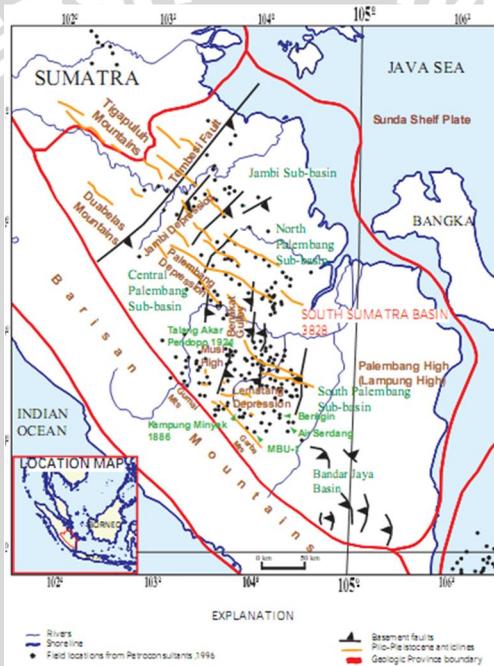


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai tanggal 26 Maret 2012 hingga 26 Juni 2012 bertempat di Gedung Menara Kuningan, Petrochina Indonesia, Jakarta Selatan. Sedangkan daerah penelitian terdapat pada Lapangan Azure, Cekungan Sumatera Selatan yang dapat dilihat pada Gambar 3.1.



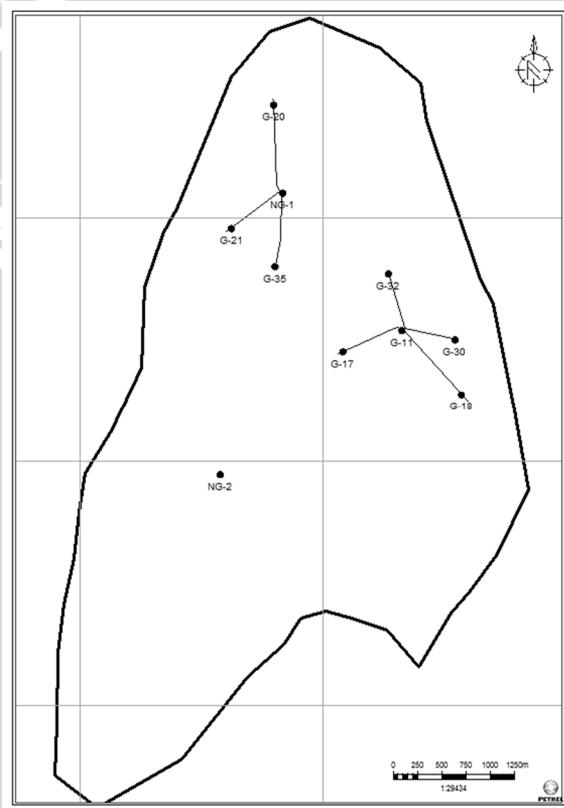
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian (Bishop, 2001)

3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan di dalam penelitian ini meliputi data seismik 3D dan data sumur. Selain itu juga digunakan data pendukung lainnya berupa informasi geologi dan stratigrafi untuk mendukung proses interpretasi.

3.2.1 Peta dasar (*base map*) daerah penelitian

Peta dasar memuat informasi mengenai daerah penelitian yang melingkupi luasan data seismik yang digunakan yang terdiri atas *inline* dan *crossline*, lokasi sumur yang terdapat di area penelitian dan untuk membatasi daerah yang akan dianalisa. Peta dasar penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.2.

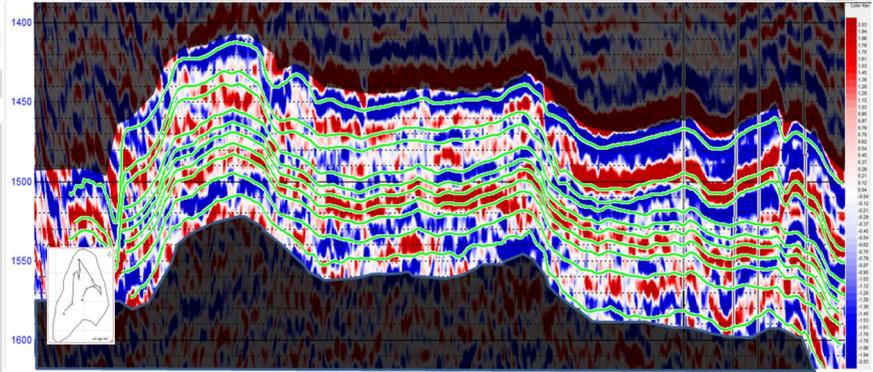


Gambar 3.2 Basemap penelitian

3.2.2 Data seismik

Data seismik daerah penelitian adalah data seismik PSTM 3D dengan polaritas SEG-normal dan fase 0° serta laju pencuplikan sebesar 4 ms. Data seismic tersebut melalui tahap *processing* berupa *filtering*, *resampling*, *trace killing*, *amplitude recovery*, *phase*

matching, deconvolution, refraction static, residual static, NMO correction, T-X mute, time invariant spectral whitening, spectral shaping high frequency boost, dan pre stack 3D Kirchoff migration. Daerah penelitian dibatasi hanya pada inline 1500-1900 dan crossline 5400-5800 dengan *bin size* sebesar 20 m x 20 m. Penampang seismik penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Penampang seismik penelitian

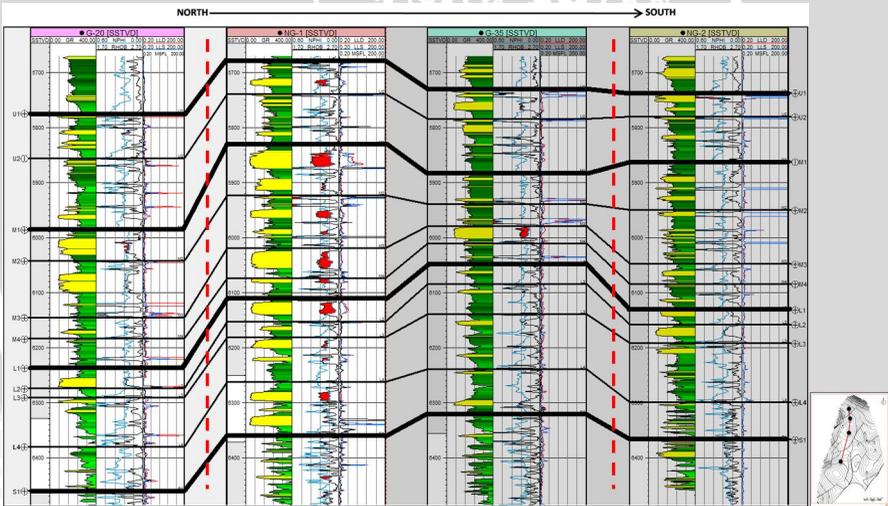
3.2.3 Data sumur

Sumur yang digunakan di dalam penelitian ini sejumlah 10 sumur, yaitu: G-N1, G-N2, G-11, G-17, G-18, G-20, G-21, G-30, G-32, G-35. Tiga sumur yang digunakan, yaitu G-N1, G-N2, G-11 merupakan sumur vertikal, sementara 7 sumur yang lain merupakan *directional well* atau sumur yang dibor secara miring.

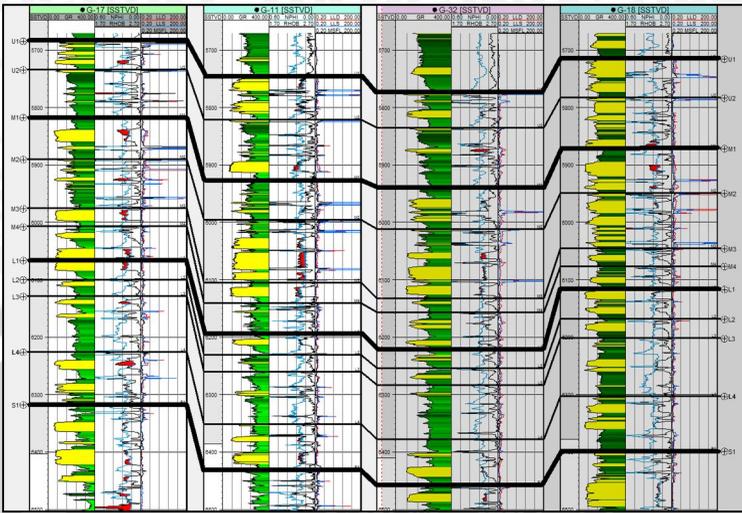
Data yang digunakan meliputi; log gamma ray, log densitas, log porositas efektif, log neutron porositas, log resistivitas, log *p-wave*, log *p-impedance*. Data log yang ada digunakan sebagai kontrol dalam interpretasi seperti di dalam proses *well-seismic tie* dan juga digunakan untuk melakukan uji sensitivitas batuan. Marker untuk tiap sumur dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan kelengkapan data log masing-masing sumur tertera pada Tabel 3.2.

Tabel 3.1 Daftar marker dan horizon

Sumur	U1	M1	M2	M3	M4	L1	L2	L3	L4	S1
G-N1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
G-11	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
G-17	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
G-18	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
G-20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
G-21	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
G-30	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
G-32	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
G-35	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
G-N2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓



(a)



(b)

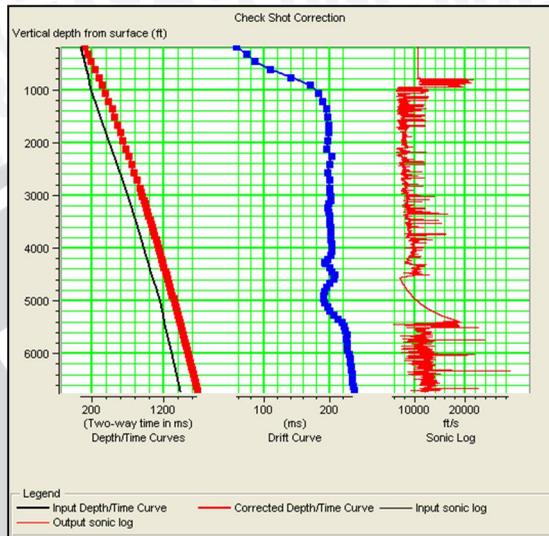
Gambar 3.4 (a) Cross-section sumur G-20, NG-1, G-35 dan NG-2,
 (b) Cross-section sumur G-17, G-11, G-32 dan G-18

3.2.4 Data checkshot

Data checkshot digunakan untuk melakukan koreksi terhadap data pada log sonic dan atau kurva waktu-kedalaman untuk mendapatkan kecocokan antara data sumur dan data seismik di dalam kedua kawasan tersebut pada proses *well to seismic tie*. Koreksi dilakukan dengan menggunakan selisih (kurva *drift*) waktu pada kurva kedalaman data sonic dan data checkshot yang bisa dilihat pada Gambar 3.5. Data checkshot dimiliki oleh setiap sumur dan apabila tidak ditemukan data checkshot untuk sumur tertentu maka digunakan data checkshot dari sumur terdekat dengan asumsi bahwa sumur tersebut memiliki distribusi kecepatan yang hampir sama.

Tabel 3.2 Daftar data log tiap sumur

Sumur	GR	Densitas	Neutron Porositas	LLD	LLS	MSFL	Sw	Porositas Efektif	P-Wave	Check Shot
G-N1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
G-11	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
G-17	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
G-18	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
G-20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
G-21	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
G-30	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
G-32	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
G-35	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
G-N2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓



Gambar 3.5 Koreksi checkshot

3.2.5 Data geologi

Data geologi meliputi data geologi regional, sejarah tektonik cekungan, stratigrafi formasi dan *petroleum system*. Sejarah tektonik memberikan gambaran mengenai gaya-gaya yang bekerja pada cekungan pada masa lampau dan implikasinya berupa terbentuknya patahan, antiklin, subduksi, daerah tinggian, *basin* dan proses sedimentasi. Sedangkan informasi stratigrafi memberikan uraian mengenai perlapisan formasi yang di dalamnya terdapat informasi mengenai umur pengendapan, jenis batuan pada formasi, proses pengendapan, dsb.

3.3 Perangkat Penelitian

Perangkat lunak yang digunakan di dalam penelitian ini yaitu:

1. Humpson Russell versi CE8/R2 dengan modul yang dipakai yaitu:
 - a. GEOVIEW, merupakan modul yang berfungsi sebagai database pada HRS dan juga sebagai interface menuju modul-modul lain yang tersedia di dalam perangkat lunak HRS.

- b. eLog, merupakan modul yang digunakan untuk mengolah dan menganalisa dan memanipulasi data log serta melakukan proses *well seismic tie*
 - c. STRATA, merupakan modul yang digunakan untuk melakukan pembuatan model awal dan melakukan proses inversi
 - d. EMERGE, merupakan modul yang digunakan untuk melakukan proses seismik multiatribut yang menghasilkan volume porositas, densitas, densitas²/gamma-ray serta memprediksi log dari log lainnya
 - e. ISMAP, merupakan modul yang digunakan untuk melakukan analisa dan membuat peta secara geostatistik
2. Petrel 2008.1.1 digunakan untuk menampilkan peta sebaran reservoir pasir hasil proses inversi dan multiatribut lengkap dengan struktur regional daerah penelitian

3.4 Pengolahan Data

Langkah awal sebelum melakukan pengolahan data lebih lanjut adalah menentukan zona target penelitian. Zona target diperoleh dari korelasi antar data log yang menunjukkan potensi kandungan hidrokarbon.

3.4.1 Pengolahan data sumur

3.4.1.1 Editing dan prediksi log

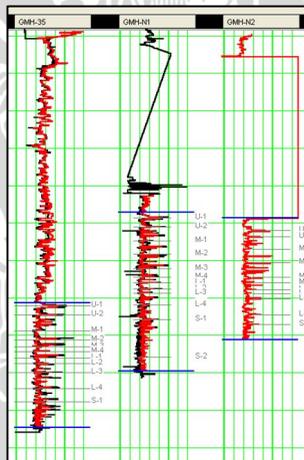
Pada sumur G-21 dan G-30, nilai log P-wave memiliki nilai yang jauh berbeda jika dibandingkan dengan log dari sumur lainnya. Hal ini akan menyebabkan jatuhnya kualitas model yang dibangun pada proses inversi, lebih lanjut lagi factor ini juga akan mempengaruhi hasil inversi. Oleh karena itu dilakukan proses *editing* data log P-wave untuk kedua sumur dengan melakukan penurunan amplitud P-wave dan prediksi log dengan menggunakan multiatribut pada modul EMERGE untuk memperoleh data log yang optimal. Hasil terbaik diberikan oleh log hasil prediksi EMERGE dengan nilai korelasi sebesar 0.710 dan error 9.86 untuk kedua sumur.

Pada sumur vertikal G-N2 tidak ditemukan log P-wave yang menyebabkan proses *well seismic tie*, *model building*, dan inversi tidak dapat dilakukan dengan melibatkan sumur tersebut. Usaha untuk menghasilkan log P-wave bagi sumur ini dilakukan dengan

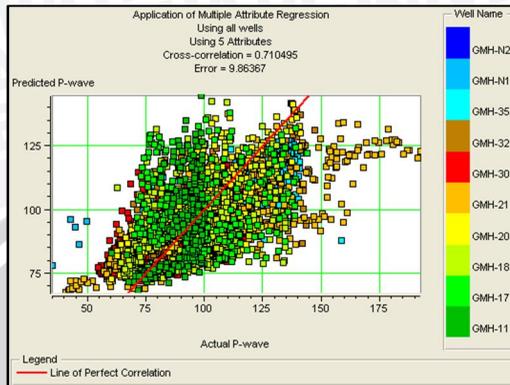
dua metode, yaitu dengan melakukan transformasi Gardner dan memprediksi log P-wave dengan menggunakan modul EMERGE. Hasil terbaik ditunjukkan oleh log P-wave hasil prediksi modul EMERGE dengan nilai korelasi sebesar 0.710 dan error 9.86 (Gambar 3.6), sementara hasil dari transformasi balik Gardner menghasilkan kurva log yang kurang baik.

3.4.1.2 Koreksi *checkshot*

Koreksi *checkshot* dilakukan untuk menyesuaikan nilai kecepatan gelombang seismik pada data sumur dan data seismik. Data kecepatan pada sumur bersifat lokal sedangkan data kecepatan pada data seismik lebih bersifat regional yang keduanya berhubungan dengan resolusi gelombang yang dapat terdeteksi oleh kedua data tersebut.



(a)



(b)

Gambar 3.6 a. Kurva log hasil prediksi EMERGE, b. Nilai korelasi silang kurva log

3.4.1.3 Uji sensitivitas fisis batuan

Uji sensitivitas adalah suatu proses untuk mengetahui trend umum litologi batuan. Selain itu proses ini juga digunakan untuk menentukan batas-batas nilai (*cut-off value*) batuan yang akan digunakan di dalam interpretasi data seismik melalui nilai-nilai yang diperoleh. Salah satu metode uji sensitivitas batuan adalah *cross-plot* yang dilakukan antar data log dalam satu sumur pada zona target. Crossplot yang dilakukan adalah:

1. *Cross-plot* antara *gamma ray* dan densitas
2. *Cross-plot* antara *gamma ray* dan p-impedance
3. *Cross-plot* antara *gamma ray* dan porositas
4. *Cross-plot* antara *gamma ray* dan densitas/*gamma-ray* atau densitas²/*gamma-ray*
5. *Cross-plot* antara porositas dan p-impedance

3.4.1.4 Pengklusteran kelas litologi

Pengklusteran kelas litologi dilakukan dengan menggunakan nilai *cut-off* yang diperoleh dari analisa sensitivitas batuan. Hal ini dilakukan untuk mempermudah membedakan jenis litologi berdasarkan kelasnya. Selain itu, proses ini juga merupakan *preconditioning* sebelum log-log yang ada digunakan di dalam analisa geostatistik (seismik multiatribut) untuk mendapatkan sebaran nilai log yang sudah berupa kelas-kelas tertentu. Proses ini

dilakukan dengan menggunakan fungsi $math \rightarrow \log math$ dengan menggunakan logika sederhana sbb:

*IF parameter => cut-off value1 AND parameter <= cut-off value2
THEN amplitude = single value1 OR
IF parameter > cut-off value3 AND parameter <= cut-off value4
THEN amplitude = single value2 OR
IF parameter > cut-off5 value THEN amplitude = single value3*

Klasifikasi ini dilakukan untuk log gamma-ray, porositas, densitas, densitas/gamma-ray dan densitas²/gamma-ray. Hasil pengklusteran dapat dilihat pada Gambar 3.7.

3.4.2 Pengolahan data seismik

3.4.2.1 Well seismic tie

Well seismic tie merupakan suatu proses untuk mendapatkan korelasi terbaik antara data sumur yang berada pada domain kedalaman dengan data seismik yang berada pada domain waktu. Proses ini melibatkan korelasi antara tras seismik sintetik, yang diperoleh dari konvolusi antara wavelet hasil ekstraksi dengan koefisien refleksi (KR) dari data sumur, dengan data tras seismik komposit dari data seismik asli.

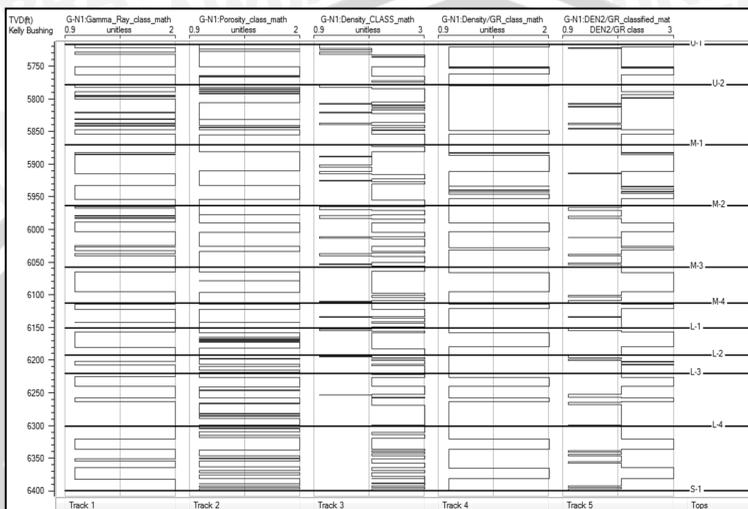
Salah satu proses yang paling esensial dari *well seismic tie* ini adalah penentuan karakter wavelet yang paling sesuai. Wavelet yang baik akan dapat memberikan kontribusi yang sangat besar di dalam usaha untuk memperoleh gambaran yang tepat dari bawah permukaan karena di dalam wavelet terdapat informasi frekuensi, fase, amplitude dan informasi-informasi esensial lain. Wavelet yang diperoleh akan digunakan tidak hanya pada proses *well seismic tie* ini, akan tetapi juga akan digunakan pada proses-proses selanjutnya seperti pembuatan model penampang, inversi seismik, dsb.

Proses ekstraksi yang dilakukan melibatkan tiga metode, yaitu:

1. Ekstraksi wavelet secara statistik

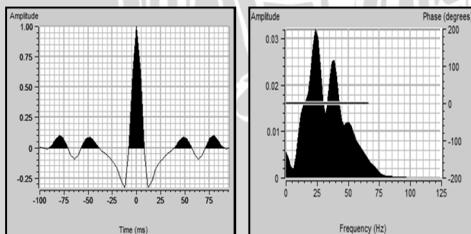
Pada metode ini wavelet diekstraksi secara murni dari data seismik tanpa melibatkan data sumur. Prosedur ekstraksi menggunakan autokorelasi. Nilai spectrum fase tidak dihitung pada metode ini sehingga harus dimasukkan secara manual sebagai parameter masukan. Dalam kasus ini parameter yang

digunakan adalah *operator length* sebesar 200 ms, *taper length* sebesar 20 ms, dan *constant phase* dengan nilai 0.



Gambar 3.7 Hasil pengklusteran litologi

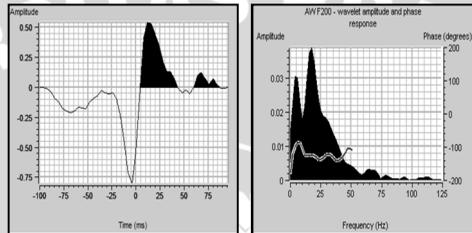
Well seismic tie dengan menggunakan wavelet statistik (Gambar 3.8) ini dilakukan untuk mendapatkan korelasi yang baik antara data sumur dan seismik. Setelah itu dengan korelasi yang baik antara kedua data tersebut dilakukan ekstraksi wavelet dengan melibatkan data sumur. Hal ini dilakukan karena apabila ekstraksi wavelet sumur dilakukan sebelum didapatkan korelasi yang baik, maka wavelet yang dihasilkan akan memiliki komponen fase yang kurang sesuai.



Gambar 3.8 Wavelet statistic

2. Ekstraksi *multi-well wavelet*

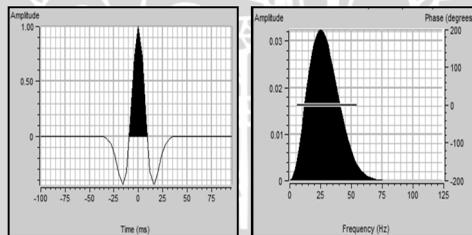
Proses ekstraksi wavelet dari seluruh sumur dilakukan setelah semua sumur memiliki korelasi yang baik dengan data seismic (Gambar 3.9). Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan parameter full wavelet, *wavelet length* sebesar 200 ms dan *taper length* 20 ms. Nilai fase akan secara otomatis terekstrak dari data sumur yang menunjukkan fase rata-rata semua sumur.



Gambar 3.9 Wavelet hasil ekstraksi semua sumur

3. Pembuatan wavelet dengan wavelet Ricker

Wavelet Ricker dibuat dengan parameter sebagai berikut: *wavelet length* sebesar 200 ms, *sample rate* 4 ms, *dominant frequency* 25 Hz, *linear phase phase rotation* 0° ditunjukkan oleh Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Wavelet Ricker

Semua wavelet diatas dibuat dengan polaritas SEG-normal. Setelah wavelet terbaik diperoleh, maka proses well seismic tie dilakukan dengan melakukan *bulk-shifting* maupun *stretch and squeeze* data sumur untuk memperoleh korelasi maksimum.

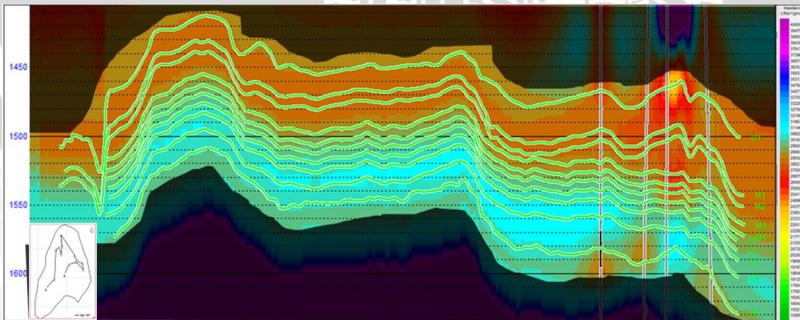
3.4.2.3 Pembuatan model awal (*initial model*)

Model awal merupakan salah satu metode untuk mengurangi sifat *non-unique* dari proses inversi dengan memberikan *constraint* terhadap hasil akhir inversi yang dihasilkan. Model awal dibuat dari interpolasi data sumur yang memberikan kontrol secara vertikal dan interpolasi antar horizon sebagai kontrol secara lateral. Oleh karena itu proses *well seismic tie* dan *horizon picking* akan menentukan kualitas dari model awal yang dibuat.

Model awal dibuat dengan menggunakan 10 sumur kontrol dengan mengambil trend frekuensi rendah dari masing-masing sumur yang menggunakan parameter *high cut frequency* sebesar 10/15 Hz yang ditampilkan oleh Gambar 3.11.

3.4.2.4 Proses inversi *model based*

Inversi model based digunakan karena memberikan hasil terbaik. Inversi ini mencari solusi reflektivitas secara iteratif dengan meminimalisasi perbedaan antara tras seismic dan model awal serta memodifikasi model sebagai kompensasi. Terdapat dua modus di dalam algoritma inversi *model based* ini, yaitu *soft constrain* dan *hard constrain*. Algoritma yang digunakan untuk menghasilkan volume impedansi akustik adalah dengan menggunakan modus hard constrain dengan parameter *upper constrain*: 25%, *lower constrain*: 25%, *average block size*: 4ms yang menyesuaikan dengan sampling rate data seismic yang dimiliki, *prewhitening*: 1%, *number of iteration*: 150, *scaler parameter 1*: 0.318974198, dan *scaler parameter 2*: 31.082971621.



Gambar 3.11 *Initial model*

3.4.2.5 Multiatribut seismik

Salah satu cara untuk mendapatkan sifat fisis bumi selain dengan melakukan proses inversi adalah dengan melakukan analisa multiatribut yang merupakan metode geostatistika. Secara umum metode ini melakukan prediksi dengan menggunakan 2 cara, yaitu multilinear regression dan neural network dengan varian-variananya berupa *probabilistic neural network*, *radial basis function*, *multi layer feed forward*, dan *discriminant analysis*.

Log target yang digunakan adalah gamma-ray, porositas, densitas, densitas/gamma-ray dan densitas²/gamma-ray yang telah mengalami pengklusteran untuk ‘mempermudah’ kerja yang dilakukan oleh algoritma *classifier neural network*. Atribut eksternal dilibatkan di dalam proses analisa multiatribut dengan harapan untuk menambah trend yang memungkinkan untuk meningkatnya hasil prediksi.

Proses klasifikasi dilakukan dengan menggunakan PNN modus *classification* yang menghasilkan volume pseudoclasslog, yaitu:

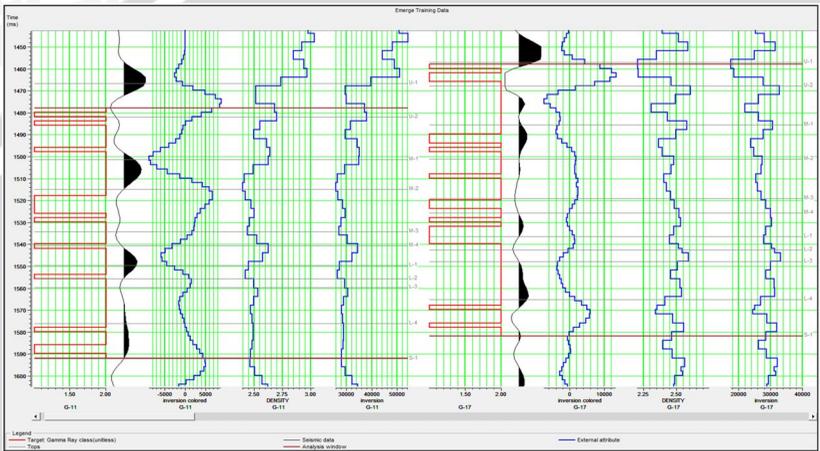
- a. Volume Pseudolog Gamma-Ray
- b. Volume Pseudolog Porositas
- c. Volume Pseudolog Densitas
- d. Volume Pseudolog Densitas/Gamma-Ray
- e. Volume Pseudolog Densitas²/Gamma-Ray

Untuk beberapa volume pseudolog yang dihasilkan seperti gamma-ray dan densitas²/gamma-ray dilakukan proses multilinear regression terlebih dahulu untuk mendapatkan atribut eksternal yang digunakan yang mengalami transformasi non-linear dan panjang operator optimal yang digunakan.

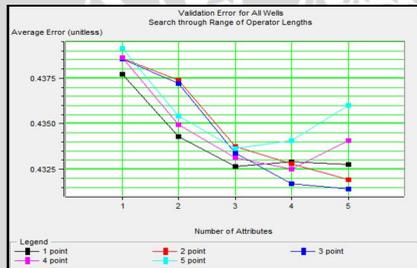
3.4.2.5.1 Volume pseudoclass-gamma-ray

Log target training neural network ini adalah log kelas gamma-ray yang terdiri atas dua kelas, yaitu kelas 1 untuk litologi reservoir dan kelas 2 untuk non-reservoir. Atribut eksternal yang digunakan adalah hasil volume impedansi hasil inversi model based, volume impedansi hasil colored inversion dan volume densitas yang diperoleh dari pembagian volume impedansi dengan nilai kecepatan yang diperoleh saat proses inversi yang dapat dilihat pada Gambar 3.11 a.

Panjang operator optimal diperoleh dari proses training multi-atribut dan diperoleh 3 operator yang digunakan untuk dalam melakukan klasifikasi dengan menggunakan PNN pada tahap selanjutnya (Gambar 3.12 b). Atribut yang digunakan sebanyak 30 atribut dengan tidak ada atribut yang mengalami transformasi non-linear.



(a)



(b)

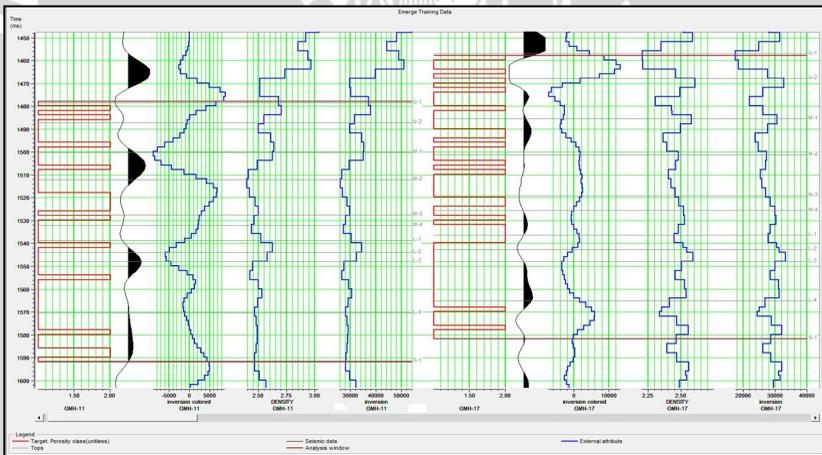
Gambar 3.12 (a) Log target kelas gamma-ray (merah), *raw seismic* (hitam) dan atribut eksternal (biru), (b) Pemilihan panjang operator optimal

Parameter yang digunakan di dalam klasifikasi volume pseudoclass-gamma-ray ini adalah *pre-whitening* 0.1%, *not cascaded*, *number of sigma*: 25 dengan rentang 0.1 – 3 dan *conjugate-gradient iteration* sebanyak 20.

3.4.2.5.2 Volume pseudoclass-porositas

Training klasifikasi neural network dilakukan terhadap log kelas porositas dengan kelas 1 untuk litologi non-reservoir dan kelas 2 untuk litologi reservoir. Atribut eksternal yang digunakan antara lain: volume impedansi hasil inversi model based, volume impedansi hasil colored inversion, volume densitas yang diperoleh dari pembagian volume impedansi dengan nilai kecepatan yang diperoleh saat proses inversi (Gambar 3.13).

Panjang operator optimum yang digunakan adalah 15 titik data yang diperoleh dari proses trial and error. Sementara parameter yang digunakan di dalam klasifikasi volume pseudoclass-porositas ini adalah *pre-whitening* 0.1%, *not cascaded*, *number of sigma*: 30 dengan rentang 0.1 – 3 dan *conjugate-gradient iteration* sebanyak 30.



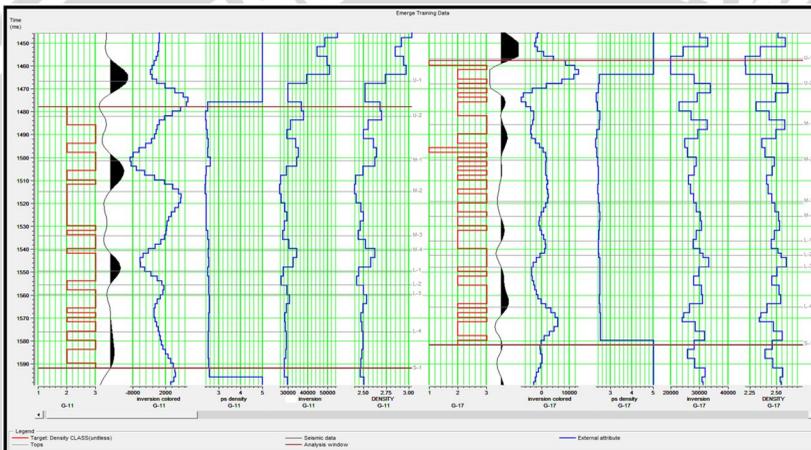
Gambar 3.13 Log target kelas porositas (merah), raw seismic (hitam) dan atribut eksternal (biru)

3.4.2.5.3 Volume pseudoclass-densitas

Pada training klasifikasi terhadap log target densitas ini, terdapat tiga kelas yang akan diklasifikasi, yaitu kelas 1 untuk litologi batu bara, kelas 2 untuk litologi batu pasir dan kelas 3 untuk litologi batu lempung. Atribut eksternal yang digunakan antara lain: volume impedansi hasil inversi model based, volume impedansi hasil

colored inversion, volume densitas yang diperoleh dari pembagian volume impedansi dengan nilai kecepatan yang diperoleh saat proses inversi dan volume pseudo-densitas yang diperoleh dari proses multiatribut (Gambar 3.14)

Pada training klasifikasi ini panjang operator terbaik dicari dengan proses *trial and error* setelah sebelumnya dilakukan training multivariate linear regression yang tidak dapat menentukan panjang operator optimal. Panjang operator optimal yang digunakan adalah 5 titik operator.



Gambar 3.14 Log target kelas densitas (merah), *raw seismic* (hitam) dan atribut eksternal (biru)

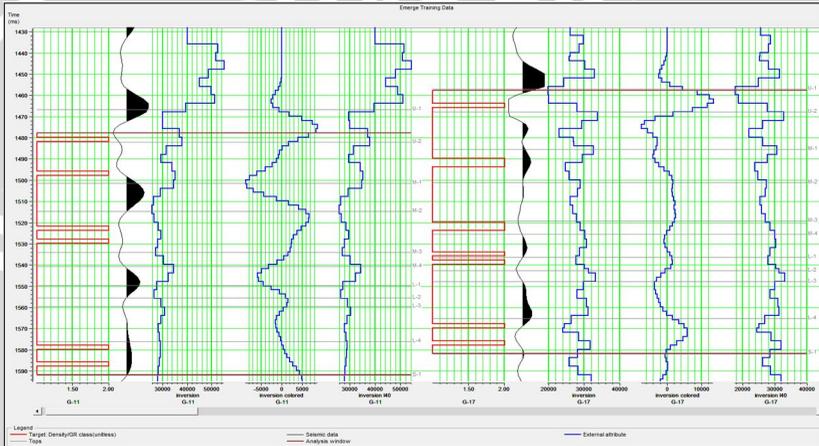
Parameter yang digunakan di dalam klasifikasi volume pseudoclass-densitas ini adalah *pre-whitening* 0.1%, *not cascaded*, *number of sigma*: 25 dengan rentang 0.1 – 3 dan *conjugate-gradient iteration* sebanyak 20.

3.4.2.5.4 Volume pseudoclass-densitas/gr

Volume pseudoclass-densitas/gr dihasilkan dari training neural network dengan data set training log densitas/gr yang terdiri dari 2 kelas, yaitu kelas 1 untuk litologi non-reservoir dan kelas 2 untuk litologi reservoir atau batu pasir. Atribut eksternal yang digunakan antara lain: volume impedansi hasil inversi model based

terbaik, volume impedansi hasil inversi model based hard constrain dengan parameter *upper* dan *lower* constrain sebesar 40% dan volume impedansi hasil colored inversion.

Panjang operator optimal yang digunakan adalah 2 titik operator yang diperoleh dari proses *trial and error*. Atribut yang digunakan berjumlah 30 atribut dengan atribut eksternal colored inversion mengalami transformasi berupa pengkuadratan.



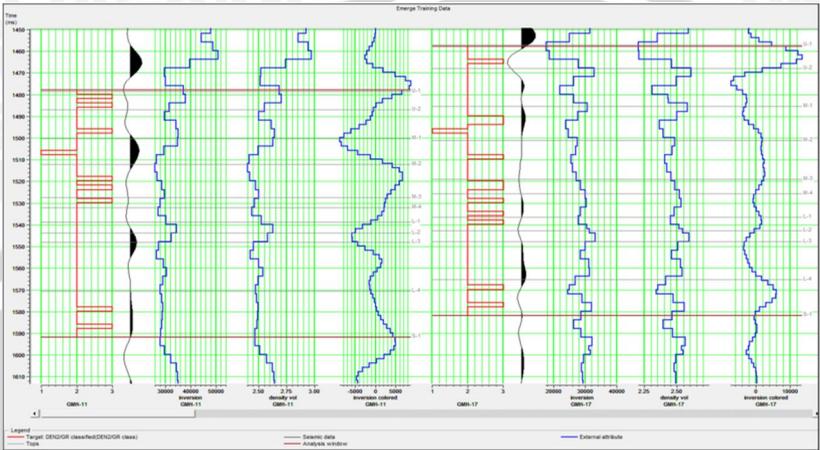
Gambar 3.15 Log target kelas densitas/gr (merah), raw seismic (hitam) dan atribut eksternal (biru)

Parameter yang digunakan di dalam klasifikasi volume pseudoclass-densitas/gr ini adalah *pre-whitening* 0.1%, *not cascaded*, *number of sigma*: 25 dengan rentang 0.1 – 3 dan *conjugate-gradient iteration* sebanyak 20.

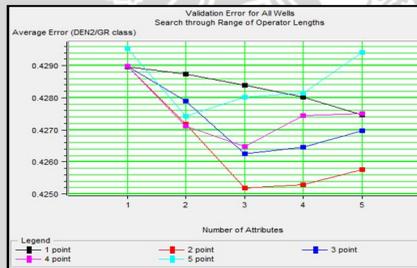
3.4.2.5.5 Volume pseudoclass-densitas²/gr

Training klasifikasi neural network ini dilakukan terhadap log target yang terdiri atas 3 kelas, yaitu kelas 1 untuk litologi batu bara, kelas 2 untuk litologi batu lempung dan kelas 3 untuk litologi batu pasir. Atribut eksternal yang digunakan antara lain: volume impedansi hasil inversi model based, volume impedansi hasil colored inversion, volume densitas yang diperoleh dari pembagian volume impedansi dengan nilai kecepatan yang diperoleh saat proses inversi

dan volume pseudo-densitas yang diperoleh dari proses multiatribut (Gambar 3.16).



(a)



(b)

Gambar 3.16 (a) Log target kelas densitas²/gr (merah), *raw seismic* (hitam) dan atribut eksternal (biru), (b) Pemilihan panjang operator optimal

Panjang operator optimal diperoleh dari training multivariate linear regression dengan memperoleh nilai 2 titik operator. Atribut yang digunakan sebanyak 30. Parameter yang digunakan di dalam klasifikasi volume pseudoclass-densitas/gr ini adalah *pre-whitening* 0.1%, *not cascaded*, *number of sigma*: 25 dengan rentang 0.1 – 3 dan *conjugate-gradient iteration* sebanyak 20.

3.4.2.6 Volume cross-plot

Setelah volume inversi dan pseudolog dihasilkan, maka untuk mendapatkan sebaran reservoir dari kedua volume tersebut dilakukan proses pengambilan irisan daerah yang teridentifikasi sebagai reservoir. Proses tersebut dilakukan dengan menggunakan tool *trace math*. Proses ini mirip dengan melakukan crossplot dan *zoning* antara kedua volume tersebut untuk mendapatkan zona pasir. Penggunaan *script* pada *trace math* dipilih daripada menggunakan hasil crossplot karena kita dapat mengatur nilai *cut-off* parameter yang akan dicari irisannya secara lebih tepat dengan ekspresi sbb:

```
volumeA = volume parameter A;  
volumeB = volume parameter B;  
trace = volumeA * 0.0;  
i = 0;  
while ( i < numsamples(volumeA) )  
{  
  trace[i]=2;  
  if(volumeA[i]>low cut-off value volume A && volumeA[i]<high cut-  
  off value volume A && volumeB[i]> cut-off value volume B)  
  trace[i]=1;  
  i = i + 1;  
}  
trace;
```

Volume cross-plot yang dibuat adalah:

- Inversi vs gamma-ray
- Inversi vs porositas
- Inversi vs densitas
- Inversi vs densitas/gamma-ray
- Inversi vs densitas²/gamma-ray

3.4.2.7 Pembuatan peta antar horizon

Peta antar horizon dibuat dengan merata-rata nilai fisis pada masing-masing volume cross-plot yang dihasilkan pada proses sebelumnya. Proses ini dilakukan pada software Petrel dengan menggunakan tool *geophysics*→*surface attribute*→*average positive*

amplitude dengan jendela +3 ms dan -3ms. Peta dibuat untuk masing-masing volume dengan batas-batas horizon sbb:

- a. U1-M1 (± 3 ms)
- b. M1-M2 (± 3 ms)
- c. M2-M3 (± 3 ms)
- d. M3-M4 (± 3 ms)
- e. M4-L1 (± 3 ms)
- f. L1-L2 (± 3 ms)
- g. L2-L3 (± 3 ms)
- h. L3-L4 (± 3 ms)
- i. L4-S1 (± 3 ms)

3.4.2.8 Validasi *well to reservoir map*

Validasi dilakukan untuk mendapatkan hubungan peta reservoir dengan data sumur. Proses ini dilakukan untuk masing-masing peta volume cross-plot dan peta volume impedansi serta masing-masing horizon dengan jumlah peta sebanyak 54 buah. Validasi dilakukan dengan melakukan cross-plot nilai parameter volume cross-plot pada sumur antar horizon tertentu dengan ketebalan pasir total pada batas antar kedua horizon tersebut. Validasi terbaik didapatkan untuk nilai korelasi tertinggi.

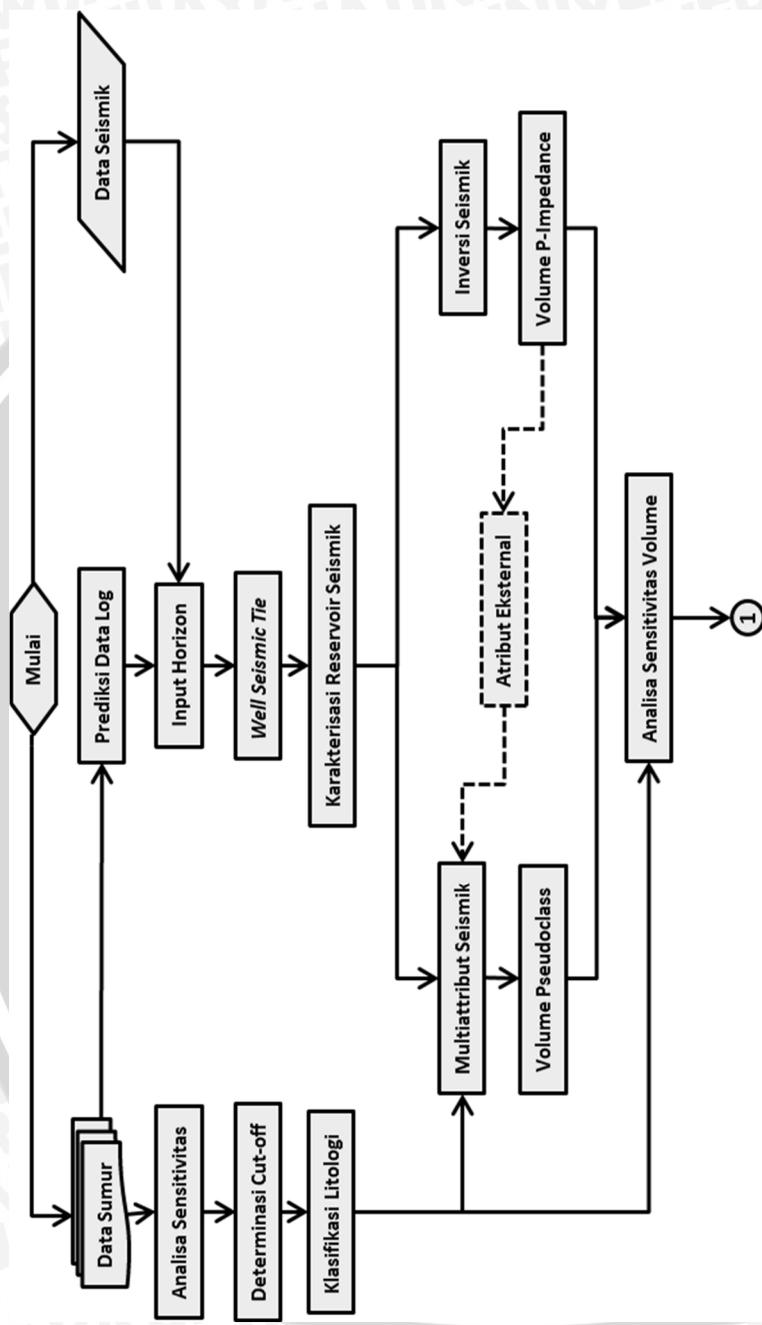
3.4.2.9 Konversi peta ketebalan reservoir pasir

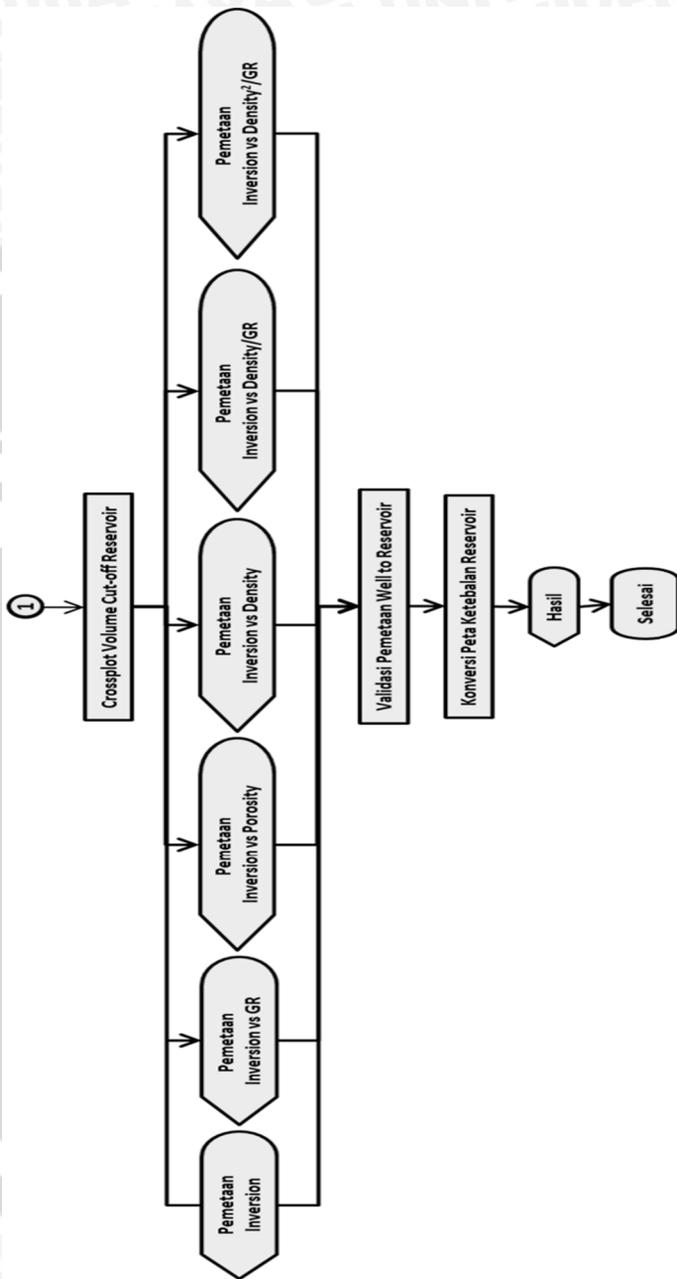
Konversi peta dilakukan terhadap peta *well to reservoir* dengan nilai korelasi tertinggi. Pembuatan peta ini dilakukan secara geostatistika dengan menggunakan kontrol ketebalan pasir dari sumur dan sebaran atribut dari peta dengan korelasi terbaik pada modul ISMAP. Langkah pertama adalah melakukan analisa data dengan menggunakan variogram untuk mengetahui variasi geografis, yaitu berupa kontinuitas spasial atau perubahan dalam fungsi ruang. Kemudian dilakukan penghilangan trend untuk mendapatkan nilai *range* yang lebih rendah atau dengan kata lain meminimalisasi variasi spasial yang ada. Setelah itu dilakukan kriging dengan menggunakan variogram yang diperoleh, dalam penelitian ini digunakan *collocated kriging* dengan variogram *seismic to seismic* (Gambar 3.16) untuk mendapatkan peta cokriging. Peta akhir dibuat dengan menggunakan rata-rata dari simulasi peta yang dihasilkan dan memiliki kemiripan yang cukup tinggi dengan peta cokriging.

Dari simulasi ini juga diperoleh peta probabilitas dengan ketebalan tertentu serta peta indikasi yang menunjukkan peta sebaran ketebalan dengan tingkat kepercayaan tertentu. Diagram alir penelitian dapat ditunjukkan oleh Gambar 3.17.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA







Gambar 3.17 Bagan alir penelitian