APLIKASI ATRIBUT *SWEETNESS* UNTUK MENENTUKAN SEBARAN RESERVOAR BATU PASIR PADA LAPANGAN TEXACO, MEKSIKO

SKRIPSI

Oleh:
IFHAM ARIFUDDIN
NIM. 13640013

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2017

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

APLIKASI ATRIBUT *SWEETNESS* UNTUK MENENTUKAN SEBARAN RESERVOAR BATU PASIR PADA LAPANGAN TEXACO, MEKSIKO

SKRIPSI

Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh:
IFHAM ARIFUDDIN
NIM. 13640013

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2017

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

HALAMAN PERSETUJUAN

APLIKASI ATRIBUT *SWEETNESS* UNTUK MENENTUKAN SEBARAN RESERVOAR BATU PASIR PADA LAPANGAN TEXACO, MEKSIKO

SKRIPSI

Oleh:
IFHAM ARIFUDDIN
NIM. 13640013

Telah Diperiksa dan Disetujui,
Tanggal: 08 Desember 2017

Pembimbing I,	Pembimbing II,
Irjan, M.Si	Umaiyatus Syarifah, M. A
NIP. 19691231 200604 1 003	NIP. 19820925 200901 2 005

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika

Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

HALAMAN PENGESAHAN

APLIKASI ATRIBUT *SWEETNESS* UNTUK MENENTUKAN SEBARAN RESERVOAR BATU PASIR PADA LAPANGAN TEXACO, MEKSIKO

SKRIPSI

Oleh:
IFHAM ARIFUDDIN
NIM. 13640013

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 18 Desember 2017

Penguji Utama	:	Drs. Abdul Basid, M.Si NIP. 19650504 199003 1 003	
Ketua Penguji	:	Dr. Imam Tazi, M.Si NIP. 19740730 200312 1 002	
Sekretaris Penguji	:	Irjan, M.Si NIP. 19691231 200604 1 003	
Anggota Penguji	:	Umaiyatus Syarifah, M.A NIP. 19820925 200901 2 005	

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika

Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	IFHAM ARIFUDDIN
NIM	:	13640013
Jurusan	:	FISIKA
Fakultas	:	SAINS DAN TEKNOLOGI
Judul Penelitian	:	Aplikasi Atribut *Sweetness* Untuk Menentukan Sebaran Reservoar Batu Pasir Pada Lapangan Texaco, Meksiko

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 29 November 2017
Yang Membuat Pernyataan,

IFHAM ARIFUDDIN
NIM. 13640013

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

MOTTO

"Unggul dalam berfikir, anggun dalam bersikap"

"Jangan hidup seperti lilin, mampu menerangi sekitarnya namun dirinya sendiri habis terbakar"

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

HALAMAN PERSEMBAHAN

Kepada kedua orang tuaku tercinta bapak Soeharsono dan Ibu Siti Fatimah, terima kasih atas pendidikan moral, dukungan materi, suntikan semangat, serta doa yang tak pernah henti selama ini. Semoga Allah senantiasa melimpahkan Rohmat serta hidayah kepada keduanya.

Kepada adikku Fahmi Syarifuddin, terima kasih atas semangat yang tiada henti. Jadilah anak yang berbakti kepada kedua orang. Semoga cita-citamu tercapai kelak.

Skripsi ini kupersembahkan kepada kalian semua, keluargaku tercinta. Terima kasih atas kasih sayang yang telah dicurahkan selama ini.

Kepada bapak/ibu guru TK, SD, SMP, MA, ustad dan ustadzah yang pernah mengajar saya dulu, terima kasih atas pendidikan moral dan ilmu yang telah diajarkan selama ini. Dosen-dosenku Fisika, PKPBA, PKPBI, pengasuh Ma'had Sunan Ampel Al-A'ly, serta Bapak Joko Wiyono, semoga Allah membalas segala amal kebaikan yang telah engkau berikan. Aaamiiin.

Kepada Sahabat-sahabatku, Teman-teman Fisika Angkatan 2013, Dulur-Dulur Geofisika, dan orang terdekatku Dyah Tri Subiyantoro. Terimakasih atas segala semangat dan dukungannya.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya. Sholawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita Baginda Rasulallah, Nabi besar Muhammad Saw serta para keluarga, sahabat, dan pengikut-pengikutnya. Atas ridho dan kehendak Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Aplikasi Atribut *Sweetness* Untuk Menentukan Sebaran Reservoar Batu Pasir Pada Lapangan Texaco, Meksiko** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) dijurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Selanjutnya penulis haturkan ucapan terima kasih seiring doa dan harapan *jazakumullah ahsanal jaza'* kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah banyak memberikan pengetahuan dan pengalaman yang berharga.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Drs. Abdul Basid, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika yang telah banyak meluangkan waktu, nasehat dan Inspirasinya sehingga dapat melancarkan dalam proses penulisan skripsi.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4. Irjan, M.Si selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktu dan pikirannya dan memberikan bimbingan, bantuan serta pengarahan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Umaiyatus Syarifah, M.A selaku dosen pembimbing agama, yang bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan bidang integrasi Sains dan al-Quran serta Hadis.
6. Bapak, Ibu, dan adik tercinta serta segenap keluarga yang tetap mendo'akan, memberi kepercayaan dan memberikan motivasi baik secara moril maupun materil.
7. Joko Wiyono, M.T selaku pembimbing lapangan, yang bersedia meluangkan waktu dan pikirannya dan memberikan bimbingan, bantuan serta pengarahan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
8. Teman-teman Fisika 2013 dan para sahabat terimakasih atas kebersamaan dan persahabatan serta pengalaman selama ini.
9. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat, tambahan ilmu dan dapat menjadikan inspirasi kepada para pembaca *Amin Ya Rabbal Alamin.*

Wassalamu'alaikumWr. Wb.

Malang, 29 November 2017

Penulis

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGAJUAN ii
HALAMAN PERSETUJUAN iii
HALAMAN PENGESAHAN iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN v
MOTTO vi
HALAMAN PERSEMBAHAN vii
KATA PENGANTAR viii
DAFTAR ISI x
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR TABEL xiv
DAFTAR LAMPIRAN xv
ABSTRAK xvi
ABSTRACT xvii
الملخص xviii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Batasan Masalah 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Tinjauan Daerah Penelitian 6
2.1.1 Geologi Regional 6
2.1.2 Stratigrafi Regional 10
2.1.3 Petrolium Sistem 12
2.1.4 Batuan Induk 13
2.1.5 Migrasi 14
2.1.6 Reservoar 14
2.2 Konsep Dasar Seismik Refleksi 15
2.3 Komponen Seismik Refleksi 16
2.3.1 Tras Seismik 16
2.3.2 Impedansi Akustik 17
2.3.3 Koefisien Refleksi 18
2.3.4 Polaritas 18
2.3.5 Resolusi Seismik 19
2.3.6 *Wavelet* 21
2.3.7 Sintetik Seismogram 22
2.4 Seismik Atribut 23
2.4.1 Atribut *Variance* 23
2.4.2 Atribut *Sweetness* 23
2.5 Konsep Dasar *Logging* 24
BAB III METODE PENELITIAN 32
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 32
3.2 Data Penelitian 32

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3.2.1 Data Seismik 3D 33
3.2.2 Data Sumur 33
3.2.3 Data Geologi 35
3.2.4 Data *Marker* 35
3.2.5 Data *Checkshot* 35
3.3 Peralatan Penelitian 36
3.4 Tahap Pengolahan Data 36
3.4.1 Input Data *Marker* 38
3.4.2 *Well Correlation* 38
3.4.3 *Crossplot* 38
3.4.4 *Well Seismic Tie* 39
3.4.5 Interpretasi Seismik 39
3.4.6 *Time Structure map* 40
3.4.7 Atribut *Sweetness* 41
3.4.8 Analisa Sebaran Reservoar Batu Pasir 42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 43
4.1 Tinjauan Geologi 43
4.2 Analisa Data Sumur 44
4.2.1 Analisa *Well Correlation* 45
4.2.2 Analisa Grafik *Log* 47
4.3 Analisa Hasil *Crossplot* 57
4.4 *Well Seismic Tie* 60
4.5 *Picking Horizon* 62
4.6 *Picking Fault* 64
4.7 Analisa Sebaran Reservoar Pada Top Horizon 1 66
4.7.1 Analisa Sebaran Reservoar Atribut RMS *Amplitude* 66
4.7.2 Analisa Sebaran Reservoar Atribut RMS *Instantaneous Frequency* 68
4.7.3 Analisa Sebaran Reservoar Atribut RMS *Sweetness* 71
4.8 Kajian al-Quran Tentang Eksplorasi Minyak Bumi dan Batuan Reservoar 73
BAB V PENUTUP 78
5.1 Kesimpulan 78
5.2 Saran 78
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pusat pengendapan Louisiana-Texas bagian teluk pantai ketika Neogen-Kuarter 7
Gambar 2.2 Peta penyebaran kubah garam, patahan, dan daerah pengangkatan pada Paparan Louisiana 9
Gambar 2.3 Kolom stratigrafi cekungan Teluk Meksiko 11
Gambar 2.4 Proses konvolusi untuk menghasilkan tras seismik 17
Gambar 2.5 Contoh Konvensi Polaritas Menurut Seg Fase Minimum dan Fase Nol 19
Gambar 2.6 Jenis-Jenis *wavelet*; 1) *Zero phase*, 2) *Maximum phase*, 3) *Minimum phase*, 4) *Mix phase* 21
Gambar 2.7 Seismogram Sintetik Hasil Konvolusi Wavelet dengan Koefisien Refleksi 22
Gambar 2.8 Ilustrasi prinsip *log* SP 29
Gambar 3.1 Lokasi area penelitian 32
Gambar 3.2 Data Seismik Texaco 3D 33
Gambar 3.3 Peta Lokasi Sumur (*Base map*) 35
Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian 37
Gambar 4.1 Hasil transformasi Faust pada sumur 1631 (kurva biru) dengan kontrol *log sonic* asli (kurva merah) 45
Gambar 4.2 Penampang *well correlation* menggunakan log SP dan resistivitas pada 10 sumur 46
Gambar 4.3 Data log sumur1602 47
Gambar 4.4 Data log sumur1726 48
Gambar 4.5 Data log sumur1643 49
Gambar 4.6 Data log sumur1653 50
Gambar 4.7 Data log sumur1631 51
Gambar 4.8 Data log sumur1741 52
Gambar 4.9 Data log sumur1629 53
Gambar 4.10 Data log sumur1626 54
Gambar 4.11 Data log sumur1606 55
Gambar 4.12 Data log sumur1609 56
Gambar 4.13 Hasil *crossplot* & *Cross section log SP vs sonic* di sumur 1631 58
Gambar 4.14 Hasil *crossplot* & *Cross section log SP vs resistivity* di sumur 1631 59
Gambar 4.15 *Wavelet zero phase statistical* 61
Gambar 4.16 Hasil nilai korelasi *well seismic tie* pada sumur 1631 61
Gambar 4.17 *Picking horizon inline* 1594 pada sumur 1631 63
Gambar 4.18 *Picking horizon xline* 845 pada sumur 1631 63
Gambar 4.19 *Time Structure Map* 64
Gambar 4.20 Hasil *picking fault* (a) penampang amplitude, (b) penampang *variance* pada inline 1594 65
Gambar 4.21 Penampang horizontal 3D hasil *corendering* variance atribut dengan *time structure map* 65
Gambar 4.22 Peta Persebaran RMS *amplitude* 66
Gambar 4.23 *Crossplot* atribut RMS *amplitude* vs sand thickness 68

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Gambar 4.24 Peta Persebaran RMS *instantaneous frequency* 69
Gambar 4.25 *Crossplot* atribut RMS *instantaneous frequency* vs sand thickness 70
Gambar 4.26 Peta Persebaran RMS *sweetness* 71
Gambar 4.27 *Crossplot* atribut RMS *sweetness* vs *sand thickness* 73

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kelengkapan Data Sumur 34
Tabel 3.2 Data *Checkshot* 36
Tabel 4.1 Ketebalan Sand Pada Top Horizon 1 57
Tabel 4.2 Nilai persebaran RMS *amplitude* Top Horizon 1 67
Tabel 4.3 Nilai persebaran *Instantaneous Frequency* Top Horizon 1 70
Tabel 4.4 Nilai persebaran *Sweetness* Top Horizon 1.....72

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil *Crossplot*
Lampiran 2 Hasil *Picking Horizon*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ABSTRAK

Arifuddin, Ifham. 2017. **Aplikasi Atribut *Sweetness* Untuk Menentukan Sebaran Reservoar Batu Pasir Pada Lapangan Texaco, Meksiko.** Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang. Pembimbing: (I) Irjan, M.Si. (II) Umaiyatus Syarifah, M. A.

Kata Kunci: Reservoar batu pasir, *Channel*, Atribut *RMS amplitude*, Atribut *instantaneous frequency*, Atribut *sweetness*.

Lapangan Texaco terletak di *High Island Area, Offshore Southern Louisiana, Gulf of Mexico*, USA. Lapangan ini merupakan salah satu mega area penghasil hidrokarbon di dunia selama lebih dari 100 tahun. Lapisan miosen terbukti menjadi yang paling produktif di unit kronostratigrafi paparan Louisiana sejak awal ditemukan pada tahun 1990-an. Penelitian ini difokuskan pada strata *Miocene* tengah, khususnya Top Horizon 1. Lapisan ini didominasi oleh batu pasir dan lempung dengan lingkungan pengendapan delta. Untuk memetakan persebaran reservoar batu pasir pada Top Horizon 1, analisa seismik atribut menggunakan atribut RMS *amplitude*, RMS *instantaneous frequency*, dan RMS *sweetness* dengan menggunakan data seismik 3D PSTM dan 10 sumur sebagai kontrol.

Berdasarkan hasil *crossplot* dengan menggunakan data *log spontaneous potential*, *sonic*, dan *resistivity*, sifat fisis dari batu pasir dan lempung dapat diidentifikasi dengan baik. Sedangkan hasil analisa atribut seismik menunjukkan bahwa atribut *sweetness* dapat menggambarkan dengan jelas persebaran reservoar batu pasir pada Top Horizon 1 dibandingkan atribut lainnya. Dengan pola persebaran batu pasir dominan di bagian timur hingga tenggara tepatnya pada daerah rendahan. Adanya *channel* pada daerah rendahan tersebut, semakin memperjelas bahwa batu pasir pada masa tersebut terendapkan di sepanjang tepian sungai pada lingkungan pengendapan delta.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ABSTRACT

Arifuddin, Ifham. 2017. **The Application of Sweetness Attribute to Determine The Sandstone Reservoir Distribution in Texaco Fields, Mexico.** Thesis. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, the State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor: (I) Irjan, M. Si. (II) Umaiyatus Syarifah, M. A.

Keywords: Sandstone reservoir, Channel, RMS amplitude attribute, Instantaneous frequency attribute, Sweetness attribute.

Texaco field is located in High Island Area, Offshore Southern Louisiana, Gulf of Mexico, USA. This field is one of hydrocarbon producer in the world that had since 100 years ago. The Miocene layers had been proved as the most productive at the crhonostratigraphic unit at the Louisiana area, it was found for the first time in 1990s. This research will be focused in the Middle Miocene layer, especially Top Horizon 1. The layer is dominated by sand and shales with fluvial deltaic environment. To map the distribution of reservoir in Middle Miocene especially in Top Horizon 1, seismic attribute analysis such as, RMS amplitude, RMS instantaneous frequency, RMS sweetness had been done using 3D PSTM seismic data and 10 wells as control.

Based on the crossplot result using SP, sonic, and resistivity log, sandstone and shale can be identified. While the result of seismic attribute analysis shows that sweetness attribute can clearly illustrate the distribution of sandstone reservoir at Top Horizon 1 if compared with the other attributes. The distribution pattern of the sandstone is dominant at the east and south-east, exactly in the lower spot. The existence of channel in lower spot shows that those sandstones are sedimented along the river side at fluvial deltaic environment.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

الملخص

عرف الدين، إفهام، 2017 م. البرنامج (*Atribut Sweetness*) لتحديد تعيين الخزان الحجر الرمليّ في الميدان التيكسجو، ميكسيك. البحث الجامعي. قسم فيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانج. المشرف (1) عرجان الماجستير (2) امية الشريفة الماجستير.

الكلمات الأساسية: الخزان الحجر الرمليّ، *Channel*، *Atribut RMS amplitude*، *instantaneous frequency*، *Sweetness*.

تقع الميدان التكسجو في المنطقة الجزيرة العلوي، *Offshore Southern Louisiana*، Gulf of Mexico، USA. هذا الميدان هو المناطق المنتجة الضخمة الهدروكاربون في العالم عند مثوي. الطبقة Miosen تأكد يتكون المنتج الأكثر في القطعة *kronostratigrafi* الرفوف *Louisiana* منذ البداية اكتشفت في 1990 م. هذا البحث ركز على الطبقة الوسطى، الخاص في *Top Horizon* الواحد. هذا الطبقة معضم من الحجر الرملي و الطين في البيئة التفل الدلتا. ليتفرق تعيين الخزان الحجر الرمليّ في *Top Horizon* الواحد، تحليل الزلزالي الخلة يستخدم *sweetness*، *instantaneous frequency*، و *RMS amplitude* باستخدام البيانات الزلزالي *3D PSTM* و عشرة آبار كذا رقابة.

على الإنتاج *Crossplot* باستخدام البيانات *log spontaneous potential*، *sonic*، و *resistivity*، الخصائص الفيزيائية من الحجر الرمليّ و الطين تحدد جيدا. أن الحصل تحليل البيانات الزلزالي يحدد أن atribut *sweetness* يوضح تعيين الخزان الحجر الرمليّ في *Top Horizon* الواحد بالمقارنة مع الخلة أخرى. الإنماط الخزان الحجر الرمليّ معظم في الجنوب الشرقي والموانج في المنطقة السفلي. أما الموجد *channel* في المنطقة السفلي، كلما يوضح أن الحجر الرمليّ في هذا الزمان رسب على طول ضفاف النهر في البيئة التفل الدلتا.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manusia sebagai khalifah di bumi sudah sewajarnya menjaga, memelihara, mempelajari serta memanfaatkan segala yang ada di bumi. Banyak dari bumi yang bisa dimanfaatkan, salah satunya adalah minyak dan gas bumi. Minyak dan gas bumi sendiri sampai saat ini masih menjadi sumber energi utama yang dibutuhkan oleh manusia sebagai bahan bakar kendaraan, mesin pabrik hingga pembangkit listrik. Dalam al-Quran Surat Qaf (50): 4, Allah SWT berfirman:

قَدْ عَلِمْنَا مَا تَنقُصُ ٱلْأَرْضُ مِنْهُمْ ۖ وَعِندَنَا كِتَٰبٌ حَفِيظٌۢ ﴿٤﴾

"Sesungguhnya Kami telah mengetahui apa yang dihancurkan oleh bumi dari (tubuh-tubuh) mereka, dan pada sisi Kamipun ada kitab yang memelihara (mencatat)" (Q.S. Qaf (50): 4).

Dari ayat di atas, dijelaskan bahwa jasad mayat setelah hancur di dalam kubur, maka akan terurai kembali menjadi komposisi asalnya yakni air dan tanah, namun masih menyisakan sesuatu yang penting. Oleh sebab itu, tentang air dan tanah diungkapkan dalam al-Quran dengan kalimat..."*apa yang dihancurkan oleh bumi dari (tubuh-tubuh) mereka*...," seakan terdapat asal-usul yang tersisa setelah hancurnya tubuhnya (El-Naggar, 2010).

Apa yang tersisa setelah dihancurkannya jasad-jasad tersebut telah dijelaskan dalam beberapa hadis Rasulullah SAW, yakni tulang kecil sebesar biji sawi yang merupakan asal-usul penciptaan manusia dan dari sini pula nanti akan dibangkitkan kembali. Tulang belulang manusia maupun hewan yang tertimbun

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

berjuta-juta tahun biasa disebut fosil yang erat kaitannya dengan teori biogenesis tentang pembentukan minyak dan gas bumi. Teori tersebut menjelaskan bahwa minyak dan gas bumi terbentuk selama jutaan tahun yang berasal dari jasad makhluk hidup yang tertimbun di bawah permukaan bumi kemudian terendapkan menjadi batuan sedimen (*sedimentary rock*) dan proses ini berulang-ulang hingga satu lapisan menutupi lapisan sebelumnya. Kemudian endapan tersebut terurai oleh bakteri sehingga menjadi material yang kaya hidrogen dan karbon. Adanya tekanan dan temperatur yang sangat tinggi mengakibatkan terbentuknya gas dan minyak bumi.

Kebutuhan manusia akan minyak dan gas bumi setiap tahun semakin meningkat, namun hal ini tidak sebanding dengan hasil produksi yang semakin menurun tiap tahunnya. Berbagai usaha dilakukan manusia untuk memenuhi kebutuhan akan sumber energi tersebut. Usaha-usaha tersebut akhirnya melahirkan disiplin ilmu geofisika. Ilmu geofisika merupakan ilmu yang mempelajari kajian bumi berdasarkan pendekatan fisika. Dalam geofisika sendiri terdapat berbagai survei seperti geolistrik, magnetik, gravitasi, elektromagnetik, seismik, dan lain-lain.

Metode geofisika yang umumnya digunakan untuk eksplorasi hidrokarbon adalah metode seismik. Pada awalnya, metode seismik hanya digunakan untuk memetakan geometri struktur jebakan (*trap*) hidrokarbon. Seiring berkembangnya teknologi, metode seismik telah berkembang dengan pesat, sehingga bisa digunakan untuk menganalisa litologi bawah permukaan dengan dukungan atau kontrol data sumur. Dengan kata lain, data seismik tidak hanya digunakan sebagai

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

informasi struktural bawah permukaan saja, melainkan dengan adanya data sumur, data seismik juga mampu memberi informasi mengenai litologi, porositas, maupun kandungan fluida untuk mengkarakterisasi reservoar. Hal ini bisa dicapai salah satunya berkat perkembangan metode atribut seismik.

Sejak awal pengembangan atribut seismik yang dimulai pada tahun 1970-an, telah banyak digunakan serta ditemukan berbagai macam bentuk atribut seismik untuk membantu interpreter dalam analisa geofisika reservoar. Karena kegunaannya yang tinggi, maka sejak tahun 1995-an bersama dengan metode seismik inversi, analisis seismik atribut sudah dianggap sebagai metode baku dalam analisa geofisika reservoar (Sukmono, 2007).

Area penelitian berada di Lapangan Texaco, *Offshore Southern Louisiana, Gulf of Mexico*, USA. Teluk Meksiko sendiri merupakan salah satu area penghasil hidrokarbon terbesar di dunia, dengan menghasilkan hidrokarbon selama kurang lebih 100 tahun. Kajian ini dilakukan dan difokuskan pada lapisan berumur *miocene*, untuk mengoptimalkan kembali potensi hidrokarbon serta identifikasi prospek hidrokarbon baru.

Pada penelitian ini menggunakan Atribut *Sweetness*. Atribut *Sweetness* merupakan salah satu atribut yang sering digunakan dalam industri perminyakan untuk membantu *interpreter* dalam proses interpretasi untuk menentukan persebaran reservoar dari sebuah data seismik. Atribut *Sweetness* merupakan kombinasi dari amplitudo dan frekuensi. Amplitudo yang tinggi serta frekuensi yang rendah dapat mengindikasikan kehadiran hidrokarbon yang melewati reservoar. Atribut ini merangkap dua fungsi atribut sekaligus yakni amplitudo dan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

frekuensi, sehingga atribut *sweetness* ini dirasa lebih baik dalam menentukan sebaran reservoar batu pasir yang juga sekaligus terindikasi ada fluida hidrokarbon di dalamnya.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana membedakan lapisan reservoar dan non-reservoar pada zona target?
2. Bagaimana menentukan persebaran reservoar batu pasir dengan menggunakan Atribut *Sweetness* pada zona target?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mendapatkan hasil crossplot guna mengidentifikasi lapisan reservoar dan non-reservoar pada zona target.
2. Untuk menentukan persebaran reservoar batu pasir dengan menggunakan Atribut *Sweetness* pada zona target.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Dapat memahami karakteristik (amplitudo, frekuensi, dan sweetness) lapisan bawah permukaan serta membedakan lapisan reservoar dan non-reservoar pada zona target.
2. Dapat membantu proses interpretasi data seismik 3D dengan menggunakan Atribut *Sweetness* dalam menentukan persebaran reservoar batu pasir pada zona target.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

1.5 Batasan Masalah

1. Data seismik yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data 3D PSTM (*post-stack time migration*) yang telah melalui tahap *processing* dan dianggap benar dengan jumlah sumur sebanyak 12 sumur, data marker, dan data *checkshot*.
2. Jumlah sumur yang digunakan sebanyak 10 sumur dari total 12 sumur yang ada.
3. Atribut seismik yang digunakan antara lain adalah Atribut *Sweetness, Variance, Rms Amplitude, dan Instantaneous Frequency*.
4. Studi difokuskan pada reservoar hidrokarbon zona target *Top Horizon 1*.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB II
KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Daerah Penelitian

2.1.1 Geologi Regional

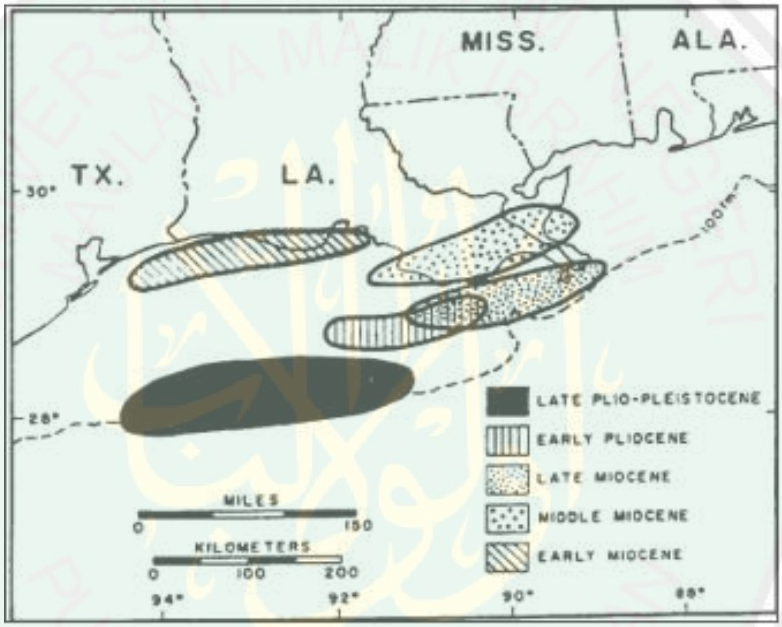
Paparan Lousiana adalah bagian utara Cekungan Teluk Meksiko mulai terbentuk ketika Trias oleh proses divergensi lempeng-tektonik sepanjang passive margin dari Lempeng Amerika Utara. Tektonik Laramide selama Kapur-Tersier awal menyediakan jumlah sedimen silisiklastik terrigenous yang tebal dari sumber yang telah terangkat di bagian utara Teluk Cekungan selama periode Tersier. Masuknya sedimen tebal lanjutan selama Pleistosen, sebagian dikendalikan oleh fluktuasi dari glester kontinental di Amerika Utara. Masuknya sedimen ini terus menghasilkan akumulasi endapan Kenozoikum yang tidak menerus, secara lokal melebihi 50.000 kaki (15 km) (Shideler, 1987).

Pusat cekungan atau pusat pengendapan, terletak di sepanjang tepi paparan, berimigrasi sepanjang waktu Kenozoikum sebagai akibat dari pergeseran sumber sedimen baik ke arah cekungan maupun ke arah lateral. Karena laju sedimentasi lebih besar dari laju amblesan, ujung bagian utara Teluk Meksiko mengalami progradasi sejauh 402 km ke arah cekungan sejak akhir Kapur (Woodbury et al., 1937).

Selama Miosen, aliran dari utara dan barat membawa sedimen ke margin bagian utara dari Teluk Meksiko. Sedimen tersebut, terdiri atas pasir dan tanah liat, diendapkan dalam lingkungan delta dan didistribusikan kembali ke arah paparan dan ke lereng benua oleh mekanisme ombak dan arus. Arsitektur dari

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

paparan yang telah terbentuk ketika Eiosen dan Oligosen pada kawasan Louisiana-Texas bagian teluk pantai terus berlanjut sepanjang zaman Miosen. Pengendapan progradasi ke arah teluk mengalami interupsi berulang kali oleh transgresi yang mencerminkan kenaikan permukaan laut relatif sehingga mengakibatkan pengendapan serpih laut (Limes & Stipe, 1959).



Gambar 2.1 Pusat pengendapan Louisiana-Texas bagian teluk pantai ketika Neogen-Kuarter (Shideler, 1987).

Sebelum awal zaman Miosen, sungai memberikan kontribusi sedimen ke teluk pantai yang terletak di bagian barat dari Louisiana dan di Texas. Hal ini ditunjukkan dengan dominasi sedimen klastik di Louisiana bagian barat daya (Berger, 2012: 12).

Pada awal Miosen, mulai terjadi amblesan dari lantai cekungan di Louisiana selatan. Penurunan ini terus berlanjut sepanjang waktu Miosen awal dan tengah, sehingga berakibat terjadinya pergeseran pusat sedimentasi klastik ke

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

arah timur seperti pada gambar 2.1 pada awal Miosen akhir, area yang mengalami penurunan permukaan terbesar menjadi bersifat lokal terutama pada selatan dan lepas pantai dari Terrebone Parish, yang membentuk "Palung Terrebone". Ketebalan terbesar dari sedimen Miosen di sepanjang teluk pantai diendapkan dalam palung (Limes & Stipe, 1959).

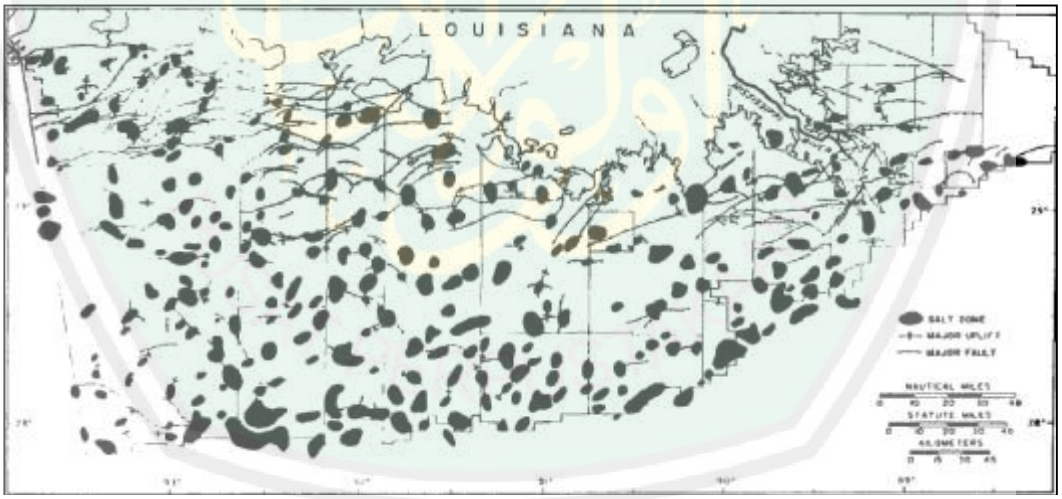
Secara regional kerangka struktural dari Paparan Louisiana terdiri dari kumpulan lapisan terrigenous miring yang menebal ke arah teluk. Diendapkan pada endapan kompleks hasil deformasi lokal yang dihasilkan dari tegangan geostratic intrabasinal disebabkan oleh efek sedimen-loading selama proses akresi progradasi tepi benua dari teluk bagian utara (shideler, 1987).

Endapan Miosen mengikuti arsitektur yang sudah terbangun sebelumnya baik secara arah kemiringan maupun penebalan. Endapan ini juga telah terdeformasi lokal menjadi tinggian-tinggian lokal yang disebabkan aktivitas ekstrusi dari endapan garam. Rata-rata tingkat kemiringan di strata Miosen tengah berkisar dari 300 kaki per mil di dalam fasies menengah hingga lebih dari 800 kaki per mil di dalam fasies serpih (Limes & Stipe, 1959).

Kemiringan Lapisan secara regional yang berarah selatan sering terganggu oleh struktur lokal seperti sesar tumbuh (*growth faults*) dan kubah garam (*salt dome*), yang berkaitan langsung atau tidak langsung terhadap aliran plastik sedimen oleh gaya gravitasi. Kubah garam pada daerah Teluk Meksiko adalah fitur umum yang dihasilkan dari ekstrusi lateral dan intrusi vertikal dari endapan garam Jurasik (Formasi Louain Salt), yang tertekan dan bergerak oleh perbedaan akumulasi dari *overburden* (Shideler, 1987).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Kubah garam tampak seperti diapir-diapir kecil yang terisolasi, yang kemudian bergabung menjadi besar pada kedalaman yang lebih dalam. Kubah garam diklasifikasikan menjadi 2, yakni *piercement* dan *non-piercement*. Sebuah kubah garam *piercement* di paparan Louisiana didefinisikan sebagai salah satu yang menembus diatas fasies serpih besar. Sedangkan kubah garam *non-piercement* umumnya dijumpai pada area lebih ke arah cekungan (*basinward*) di sekitar *slope break* dan umumnya dijumpai pada kedalaman lebih dalam dari batas bawah dari penetrasi sumur. Sebagian besar struktur garam adalah diapir namun beberapa fitur yang terangkat sepanjang tepi luar paparan dapat menjadi indikasi telah terjadi mobilisasi intrusi serpih diapir (Limes & Stipe, 1959).



Gambar 2.2 Peta penyebaran kubah garam, patahan, dan daerah pengangkatan pada Paparan Louisiana (Shideler, 1987).

Sedimentasi setelah berhentinya sesar tumbuh (*growth fault*) ini umumnya dikontrol oleh patahan-patahan yang terjadi ketika rezim ekstensi, yang umumnya terjadi pada puncak atau pada bagian sayap dari kubah garam. Patahan-patahan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

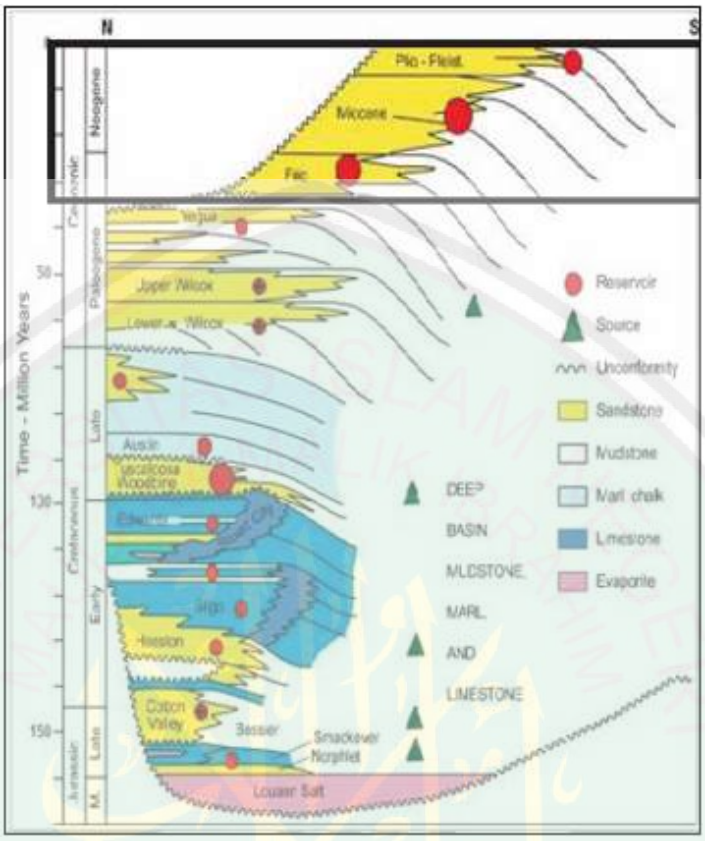
post growth fault ini umumnya bersifat lokal atau terbentuk dalam sistem dengan pola sejajar dengan sumbu atau bersifat radial (Shideler, 1987).

2.1.2 Stratigrafi Regional

Menurut Shideler (1987) dalam Batalipu (2011) menyebutkan bahwa asupan sedimen siliklastik terrigenous yang tebal pada Paparan Louisiana berasal dari sumber yang terangkat di bagian utara cekungan Teluk Meksiko selama masa Kapur-Tersier Awal. Asupan sedimen ini berlanjut pada masa *Pleistocene* yang sebagian dikendalikan oleh fluktuasi glester benua Amerika Utara. Sedimen ini bergeser baik ke arah cekungan maupun ke arah lateral yang secara terus-menerus berlangsung sehingga terakumulasi menjadi endapan *Chenozoic* yang tidak menerus, secara lokal melebihi 50.000 ft (15 km). Karena laju sedimentasi lebih besar dari laju amblesan, maka ujung bagian utara Teluk Meksiko mengalami progradasi sejauh 402 km ke arah cekungan sejak periode Kapur Akhir.

Secara umum, kronostratigrafi dari cekungan Teluk Meksiko dapat dilihat pada gambar 2.3

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 2.3 Kolom stratigrafi cekungan Teluk Meksiko (Galloway & William E, 2009)

Menurut Limes and Stipe (1959) terdapat dominasi sedimen klastik di Louisiana bagian barat daya, sehingga diperkirakan sedimen ini berasal dari Teluk Pantai yang terletak di sebelah barat Louisiana dan Texas yang berlangsung sebelum awal masa Miosen. Pada Miosen awal mulai terjadi amblesan dari lantai cekungan di Louisiana Selatan. Penurunan ini terus berlanjut sepanjang waktu Miosen awal dan Miosen tengah, sehingga berakibat terjadinya pergeseran pusat sedimentasi klastik ke arah timur. Pada Miosen akhir, area yang mengalami amblesan terbesar menjadi secara lokal terutama pada bagian selatan dan lepas pantai dari *Terrebone Parish*, yang membentuk "Palung Terrebone". Ketebalan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

terbesar dari sedimen Miosen terdapat di sepanjang Teluk Pantai yang diendapkan dalam palung.

Pada masa Miosen, aliran sedimen berupa batu pasir dan batu lempung yang berasal dari bagian utara dan barat membawa sedimen ke batas utara Teluk Meksiko, yang diendapkan di lingkungan delta dan didistribusikan kembali ke arah paparan dan ke lereng benua oleh mekanisme ombak dan arus. Arsitektur paparan yang telah terbentuk pada masa *Eocene* dan *Oligocene* di area Lousiana-Texas bagian teluk pantai akan terus berlanjut sepanjang zaman Miosen.

Berdasarkan hasil Interpretasi *Log SP* Tim UI IBA (2010) dalam Batalipu (2011) di Lapangan Texaco tepatnya di sumur 1643, endapan *Lower Miocene* didominasi oleh shale yang mengendap pada distal bar. Sedangkan pada *Middle Miocene* endapan sedimen berupa akumulasi sedimen yang berasal dari delta dan sungai (*fluvial*) yang didominasi endapan delta. Pada masa *Upper Miocene*, hanya berasal dari perselingan antara endapan delta dan fluvial.

2.1.3 Petrolium Sistem

Akumulasi hidrokarbon di pantai Teluk Meksiko yang terkait erat dengan sedimen yang diendapkan dalam lingkungan tertentu. Asosiasi tersebut adalah bukti bahwa minyak dan gas bumi terjebak di sekitar tempat mereka terbentuk. Akumulasi dalam pasir yang diendapkan di dalam dan di pinggiran delta. Sebagian besar berkaitan dengan akumulasi *uplifts* struktural lokal seperti kubah garam dan "*rollover*" akibat pengaruh sesar tumbuh (Rainwater, 1964).

Sistem minyak bumi daerah ini secara signifikan dipengaruhi oleh evolusi *allochthonous* garam. Konduktivitas termal yang tinggi dari garam memperlambat

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

kematangan termal batuan sumber minyak bumi pada strata *subsalt* dan menyebabkan generasi akhir dan migrasi dari mereka. Kebanyakan perangkap terbentuk selama *Pliocene-Pleistocene*, dan generasi-migrasi-akumulasi minyak bumi dari *Miocene* awal hingga *Holocene*.

Lapisan garam yang bersifat *impermeable*, mencegah migrasi vertikal minyak bumi dan menyebabkan jalur migrasi dibelokkan secara lateral sampai kemiringan dasar garam dimana *salt welds* terbentuk. Migrasi minyak bumi berlanjut melalui *channel* tersebut dan berlanjut secara vertikal.

2.1.4 Batuan Induk

Batuan induk masa Mesozoikum-Kenozoikum diyakini berperan sebagai penghasil hidrokarbon atas sebagian besar minyak dan akumulasi gas di lepas pantai utara cekungan Teluk Meksiko. Menurut Nun dan Sassen (1986) dalam Berger (2012) meskipun belum ada lapisan yang ditembus oleh pemboran eksplorasi di lepas pantai, mereka telah teridentifikasi di darat dan juga oleh Deep-Sea Drilling Project (DSDP) situs 535 dan 540 dan telah dihubungkan dengan akumulasi minyak bumi dengan menggunakan biomarker, analisa pirolisis, dan analisa gas kromatografi, sehingga pengendapan batuan ini diasumsikan terendapkan secara luas di seluruh cekungan utara Teluk Meksiko. Batuan induk ini diendapkan dalam lingkungan laut, dan sebagian besar adalah kerogen tipe II atau tipe II-S (kaya akan belerang).

Pengeboran lepas pantai belum menemukan sumber minyak efektif masa Kenozoikum, batu serpih yang ditemukan umumnya kurang matang, dan hanya berisi gas yang menghasilkan kerogen tipe III. Informasi tersebut telah digunakan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

untuk menyatakan bahwa batuan induk yang lebih tua (terkubur lebih dalam) diperlukan untuk menghasilkan minyak bumi yang ditemukan dalam reservoir yang relatif muda atau dangkal.

2.1.5 Migrasi

Struktur yang terbentuk dari sejarah panjang tektonik gravitasi (*growth fault*) yang saling berpengaruh terhadap endapan garam dan batu lumpur *overpressured* telah berperan penting dalam sistem minyak bumi. Patahan, kubah garam, dan *salt welds* telah menciptakan jalur migrasi hingga satuan kilometer hingga mencapai batuan reservoar masa Kenozoikum. Sejarah panjang pembentukan dan pengaktifan kembali struktur pertumbuhan ini menyediakan *condiuts* yang siap apabila efek puncak generasi hidrokarbon memberikan *charging* untuk hidrokarbon bergerak.

2.1.6 Reservoar

Pola Progradasi tepi benua zaman Kenozoikum yang diakibatkan karena tingginya pasokan sedimen mengakibatkan suksesi sistem reservoar satu di atas yang lain. Ruang penyimpanan (*acomodation space*) untuk sedimen di pinggiran cekungan cepat diisi oleh suplai sedimen yang melimpah melalui beberapa sungai. Pantai mengalami progradasi di atas dan ke arah tepi paparan pada waktu itu, pengangkutan pasir langsung ke lereng atas (*upper slope*) dan ke cekungan yang lebih dalam.

Tingkat suplai sedimen yang tinggi dan penurunan yang cepat menghasilkan endapan pasir yang ditumpuk secara vertikal dengan pola

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

pengendapan berulang-ulang. Sistem reservoar bertingkat adalah fitur karakteristik petrolium sistem era Kenozoikum pada cekungan utara Teluk Meksiko. Perkembangan luas dari endapan-endapan *overpressure* meningkatkan produktivitas lebih lanjut dari potensi reservoar.

2.2 Konsep Dasar Seismik Refleksi

Metode seismik refleksi merupakan salah satu metode geofisika yang secara luas banyak digunakan dalam kegiatan eksplorasi hidrokarbon. Metode seismik refleksi memanfaatkan gelombang pantul (refleksi) dari lapisan bawah permukaan yang dihasilkan dari sifat-sifat fisis batuan, diantaranya adalah kecepatan gelombang P (Vp) dan kecepatan gelombang S (Vs), densitas (ρ) yang besarnya ditentukan oleh tipe matriks, porositas (φ), saturasi (S), elastisitas, modulus *young* (E), modulus geser (μ), modulus bulk (k), konstanta *lame* (λ), rasio poisson's (σ), dan impedansi akustik (AI) (Hilterman, 1997).

Metode seismik refleksi dilakukan dengan membuat sumber getaran buatan pada suatu titik tembak (*shotpoint*). Getaran tersebut merambat merambat ke bawah permukaan bumi dan dipantulkan oleh setiap lapisan atau reflektor. Getaran yang dipantulkan (gelombang refleksi) ditangkap oleh alat penerima (*receiver*) berupa geofon atau hidrofon yang dibentang di sepanjang lintasan seismik (*line*). Data yang diterima oleh *receiver* kemudian direkam oleh instrumen perekaman.

Gelombang seismik membawa informasi mengenai litologi bawah permukaan dalam bentuk waktu datang (*travel time*), amplitudo gelombang,

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

frekuensi dan fasa gelombang. Waktu datang gelombang pantul akan memberikan informasi kecepatan rambat gelombang (*velocity*).

Pada dasarnya metode seismik refleksi adalah untuk mengetahui batas-batas lapisan atau reflektor dari sinyal berupa gelombang elastis yang dikirim ke dalam bumi. Refleksi dari gelombang seismik tersebut terjadi pada saat adanya perbedaan impedansi akustik sebagai fungsi dari kecepatan dan densitas suatu lapisan batuan. Gelombang seismik yang melalui batuan dalam bentuk gelombang elastik, mentransfer energi menjadi pergerakan partikel batuan. Dimensi dari gelombang elastik atau gelombang seismik lebih besar dibandingkan dengan dimensi pergerakan partikel batuan tersebut. Meskipun begitu, penjalaran gelombang seismik dapat diterjemahkan dalam bentuk kecepatan dan tekanan partikel yang disebabkan oleh vibrasi selama penjalaran gelombang tersebut.

Kecepatan gelombang dalam batuan pada saat pergerakan partikel mengalirkan energi, menentukan kecepatan gelombang seismik dalam batuan tersebut. Dengan metode seismik refleksi diharapkan dapat diketahui keadaan bawah permukaan bumi berdasarkan sifat-sifat pemantulan guna mengetahui keberadaan hidrokarbon.

2.3 Komponen Seismik Refleksi

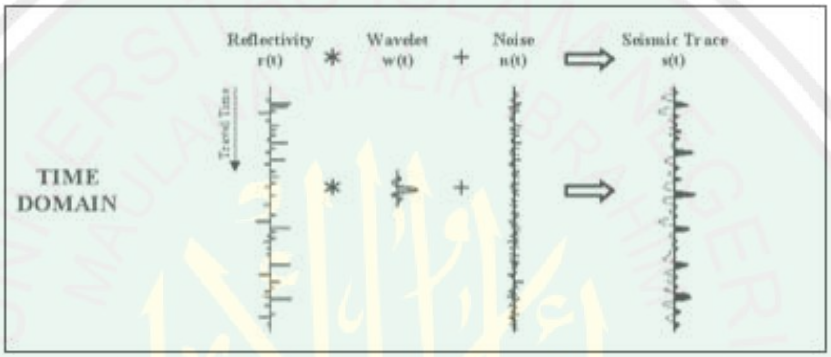
2.3.1 Tras Seismik

Tras seismik atau *seismic trace* adalah model konvolusi yang menyatakan bahwa tiap tras merupakan hasil konvolusi sederhana dari reflektivitas bumi dengan fungsi sumber seismik ditambah dengan *noise*. Persamaan dari tras seismik dapat dituliskan sebagai berikut (Russell, 1998):

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$S_t = W_t * r_t + n_t \quad (2.1)$$

dimana: S_t = tras seismik
Wt = *wavelet* seismik
r_t = reflektivitas bumi
n_t = *noise*
* = Operator konvolusi



Gambar 2.4 Proses konvolusi untuk menghasilkan tras seismik (Partyka, 1999)

2.3.2 Impedansi Akustik

Salah satu karakteristik batuan untuk dapat melewatkan gelombang seismik yang melewatinya adalah Impedansi Akustik (IA), yang merupakan hasil perkalian dari densitas batuan (ρ) dan kecepatan rambat gelombang pada batuan tersebut (v) yang dirumuskan sebagai berikut:

$$IA = \rho v \quad (2.2)$$

Semakin keras suatu batuan, maka nilai impedansi akustik akan semakin besar. Sebagai contoh, batu pasir yang sangat kompak memiliki nilai impedansi akustik yang lebih tinggi dibandingkan batu lempung. Baik densitas maupun kecepatan secara langsung dapat mempengaruhi nilai impedansi akustik. Apabila

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

terdapat fluida (air, minyak, atau gas) pada sebuah formasi, maka akan lebih mempengaruhi nilai kecepatan daripada densitas (Sukmono, 1999).

2.3.3 Koefisien Refleksi

Koefisien refleksi merupakan cerminan dari bidang batas media yang memiliki harga impedansi akustik yang berbeda. Untuk koefisien refleksi pada sudut datang nol derajat, dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\mathrm{KR} = \frac{IA2-IA1}{IA2+IA1} = \frac{\rho 2v2-\rho 1v1}{\rho 2v2+\rho 1v1} \quad (2.3)$$

dimana
KR = Koefisien Refleksi
IA1 = Impedansi akustik lapisan atas
IA2 = Impedansi akustik lapisan bawah

2.3.4 Polaritas

Meskipun penggunaan kata polaritas hanya mengacu pada perekaman dan konvensi tampilan dan tidak mempunyai makna khusus tersendiri, dalam rekaman seismik, penentuan polaritas sangat penting. *Society of Exploration Geophysicists (SEG)* mendefinisikan polaritas normal sebagai berikut:

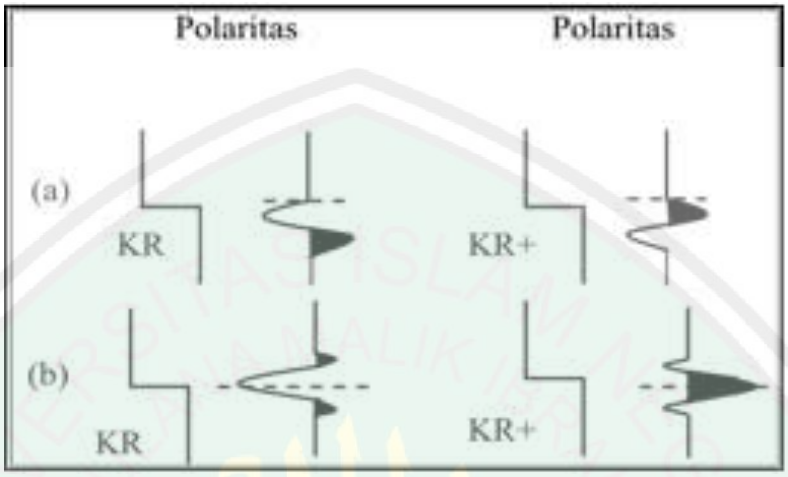
1. Sinyal seismik positif akan menghasilkan tekanan akustik positif pada hidrofon di air atau pergerakan awal ke atas pada geofon di darat.
2. Sinyal seismik yang positif akan terekam sebagai nilai negatif pada tape, defleksi negatif pada monitor dan *trough* pada penampang seismik.

Menggunakan konvensi ini, dalam sebuah penampang seismik dengan tampilan polaritas normal SEG kita akan mengharapkan:

1. Batas refleksi berupa *peak* pada penampang seismik, jika $IA_2 > IA_1$.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2. Batas refleksi berupa *trough* pada penampang seismik, jika $IA_2 < IA_1$.



Gambar 2.5 Contoh konvensi polaritas menurut SEG fase minimum dan fase nol (Abdullah, 2001)

2.3.5 Resolusi Seismik

Resolusi adalah jarak minimum antara dua objek yang dapat dipisahkan oleh gelombang seismik. Resolusi menggambarkan jarak minimum antara dua reflektor yang dalam hal ini berupa batas perlapisan yang dapat dibedakan oleh gelombang seismik. Dalam interpretasi seismik resolusi terbagi menjadi dua arah resolusi yaitu resolusi vertikal dan resolusi horizontal (Sukmono, 1999):

1. Resolusi Vertikal

   Resolusi vertikal seismik berhubungan dengan nilai-nilai kecepatan, frekuensi, dan panjang gelombang yang didefinisikan sebagai:

$$Rv = 1/4\ \lambda \tag{2.4}$$

   dimana

$$\lambda = v/f \tag{2.5}$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Ketebalan minimum tubuh batuan untuk dapat memberikan refleksi sendiri bervariasi dari 1/8 λ – 1/30 λ. Resolusi vertikal tubuh batuan setara dengan 1/4 λ dalam waktu bolak-balik. Hanya batuan yang mempunyai ketebalan di atas 1/4 λ yang dapat dibedakan oleh gelombang seismik. Ketebalan ini biasa disebut ketebalan tuning (*tunning thickness*). Teknik pemodelan dapat dilakukan untuk memperkirakan lapisan yang tebalnya kurang dari 1/4 λ dengan melihat variasi amplitudo refleksi. Dengan bertambahnya kedalaman, dimana kecepatan bertambah tinggi dan frekuensi semakin rendah, maka ketebalan tuning bertambah besar.

2. Resolusi Horizontal

Suatu titik refleksi berasal dari daerah dimana terjadi antara muka gelombang dan bidang reflektor. Zona Fresnel adalah bagian dari reflektor dimana energi gelombang direfleksi setelah setengah dari siklus atau seperempat panjang gelombang setelah terjadinya refleksi pertama. Zona Fresnel menunjukkan dimensi lateral satu benda yang dapat dibedakan oleh gelombang seismik. Magnitudo Zona Fresnel dapat diperkirakan dari (Abdullah, 2011):

$$\mathrm{rf} = \frac{vt}{2f} \tag{2.6}$$

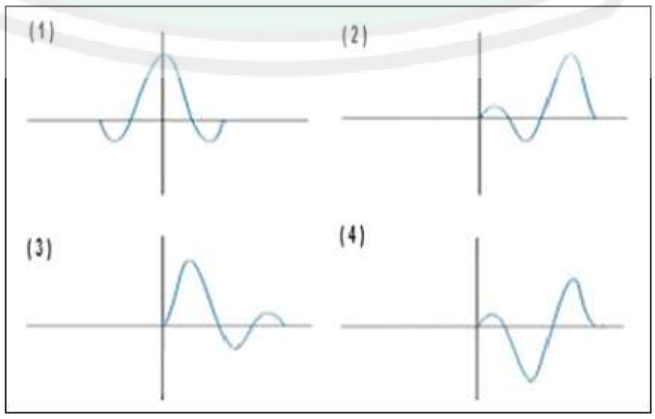
dengan
rf = radius zona fresnel,
v = kecepatan,
t = waktu tempuh bolak-balik gelombang,
f = frekuensi

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.3.6 *Wavelet*

Wavelet atau sering juga disebut sinyal seismik merupakan kumpulan dari sejumlah gelombang seismik yang mempunyai amplitudo, frekuensi dan phase tertentu. Secara matematis *wavelet* dapat didefinisikan sebagai superposisi dari banyak gelombang sinusoidal yang amplitudonya sama tetapi dengan frekuensi yang bervariasi dalam satu *band* frekuensi tertentu. Semakin lebar *band* frekuensi maka bentuk *wavelet* semakin *spike*.

Ada empat jenis *wavelet* yang umum diketahui, yaitu *zero phase*, *minimum phase*, *maximum phase*, dan *mixed phase*. Pembagian ini berdasarkan pada waktu yang dibutuhkan sebuah *wavelet* untuk mencapai maksimum energinya. *Zero phase wavelet* adalah *wavelet* yang energi maksimumnya berhimpit pada waktu nol. *Minimum phase wavelet* adalah *wavelet* yang memerlukan waktu yang paling singkat untuk mencapai maksimum energinya. *Maximum phase wavelet* merupakan *wavelet* yang membutuhkan waktu paling besar untuk mencapai maksimum energinya. *Mixture phase wavelet* adalah *wavelet* campuran dari *maximum* dan *minimum phase wavelet* (Sukmono, 1999).



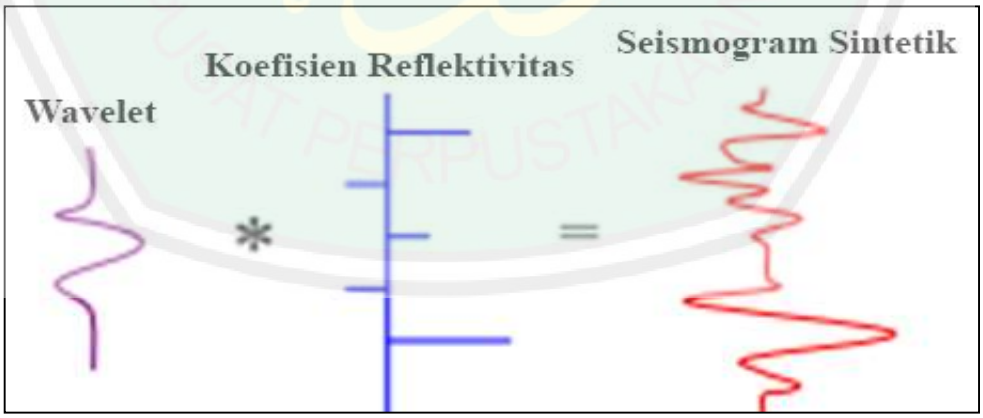
Gambar 2.6 Jenis-Jenis *wavelet*; 1) *Zero phase*, 2) *Maximum phase*, 3) *Minimum phase*, 4) *Mix phase* (Sukmono, 1999).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.3.7 Sintetik Seismogram

Seismogram sintetik adalah seismogram tiruan hasil konvolusi suatu *wavelet* dengan koefisien refleksi. *Wavelet* diperoleh dari hasil ekstraksi penampang seismik, sedangkan koefisien refleksi merupakan hasil dari impedansi akustik yang diperoleh dari *sonic log* dan *density log*. Di satu sisi seismogram sintetik menunjukkan data kedalaman yang akurat namun di sisi lain memperlihatkan adanya penampang seismik tiruan. Seismogram sintetik ini dapat membantu identifikasi horison pada penampang seismik karena resolusi vertikalnya lebih baik dari data seismik.

Salah satu kelemahan seismogram sintetik adalah mereka umumnya dibuat dengan menggunakan frekuensi yang sama untuk seluruh penampang, padahal frekuensi yang dipakai tersebut umumnya diambil dari zona target (Abdullah, 2001).



Gambar 2.7 Seismogram Sintetik hasil konvolusi *wavelet* dengan Koefisien Refleksi (Abdullah, 2001)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.4 Seismik Atribut

Teknik interpretasi rekaman seismik refleksi merupakan kombinasi antara penerapan ilmu kuantitatif dan seni visualisasi. Seismik atribut didefinisikan sebagai sifat kuantitatif dan deskriptif dari data seismik yang dapat ditampilkan pada skala yang sama dengan data asli. Keunggulan seismik atribut adalah kemampuannya untuk mengekstraksi informasi dari data seismik yang mula-mula tersembunyi pada tampilan normal atau reflektivitas.

2.4.1 Atribut *Variance*

Variance merupakan estimasi dari perubahan lokal pada sinyal seismik/tras seismik. Atribut ini berguna untuk mendeteksi struktur terutama adanya patahan dari identifikasi batasan nilai koherensi rendah dengan koherensi tinggi dengan lebih baik dibandingkan amplitudo konvensional.

Atribut *variance* dapat digunakan untuk memisahkan batasan-batasan dari input dataset. Dengan adanya batasan, hal ini berarti terjadi diskontinuitas di dalam kemenerusan horizontal amplitudo seismik. Atribut *variance* juga dapat diterapkan sebagai atribut stratigrafi. Jika berjalan dalam beberapa akumulasi *range* waktu (*short window time*), maka atribut *variance* dapat menunjukkan fitur-fitur dari hasil pengendapan, termasuk *reef*, *channel*, *splays*, dll.

2.4.2 Atribut *Sweetness*

Atribut *sweetness* (amplitudo sesaat dengan akar kuadrat dari frekuensi sesaat) didefinisikan sebagai tras *envelope* a (t) dibagi dengan akar dari frekuensi fa (t) seperti pada persamaan di bawah:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$s(t) = \frac{a(t)}{\sqrt{fa(t)}} \tag{2.7}$$

Sweetness adalah salah satu atribut dalam seismik yang didesain untuk mengidentifikasi titik *sweet spots* yang mana merupakan tempat gas dan minyak mudah ditemukan, serta untuk meningkatkan pencitraan interval atau tubuh dari sesuatu yang berbutir kasar (pasir). Definisi dari *sweetness* diambil dari sebuah hasil observasi yang menyatakan bahwa di dalam cekungan sedimen klastik yang berusia muda, *sweet spots* yang digambarkan dalam data seismik cenderung memiliki amplitudo yang tinggi dan frekuensi yang rendah. Jadi, segara garis besar, nilai *sweetness* yang tinggi mengindikasikan keberadaan minyak dan gas (Radovich dan Oliveros, 1998).

Anomali *sweetness* ini berkaitan dengan anomali dari energi refleksi. Hart (2008) dalam Koson (2014) mengusulkan bahwa atribut *sweetness* ini sangat berguna untuk pendeteksi *channel*. Anomali-anomali dari atribut ini terkadang berada di lokasi yang sama dengan amplitudo RMS dan atribut *envelope* dikarenakan sifat-sifat fisiknya. Meskipun begitu, patahan-patahan masih sulit diidentifikasi melalui peta horizontal. Hal ini mungkin disebabkan karena sedikit atau bahkan tidak ada kontras pada litologi lateral (horizontal) sepanjang patahan tersebut.

2.5 Konsep Dasar *Logging*

Sedikit yang dapat dipelajari tentang potensi dari suatu sumur yang sedang dibor. Dalam kenyataannya lumpur bor mendesak hidrokarbon masuk ke dalam

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

formasi menjauhi lubang bor dan mencegah hidrokarbon menyembur keluar ke permukaan. Pemeriksaan berkas bor (*cutting*) yang kembali ke permukaan dapat memberikan petunjuk tentang litologi secara gamblang dari formasi yang ditembus oleh pahat dan mungkin juga mampu menyingkap tanda-tanda dari hidrokarbon, akan tetapi cara ini tidak mampu memperkirakan jumlah minyak atau gas di lapisan formasi (Harsono, 1997: 7).

Logging memberikan data yang diperlukan untuk mengevaluasi secara kuantitas hidrokarbon di lapisan pada situasi dan kondisi sesungguhnya. Kurva *log* memberikan informasi yang cukup tentang sifat-sifat batuan dan fluida pengisi pori. Dari sudut pandang pengambilan keputusan, *logging* adalah bagian yang penting dari proses pemboran dan penyelesaian sumur (Harsono, 1997:7).

Berikut adalah macam-macam *logging* (Harsono, 1997):

1. *Log* berdasarkan waktu
   a. *Log* lapangan

      Ditandai dengan tulisan ”*Field Print*”, *log* ini adalah *log* lapangan yang belum terkoreksi sama sekali.

   b. *Log* transmisi

      Ditandai dengan tulisan ”*Field Transmitted Log*” yang menunjukkan bahwa *log* ini merupakan *log* yang dikirimkan dari lapangan melalui jasa satelit atau telepon.

   c. *Log* hasil proses

      Log ini diproses di komputer CSU (*Cyber Service Unit*) dan tidak harus di lapangan yang meliputi produk-produk FLIC (*Field Log Interpretation*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Centre), biasanya ditandai dengan nama FLIC dan nomor referensi. Dengan data *log* dapat diketahui sifat petrofisika batuan baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Sifat petrofisika batuan ini antara lain: jenis lito*log*i, porositas, permeabilitas, kejenuhan air, dan kandungan hidrokarbon yang terdapat di dalamnya. Beberapa jenis *log* yang digunakan dalam identifikasi kandungan hidrokarbon, yaitu *log gamma ray*, *log* resistivitas, *log* densitas, *log* neutron, dan *log sonic*.

2. *Log Gamma Ray*

Log gamma ray yaitu *log* yang merekam pancaran radioaktif alamiah yang dipancarkan oleh peluruhan uranium (U), thorium (Th), dan potasium (K) dalam formasi batuan. *Log gamma ray* merekam unsur radioaktif dalam skala API (*American Petroleum Institute*) atau GAPI. Kurva *gamma ray* biasanya ditampilkan dalam kolom pertama, bersama kurva SP dan *caliper* dengan skala dari kiri ke kanan 0-100 atau 0-150 API atau GAPI.

Secara khusus *log gamma ray* berguna untuk mengidentifikasi lapisan permeabel disaat *log* SP tidak berfungsi karena formasi yang sangat resistif atau bila kurva SP kehilangan karakternya (Rmf = Rw), atau juga ketika *log* SP tidak dapat merekam karena lumpur yang digunakan tidak konduktif. Adapun kegunaan dari *log gamma ray* adalah sebagai berikut (Harsono, 1997: 71):

a. Evaluasi kandungan serpih
b. Menentukan lapisan permeabel
c. Evaluasi biji mineral yang radioaktif
d. Evaluasi lapisan mineral yang bukan radioaktif

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

e. Korelasi *log* pada sumur berselubung

f. Korelasi antar sumur

Unsur-unsur radioaktif yang ada dalam suatu batuan cenderung untuk terkonsentrasi di dalam batuan yang memiliki kadar radioaktif tinggi, defleksi kurva *gamma ray* pada batuan jenis ini akan relatif besar seperti pada *shale*. Sedangkan batuan yang memiliki kadar radioaktif kecil seperti batu pasir akan memberikan defleksi kurva *gamma ray* yang relatif kecil.

3. *Log* Densitas

Log ini mengukur besarnya densitas elektron *(bulk density*) suatu lapisan batuan yang ditembus mata bor. Apabila *log* densitas dikombinasikan dengan *log neutron*, maka akan dapat dipakai untuk memperkirakan kandungan fluida yang terdapat di dalam formasi. *Log* densitas dapat digunakan untuk mencari harga porositas densitas, tetapi sebelum menentukan porositas, harus diketahui terlebih dahulu densitas lito*log*i dan densitas fluida yang terkandung dalam formasi. Untuk menentukan besarnya porositas dari *log* densitas digunakan rumus (Harsono, 1997: 37):

$$\Phi = \frac{\rho_{ma} - \rho_b}{\rho_{ma} - \rho_f} \qquad (2.8)$$

dengan: ρ_{ma} = Densitas batuan yang diketahui
ρ_b = Densitas batuan pada *log* densitas
ρ_f = Densitas rata-rata fluida.

4. *Log* Resistivitas

Log ini merekam daya hantar listrik batuan, semakin kecil tahanan jenis batuan maka daya hantar listriknya semakin besar. Butiran batuan dapat dianggap

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

tidak menghantarkan listrik, maka *log* tahanan jenis dapat mengetahui jenis fluida yang mengisi pori-pori batuan. Lapisan batuan yang pori-porinya terisi hidrokarbon akan mempunyai harga tahanan jenis lebih besar daripada yang terisi oleh air (Harsono, 1997).

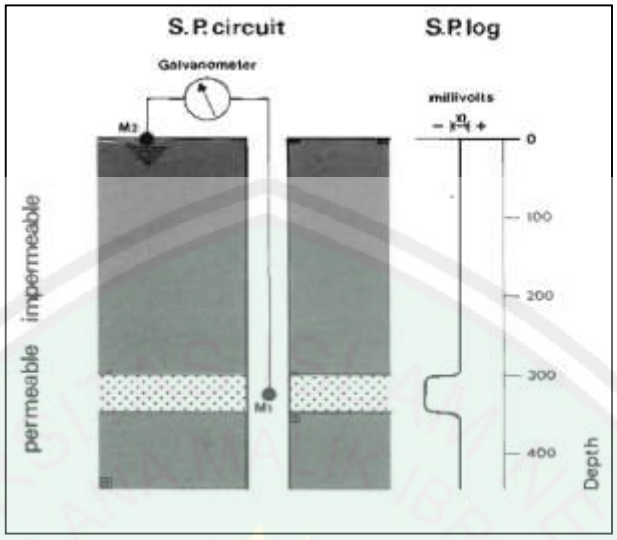
Log Resistivity digunakan untuk mendeterminasi zona hidrokarbon dan zona air, mengindikasikan zona permeabel dengan menentukan porositas resistivitas, karena batuan dan matrik tidak konduktif, maka kemampuan batuan untuk menghantarkan arus listrik tergantung pada fluida dan pori. Alat-alat yang digunakan untuk mencari nilai resistivitas (Rt) terdiri dari dua kelompok yaitu *Laterolog* dan Induksi. Yang umum dikenal sebagai *log* Rt adalah LLd (*Deep Laterelog Resistivity*), LLs (*Shallow Laterelog Resisitivity*), ILd (*Deep Induction Resisitivity*), ILm (*Medium Induction Resistivity*), dan SFL.

5. *Log* SP

Log SP (*Spontaneous potentials*) adalah *log* yang mengukur perbedaan potensial alami atau potensi diri antara elektroda di lubang bor dan elektroda referensi di permukaan tanpa menggunakan arus buatan (Rider, 1996: 34).

Spontaneous potentials ini merupakan sirkuit sederhana yang terdiri dari dua buah elektrode dan sebuah galvanometer. Prinsip kerja dari sirkuit tersebut adalah sebuah elektrode (M_1) diturunkan ke dalam lubang sumur dan elektrode yang lain (M_2) ditanamkan di permukaan, kemudian galvanometer akan mengukur beda potensial di antara kedua elektrode tersebut. Satuan dari *log* SP adalah *milivolt* (mV).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 2.8 Ilustrasi prinsip *log* SP (Rider, 1996: 34)

Log SP umumnya digunakan untuk (Harsono, 1997: 63):

a. Identifikasi lapisan-lapisan yang porous dan permeabel
b. Mencari batas-batas lapisan permeabel dari korelasi antar sumur berdasarkan batasan lapisan tertentu
c. Menentukan nilai resistivitas air-fornasi, R_w
d. Memberikan indikasi kualitatif lapisan serpih

Pada lapisan serpih, umumnya kurva SP berupa garis lurus yang disebut garis dasar serpih, sedangkan pada formasi permeabel kurva SP menyimpang dari garis dasar serpih dan mencapai garis konstan pada lapisan permeabel yang cukup tebal, yakni garis pasir. Penyimpangan SP dapat ke kiri atau ke kanan bergantung pada kadar garam dari air formasi dan filtrasi lumpur (Harsono, 1997: 63).

SP tidak dapat direkam di dalam lubang sumur yang diisi oleh lumpur yang tak konduktif karena diperlukan medium yang dapat menghantarkan arus listrik antara elektroda alat dan formasi. Jika filtrasi lumpur dan kadar garam air

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

formasi (resistivitas) hampir sama, penyimpangan SP akan kecil dan kurva SP menjadi kurang berguna (Harsono, 1997: 63).

Jika pengaruh *log* SP melalui lapisan cukup tebal dan kondisinya bersih dari *clay*, maka defleksi kurva SP akan mencapai maksimum. Defleksi SP yang demikian disebut statik SP atau SSP, yang dapat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut (Harsono, 1997: 68):

$$SSP = -K \log \frac{R_{mfeq}}{R_{weq}} \quad (2.9)$$

dimana:
SSP = Statik *spontaneous potential*, mV
K = konstanta litologi batuan
(61+0.133T), dalam F dan (65+0.24T), dalam C
Rmfeq = tahanan filtrat air lumpur, Ohm-m
Rweq = tahanan air formasi, Ohm-m

Defleksi kurva SP selalu dibaca dari *shale base line* yang mana bentuk dan besar defleksi tersebut dapat dipengaruhi oleh ketebalan lapisan batuan formasi, tahanan lapisan batuan, tahanan *shale* dalam lapisan batuan, diameter lubang bor, dan invasi air filtrat lumpur.

6. *Log Sonic*

Sebuah alat *sonic* berguna untuk mengukur kecepatan suara atau *sonic* dalam suatu formasi. Prinsip kerja transmiter memancarkan suatu *pressure pulse* dengan frekuensi tertentu dalam lumpur. Ada beberapa formula yang menghubungkan porositas dengan kecepatan dalam benda-benda berpori, namun formula tersebut memerlukan parameter elastisitas butiran media perambatan cairan dalam pori-pori dan batuan kosong. Hubungan antara porositas dan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

kecepatan dinyatakan dalam formula empiris yaitu formula Wyliie dan Raymer Hunt Gardner (Harsono, 1997: 77):

$$\Delta T_{log} = \Phi * \Delta T_{fluida} + (1- \Phi). \Delta T_{ma} \quad (2.10)$$

Dari persamaan di atas, maka porositas sonik dapat dihitung dengan rumus dimana:

$$\Phi_{sonik} = \frac{\Delta T_{log} - \Delta T_{ma}}{\Delta T_{fluida} - \Delta T_{ma}} \quad (2.11)$$

dengan: ΔT_{log} = Persamaan waktu rata-rata
Φ_{sonik} = Porositas *sonic*
ΔT_{ma} = waktu tempuh gelombang pada matrik batuan
ΔT_{fluida} = waktu tempuh gelombang pada fluida

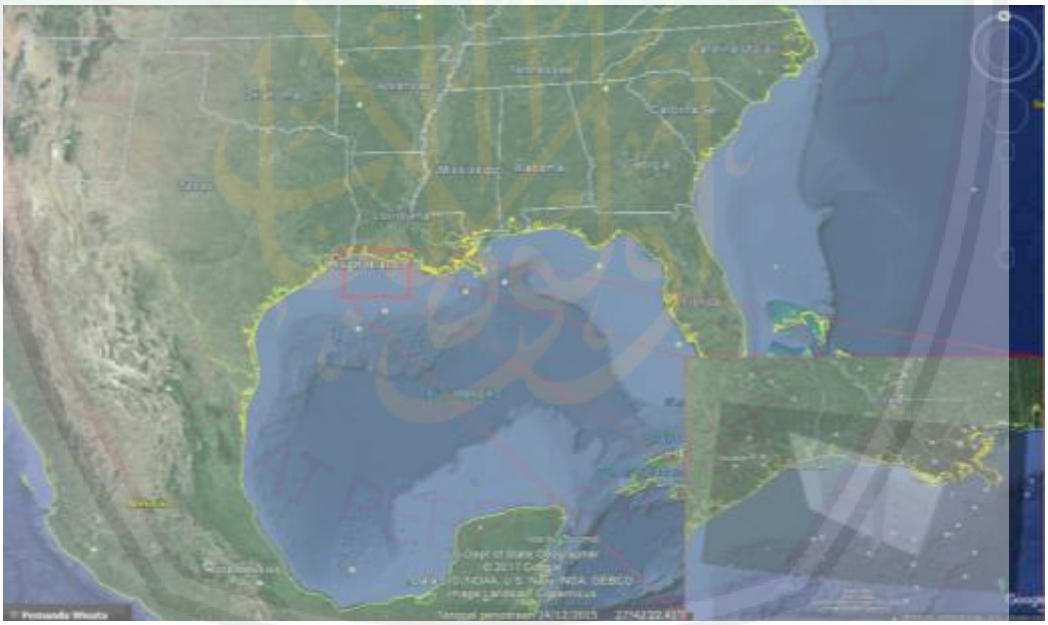
Pada umumnya dianggap bahwa hidrokarbon tidak mempunyai pengaruh yang besar terhadap waktu transit, akan tetapi hidrokarbon ringan atau gas, akan membuat waktu transit menjadi lebih besar, sehingga sering kali *sonic* juga digunakan sebagai indikator gas yang cukup bagus. Beberapa studi menunjukkan bahwa rasio Vp/Vs adalah sangat berguna bagi deteksi gas (Harsono, 1997: 78-79).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai Bulan Juli-Oktober 2017, pengolahan data bertempat di Laboratorium Geofisika Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Daerah penelitian berlokasi di Lapangan Texaco, *High Island Area, Offshore Southern Louisiana, Gulf of Mexico,* USA.



Gambar 3.1 Lokasi area penelitian

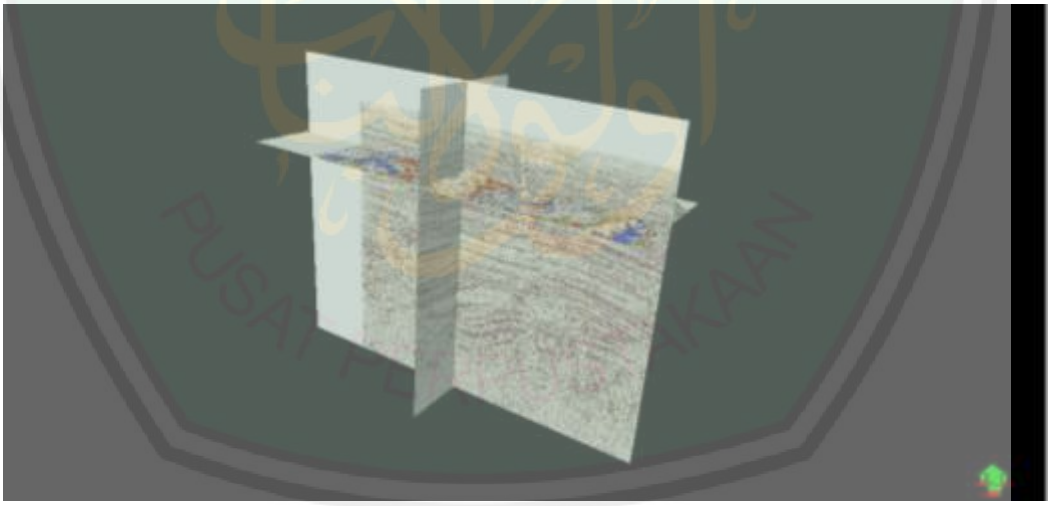
3.2 Data Penelitian

Data penelitian yang digunakan meliputi data utama dan data pendukung yang diantaranya:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3.2.1 Data Seismik 3D

Data seismik yang digunakan dalam penelitian ini adalah data seismik 3D *post-stack time migration* (PSTM) dengan jumlah *inline* (1433-1791) sebanyak 359 dan *xline* (100-1200) sebanyak 1101 dengan interval tiap line adalah 33.5 m berarah barat laut - tenggara. Secara umum data seismik yang digunakan ini memiliki kualitas yang baik, hal ini terlihat dari kemenerusan karakter refleksi yang terlihat jelas, terutama dalam merepresentasikan struktur bawah permukaan. Lapangan Texaco ini merupakan lapangan lepas pantai (*offshore*). Pada Gambar 3.2 menunjukkan cakupan data seismik 3D keseluruhan, baik pada sumbu *inline*, *xline* maupun *time slice*.



Gambar 3.2 Data Seismik Texaco 3D

3.2.2 Data Sumur

Dalam penelitian ini terdapat 12 sumur yang mencakup beberapa data *log* sebagai representasi dari litologi maupun indikator fluida. Berikut merupakan kelengkapan data *log* pada masing-masing sumur yang terdapat pada tabel 3.1.

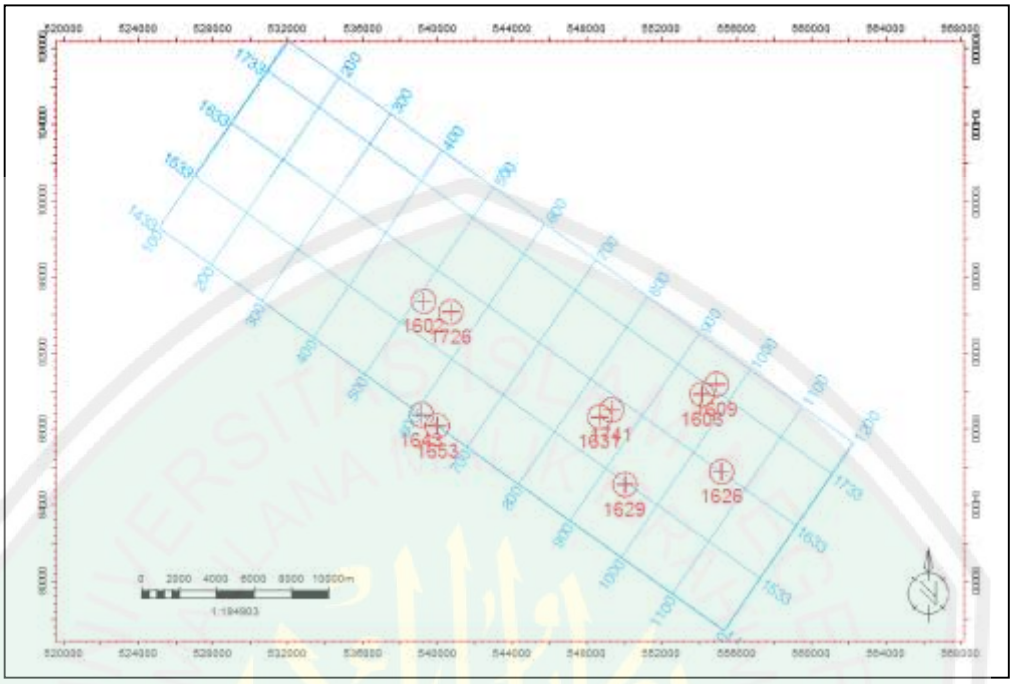
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 3.1 Kelengkapan Data Sumur

No.	Sumur	X	Y	Ketersediaan *Log*
1	1602	539271.36	94763.23	SP, ASN, LAT, LN
2	1606	554155.66	89866.62	SP, ASN, LN, LT18
3	1607	555089.57	88432.23	SP, LN
4	1609	554934.12	90394.84	SP, ASN, LAT, LN
5	1626	555195.94	85802.72	SP, ASN, LAT, LN, ILM
6	1629	550031.72	85130.94	SP, ASN, LAT, LN
7	1631	548683.89	88682.78	SP, ASN, ILM, DT
8	1643	539149.98	88793.14	SP, LN
9	1653	539984.9	88217.35	SP, LAT, LN, SN
10	1681	552632.27	89553.9	SN, IL
11	1726	540713.68	94191.43	SP, ASN, ILD, CALI, GR, RHOB, DRHO, CILD
12	1741	549319.09	89041.83	SP, ASN, IL

Data *log* yang berperan sebagai indikator litologi yang terdapat pada hampir semua sumur adalah data *log* SP, tersedia data *log* GR namun hanya pada satu sumur yakni sumur 1726 dengan interval yang terbatas yakni di bagian bawah saja. Sedangkan yang berfungsi sebagai indikator fluida adalah *log* LN, ILD, ILM dan *log* resistivitas lainnya. Terdapat *log sonic* (DT) pada sumur 1631 dan *log* densitas (RHOB) pada interval yang terbatas pula, sehingga sedikit menyusahkan untuk membuat seismogram sintetik untuk melakukan *well seismic tie* yang akan dibahas pada step berikutnya. Seluruh sumur ini terletak di laut (*offshore*). Berikut adalah peta lokasi sumur (*basemap*):

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 3.3 Peta Lokasi Sumur (*Base map*)

3.2.3 Data Geologi

Data geologi yang digunakan meliputi informasi geologi regional, stratigrafi, geologi struktur, dan *petroleum system* dari daerah penelitian.

3.2.4 Data Marker

Data marker memberikan informasi batasan antar zona lapisan, baik yang diprediksi potensial mengandung hidrokarbon maupun yang tidak. Marker dibuat dengan mengkorelasi data sumur yang tersedia, sehingga terlihat kontinuitas masing-masing zona lapisan antar sumur.

3.2.5 Data *Check Shot*

Data *check shot* digunakan untuk pengikatan data seismik dan sumur (*well seismic tie*) sebagai konversi *time to depth*. Dalam penelitian ini data *check shot* terdapat pada sumur 1631 yang kemudian diaplikasikan ke semua sumur yang

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ada. Tabel 3.2 merupakan hubungan antara *time* (ms) dan *depth* (m) dari *check shot* yang ada.

Tabel 3.2 Data *Check shot*

TWT (ms)	Depth (meter)
0	0
2425.29	2158
2577.69	2264
2730.09	2368
2882.49	2472
3034.89	2578
3187.29	2680
3339.69	2778
3492.09	2874
3644.49	2970
3705.45	3006

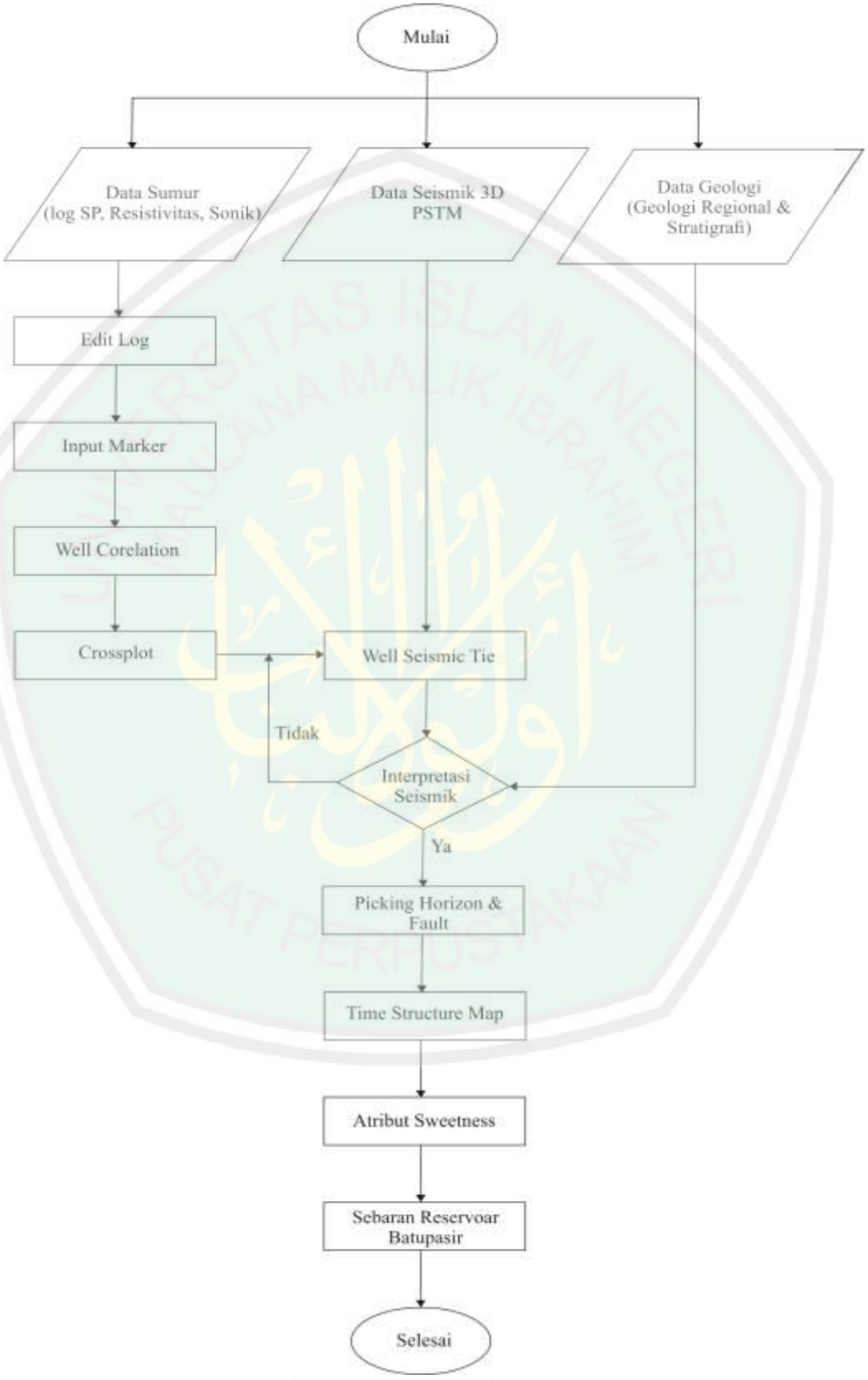
3.3 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain perangkat keras Laptop Lenovo G400 dengan *processor* intel celeron 1050M 1,9 Ghz RAM 2GB untuk membantu dalam analisis dan perhitungan-perhitungan matematis guna mendapatkan hasil yang baik. Perangkat lunak yang digunakan berupa *software Petrel* versi 2009 dan *Hampson Russell Software* (HRS).

3.4 Tahap Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan *software petrel* versi 2009 yakni pada proses *loading well*, input data marker, interpretasi seismik dan pembuatan model bawah permukaan. Sedangkan *Hampson Russell Software* (HRS) digunakan pada saat proses *well correlation, well seimic tie, crossplot*.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3.4.1 Input Data Marker

Langkah ini bertujuan untuk memberikan tanda batas antar lapisan, baik berpotensi mengandung hidrokarbon maupun yang tidak pada sumur pengeboran dan mempermudah untuk interpretasi zona target.

3.4.2 *Well Correlation*

Korelasi sumur merupakan tahapan dimana ditentukan marker untuk melihat batas atas dan batas bawah reservoar dari masing-masing sumur. Dengan begitu maka diketahui korelasi dari ketebalan zona target pada masing-masing sumur. *Log* yang digunakan untuk korelasi antara lain *log* SP dan resistivitas. *Log resistivity* yang bernilai besar bisa mengindikasikan adanya hidrokarbon. Pada penelitian ini *log* GR tidak tersedia pada masing-masing sumur, sehingga untuk menentukan batas litologi digunakan *log* SP. *Log* SP sendiri bergantung dari rasio antara R_{mf}/R_w.

Lapangan Texaco sendiri merupakan lapangan *offshore*, dimana pada saat pengeboran, lumpur yang digunakan (R_{mf}) adalah *water-based mud* yang lebih resistif dibandingkan air formasinya (R_w). Oleh karena itu penetrasi *drilling mud* pada formasi batu pasir akan menghasilkan defleksi kurva SP ke kiri mendekat *sand base line* (negatif) pada formasi tersebut yang mana batu pasir (*sandstone*) merupakan reservoar yang menjadi fokus pada penelitian ini.

3.4.3 *Crossplot*

Bertujuan untuk memisahkan antara zona permeabel dan non-permeabel yang terindikasi berisi *sand*. Analisis yang dilakukan dengan meng crossplotkan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

antara *log* SP dan *log sonic*. Mengacu pada informasi sebelumnya, dapat diasumsikan bahwa nilai SP yang tinggi dengan defleksi ke arah kiri mendekati *sand base line* (garis dasar pasir), mengindikasikan zona permeabel. Sedangkan nilai SP yang rendah dengan defleksi ke kanan mendekati *shale base line* (garis dasar serpih), mengindikasikan zona non-permeabel. Kemudian dikuatkan dengan melihat nilai resistivitas pada *log* resistivitas, nilai resistivitas yang tinggi menjadi indikasi adanya hidrokarbon.

3.4.4 *Well Seismic Tie*

Proses *well seismic tie* dilakukan untuk memadukan antara data sumur yang berada pada domain kedalaman (*depth*) dengan data seismik yang berada pada domain waktu (*time*), sehingga data *marker* dari sumur dapat digunakan untuk penentuan horizon pada data seismik. Karena yang diubah adalah domain data sumur, maka perlu dilakukan pembuatan seismogram sintetik pada masing-masing sumur.

3.4.5 Interpretasi Seismik

1. *Picking Horizon*

Picking horizon adalah tahapan dalam interpretasi seismik dimana dilakukan penentuan garis secara horizontal pada reflektor yang *intertest* atau yang terlihat dalam penampang seismik, tujuan dari *picking horizon* sendiri adalah untuk membuat model geologi dan untuk tahap selanjutnya, akan dipakai dalam pembuatan peta atribut. Penelusuran horizon seismik ini dilakukan ke arah lateral,

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

berarti memberikan nilai-nilai waktu datang gelombang pada setiap *shot point* lintasan seismik.

Pada tahap *picking horizon* penampang reflektor *inline* dan *xline* harus benar-benar konsisten. Karena jika tidak konsisten, penampang yang dihasilkan akan kurang maksimal. Maka perlu sebelumnya dilakukan proses *well seismic tie* agar informasi data sumur dan data seismik terbukti kebenarannya. Pada penelitian ini dilakukan *picking horizon* pada seluruh *inline* dan *xline* pada *Top Horizon 1* dengan jarak spasi 2.

2. *Picking Fault*

Patahan merupakan rekahan pada batuan yang telah mengalami pergeseran, sehingga patahan dalam seismik ditunjukkan dengan terpotongnya horison seismik oleh bidang patahan. *Picking fault* dilakukan mulai dari pergeseran horison yang tampak jelas dan diteruskan pada zona pergeseran itu secara vertikal. Pada penelitian ini perlu dilakukan *picking fault,* karena zona target dilewati oleh beberapa patahan. *Picking fault* dilakukan setelah melakukan *picking horizon* agar lebih menentukan kemenerusan dan arah dari patahan tersebut.

3.4.6 Time Structure Map

Pembuatan peta struktur waktu lapisan reservoar geologi bawah permukaan, merupakan cerminan model konfigurasi lapisan yang ada di daerah kajian pada horison yang dilakukan analisis. Proses ini dilakukan setelah terselesaikannya *picking horizon* dan kesinambungan masing-masing seismik sudah tervalidasi dengan baik. Selain itu beberapa patahan yang teramati di setiap

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

lintasan seismik dapat dianalisa kemenerusannya, yang mana hal ini dapat menunjukkan keseragaman fenomena geologi yang diakibatkan. Selain itu dibahas juga seputar model penyebaran horison serta pola struktur yang berkembang pada masing-masing horison tersebut, yang kemudian dipetakan dalam bentuk peta struktur puncak waktu (*time structure map*) dengan satuan ***mili*** *second*.

3.4.7 Atribut Sweetness

Atribut *Sweetness* merupakan atribut utama dalam penelitian ini. *Sweetness* juga sensitif terhadap perubahan litologi, karena *Sweetness* memiliki unsur amplitudo di dalamnya, sehingga akan berguna untuk memetakan persebaran dari litologi batu pasir pada lapangan ini. Selain itu, atribut ini didesain untuk mengidentifikasi titik *sweet spots* yang mana merupakan tempat gas dan minyak mudah ditemukan. *Sweet spots* yang digambarkan dalam data seismik cenderung memiliki amplitudo yang tinggi dan frekuensi yang rendah.

Pada penelitian ini, juga digunakan atribut RMS amplitudo dan *instantaneous frequency* sebagai tahap konfirmasi dari sifat amplitudo dan frekuensi dari atribut *sweetness*. Karena atribut *sweetness* merupakan kombinasi dari amplitudo dan frekuensi, *Sweetness* dirasa akan lebih menguntungkan dari pada keduanya dalam menentukan sebaran reservoar yang berpotensi sebagai tempat akumulasi hidrokarbon.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3.4.8 Analisa Sebaran Reservoar Batu Pasir

Setelah *running* atribut, kemudian dibuat peta atribut untuk menentukan sebaran reservoar batu pasir. Analisa atribut pada penelitian ini, menggunakan *single horizon attribute* dengan *analysis window* 5 ms ke atas dan 10 ms ke bawah dari zona target. Kemudian dilakukan analisa *crossplot* untuk mengetahui hubungan antara nilai sebaran atribut dengan ketebalan reservoar zona target yang didapat dari data sumur sebagai parameter kontrol.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Geologi

Lapangan Texaco merupakan lapangan yang terletak di sebelah selatan Louisiana, *Gulf of Mexico* (GOM), USA. Secara geologi, cekungan Teluk Meksiko ini terbentuk oleh patahan turun (*downfaulting*) dan pelengkungan turun (*downwarping*) batuan *basement* berumur *Paleozoic*. Hal ini terjadi pada waktu pelepasan mega benua Pangea di masa *Paleozoic* dan pembukaan Samudera Atlantik Utara pada masa akhir *Triassic* (*Late Triassic*). Sebelum Miosen, sungai memberikan kontribusi sedimen ke teluk pantai yang berada di bagian barat dari Louisiana dan Texas. Pada masa Miosen, aliran sedimen berupa batu pasir dan lempung yang berasal dari bagian utara dan barat membawa sedimen ke batas utara Teluk Meksiko, yang diendapkan pada lingkungan delta dan didistribusikan kembali ke arah paparan dan ke lereng benua oleh mekanisme ombak dan arus.

Lapangan Texaco ini memiliki jumlah *inline* 359 (1433-1791) dan *xline* 1101 (100-1200). Target penelitian difokuskan pada strata Miosen tengah tepatnya pada area di bawah *marker* Top Horizon 1. Pada penelitian ini dilakukan analisa seismik atribut diantaranya *sweetness, instantaneous frequency* dan RMS *amplitude* yang diekstraksi dari data seismic 3D *Post Stack Time Migration* (PSTM) untuk memetakan sebaran reservoar batu pasir pada lapangan ini dengan kontrol 10 data sumur.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4.2 Analisa Data Sumur

Data sumur merupakan sebuah data pendukung yang memiliki peran penting dalam analisa petrofisika dan proses interpretasi seismik. Dalam interpretasi seismik data sumur digunakan sebagai pengontrol dari data seismik, dengan melihat data *log* yang ada maka kita dapat mengetahui litologi yang ada di bawah permukaan secara vertikal. Jika tidak tersedia data sumur, maka interpretasi seismik akan menjadi kurang layak untuk dilanjutkan, karena zona target biasanya adalah zona permeabel dan berpotensi mengandung hidrokarbon selalu mengacu dari data sumur karena informasinya yang valid.

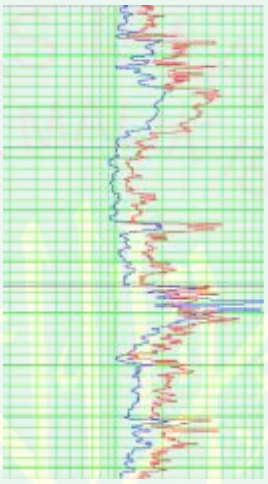
Pada penelitian ini menggunakan 10 sumur dari keseluruhan sumur yang berjumlah 12. Adapun sumur yang digunakan antara lain sumur, 1602, 1726, 1643, 1653, 1631, 1741, 1629, 1626, 1606, dan 1609.

Pada masing-masing sumur hanya memiliki data *log* yang terbatas, seperti yang disajikan pada tabel 3.1 bahwa *log* yang tersedia pada setiap sumur hanya *log Spontaneous Potential* (SP) dan *log* resistivitas. Terdapat *log gamma ray* (GR) dan densitas hanya pada sumur 1726 dengan interval yang terbatas, serta *log sonic* yang hanya ada di sumur 1631 dengan interval yang terbatas pula, sehingga untuk analisis selanjutnya perlu dilakukan transformasi *log*, untuk mendapatkan informasi yang lebih dari data sumur yang ada. Transformasi *log* yang akan dilakukan adalah transformasi *log* resistivitas ke *log sonic* yang mengikuti persamaan transformasi Faust (1953):

$$Velocity = K \bullet (RZ)^{1/6} \quad (4.1)$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dimana K adalah konstanta yang nilainya 1948, R adalah resistivitas (Ohm-ft), dan Z adalah kedalaman maksimal burial (ft). *Log* resistivitas (*log* isi) dan *log sonic* (*log* porositas) keduanya memiliki hubungan fisis yang erat, karena sebuah batuan yang berisi fluida sudah tentu porous (berongga).

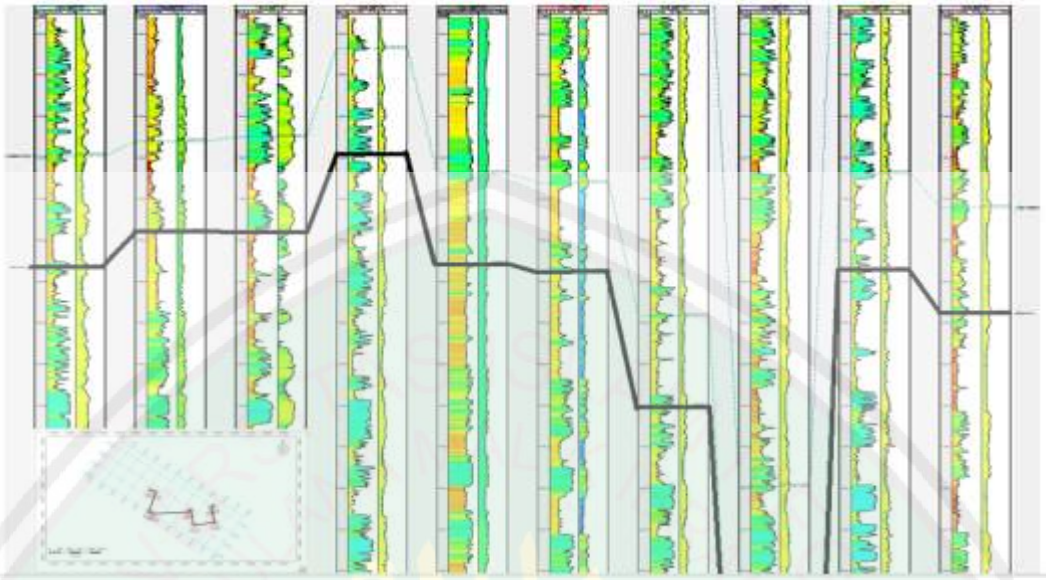


Gambar 4.1 Hasil transformasi Faust pada sumur 1631 (kurva biru) dengan kontrol *log sonic* asli (kurva merah)

4.2.1 Analisa Well Correlation

Pada tahap ini digunakan 10 data sumur, yakni sumur 1602, 1726, 1643, 1653, 1631, 1741, 1629, 1626, 1606, dan 1609. Korelasi sumur ini memiliki arah Barat Laut – Tenggara dari area lapangan Texaco dengan menggunakan *log* SP dan resistivitas.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 4.2 Penampang *well correlation* menggunakan *log* SP dan resistivitas pada 10 sumur

Berdasarkan penampang hasil korelasi sumur (gambar 4.2) dapat terlihat batas-batas litologi dan kemenerusannya secara lateral pada setiap sumur dengan melihat pembacaan log SP, dan resistivitas. Penelitian difokuskan pada daerah di bawah *marker Top Horizon 1* (gambar 4.2). Pada area tersebut terlihat adanya defleksi kurva *SP* yang tebal ke arah kiri (negatif) yang mengindikasikan batu pasir dan resistivitas tinggi dapat menjadi indikator adanya fluida hidrokarbon, perlu diketahui sebelumnya bahwa lapangan Texaco ini sendiri merupakan lapangan yang terletak di lepas pantai (*offshore*), dimana pada saat pengeboran, lumpur yang digunakan (R_{mf}) adalah *water based mud* yang sifatnya lebih resistif dibandingkan R_w nya. Oleh karena itu penetrasi *drilling mud* pada formasi batu pasir (*sandstone*) akan menghasilkan defleksi kurva SP ke arah kiri (negatif). Hal ini dikonfirmasi juga oleh data stratigrafi paparan Louisiana bahwasanya pada daerah tersebut umur Miosen dulunya sungai memiliki peran yang sangat besar

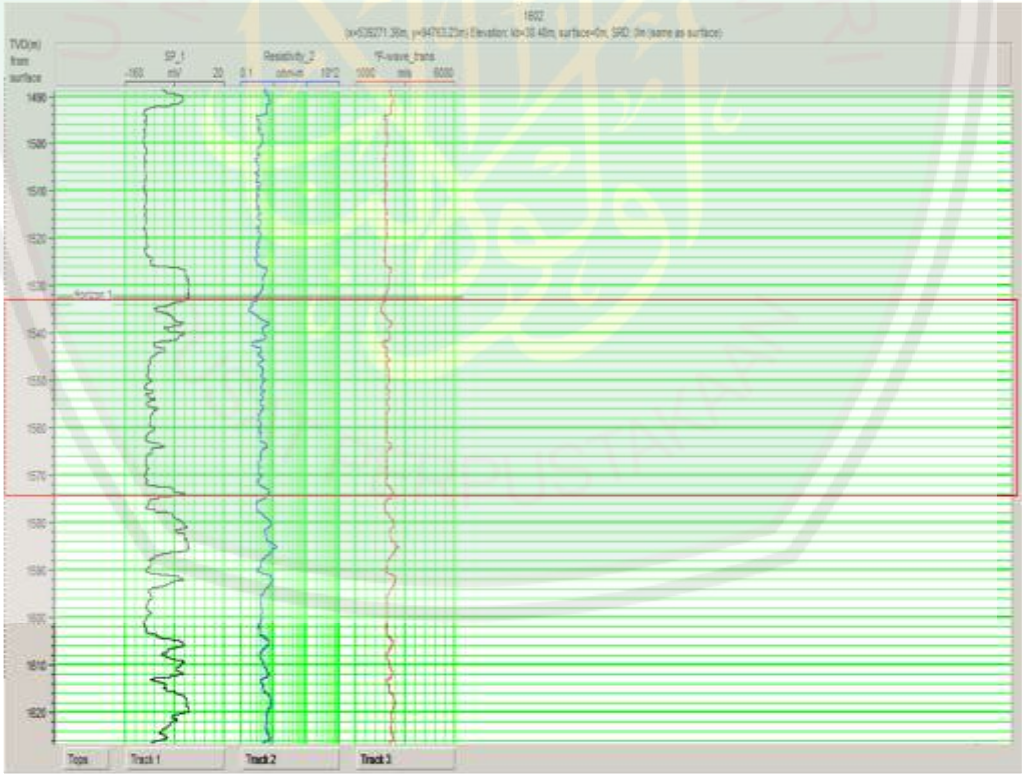
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

pada proses pengendapannya (lingkungan pengendapan delta) sehingga pada umur Miosen didominasi perlapisan antara *sandstone-shale*.

4.2.2 Analisa Grafik *Log*

1. Sumur 1602

Sumur 1602 merupakan sumur vertikal dan sumur eksplorasi yang terletak pada *inline* 1582 dan *xline* 511. Data log sumur 1602 (gambar 4.3) yang digunakan untuk analisa sifat-sifat batuan dalam penelitian ini adalah: *spontaneous potential (SP)*, *resistivity* (LN), dan *sonic*.



Gambar 4.3 Data log sumur1602

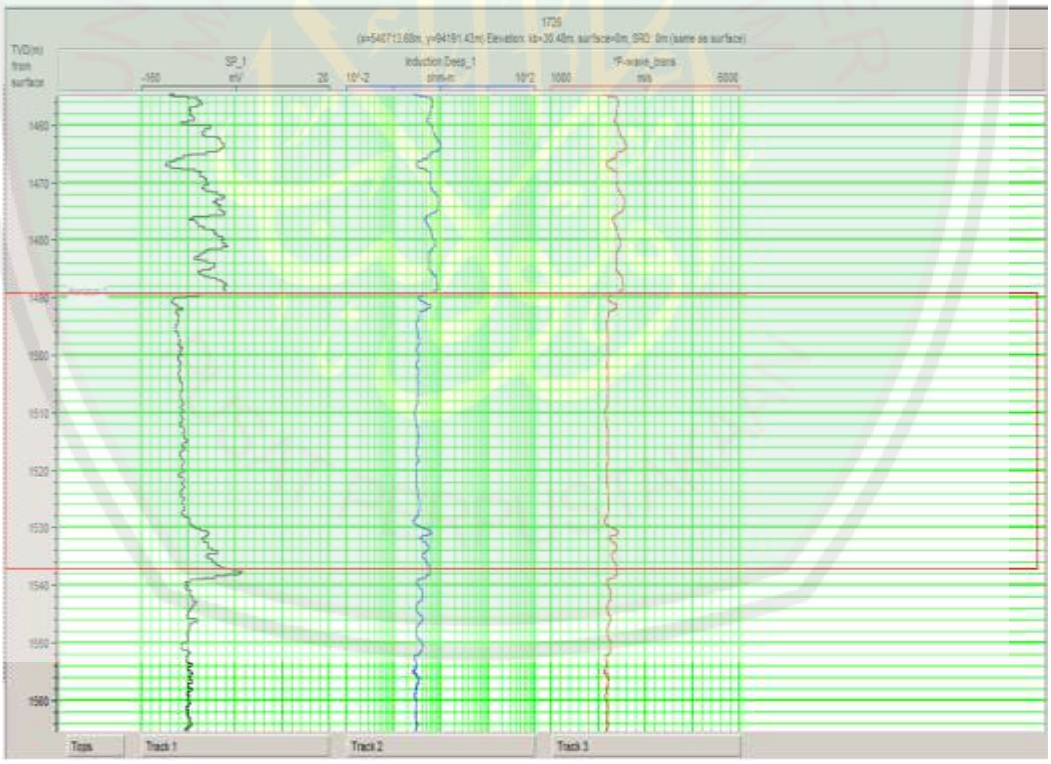
Berdasarkan analisa data log, zona permeabel (*sand*) terletak pada SP tinggi dengan defleksi ke arah kiri mendekati *sand base line* (garis dasar pasir),

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

resistivitas yang tinggi, dan *sonic* yang tinggi. Sedangkan zona non permeabel (*shale*) terletak pada SP rendah dengan defleksi ke arah kanan mendekati *shale base line* (garis dasar serpih), resistivitas yang rendah, dan *sonic* yang rendah.

2. Sumur 1726

Sumur 1726 merupakan sumur vertikal dan sumur eksplorasi yang terletak pada *inline* 1593 dan *xline* 556. Data log sumur 1726 (gambar 4.4) yang digunakan untuk analisa sifat-sifat batuan dalam penelitian ini adalah: *spontaneous potential* (SP), *induction* (ILD), dan *sonic*.



Gambar 4.4 Data log sumur 1726

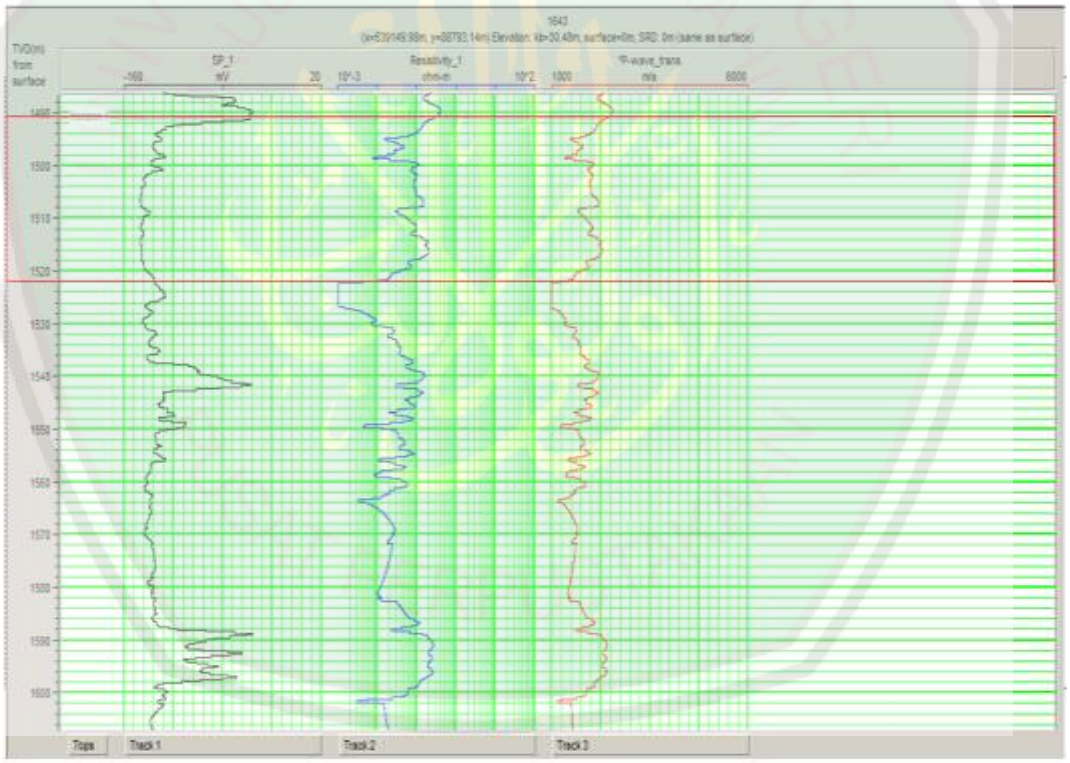
Berdasarkan analisa data log, zona permeabel (*sand*) terletak pada SP tinggi dengan defleksi ke arah kiri mendekati *sand base line* (garis dasar pasir), resistivitas yang tinggi, dan *sonic* yang tinggi. Sedangkan zona non permeabel

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

(*shale*) terletak pada SP rendah dengan defleksi ke arah kanan mendekati *shale base line* (garis dasar serpih), resistivitas yang rendah, dan *sonic* yang rendah.

3. Sumur 1643

Sumur 1643 merupakan sumur vertikal dan sumur eksplorasi yang terletak pada *inline* 1434 dan *xline* 610. Data log sumur 1643 (gambar 4.5) yang digunakan untuk analisa sifat-sifat batuan dalam penelitian ini adalah: *spontaneous potential (SP), resistivity* (LN), dan *sonic*.



Gambar 4.5 Data log sumur 1643

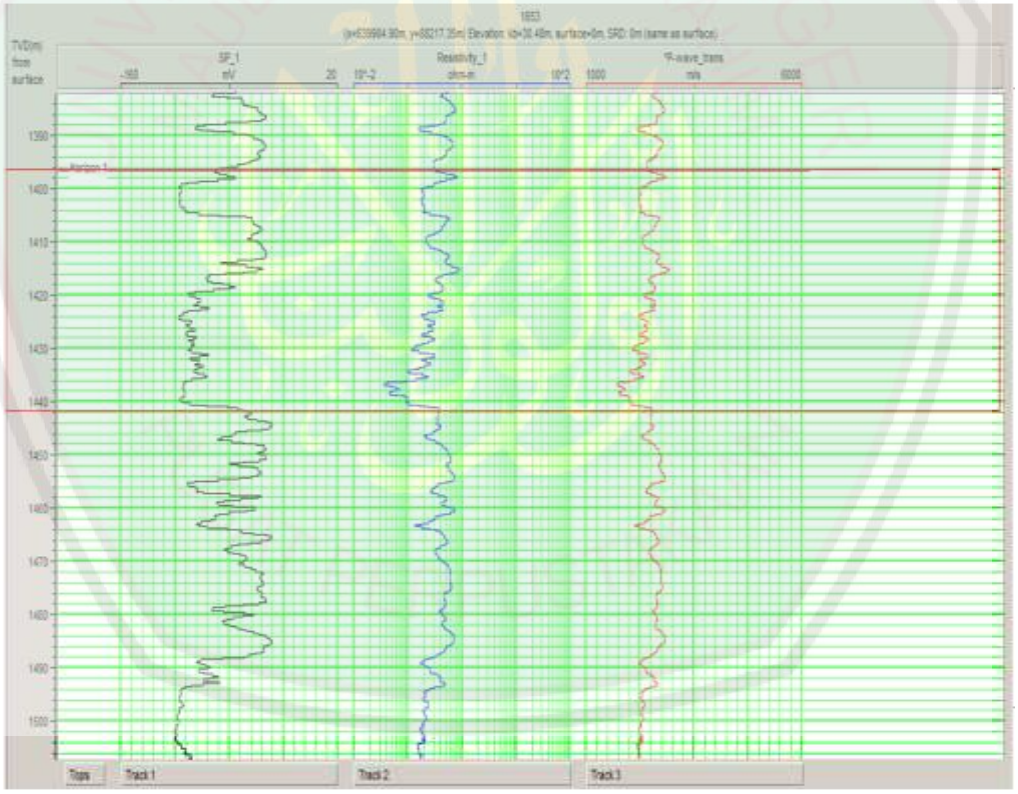
Berdasarkan analisa data log, zona permeabel (*sand*) terletak pada SP tinggi dengan defleksi ke arah kiri mendekati *sand base line* (garis dasar pasir), resistivitas yang tinggi, dan *sonic* yang tinggi. Sedangkan zona non permeabel

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

(*shale*) terletak pada SP rendah dengan defleksi ke arah kanan mendekati *shale base line* (garis dasar serpih), resistivitas yang rendah, dan *sonic* yang rendah.

4. Sumur 1653

Sumur 1653 merupakan sumur vertikal dan sumur eksplorasi yang terletak pada *inline* 1434 dan *xline* 640. Data log sumur 1653 (gambar 4.6) yang digunakan untuk analisa sifat-sifat batuan dalam penelitian ini adalah: *spontaneous potential (SP), resistivity* (LN), dan *sonic*.



Gambar 4.6 Data log sumur 1653

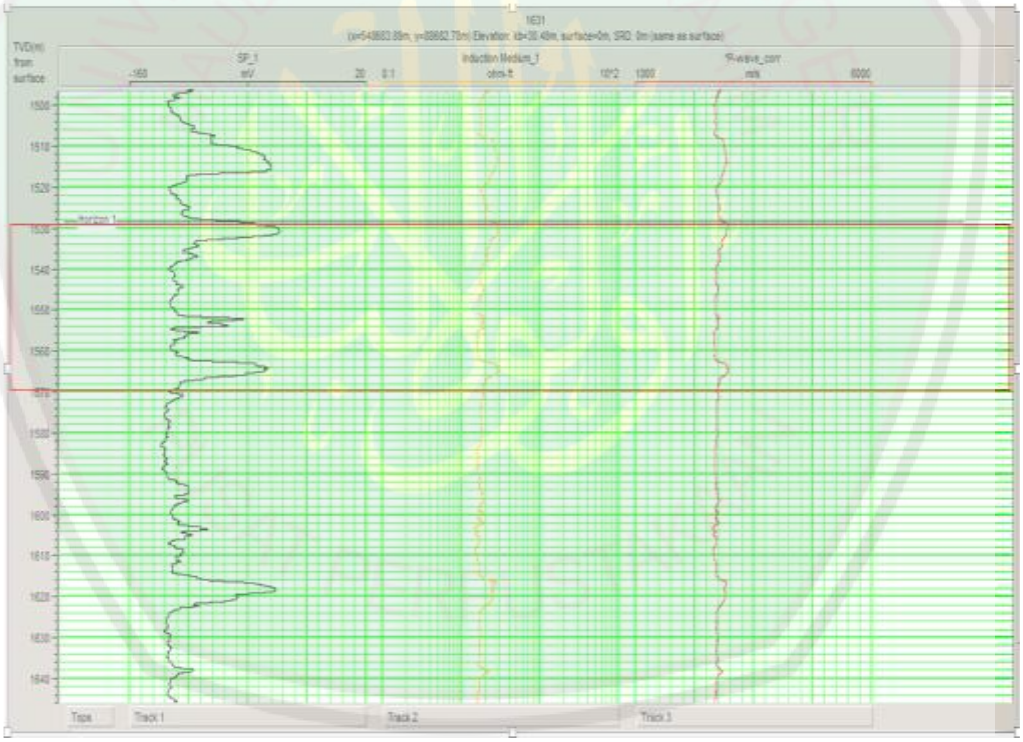
Berdasarkan analisa data log, zona permeabel (*sand*) terletak pada SP tinggi dengan defleksi ke arah kiri mendekati *sand base line* (garis dasar pasir), resistivitas yang tinggi, dan *sonic* yang tinggi. Sedangkan zona non permeabel

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

(*shale*) terletak pada SP rendah dengan defleksi ke arah kanan mendekati *shale base line* (garis dasar serpih), resistivitas yang rendah, dan *sonic* yang rendah.

5. Sumur 1631

Sumur 1631 merupakan sumur vertikal dan sumur eksplorasi yang terletak pada *inline* 1594 dan *xline* 845. Data log sumur 1631 (gambar 4.7) yang digunakan untuk analisa sifat-sifat batuan dalam penelitian ini adalah: *spontaneous potential* (SP), *induction* (ILM), dan *sonic*.



Gambar 4.7 Data log sumur 1631

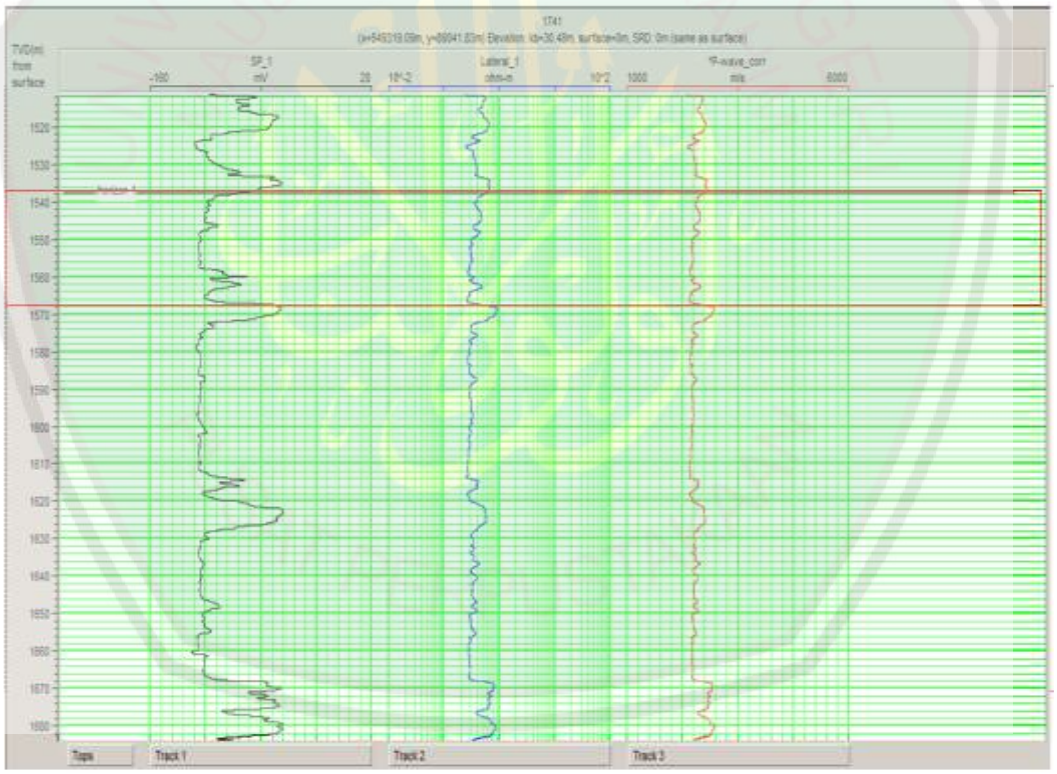
Berdasarkan analisa data log, zona permeabel (*sand*) terletak pada SP tinggi dengan defleksi ke arah kiri mendekati *sand base line* (garis dasar pasir), resistivitas yang tinggi, dan *sonic* yang tinggi. Sedangkan zona non permeabel

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

(*shale*) terletak pada SP rendah dengan defleksi ke arah kanan mendekati *shale base line* (garis dasar serpih), resistivitas yang rendah, dan *sonic* yang rendah.

6. Sumur 1741

Sumur 1741 merupakan sumur vertikal dan sumur eksplorasi yang terletak pada *inline* 1614 dan *xline* 854. Data log sumur 1741 (gambar 4.8) yang digunakan untuk analisa sifat-sifat batuan dalam penelitian ini adalah: *spontaneous potential* (SP), *induction* (IL), dan *sonic*.



Gambar 4.8 Data log sumur 1741

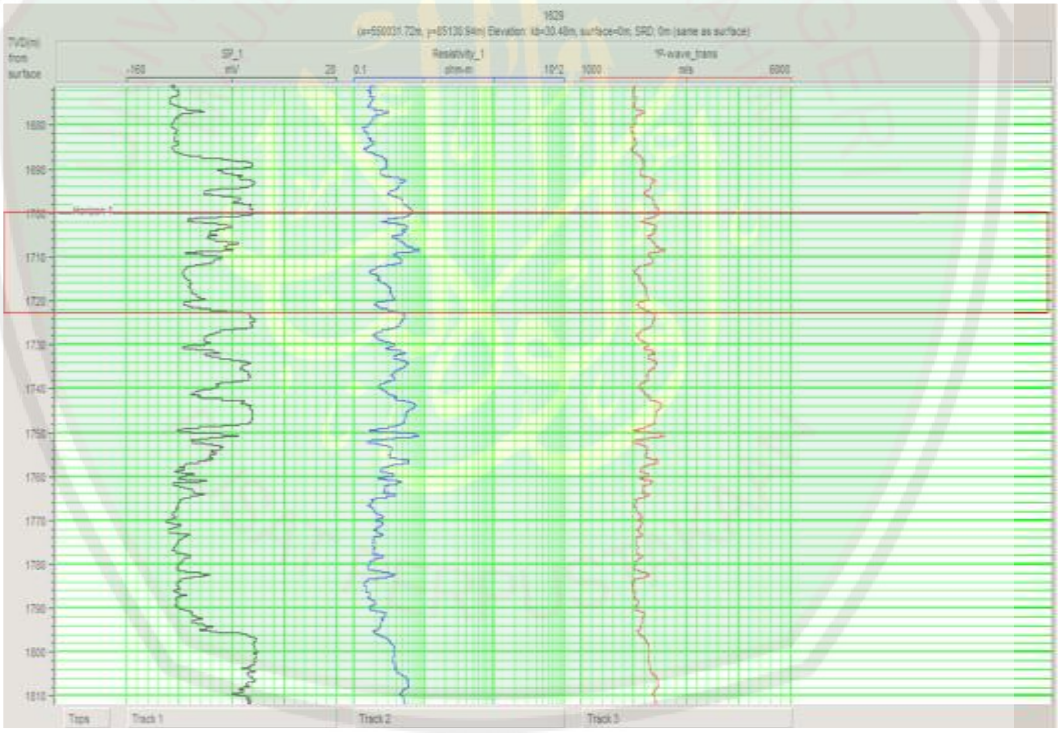
Berdasarkan analisa data log, zona permeabel (*sand*) terletak pada SP tinggi dengan defleksi ke arah kiri mendekati *sand base line* (garis dasar pasir), resistivitas yang tinggi, dan *sonic* yang tinggi. Sedangkan zona non permeabel

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

(*shale*) terletak pada SP rendah dengan defleksi ke arah kanan mendekati *shale base line* (garis dasar serpih), resistivitas yang rendah, dan *sonic* yang rendah.

7. Sumur 1629

Sumur 1629 merupakan sumur vertikal dan sumur eksplorasi yang terletak pada *inline* 1531 dan *xline* 939. Data log sumur 1629 (gambar 4.9) yang digunakan untuk analisa sifat-sifat batuan dalam penelitian ini adalah: *spontaneous potential* (SP), *resistivity* (LN), dan *sonic.*



Gambar 4.9 Data log sumur 1629

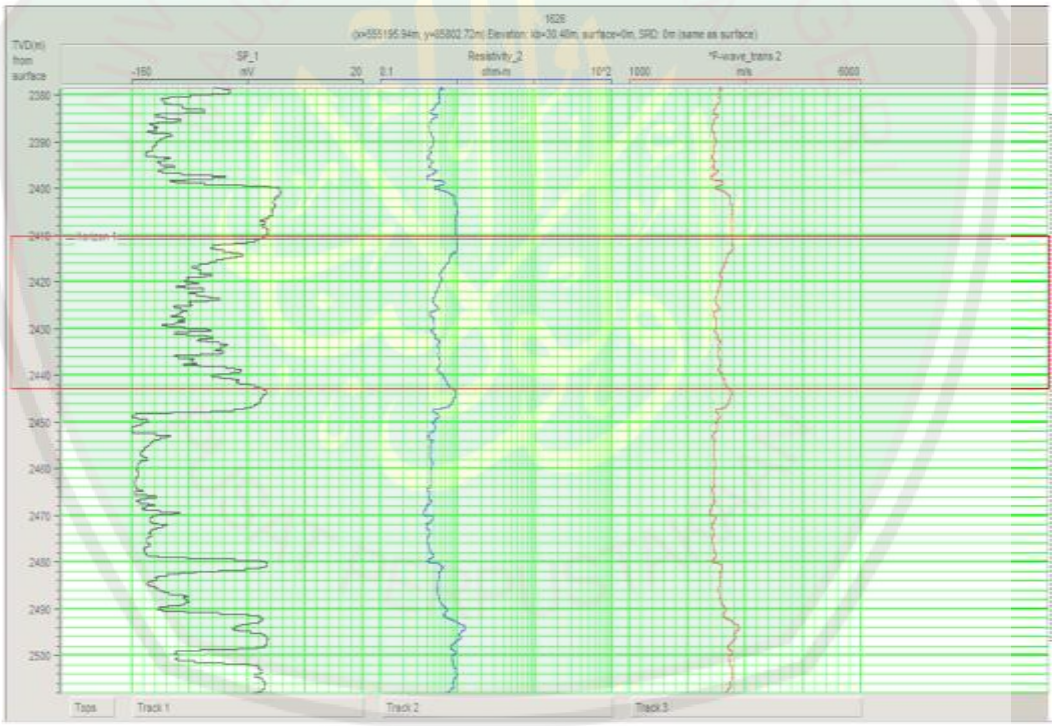
Berdasarkan analisa data log, zona permeabel (*sand*) terletak pada SP tinggi dengan defleksi ke arah kiri mendekati *sand base line* (garis dasar pasir), resistivitas yang tinggi, dan *sonic* yang tinggi. Sedangkan zona non permeabel

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

(*shale*) terletak pada SP rendah dengan defleksi ke arah kanan mendekati *shale base line* (garis dasar serpih), resistivitas yang rendah, dan *sonic* yang rendah.

8. Sumur 1626

Sumur 1626 merupakan sumur vertikal dan sumur eksplorasi yang terletak pada *inline* 1635 dan *xline* 1053. Data log sumur 1626 (gambar 4.10) yang digunakan untuk analisa sifat-sifat batuan dalam penelitian ini adalah: *spontaneous potential* (SP), *resistivity* (LN), dan *sonic.*



Gambar 4.10 Data log sumur 1626

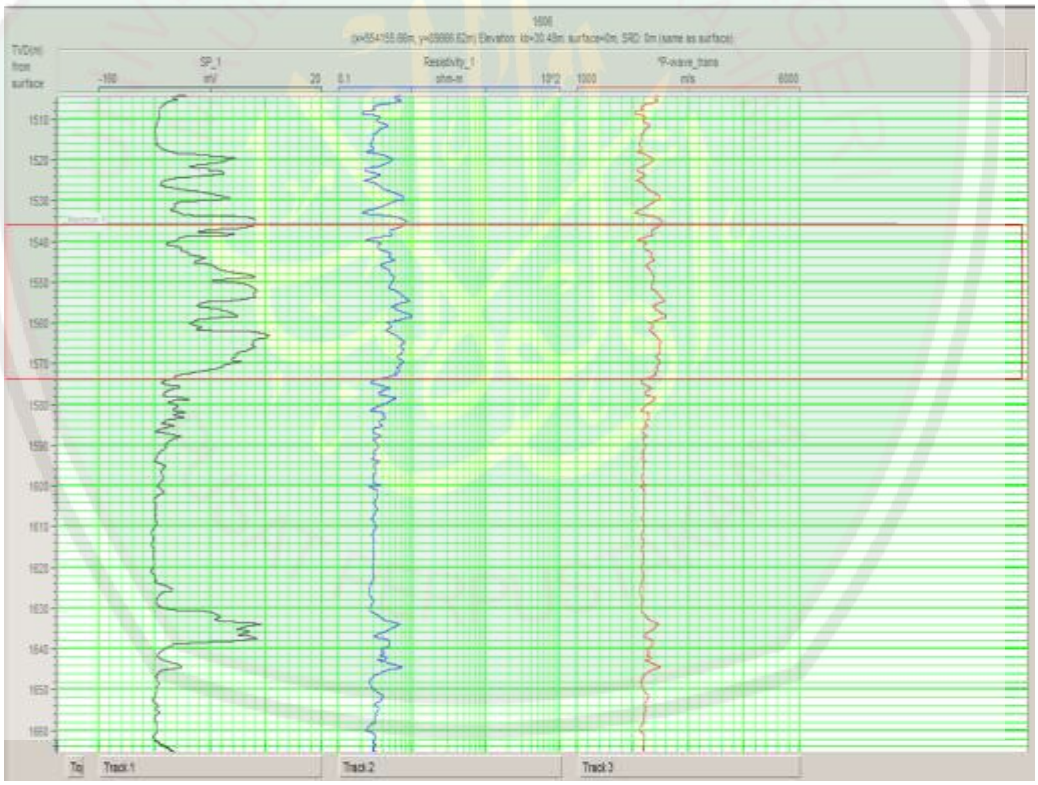
Berdasarkan analisa data log, zona permeabel (*sand*) terletak pada SP tinggi dengan defleksi ke arah kiri mendekati *sand base line* (garis dasar pasir), resistivitas yang tinggi, dan *sonic* yang tinggi. Sedangkan zona non permeabel

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

(*shale*) terletak pada SP rendah dengan defleksi ke arah kanan mendekati *shale base line* (garis dasar serpih), resistivitas yang rendah, dan *sonic* yang rendah.

9. Sumur 1606

Sumur 1606 merupakan sumur vertikal dan sumur eksplorasi yang terletak pada *inline* 1717 dan *xline* 958. Data log sumur 1606 (gambar 4.11) yang digunakan untuk analisa sifat-sifat batuan dalam penelitian ini adalah: *spontaneous potential* (SP), *resistivity* (LN), dan *sonic.*



Gambar 4.11 Data log sumur 1606

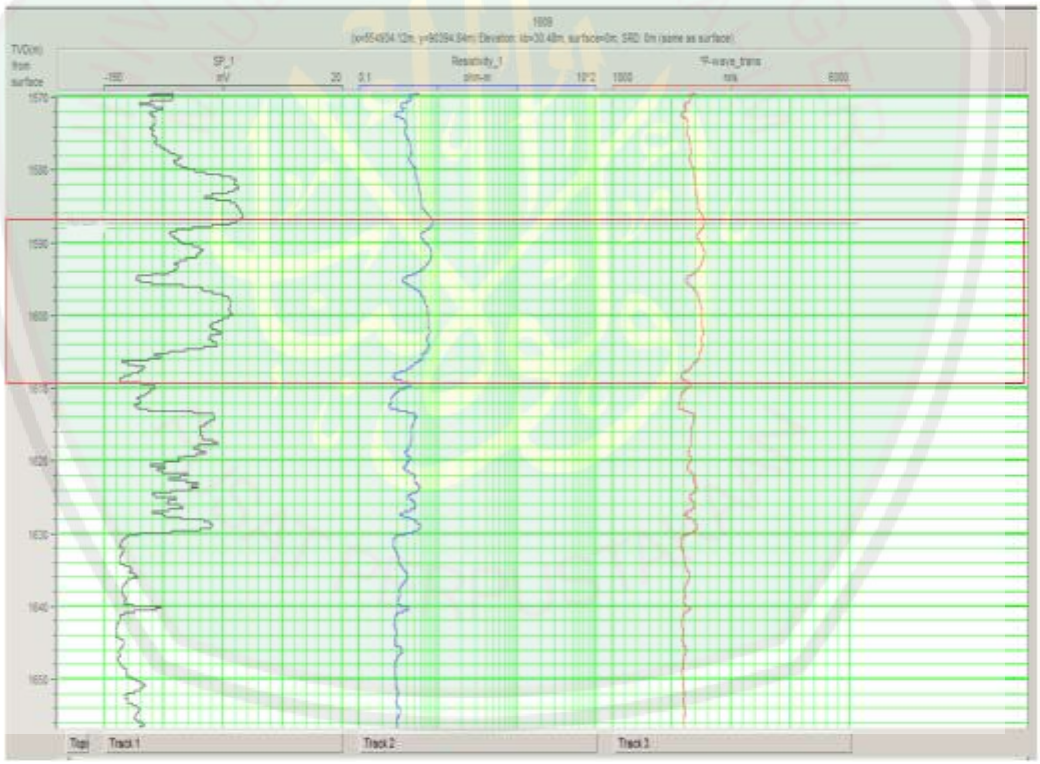
Berdasarkan analisa data log, zona permeabel (*sand*) terletak pada SP tinggi dengan defleksi ke arah kiri mendekati *sand base line* (garis dasar pasir), resistivitas yang tinggi, dan *sonic* yang tinggi. Sedangkan zona non permeabel

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

(*shale*) terletak pada SP rendah dengan defleksi ke arah kanan mendekati *shale base line* (garis dasar serpih), resistivitas yang rendah, dan *sonic* yang rendah.

10. Sumur 1609

Sumur 1609 merupakan sumur vertikal dan sumur eksplorasi yang terletak pada *inline* 1743 dan *xline* 968. Data log sumur 1609 (gambar 4.12) yang digunakan untuk analisa sifat-sifat batuan dalam penelitian ini adalah: *spontaneous potential* (SP), *resistivity* (LN), dan *sonic.*



Gambar 4.12 Data log sumur 1609

Berdasarkan analisa data log, zona permeabel (*sand*) terletak pada SP tinggi dengan defleksi ke arah kiri mendekati *sand base line* (garis dasar pasir), resistivitas yang tinggi, dan *sonic* yang tinggi. Sedangkan zona non permeabel

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

(*shale*) terletak pada SP rendah dengan defleksi ke arah kanan mendekati *shale base line* (garis dasar serpih), resistivitas yang rendah, dan *sonic* yang rendah.

Setelah dilakukan analisa kualitatif data grafik log dari 10 sumur pada zona target yakni Top Horizon 1, didapat nilai ketebalan pada zona target yang diambil berdasarkan tebal dari defleksi kurva SP yang disajikan pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Ketebalan Sand Pada Top Horizon 1

Sumur	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)
1602	1532,69	45,11
1726	1489,57	47,75
1643	1491,35	32,65
1653	1396,83	44,5
1631	1529,00	42
1741	1537,98	29,2
1629	1700,37	22,53
1626	2410,90	31,47
1606	1535,70	26,47
1609	1587,59	25,65

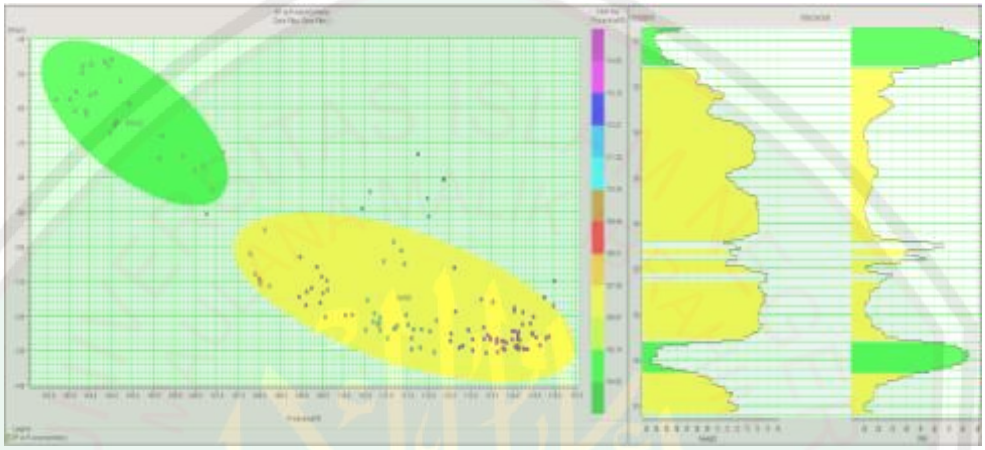
skala kedalaman diukur dari *Total Vertical Depth Sub Sea* (TVDSS), yakni kedalaman sumur yang diukur dari permukaan air laut.

4.3 Analisa Hasil *Crossplot*

Crossplot pada sumur 1631 menggunakan *log SP, log sonic*, dan log *induction medium* (hasil *crossplot* sumur lain terlampir). Analisa *crossplot* ini dilakukan pada *start measured depth* 1529 meter dan *end measured depth* 1571

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

meter yang dimulai pada *marker Top Horizon 1*, tujuan dari *crossplot* ini adalah untuk melihat lapisan batu pasir (*sand*) dan lempung (*shale*), serta mengidentifikasi batu pasir yang berpotensi terdapat fluida hidrokarbon.



(a) (b)

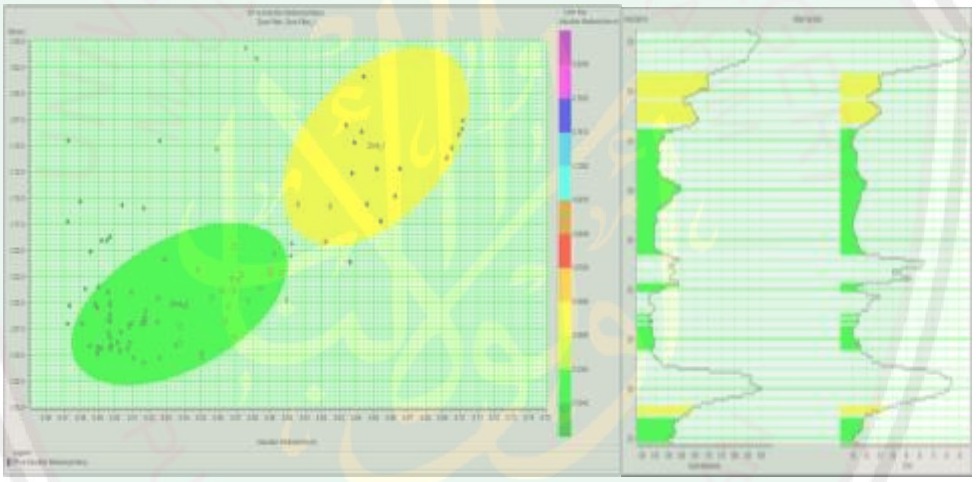
Gambar 4.13 (a) Hasil *crossplot* (b) *Cross section log SP vs log sonic* di sumur 1631

Berdasarkan hasil *crossplot log SP* vs *log sonic* pada sumur 1631 (gambar 4.13), dapat terlihat adanya dua zona. Zona yang pertama diinterpretasi sebagai sebaran nilai SP dan sonik pada batu pasir (*sandstone*) ditandai dengan zona berwarna kuning. Sedangkan sebaran nilai SP dan sonik pada *shale* atau batu lempung berada pada zona berwarna hijau. Dari kedua zona tersebut menunjukkan bahwa pada zona batu pasir memiliki nilai SP yang tinggi dengan kecepatan yang relatif tinggi (*high sonic*) yang tinggi pula, sedangkan zona *shale* memiliki SP yang rendah dengan kecepatan relatif lambat (*low sonic*).

Seperti yang kita ketahui, kurva SP sangat bergantung pada rasio antara resistivitas lumpur filtrasi (R_{mf}) dan resistivitas air formasi (R_w). Pada kurva SP sendiri semakin jauh kurva menyimpang dari garis dasar serpih (*shale base line*)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dan mendekati garis dasar pasir (*sand base line*), maka dianggap nilainya semakin tinggi, hanya saja arah defleksinya yang akan berbeda bisa ke kiri atau ke kanan. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa lapangan *offshore* cenderung dibor dengan R_{mf} yang lebih resistif dibanding dengan R_w, sehingga dari perbandingan rasio tersebut akan menyebabkan defleksi kurva SP ke arah kiri (menjauhi garis dasar serpih) pada formasi permeabel (batu pasir), begitu pula sebaliknya pada formasi *shale* akan semakin mendekati garis dasar serpih.



(a) (b)

Gambar 4.14 (a) Hasil *crossplot* (b) *Cross section log SP vs log induction lateralog medium* di sumur 1631

Pada *crossplot* antara *log* SP vs *log induction lateralog medium* (ILM) (gambar 4.14) menunjukkan sebaran dari nilai SP dan nilai resistivitas batuan. Pada *crossplot* ini, zona batu pasir yang memiliki sebaran nilai SP dan resistivitas yang tinggi (*wet sand*) dengan zona berwarna kuning. Sedangkan zona berwarna hijau, merupakan batu pasir yang memiliki nilai SP dan resistivitas yang relatif rendah (*dry sand*). Nilai resistivitas yang tinggi pada *log induction medium* dapat mengindikasikan keberadaan fluida pada zona tersebut.

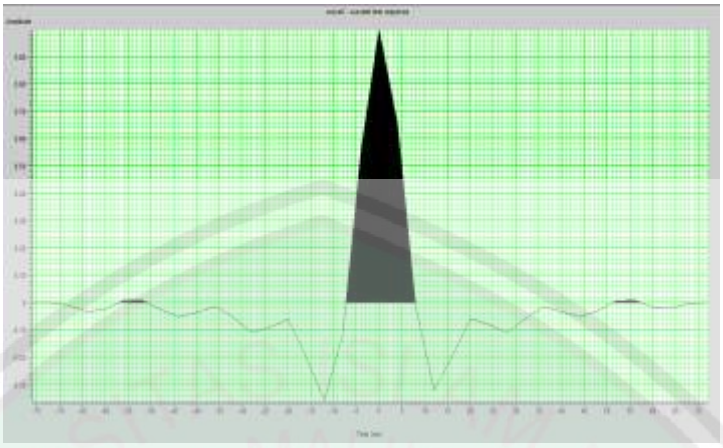
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4.4 *Well Seismic Tie*

Well seismic tie merupakan tahap pengikatan data sumur yang berupa sintetik seismogram yang dibangun dari hasil konvolusi koefisien reflektivitas (AI) dengan *wavelet* terhadap data seismik. Data seismik umumnya berada pada domain waktu (TWT) sedangkan data sumur berada pada domain kedalaman (*depth*). Tahap ini diperlukan agar data seismik tepat pada posisi dan kedalaman yang sesungguhnya sehingga dapat dikorelasikan dengan data log dan diperoleh kecocokan antar kedua data tersebut. Namun perlu adanya data *checkshot* (tabel 3.2) sebagai parameter kontrol pada proses ini.

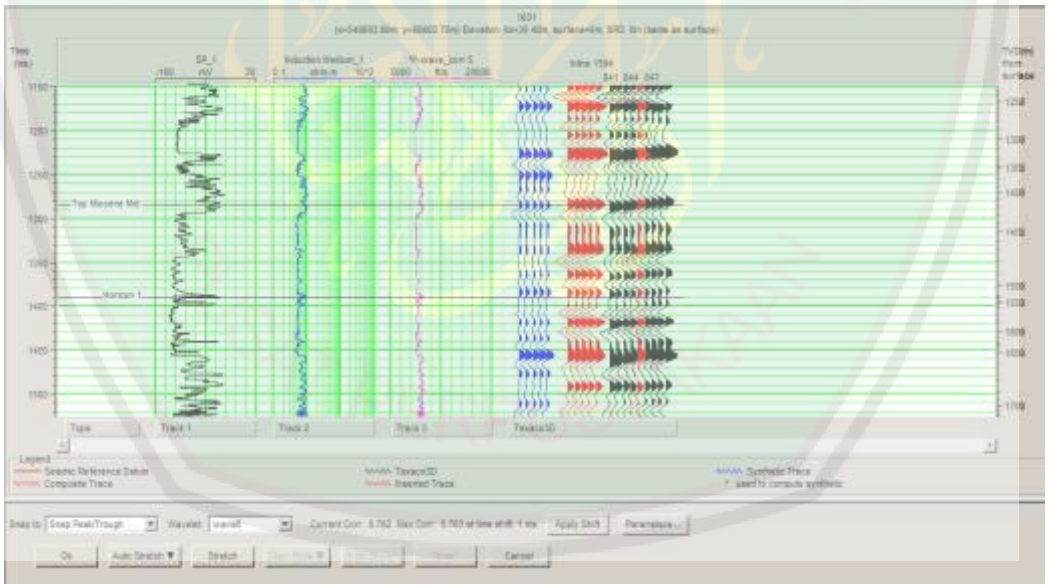
Dalam pembuatan sintetik, untuk pertama kali kita dapat menggunakan *wavelet* sederhana seperti *zero phase statistical* dengan frekuensi tertentu. *Wavelet* didapatkan dari ekstraksi data seismik pada jendela di sekitar zona yang diprediksi adalah zona reservoar. Kemudian dengan membandingkan tras sintetik dan tras-tras *seismic* di sekitar lubang bor, perlu disesuaikan apakah frekuensi *wavelet* lerlalu besar atau terlalu kecil, setelah itu dilihat fasanya, dan diperkirakan fasa *wavelet* di sekitar zona target, lalu dapat melakukan *shifting* dan mungkin *stretching* atau *squeezing* dari data sumur. *Shifting* merupakan proses memindahkan komponen seismogram ke tempat yang sebenarnya, karena adanya perbedaan datum antara data seismik dan data sumur berbeda, sedangkan *stretching* dan *squeezing* adalah proses meregangkan dan merapatkan antara dua amplitudo yang berdekatan pada data seismogram. *Stretching* atau *squeezing* dilakukan karena adanya ketidak tepatan proses migrasi.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 4.15 *wavelet zero phase statistical*

Well seismic tie menunjukkan korelasi nilai kedalaman antara data seismik dalam domain *time* (ms) dan data *log* dari domain *depth* (m).



Gambar 4.16 Hasil *well seismic tie* pada sumur 1631

Berdasarkan hasil *well seismic tie* (gambar 4.16) pada sumur 1631 diperoleh nilai korelasi 0,762 dengan menggunakan *wavelet zero phase statistical* (gambar 4.15) dan *shifting* 1 ms, tras berwarna merah adalah tras *composite* dari data seismik *inline* 1594 dan *xline* 845 yang paling dekat dengan sumur,

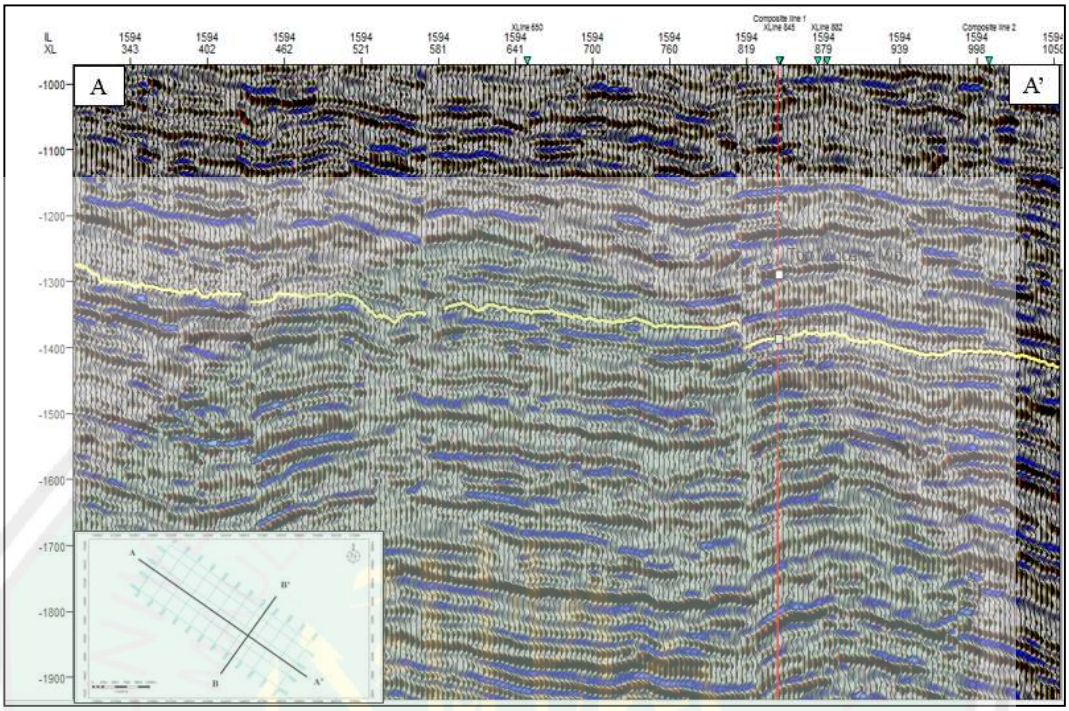
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

sedangkan tras warna biru merupakan tras *zero offset* yang dihitung dari data sumur. Terlihat bahwa tren *composite trace* dan *real seismic* sudah tepat maka proses pengikatan antara kecepatan dan kedalaman dapat mewakili keadaan bawah permukaan sehingga dapat dilakukan proses selanjutnya yaitu *picking horizon*.

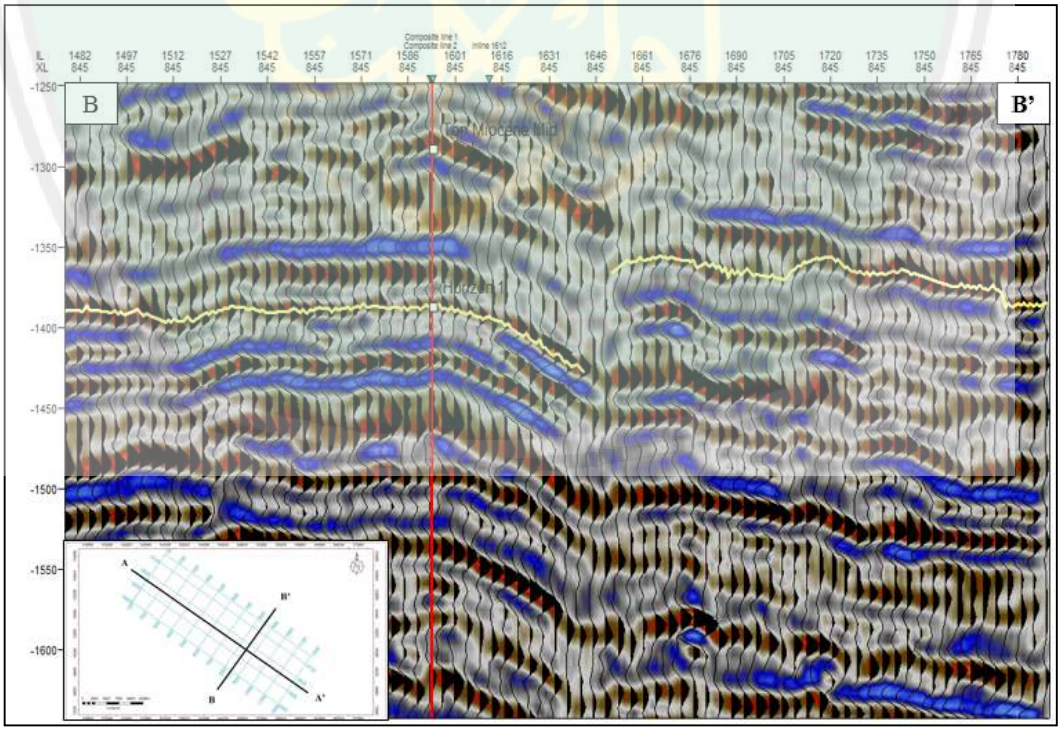
4.5 *Picking Horizon*

Picking horizon dilakukan setelah tahap *well seismic tie* karena acuan pertama untuk melakukan *picking horizon*. Proses ini bertujuan untuk menentukan suatu lapisan atau menetapkan suatu sebaran reservoar yang menjadi zona target secara lateral. *Picking horizon* dimulai pada tras seismik yang berdekatan dengan sumur 1631 yaitu tras *inline* 1594 dan *xline* 845 yang menjadi acuan awal, kemudian dilanjutkan dengan jarak spasi 2 pada setiap sumbu *inline* (1434 s/d 1788) dengan jumlah *inline* ter-*picking* sebanyak 117 dan *xline* (301 s/d 1199) sebanyak 449. *Picking horizon* ini dilakukan secara kontinu ke arah lateral pada *peak* (maksimum amplitudo) untuk memperoleh litologi pada zona target Top Horizon 1, sehingga bisa dibuat *horizon map* berupa peta struktur waktu (*Time Structure Map*). Hasil *picking horizon* tersebut merupakan data pendukung yang nantinya berguna untuk pembuatan model bumi *sweetness* atribut.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

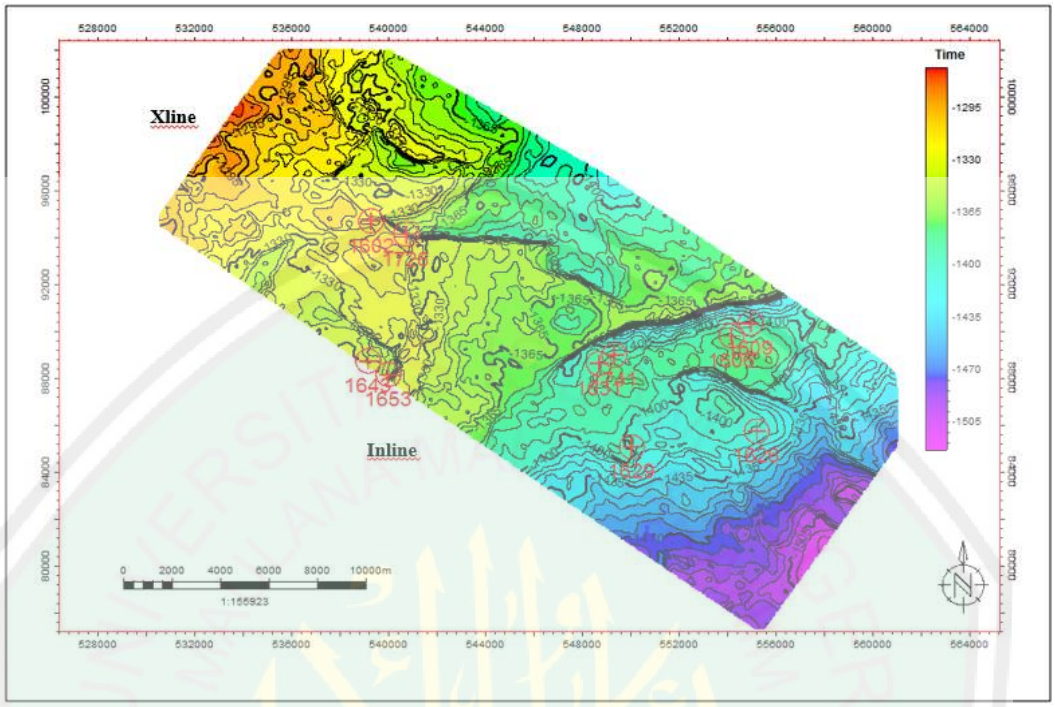


Gambar 4.17 *Picking horizon inline* 1594 pada sumur 1631 (A-A')



Gambar 4.18 *Picking horizon xline* 845 pada sumur 1631 (B-B')

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



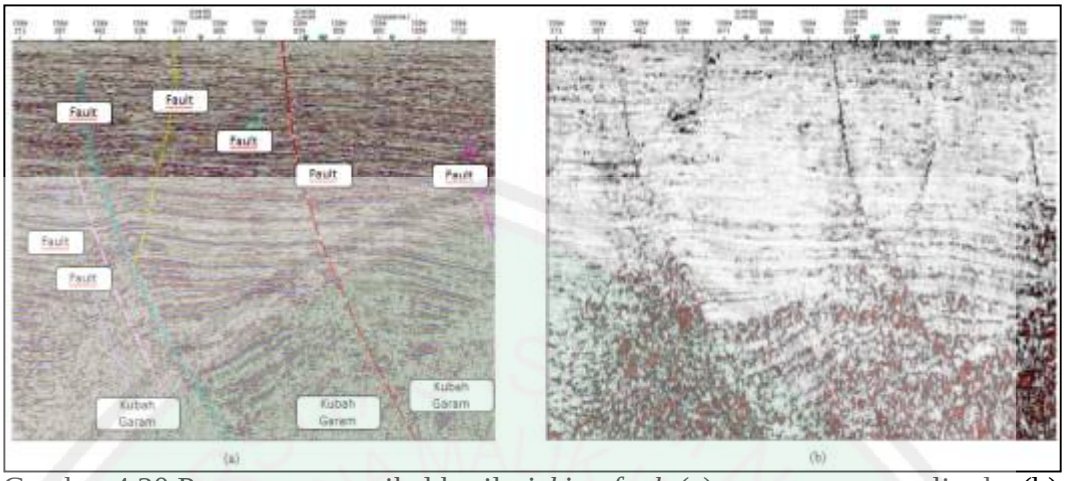
Gambar 4.19 *Time Structure Map*

4.6 *Picking Fault*

Picking fault merupakan tahap untuk menginterpretasi zona diskontinuitas (zona patahan) yang mengalami pergeseran. Sebelum dilakukan *picking fault*, dibuat volume atribut *variance* untuk melihat zona patahan secara lebih jelas karena pada penampang amplitudo tidak semua patahan dapat teridentifikasi secara jelas. Atribut *variance* juga berfungsi untuk memudahkan proses interpretasi *picking fault* serta sebagai kontrol dari hasil *picking fault*.

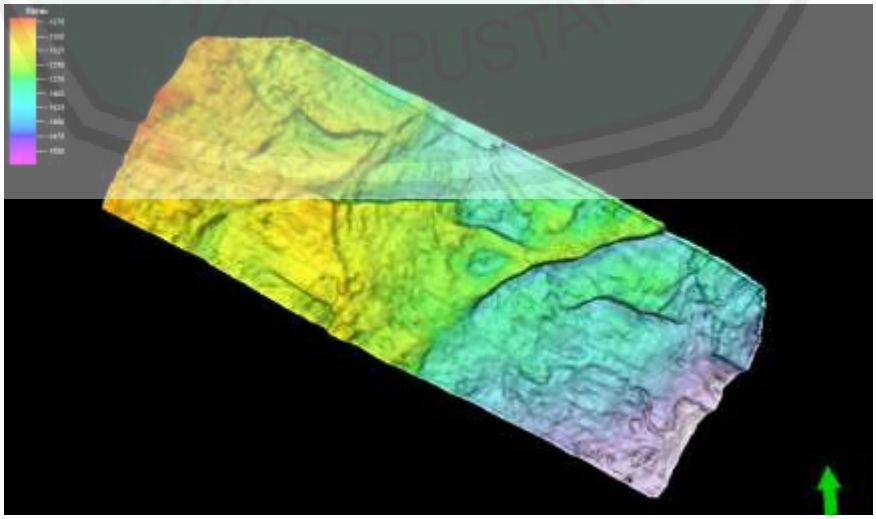
Pada penelitian ini *picking fault* yang dilakukan menggunakan interval spasi 10. Berdasarkan hasil *picking fault* (gambar 4.20) yang dilakukan dapat dilihat adanya beberapa struktur seperti, kubah garam, patahan primer (mayor), dan diikuti dengan beberapa patahan sekunder (minor).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 4.20 Penampang vertikal hasil *picking fault* (a) penampang amplitude, (b) penampang *variance* pada inline 1594

Pada penampang horizontal 3D dari atribut *variance* yang digabungkan (*overlay*) dengan peta struktur waktu (*time structure map*) (gambar 4.21), juga terlihat adanya fitur geologi berupa perangkap stratigrafi yakni delta (*channel*) yang terletak pada daerah rendahan di bagian tenggara lapangan ini. Hal ini sesuai dengan informasi geologi dan stratigrafi paparan Louisiana, bahwa delta memiliki peran penting dalam proses sedimentasi pada masa Miosen.



Gambar 4.21 Penampang horizontal 3D hasil *corendering* variance atribut dengan *time structure map*

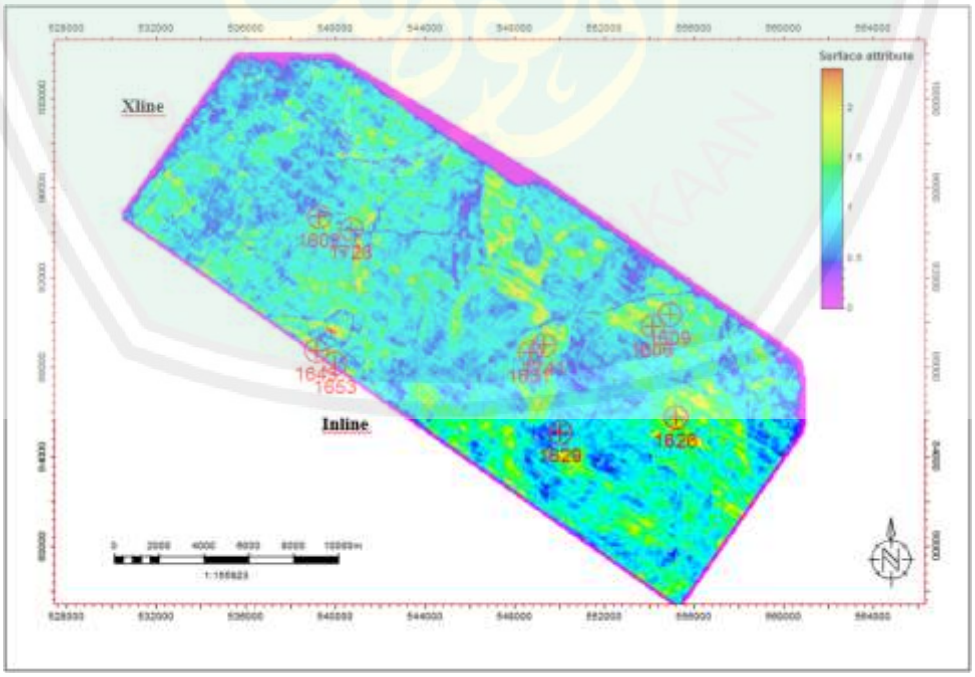
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4.7 Analisa Sebaran Reservoar Pada Top Horizon 1

Sebaran reservoar batu pasir pada zona target secara lateral dipetakan menggunakan atribut RMS sebagai atribut *surface* karena sifatnya yang sensitif terhadap perubahan amplitudo yang ekstrim akan mempermudah untuk menganalisa adanya anomali amplitudo dan beberapa atribut volume diantaranya atribut RMS *amplitude*, *instantaneous frequency*, dan *sweetness*.

4.7.1 Analisa Sebaran Reservoar Atribut RMS *Amplitude*

Amplitudo merupakan atribut dasar dari data seismik, adanya anomali amplitudo tinggi merepresentasikan sebaran dari reservoir tersebut. Interval yang digunakan untuk membuat peta atribut ini adalah 5 ms ke atas (*above*) dan 10 ms ke bawah (*below*).



Gambar 4.22 Peta Persebaran RMS *amplitude*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Berdasarkan hasil pemetaan sebaran reservoar dengan menggunakan atribut RMS *amplitude* dapat diketahui persebaran reservoar batu pasir secara lateral. Sebaran dari batu pasir (*sandstone*) ditandai warna kuning-merah yang menunjukkan nilai amplitudo yang tinggi dengan pola persebaran dominan di daerah timur hingga tenggara. Begitu pula nilai atribut amplitudo pada masing-masing sumur pada zona target juga dapat diketahui dari peta atribut di atas (gambar 4.22). Kemudian dibuat tabel antara nilai atribut (*atributte value*) dan ketebalan reservoar batu pasir (*sand thickness*) yang diperoleh pada analisa data sumur sebelumnya (tabel 4.1), seperti ditunjukkan pada tabel 4.2 berikut:

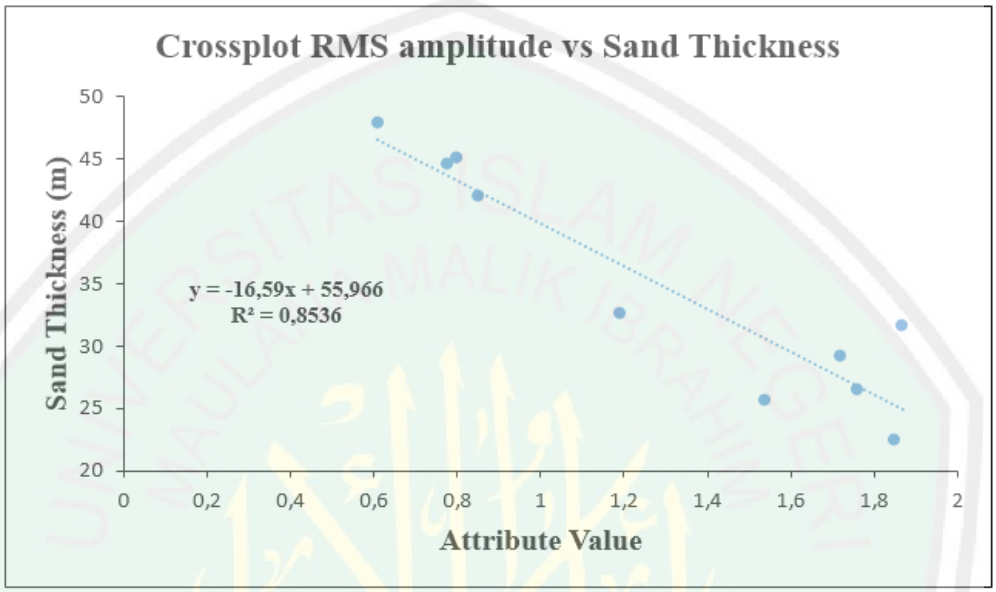
Tabel 4.2 Nilai persebaran RMS *amplitude* Top Horizon 1

Sumur	***Attribute Value***	***Sand Thickness* (m)**
1602	0,8	45,11
1726	0,61	47,75
1643	1,19	32,65
1653	0,78	44,5
1631	0,85	42
1741	1,72	29,2
1629	1,85	22,53
1626	1,87	31,47
1606	1,76	26,47
1609	1,54	25,65

Sebagai kontrol sumur, dilakukan analisa *crossplot* yang mengindikasikan hubungan antara nilai sebaran atribut dengan properti fisik dari reservoar Top Horizon 1. Dengan mengkombinasikan *sand thickness* dan *atributte value* dari ke 10 sumur, *crossplot* menunjukkan hasil korelasi yang bagus dengan nilai atribut.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Berdasarkan perhitungan dengan regresi linear (gambar 4.23) didapatkan korelasi sebesar 0, 8536.

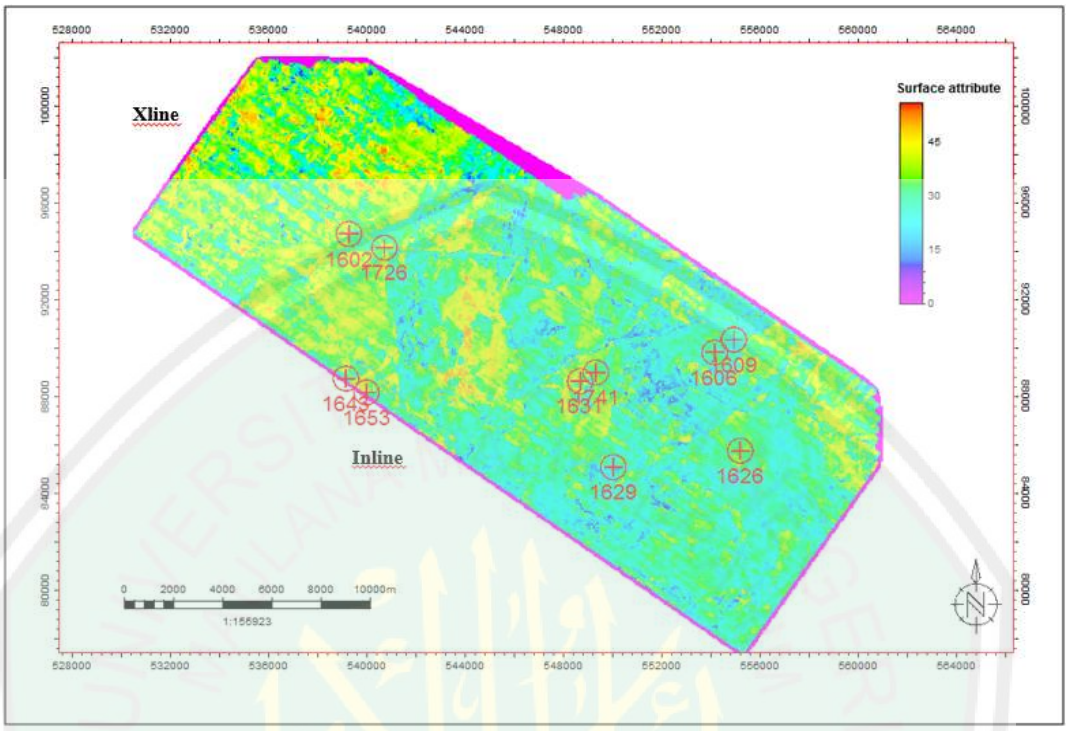


Gambar 4.23 *Crossplot* atribut RMS *amplitude vs sand thickness* (regresi linear)

4.7.2 Analisa Sebaran Reservoar Atribut RMS Inst. Frequency

Atribut frekuensi sesaat (*instantaneous frequency*) memberikan informasi tentang perilaku gelombang seismik yang mempengaruhi frekuensi. Atribut ini sering digunakan untuk melihat anomali frekuensi rendah yang timbul akibat reservoar yang tidak terkonsolidasi dikarenakan kandungan hidrokarbon di dalamnya. Interval yang digunakan untuk membuat peta atribut ini adalah 5 ms ke atas (*above*) dan 10 ms ke bawah (*below*).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 4.24 Peta Persebaran RMS *instantaneous frequency*

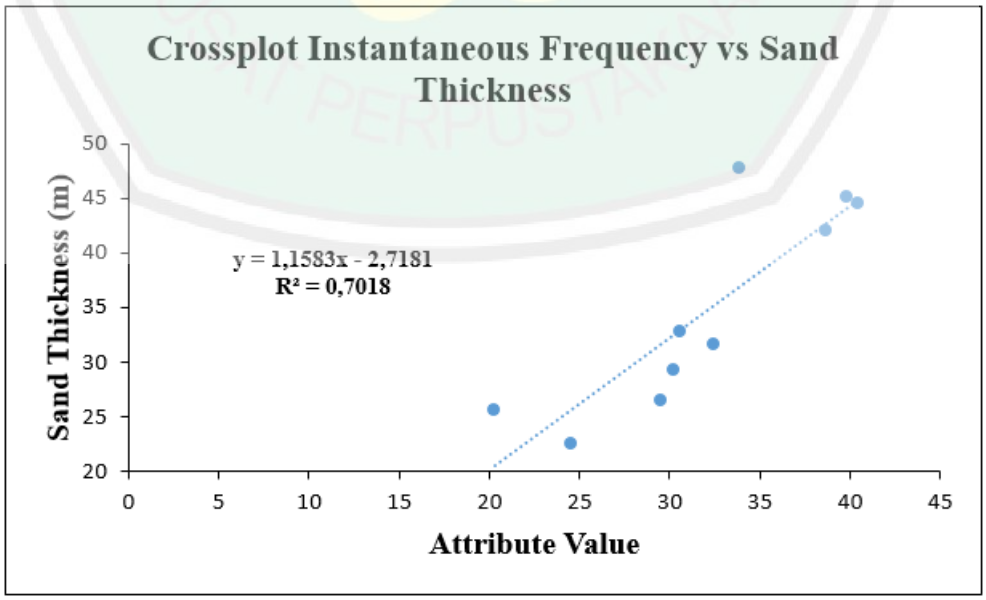
Berdasarkan hasil pemetaan sebaran reservoar dengan menggunakan atribut RMS *instantaneous frequency* dapat mengkonfirmasi persebaran reservoar batu pasir secara lateral dari peta atribut sebelumnya. Sebaran dari *sandstone* ditandai warna biru muda-biru tua yang menunjukkan nilai frekuensi yang rendah dengan pola persebaran dominan di daerah timur hingga tenggara. Begitu pula nilai atribut frekuensi sesaat pada masing-masing sumur pada zona target juga dapat diketahui dari peta atribut di atas (gambar 4.24). Kemudian dibuat tabel antara nilai atribut (*atributte value*) dan ketebalan reservoar batu pasir (*sand thickness*) yang diperoleh pada analisa data sumur sebelumnya (tabel 4.1), seperti ditunjukkan pada tabel 4.3 berikut:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 4.3 Nilai persebaran *Instantaneous Frequency* Top Horizon 1

Sumur	***Attribute Value***	***Sand Thickness* (m)**
1602	39,89	45,11
1726	33,84	47,75
1643	30,7	32,65
1653	40,51	44,5
1631	38,68	42
1741	30,22	29,2
1629	24,61	22,53
1626	32,58	31,47
1606	29,52	26,47
1609	20,31	25,65

Sebagai kontrol sumur, dilakukan analisa *crossplot* yang mengindikasikan hubungan antara nilai sebaran atribut dengan properti fisik dari reservoar Top Horizon 1. Dengan mengkombinasikan *sand thickness* dan *atribut value* dari ke 10 sumur, *crossplot* menunjukkan hasil korelasi yang bagus dengan nilai atribut. Berdasarkan perhitungan dengan regresi linear (gambar 4.25) didapatkan korelasi sebesar 0, 7018.

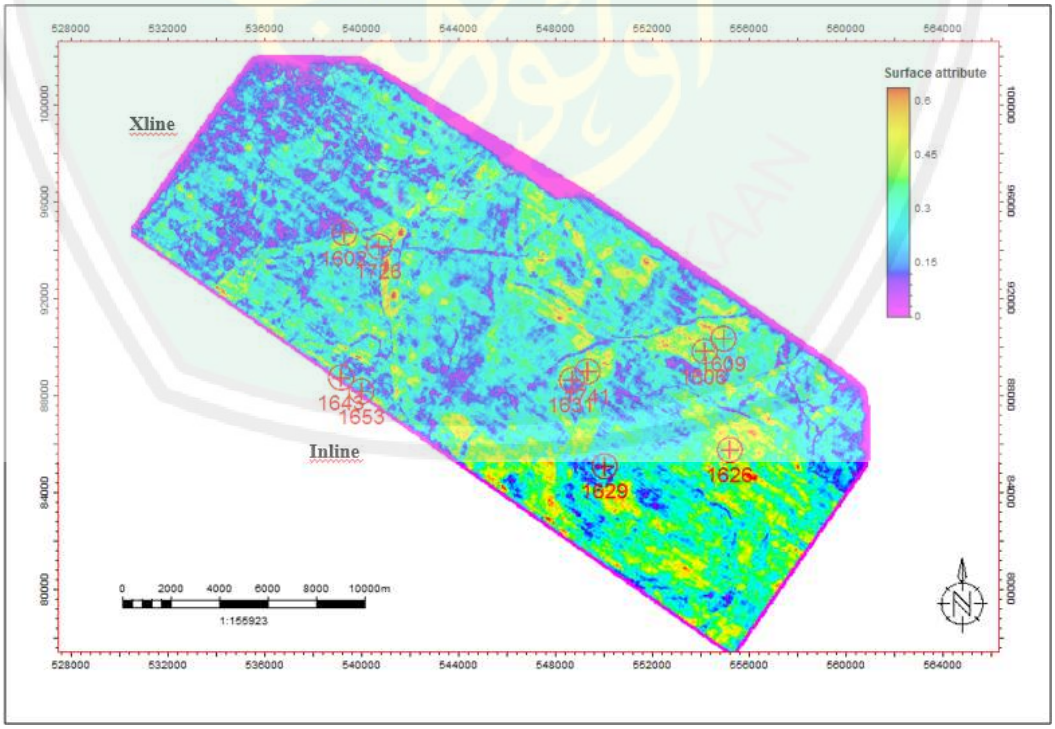


Gambar 4.25 *Crossplot* atribut RMS *instantaneous frequency vs sand thickness* (regresi linear)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4.7.3 Analisa Sebaran Reservoar Atribut RMS *Sweetness*

Seperti yang telah diketahui sebelumnya, atribut *sweetness* ini merupakan hasil bagi dari amplitudo sesaat dibagi dengan akar kuadrat frekuensi sesaat. Atribut ini menurut Chopra, Satinder and J. Marfurt, Kurt (2014) biasanya digunakan sebagai indikator untuk membedakan *sand* atau *shale* sehingga akan sensitif terhadap perubahan litologi yang akan memudahkan dalam proses pemetaan sebaran reservoar, serta atribut ini akan merespon dengan nilai tinggi untuk pasir jenuh hidrokarbon. Daerah dengan nilai *sweetness* yang tinggi biasa disebut dengan "*sweet spots*". Interval yang digunakan untuk membuat peta atribut ini adalah 5 ms ke atas (*above*) dan 10 ms ke bawah (*below*).



Gambar 4.26 Peta Persebaran RMS *sweetness*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Berdasarkan hasil pemetaan sebaran reservoar dengan menggunakan atribut RMS *sweetness* dapat mengkonfirmasi persebaran reservoar sandstone secara lateral dari kedua peta atribut sebelumnya yakni RMS *amplitude* dan RMS *instantaneous frequency*. Terlihat jelas sebaran batu pasir dengan warna kuning-merah yang menunjukkan nilai *sweetness* yang tinggi merupakan representasi dari *sweet spots* (tempat terakumulasinya hidrokarbon) dengan pola persebaran dominan di daerah timur hingga tenggara. Selain itu, fitur geologi seperti *channel* dan *fault* dapat teramati dengan cukup jelas pada atribut ini. Begitu pula nilai atribut *sweetness* pada masing-masing sumur pada zona target juga dapat diketahui dari peta atribut di atas (gambar 4.26). Kemudian dibuat tabel antara nilai atribut (*atributte value*) dan ketebalan reservoar batu pasir (*sand thickness*) yang diperoleh pada analisa data sumur sebelumnya (tabel 4.1), seperti ditunjukkan pada tabel 4.4 berikut:

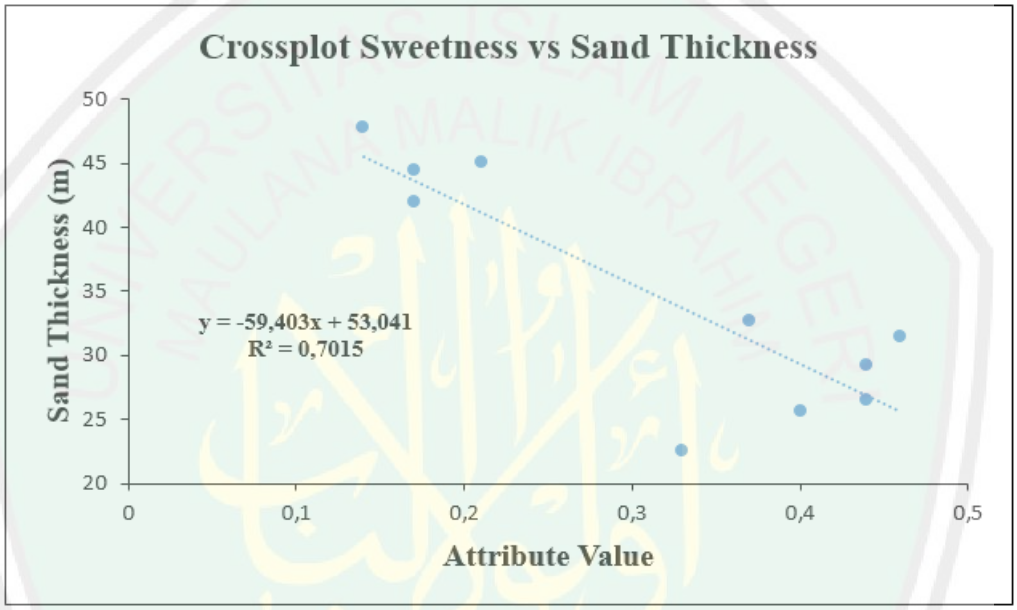
Tabel 4.4 Nilai persebaran *Sweetness* Top Horizon 1

Sumur	Attribute Value	Ketebalan Sand (m)
1602	0,21	45,11
1726	0,14	47,75
1643	0,37	32,65
1653	0,17	44,5
1631	0,17	42
1741	0,44	29,2
1629	0,33	22,53
1626	0,46	31,47
1606	0,44	26,47
1609	0,4	25,65

Sebagai kontrol sumur, dilakukan analisa *crossplot* yang mengindikasikan hubungan antara nilai sebaran atribut dengan properti fisik dari reservoar Top

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Horizon 1. Dengan mengkombinasikan *sand thickness* dan *atributte value* dari ke 10 sumur, *crossplot* menunjukkan hasil korelasi yang bagus dengan nilai atribut. Berdasarkan perhitungan dengan regresi linear (gambar 4.27) didapatkan korelasi sebesar 0, 7015.



Gambar 4.27 *Crossplot* atribut RMS *sweetness* vs *sand thickness* (regresi linear)

4.8 Kajian al-Quran Tentang Eksplorasi Minyak Bumi dan Batuan Reservoar

Umat Muslim diwajibkan membaca, memahami, merenungkan, serta mengamalkan kandungan dari al-Quran dan Hadis yang diimani. Firman Allah SWT menjelaskan bahwa kegiatan eksplorasi minyak bumi merupakan salah satu ke Esa-an Allah SWT yang memang benar adanya, segala sesuatu yang diciptakan oleh Allah SWT tidak ada yang mubazir. Semua yang diciptakan-Nya di alam semesta ini memiliki manfaat, termasuk apa yang terkandung di dalam bumi. Pada Surat Thaha (20): 5-6, Allah SWT berfirman:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ٱلرَّحۡمَٰنُ عَلَى ٱلۡعَرۡشِ ٱسۡتَوَىٰ ۝٥ لَهُۥ مَا فِي ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَمَا فِي ٱلۡأَرۡضِ وَمَا بَيۡنَهُمَا وَمَا تَحۡتَ ٱلثَّرَىٰ ۝٦

"(Yaitu) Tuhan Yang Maha Pemurah. Yang bersemayam di atas 'Arsy. Kepunyaan-Nya-lah semua yang ada di langit, semua yang di bumi, semua yang di antara keduanya dan semua yang di bawah tanah" (Q.S. Thaha (20): 5-6).

Surat di atas (Q.S. Thaha (20): 5-6) pada kata "*tahta ats-tsara*" memiliki makna di bawah tanah. Kata "*ats-tsara"* sendiri memiliki beberapa arti, ada yang mengartikan sebagai tanah yang basah dan ada yang mengartikan sebagai tanah secara mutlak, namun betapapun yang dimaksud dengan firman-Nya semua yang ada di bawah tanah adalah yang terdapat di dalam perut bumi (Shihab, 2002). Jika pada ayat 4 sebelumnya, yang disebut adalah bumi dan langit, maka pada ayat 6 menegaskan semua yang ada di bawah tanah.

Rahmat Allah SWT memang sangatlah luas cakupannya, tidak hanya dari langit hingga permukaan bumi saja, namun juga terdapat di bawah permukaan tanah, dengan kata lain terdapat satu sumber daya alam melimpah serta dapat dimanfaatkan seperti: mineral, emas, perak, batu bara, air akuifer, panas bumi, minyak, dan gas bumi. Semua itu memiliki manfaat bagi manusia dalam berbagai sektor seperti industri, pendidikan, transportasi dan lain sebagainya. Pada era modern ini, kebutuhan akan bahan bakar minyak semakin meningkat di bidang transportasi. Oleh karena itu, dalam rangka memenuhi kebutuhan tersebut kegiatan eksplorasi dan eksploitasi terus dilakukan demi terpenuhinya kebutuhan umat manusia. Selanjutnya Allah SWT berfirman dalam Surat Fathir (35): 27:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

أَلَمۡ تَرَ أَنَّ ٱللَّهَ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخۡرَجۡنَا بِهِۦ ثَمَرَٰتٖ مُّخۡتَلِفًا أَلۡوَٰنُهَاۚ وَمِنَ ٱلۡجِبَالِ جُدَدُۢ بِيضٞ وَحُمۡرٞ مُّخۡتَلِفٌ أَلۡوَٰنُهَا وَغَرَابِيبُ سُودٞ ٢٧

"Tidakkah kamu melihat bahwasanya Allah menurunkan hujan dari langit lalu Kami hasilkan dengan hujan itu buah-buahan yang beraneka macam jenisnya. Dan di antara gunung-gunung itu ada garis-garis putih dan merah yang beraneka macam warnanya dan ada (pula) yang hitam pekat" (Q.S. Fathir (35): 27).

Kata *Al-judad* jamak dari *jiddah* ditafsirkan sebagai jalan atau garis yang jelas pada sesuatu. Garis-garis tersebut ada yang berwarna merah, kuning, putih, dan hitam, sebagaimana halnya garis-garis yang terlihat pada pegunungan tersebut. Semua ini tidak akan diketahui kecuali oleh orang-orang yang berpikir, dan tidak ada yang memetik '*ibrah* atau pelajaran dari semua itu, kecuali oleh orang-orang alim (ulama) (Al-Jazairi, 2009).

Al-Gharabib: jamak dari *ghirbib*: hitam pekat. Orang mengatakan *aswadu ghirbib* (hitam pekat) *abyadhu baqiq* (putih cemerlang) *asfaru faqi'* (kuning kemilau) dan *ahmaru qanim* (merah membara). Pada ayat ini Allah SWT menguraikan beberapa hal yang menunjukkan kesempurnaan dan kekuasaan-Nya yang oleh kaum musyrikin dapat dilihat setiap waktu yang kalau mereka menyadari pula ke-Esaan dan kekuasaan Allah SWT yang Maha Sempurna itu. Allah SWT menjadikan sesuatu yang beraneka ragam macamnya yang bersumber dari yang satu (Abu Bakar, 2007).

Al-Quran telah memberikan isyaratnya berkaitan dengan bebatuan dan unsur logam yang terdapat pada lapisan bebatuan pembentuk bumi, diantaranya al-Quran menyebutkan tentang pembentukan warna pada bebatuan yang terdapat

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

di lapisan bumi yang berbentuk batu, yang mempunyai pengaruh pada warna logam yang dikandungnya. Pembentukan warna-warna bebatuan disebabkan oleh reaksi kimia, seperti larutan air, pencairan, zat hidrat dan zat asam karbon, dan seterusnya. Sedangkan warna "hitam pekat" dapat diartikan sebagai lapisan batuan yang mengandung minyak bumi. Minyak bumi umumnya yang masih mentah akan berwarna hitam pekat.

Ilmu geofisika berperan dalam membantu proses eksplorasi sumberdaya alam seperti minyak dan gas. Salah satu metode geofisika yang umumnya digunakan untuk mencari sumberdaya ini adalah metode seismik. Metode seismik merupakan salah satu metode geofisika yang biasa digunakan untuk memperoleh informasi keadaan bawah permukaan dengan memanfaatkan parameter fisis berupa gelombang mekanik buatan, sehingga dapat menampilkan profil struktur dan lapisan yang bisa dianalisa sehingga dapat diperkirakan akumulasi prospek hidrokarbon pada batuan yang memiliki permeabilitas tinggi dan jebakan struktur hidrokarbon. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan sebaran dari reservoar batu pasir yang merupakan salah satu batuan reservoar dari minyak dan gas.

Pada penelitian ini digunakan analisa atribut seismik dengan menggunakan atribut RMS amplitudo, *instantaneous frequency*, dan *sweetness* untuk menentukan persebaran reservoar batu pasir secara lateral, sedangkan secara vertikal yang meliputi kedalaman serta ketebalan dari reservoar batu pasir dikontrol dengan data *log spontaneous potential* (SP). Berdasarkan hasil penelitian, pola persebaran batu pasir dominan berada di bagian Timur hingga Tenggara dari pada lapangan Texaco. Daerah tersebut merupakan daerah

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

rendahan, serta adanya fitur *channel* (sungai purba) di sana memperkuat bahwa proses sedimentasi batu pasir pada masa tersebut terjadi di sepanjang tepian sungai pada lingkungan pengendapan delta. Hal ini sesuai dengan firman Allah SWT dalam Surat Maryam (19): 24:

فَنَادَىٰهَا مِن تَحْتِهَآ أَلَّا تَحْزَنِى قَدْ جَعَلَ رَبُّكِ تَحْتَكِ سَرِيًّا ﴿٢٤﴾

"Maka Jibril menyerunya dari tempat yang rendah: "Janganlah kamu bersedih hati, sesungguhnya Tuhanmu telah menjadikan anak sungai di bawahmu" (Q.S. Maryam (19): 24).

Pada ayat di atas kata *sariyyan* dipahami oleh mayoritas ulama' dalam arti anak sungai atau telaga (Shihab, 2002). Ayat ini mengisyaratkan adanya sungai di bawah permukaan tanah. Pada suatu tempat, di bawah permukaan tanah bisa ada dua atau tiga sungai bahkan lebih dengan kedalaman yang berbeda. Muara akhir dari sungai tersebut tetaplah laut atau daerah rendah dekat laut (delta) tempat sedimen batu pasir biasa terendapkan.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa atribut seismik yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Parameter fisis batuan pada zona target Top Horizon 1, dapat dibedakan antara batu pasir dan lempung berdasarkan hasil *crossplot* data *log spontaneous potential vs sonic*, sedangkan batu pasir yang tersaturasi fluida dapat teridentifikasi dari hasil *crossplot log spontaneous potential vs resistivity*.
2. Penggunaan atribut *sweetness* dapat memberikan gambaran pola persebaran reservoar batu pasir dengan lebih jelas pada zona target Top Horizon 1 dibandingkan penggunaan atribut RMS *amplitude* dan *instantaneous frequency*. Terlihat pola persebaran reservoar pada zona target dominan berada pada daerah Timur hingga Tenggara lapangan Texaco.

5.2 Saran

Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui keberadaan hidrokarbon pada zona prospektif hidrokarbon. Pemilihan zona target baru sangat dianjurkan dalam penelitian selanjutnya untuk sumber informasi baru, sehingga dapat menjadi referensi pengembangan eksplorasi berikutnya.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, Agus. 2011. *Ensiklopediseismik online*. www. Ensiklopedi seismik. blogspot.com. Diakses pada 10 Juli 2017.

Abu Bakar, Bahrun. 2007. *Tafsir Ibnu Kasir*. Bandung: Sinar Baru Algesindo.

Al-Jazairi, Syaikh Abu Bakar Jabir. 2009. *Tafsir Al-Qur'an Al-Aisar Jilid 7*. Jakarta: Darus Sunnah.

Bateman, R. M. 1985. *Openhole Log Analisys and Formation Evaluation*. D. Reidel Publishing. Dordrecht.

Batalipu, Muslimah A. 2011. *Prediksi Tekanan Formasi Menggunakan Kecepatan Interval Hasil Analisis Neural Network Multiatribut Seismik 3D*. Tesis. Jakarta: Universitas Indonesia.

Berger, Ng Bei. 2012. *Aplikasi Atribut Seismik Dalam Penentuan Struktur dan Analisa Lithofacies Untuk Pemodelan Reservoar dan Perhitungan Cadangan Sebagai Evaluasi Lapangan Gulf of Mexico*. Tesis. Jakarta: Universitas Indonesia.

Chopra, Satinder and Kurt J. Marfurt. 2014. *Churning Seismic Attributes with Principal Component Analysis*. SEG Denver Annual Meeting.

Costain, John K dan Cahit Coruh. 2004. *Basic Theory Of Exploration Seismology. Department of Geological Sciences.* U.S.A: Virginia Polytechnic Institute and State University Blacksburg.

El-Naggar, Zaghlul R. M. 2010. *Selekta dari Tafsir Ayat-ayat Kosmos dalam Al-Qur'an Al-Karim*. Jakarta: Shorouk Internasional Bookshop.

Galloway, Ana William E. 2009. *The Gulf of Mexico Basin has proved to be a highly successful hydrocarbon province, and the vast untapped volume of both oil and gas ensures that the basin will continue as a major player for decades to come. Article vol. 6, No. 3*. Austin: Institute for Geophysics, The University of Texas.

Harsono, A. 1997. *Evaluasi Formasi dan Aplikasi Log*. Jakarta: Schlumberger Oil Field Services.

Hart, B. S. 2008. *Channel Detection in 3D Seismic Data Using Sweetness: AAPG Bulletin, v.92, 733-742*.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Hilterman, F.J. 1997. *Seismik Amplitude Interpretation*, Distinguished Instructor Shourt Course EAGE.

Koson, Sanhasuk, et al. 2014. *Seismic Attribute and Their Application in Seismic Geomorphology. Vol 6, No. 1, 1-9*. Bangkok, Thailand: Departement of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University.

Limes, L. L., & Stipe, J. C. 1959. *Occurence Of Miocene Oil In South Louisiana.* Gulf Coast Association Of Geological Societies Transactions, 9, 77-90.

Partyka, G. J. Gridley, and J. Lopez. 1999. *Interpretational applications of spectral decomposition in reservoir characterization*: The Leading Edge, v. 18, p. 353-360.

Radovich, B.J., and Oliveros, R. B. 1998. *3D Sequence Interpretation of Seismic Instantaneous Attributes from The Gorgon Field.* The Leading Edge, v.17, 1286-1293.

Rider, Malcolm. 1996. *The Geological Interpretation of Well Logs Second Edition*. Malta: Interprint Ltd.

Russel, Brian. 1998. *Introduction to Seismic Inversion*. SEG. Tulsa.

Shideler, G. L. 1987. *Regional Geologic Framework Summary of The Neogene-Quatemary Louisiana Continental Shelf, Northem Gulf Of Mexico*. Southeastern Geology, 28 (1), 31-48.

Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir Al Misbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera.

Sukmono, S. 1999. *Interpretasi Seismik Refleksi*. Bandung: Laboratorium Geofisika Reservoar Departemen Teknik Geofisika ITB.

Sukmono, S. 2007. *Fundamentals of Seismic Interpretation*. Bandung: Teknik Geofisika ITB.

Sukmono, Sigit, dkk. 2008. *Seismic Reservoir Characterization of Indonesia's Southwest Betara Field.* The Leading Edge.

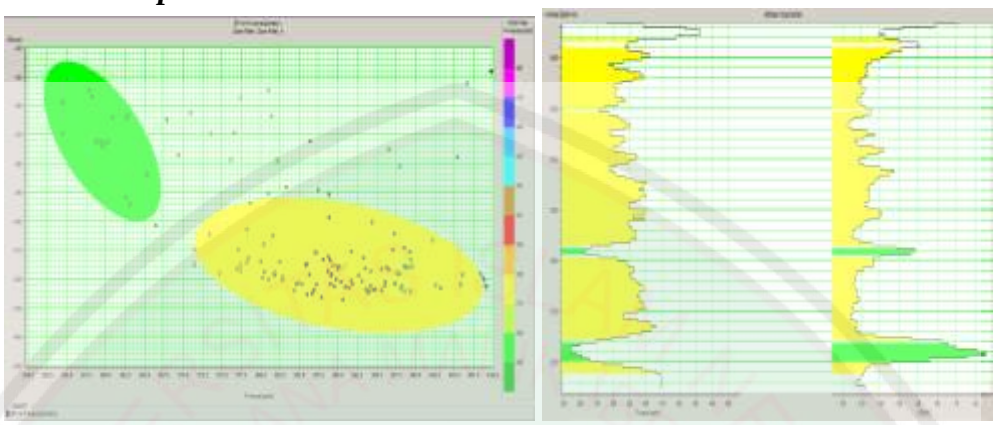
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

LAMPIRAN

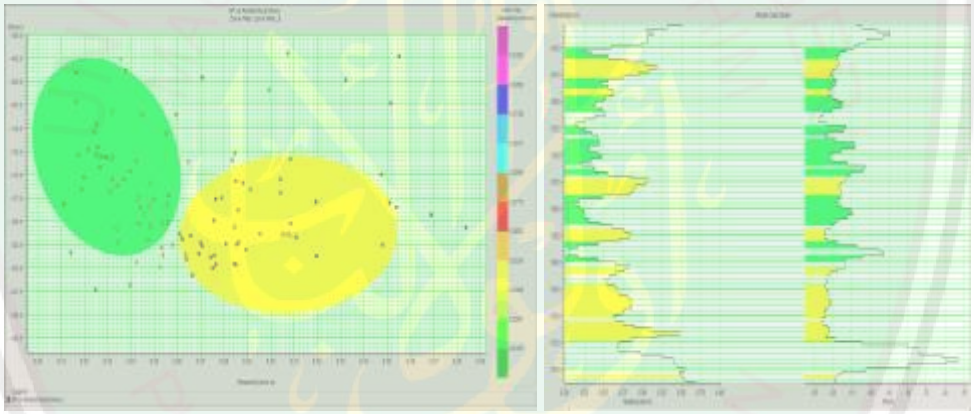
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 1

1. Hasil *Crossplot* Sumur 1602

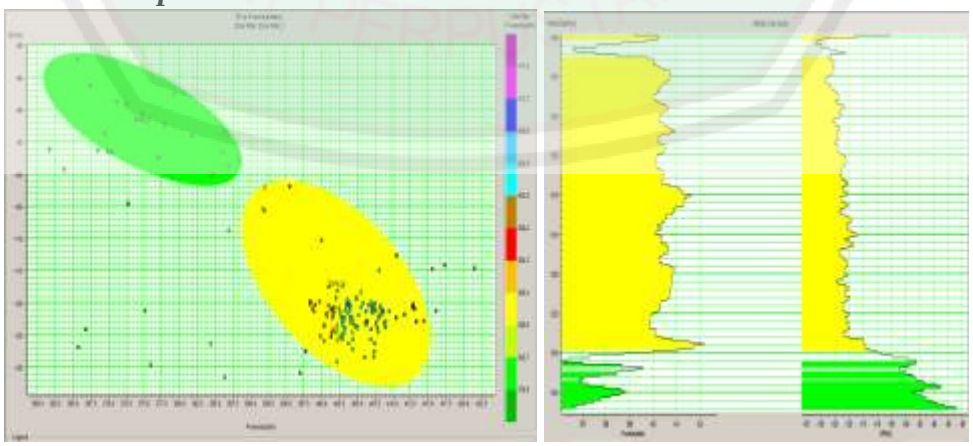


Crossplot log SP vs log sonic



Crossplot log SP vs log resistivity

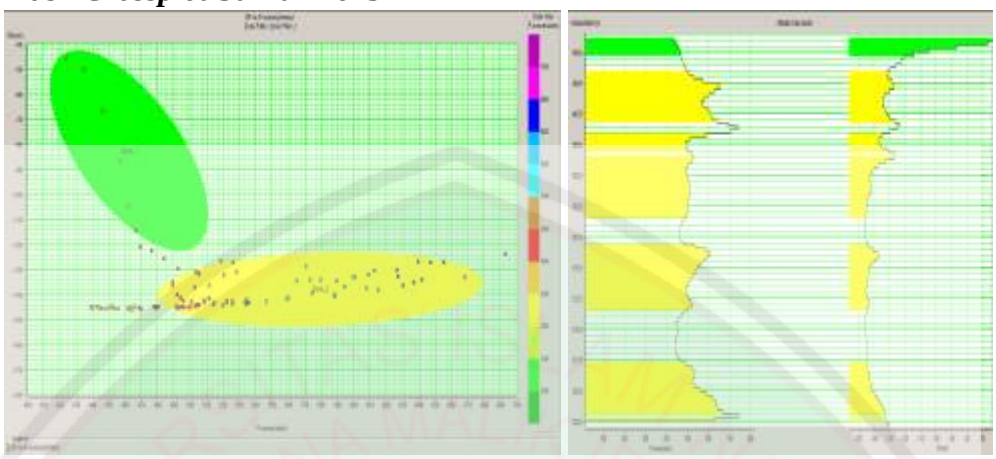
2. Hasil *Crossplot* Sumur 1726



Crossplot log SP vs log sonic

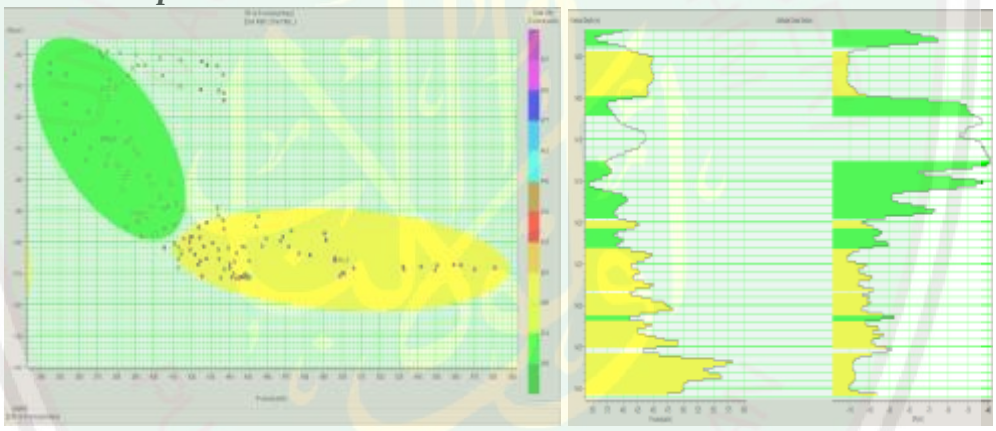
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3. Hasil *Crossplot* Sumur 1643

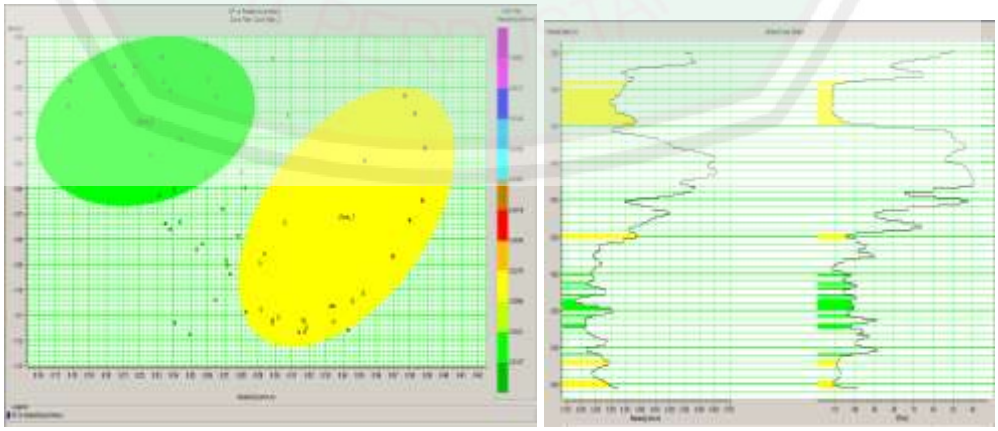


Crossplot log SP vs log sonic

4. Hasil *Crossplot* Sumur 1653



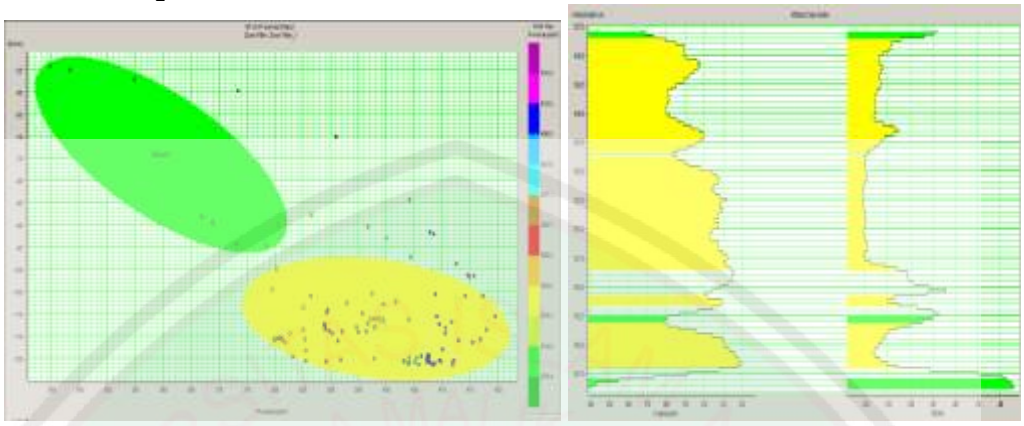
Crossplot log SP vs log sonic



Crossplot log SP vs log resistivity

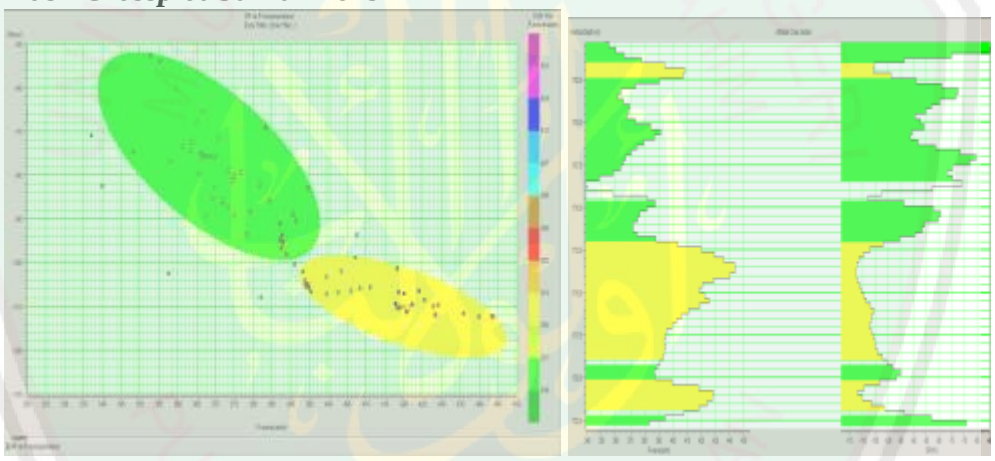
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

5. **Hasil *Crossplot* Sumur 1741**

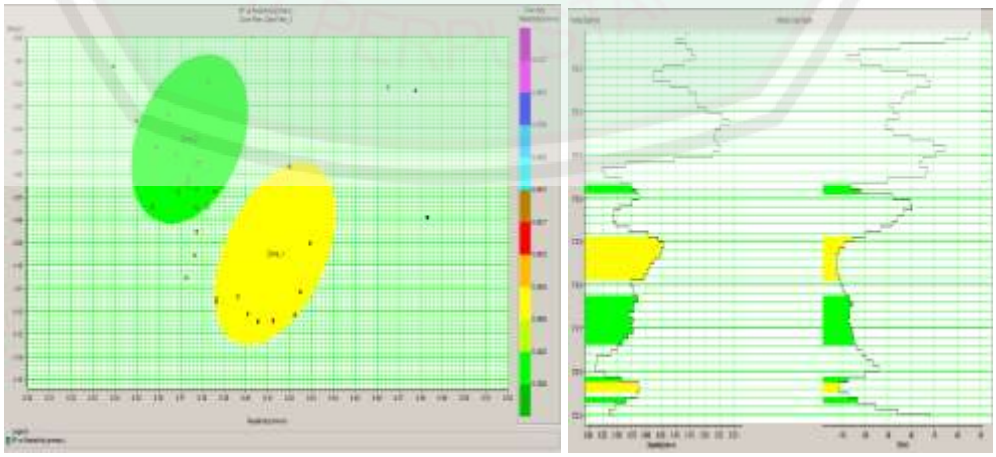


Crossplot log SP vs log sonic

6. **Hasil *Crossplot* Sumur 1629**



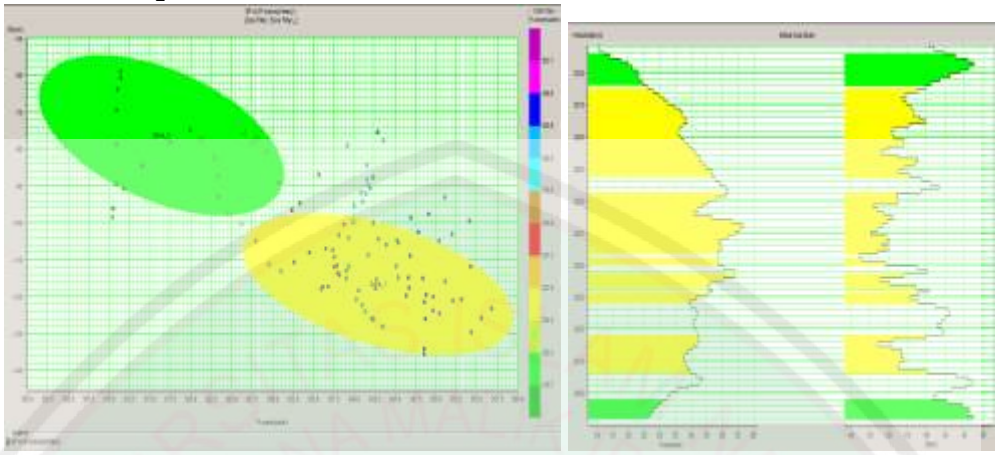
Crossplot log SP vs log sonic



Crossplot log SP vs log resistivity

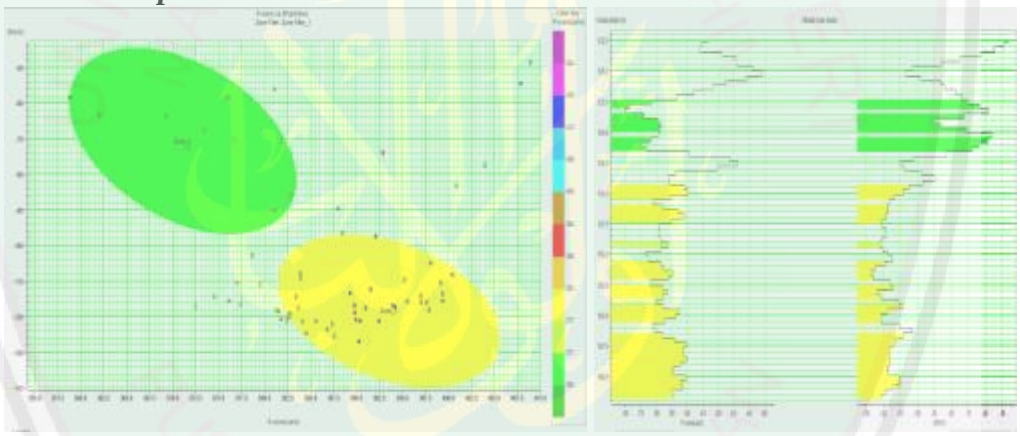
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

7. Hasil *Crossplot* Sumur 1626

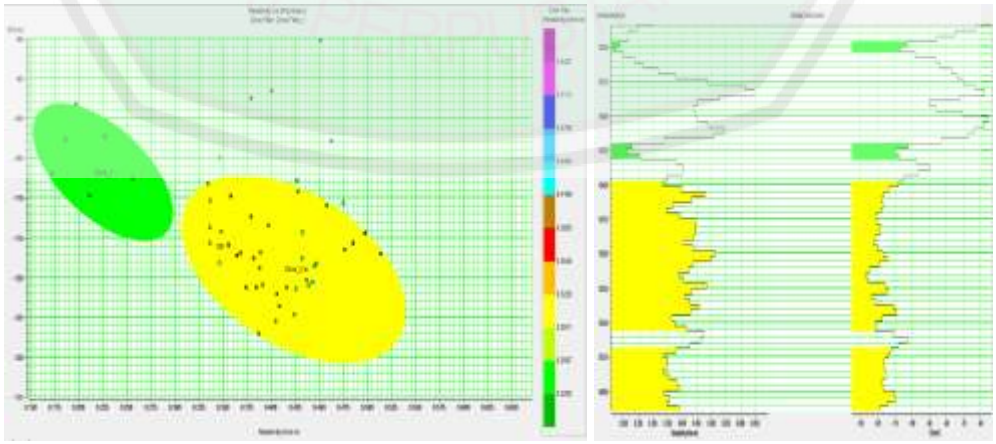


Crossplot log SP vs log sonic

8. Hasil *Crossplot* Sumur 1606



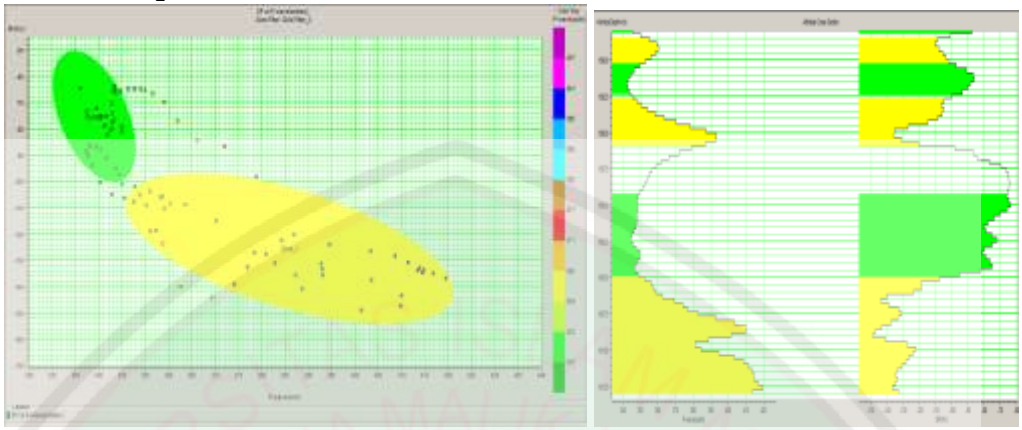
Crossplot log SP vs log sonic



Crossplot log SP vs log resistivity

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

9. Hasil *Crossplot* Sumur 1609

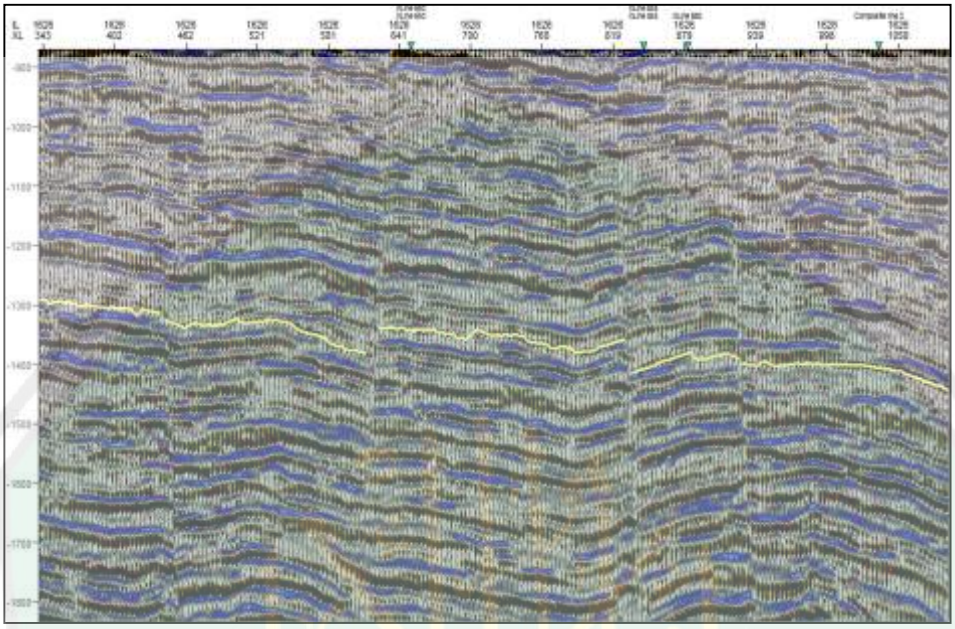


Crossplot log SP vs log sonic

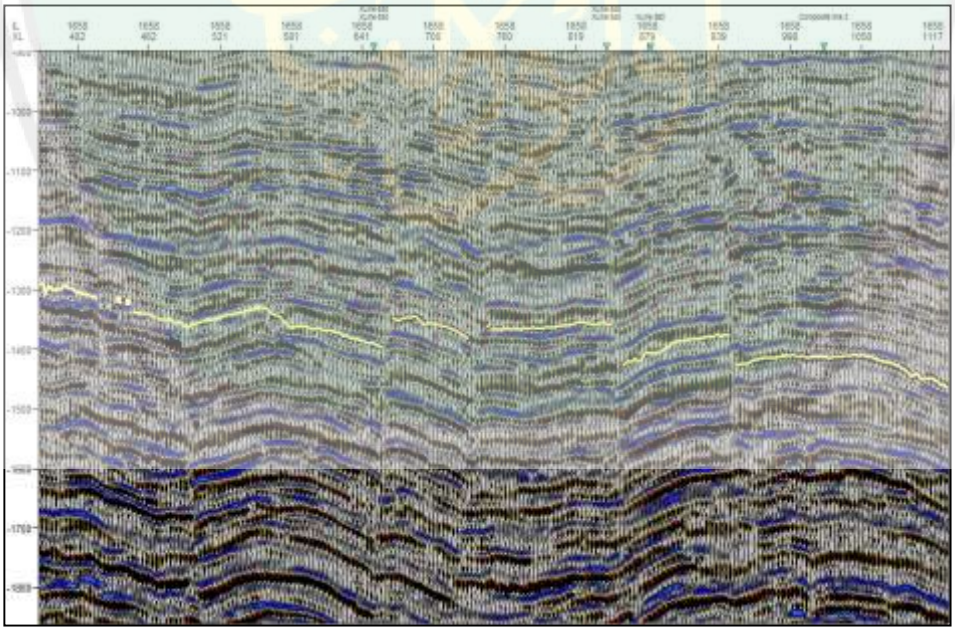
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 2

Picking Horizon Inline 1626

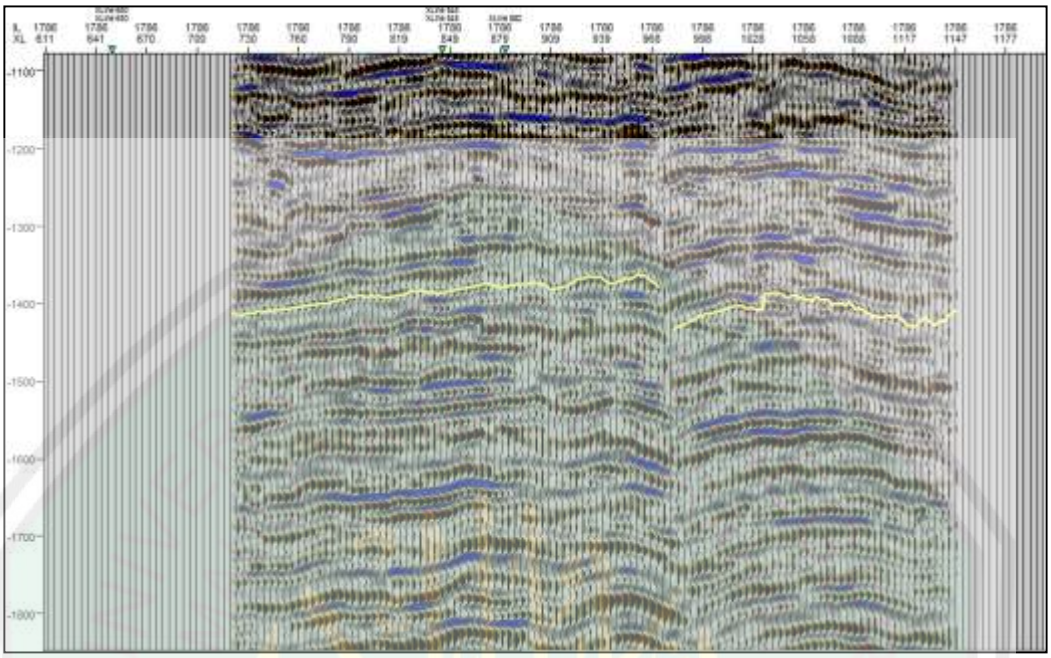


Picking Horizon Inline 1658

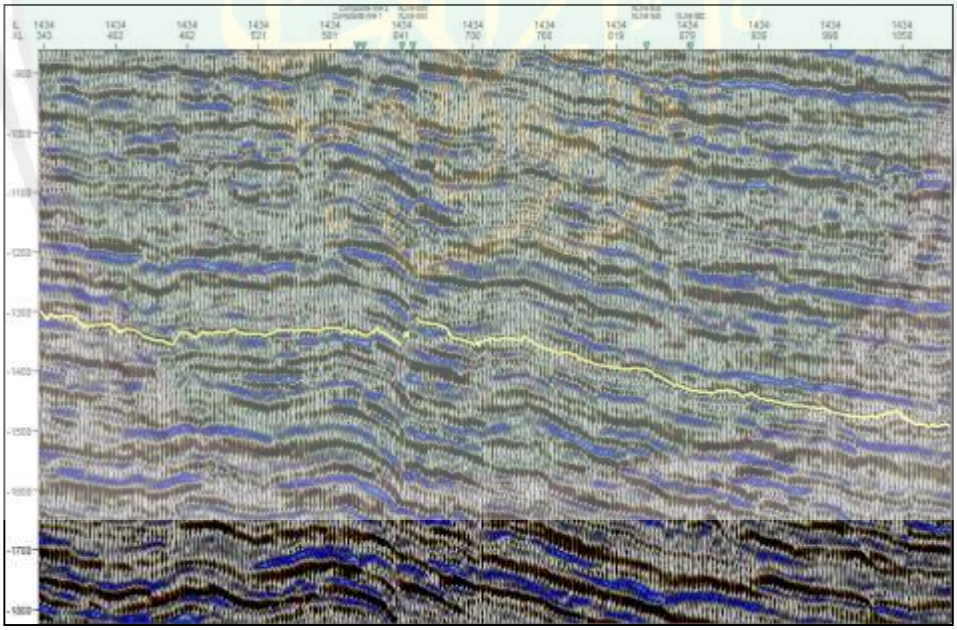


CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Picking Horizon Inline 1786

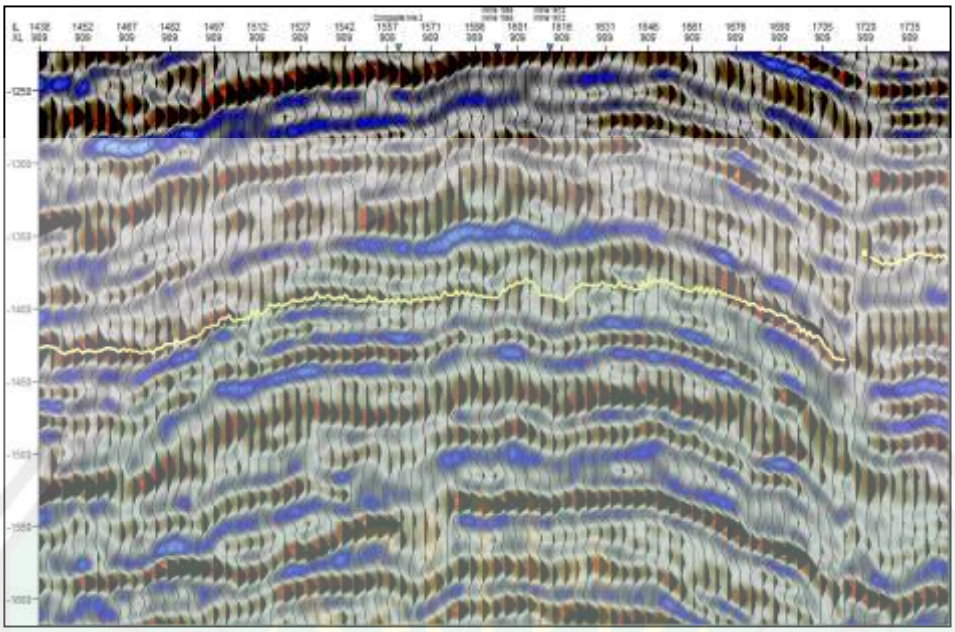


Picking Horizon Inline 1434

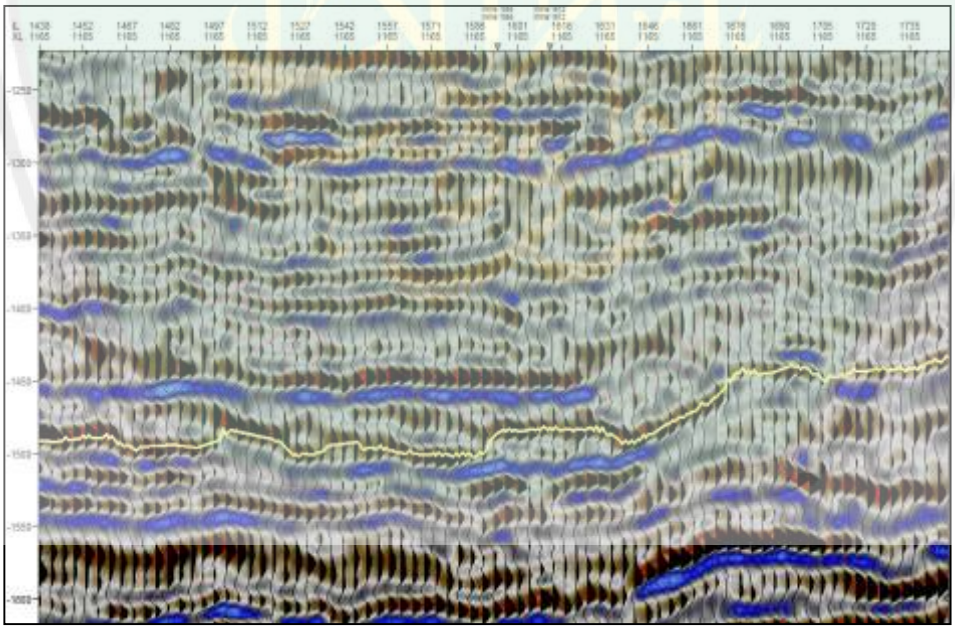


CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Picking Horizon xline 909

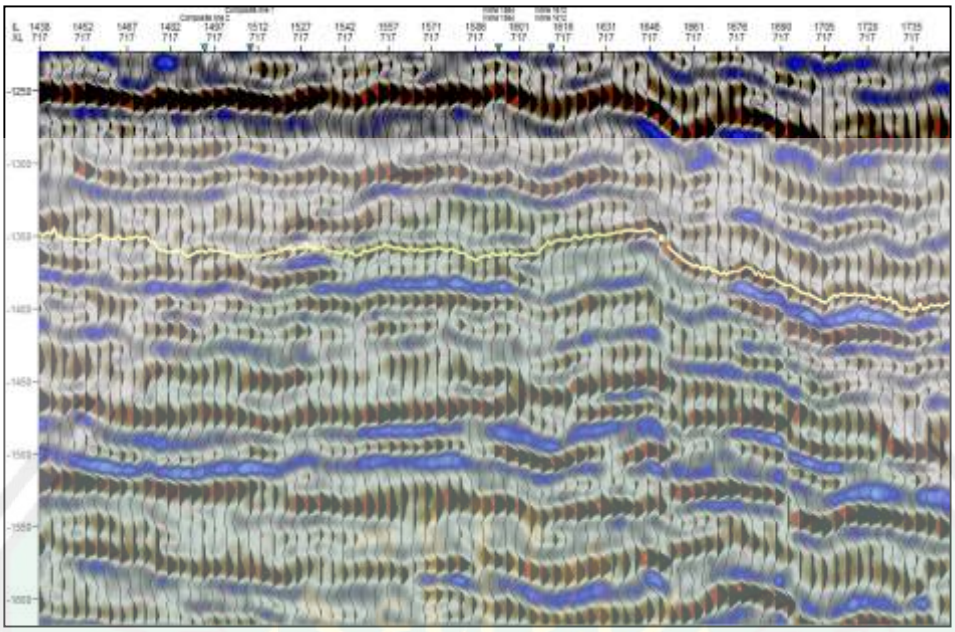


Picking Horizon xline 1165

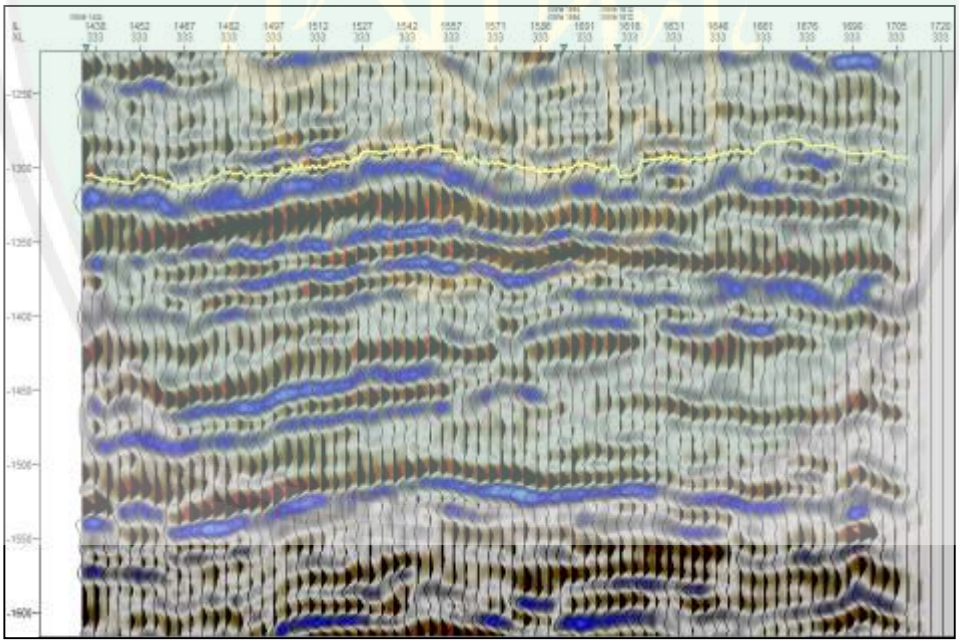


CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Picking Horizon xline 717



Picking Horizon xline 333



CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang (0341) 551345 Fax. (0341) 572533

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : **Ifham Arifuddin**
NIM : **13640013**
Fakultas/ Jurusan : **Sains dan Teknologi/ Fisika**
Judul Skripsi : **Aplikasi Atribut *Sweetness* Untuk Menentukan Sebaran Reservoar Batu Pasir Pada Lapangan Texaco, Meksiko**
Pembimbing I : **Irjan, M.Si**
Pembimbing II : **Umaiyatus Syarifah, M.A**

No	Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1	30 Mei 2017	Konsultasi Bab I	
2	28 Juni 2017	Konsultasi Bab II dan Bab III	
3	3 Agustus 2017	Konsultasi Pengolahan Data	
4	22 Agustus 2017	Konsultasi Pengolahan Data	
5	12 September 2017	Konsultasi Pengolahan Data	
6	19 Oktober 2017	Konsultasi Bab IV dan Bab V	
7	25 Oktober 2017	Konsultasi Kajian Agama	
8	29 November 2017	Konsultasi Kajian Agama	
9	5 November 2017	Konsultasi Kajian Agama dan Acc	
10	7 November 2017	Konsultasi Bab I-V, Abstrak dan Acc	

Malang, 02 Januari 2018
Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika,

Dr. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG