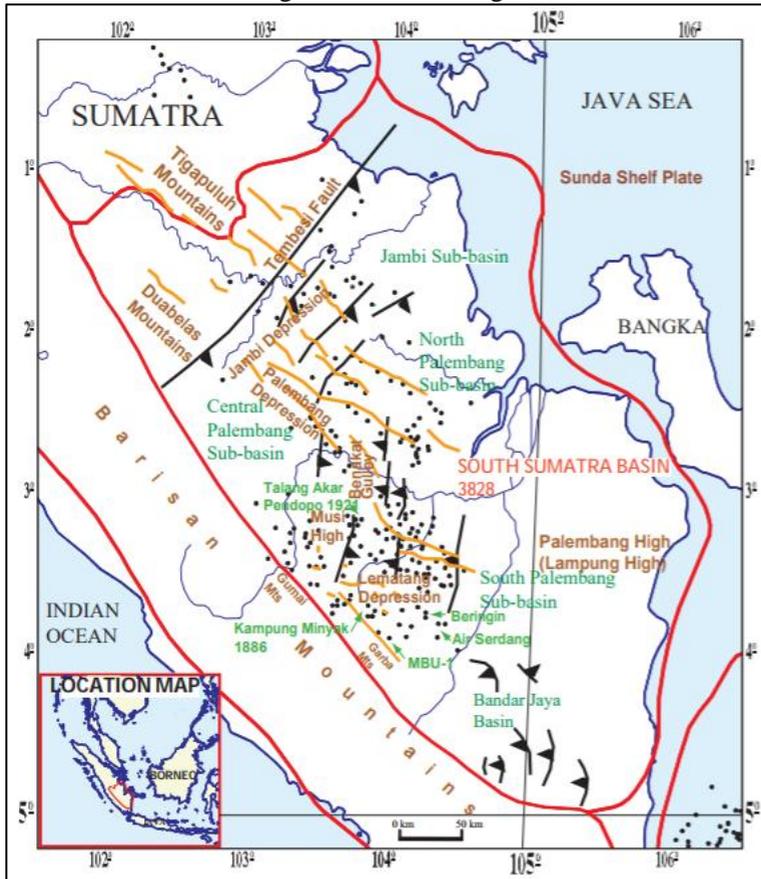


BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian tugas akhir dilaksanakan di Divisi Eksploitasi perusahaan Petrochina International Jabung Ltd, yang beralamatkan di Menara Kuningan, Lantai 17-27, Jl. HR. Rasuna Said Blok X-7 Kav. 5, Jakarta 12940. Waktu pelaksanaan dimulai 1 Maret 2017 sampai dengan 30 September 2017. Untuk data penelitian terletak di daerah Jambi, Sub-Cekungan Jambi, Cekungan Sumatera Selatan.



Gambar 3.1 Peta lokasi Cekungan Sumatera Selatan (Bishop, 2001)

3.2 Ketersediaan Data

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data perusahaan yang sedang aktif dikerjakan. Untuk itu semua nama data disamakan dan dihapus koordinat petanya. Berikut penjelasan data yang digunakan:

3.2.1 Data Seismik 3D

Data seismik bertipe seismik *poststack* 3D. Luasan data yang diberikan adalah 1262 inline & 800 crossline. Data ini digunakan sebagai data basis untuk proses inversi.

3.2.2 Data Sumur

Sumur yang digunakan pada penelitian berjumlah 12 sumur, dengan rincian 3 sumur vertikal, yaitu WA-2, WA-6, dan SA-3. 9 sumur lainnya adalah sumur deviasi, yaitu WA-1D, WA-2D, WA-3D, WA-6D, WA-7D, WA-8D, SA-12D, SA-13D, dan SA-14D. Sumur-sumur ini memiliki data seperti *well log*, *marker*, *mudlog* dan *checkshot*. Data *well log* yang ditampilkan di Tabel 3.1 merupakan kumpulan data fisika maupun petrofisika yang diperoleh dari proses *well logging*. Data *marker* merupakan penanda batas lapisan pada formasi batuan di bawah permukaan. Data *checkshot* digunakan untuk mengetahui hubungan kedalaman sumur dalam satuan kedalaman dengan interval waktu yang dibutuhkan gelombang untuk mencapai kedalaman tersebut dalam skala TWT. Sumur yang memiliki *checkshot* adalah WA-2, WA-6, SA-3, dan WA-8D. Data *mudlog* adalah data yang berisikan mengenai informasi litologi, *total gas content* dan indikasi keberadaan hidrokarbon (berupa minyak atau gas). Data ini digunakan untuk melakukan koreksi silang dengan data *well log* yang dimiliki.

Tabel 3.1 Daftar *log* pada tiap sumur

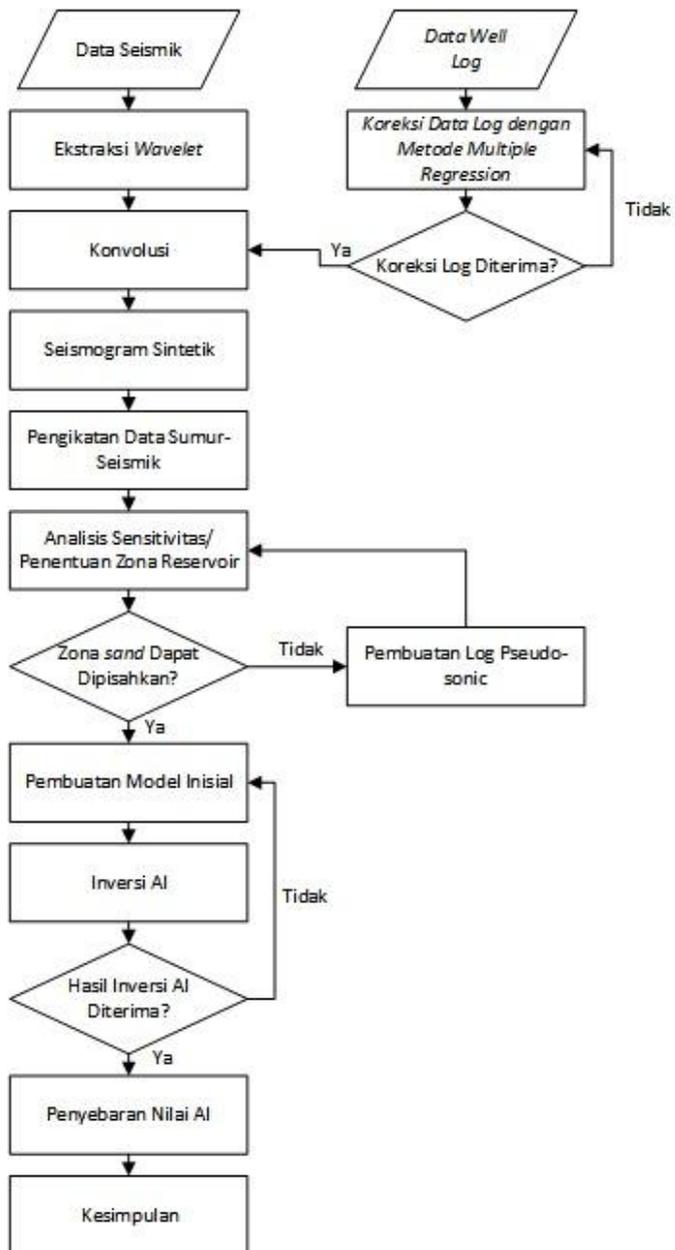
SUMUR	GR	CALI	NPHI	RHOB	RT/LLD	DT	VSHALE	POR
WA-2	V	V	V	V	X	V	V	V
WA-6	V	V	V	V	V	V	V	V
SA-3	V	V	V	V	V	V	V	V
WA-1D	V	V	V	V	V	V	V	V
WA-2D	V	V	V	V	V	V	V	V
WA-3D	V	V	V	V	V	V	V	V
WA-6D	V	V	V	V	V	V	V	V
WA-7D	V	V	V	V	V	V	V	V
WA-8D	V	V	V	V	V	V	V	V
SA-12D	V	V	V	V	V	V	V	V
SA-13D	V	V	V	V	V	V	V	V
SA-14D	V	V	V	V	V	V	V	V

3.3 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini mengambil topik inversi seismik impedansi akustik. Sebagai basis data, digunakan data seismik dan data *well log*. Data seismik digunakan untuk melakukan ekstraksi *wavelet*, dan data *well log* lebih lanjut akan dikonvolusikan dengan data seismik untuk mendapatkan seismogram sintetik. Namun sebelum dapat diolah, terlebih dahulu data *well log* dikoreksi dahulu karena adanya data yang rusak. Apabila hasil koreksi *log* sudah baik, maka konvolusi antara *wavelet* dan data *well log* berupa *log* reflektivitas dapat dilakukan. Setelah itu, dilakukan pengikatan data sumur-seismik untuk mengkalibrasi kedua data dalam domain yang berbeda tersebut. Apabila pengikatan telah selesai, tahapan analisis sensitivitas dikerjakan untuk menentukan zona reservoir dan non reservoirnya. Namun, analisis sensitivitas yang dilakukan tidak langsung berhasil, dikarenakan zona reservoir/batu pasir tidak dapat dipisahkan dengan zona non reservoir/batu lempung berdasarkan nilai impedansi akustiknya. Fenomena ini dikarenakan pada formasi target penelitian, batu pasir diendapkan berselingan dengan batu lempung. Hal ini akan menyulitkan pada saat proses interpretasi hasil inversi nantinya. Untuk itu, perlu dibuat sebuah *log* semu yang sensitif terhadap perubahan litologi dengan cepat. Setelah itu, analisis sensitivitas dilakukan kembali, dan dievaluasi hasilnya. Apabila zona reservoir sudah mulai

bisa terpisahkan dengan zona non reservoir, maka pembuatan model inisial dapat dilakukan sebelum memasuki tahapan inti dari pekerjaan inversi.

Setelah membuat model inisial, inversi impedansi akustik dapat dilakukan dengan beberapa parameter. Parameter ini dianalisis pengaruhnya terlebih dahulu terhadap hasil inversi. Analisis penetapan parameter dilakukan secara uji coba hingga mendapatkan nilai yang optimal. Apabila inversi telah selesai dilakukan, maka dilakukan analisis tahap kedua untuk melihat simpangan nilai impedansi akustik hasil inversi dengan nilai *log* impedansi akustik yang asli. Tahapan berikutnya, hasil dari inversi impedansi akustik akan dibuat sayatan secara horizontal pada interval yang dianggap menarik untuk dilihat persebaran nilai impedansi akustiknya. Setelah itu dilakukan interpretasi terhadap data, dan dapat ditarik kesimpulan.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

3.4 Prosedur Penelitian

Tahapan ini mencakup penelitian yang dilakukan sehingga tercapai tujuan yang diinginkan. Pada bagian ini akan dijelaskan pada subbab 3.4.1 sampai 3.4.8.

3.4.1 Studi Pustaka

Tahapan ini dilakukan untuk mendapatkan referensi mengenai penelitian yang akan dilakukan. Bentuk referensi tersebut seperti *paper*, jurnal, buku, majalah geosains, sumber bacaan di internet, dan bahan belajar kuliah baik dari Universitas Brawijaya maupun universitas lain. Metode pelaksanaan yang dilakukan adalah membaca, membuat rangkuman dan catatan, kemudian membuat kesimpulan sendiri. Pada tahapan ini dilakukan juga diskusi dengan pembimbing dari perusahaan tempat penelitian.

3.4.2 Analisis Struktural

Analisis ini dilakukan berdasarkan bentukan *log Gamma Ray* dan adanya persilangan nilai dari *log neutron porosity* dan densitas sebagai indikasi awal adanya hidrokarbon pada kedalaman tersebut. Dengan menganalisis kedua hal ini, maka akan dapat ditentukan zona target yang baik serta dapat dihitung ketebalan reservoirnya. Pada penelitian ini, dipilih SAND E sebagai *marker* untuk diteliti.

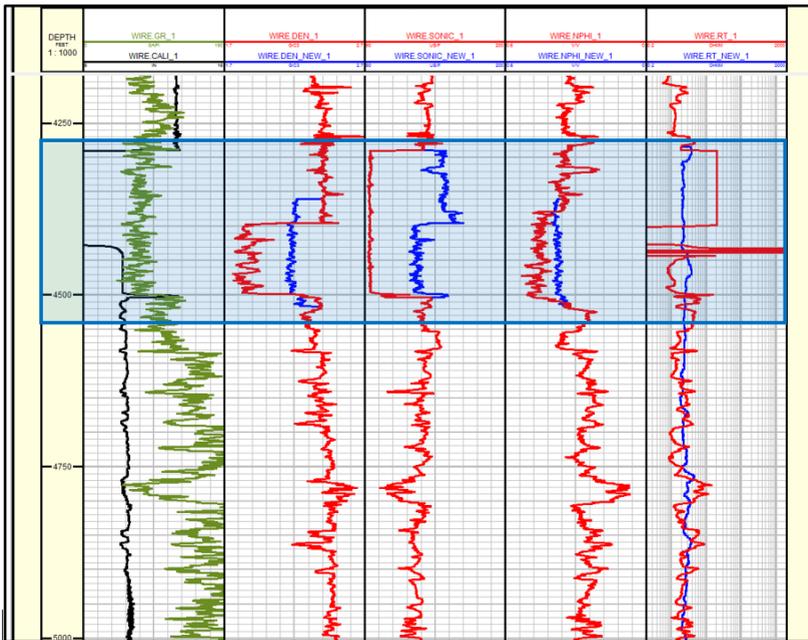
Reservoir target pada penelitian ini berada di Formasi Gumai. Ada 6 zona yang ditandai dengan *marker* pada tiap sumur. *Marker* tersebut mengindikasikan batas atas dari indikasi reservoir batu pasir yang akan diteliti. Berikut ditunjukkan kedalaman dari masing-masing *marker*.

Tabel 3.2 Tabel kedalaman *marker* pada tiap sumur.

Marker	SAND A	SAND B	SAND C	SAND D	SAND E	SAND F
Sumur	Kedalaman dalam TVDSS (m)					
SA-3	3654,00	3786,00	3913,04	4236,00	4289,50	4344,38
SA-11D	3587,00	3700,00	3916,14	4204,02	4269,38	4406,12
SA-12D	3598,00	3713,00	3929,24	4163,99	4235,96	4334,10
SA-13D	3645,00	3741,00	3929,00	4239,77	4291,65	4443,59
WA-2	3606,00	3716,00	3913,34	4225,00	4307,00	4478,42
WA-6	3612,00	3731,00	3914,24	4203,57	4270,97	4427,34
WA-1D	3527,00	3649,00	3808,06	4139,98	4228,81	4461,51
WA-2D	3526,00	3640,00	3824,27	4120,00	4207,35	4366,00
WA-3D	3500,00	3612,00	3780,84	4106,00	4192,24	4356,00
WA-6D	3529,00	3635,00	3843,04	4199,00	4274,15	4459,00
WA-7D	3476,00	3585,00	3778,69	4090,47	4193,84	4334,89
WA-8D	3581,00	3656,00	3828,49	4140,50	4244,72	4390,13

3.4.3 Koreksi *Well Log*

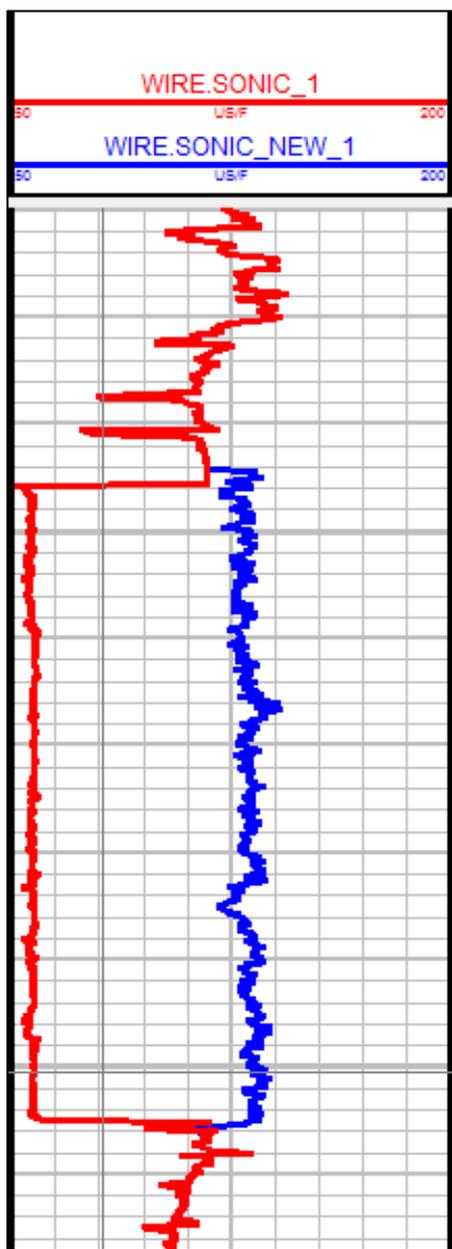
Tahapan koreksi dilakukan untuk mengoreksi data yang rusak akibat adanya efek perbedaan ukuran casing shoe di sumur pada saat proses *well logging*. Perbedaan ukuran ini menyebabkan tidak kontinunya proses akuisisi data, sehingga menyebabkan artefak atau fitur yang seperti terpotong pada data. Pada daerah yang di arsir berwarna biru pada Gambar 3.3, ditunjukkan interval *well log* yang rusak.



Gambar 3.3 Well log yang rusak pada zona casing shoe

Koreksi *log* dilakukan berdasarkan prinsip multiple regression. Dengan prinsip ini, dapat dibentuk persamaan prediksi nilai variabel dependen dari dua variabel independen maupun lebih. Prosesnya adalah dengan menetapkan satu *log* yang ingin dikoreksi sebagai variabel dependen, kemudian menetapkan beberapa *log* lainnya sebagai variabel independen. Dalam proses koreksi satu jenis *log*, jumlah variabel independen dikombinasi mulai dari 2 *log* sampai dengan maksimal berjumlah 4 *log* agar didapatkan beberapa alternatif persamaan.

Hasil dari *multiple regression* yang diambil untuk proses selanjutnya adalah persamaan hasil regresi dengan koefisien korelasi di atas 0,5. Apabila terdapat beberapa persamaan yang memiliki nilai di atas 0,5, maka diambil nilai tertinggi di antara persamaan tersebut. Contoh hasil koreksi pada sebuah *log* ditunjukkan di Gambar 3.4 dengan kurva berwarna merah adalah data asli dan kurva berwarna biru adalah data hasil koreksi.



Gambar 3.4 Hasil koreksi *well log* pada *log sonic*.

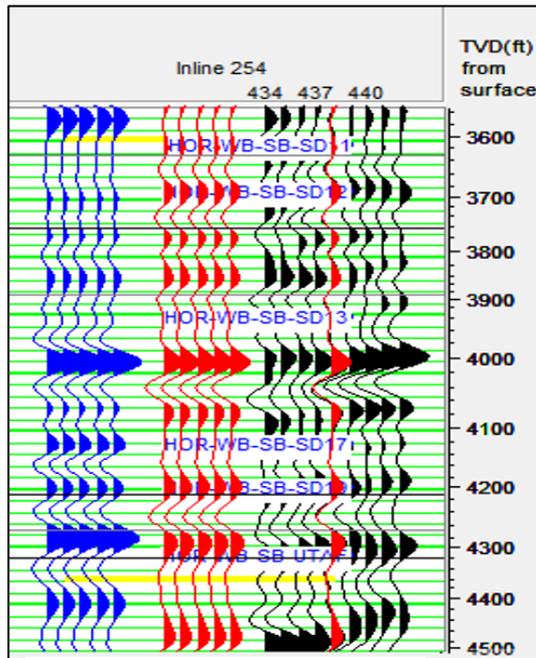
3.4.4 Pengikatan Data Sumur-Seismik

Proses ini mengkorelasikan secara manual dari data *marker* sumur yang memiliki satuan kedalaman dengan data seismik yang memiliki satuan waktu, sehingga *marker* yang terdapat di sumur dapat dihubungkan dengan refleksi yang cocok pada data seismik. Data yang dibutuhkan untuk melakukan proses ini adalah *log sonic*, *log* densitas, dan data *checkshot*.

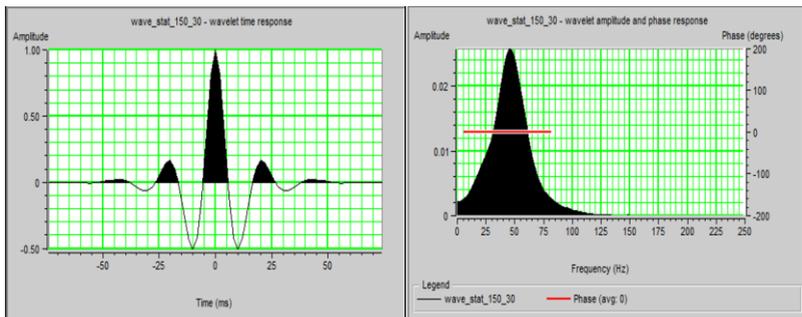
Pertama dilakukan koreksi data *sonic* pada tiap sumur dengan menggunakan *checkshot* agar resolusi data *sonic* terkalibrasi dengan resolusi data *checkshot*. Apabila data sumur tidak memiliki *checkshot*, maka sumur tersebut dapat memakai data *checkshot* pada sumur terdekat. Selanjutnya data *log sonic* yang telah dikalibrasi tadi dikonvolusi dengan data *log* densitas untuk mendapatkan *log* reflektivitas.

Langkah ketiga adalah dengan melakukan ekstraksi *wavelet* untuk membentuk seismogram sintetik. Pada penelitian ini digunakan ekstraksi *wavelet* statistik dengan fase-nol. Pertimbangan pemilihan ekstraksi *wavelet* statistik adalah karena metode ekstraksi ini dapat menyamakan spektrum amplitudonya dengan data seismik yang asli. Bentuk *wavelet* dan respon frekuensinya ditunjukkan pada Gambar 3.

Berikutnya adalah mencocokkan *event* dari seismogram sintetik dengan *event* yang dianggap terbaik dari data seismik asli dengan cara *time-shifting*. Kecocokan dari kedua *event* tersebut diukur dengan menggunakan koefisien korelasi. Semakin tinggi nilai koefisien korelasi menunjukkan tingkat kecocokan yang semakin tinggi antara data sintetik dan seismik asli. Langkah ini selesai apabila telah didapatkan nilai koefisien korelasi yang tinggi, dengan nilai *time-shifting* yang minimum. Hasil pengikatan data sumur-seismik ditunjukkan pada Gambar 3.4, dengan kurva biru merupakan seismogram sintetik, kurva merah adalah tras seismik komposit, dan kurva hitam adalah tras seismik asli. Hasil lengkap dari pengikatan data sumur-seismik dilampirkan pada Lampiran B.1 sampai B-12



Gambar 3.5 Contoh pengikatan data sumur-seismik



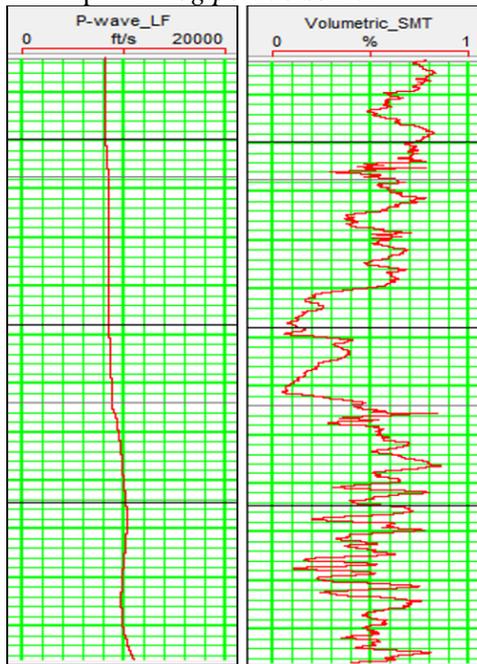
Gambar 3.6 Bentuk *wavelet* dan respon frekuensinya

3.4.5 Pembuatan *Pseudo Sonic*

Pembuatan *log* sintetik ini berdasarkan pada ide untuk menghasilkan *log sonic* yang lebih responsif terhadap perubahan litologi dibanding *log sonic* biasa. Untuk membuat *log* ini dibutuhkan *log sonic* yang mencakup frekuensi rendah dan *log* volume shale hasil

perhitungan petrofisika yang mencakup frekuensi tinggi, kemudian kedua log tersebut digabungkan secara matematis.

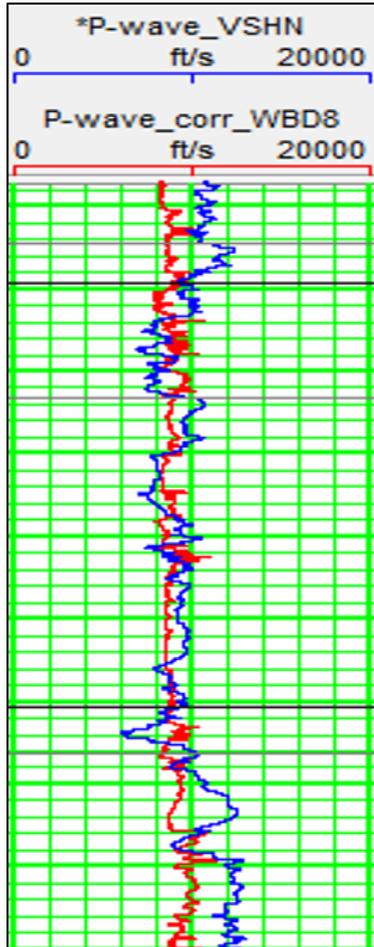
Langkah pertama adalah melakukan *filter* terhadap *log sonic* dengan *filter high cut* pada frekuensi 44 Hz, sehingga hanya frekuensi dari 0 hingga 44 Hz yang tersisa dalam *log* tersebut. Nilai 44 Hz dipilih karena angka tersebut merupakan frekuensi dominan seismik. Selanjutnya dilakukan proses *despiking* terhadap *log volume shale* untuk menghilangkan konten frekuensi yang sangat tinggi sehingga didapatkan bentuk *log* yang lebih halus. Langkah berikutnya adalah dengan mengalikan *log sonic* hasil *filter* dan *log volume shale* hasil *despiking* untuk didapatkan *log pseudo sonic*.



Gambar 3.7 Log sonic hasil filter *high cut* 44 Hz (kiri). Log volume shale hasil *despiking* (kanan).

Log pseudo sonic yang dihasilkan tidak bisa langsung digunakan karena masih memiliki selisih yang sangat besar antara nilai amplitudo terendah dan tertinggi. Hal ini disebabkan skala *log volume shale* merupakan skala probabilitas dari nilai 0 (tidak adanya batuan lempung) hingga nilai 1 (adanya batuan lempung). Untuk itu,

perlu dilakukan sebuah koreksi, yaitu normalisasi nilai *log* untuk memotong nilai yang terlampau tinggi dan rendah. Sebagai panduan, hasil normalisasi kurva *log pseudo sonic* diharapkan bisa semirip mungkin dengan kurva *log sonic* asli. Gambar 3.7 menunjukkan perbandingan *log sonic* asli (kurva merah) dengan *log pseudo sonic* setelah normalisasi (kurva biru).

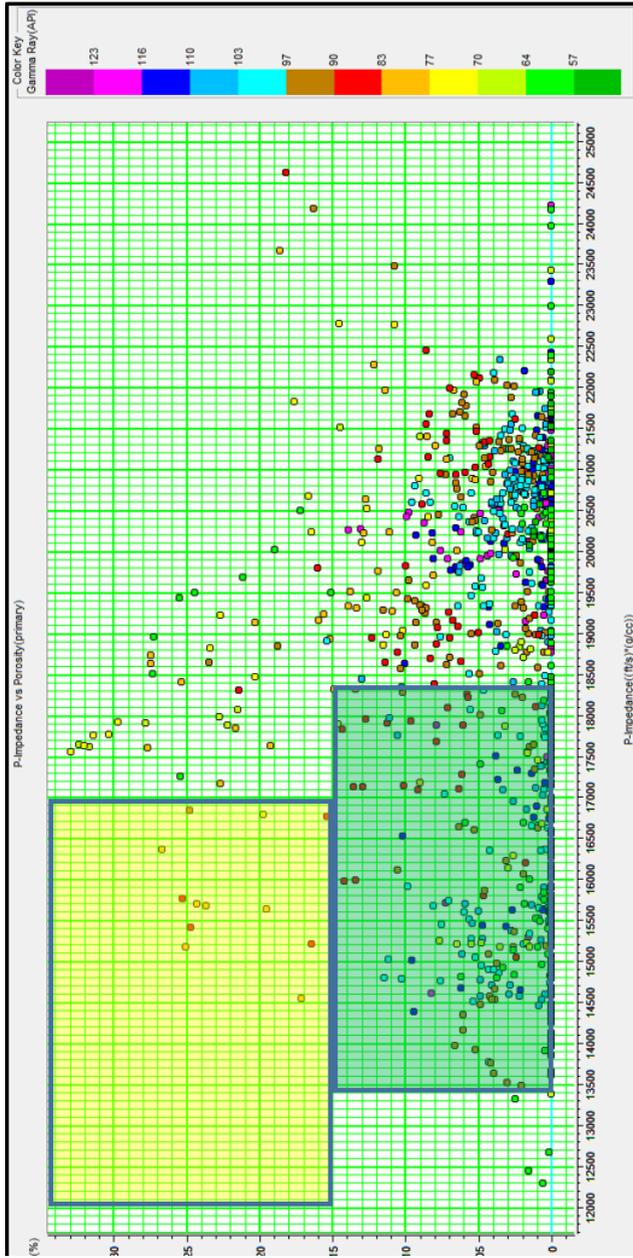


Gambar 3.8 Perbandingan nilai antara *log sonic* asli (merah) dengan *log pseudo sonic* setelah normalisasi (biru)

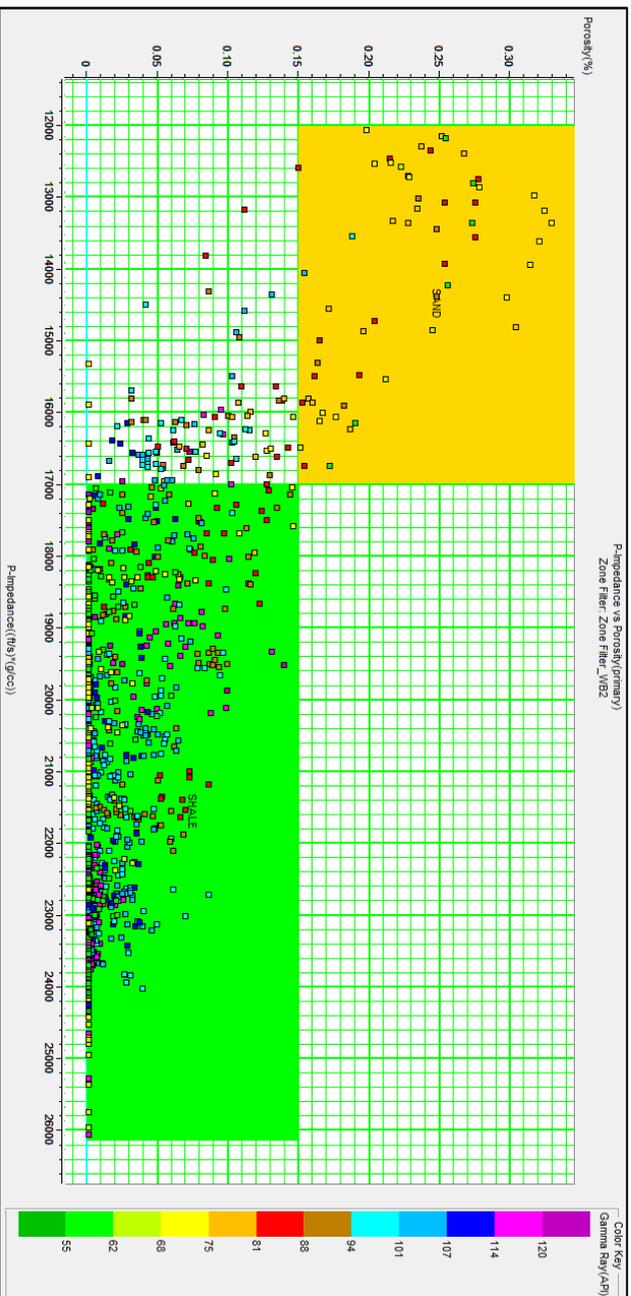
3.4.6 Analisis Sensitivitas

Untuk penelitian ini, tahapan analisis sensitivitas dilakukan dengan tujuan mengetahui zona reservoir dan non reservoir dengan cara menentukan batas nilai properti tertentu yang bersesuaian dengan sifat batuan reservoir maupun batuan non reservoir. Data *log* yang digunakan untuk analisis sensitivitas adalah *log* Impedansi Akustik yang di plot pada sumbu X dan *log* porositas yang di plot pada sumbu Y. Sebagai indeks warna digunakan *log Gamma Ray* untuk mengklasifikasikan batuan pasir dan batuan lempung dan Indeks warna resistivitas untuk memberi indikasi keberadaan hidrokarbon.

Gambar 3.9 menunjukkan analisis sensitivitas dengan menggunakan *log sonic* asli. Secara sekilas dapat dilihat zona reservoir dan non reservoir berada dalam rentang nilai Impedansi Akustik yang sama. Untuk meningkatkan sensitivitas pemisahan zona reservoir, maka dilakukan pembuatan *log pseudo sonic* (penjelasan pada sub-bab 3.4.6) dengan harapan zona reservoir dan non reservoir dapat terpisah lebih baik. Gambar 3.10 menunjukkan analisis sensitivitas pada sumur WA-2 setelah pembuatan *pseudo sonic* dengan skala warna *Gamma Ray*.



Gambar 3. 9 Analisis sensitivitas pada sumur WA-2 sebelum pembuatan *pseudo sonic*



Gambar 3.10 Analisis sensitivitas pada sumur WA-2 setelah pembuatan *pseudo sonic*

3.4.7 Inversi Seismik

Inversi seismik adalah tahapan untuk memudahkan interpretasi litologi batuan dan memfokuskan zona-zona di dalam formasi batuan yang kemungkinan terisi oleh hidrokarbon. Secara umum, proses seismik inversi diawali dengan ekstraksi *wavelet* yang sesuai dari data sumur. Selanjutnya dilakukan korelasi antara data sumur dengan data seismik. Berikutnya dibuat low frequency model sebagai model geologi bawah permukaan. Sebelum proses inversi, terlebih dahulu di analisis pre-inversi agar didapat parameter inversi yang tepat, sehingga didapatkan *log* impedansi akustik hasil inversi yang tidak jauh simpangan tren nilainya *log* impedansi akustik yang asli. Selanjutnya dilakukan inversi seismik dengan metode model-based sampai mendapatkan penampang hasil inversi.

Halaman ini sengaja dikosongkan