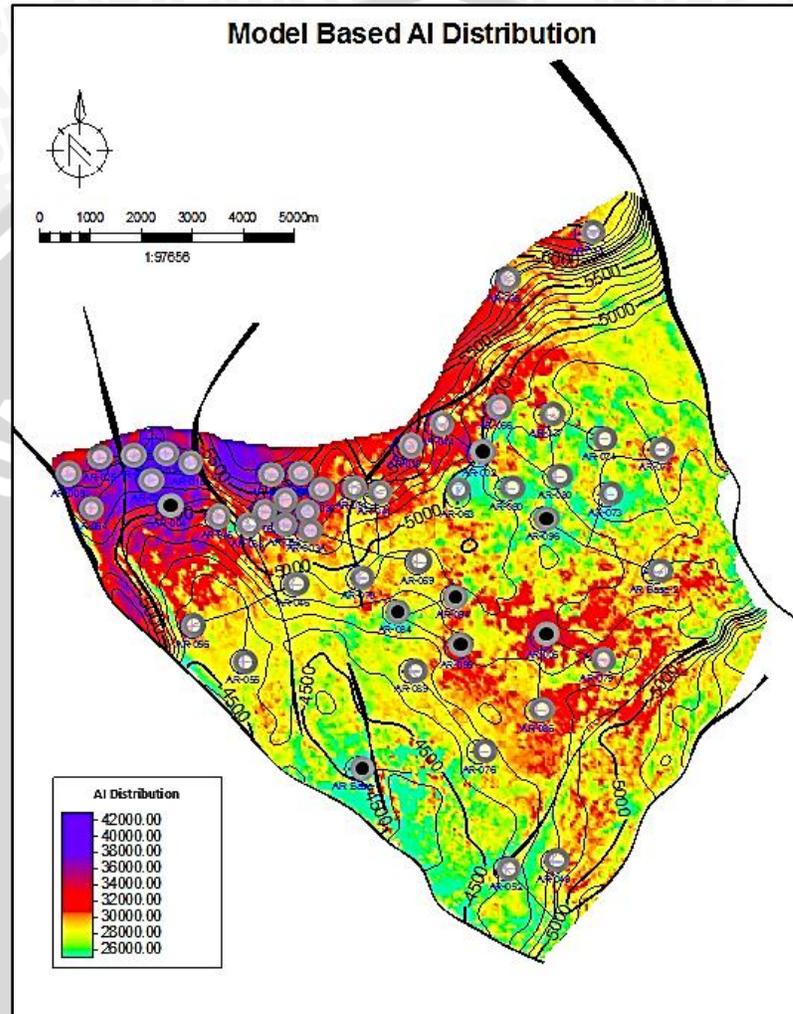
Lampiran D. Peta Distribusi Nilai AI



**Lampiran 19** Peta menunjukkan distribusi nilai AI dengan inversi *Max.Likelihood Sparse Spike*. Berdasarkan peta tersebut daerah reservoir konglomeratik ditandai dengan warna orange, merah hingga ungu yang menunjukkan nilai impedansi antara 31.000 – 42.000 (ft/s)\*(gr/cc)



**Lampiran 20** Peta menunjukkan distribusi nilai AI dengan inversi *Bandlimited*. Berdasarkan peta tersebut daerah reservoir konglomeratik ditandai dengan warna orange, merah hingga ungu yang menunjukkan nilai impedansi antara 31.000 – 42.000 (ft/s)\*(gr/cc)



**Lampiran 21** Peta menunjukkan distribusi nilai AI dengan inversi *Model Based*. Berdasarkan peta tersebut daerah reservoir konglomeratik ditandai dengan warna orange, merah hingga ungu yang menunjukkan nilai impedansi antara 31.000 – 42.000 (ft/s)\*(gr/cc)