

**IDENTIFIKASI DISTRIBUSI PROPERTI RESERVOAR N-40
DI LAPANGAN “Ari” MENGGUNAKAN ANALISIS SEISMIK
MULTIATRIBUT**

(Skripsi)

Oleh

NUR SYA'BANA SANTOSO



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2018**

IDENTIFIKASI DISTRIBUSI PROPERTI RESERVOAR N-40 DI LAPANGAN “Ari” MENGGUNAKAN ANALISIS SEISMIK MULTIATRIBUT

Oleh

Nur Sya'bana Santoso

ABSTRAK

Dalam proses pengembangan lapangan hidrokarbon perlu diketahui persebaran properti reservoir hidrokarbon. Hal ini agar diketahui distribusi serta sifat dari reservoir target. Data log dapat memperlihatkan properti reservoir secara umum, seperti nilai log *gamma ray* yang menggambarkan sifat permeabilitas, nilai log resistivitas yang menggambarkan kandungan fluida, dan separasi antara log NPHI dan log RHOB yang menggambarkan keberadaan hidrokarbon, dan juga dapat didukung dengan kenampakan anomali amplitudo seismik. Sebagai mana kita ketahui bahwa data log hanya mengukur pada lokasi-lokasi tertentu, sehingga properti reservoir tidak dapat diketahui kemenerusannya secara lateral. Untuk mendapatkan kemenerusan properti reservoir secara lateral perlu dilakukan beberapa proses khusus. Pada penelitian ini telah dilakukan analisis seismik multiatribut untuk mendapatkan sebaran atribut seismik pada data *post-stack*, di reservoir N-40, formasi *main-massive*, area kerja PHE ONWJ. Atribut seismik yang digunakan berupa atribut λ (*lambda-rho*) yang berasosiasi terhadap nilai log resistivitas dan atribut μ (*mu-rho*) yang berasosiasi terhadap nilai log *gamma ray*. Dari hasil penyebaran properti, diketahui bahwa atribut memberikan kenampakan anomali yang sama pada lokasi anomali amplitudo seismik. Anomali λ memberikan nilai $15,6 \text{ G} \cdot \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ sampai $17,8 \text{ G} \cdot \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ diindikasikan sebagai efek dari hidrokarbon, sedangkan μ memberikan nilai diatas $7,8 \text{ GP} \cdot \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ diindikasikan sebagai litologi batu pasir yang baik.

Kata kunci: Multiatribut Seismik, Inversi Seismik, *lambda-mu-rho*.

IDENTIFICATION DISTRIBUTION PROPERTIES OF RESERVOIR N-40 AT “Ari” FIELD WITH SEISMIC MULTIATTRIBUTES ANALYSIS

By

Nur Sya'bana Santoso

ABSTRACT

In hydrocarbon field development, it is necessary to know the dispersion of the hydrocarbon reservoir property. This is to know the distribution and character of the target reservoir. Log data can show general reservoir properties, such as log gamma ray can describe permeability properties, log resistivity can describing fluid content, and separations between log NPHI and log RHOB representing the presence of hydrocarbons, and can be supported with seismic amplitude anomaly appearance. As we know that log data only measures at certain locations, so the reservoir, property cannot be known laterally. To get the lateral property of the reservoir laterally needs to do some special process with seismic data. Multi-attribute seismic analysis was used to obtain seismic attribute distribution in post-stack data, in N-40 reservoir, massive formation, PHE ONWJ work area. The seismic attribute used is the attribute (lambda-rho) associated with the resistivity log value and the attribute μ (mu-rho) associated with the gamma ray log value. From the results of the distribution of properties, it is known that the attributes give the same anomalous appearance at the anomalous location of the seismic amplitude. The anomaly gives a value of $15.6 \text{ G } \cdot \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ to $17.8 \text{ G } \cdot \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ indicated as the effect of hydrocarbons, while μ gives values above $7.8 \text{ G } \cdot \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ indicated as a good sandstone lithology.

Keywords: Seismic Multiattributes, Seismic Inversion, lambda-mu-rho

**IDENTIFIKASI DISTRIBUSI PROPERTI RESERVOAR N-40
DI LAPANGAN “Ari” MENGGUNAKAN ANALISIS SEISMIK
MULTIATRIBUT**

Oleh

NUR SYA'BANA SANTOSO

Skripsi

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA TEKNIK**

pada

**Jurusan Teknik Geofisika
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**KEMENTRIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2018**

Judul Skripsi : **IDENTIFIKASI DISTRIBUSI PROPERTI
RESERVOAR N-40 DI LAPANGAN "Arl"
MENGUNAKAN ANALISIS SEISMIK
MULTIATRIBUT**

Nama Mahasiswa : **Nur Sya'ana Santoso**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1315051040

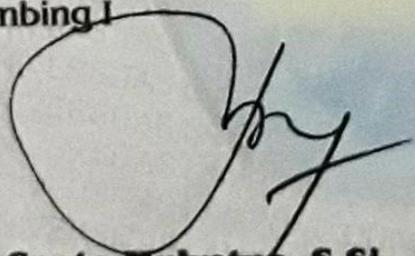
Jurusan : Teknik Geofisika

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

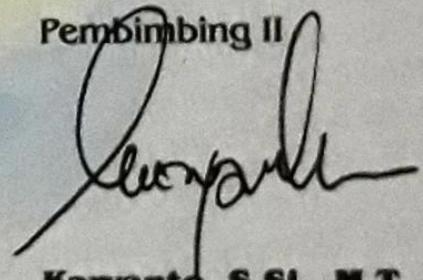
1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I



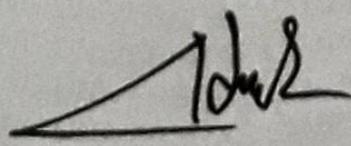
Bagus Sapto Mulyatno, S.Si., M.T.
NIP 19700120 200003 1 001

Pembimbing II



Karyanto, S.Si., M.T.
NIP 19691230 199802 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Geofisika



Dr. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si.
NIP 19750911 200012 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Bagus Sapto Mulyatno, S.Si., M.T.**

Sekretaris : **Karyanto, S.Si., M.T.**

Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Ordas Dewanto, S.Si., M.Si.**

2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Suharno, M.S., M.Sc., Ph.D.
NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **9 Februari 2018**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis bukan merupakan karya dari orang lain melainkan berdasarkan pemikiran saya sendiri, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana. Adapun kutipan tertentu dalam penulisan skripsi ini terdapat karya atau pendapat orang lain yang ditulis menurut sumbernya sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia dikenakan sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 15 Februari 2018



Nur Sya'bana Santoso
NPM. 1315051040

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Palembang, Sumatera Selatan pada tanggal 16 Januari 1996, sebagai anak ke-dua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Ari Santoso dan Ibu Halfiningsih. Penulis memulai pendidikan TK di Palembang pada tahun 2000, kemudian melanjutkan sekolah dasar di SDN Palembang dari tahun 2001 hingga 2003, lalu melanjutkan pendidikan sekolah dasar di SD Al-Kautsar Bandar Lampung pada tahun 2003 hingga 2006. Penulis melanjutkan sekolah menengah pertama di SMP Al-Kautsar Bandar Lampung pada tahun Cilacap pada tahun 2007 hingga 2010. Selanjutnya penulis meneruskan sekolah di SMA Al-Kautsar Bandar Lampung pada tahun 2010 hingga akhirnya lulus tahun 2013.

Pada tahun 2013 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Universitas Lampung Fakultas Teknik Jurusan Teknik Geofisika melalui jalur SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di beberapa organisasi kemahasiswaan seperti HIMA TG (Himpunan Mahasiswa Teknik Geofisika) pada periode 2014/2015 sebagai anggota Bidang Saintek (Sains dan Teknolgi) dan 2015/2016 sebagai Kepala Divisi Keprofesian Bidang Saintek. Selain organisasi internal kampus, penulis juga aktif dalam organisasi eksternal yaitu sebagai anggota AAPG

(*American Association of Petroleum Geologist*) SC Unila pada periode 2014 dan 2015 sebagai anggota Bidang *Fieldtrip* dan pada periode 2016 sebagai *Executive Committee Course Divison*, anggota HMGI (Himpunan Mahasiswa Geofisika Indonesia) Regional Satu (Sumatera) Bidang Kesekretariatan pada periode 2014/2015, Wakil Ketua Bidang Kesekretariatan HMGI Regional Satu pada periode 2015/2016 dan Ketua Bidang MI (Media dan Informasi), anggota SEG (*Society of Exploration Geophysicsts*) SC Unila dan anggota HAGI (Himpunan Ahli Geofisika Indonesia). Selain itu penulis juga memperoleh beberapa pengalaman, diantaranya sebagai SV (*Student Volunteer*) PIT HAGI ke-41, lolos dalam ajang publikasi IIGCE (*Indonesia International Geothermal Convention and Exhibition*), menjadi asisten dosen geomatika, dan menjadi asisten praktikum geologi dasar, seismik eksplorasi, dan seismik stratigrafi.

Pada Bulan Desember 2016, penulis melaksanakan Kerja Praktik di PPPTMGB Lemigas (Pusat Penelitian dan Pengembangan Minyak Dan Gas Bumi Lembaga Minyak dan Gas), Jakarta Selatan, dengan melakukan pengolahan data seismik 2D selama kurang lebih satu bulan. Pada tahun 2017 penulis melaksanakan TA (Tugas Akhir) selama kurang lebih tiga bulan di PT. PHE ONWJ (Pertamina Hulu Energi *Offshore North West Java*) dengan judul **“Identifikasi Distribusi Properti Reservoir N-40 Di Lapangan “Ari” Menggunakan Analisis Seismik Multiatribut”**. Hingga akhirnya penulis berhasil menyelesaikan pendidikan sarjananya pada 9 Februari 2018.

Aku persembahkan karya kecil ini untuk:

*Ayahanda tercinta, Bapak Ari Santoso
dan
Ibunda terkasih, Ibu Halfiningsih*

*Saudara kandungku,
M. Agung Putra Santoso
dan
Vina Ramadhani*

*Teknik Geofisika Unila 2013
Keluarga Besar Teknik Geofisika Unila
Almamater Tercinta Unila*

*Sebagai Bentuk Rasa Syukur Atas Nikmat dan Rezeky
Allah S.W.T.
Yang Telah Diberikan-Nya*

يَا أَيُّهَا النَّفْسُ الْمُطْمَئِنَّةُ ﴿٢٧﴾ ارْجِعِي إِلَىٰ رَبِّكِ رَاضِيَةً مَّرْضِيَّةً ﴿٢٨﴾
فَادْخُلِي فِي عِبَادِي ﴿٢٩﴾ وَادْخُلِي جَنَّاتِي ﴿٣٠﴾

Hai jiwa yang tenang, kembalilah kepada Tuhanmu dengan hati yang puas lagi diridhai; lalu masuklah ke dalam jemaah hamba-hamba-Ku, dan masuklah ke dalam surga-Ku (QS al-Fajr [89]: 27-30).

*Dipersimpangan jalan aku berdiri, aku hilang arah, Hampa
Hanya Tuhanku, Allah yang mampu menyelamatkan*

*Orang bodoh seringkali beralasan sabar terhadap segala sesuatu yang
sebenarnya dia mengalah dengan keadaan tanpa pernah berusaha
(Albert Einstein)*

*Semua orang akan melewati setiap masa yang ada, baik suka dan
duka ataupun jatuh dan bangkit dalam keadaan yang berbeda-beda.
Semua bergantung kepada seorang tersebut dalam menyikapinya*

*Setiap kegagalan bukanlah kegagalan jika kita dapat belajar dari
kegagalan tersebut dalam menuju kesuksesan*

*Jangan sia-siakan waktu yang tidak dapat diulang, kesempatan yang
tidak datang kedua kalinya, dan jaga lisanmu yang tidak dapat
ditarik kembali ucapannya*

*Ku tengadahkan tangan, Ku basuhkan doa, Ku niatkan karya kecil ini
untuk orang-orangku tersayang*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah *robbilalamin*, segala puji dan syukur bagi ALLAH SWT yang telah memberikan nikmat, karunia dan perlindungan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“IDENTIFIKASI DISTRIBUSI PROPERTI RESERVOAR N-40 DI LAPANGAN “ARI” MENGGUNAKAN ANALISIS SEISMIC MULTIATRIBUT”** sebagai salah satu bagian dari kurikulum dan salah satu syarat bagi penulis untuk menyelesaikan studi sebagai Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Skripsi ini merupakan hasil kegiatan Tugas Akhir di PT. PHE ONWJ, Jakarta Selatan. Namun demikian, penulis menyadari masih banyak ketidaksempurnaan dan banyak kelemahan dalam skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar dapat memperbaiki dan menyempurnakannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, Februari 2018
Penulis,

Nur Sya'bana Santoso

SANWACANA

Skripsi yang berjudul: “**Identifikasi Distribusi Properti Reservoar N-40 Di Lapangan “Ari” Menggunakan Analisis Seismik Multiatribut**” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

Penyusunan skripsi ini tidak akan terwujud tanpa adanya dukungan, bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. **Allah SWT** yang selalu mengawasi dan meridhoi setiap proses sampai skripsi ini selesai, sehingga tiada alasan bagi penulis untuk berhenti bersyukur dan mengucap “Alhamdulillah”.
2. **Nabi Muhammad saw** yang memberikan teladan kepada seluruh umatnya, terutama penulis untuk selalu ingin menjadi orang yang lebih baik lagi.
3. Kedua orang tua ku tercinta, **Bapak Ari Santoso** dan **Ibu Halfiningsih** serta abang **M. Agung Putra Santoso** dan si bungsu **Vina Ramadhani** yang telah memberikan kasih sayang dan kesabaran serta doa yang terus di berikan tanpa rasa lelah.
4. **Bapak Bagus Sapto Mulyatno, S.Si., M.T** selaku pembimbing akademik dan pembimbing utama yang telah membantu, memberikan saran dan bimbingan serta memberikan motivasi dari awal perkuliahan hingga penulisan skripsi.

5. **Bapak Karyanto, S.Si., M.T.** selaku pembimbing kedua yang telah memberikan masukan yang membangun, arahan serta bimbingan penulisan skripsi
6. **Bapak Dr.Ordas Dewanto, S.Si., M.Si.** sebagai penguji yang telah memberi kritik, saran dan bimbingan dalam perbaikan-perbaikan skripsi
7. **Bapak Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T.** yang telah memberikan ilmu dalam berbagai hal selama di jurusan baik sebelum maupun sesudah menjadi kajar
8. **Bapak Syamsurijal Rasimeng, M.Si.** yang telah memberikan pengalaman kerja yang tidak diajarkan langsung dalam perkuliahan
9. **Bapak Dr. Nandi Haerudin, M.Si.** yang telah memberikan ilmu dan contoh kepemimpinan yang baik sebagai Kajar TG Unila.
10. **Bapak Prof. Drs. Suharno, M.S., M.Sc., Ph.D** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung yang memberikan masukan dan nasehat, baik untuk skripsi ataupun untuk masa depan penulis.
11. **Happy Rahmawati** yang telah memberikan dukungan, nasihat serta motivasi tiada hentinya, selalu ada disaat senang maupun susah, memberikan warna tambahan dalam setiap waktu yang dilalui.
12. **Dwi Prasetyo, Agung Apriadi, Ahmad Ikhu** yang selalu ada disaat senang maupun susah, selalu mendukung dan membantu semenjak SMP hingga sekarang.
13. **Atine Hasyiyati Hani** selalu memberikan nasihat yang membangun
14. Seluruh Staf Tata Usaha Jurusan Teknik Geofisika Unila, **Pak Marsuno** dan **Mbak Dhea** yang telah memberi banyak bantuan dalam proses administrasi;

15. **Mas Normansyah** sebagai pembimbing di PT. PHE ONWJ yang telah membuka kesempatan dan membimbing secara langsung dalam pengerjaan tugas akhir di PT. PHE ONWJ.
16. **Mas Farid, Mas Ageng, Mas Didit, Mas Arief, Mas Awa, Mas Pepi, Mas Anca, Mas Faras, Mba Santi, Mba Linda, Mba Berta**, dan seluruh pegawai PT. PHE ONWJ Divisi *Subsurface* yang telah banyak memberikan masukan dan membantu penulis dalam melaksanakan tugas akhir
17. **Bapak dosen** Jurusan Teknik Geofisika atas didikan, bimbingan, serta ilmu pengetahuan yang telah diberikan.
18. Teman-teman **Teknik Geofisika 2013** yang telah memberikan dukungan dan keceriaan setiap harinya tanpa mengenal waktu ataupun tempat
19. Keluarga Besar TG Unila angkatan 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016, dan 2017 yang telah memberikan dukungan
20. Sahabat perjuangan pada saat KKN di Desa Bangun Rejo, Kecamatan Semaka, Tanggamus yaitu **Arief Junaidi, Mahyuda, Putri Septia, Dhiya Hanza, Mentari Diasti**, dan **Stovia Saras** yang telah berbagi ilmu serta pengalaman
21. Serta orang-orang yang turut membantu dalam pelaksanaan tugas akhir dan penulisan skripsi yang tidak dapat dituliskan satu persatu

Semoga segala kebaikan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis dibalas oleh Allah SWT dan bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, Februari 2018
Penulis,

Nur Sya'bana Santoso

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRACT	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN JUDUL	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	ix
MOTTO	x
KATA PENGANTAR	xi
SANWACANA	xii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xx
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Batasan Masalah Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	2

II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Daerah Peneltiain	3
2.2. Penelitian Sebelumnya	14
III. TEORI DASAR	
3.1. Gelombang Seismik	16
3.2. Seismik Refleksi.....	17
3.3. Inversi Seismik.....	19
3.4. Analisis Multiatribut	21
3.5. Data Log Sumur	24
3.6. Saturasi Air (S_w)	28
3.7. Atribut LMR (Lambda()-Mu(μ)-Rho()).....	29
IV. METODOLOGI PENELITIAN	
4.1. Waktu dan Tempat Penelitian	31
4.2. Perangkat Lunak.....	32
4.3. Data Penelitian	32
4.4. Tahapan Pengolahan Data.....	34
4.5. Diagram Alir	38
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1. Identifikasi Reservoir Secara Kualitatif	39
5.2. <i>Well-seismic Tie</i>	41
5.3. Interpretasi Patahan dan <i>Horizon</i>	45
5.4. Inversi AI.....	49
5.5. Analisis <i>Crossplot</i> (Pertama); Atribut AI vs. <i>Properties</i>	55
5.6. Prediksi <i>S-wave</i> Menggunakan Log.....	57
5.7. Analisis <i>Crossplot</i> (Kedua); Atribut LMR vs. <i>Properties</i>	59
5.8. Analisis Seismik Multiatribut	62
5.9. Hasil Prediski Volume LMR	69
5.10. Perbandingan Peta Persebaran Atribut dan Peta Struktur Kedalaman.....	76
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1. Kesimpulan.....	78
6.2. Saran.....	79

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Lokasi Penelitian Cekungan Jawa Barat Laut Utara.....	3
Gambar 2. Peta Struktur Waktu Cekungan Jawa Barat Utara.....	6
Gambar 3. Stratigrafi Regional Cekungan Jawa Barat Utara	11
Gambar 4. Peta Jalur Migrasi Daerah Penelitian	13
Gambar 5. Map dan <i>Section</i> Persebaran Porositas	15
Gambar 6. Ilustrasi Penjalaran Gelombang Seismik	17
Gambar 7. Ilustrasi Perambatan Gelombang Seismik Pantul	18
Gambar 8. <i>Forward Modelling Seismic</i>	19
Gambar 9. <i>Invrse Modelling Seismic</i>	20
Gambar 10. Prediksi Log Menggunakan Log.....	22
Gambar 11. Penggunaan Lima Titik Dari Atribut Seismik Untuk Satu Titik Properti Log	23
Gambar 12. Ilustrasi Pengukuran <i>Logging</i>	24
Gambar 13. Ilustrasi Pengaruh LMR.....	30
Gambar 14. <i>Base Map</i> Daerah Penelitian	33
Gambar 15. Diagram Alir Penelitian	38
Gambar 16. Defleksi Log reseroar Target Sumur HR-4.....	40
Gambar 17. Ekstraksi <i>Wavelet</i>	42
Gambar 18. <i>Wall-seismic Tie</i> Pada <i>Software</i> Landmark PowerView Log HR1 .	43

Gambar 19. <i>Well-seismic Tie</i> Pada Software HRS Log HR-1	44
Gambar 20. <i>Well-seismic Tie</i> Pada Software HRS Log HR-2.....	45
Gambar 21. Peta Struktur Kedalaman Lokasi Penelitian	47
Gambar 22. Peta Persbearan <i>Amplitude</i>	48
Gambar 23. <i>Crossplot</i> Hasil Inversi Metode ‘ <i>Model Based</i> ’	50
Gambar 24. <i>Crossplot</i> Hasil Inversi Metode ‘ <i>Bandlimited</i> ’	51
Gambar 25. <i>Section</i> Seismik Volume AI <i>Inline</i> 3365	53
Gambar 26. Map Persebaran Nilai AI Interval Reservoir N-40.....	54
Gambar 27. <i>Crossplot</i> AI vs. <i>Gamma Ray</i>	55
Gambar 28. <i>Crossplot</i> AI vs. Porositas.....	56
Gambar 29. <i>Crossplot</i> AI vs. Resistivitas.....	56
Gambar 30. <i>Error Plot</i> Menggunakan Empat Data Masukan	57
Gambar 31. Hasil Prediski <i>S-wave</i>	58
Gambar 32. <i>Crossplot</i> μ - <i>Rho</i> vs. <i>Gamma Ray</i>	60
Gambar 33. <i>Crossplot</i> λ - <i>Rho</i> vs. Resistivitas	61
Gambar 34. <i>Error Plot</i> Prediksi Log Is	63
Gambar 35. Hasil Prediksi Log Is.....	64
Gambar 36. <i>Error Plot</i> Analisis Seismik Multiatribut Prediksi Log LR.....	65
Gambar 37. Hasil Prediksi Log λ - <i>Rho</i>	66
Gambar 38. <i>Error Plot</i> Prediksi Log μ - <i>Rho</i>	67
Gambar 39. Hasil Prediksi Log μ - <i>Rho</i>	68
Gambar 40. λ - <i>rho</i> <i>Section</i> <i>Inline</i> 3365	70
Gambar 41. Peta Persebaran Volume λ - <i>Rho</i> Reservoir N-40.....	71
Gambar 42. μ - <i>rho</i> <i>Section</i> <i>Inline</i> 3365	73

Gambar 43. Peta Persebaran Nilai <i>Mu-rho</i> Reservoar N-40	74
Gambar 44. Perbandingan Peta Persebaran Atribut	76

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Nilai Resistivitas Batuan	26
Tabel 2. <i>Time Line</i> Penelitian	31
Tabel 3. Kelengkapan Data Log	32

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pengembangan suatu lapangan sangat diperlukan untuk mendapatkan reservoir baru dan akan meningkatkan produksi. Salah satu tahapan yang sangat diperlukan adalah mengidentifikasi properti reservoir. Identifikasi properti reservoir sangat diperlukan agar dapat diketahui sifat dari reservoir tersebut. Properti reservoir seperti nilai log *gamma ray*, log resistivitas, log NPHI, dan log RHOB akan dapat mengidentifikasi reservoir secara kualitatif, dimana nilai tersebut dapat dilihat pada data log.

Data log merupakan suatu pengukuran yang dilakukan pada titik lokasi tertentu, Dengan kata lain, data log hanya menggambarkan properti bawah permukaan bumi pada sekitar titik lokasi tersebut, akan sulit untuk menggambarkan properti bawah permukaan bumi secara lateral. Hal ini akan berdampak pada keambiguitasan dalam menentukan persebaran properti reservoir. Untuk mendapatkan persebaran properti reservoir secara lateral, data log perlu dilakukan pendekatan dengan data seismik.

Pendekatan yang dapat dilakukan dengan data seismik diantaranya yaitu metode inversi seismik dan seismik multiatirbut. Metode inversi seismik merupakan konvolusi antara data seismik dengan *invers wavelet*

sehingga akan didapat atribut reservoir. Sedangkan metode seismik multiatribut merupakan metode statistik untuk mencari hubungan antara data seismik dengan properti reservoir. Dari kedua metode ini akan didapatkan persebaran properti reservoir secara lateral dan akan dapat diketahui perkiraan volume reservoir.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mendapatkan peta persebaran AI
2. Memprediksi volume *LMR (Lambda-Mu-Rho)* pada seluruh penampang seismik
3. Menentukan distribusi properti reservoir secara kuantitatif

1.3. Batasan Masalah Penelitian

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Data seismik yang digunakan berupa data *post-stack*
2. Analisis dilakukan pada sekitar window target pada Formasi *Main-massive*
3. Analisis dilakukan menggunakan tiga sumur

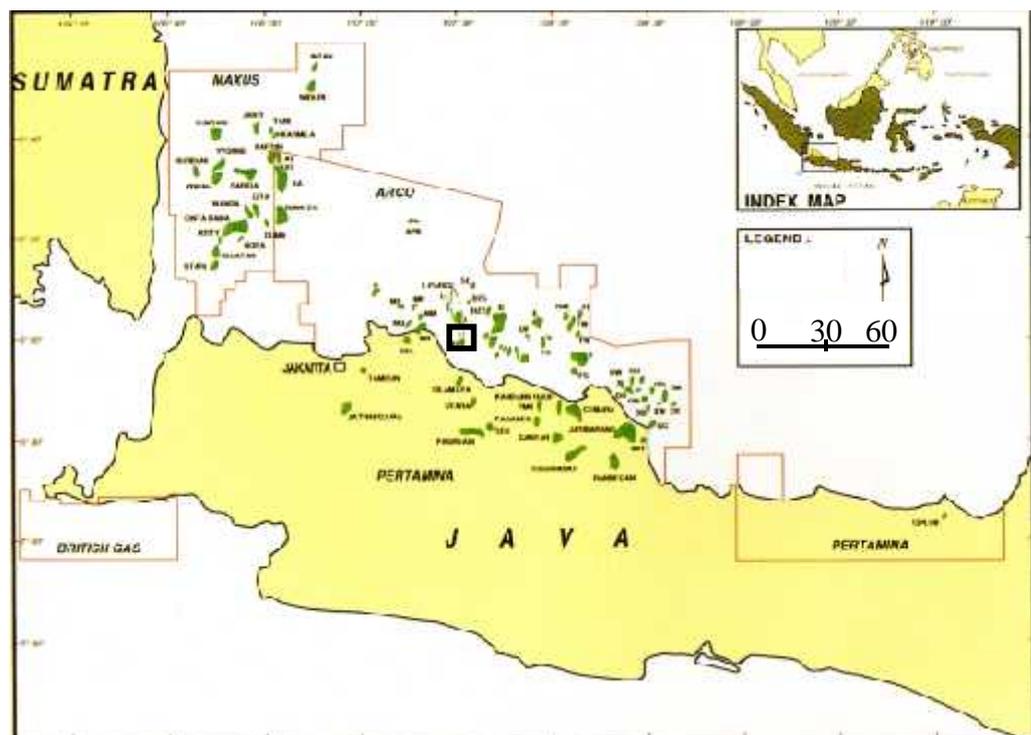
1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat mengetahui persebaran properti reservoir dan distribusi hidrokarbon untuk selanjutnya digunakan dalam perhitungan cadangan dan penentuan lokasi sumur pengembangan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Daerah Penelitian

Penelitian dilakukan pada Cekungan Jawa Barat Laut Utara (*Offshore North West Java-ONWJ*). Daerah penelitian ditandai dengan kotak berwarna hitam pada Gambar 1



Gambar 1. Lokasi Penelitian Cekungan Jawa Barat Laut Utara (Noble, dkk, 1997).

2.1.1. Geologi Regional Cekungan Jawa Barat Utara

Menurut Noble, dkk (1997), cekungan Jawa Barat Utara merupakan cekungan yang relatif stabil, yang berada pada bagian tepi dari Kontinen *Sundaland* dan terbentuk akibat aktifitas *rifting* pada zaman Eosen. Cekungan Jawa Barat Utara terdiri dari 4 *depocenter*, yaitu Sub-Cekungan Arjuna Utara, Tengah, Selatan dan Sub-Cekungan Jatibarang. *Depocenter* tersebut diisi secara dominan oleh endapan Tersier dengan ketebalan di tempat terdalam mencapai lebih dari 5.500 meter.

2.1.2. Tektonik Cekungan Jawa Barat Utara

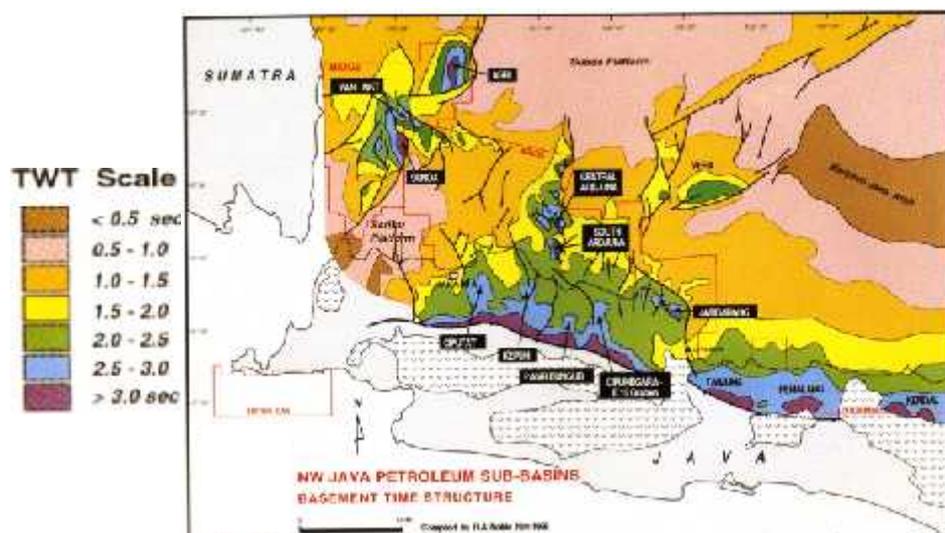
Menurut Noble, dkk (1997), cekungan Lepas Pantai Jawa Barat Utara merupakan salah satu dari sekian banyak cekungan busur belakang atau cekungan semenanjung yang berkembang di belakang Busur Vulkanik Jawa. Cekungan tersebut dibentuk sebagai reaksi tumbukan antara Lempeng Jawa dengan Lempeng Indo-Australia selama masa Eosen Awal hingga Oligosen. Kemiringan dari Lempeng Sunda ke arah Selatan mungkin sebagai tanggapan atas penunjaman dari lempeng samudra di bawah Lempeng Sunda. Zona penunjaman saat ini berada di bawah Lempeng Indonesia sejajar dengan Pesisir Selatan Jawa. Terdapat bukti bahwa zona subduksi terletak di sebelah Utara dari Pesisir Utara Jawa sekarang selama masa Kretaseus. Zona subduksi, berasosiasi dengan vulkanisme, nampak telah berpindah ke arah Selatan, mencapai posisi saat ini dalam kurun waktu terakhir. Pergerakan lempeng tektonik telah dikontrol oleh perkembangan

struktur dan sedimentasi dari Cekungan Jawa Barat Utara. *Trend* struktur regional berorientasi barat–timur, sejajar dengan zona penunjaman Jawa dan merupakan hasil dari gaya kompresi berarah Utara–Selatan. Gaya tensional Utara-Selatan telah menghasilkan blok patahan Utara–Selatan yang jelas. Blok patahan ini menjadi penyebab atas perkembangan Cekungan Jawa Barat Utara yang di dalamnya terdapat beberapa *sub-basin* serta tinggian batuan dasar.

Daerah *Offshore North West Java* (ONWJ) PSC terletak di bagian lepas pantai dari Cekungan Jawa Barat Utara yang mana merupakan sebuah cekungan zaman Tersier dan berbentuk asimetris dengan arah barat daya–timur laut yang terletak di sebelah Selatan tepian Lempeng Benua Sunda yang terbentuk sebelum Kretaseus Akhir. Hal tersebut bisa dibagi, dari barat ke timur, ke dalam Palung Utara Seribu, Cekungan Arjuna, Graben E-15 dan Cekungan Jatibarang. Hal yang paling penting dari bagian–bagian tersebut adalah Cekungan Arjuna, yang mengapit akumulasi hidrokarbon di area kontrak. Cekungan ini, yang dibagi menjadi sub-cekungan bagian Utara (sekitar kedalaman 14000 ft ke batuan dasar) dan bagian Selatan (sekitar 18000 ft ke batuan dasar), berisi suksesi *Syn Rift–Rift fill* berumur Oligosen Bawah sampai Atas yang pada umumnya terdiri dari deposit *non-marine* dan kemudian ditindih oleh suksesi Oligosen Atas sampai Miosen Bawah berupa endapan paralik sampai sedimen *marine*. Saat fasa *rifting*, rotasi blok utama dan peristiwa trunkasi (pemotongan) menjelaskan dua fasa dari sedimentasi *Syn–Rift*

(ekivalen Jatibarang dan Formasi Talang Akar Kontinen). Sedimen *Syn-Rift* berkisar dari fasies fluvial yang terangkut secara aksial dan serpih/batubara endapan lakustrin di pusat-pusat cekungan, hingga batuan klastik berbutir kasar yang tidak matang berasal dari batuan dasar pada tepian *Rift (Rift Margin)*. Aktifitas vulkanisme secara jelas tercatat dalam fasa pertama dari beberapa fasa tersebut.

Pada saat Oligosen paling akhir, aktifitas *rifting* secara umum telah berhenti dan daerah Arjuna berkembang menjadi suatu daratan pesisir terbentang mendatar yang ektensif. Juga diendapkan batuan sedimen delta *post-rift* yang berupa batubara, batulempung delta depan dan batu pasir estuarin (Talang Akar Delta) dengan asal pengendapan pada umumnya dari arah Utara dan Barat. Dengan menerusnya penurunan lendut (*flexural subsidence*) dan muka air laut yang relatif naik pada zaman Miosen, terendapkan karbonat laut dangkal (Baturaja), serpih, batulanau dan batupasir dekat dengan pantai (Main-Massive) dan *build up* karbonat (Parigi dan Pre-Parigi).



Gambar 2. Peta Struktur Waktu Cekungan Jawa Barat Utara (Noble, dkk, 1997).

2.1.3. Stratigrafi Cekungan Jawa Barat Utara

Sedimentasi Tersier dari Cekungan Jawa Barat Utara dapat dipisahkan dalam dua kelompok utama, yaitu pengisian sedimen yang berhubungan dengan rifting, pada umumnya didominasi oleh urutan sedimen non-marine atau darat, dan yang kedua adalah pengisian pada saat penurunan cekungan (post-rift sag) yang didominasi oleh urutan sedimentasi marine dan marginal marine.

Secara stratigrafi, endapan Tersier di Cekungan Jawa Barat Utara dapat dibagi menjadi 6 formasi batuan utama, yaitu Banuwati/Jatibarang, Talang Akar, Baturaja, Main-Massive, Pre Parigi-Parigi, dan Cisubuh.

Empat diantaranya sudah terbukti sebagai perangkap hidrokarbon yang cukup efektif, yaitu Formasi Talang Akar, Baturaja, Main-Massive, dan Parigi. Dari empat formasi tersebut terdapat kurang lebih dua puluh zona reservoir penghasil hidrokarbon dengan kedalaman berkisar antara 500-2.000 meter di bawah permukaan laut. Uraian di bawah ini memberikan penjelasan mengenai kelima formasi batuan tersebut.

2.1.3.1. Formasi Jatibarang/Banuwati

Merupakan batuan tertua yang diendapkan pada Early- Rift System atau fasa 1 Syn-Rift, berumur Eosen Tengah hingga Oligosen Awal yang menumpang secara tidak selaras di atas batuan Pre-Tersier. Formasi Jatibarang merupakan endapan yang tebal dan didominasi oleh endapan danau dan darat. Umumnya terdiri dari klastik berupa fanglomerate,

batupasir konglomerat, batupasir fluvial dan serpih. Terdapat juga batupasir vulkanik yang berselingan dengan lava basaltik dan andesitik. Sangat sedikitnya hidrokarbon yang terperangkap pada formasi ini membuktikan bahwa formasi ini kurang efektif sebagai batuan reservoir.

2.1.3.2. Formasi Talang Akar

Formasi ini di beberapa tempat terletak tidak selaras di atas Formasi Jatibarang/Banuwati. Formasi ini terbagi menjadi dua anggota, yaitu Talang Akar bagian bawah yang berumur Oligosen Tengah dan diendapkan pada saat fasa 2 Syn-Rift. Talang Akar bagian bawah ini pada umumnya merupakan endapan delta dan didominasi oleh endapan batupasir, batuan serpih, juga batubara. Batupasir dari formasi ini secara ekonomi penting, karena ditemukan sebagai reservoir minyak yang utama di beberapa lapangan. Di bagian dalam pada sub-cekungan, batuan serpih berkarbon merupakan batuan induk dimana hidrokarbon terbentuk. Anggota Talang Akar berikutnya adalah Talang Akar Atas yang berumur Oligosen Tengah hingga Miosen Awal. Talang Akar bagian atas ini diendapkan pada akhir Syn-Rift hingga awal proses Post-Rift Sag. Talang Akar marine didominasi oleh marine-shale yang disisipi oleh lapisan tipis batugamping.

2.1.3.3. Formasi Baturaja

Formasi Baturaja diendapkan pada saat Post-Rift menumpang secara selaras di atas Formasi Talang Akar. Secara keseluruhan mencerminkan dimulainya sistem transgressive yang berhubungan dengan

naiknya muka laut pada zaman Miosen Awal. Formasi ini sebagian besar terdiri dari batugamping dengan sedikit perselingan batulempung. Formasi ini berumur Miosen Awal dan diendapkan pada lingkungan laut dangkal. Di beberapa tempat yang merupakan paleo-high, formasi ini ditemukan sebagai batugamping terumbu dan di beberapa lapangan dapat menjadi reservoir minyak yang cukup berarti. Formasi Talang Akar dan Baturaja dapat dibandingkan dengan Formasi Cibulakan Bawah yang berada di bagian selatan Pulau Jawa.

2.1.3.4. Formasi Main-Massive

Formasi Main-Massive secara selaras terletak di atas Formasi Baturaja, merupakan pengisian pada saat penurunan cekungan (*Sag Basin Fills*) dan diendapkan dalam lingkungan laut dangkal pada zaman Miosen Tengah. Formasi ini didominasi oleh batupasir yang mengandung glaukonit dengan perselingan batulempung dan sedikit batugamping tipis. Batupasir dalam formasi Main-Massive mempunyai pelamparan yang sangat luas dan merupakan reservoir minyak yang sangat penting, karena lapangan minyak yang utama di wilayah kerja PHE-ONWJ berproduksi dari formasi ini. Formasi Main-Massive dapat dibandingkan dengan Formasi Cibulakan Atas yang terdapat di bagian lain Pulau Jawa.

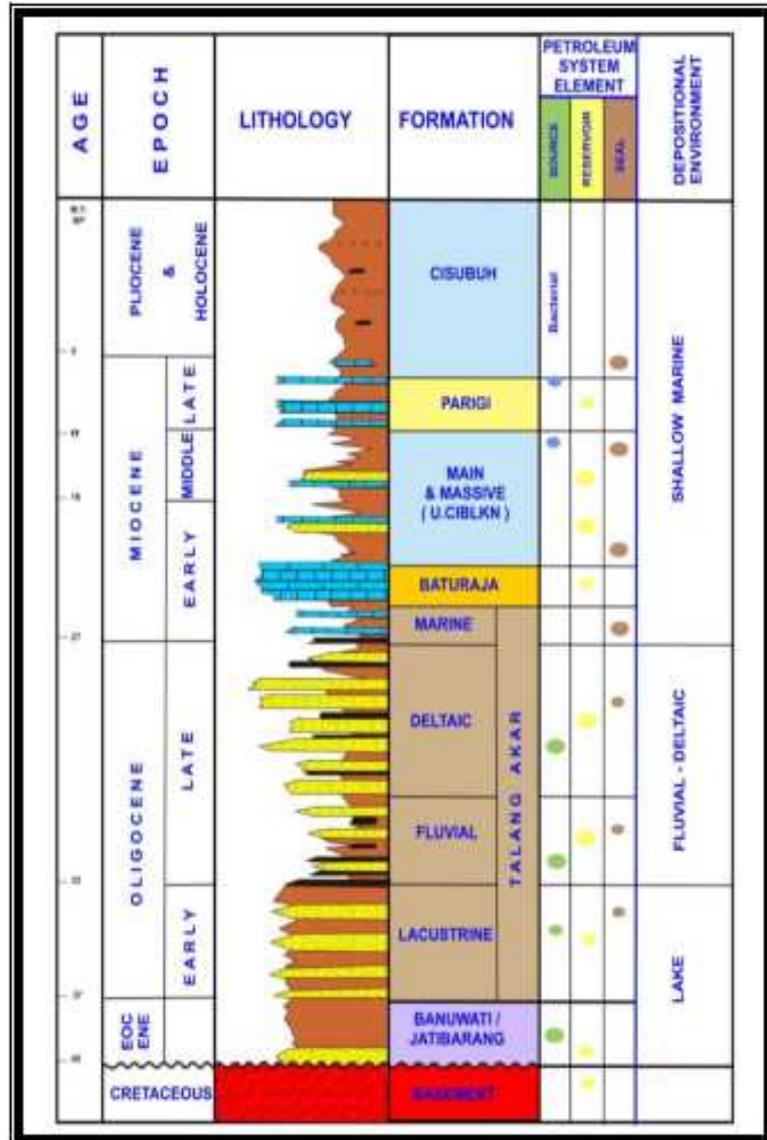
2.1.3.5. Formasi Pre Parigi–Parigi

Formasi ini masih merupakan kontinuitas pengisian endapan pada saat penurunan cekungan (*Sag Basin Fills*) pada zaman Miosen Akhir dan merupakan endapan batugamping di lingkungan laut dangkal.

Batugamping formasi ini mempunyai pelamparan yang luas dan di beberapa tempat yang merupakan basement high, formasi ini dapat membentuk batugamping terumbu yang tumbuh dan berelongasi Barat Laut–Tenggara, terdiri dari batuan packstone, wackestone dan grainstone yang berselingan dengan batulempung. Batugamping Pre-Parigi dan Parigi merupakan reservoir gas yang utama dan pada lapangan di wilayah kerja PHE-ONWJ, gas telah diproduksi dari formasi ini.

2.1.3.6. Formasi Cisubuh

Formasi ini diendapkan pada saat akhir penurunan cekungan (*Late Sag Basin Fills*) yang terjadi pada jaman Pliosen hingga Pleistosen, merupakan urutan terakhir dalam stratigrafi Cekungan Jawa Barat Utara dan juga merupakan ciri dari berakhirnya aktivitas tektonik pada cekungan ini. Formasi Cisubuh dibentuk dan dicirikan oleh batulempung abu-abu yang diendapkan dalam lingkungan laut dangkal sampai laguna. Pada formasi ini kadang-kadang ditemui sisipan batupasir tipis. Meskipun jarang ditemui, sisipan batupasir tersebut dapat berisi gas dangkal yang dapat dikenali keberadaannya dari survei seismik untuk kemudian dipetakan, sehingga dapat dihindari pada saat pengeboran log.



Gambar 3. Stratigrafi Regional Cekungan Jawa Barat Utara (Noble, dkk, 1997).

2.1.4. Sedimentasi Cekungan Jawa Barat Utara

Periode awal sedimentasi di Cekungan Jawa Barat Utara dimulai pada kala Eosen Tengah–Oligosen Awal (fase transgresi) yang menghasilkan sedimentasi vulkanik darat sampai laut dangkal Formasi Jatibarang. Cekungan Jawa Barat Utara (North West Java Basin) merupakan cekungan sedimen Tersier yang terletak tepat di bagian barat laut Pulau Jawa. Cekungan Jawa Barat Utara telah dikenal sebagai hydrocarbon

province. Cekungan ini terletak diantara Paparan Sunda di Utara, Jalur Perlipatan Bogor di Selatan, daerah pengangkatan Karimun Jawa di Timur dan Paparan Pulau Seribu di Barat (Noble dkk, 1997).

2.1.5. *Petroleum System* Cekungan Jawa Barat Utara

2.1.5.1 Batuan Induk

Pada Cekungan Jawa Barat Utara terdapat tiga tipe utama batuan induk, yaitu lacustrine shale (Oil Prone), fluvio deltaic coals, fluvio deltaic shales (Oil and Gas Prone) dan marine claystone (bacterial gas) (Gordon, 1985).

2.1.5.2. Batuan Reservoir

Semua formasi dari Jatibarang hingga Parigi merupakan interval dengan sifat fisik reservoir yang baik, banyak lapangan mempunyai daerah timbunan cadangan yang terlipat.

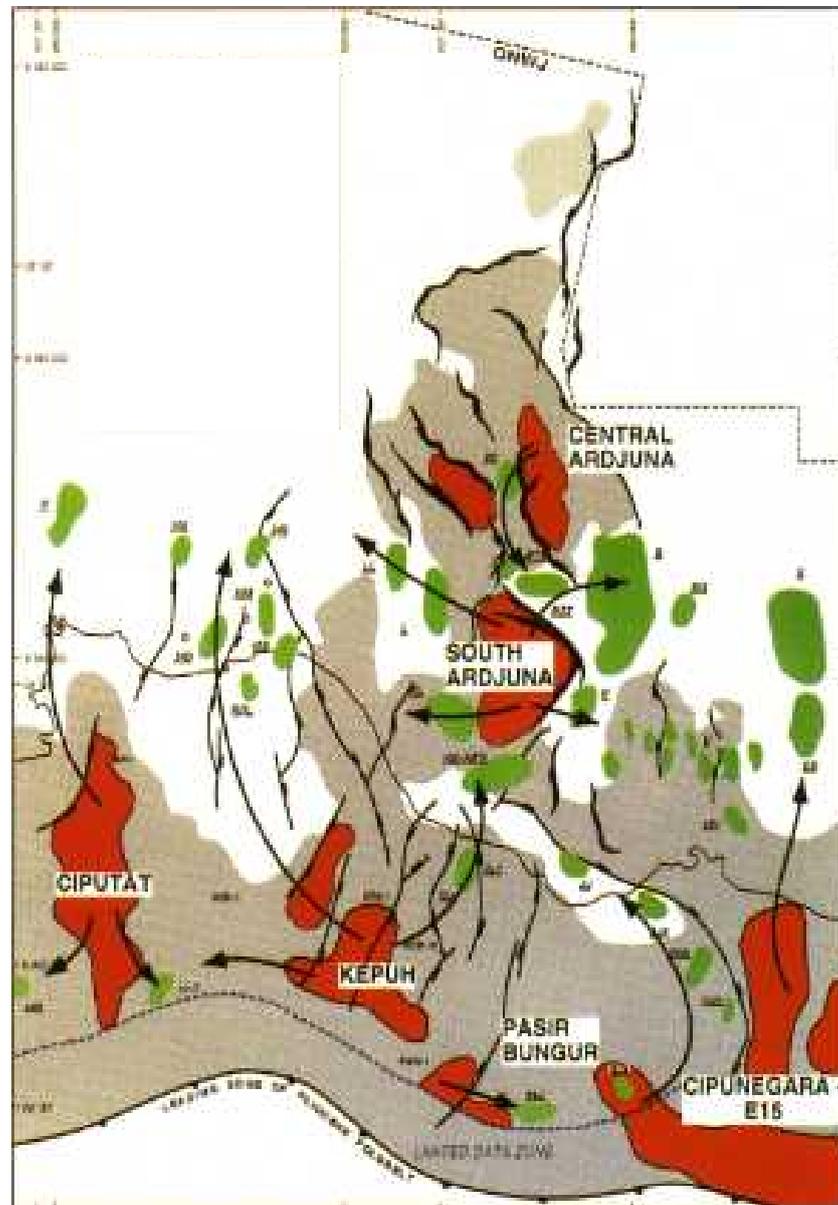
2.1.5.3. Jenis Jebakan

Jenis jebakan hidrokarbon pada semua petroleum system di Jawa Barat Utara hampir sama, hal ini disebabkan evolusi tektonik dari semua cekungan sedimen sepanjang batas Selatan dari Kraton Sunda, tipe struktur geologi dan mekanisme jebakan yang hampir sama.

2.1.5.4. Jalur Migrasi

Migrasi hidrokarbon terbagi menjadi dua, yaitu migrasi primer dan sekunder, migrasi primer adalah perpindahan hidrokarbon dari batuan induk kemudian masuk ke dalam reservoir melalui lapisan penyalur. Migrasi sekunder dapat dianggap sebagai pergerakan fluida dalam batuan penyalur menuju trap. Pada Gambar 4, dapat terlihat bahwa hidrokarbon

terbentuk pada Sub-cekungan Arjuna Selatan dan bermigrasi menuju lokasi penelitian.



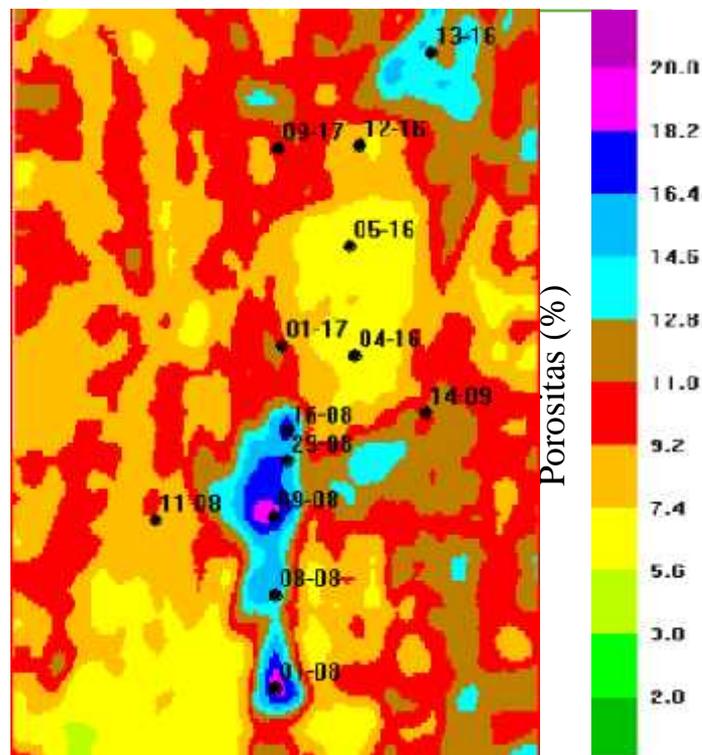
Gambar 4. Peta Jalur Migrasi Daerah Penelitian (Noble, dkk, 1997).

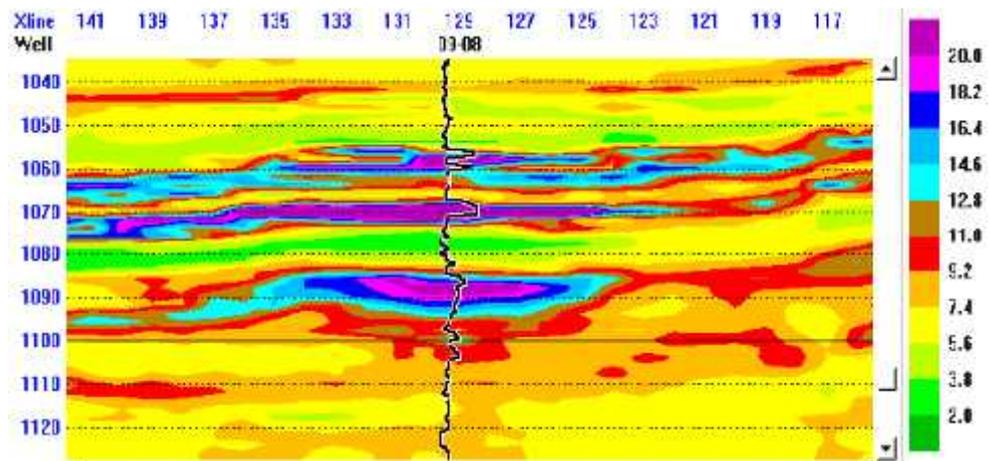
2.1.5.5. Lapisan Penutup

Lapisan penutup atau tudung merupakan lapisan impermeable yang dapat menghambat atau menghentikan jalannya hidrokarbon. Litologi yang sangat baik sebagai lapisan penutup ialah batulempung dan batuan evaporit.

2.2. Penelitian Sebelumnya

Hampson dkk (2001) melakukan penelitian berupa memprediksi volume porositas menggunakan metode analisis seismik multiatribut. Penelitian tersebut melakukan prediksi properti log dari data seismik. Properti data log adalah properti porositas, sedangkan data seismik yang digunakan berupa atribut impedansi akustik. Didapat hasil korelasi antara porositas hasil prediksi dan porositas yang terukur pada data log sebesar 0.62, hal ini menandakan bahwa prediksi nilai porositas menggunakan atribut seismik dapat dilakukan. Pada penelitian tersebut diketahui pula bahwa dimungkinkan untuk dapat memprediksi properti maupun atribut lain dengan menggunakan metode analisis seismik multiatribut. Dari Gambar 4 dapat terlihat bahwa persebaran properti porositas dapat dilakukan menggunakan metode seismik analisis multiatribut.





Gambar 5. Map Persebaran Porositas (atas) dan *Section* Porositas (bawah) (Hampson dkk, 2001).

III. TEORI DASAR

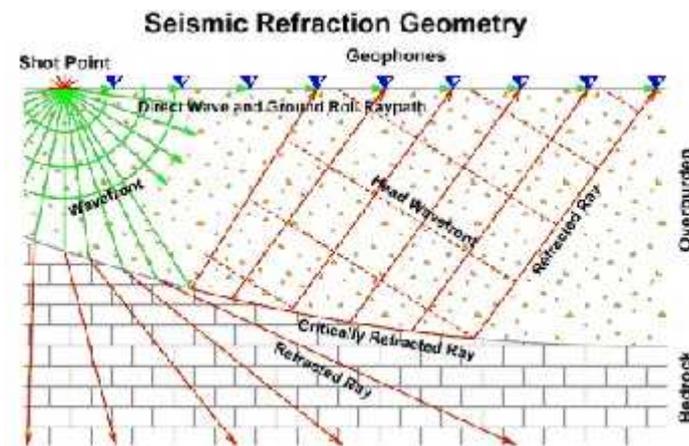
3.1. Gelombang Seismik

Gelombang seismik adalah gelombang elastik yang merambat dalam bumi. Bumi sebagai medium gelombang terdiri dari beberapa lapisan batuan yang antar satu lapisan dengan lapisan lainnya mempunyai sifat fisis yang berbeda. Ketidakkontinuan sifat medium ini menyebabkan gelombang seismik yang merambatkan sebagian energinya dan akan dipantulkan serta sebagian energi lainnya akan diteruskan ke medium di bawahnya.

Metode seismik merupakan metode eksplorasi yang menggunakan prinsip penjalaran gelombang seismik untuk tujuan penyelidikan bawah permukaan bumi. Dalam proses penjalarannya, gelombang seismik memiliki kecepatan rambat gelombang yang dipengaruhi oleh sifat elastisitas. Dikarenakan medium bumi terdiri dari lapisan-lapisan batuan yang memiliki densitas dan kecepatan yang berbeda pada setiap lapisannya, maka gelombang yang melewati bidang batas antar lapisan akan terpantulkan atau terbiaskan

Berdasarkan sifat tersebut maka dikembangkan dua jenis metode seismik yaitu metode seismik refleksi/pantul yang berdasar pada sifat gelombang terpantul dan metode seismik refraksi/bias yang berdasar pada

sifat gelombang terbiaskan. Kedua jenis metode tersebut memiliki karakteristik dan kegunaan masing-masing. Dalam eksplorasi hidrokarbon metode yang sering digunakan adalah metode seismik refleksi (Telford dkk, 1976).



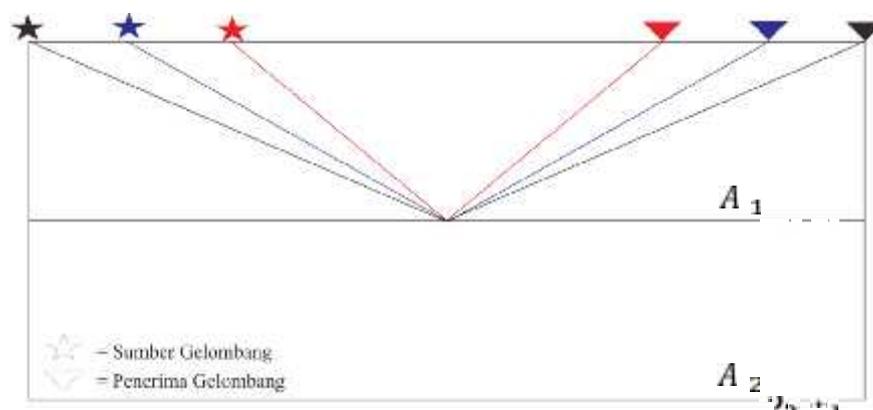
Gambar 6. Ilustrasi Penjalaran Gelombang Seismik (Nasmy,2011).

3.2. Seismik Refleksi

Metode seismik refleksi, atau gelombang seismik pantul, adalah metoda geofisika dengan menggunakan gelombang elastik yang dipancarkan oleh suatu sumber getar yang biasanya berupa ledakan dinamit (pada umumnya digunakan di darat, sedangkan di laut menggunakan sumber getar (pada media air menggunakan sumber getar berupa air gun, boomer atau sparker). Gelombang bunyi yang dihasilkan dari ledakan tersebut menembus sekelompok batuan di bawah permukaan. Gelombang yang dipantulkan ke permukaan ini diterima dan direkam oleh alat perekam yang disebut *geophone* (di darat) atau *hydrophone* (di laut).

Komponen gelombang seismik yang direkam oleh alat perekam berupa waktu datang gelombang seismik. Dari waktu datang tersebut dapat

didapatkan waktu tempuh gelombang seismik yang berguna untuk memberi informasi mengenai kecepatan gelombang seismik dalam suatu lapisan. Gelombang seismik merambat dari source ke receiver melalui lapisan bumi dan mentransfer energi, sehingga dapat menggerakkan partikel batuan. Kemampuan partikel batuan untuk bergerak jika dilewati gelombang seismik menentukan kecepatan gelombang seismik pada lapisan batuan tersebut (Sukmono, 1999).



Gambar 7. Ilustrasi Perambatan Gelombang Seismik Pantul

Penyebab gelombang seismik terpantulkan dikarenakan terdapatnya perbedaan impedansi akustik (A) pada dua medium yang berbeda. Perbedaan nilai impedansi ini akan digambarkan dengan besaran nilai *reflectivity coefisien* atau koefisien refleksi, dengan persamaan:

$$R = \frac{A_2 - A_1}{A_2 + A_1} \dots\dots\dots (1)$$

dimana : R = Koefisien refleksi

: A_1 = impedansi akustik lapisan kesatu

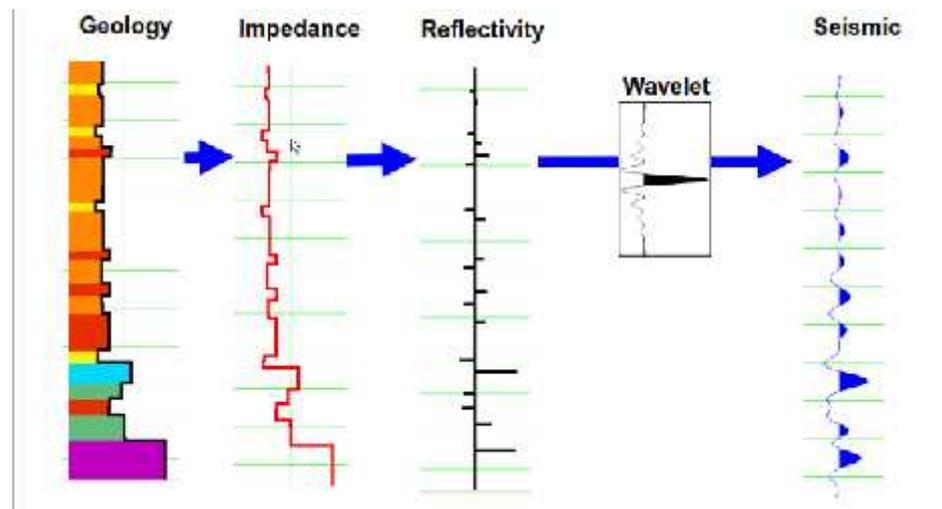
: A_2 = impedansi akustik lapisan kedua

Sehingga, diketahui bahwa nilai koefisien refleksi akan menggambarkan batas lapisan struktur bawah permukaan bumi. Pada data seismik, diketahui bahwa *trace* seismik didapat dari persamaan:

$$T(s) = R * w \dots\dots\dots(2)$$

dimana : $T(s) = \textit{seismic trace}$

: $w = \textit{wavelet}$



Gambar 8. *Forward Modelling Seismic* (Hampson, 2014)

Pada persamaan 2 diketahui bahwa *seismic trace* merupakan penggambaran dari struktur sedimen bawah permukaan bumi.

3.3. Inversi Seismik

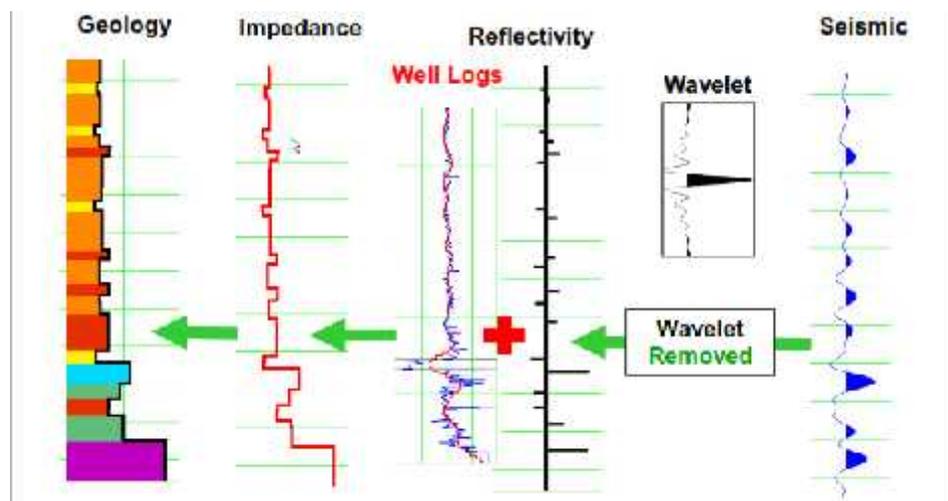
Pengertian secara lebih spesifik tentang seismik inversi dapat didefinisikan sebagai suatu teknik pembuatan model bawah permukaan dengan menggunakan data seismik sebagai input dan data log sebagai kontrol. Definisi tersebut menjelaskan bahwa metode inversi merupakan kebalikan dari pemodelan dengan metode ke depan (*forward modelling*) yang berhubungan dengan pembuatan seismogram sintetik berdasarkan

model bumi. Russell (1994) membagi metode seismik inversi ke dalam dua kelompok, yaitu inversi pre-stack dan inversi post-stack (Russel, 1994).

Inversi adalah sebuah pemodelan goefisika yang dilakukan untuk memprediksi informasi sifat fisis bumi berdasarkan informasi rekaman seismik yang diperoleh. Impedansi akustik merupakan sifat batuan yang dipengaruhi oleh jenis litologi, porositas, kedalaman, tekanan, dan temperatur. Dengan diketahuinya faktor-faktor tersebut menyebabkan impedansi akustik dapat digunakan sebagai indikator litologi. Data seismik impedansi akustik dapat digolongkan sebagai data atribut seismik yang diturunkan dari amplitudo.

Hasil akhir dari inversi seismik adalah nilai impedansi. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa inversi seismik merupakan suatu usaha untuk merubah data seismik yang semula merupakan nilai amplitudo sebagai fungsi waktu menjadi nilai impedansi akustik sebagai fungsi waktu. Secara matematis, proses inversi seismik ditulis dengan persamaan:

$$R = T(s) * w^{-1} \dots\dots\dots(3)$$



Gambar 9. *Invrse Modelling Seismic* (Hampson, 2014)

Data seismik konvensional memandang batuan di bawah permukaan bumi sebagai batas antar lapisan batuan, sedangkan data impedansi akustik melihat batuan di bawah permukaan bumi sebagai susunan lapisan batuan itu sendiri. Dengan begitu data impedansi akustik relatif lebih realistis dalam menggambarkan lapisan di bawah permukaan bumi. Data impedansi akustik hasil inversi mampu memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai penyebaran batuan baik secara vertikal maupun lateral.

3.4. Analisis Multiatribut

Analisis multiatribut merupakan salah satu metode statistik untuk memprediksi beberapa properti fisik batuan bumi dari beberapa atribut seismik. Pada analisis ini dicari hubungan target properti dengan atribut-atribut seismik yang digunakan pada lokasi log dan menggunakan hubungan tersebut untuk memprediksi target properti pada seluruh data seismik.

Statistik dalam memprediksi properti reservoir digunakan untuk mengestimasi dan mensimulasikan hubungan spasial variabel pada nilai yang diinginkan pada lokasi yang tidak memiliki data properti terukur. Hal ini didasarkan bahwa pada pengukuran suatu variabel di suatu area yang berdekatan memiliki hubungan yang hampir sama. Dalam beberapa kasus, dibutuhkan sebuah fungsi yang akan mengkonversi beberapa atribut yang berbeda ke dalam properti yang diinginkan, hal ini dapat dituliskan dengan persamaan:

$$P(x, y, z) = F[A_1(x, y, z), A_2(x, y, z), \dots, A_m(x, y, z)] \dots\dots\dots (4)$$

dimana: P = properti log (dengan fungsi koordinat x, y, z)

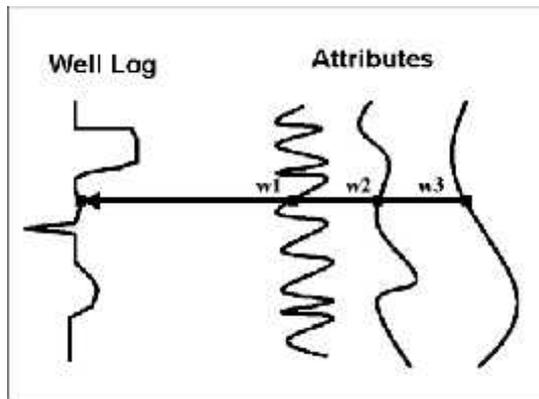
F = fungsi hubungan antara atribut seismik dan properti log

A_i = atribut ke- m ; $i=1,2,\dots,m$

Untuk kasus yang paling sederhana, hubungan antara log properti dan atribut seismik dapat ditunjukkan dengan persamaan pembobotan linier:

$$P = w_0 + w_1A_1 + w_2A_2 + \dots + w_mA_m \dots\dots\dots(5)$$

dimana: w_i = nilai bobot dari atribut ke i ; $i = 1,2,\dots,m$



Gambar 10. Prediksi Log Menggunakan Log (Hampson, dkk, 2001)

Nilai bobot pada persamaan tersebut didapat dengan cara meminimalkan nilai error rata-rata kuadrat, dengan persamaan:

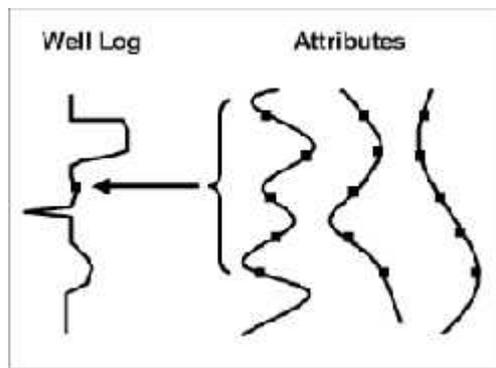
$$\bar{E}^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_i - w_0 - w_1A_{1i} - w_2A_{2i} - \dots - w_mA_{mi})^2 \dots\dots\dots(6)$$

Ketika $\bar{E}^2 \approx 0$, maka didapat persamaan matriks untuk mendapatkan nilai bobot dari setiap atribut adalah:

$$\begin{bmatrix} w_0 \\ w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N & \sum A_{1i} & \sum A_{2i} & \sum A_{3i} \\ \sum A_{1i} & \sum A_{1i}^2 & \sum A_{1i}A_{2i} & \sum A_{1i}A_{3i} \\ \sum A_{2i} & \sum A_{1i}A_{2i} & \sum A_{2i}^2 & \sum A_{2i}A_{3i} \\ \sum A_{3i} & \sum A_{1i}A_{3i} & \sum A_{2i}A_{3i} & \sum A_{3i}^2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \sum L_i \\ \sum A_{1i}L_i \\ \sum A_{2i}L_i \\ \sum A_{3i}L_i \end{bmatrix}$$

Namun, telah diketahui bahwa data log memiliki resolusi yang berbeda dibandingkan dengan data seismik, sehingga di titik yang sama

antara data log dan data seismik, data seismik tidak dapat menggambarkan karakter dari data sumbu tersebut. Hal ini mengakibatkan korelasi antara data log dengan data seismik tidak akan optimal jika dilakukan dengan dasar *sample-by-sample*. Alternatifnya yaitu dengan mengasumsikan setiap *sample* dari target log berhubungan dengan beberapa kelompok dari data seismik.



Gambar 11. Penggunaan Lima Titik Dari Atribut Seismik Untuk Satu Titik Properti Log (Hampson, dkk, 2001)

Sebagai contoh, jika data log yang digunakan adalah impedansi akustik, dan lima titik atribut yang mirip terhadap *wavelet* seismik. Secara umum, dari semua properti log, kita dapat berharap *wavelet* untuk menghilangkan efek dari setiap sampel log melalui serangkaian sampel seismik. Persamaan (5) dapat diperluas dengan menambahkan operator konvolusi sebagai:

$$L = w_0 + w_1 * A_1 + w_2 * A_2 + \dots + w_m * A_m \dots\dots\dots(8)$$

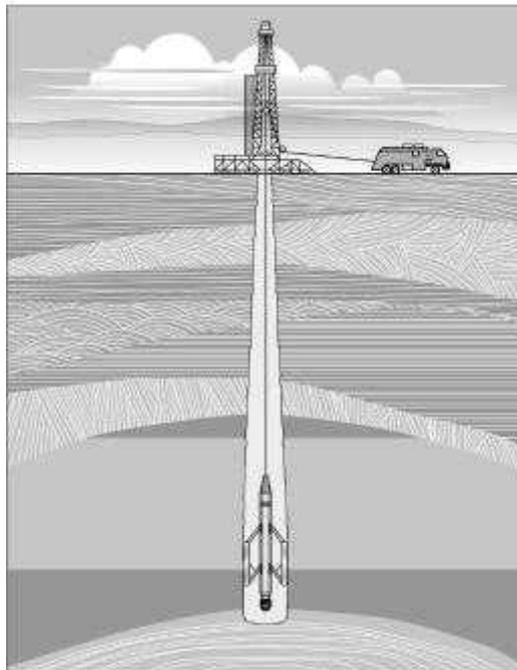
Dimana (*) merupakan konvolusi, dan w_i adalah operator dengan panjang tertentu. Operator w_i ditentukan dengan persamaan:

$$\bar{E}^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (L_i - w_0 - w_1 * A_{1i} - w_2 * A_{2i} - \dots - w_m * A_{mi})^2 \dots\dots\dots(9)$$

(Hampson, dkk, 2001).

3.5. Data Log Sumur

Logging merupakan metode pengukuran besaran-besaran fisika batuan terhadap kedalaman log. Sesuai dengan tujuan *logging* yaitu untuk menentukan besaran-besaran fisika batuan maka dasar dari *logging* adalah sifat-sifat fisik atau petrofisik dari batuan (Harsono, 1997). Pada prinsipnya, alat dimasukkan ke dalam log dan dicatat sifat fisi di sekitar daerah log pada kedalaman tertentu. Hasil pencatatan kemudian diplot ke dalam suatu *log* yang mempunyai skala tertentu dan direkam dalam bentuk digital.



Gambar 12. Ilustrasi Pengukuran *Logging* (Martono, 2004)

Secara kualitatif, dengan menggunakan data log kita dapat menentukan jenis litologi dan jenis fluida pori pada formasi di sekitar log. Sedangkan secara kuantitatif dapat memberikan informasi diantaranya ketebalan lapisan, porositas, permeabilitas, kejenuhan fluida, dan densitas hidrokarbon.

3.5.1. Log Gamma Ray

Prinsip dari log gamma ray (GR) adalah merekam radioaktivitas alami bumi. Radioaktivitas GR berasal dari 3 unsur radioaktif yang ada dalam batuan yaitu Uranium (U), Thorium (Th), dan Potasium (K), di mana batuan secara terus menerus memancarkan GR dalam bentuk pulsa-pulsa energi radiasi tinggi. Sinar Gamma dapat menembus batuan dan dideteksi oleh sensor sinar gamma yang umumnya berupa detektor sentilasi. Setiap GR yang terdeteksi akan menimbulkan pulsa listrik pada detektor. Parameter yang direkam adalah jumlah dari pulsa yang tercatat per satuan waktu (Harsono, 1997).

Secara khusus Log GR berguna untuk mengetahui perubahan dari lapisan batuan, hal ini dikarenakan dari setiap batuan memiliki nilai radioaktif yang berbeda-beda. Secara tidak langsung, defleksi nilai GR dapat menggambarkan sifat dari permeabilitas dari suatu formasi ataupun batuan. Namun, informasi berupa permeabilitas harus tetap dilakukan perhitungannya secara kuantitatif. Log gamma ray merupakan salah satu log yang sangat diperlukan dalam suatu analisis properti reservoir

3.5.2. Log Resistivitas

Log resistivitas merupakan log yang memberikan informasi berupa tahanan jenis dari suatu batuan bawah permukaan. Pengukuran dilakukan dengan memberikan arus listrik pada batuan dan akan merekam kembali aliran listrik sebagai respon dari batuan. Pada log resistivitas akan menggambarkan kandungan fluida pori, di mana fluida air pada pori batuan

akan memberikan nilai yang lebih rendah dibandingkan nilai resistivitas gas hidrokarbon.

Terdapat dua macam pengukuran log resistivitas, yaitu induksi log dan lateral log. Pengukuran log induksi yaitu dengan memanfaatkan lumpur bersifat konduktif. Hal ini dikarenakan pada log tidak terdapatnya media untuk menghantarkan listrik, sehingga dimasukan lumpur sebagai penghantar listrik. Sedangkan lateral log akan mengukur resistivitas batuan pada jarak yang jauh dari *tool*. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir efek dari *case hole*. Adapun induksi log meliputi *induction log deep* (ILD), *induction lg shallow* (ILS), dan *micro spherically focused* (MFS). Sedangkan untuk lateral log meliputi *lateral log deep* (LLD), *lateral log shallow* (LLS), dan *micro spherically focused log* (MSFL). Mengacu dari adanya perbedaan zona di skeitar dinding lubang pemboran, zona terinvasi dapat terindikasi dari rekaman log MSFL atau SFL, pada zona transisi dapat terindikasi dari rekama log LLS atau ILM, dan untuk zona jauh dapat terindikasi dari rekama log LLD atau ILD.

Tabel 1. Nilai Resistivitas Batuan (Telford, dkk, 1990).

Material	Resistivitas (Ohm.meter)
<i>Limestones</i>	50-10 ⁷
<i>Sandstones</i>	1-10 ⁸
<i>Shales</i>	20-2·10 ³
<i>Dolomite</i>	10 ² -10 ⁴
<i>Sands</i>	1-10 ⁴
<i>Clay</i>	1-10 ²
<i>Sea water</i>	0.2

3.5.3. Log Neutron

Menurut Schlumberger (1986), log neutron berguna dalam proses menentukan besaran porositas batuan. Pengukuran dilakukan dengan memancarkan atom neutron secara terus menerus dan bertumbukan dengan material-material dari formasi yang berakibat pengurangan energi neutron. Besar kecilnya energi neutron yang hilang tergantung pada perbedaan massa neutron dengan massa material pembentuk batuan/formasi (Doveton, 1986).

Energi neutron akan sangat berkurang ketika neutron bertumbukkan dengan suatu atom yang memiliki massa relatif sama, seperti atom hidrogen. Sehingga, semakin banyak atom hidrogen yang terkandung pada suatu formasi akan mengurangi energi neutron cukup banyak. Pori pada suatu formasi atau batuan dianggap mengandung fluida yang memiliki atom hidrogen, sehingga pembacaan log neutron akan memberikan informasi indeks hidrogen, yang menggambarkan besaran porositas. Log neutron juga dapat memberikan informasi minyak hidrokarbon maupun gas hidrokarbon, di mana gas hidrokarbon memiliki indeks hidrogen yang lebih rendah dibandingkan dengan minyak hidrokarbon.

3.5.4. Log Densitas

Log densitas merupakan kurva yang menunjukkan besaran densitas *bulk* (*bulk density*) dari batuan pada sekitar lubang log. Pengukuran dilakukan dengan menambakkan sinar gamma ke dalam formasi, di mana sinar gamma dapat dianggap sebagai partikel yang bergerak dengan kecepatan yang sangat tinggi. Banyaknya energi gamma yang hilang menunjukkan densitas elektron di dalam formasi, di mana densitas elektron

menggambarkan densitas formasi. Pada batuan homogen yang mengandung gas akan memiliki bentuk kurva yang lebih rendah dibandingkan dengan batuan homogen yang mengandung minyak.

3.6. Saturasi Air (S_w)

Fluida adalah bahan yang dapat mengalir, termasuk air, minyak, dan gas. Minyak dan gas merupakan liquids, sedangkan gas adalah fluida tetapi bukan liquids. Reservoir migas terbentuk dari sedimen yang terendapkan pada dasar lautan, dengan demikian pada awal terbentuknya lapisan sedimen telah terjenuhi oleh air asin. Air asin yang tertinggal dalam formasi disebut *connate interstitial water*, atau juga disebut dengan *connate water* yang diartikan sebagai air yang tertinggal di dalam suatu formasi pada saat pembentukan reservoir migas. Dalam reservoir, air akan menempati pori-pori yang kecil, celah-celah, dan sudut-sudut pori batuan. *Connate water* tersebar bervariasi diseluruh reservoir. Sehingga, hampir semua reservoir hidrokarbon memiliki air yang terakumulasi di sekitar daerah hidrokarbon.

Untuk mengetahui jumlah fluida hidrokarbon di dalam suatu reservoir perlu diketahui isi cairan dari dalam batuan. Sebelum terjadinya proses migrasi, reservoir terlebih dahulu telah terisi air, dan ketika proses migrasi berlangsung sebagian air didesak oleh cairan hidrokarbon. Dalam teknik reservoir, jumlah air, minyak, dan gas persatuan volume pori dinyatakan dalam istilah saturasi. Saturasi air (S_w), saturasi minyak (S_o), dan saturasi gas (S_g) pada kondisi reservoir dibawah tekanan jenuh, jumlah ketiga saturasi dinyatakan dengan:

$$S_w + S_o + S_g = 1 \dots\dots\dots(10)$$

Sedangkan pada kondisi reservoir bertekanan jenuh berlaku:

$$S_w + S_o = 1 \dots\dots\dots(11)$$

(Dewanto, 2016).

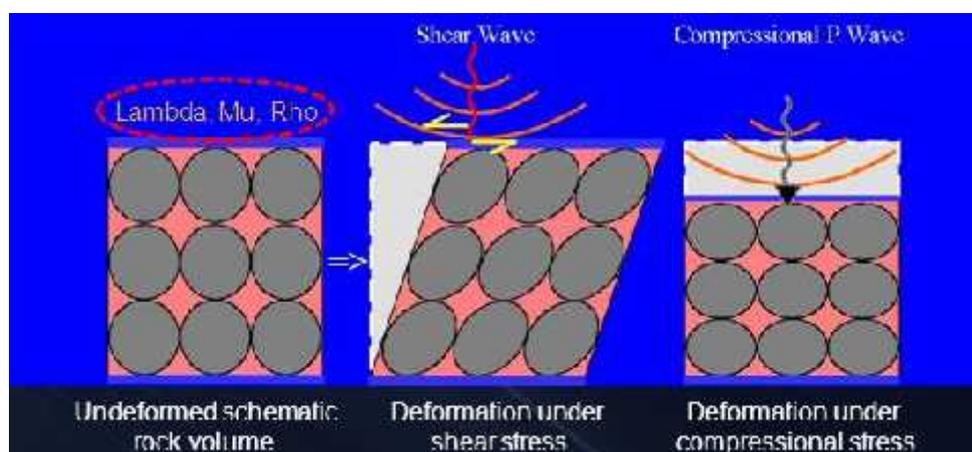
Shaly-sand formation adalah suatu istilah yang digunakan untuk menunjukkan bahwa suatu formasi tidak hanya mengandung pasir saja, tetapi terdapat *shale* pada kandungan pasirnya. Pada *shaly-sand formation* perhitungan nilai saturasi air yang akan dilakukan cenderung lebih sulit jika dibandingkan dengan yang dilakukan pada *clean formation*. Hal ini terjadi karena *shale* yang hadir dalam suatu formasi dapat menyebabkan perubahan pembacaan nilai pada saat dilakukan pengukuran dengan menggunakan logging sehingga perlu dilakukan koreksi. Kehadiran *shale* pada suatu reservoir dapat berdampak pada beberapa hal, seperti mengurangi porositas efektif, menurunkan nilai permeabilitas, dan dapat merubah nilai resistivitas.

Pada tahun 1963, Simandoux mempublikasikan persamaan saturasi yang dibuatnya, dimana pada saat itu banyak berbagai kalangan yang menerimanya. Persamaan saturasi yang dipublikasikannya berdasarkan log resistivitas, log densitas, dan log neutron. Metode ini baik digunakan pada pasir yang mengandung *dispersed* dan *laminated shale* (Dwiyono dan Winardi, 2014).

3.7. Atribut LMR (λ)- μ (μ)- ρ (ρ)

Godway, dkk (1997) mengusulkan pendekatan inversi AVO berdasarkan paramter *lame* sehingga didapat atribut LMR. *Lambda* (λ) dan

μ (μ) merupakan parameter *lame* yang mengidentifikasi sifat suatu benda. *Lambda* atau inkompresibilitas yang akan menggambarkan kemampuan batuan untuk menahan gaya yang diberikan secara tegak lurus. Gaya yang akan diberikan tidak akan merubah bentuk dari benda tersebut, sehingga pada parameter ini akan berpengaruh hanya terhadap pori batuan. Sehingga, pada batuan dengan pori berisikan fluida gas akan memiliki nilai inkompresibilitas yang lebih rendah dibandingkan batuan yang porinya tersaturasi minyak ataupun air. Sedangkan μ atau rigiditas akan memberikan informasi berupa kemampuan benda untuk terjadi *slide over*. Sehingga pada parameter ini akan diketahui jenis batuan dari suatu litologi. Pada batuan yang lebih *rigid* akan memberikan nilai μ yang lebih tinggi, begitupun sebaliknya.



Gambar 13. Ilustrasi Pengaruh Gaya *Lambda* (Kiri), dan Pengaruh Gaya *Mu* (Tengah) (Nasmy,2011).

IV. METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di PT.PHE ONWJ di Divisi *Subsurface* Lt. 9, pada tanggal 22 mei 2017 sampai 22 Agustus 2017. Setelah itu dilanjutkan di Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Lampung sampai dilakukannya Ujian Komprehensif.

Tabel 2. *Time Line* Penelitian

Bulan Ke-	5	6				7				8				9		11		2 ('18)				
Minggu ke-	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	3	4	3	4	1	2	3	4	
Studi Literatur																						
Pengumpulan Data																						
Input Data																						
Interpretasi Struktur																						
Inversi AI																						
Prediksi Log S-wave																						
Transform Log LMR																						
Prediksi Log LMR (<i>Training Seismic Multiattribute</i>)																						
Membuat Prediksi Volume LMR																						
Seminar Usul																						
Seminar Hasil																						
Seminar Komprehensif																						

4.2. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Landmark Geoview v2003*, digunakan untuk melakukan interpretasi seismik, berupa patahan dan horizon, dan *mapping*
2. *HRS v.9*, digunakan untuk analisis properti reservoir, penyebaran properti reservoir, serta melihat hasil pengolahan penyebaran properti reservoir.

4.3. Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan data milik PT.PHE ONWJ berupa:

1. Data Log

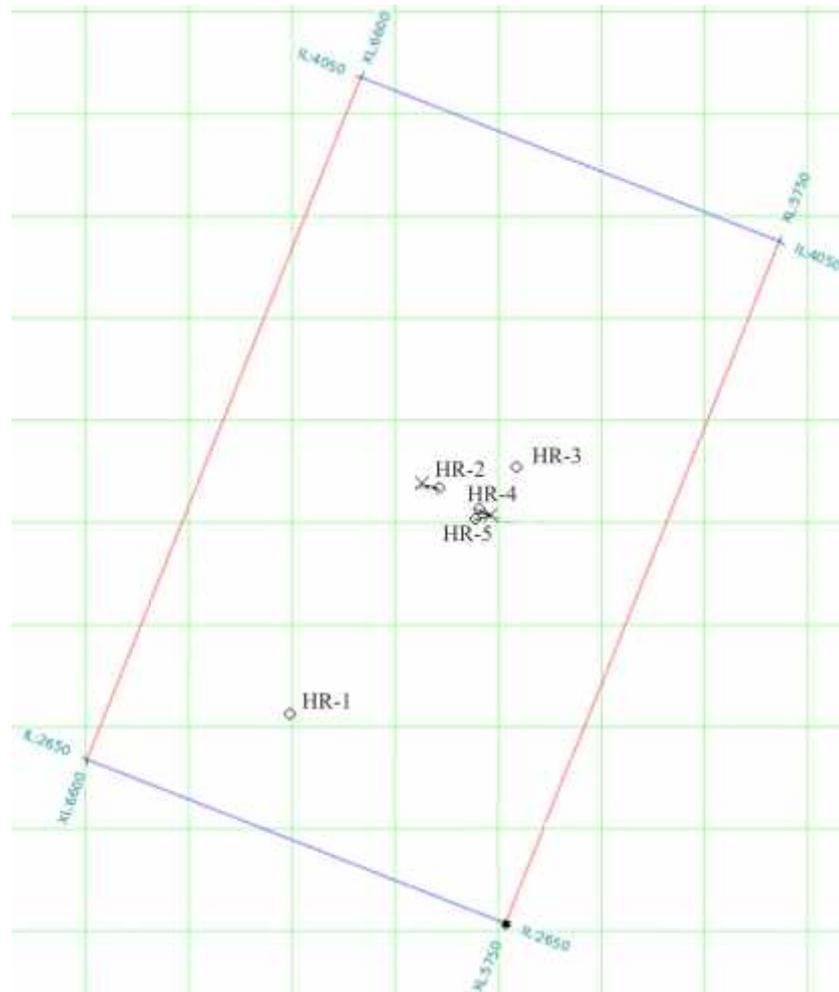
Penelitian ini menggunakan lima data log untuk dilakukan analisis, yaitu log HR-1, HR-2, HR-3, HR-4, dan HR-5. Berikut merupakan kelengkapan data dari tiap log:

Tabel 3. Kelengkapan Data Log

Nama Sumur	<i>Gamma Ray</i>	Resistivitas	Porositas	Densitas	<i>P-wave</i>	<i>S-wave</i>	<i>Check Shot</i>
HR-1	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓
HR-2	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓
HR-3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
HR-4	✓	✓	✓	✓	×	×	×
HR-5	✓	✓	✓	✓	×	×	×

2. Data Seismik

Data seismik yang digunakan berupa data *post stack* dengan *inline* 2650 sampai 4050, dan *xline* 5750 sampai 6570 pada area kerja PT.PHE ONWJ. Data seismik yang digunakan memiliki karakteristik berupa *sampling rate* sebesar 4ms, *amplitude* berupa *minimum phase* dengan *normal amplitude*. Pada Gambar 13 terlihat bahwa posisi sumur HR-2, HR-3, HR-4, dan HR-5 cenderung berada di tengah lokasi penelitian, sedangkan lokasi sumur HR-1 cenderung berada lebih ke arah baratdaya lokasi penelitian.



Gambar 14. Base Map Daerah Penelitian

4.4. Tahapan Pengolahan Data

4.4.1. Perhitungan S_w (Saturasi Air)

Perhitungan saturasi air digunakan untuk mengetahui tingkat kejenuhan air pada reservoir target. Tingkat kejenuhan air akan menggambarkan keberadaan hidrokarbon. Nilai saturasi air antara 20% dan 40% diindikasikan sebagai terdapatnya kandungan gas hidrokarbon, sedangkan nilai saturasi antara 40% dan 60% diindikasikan mengandung minyak hidrokarbon, dan pada nilai saturasi air diatas 60% diindikasikan bahwa reservoir tersebut tidak prospek terhadap reservoir hidrokarbon.

Terdapat perbedaan antara

4.4.2. Ekstrak *Wavelet* dan *Well-seismic tie*

Wavelet hasil ekstrak dari seismik akan menggambarkan data seismik di sekitar log sebagai acuan data seismik dalam proses *well-seismic tie* dengan mencocokkan dengan data *p-wave* pada log. Terdapat beberapa metode dalam melakukan ekstrak *wavelet*, yaitu:

1. *Statistical* : metode ini menggunakan data *trace* seismik untuk dilakukan ekstrak *wavelet*
2. *Using log* : menggunakan data log dengan menganalisis data berupa data *sonic*, densitas, dan data seismik
3. *Ricker* : terdapat empat parameter yang digunakan untuk membuat *wavelet* dengan metode ini, yaitu frekuensi dominan, rotasi fasa, *sample rate*, dan panjang gelombang

4. *Bandpass* : terdapat beberapa parameter yang diperlukan untuk membuat *wavelet* menggunakan parameter ini, yaitu *low cut; low pass; high cut; high pas*, rotasi fasa, *sample rate*, panjang gelombang, dan tipe fasa.

Wavelet yang telah dibuat kemudian di konvolusi dengan koefisien refleksi untuk membuat seismogram sintetik yang akan digunakan dalam proses *well-seismic tie*. Sebelum melakukan proses *well-seismic tie*, data log sonic (p-wave) dikonversi terlebih dahulu menggunakan data checkshot yang ada, sehingga domainnya berubah menjadi domain waktu.

Well-seismic tie adalah suatu proses untuk mengikat data log dengan data seismik. Sebagai mana kita ketahui bahwa domain kedalaman pada log adalah jarak dan domain kedalaman pada seismik adalah waktu. Sehingga, pada proses ini akan dilakukan pencocokan data log dan data seismik pada setiap interval ataupun hanya pada zona target. Proses ini banyak dipengaruhi oleh *shifting* dan *stretching*.

Shifting adalah proses memindahkan seluruh komponen seismogram ke posisi yang diinginkan. Hal ini dilakukan karena adanya perbedaan datum antara data seismik dan data log. Sedangkan *stretching* adalah proses meregangkan antara dua amplitudo yang berdekatan pada data seismogram. Hal ini dilakukan karena adanya proses migrasi yang kurang tepat pada proses migrasi data seismik.

4.4.3. *Picking Fault dan Picking Horizon*

Dilakukannya *picking fault* bertujuan untuk agar diketahui sesar-sesar dominan serta dapat membantu dalam proses *picking horizon* agar diketahui kemenerusannya secara tepat.

Picking horizon dilakukan pada batas antar lapisan, sehingga akan diketahui kemenerusan dari lapisan tersebut. Hasil dari *picking horizon* akan digunakan pada proses inversi sebagai acuan bentuk setiap lapisan. Untuk dapat melakukan *picking horizon*, diperlukan data *marker* sebagai acuan lokasi zona target.

4.4.4. Ekstrak Amplitude

Ekstrak amplitude dilakukan untuk mengetahui persebaran anomali amplitude pada interval zona target di seluruh data seismik. Anomali amplitude yang terjadi diperkirakan adanya keberadaan hidrokarbon.

4.4.5. Analisis Krosplot

Analisis krosplot dilakukan agar diketahui sensitivitas atribut seismik dengan properti reservoir. Selain itu pada analisis krosplot dapat diketahui hubungan antara atribut seismik dan properti reservoir, apakah berbanding lurus, berbanding terbalik, atau memiliki kecenderungan yang berbeda.

4.4.6. Inversi Seismik

Inversi seismik merupakan pemodelan bawah permukaan bumi dengan data seismik sebagai data input dan data log sebagai data kontrol. Model geologi yang dihasilkan dapat berupa persebaran nilai *acoustic impedance*, *share impedance*, *elastic impedance*, dan lainnya, yang merupakan sifat fisis dari suatu batuan. Pada data seismik *post-stack* hanya akan mendapatkan persebaran volume *acoustic impedance* saja, hal ini dikarenakan pada data *post-stack* merupakan *zero offset*. Sedangkan pada data *pre-stack* akan dapat persebaran atribut elastisitas. Hal ini dikarenakan pada data *pre-stack* mengandung data *offset* θ° .

4.4.7. Analisis Multiatribut (*Training Log*)

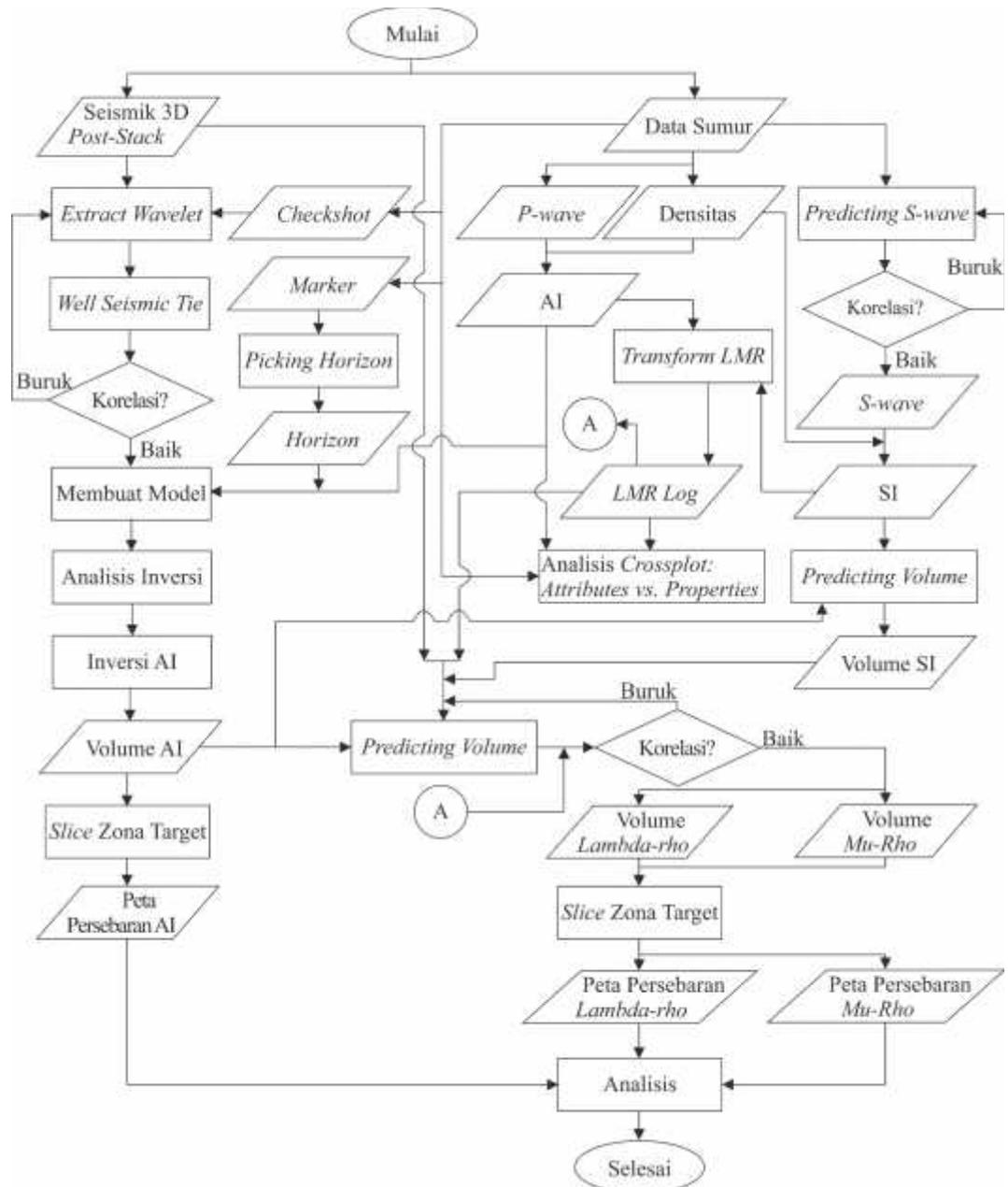
Analisis multiatribut merupakan salah satu metode statistik untuk mendapatkan hubungan antara suatu atribut dengan beberapa properti yang digunakan sebagai *input* data. Terdapat beberapa tujuan dalam menggunakan metode ini, yaitu untuk mendapatkan prediksi data log dan sebagai metode untuk mendapatkan prediksi volum atribut seismik.

4.4.8. Pembentukan 3D Volume Atribut (*lambda-rho* dan *mu-rho*)

Hasil dari *training log* adalah suatu persamaan yang akan digunakan untuk memprediksi 3D volume dari atribut *lambda-rho* dan *mu-rho*. Pembentukan 3D volume dilakukan dengan mengaplikasikan persamaan yang telah didapat pada seluruh data seismik.

4.5. Diagram Alir

Adapun diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Diagram Alir Penelitian

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Atribut AI memberikan informasi porositas pada daerah penelitian, dan didapat bahwa pada AOI memiliki porositas yang baik dengan nilai AI berkisar $15.000 \text{ g/cc} \cdot \text{f} / \text{s}$ hingga $16.500 \text{ g/cc} \cdot \text{f} / \text{s}$.
2. Atribut *lambda-rho* akan memberikan informasi fluida pori berdasarkan *crossplot* antara atribut *lambda-rho* dan nilai resistivitas, dan didapat bahwa pada *lambda-rho* dengan nilai dibawah $17.5 \text{ G} / \text{cc} \cdot \text{g} / \text{cc}$ merupakan efek dari hidrokarbon. Sedangkan atribut *mu-rho* akan memberikan informasi litologi berdasarkan *crossplot* antara atribut *mu-rho* dan nilai *gamma ray*, dan didapat bahwa pada *mu-rho* dengan nilai dibawah $7.5 \text{ G} / \text{cc} \cdot \text{g} / \text{cc}$ merupakan litologi *sand*.
3. Dari persebaran nilai *amplitude*, atribut AI, atribut *lambda-rho*, dan atribut *mu-rho* didapat bahwa persebaran anomali saling mendukung, dimana pada anomali *amplitude* memberikan nilai *negative maximum*, atribut AI memberikan nilai $15.000 \text{ g/cc} \cdot \text{f} / \text{s}$ hingga $16.500 \text{ g/cc} \cdot \text{f} / \text{s}$, atribut

lambda-rho memberikan nilai dibawah $17.5 \text{ GI} \cdot \text{g/cc}$, dan atribut *mu-rho* memberikan nilai dibawah $7.5 \text{ GI} \cdot \text{g/c}$ pada AOI daerah penelitian.

6.2. Saran

Adapun saran dari penulis adalah diperlukan penelitian lanjutan menggunakan metode AVO pada data *pre-stack* dilokasi yang sama untuk dilakukan perbandingan dengan hasil persbearan prediksi *lambda-mu-rho* pada data *post-stack*.

DAFTAR PUSTAKA

Dewanto, O., 2016, *Buku Ajar Petrofisika Log Edisi-1*, AURA, Bandar Lampung

Doveton, J. H., 1986, *Log Analysis of Subsurface Geology*, John Wiley and Sons Inc., USA.

Dwiyono, dan Winardi, 2014, Kompilasi Metode *Water Saturation* Dalam Evaluasi Formasi, *Prosiding Seminar Nasional Kebumihan Ke-7*, M2P-03

Goodway, W., Chen, T., dan Downton, J., 1997, Improved AVO fluid detection and lithology discrimination using Lamé parameters; ρ , μ and ρ/μ fluid stack from P and S inversions: *Proceeding CSEG National Convention 148-151*.

Gordon, T.L., 1985, Talang Akar coals - Ardjuna sub-basin oil source, *Proceedings IPA 14*, 91-120.

Hampson, D., Schuelke, J., dan Quirein, J., 2001, Use of Multi-Attribute Transforms to Predict Log Properties from Seismic Data, *Journal Geophysic SEG Volume 66*, 1942-2156.

Hampson, D., 2014, *Course Hampson-russel v.09-2014*, France, CGG Company.

Harsono, A., 1997, *Pengantar Evaluasi Log*, Schlumberger Data Service, Jakarta

Martono, 2004, *Buku Ajar Prinsip Pengukuran Logging*, Bandung

Nasmy, 2011, *Inversi Lambda Mu Rho Untuk Memetakan Penyebaran Litologi Dan Hidrokarbon Pada Formasi Menggala Lapangan "X4" Cekungan Sumatera Tengah*, Depok, UI.

Noble R.A., Pratomo H., Nugrahanto K., Ibrahim A.M.T., Prasetya I., Wu C.H., dan Howes J.V.C., 1997, *Petroleum System Of Northwest Java, Indonesia, Proceeding IPA 97-OR-55*.

Russel, B., 1994, *Seismic Inversion*, USA: SEG Course Note

Schlumberger, 1986, *Log Interpretation Charts*, Schlumberger Well Services, USA.

Sukmono, S., 1999, *Buku Ajar Interpretasi Seisik Refleksi*, ITB, Bandung.

Telford, M.W., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., dan Keys, D.A., 1976, *Applied Geophysics*, Cambridge University Press, New York.

Telford, M.W., Geldart, L.P., dan Sheriff, R.E., 1990, *Applied Geophysics Second Edition*, Cambridge University Press, New York.