



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

INTERPRESTASI DATA PENAMPANG SEISMIK 2D DAN DATA SUMUR PEMBORAN AREA "X" CEKUNGAN JAWA TIMUR

SKRIPSI



**NOFRIADEL
0810441015**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2012**

SKRIPSI

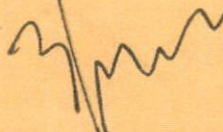
**INTERPRETASI DATA PENAMPANG SEISMIK 2D DAN DATA
SUMUR PEMBORAN AREA "X" CEKUNGAN JAWA TIMUR**

disusun oleh:

**NOFRIADEL
0810441015**


**Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 24 September 2012**

**Tim Penguji
Pembimbing**



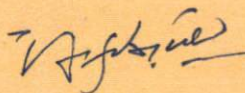
**Arif Budiman, M.Si
NIP. 197311141999031004**

Penguji I



**Dwi Pujiastuti, M.Si
NIP. 196908021994122002**

Penguji II



**Afdal, M.Si
NIP. 197601062000031001**

Penguji III



**Dr. Dahyunir Dahlan
NIP. 196811281995121002**

Sesungguhnya
Taka da yang patut dipuji, pun ketika kami berhasil menyelesaikan sekolah ini
Kecuali hanya Allah Yang Maha Terpuji
Yang Maha Mengetahui segala sesuatu
Ya Allah
Sesungguhnya kami memohon kepada-Mu rizki yang baik
Amu yang bermanfaat serta amal yang diterima
Ya Allah
Berilah kami ilham, untuk tetap men-syukuri nikmat-nikmat-Mu
Yang telah Engkau anugerahkan kepada kami, dan kepada kedua orang tua kami
Dan untuk tetap beramal sholeh yang Engkau ridhoi
Dan masukkanlah kami ke dalam golongan hamba-hamba-Mu yang sholeh-sholeh
Ya Allah
Jadikanlah segala usaha kami
Dan jerih payah kami untuk menyelesaikan sekolah ini
Sebagai ibadah kepada-Mu
Ya Rabbi
Jadikanlah segala doa-doa orang tua kami menuju surga-Mu
Restu mereka jalan bagi kami menuju surga-Mu
Jadikanlah segala usaha dan jerih payah guru-guru kami ibadah
Apa-apa yang telah mereka ajarkan kepada kami
Jadikanlah sebagai gantinya sesuatu yang lebih baik
Ya Allah Ya Karim
Sesungguhnya mata-mata kami telah penat
Buku-buku berulang kami berkerutukan
Punggung-punggung kami telah berdenyut-denyut menanggung kepayahan
Tubuh-tubuh kami pun semakin tua
Jadikanlah semua itu penbus dosa-dosa kami yang tak terhitung, Ya Ghaffaar
Jadikanlah semua itu penutup aib-aib kami yang memalukan, ya Ghoffuur
Rabbanna antinna fidunnya hasanah, wa fil akhirati hasanah
Waqina 'adzabbannar
Washallallahu 'ala sayyidina Muhammad SAW, wa 'ala alihi
Wabarik wasalim
Amin Ya Rabbi 'alamiinn....

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

'Sesungguhnya disamping kesukaran ada kemudahan apabila engkau telah selesai (mengerjakan suatu pekerjaan), maka berusaha payahlah (mengerjakan yang lain) dan kepada tuhanmu berharap... (QS. Al-Insyirah : 6-8)'

Ilmu lebih baik dari harta, harta jika dibelanjakan akan berkurang, tetapi ilmu jika disebarakan akan bertambah. (Saidina Ali bin Abi Talib ra)

Teristimewa untuk Bapakku tercinta terimakasih untuk semuanya, berkat tetesan keringat dan semua jerih payah akhirnya anakmu ini bisa mencapai semua ini. Segala benda apapun takkan mampu membalas tetesan keringatmu, mungkin ini bisa sedikit mengobati letih dan melukis senyum bahagia di wajahmu. Yang lebih istimewa lagi buat Ummi tersayang, "Ummi..., walaupun engkau tidak hadir dan menyaksikan secara langsung apa yang dilakukan anakmu untuk mencapai ini, tapi aku yakin di alam sana engkau selalu mengirimkan doa dan restu buat anakmu. Akhirnya apa yang pernah kita impikan dulu sebelum engkau dijemput ama yang Maha Kuasa telah berangsu-angsur terwujud.... Namun perjuangan anakmu belum berhenti sampai disini, masih banyak yang harus dicapai....".

Untuk semua anggota keluarga yang aku cintai, terimakasih untuk semuanya. Terimakasih untuk semua dukungannya baik berupa moril maupun materi. Tanpa dukungan kalian, mungkin semua ini bakal sulit tercapai. Khusus buat Uni-uni-ku (Uni Ria and Meli) tersayang, pengorbanan uni-uni tidak akan bisa terlupakan.. "Kalian rela memberikan apapun yang kalian punya asalkan semua ini terwujud.... Insyallah aku tidak akan mengecewakan kalian. Buat Rio "moga cepat menyelesaikan kuliahnya...". Buat Davi "rajin-rajin sekolah, bisuak kalau Oom ado piti, Om kuliahkan tinggi-tinggi...". Buat Revan "cita-cita buyung kimin pengen jadi dokter biar bisa maubek ama, kakek, etek, dll Oom dukung 100%. Bersama jo Ama n Apa, dan yang lain2 mari kita wujudkan...".

Untuk pembimbingku Bapak Arif Budiman, M.Si terimakasih tiada terkira Pak, semoga perjuangan bapak membimbing saya dibalas dengan limpahan berkah dan rahmat dari Allah SWT.

Untuk Mas Anggun, Kang Fajar, Kang Didi, Mas Imam, Mas Irfan, Faisal, Coki, dll yang ada di Pertamina EP terimakasih telah memberikan bimbingan

dan masukan yang sangat berarti sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Untuk segenap dosenku terimakasih atas ilmu yang telah engkau berikan, semoga dibalas Allah SWT.

Terimakasih bijaksana untuk keluarga besar Lafiola, kebersamaan dan segala kenangan 4 tahun terakhir adalah anugerah terindah. Kalian semua adalah sahabat terbaik yang pernah aku miliki. Buat yang udah duluan lulus (Sesa, Meri D, Laila S, Erika, Trie K, Achi, Hilad T) tetap semangat dalam mendapatkan Pekerjaan yang lebih baik, aku akan menyusul Kalian. Buat yang akan Kompre (Ria S, Ade, dan Eko) ayo... ayo... ayo... November semakin dekat. N buat yang sedang TA (firman, Kinchay, Adit, Andes, Ola, Shasa, Mbak Elsa, Anggi, Anya, Ega, Dinda, Warnie) tetap semangat, jangan pernah menyerah Februari atau Maret telah menunggu. N bagi yang belum, ayo sesegera mungkin mulai

Terimakasih banyak buat semua asisten Labdas fisika yang selalu penuh dengan canda dan tawa, tetaplah berjuang sampai kapanpun. Buat Bang Prima and Bang Andi, mari kita arungi dunia yang lebih keras yang sudah menunggu di depan mata. Buat Lina (berikan contoh yg baik buat adek2nya), Desy (pertahankan sifat bijaknya walaupun agak2 gimana gitu stek), Debby Chaz n Sally (tetap semangat), Yuddy NS (ayo yud kejar November ini...), N untuk Atuek n Yusran (tlong disadioan bg jadwal nembak yow.... Awas klu ndak...). ☺

Untuk teman-teman kost BuCherry Club (Aulia, Ijup, Wanda, Fajri, danang, Samijo, Aal, Pindo, Ipas, Heru D, Heru Y, Ajo Nanda, Rio, terimakasih banyak untuk semuanya. Setelah 3 tahun kita selalu bersama2 tanpa ada yang mencoba untuk pindah, sangat banyak pengalaman2 yang tak bisa dilupakan. Pai Ngenet malam-malam k kampus, pai mandi aia angek k Solok, Pai main k Tirta Alami, dll, Kapan y kira2 bakal kita ulang lagi.....

Untuk Anggun Saendy (cin-cin) "terimakasih untuk semua dukungannya. Kamu selalu ada dalam suka maupun duka... walaupun bg sering bikin qmu marah, sedih, tapi qmu tak pernah merasa menyesal. Bg senang qmu mau marah2 ketika apa yang bg lakukan salah, y walaupun kadang kala tak didengarkan... tetap tersenyum n semangat ya... angsur2 lagi t' ngerjain TA-nya walaupun waktu masih panjang. N tak lupa buat Dini n Putri, tetap semangat yah... ntar kflu bg pergi merantau, tlng jagain anggun....

Untuk saudara/i BP=> Uni Vella, Hendra, Mutia, Vina, and Merli (semangat diak, capek nyusul)

Untuk keluarga besar Fisika Unand, terimakasih atas segalanya, semangat!☺

INTERPRETASI DATA PENAMPANG SEISMIK 2D DAN DATA SUMUR PEMBORAN AREA "X" CEKUNGAN JAWA TIMUR

ABSTRAK

Telah dilakukan interpretasi data penampang seismik 2D dan data sumur pemboran Area "X" Cekungan Jawa Timur untuk mengetahui litologi penyusun batuan, arah penyebaran batuan, dan bentuk struktur dan ketebalan dari Formasi Kujung . Data penampang seismik yang digunakan berasal dari 42 *line* seismik dan data sumur pemboran yang digunakan adalah sebanyak enam sumur yang di dalamnya terdapat log *gamma ray*, log resistivitas, log densitas, dan log *neutron*. Analisis yang dilakukan adalah analisis data sumur pemboran yaitu analisis litologi dan korelasi antar sumur, serta analisis pemetaan geologi bawah permukaan. Berdasarkan interpretasi litologi diketahui bahwa Formasi Kujung area "X" tersusun atas batugamping (*limestone*) dengan sisipan batupasir (*sandstone*) yang memiliki porositas dan permeabilitas yang baik sebagai reservoir hidrokarbon dan juga terdapat kandungan hidrokarbon pada formasi ini. Dari korelasi antar sumur arah Barat-Timur, diketahui bahwa bagian Timur daerah penelitian merupakan daerah tinggian dari Formasi Kujung dan bagian Barat merupakan daerah rendahan. Dari korelasi arah Utara-Selatan diketahui bahwa bagian Selatan adalah daerah rendahan dan bagian Utara adalah daerah tinggian. Dari peta struktur puncak dan dasar untuk Formasi Kujung diketahui bahwa formasi ini tersebar di seluruh area penelitian. Bagian Timur merupakan daerah tinggian dan bagian Barat merupakan daerah rendahan dari formasi ini. Dari peta ketebalan diketahui bahwa ketebalan formasi ini bervariasi mulai dari 50 meter hingga lebih dari 1000 meter.

Kata Kunci : Formasi Kujung, data penampang seismik, data sumur pemboran, korelasi, peta struktur dan peta ketebalan

INTERPRETATION OF 2D SEISMIC SECTION DATA AND WELL LOG OF "X" AREA OF EAST JAVA BASIN

ABSTRACT

Interpretation of 2D seismic section and well log data of "X" area of East Java Basin to identify lithology, rock spreading direction, and form of structure map and isopach map of Kujung Formation has been done. Seismic section data consisted of 42 seismic line and well log data were six wells, which obtained from gamma ray log, resistivity log, density log, and neutron log. The analysis consisted of analysis of well log data that are analysis of lithology and wells correlations, and mapping subsurface geological Kujung Formation. Based on the interpretation of lithology is known that Kujung Formation of "X" area consists of limestones with sandstone inserts that have a nice porosity and permeability as the reservoir and there is also the presence of hydrocarbon in this formation. From the wells correlation East-West direction, it is known the eastern area of research is an altitude area and the Western is lower area of Kujung Formation and from the correlation North-South direction is known the Southern is lower area and the northern altitude areas. From the top and bottom structure map of Kujung Formation is known that it spread in all the study area. The eastern is the altitude area and the Western is the lower area of the formation. From isopach map is known the thickness of this formation varies from 50 meters to 1000 meters more.

Keywords: Kujung Formation, 2D seismic section data, well log data, correlation, structure and isopach maps

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alamin, puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul *Interpretasi Data Penampang Seismik 2D dan Data Sumur Pemboran Area "X" Cekungan Jawa Timur* ini. Shalawat dan salam semoga tercurah kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa ummatnya dari zaman kebodohan sampai ke zaman yang penuh ilmu pengetahuan seperti saat ini.

Skripsi ini ditulis untuk memenuhi syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas. Selesaiannya penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Arif Budiman, M.Si dan Anggun Pribadi Armia selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan, motivasi dan masukan dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi ini.
2. Ibu Dwi Pujiastuti, M.Si, Bapak Afdal, M.Si, dan Bapak Dr. Dahyunir Dahlan selaku tim penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang sangat bermanfaat dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Dr. Elvaswer dan Drs. Alwis Abbas selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dan memotivasi penulis selama kuliah.

4. Ketua Jurusan Fisika dan seluruh staf pengajar yang telah berbagi ilmu, pemahaman dan pengalamannya, serta seluruh pegawai akademis dilingkungan jurusan Fisika atas segala kemudahan dan bantuan yang telah diberikan.
5. Kedua orang tua serta seluruh anggota keluarga besar penulis yang telah memberikan bantuan materil, semangat dan motivasi yang sangat besar kepada penulis.
6. Teman-teman laskar fisika 08 yang telah membantu dan memberi motivasi kepada penulis selama penelitian ini.
7. Dan semua pihak yang membantu penulis untuk menyelesaikan studi di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar skripsi ini menjadi lebih baik. Mudah-mudahan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca maupun penulis sendiri.

Padang, 3 September 2012

Penulis

DAFTAR ISI

	halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Metode Seismik	5
2.1.1 Konsep Gelombang Seismik	6
2.1.2 Hukum Fisika pada Perambatan Gelombang Seismik	8
2.1.3 Tipe-Tipe Gelombang Seismik	9
2.1.4 Kecepatan Gelombang Seismik	11
2.1.5 Impedansi Akustik dan Koefisien Refleksi	12
2.1.6 Interpretasi Geologi Menggunakan Data Seismik	13
2.2 <i>Well Logging</i>	15
2.2.1 Tipe-Tipe Log	17
2.2.2 Interpretasi Litologi Berdasarkan Kurva Log	23
2.2.3 Korelasi	25
2.3 Survei <i>Check-shoot</i>	26
2.4 Pengikatan Data Seismik dan Data Sumur (<i>Well Seismic Tie</i>)	27
2.5 Cekungan	28
2.6 Cekungan Jawa Timur	30
2.6.1 Tatanan Tektonik Regional	31

2.6.2 Stratigrafi	33
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	39
3.2 Teknik Penelitian.....	39
3.2.1 Tahap Pendahuluan	41
3.2.2 Tahap Pengolahan Data.....	45
3.2.3 Tahap Hasil dan Pembahasan	53
3.2.3 Tahap Kesimpulan dan Saran	54
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Interpretasi Litologi Formasi Kujung Berdasarkan Data Sumur Pemboran	55
4.2 Analisis Penyebaran Formasi Kujung Berdasarkan Korelasi Data Sumur Pemboran	59
4.3 Analisis Penyebaran Formasi Kujung Berdasarkan Peta Struktur dan Peta Ketebalan	61
4.3.1 Peta Puncak Formasi Kujung	61
4.3.2 Peta Dasar Formasi Kujung	63
4.3.3 Peta Ketebalan Formasi Kujung	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN-LAMPIRAN	70

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1 Skema Perambatan Gelombang Seismik pada lapisan Bumi	9
Gambar 2.2 Operasi Logging	16
Gambar 2.3 Defleksi Log Resistivitas	18
Gambar 2.4 Defleksi Log <i>Gamma Ray</i>	20
Gambar 2.5 Defleksi Log Densitas dan <i>Neutron</i>	21
Gambar 2.6 Interpretasi Litologi dari Kurva Log	24
Gambar 2.7 Ilustrasi Survei Check-shoot.....	26
Gambar 2.8 Seismogram Sintetik dari Konvolusi antara Koefisien Refleksi dan Wavelet	27
Gambar 2.9 Geologi Regional Cekungan Jawa Timur	30
Gambar 2.10 Kolom Stratigrafi Cekungan Jawa Timur	34
Gambar 2.11 Kolom Tetonostratigrafi Cekungan Jawa Timur	38
Gambar 3.1 Daerah Penelitian	39
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	40
Gambar 3.3 Penampang Seismik <i>line</i> 05nn-28	43
Gambar 3.4 Penampang Seismik <i>line</i> 04kdn-10	43
Gambar 3.5 Peta <i>Line Seismic</i> dan Posisi Sumur Pemboran	44
Gambar 3.6 Pemberian marker pada masing-masing data sumur	47
Gambar 3.7 Contoh hasil korelasi data sumur pemboran	47
Gambar 3.8 <i>Well seismic tie</i> sumur KRDN-2	48
Gambar 3.9 <i>Well seismic tie</i> sumur KRDN-3	49
Gambar 3.10 <i>Well seismic tie</i> sumur KRDN-4	49
Gambar 3.11 <i>Well seismic tie</i> sumur KRDN-5	50
Gambar 3.12 <i>Picking horizon</i> dan struktur line 97ktb-02	50
Gambar 3.13 <i>Picking horizon</i> dan struktur line 05nn-30	51
Gambar 4.1 Kurva log dan litologi Formasi Kujung sumur KRDN-2	56
Gambar 4.2 Kurva log dan litologi Formasi Kujung sumur KRDN-3	57

Gambar 4.3	Kurva log dan litologi Formasi Kujung sumur KRDN-4	57
Gambar 4.4	Kurva log dan litologi Formasi Kujung sumur KRDN-5	58
Gambar 4.5	Korelasi stratigrafi sumur arah Barat-Timur	59
Gambar 4.6	Korelasi stratigrafi sumur arah Utara-Selatan	60
Gambar 4.7	Peta struktur Puncak Formasi Kujung dalam domain waktu	62
Gambar 4.8	Peta struktur Puncak Formasi Kujung dalam domain Kedalaman	63
Gambar 4.9	Peta struktur dasar Formasi Kujung dalam domain waktu	64
Gambar 4.10	Peta struktur dasar Formasi Kujung dalam domain Kedalaman	64
Gambar 4.11	Peta ketebalan Formasi Kujung dalam domain waktu (<i>isochrone</i>)	65
Gambar 4.12	Peta ketebalan Formasi Kujung dalam domain kedalaman (<i>isopach</i>)	66

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1 Kecepatan dan impedansi akustik gelombang P dari berbagai jenis batuan sedimen.....	12
Tabel 2.2 Penentuan litologi batuan berdasarkan nilai GR	19
Tabel 2.3 Harga Kecepatan Sonik pada beberapa material yang berbeda	23
Tabel 3.1 Kode-kode line seismik pada daerah penelitian	42
Tabel 4.1 Hasil interpretasi litologi Formasi Kujung untuk semua sumur	58

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Jadwal Kegiatan Penelitian	70

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada saat ini hidrokarbon menjadi barang yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat dunia pada umumnya. Akan tetapi terkait dengan semakin menipisnya cadangan hidrokarbon, diperlukan pencarian terhadap lapangan produksi baru. Untuk melakukan pencarian cadangan hidrokarbon baru, dapat dilakukan dengan memanfaatkan aplikasi dari ilmu geofisika. Geofisika adalah salah satu cabang ilmu kebumian yang mempelajari sifat fisik bumi dan struktur interior bumi secara kuantitatif dengan menggunakan pendekatan matematika dan fisika, yang dikenal dengan sebutan *Mathematical Physics Solution*. Istilah geofisika juga dapat diartikan sebagai ilmu yang mempelajari bumi berdasarkan pengamatan dan analisa dari sifat bumi itu sendiri, hal ini dilakukan karena mekanisme yang terjadi di dalam bumi merupakan penyebab terjadinya fenomena yang ada di permukaan bumi. Dengan mempelajari hal ini, pengetahuan tersebut dapat dimanfaatkan untuk tujuan eksplorasi sumber daya alam, mitigasi bencana geologi, aplikasi geoteknik, dan lain sebagainya.

Metode seismik adalah salah satu metoda geofisika yang sangat sering digunakan dalam dunia eksplorasi minyak dan gas. Metode ini pada prinsipnya memanfaatkan penjalaran gelombang seismik yang melewati material bumi. Sumber gelombang seismik bisa berasal dari sumber buatan, misalnya ledakan dinamit, ketukan sumber palu, pembangkit getaran dari alat *vibroiseis*, dan lain

sebagainya. Sumber tersebut mengakibatkan terjadinya getaran pada titik ledak, yang kemudian energi bergerak ke sekelilingnya berupa gelombang mekanik. Gelombang yang dipantulkan oleh reflektor di bawah permukaan akan diterima oleh geophon dan kemudian di proses sehingga menghasilkan rekaman berbentuk seismogram yang terdiri dari rangkaian waktu tempuh dan kuat energi

Setelah rekaman data seismik dihasilkan kemudian dilakukan proses pengolahan data. Proses pengolahan data ini pada hakikatnya adalah suatu proses untuk mengolah data rekaman seismik menjadi data dalam bentuk penampang seismik yang telah mengikuti bentuk penampang geologi yang sebenarnya. Dengan adanya penampang seismik ini, maka akan dapat dilakukan interpretasi untuk mendapatkan bentuk peta bawah permukaan dan mengetahui kemungkinan-kemungkinan suatu zona atau wilayah memiliki prospek kandungan hidrokarbon yang kemudian dilanjutkan dengan proses pengeboran.

Setelah proses pengeboran dilakukan, maka dilanjutkan dengan proses pengambilan data sumur pemboran (*well logging*), yaitu berupa data log listrik, log radioaktivitas, log densitas, log *neutron*, dan lain-lain yang digunakan untuk untuk evaluasi formasi dan identifikasi ciri-ciri batuan bawah permukaan pada titik pengeboran tersebut. Dari data pemboran akan dapat dilakukan interpretasi bawah permukaan secara vertikal yang lebih bagus dan akurat berupa penentuan litologi penyusun batuan, karakteristik batuan (porositas dan permeabilitas), kandungan fluida (air, minyak, dan gas), dan lain sebagainya.

Biasanya di suatu wilayah, proses eksplorasi seismik dilakukan untuk beberapa lintasan, sedangkan proses pengeboran dilakukan pada beberapa titik

yang diperkirakan memiliki prospek kandungan hidrokarbon. Sehingga dengan melakukan pengikatan antara data penampang seismik dan data sumur pemboran (*well seismic tie*) dapat dilakukan interpretasi untuk mengetahui bentuk peta struktur bawah permukaan yang lebih luas, akurat, dan maksimal.

1.2. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian yaitu :

1. Mengetahui litologi penyusun batuan dari Formasi Kujung area "X" Cekungan Jawa Timur berdasarkan data sumur pemboran.
2. Mengetahui arah penyebaran batuan Formasi Kujung berdasarkan hasil korelasi antar sumur-sumur pemboran yang ada di Area "X" Cekungan Jawa Timur.
3. Mengetahui peta struktur dan peta ketebalan dari Formasi Kujung area "X" Cekungan Jawa Timur berdasarkan hasil pengikatan antara data penampang seismik dan data sumur pemboran.

Manfaat penelitian ini adalah dapat menentukan zona atau area yang memiliki prospek hidrokarbon yang selanjutnya dapat digunakan untuk pengembangan eksplorasi di lapangan.

1.3. Batasan Masalah

Pada Tugas Akhir ini area pengkajian dibatasi hanya untuk area "X" Cekungan Jawa Timur. Area "X" merupakan sebuah wilayah yang nama aslinya sengaja dirahasiakan demi kerahasiaan data milik perusahaan. Formasi batuan

pengendapan yang akan diinterpretasikan adalah Formasi Kujung yaitu berupa puncak dan dasar formasi. Formasi Kujung merupakan salah satu formasi batuan di Cekungan Jawa Timur yang memiliki prospek kandungan hidrokarbon yang tinggi. Data yang digunakan yaitu data sumur pemboran dan data seismik 2D. Data sumur pemboran yang dipakai adalah data *master log* dan data *electric log*. Semua data sumur pemboran ini akan dikorelasikan dan digabungkan dengan data seismik 2D menggunakan data *check-shoot* untuk mendapatkan interpretasi horizontal dan struktur seismik. Perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk melakukan pengolahan data yaitu *Geoframe 4.4*.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Metode Seismik

Metode seismik merupakan salah satu bagian dari seismologi eksplorasi yang dikelompokkan dalam metode geofisika aktif, dimana pengukurannya dilakukan dengan menggunakan sumber seismik (pukulan palu, ledakan, dan lain-lain). Setelah usikan diberikan, terjadi gerakan gelombang di dalam medium (tanah/batuan) yang memenuhi hukum-hukum elastisitas ke segala arah dan mengalami pemantulan dan pembiasan. Pada jarak tertentu, gerakan partikel (gelombang) direkam sebagai fungsi waktu. Berdasarkan data rekaman inilah dapat diperkirakan bentuk lapisan atau struktur di dalam tanah (Hartantyo,2004).

Komponen gelombang seismik yang direkam oleh alat perekam berupa waktu datang gelombang seismik. Dengan diukurnya waktu datang maka akan didapatkan waktu tempuh gelombang seismik yang berguna untuk memberikan informasi mengenai kecepatan seismik dalam lapisan. Gelombang seismik yang merambat dari sumber ke penerima melalui lapisan bumi dan mentransfer energi sehingga dapat menggerakkan partikel batuan. Kemampuan partikel batuan untuk bergerak jika dilewati gelombang seismik dapat digunakan menentukan kecepatan gelombang seismik pada lapisan batuan tersebut.

Pada perbatasan dua lapisan yang memiliki impedansi akustik yang berbeda, gelombang seismik akan mengalami dua fenomena yaitu refleksi dan refraksi. Akibatnya dalam melakukan eksplorasi geofisika, metode seismik dapat

dibagi menjadi dua macam yaitu seismik refraksi dan seismik refleksi. Seismik refraksi biasanya digunakan untuk eksplorasi yang dangkal dan di dunia rekayasa (geoteknik) sedangkan seismik refleksi untuk eksplorasi yang dalam seperti eksplorasi minyak bumi.

2.1.1. Konsep Dasar Gelombang Seismik

1. Teori Dasar Gelombang

Gelombang adalah gejala dari perambatan usikan (gangguan) di dalam suatu medium. Pada peristiwa rambatan tersebut tidak disertai dengan perpindahan tempat yang permanen dari materi – materi medium. Rambatan dari usikan (gangguan) itu merupakan rambatan energi. Gelombang dapat dikelompokkan menjadi 2 bagian, yaitu:

a. Gelombang elektromagnetik

Adalah gelombang yang dalam perambatannya tidak membutuhkan medium sebagai penghantar. Yang termasuk gelombang elektromagnetik diantaranya adalah cahaya, gelombang radio, gelombang tv, gelombang radar, sinar infra merah, sinar ultraviolet, sinar X dan sinar gamma.

b. Gelombang mekanik

Adalah gelombang yang dalam perambatannya membutuhkan medium sebagai penghantar. Yang termasuk gelombang mekanik diantaranya adalah gelombang bunyi, gelombang pada tali, gelombang permukaan air.

Gelombang mempunyai beberapa sifat umum, yaitu:

a. Gelombang dapat mengalami pembiasan (refraksi)

Apabila dalam perambatannya, sebuah gelombang melewati bidang batas dua medium, maka arah gelombang datang tersebut akan mengalami pembelokkan,

arah pembelokkan gelombang ini disebut dengan pembiasan. Dalam pembiasan gelombang, besar kecepatan dan panjang gelombang akan berubah namun yang tidak berubah adalah frekuensi gelombang.

b. Gelombang dapat mengalami pemantulan (refleksi)

Pada setiap pemantulan gelombang akan berlaku sudut datang gelombang sama dengan sudut pantulnya. Gelombang datang, garis normal dan gelombang pantul terletak pada satu bidang datar.

c. Gelombang dapat mengalami lenturan (difraksi)

Bila suatu gelombang melewati suatu penghalang yang mempunyai celah sempit, maka menurut *Huygens*, titik-titik pada celah yang sempit itu akan menjadi sumber gelombang yang baru dan meneruskan gelombang tersebut ke segala arah. Jadi, yang melewati celah sempit itu akan mengalami lenturan yang disebut dengan difraksi.

2. Teori Dasar Gelombang Seismik

Gelombang seismik adalah gelombang mekanik yang muncul akibat adanya gangguan yang diberikan terhadap bumi. Secara umum gelombang adalah fenomena perambatan gangguan (usikan) dalam medium sekitarnya. Gangguan ini mula-mula terjadi secara lokal yang menyebabkan terjadinya osilasi (pergeseran) kedudukan partikel-partikel medium, osilasi tekanan, maupun osilasi rapat masa.

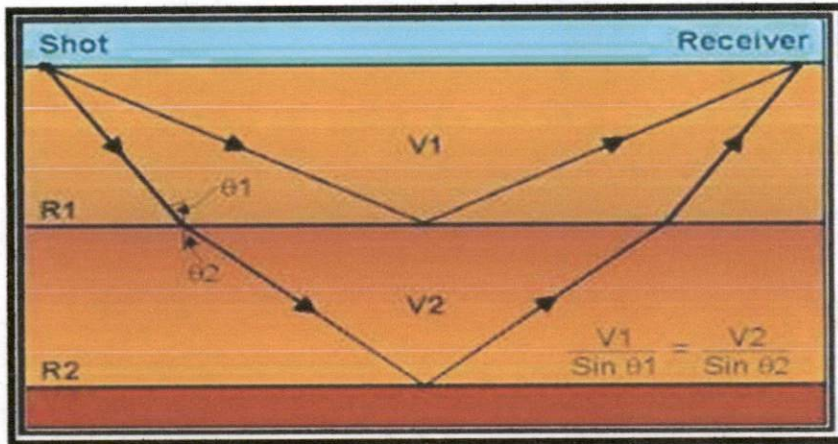
Gelombang seismik disebut juga gelombang elastik karena osilasi partikel-partikel medium terjadi akibat interaksi antara gaya gangguan (*gradien stress*) melawan gaya-gaya elastik. Dari interaksi ini muncul gelombang longitudinal, gelombang transversal dan kombinasi diantara keduanya

Penyelidikan seismik dilakukan dengan cara membuat getaran dari suatu sumber getar. Getaran tersebut akan merambat ke segala arah di bawah permukaan sebagai gelombang getar. Gelombang yang datang mengenai lapisan-lapisan batuan akan mengalami pemantulan, pembiasan, dan penyerapan. Respon batuan terhadap gelombang yang datang akan berbeda-beda tergantung sifat fisik batuan yang meliputi densitas, porositas, umur batuan, kepadatan, dan kedalaman batuan. Gelombang yang dipantulkan akan ditangkap oleh *geophone* di permukaan dan diteruskan ke instrument untuk direkam.

2.1.2. Hukum Fisika Pada Perambatan Gelombang Seismik

Muka gelombang seismik untuk jarak yang besar dapat dianggap datar. Dengan demikian rambatan gelombang seismik dapat diperlakukan bagaikan sinar seismik. Berkas sinar seismik di dalam medium mematuhi pula hukum-hukum fisika pada sinar optik, diantaranya:

1. Azas Fermat menyatakan bahwa sinar gelombang selalu melintas pada lintasan yang terpendek.
2. Hukum Huygens menyatakan bahwa setiap titik pada muka gelombang akan menjadi sumber gelombang baru yang menjalar dalam bentuk bola.
3. Hukum Snellius, yaitu :
 - a. Perbandingan sinus sudut datang dan sinus sudut bias adalah konstan, memenuhi Persamaan 2.1. Prinsip penjalaran gelombang seismik di dalam lapisan bumi mulai dari sumber seismik hingga ke penerima dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skema perambatan gelombang seismik pada lapisan bumi
(Sumber : www.searchanddiscovery.net)

$$\frac{V_1}{\sin \theta_1} = \frac{V_2}{\sin \theta_2} \quad (2.1)$$

dengan V_1 dan V_2 adalah kecepatan gelombang seismik pada lapisan pertama dan kedua. Sedangkan θ_1 dan θ_2 adalah sudut datang dan sudut bias yang dibentuk oleh pulsa gelombang

- b. Pada sudut kritis, sinus sudut datang sama dengan perbandingan kecepatan medium yang dilalui gelombang datang terhadap kecepatan medium pembias, secara matematis sesuai dengan Persamaan 2.2.

$$\sin \alpha = \frac{V_1}{V_2} \quad (2.2)$$

dengan α adalah sudut kritis.

2.1.3. Tipe-Tipe Gelombang Seismik

Gelombang seismik dapat dibagi ke dalam dua tipe berdasarkan medium penjarannya, yaitu gelombang tubuh (*body wave*) dan gelombang permukaan (*surface wave*).



2.1.3.1. Gelombang Tubuh (*Body Wave*)

Berdasarkan sifat gerakan partikel mediumnya, gelombang tubuh dibagi menjadi dua, yaitu gelombang *Pressure* (P) dan gelombang *Shear* (S). Gelombang P disebut juga gelombang kompresi atau gelombang logitudinal. Gerakan partikel pada gelombang ini searah dengan penjalaran gelombang. Persamaan gerak dan perhitungan kecepatan gelombang P diberikan oleh Persamaan 2.3 dan Persamaan 2.4 berikut (Priyono, 1993):

$$\rho \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} = (\lambda + 2\mu) \vec{\nabla}^2 \theta \quad (2.3)$$

$$\alpha = V_p = \left(\frac{\lambda + 2\mu}{\rho} \right)^{1/2} \quad (2.4)$$

dengan

- V_p : cepat rambat gelombang P (m/s)
- λ : konstanta Lamé (kg/m.s²)
- μ : modulus Rigiditas (kg/m.s²)
- ρ : densitas (kg/m³).

Gelombang S yang disebut juga gelombang sekunder memiliki kecepatan lebih kecil dari gelombang P . Gelombang ini disebut juga gelombang transversal yang memiliki arah pergerakan partikel tegak lurus terhadap arah penjalaran gelombang.

2.1.3.2. Gelombang Permukaan (*Surface Wave*)

Gelombang permukaan merupakan gelombang yang memiliki amplitudo besar dan frekuensi rendah yang menjalar pada permukaan bebas (*free surface*). Kecepatan penjarannya berkisar antara 500 m/s dan 600 m/s. Berdasarkan sifat

gerakan partikel mediumnya, maka gelombang ini dibagi menjadi 2 yaitu gelombang *Rayleigh* dan gelombang *Love*.

Gelombang *Rayleigh* adalah gelombang permukaan yang gerakan partikelnya merupakan kombinasi gerakan partikel gelombang *P* dan gelombang *S*, yaitu berbentuk *ellips*. Sumbu *major ellips* tegak lurus permukaan dan sumbu *minor* sejajar dengan arah penjalaran gelombang. Perhitungan kecepatan gelombang ini adalah dengan menggunakan Persamaan 2.5 berikut (Priyono, 1993):

$$V_R = 0,09194 \sqrt{\frac{\mu}{\rho}} \quad (2.5)$$

Gelombang *Love* merupakan gelombang permukaan yang menjalar dalam bentuk gelombang transversal. Gerakan partikelnya mirip dengan gelombang *S*. Kecepatan penjalaran bergantung dengan panjang gelombangnya dan bervariasi sepanjang permukaan.

2.1.4. Kecepatan Gelombang Seismik

Sifat elastis batuan di bumi sangat bervariasi. Pada jenis batuan yang sama dapat memiliki sifat elastis yang berbeda, misalnya disebabkan oleh tingkat kekompakan dari batuan tersebut. Pengukuran dilapangan menunjukkan bahwa faktor petrologi dan geologi sangat mempengaruhi terhadap kecepatan penjalaran gelombang seismik. Faktor-faktor penting yang berpengaruh terhadap penjalaran gelombang seismik adalah sifat elastik, densitas, porositas batuan, temperatur di dalam bumi, sejarah terjadinya batuan, dan umur batuan.

Tabel 2.1 Kecepatan dan impedansi akustik gelombang P dari berbagai jenis batuan sedimen

Batuan	Kecepatan V_p (m/s)	Impedansi Akustik Z (10^4 g/cm ² -s)
Zona Lapuk	100-500	1,2-9
Pasir Kering	100-600	2,8-14
Lempung	1200-280	15-65
Batu pasir lepas	1500-2500	27-60
Batu pasir kompak	1800-4300	40-116
Marl	2000-4700	20-120
Batu gamping, Dolomit	2000-6250	35-180
Auhidrit, batu garam	4500-6500	110-140
Batu bara	1600-1900	20-35
Udara	310-360	0,004
Minyak bumi	1300-1400	12-15
Air	1430-1590	14-16
Es	3100-4200	30-45

(Sumber : Posgay in Gaffi, 1976)

Kecepatan penjaralan gelombang seismik pada batuan sedimen sangat perlu dipelajari, sebab pada batuan ini memungkinkan ditemukan minyak dan gas bumi, batubara, dan air. Kecepatan penjaralan gelombang seismik pada berbagai jenis batuan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

2.1.5. Impedansi Akustik dan Koefisien Refleksi

Salah satu sifat yang khas pada batuan yaitu impedansi akustik (Z). Impedansi akustik didefinisikan sebagai kemampuan batuan untuk melewatkan gelombang seismik yang melaluinya. Secara fisis, impedansi akustik merupakan hubungan antara densitas batuan (ρ) dan kecepatan gelombang seismik (V) saat melewati batuan tersebut. Perhitungan impedansi akustik adalah dengan menggunakan Persamaan 2.6.

$$Z = \rho V \quad (2.6)$$

dengan satuan Z adalah $\text{kg/m}^2 \cdot \text{s}$.

Dalam mengontrol harga impedansi akustik, kecepatan memiliki arti yang lebih penting dibandingkan harga densitas. Hal ini karena densitas suatu batuan memiliki rentang dimana pada nilai tertentu densitas batuan yang satu akan mengalami suatu *overlap* dengan densitas batuan lainnya. Batuan yang lebih keras dan kompak (porositas kecil) akan memiliki impedansi akustik yang lebih tinggi dibandingkan batuan yang tidak kompak (porositas besar) karena gelombang seismik akan lebih mudah merambat melewati batuan dengan porositas lebih kecil.

Kontras impedansi akustik batuan yang satu dengan batuan yang lainnya disebut dengan koefisien refleksi (RC) yang dirumuskan sesuai dengan Persamaan 2.7 :

$$RC = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} \quad (2.7)$$

Koefisien refleksi mempunyai nilai antara -1 sampai 1. Jika impedansi akustik pada Z_2 lebih besar dari impedansi akustik Z_1 dan gelombang merambat dari batuan dengan nilai densitas rendah ke batuan dengan nilai densitas besar maka Koefisien refleksi akan bernilai positif.

2.1.6. Interpretasi Geologi Menggunakan Data Seismik

Tujuan interpretasi data seismik secara umum adalah menyiapkan peta struktur dan atau peta stratigrafi untuk penafsiran geologi dalam usaha untuk mengevaluasi prospek minyak dan gas bumi pada suatu daerah. Tujuan interpretasi seismik khusus dalam eksplorasi minyak dan gas bumi adalah untuk menentukan tempat-tempat terakumulasinya (struktur cebakan-cebakan) minyak

dan gas. Minyak dan gas akan terakumulasi pada suatu tempat jika memenuhi lima syarat, yaitu:

1. Batuan sumber (*source rock*)

Batuan sumber merupakan lapisan-lapisan batuan tempat terbentuknya minyak dan gas. Batuan ini umumnya terdapat pada batuserpilh (*shale*) dan batulempung (*clay*) yang tebal dan mengandung material organik. Batuan ini terdapat sekitar 80% dari keseluruhan batuan sediment yang terdapat di bumi. Namun jumlah material organik hanya sekitar 1-2% dari total batuan tersebut. Batuan lain yang diperkirakan dapat bersifat sebagai batuan induk adalah batuan karbonat dan batubara.

2. Migrasi

Migrasi adalah berpindahnya minyak dan atau gas dari batuan induk ke perangkap reservoir melalui batuan permiabel atau rekahan akibat ada sesar. Dalam migrasi hidrokarbon, interpretasi data seismik dapat membantu dalam pemetaan sesar sebagai media migrasi hidrokarbon.

3. Batuan reservoir

Batuan reservoir adalah batuan dimana minyak dan atau gas dapat mengalir ke atau didalamnya karena sifat batuan yang *porous* dan permeabel seperti pada batupasir dan karbonat. Hal yang perlu diketahui mengenai kualitas batuan reservoir adalah tipe batuan, ketebalan, penyebaran, volume, lengkungan pengendapan, porositas, dan permeabilitas. Pada pemetaan reservoir, interpretasi dapat digunakan untuk menghitung ketebalan dan

volume reservoir, memperkirakan lingkungan pengendapan dan penyebarannya, dan menentukan penyebaran porositas batuan.

4. Jebakan (*Trap*)

Jebakan adalah tempat dimana minyak dan atau gas bumi terperangkap berpindah dari asalnya (batuan induk). Perangkap ini bisa berupa *r trap* dan *stratigrafi trap*. Dalam penentuan *trap*, interpretasi dapat membantu dalam penentuan bentuk *trap* untuk menentukan keberadaan sesar atau bentuk stratigrafi yang dapat menyebabkan jebakan.

Batuan penutup (*seal*)

Batuan penutup adalah batuan impermiabel yang terletak diatas batuan reservoir sehingga minyak yang sudah terakumulasi akan tetap tertahan di dalamnya dan tidak bermigrasi ke tempat yang lain. Contoh batuan yang berfungsi sebagai *seal* adalah batuserpih dan batuan karbonat

Hal-hal yang dilakukan dalam interpretasi data seismik meliputi hal-hal berikut:

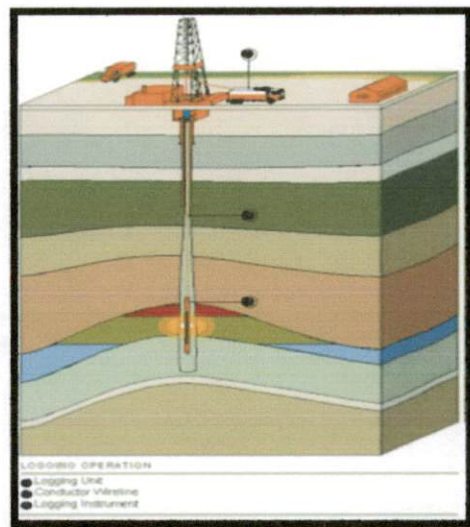
1. Evaluasi terhadap peta dasar (*base map*)
2. Identifikasi refleksi sesar
3. Korelasi horizon seismik dengan *marker* geologi
4. Pembuatan peta struktur kedalaman (*time-depth conversion*)
5. Pembuatan peta *isopach*

2.2. *Well Logging*

Well logging merupakan suatu teknik untuk mendapatkan data bawah permukaan dengan menggunakan alat ukur yang dimasukkan ke dalam lubang

sumur, untuk evaluasi formasi dan identifikasi ciri-ciri batuan di bawah permukaan. Tujuan dari *well logging* adalah untuk mendapatkan informasi litologi, pengukuran porositas, pengukuran resistivitas, dan kejenuhan hidrokarbon. Sedangkan tujuan utama dari penggunaan log ini adalah untuk menentukan zona dan memperkirakan kuantitas minyak dan gas bumi dalam suatu reservoir.

Pelaksanaan *well logging* merupakan kegiatan yang dilakukan dari memasukkan alat yang disebut *sonde* ke dalam lubang pemboran sampai ke dasar lubang. Pencacatan dilakukan dengan menarik sonde tersebut dari dasar lubang sampai ke kedalaman yang diinginkan dengan kecepatan yang tetap dan menerus. Kegiatan ini dilakukan segera setelah pekerjaan pengeboran selesai (Gambar 2.2).



Gambar 2.2 Operasi kegiatan *Logging*
(Sumber : Mastoadji, 2007)

Hasil pengukuran disajikan dalam kurva log vertikal yang sebanding dengan kedalamannya dengan menggunakan skala tertentu sesuai keperluan pemakainya. Kurva log yang dihasilkan terdiri dari beberapa tipe atau bentuk dan

dari kurva-kurva tersebut dapat diinterpretasikan jenis-jenis litologi serta terdapat atau tidaknya komposisi hidrokarbon pada suatu formasi batuan di daerah penelitian.

2.2.1. Tipe-Tipe Log

Log adalah suatu grafik kedalaman yang menunjukkan parameter fisik batuan, yang diukur secara berkesinambungan dalam sebuah sumur pemboran (Harsono, 1997). *Logging* adalah pengukuran atau pencatatan sifat-sifat fisika batuan di sekitar lubang bor secara tepat dan kontiniu pada interval kedalaman tertentu (Schlumberger, 1986). Maksud dari *logging* adalah untuk mengukur parameter fisika sehingga dapat diinterpretasi litologi penampang sumur, karakteristik reservoir antara lain porositas, permeabilitas dan kejenuhan minyak.

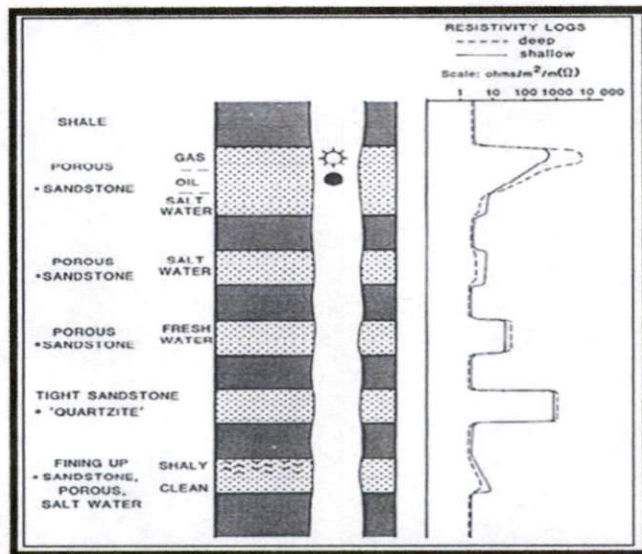
Terdapat beberapa jenis log yang sering digunakan dalam interpretasi, yaitu diantaranya log resistivitas, log *gamma ray*, log densitas log *neutron*, dan log sonik

2.2.1.1. Log Resistivitas

Resistivitas atau tahanan jenis suatu batuan adalah suatu kemampuan batuan untuk menghambat jalannya arus listrik yang mengalir melalui batuan tersebut. Resistivitas rendah apabila batuan mudah untuk mengalirkan arus listrik dan resistivitas tinggi apabila batuan sulit untuk mengalirkan arus listrik. Resistivitas kebalikan dari konduktivitas, satuan dari resistivitas adalah ohmmeter ($\Omega.m$). Besarnya harga resistivitas (tinggi atau rendah) suatu batuan tergantung pada sifat karakter dari batuan tersebut. Bentuk defleksi log resistivitas terhadap jenis batuan dapat dilihat pada Gambar 2.3.

Sifat atau karakter batuan diantaranya adalah porositas, salinitas dan jenis batuan, hal ini dapat dianalisis sebagai berikut:

1. Pada lapisan permiabel yang mengandung air tawar, harga resistivitasnya tinggi, karena air tawar mempunyai salinitas rendah bahkan lebih rendah dari air filtrasi sehingga konduktivitasnya rendah.
2. Pada lapisan permiabel yang mengandung air asin, harga resistivitasnya rendah karena air asin mempunyai salinitas yang tinggi sehingga konduktivitasnya tinggi.
3. Pada lapisan yang mengandung hidrokarbon resistivitasnya tinggi.
4. Pada lapisan yang mengandung sisipan serpih (*shale*), harga resistivitasnya menunjukkan penurunan yang selaras dengan persentase sisipan tersebut.
5. Pada lapisan kompak harga resistivitas tinggi, karena lapisan kompak mempunyai porositas mendekati nol sehingga celah antar butir yang menjadi media penghantar arus listrik relatif kecil.



Gambar 2.3 Defleksi log resistivitas
(Sumber : Rider, 1996).

2.2.1.2. Log Gamma Ray (GR)

Log GR ini digunakan untuk mengukur intensitas radioaktif yang dipancarkan dari batuan yang didasarkan bahwa setiap batuan memiliki komposisi radioaktif yang berbeda-beda. Unsur-unsur radioaktif itu adalah *Uranium* (U), *Thorium* (Th), dan *Pottasium* (K). Log GR mengukur intensitas sinar gamma alami yang dipancarkan oleh formasi. Sinar gamma ini berasal dari peluruhan unsur-unsur radioaktif yang berada dalam batuan. Penentuan litologi batuan berdasarkan nilai GR dapat dilihat pada Tabel 2. 2.

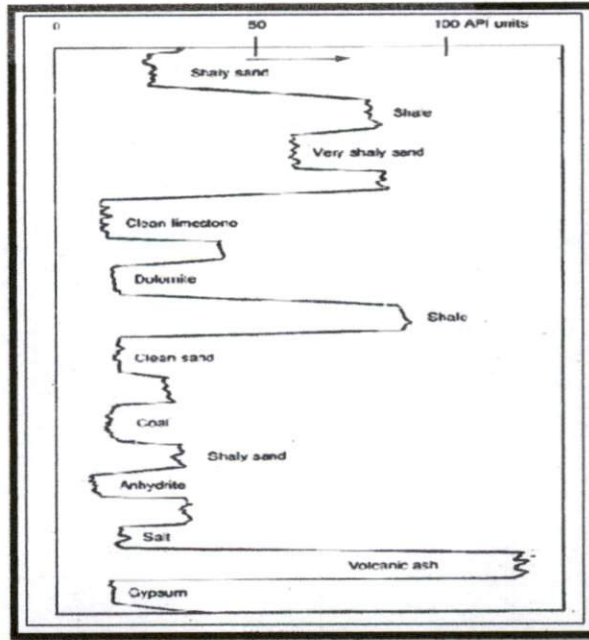
Tabel 2.2 Penentuan litologi batuan berdasarkan nilai GR

Nilai GR (API)	Litologi
0-20	Batugamping (<i>limestone</i>)
20-30	pasir murni (<i>clean sand</i>)
30-75	pasir kotor (<i>Shally sand</i>)
75-150	Serpilh (<i>shale</i>)

Batupasir dan batugamping hampir tidak mengandung unsur-unsur radioaktif, sedangkan batuserpilh mempunyai komposisi radioaktif yang tinggi. Berdasarkan hal ini maka log GR dapat digunakan untuk mengetahui komposisi serpilh pada suatu formasi.

Pada lapisan permeabel yang bersih (*clean*), kurva GR menunjukkan intensitas radioaktif yang sangat rendah, kecuali jika terdapat komposisi mineral-mineral tertentu yang bersifat radioaktif. Sedangkan pada lapisan yang kotor (*shally*), kurva GR akan menunjukkan intensitas radioaktif yang tinggi. Bentuk

skesi log *Gamma Ray* terhadap jenis batuan dapat c



Gambar 2.4 Defleksi log gamma ray
(Sumber : Dewan, 1983).

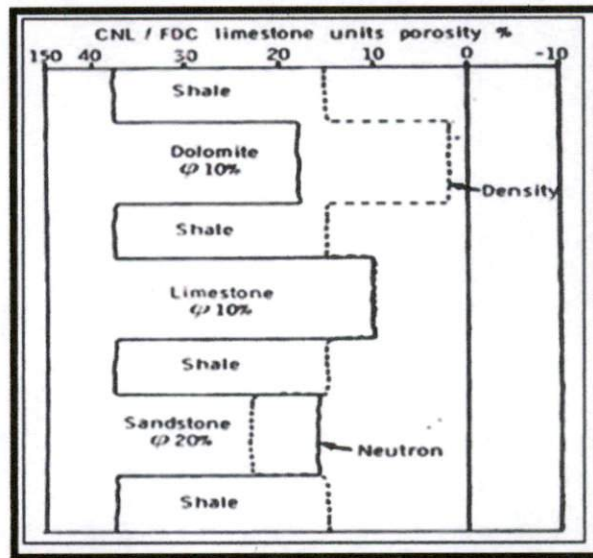
Log ini umumnya berada disebelah kiri kolom kedalaman dengan satuan API (*American Petroleum Institute*). Log GR digunakan untuk membedakan antara batuan reservoir dan non reservoir. Selain itu juga penting di dalam pekerjaan korelasi dan evaluasi komposisi serpih di dalam suatu formasi.

2.2.1.3. Log Densitas (RHOB)

Log densitas yaitu log yang menunjukkan besarnya densitas dari batuan yang ditembus lubang bor. Dari besaran ini sangat berguna dalam penentuan besaran porositas. Selain itu juga dapat mendeteksi adanya indikasi hidrokarbon atau air bersama-sama dengan log neutron.

Prinsip dasar dari log densitas ini adalah menggunakan energi yang berasal dari sinar gamma. Pada saat sinar gamma bertabrakan dengan elektron dalam batuan akan mengalami pengurangan energi. Energi yang kembali sesudah

mengalami benturan akan diterima oleh detektor yang berjarak tertentu dengan sumbernya. Semakin lemah energi yang kembali menunjukkan makin banyaknya elektron-elektron dalam batuan, yang berarti makin padat butiran/mineral penyusun batuan persatuan volume (Dewan, 1983).



Gambar 2.5 Defleksi log densitas dan *neutron*
(Sumber : Doveton, 1986)

Dalam log densitas besarnya nilai kurva dinyatakan dalam satuan g/cc. Kegunaan log densitas adalah untuk mengukur nilai porositas, mengkorelasikan data sumur pemboran dan mengenali komposisi atau indikasi fluida dari formasi. Bentuk defleksi log densitas terhadap jenis batuan dapat dilihat pada Gambar 2.5.

2.2.1.4. Log *Neutron* (NPHI)

Log *neutron* berguna untuk penentuan besarnya porositas batuan. Prinsip dasar dari alat ini adalah memancarkan neutron secara terus menerus dan konstan pada lapisan (dimana massa *neutron* netral hampir sama dengan massa atom hidrogen).

Partikel-partikel *neutron* memancar menembus formasi dan bertumbukan dengan material-material dari formasi tersebut. Akibatnya akan terjadi kehilangan energi dari *neutrón*. Besar kecilnya energi yang hilang tergantung dari perbedaan massa *neutron* dengan massa material pembentuk batuan atau formasi.

Hilangnya energi yang paling besar adalah bila *neutron* bertumbukan dengan suatu atom yang mempunyai massa yang sama atau hampir sama, seperti halnya atom hidrogen. Bila konsentrasi hidrogen di dalam formasi besar, maka hampir semua *neutron* mengalami penurunan energi, sebaliknya bila konsentrasi hidrogen kecil maka partikel-partikel *neutron* akan memancar lebih jauh menembus formasi sebelum tertangkap. Dengan demikian kecepatan menghitung detektor akan meningkat sesuai dengan konsentrasi hidrogen yang semakin menurun. Defleksi log *neutron* dapat dilihat pada Gambar 2.5.

2.2.1.5. Log Sonik

Log sonik merupakan log akustik yang diperoleh dengan prinsip kerja mengukur waktu tempuh gelombang bunyi pada suatu jarak tertentu di dalam lapisan batuan. Prinsip kerja alat ini adalah memancarkan bunyi dengan interval yang teratur dari sebuah sumber bunyi (*transmitter*) kemudian alat penerima (*receiver*) akan mencatat lamanya waktu perambatan bunyi dalam batuan.

Tujuan dari penggunaan log sonik adalah untuk mengetahui kerapatan dan porositas batuan. Pada batuan yang *nonporous*, kerapatannya lebih kecil sehingga urva log sonik akan mempunyai harga yang besar seperti pada serpih organik tau lignit, dan sebaliknya. Log sonik juga berguna sebagai pengikat antara data seismik dengan data sumur. Hidrokarbon ringan atau gas akan membuat

waktu transit menjadi lebih besar, sehingga seringkali log sonik juga digunakan sebagai indikator gas yang cukup bagus. Harga kecepatan sonik pada berbagai material dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Harga kecepatan sonik pada beberapa material yang berbeda

Material	Kecepatan Sonik (ft/s)
Udara	1088
Metana	1417
Minyak	4300
Neoprana	5000-5300
Serpih	5300
Batupasir	hingga 18000
Anidrit	20000
Batugamping	hingga 23000
Dolomit	24500

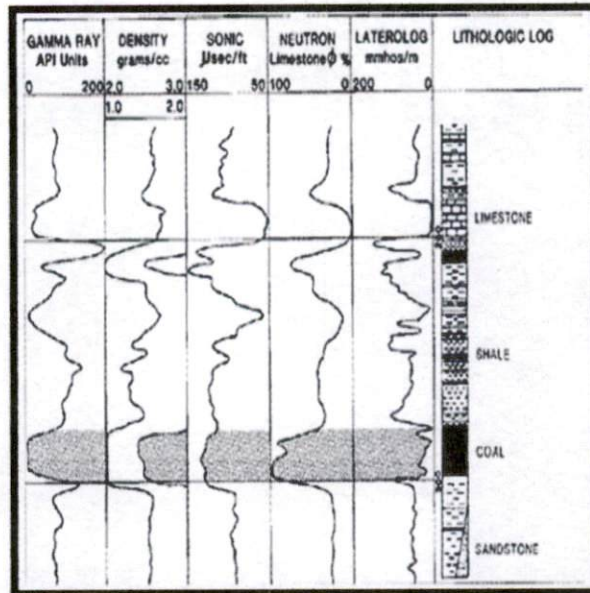
(Sumber : Schlumberger, 1958)

2.2.2. Interpretasi Litologi Berdasarkan Kurva Log

Dari hasil pengukuran *well logging*, dapat dilakukan interpretasi litologi untuk mengetahui jenis-jenis batuan yang menyusun lapisan bawah permukaan pada setiap formasi batuan. Selain itu juga dapat dilakukan identifikasi terhadap prospek hidrokarbon yang terdapat dalam batuan. Untuk melakukan interpretasi litologi pada biasanya digunakan log GR, log resistivitas, log densitas, dan log *neutron*. Bentuk interpretasi litologi batuan berdasarkan kurva log dapat dilihat pada Gambar 2.6.

Nilai kurva log akan memperlihatkan defleksi yang berbeda untuk masing-masing litologi. Batupasir (*sandstone*) akan memperlihatkan nilai *gamma ray* yang rendah dikarenakan jumlah kandungan mineral radioaktif yang sedikit. Namun batupasir (*sandstone*) akan menunjukkan nilai resistivitas yang relatif lebih tinggi apabila terdapat kandungan fluida seperti minyak bumi yang bersifat

isolator sifat kelistrikan dan memiliki nilai resistivitas yang rendah apabila terdapat kandungan seperti air yang bersifat konduktor sifat kelistrikan



Gambar 2.6 Interpretasi litologi dari kurva log.
(Sumber : Telford, dkk, 1990)

Pada litologi batulempung (*clay*), respon kurva log *gamma ray* akan memperlihatkan menuju arah positif (ke kanan) yang disebabkan karena adanya kandungan radioaktif yang terdapat dalam lempung. Hal ini disebabkan karena pada batulempung sangat umum dijumpai kandungan unsur radioaktif, terutama unsur *Potassium*, *Thorium*, dan *Uranium*. Namun hal ini akan terlihat berbeda dengan kurva log resistivitas, dimana nilai log resistivitas akan cenderung semakin kecil dikarenakan sedikitnya kandungan fluida yang terdapat dalam batulempung (*clay*) dan nilai pada kurva log porositas (log densitas dan log *neutron*) akan memperlihatkan nilai yang kecil dikarenakan hanya sedikit terdapat rongga dalam batulempung. Namun dari segi kualitas porositas batuan, batulempung (*clay*)

memiliki porositas yang baik namun tidak memiliki permeabilitas yang buruk untuk berfungsi sebagai reservoir minyak dan gas.

Pada litologi batugamping, pola log GR akan memperlihatkan nilai log akan cenderung kecil atau rendah. Hal ini disebabkan karena pada batugamping (*limestone*) sangat sedikit sekali terdapat sumber radioaktif, pola kurva yang dibentuk cenderung seragam. Namun terjadi separasi yang positif pada log densitas, dimana pada batugamping terdapat banyak rongga-rongga.

2.2.3. Korelasi

Korelasi adalah penghubungan titik-titik kesamaan waktu atau penghubungan satuan-satuan stratigrafi dengan mempertimbangkan memiliki kesamaan waktu (Pertamina, 1996). Menurut Koesoemadinata (1982), korelasi adalah suatu operasi dimana satu titik dalam suatu penampang stratigrafi disambungkan dengan titik-titik yang lain pada penampang-penampang stratigrafi lainnya dengan pengertian bahwa titik-titik tersebut terdapat dalam bidang peralihan yang sama.

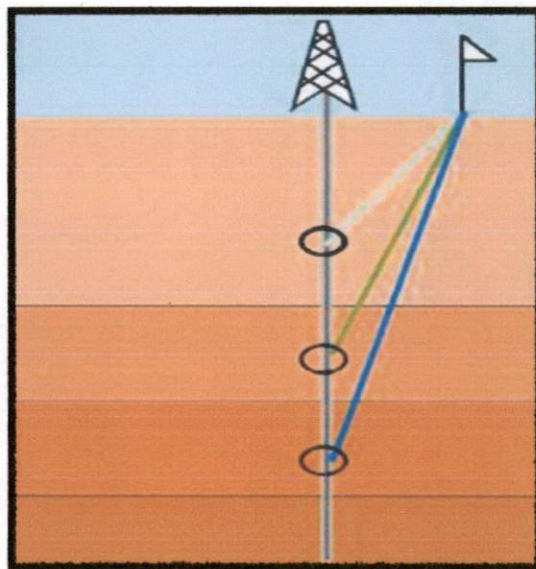
Korelasi dibagi menjadi dua yaitu korelasi struktur dan korelasi stratigrafi. Korelasi struktur dibuat dengan cara menempatkan lapisan pada keadaan yang sekarang, sehingga akan memberikan gambaran posisi batuan setelah mengalami aktivitas tektonik (misalnya struktur sesar dan perlipatan), sedangkan korelasi stratigrafi dibuat dengan cara menempatkan atau menggunakan lapisan penunjuk (*marker bed*) pada kedudukan yang sama (sebagai datum).

Korelasi dilakukan dengan tujuan, yaitu:

1. Mengetahui dan rekontruksi kondisi bawah permukaan (struktur dan stratigrafi).
2. Mengetahui penyebaran lateral maupun vertikal dari zona hidrokarbon.
3. Menafsirkan kondisi geologi yang mempengaruhi pembentukan, migrasi dan akumulasi hidrokarbon.
4. Menyusun sejarah geologi daerah telitian.

2.3. Survei *Check-shoot*

Survei *check-shoot* bertujuan untuk membuat *time-depth curve* yang kemudian dimanfaatkan dalam pengikatan data seismik dan sumur, perhitungan kecepatan interval dan koreksi data sonik pada pembuatan sintetik seismogram. Kegiatan survei *check-shoot* merupakan kebalikan dari operasi seismik. Pada survei *check-shoot* sumber usikan diletakkan di permukaan bumi sedangkan alat perekam diletakkan di dalam bumi (Gambar 2.7).



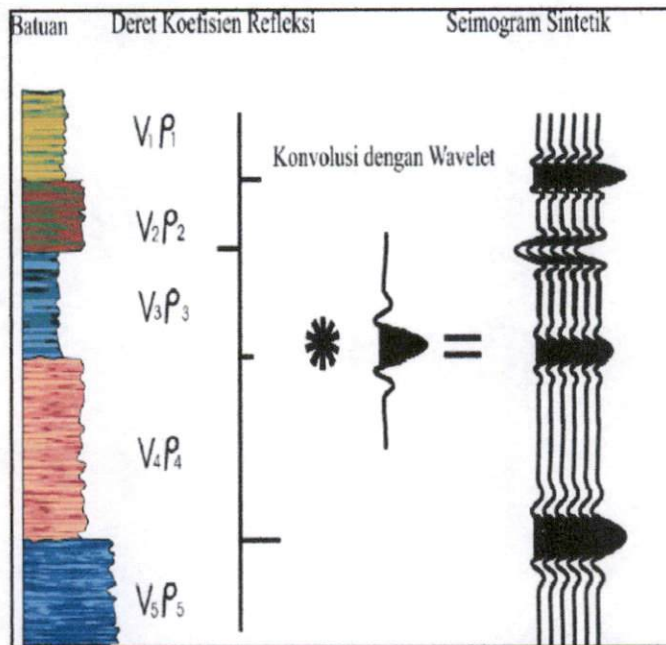
Gambar 2.7 Ilustrasi survei *check-shot*

(Sumber : www.searchanddiscovery.net)

Dalam survei *check-shoot* kecepatan diukur dalam lubang bor dengan sumber gelombang di atas permukaan. Keuntungan dilakukan survei *check-shoot* adalah menginvestigasi formasi batuan secara lebih akurat, meminimalisir fenomena atenuasi, dan mengukur kedalaman yang lebih akurat.

2.4. Pengikatan Data Seismik dan Data Sumur (*Well Seismic Tie*)

Data seismik yang dihasilkan dari survei lapangan memiliki domain waktu, sehingga agar data seismik dapat berubah menjadi domain kedalaman dan nantinya dapat dikorelasikan dengan data geologi lainnya dengan melakukan pengikatan data seismik dan data sumur (*well seismic tie*). Teknik pengikatan yang dapat digunakan yaitu dengan memanfaatkan seismogram sintetik.



Gambar 2.8 Seismogram sintetik dari konvolusi antara koefisien refleksi dan wavelet
(Sumber : Sukmono,1999)

Seismogram sintetis diperoleh dengan cara mengkonvolusikan koefisien refleksi (dari data sumur) dengan suatu *wavelet* tertentu yang dihasilkan dari ekstraksi data sumur ataupun statistik. Setiap *wavelet* akan memiliki koefisien refleksi yang memiliki kemiripan dengan seismogram sintetis yang dihasilkan dengan data ril seismik. Agar mendapatkan sintetis seismogram yang mirip dengan data seismik sebenarnya sebaiknya *wavelet* yang digunakan mempunyai frekuensi yang sama dengan penampang seismik. Koefisien refleksi yang digunakan berasal dari data log sonik dan densitas (karena koefisien refleksi merupakan hasil perkalian keduanya). Contoh sintetis seismogram dapat dilihat pada Gambar 2.7.

2.5 Cekungan

Teori tektonik lempeng merupakan suatu teori baru yang sangat berkembang. Dalam teori ini, kulit bumi digambarkan terdiri atas kepingan-kepingan atau 'lempeng-lempeng' batuan atau litosfir, yang dapat bergerak satu terhadap lainnya dengan arah dan kecepatan yang berubah-ubah sepanjang zaman dan menghasilkan sel-sel arus konveksi yang dapat menggerakkan lempeng-lempeng kulit bumi yang terdiri atas batuan yang bersifat kaku. Sel-sel arus konveksi itulah yang merupakan mesin yang menciptakan sejumlah energi yang terkumpul dalam kulit bumi.

Energi akan terkumpul di tempat-tempat yang menyebabkan dua lempeng kulit bumi selalu bertemu atau berbenturan. Akibat dari benturan tersebut, batuan akan mengalami tegangan dari waktu ke waktu serta mengalami gesekan satu

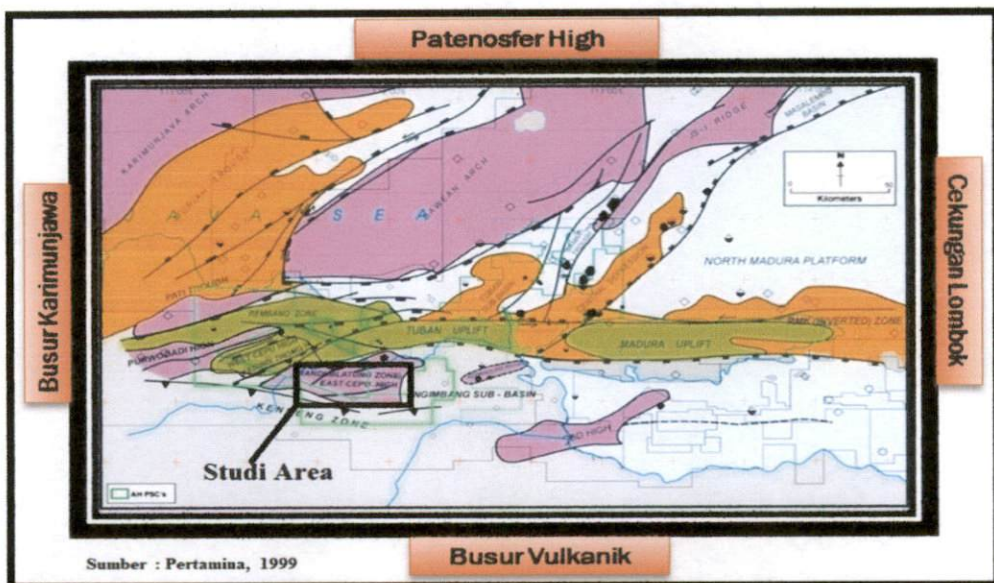
dengan lainnya yang mengakibatkan sebagian dari batuan itu akan meleleh dan melebur. Energi yang terkumpul dalam kulit bumi (batuan) itu sewaktu-waktu dapat terlepas. Lepasnya energi yang umumnya terjadi secara tiba-tiba juga dapat disebabkan patahnya batuan (kulit bumi) akibat sudah tidak mampu lagi menahan tegangan. Patahnya batuan yang disertai dengan pergeseran akan disertai dengan munculnya gempa bumi. Gaya tektonik yang bekerja dalam kulit bumi juga bertanggung jawab terhadap pembentukan cekungan-cekungan pengendapan akibat lenturnya kulit bumi. Kemudian, cekungan itu akan diisi oleh endapan-endapan sedimen yang dalam waktu lama akan menghimpun lapisan-lapisan batuan yang sangat tebal. Cekungan-cekungan seperti itu dikenal sebagai tempat-tempat terbentuknya sumber daya alam hidrokarbon (minyak dan gas bumi). Cekungan yang berada di belakang jalur gunung api akan terus menurun selama gerak tektonik benturan terjadi. Kemudian, itu akan diisi oleh sedimen-sedimen yang berasal dari pengikisan pegunungan yang terus terangkat serta produk gunung api yang aktif yang secara berkala memuntahkan bahannya dan diangkut oleh sungai-sungai yang bermuara dicekungan. Pengisian cekungan yang berlangsung cepat itu akan menambah tekanan pada cekungan yang berakibat ikut mendorong turunnya cekungan tersebut. Pengisian cekungan yang cepat serta tekanan gaya tektonik mendorong lapisan batuan yang tebal yang bersifat lentur, seperti lempung, untuk naik ke atas melalui celah-celah dalam batuan yang berupa patahan-patahan. Fenomena seperti itu disebut gejala diapir. Apabila diapir-diapir seperti itu berhasil mencapai permukaan bumi, gejalanya dinamakan ekstrusi

lumpur atau *mud extrusion*. Jika sifatnya yang agak kental sehingga membentuk kerucut seperti gunung api, itu dinamakan gunung (api) lumpur atau *mudvolcano*.

2.6 Cekungan Jawa Timur

Cekungan Jawa Timur Utara secara fisiografi yang terletak di antara pantai Laut Jawa di bagian Utara dan sederetan gunung api yang berarah Barat-Timur di sebelah selatannya. Cekungan ini terdiri dari dua buah pegunungan yang berjalan sejajar dengan arah Barat-Timur dan dipisahkan oleh suatu depresi diantaranya. Cekungan Jawa Timur merupakan zona pertemuan lempeng-lempeng Eurasian (*Sunda Craton*) dan Indo-Australian

Cekungan ini bisa digolongkan sebagai Cekungan Belakang Busur. Di bagian Utara, cekungan ini dibatasi oleh *Patenosfer High*, di bagian Selatan dibatasi oleh Busur Vulkanik, di bagian Barat dibatasi oleh Busur Karimunjawa dan di bagian Timur dibatasi oleh Cekungan Lombok (Gambar 3.1).



Gambar 2.9 Geologi regional Cekungan Jawa Timur
(Sumber : Pertamina, 1999)

Cekungan Jawa Timur dapat dibagi menjadi empat satuan *tectono-physiografi* (Van Bemmelen, 1949) karena ternyata bahwa pembagian ini ada kaitannya dengan tektonik daerah tersebut. Adapun keempat pembagian tersebut berturut-turut dari Selatan ke Utara yaitu Jalur Kendeng, Depresi Randublatung, Jalur Rembang dan Paparan Laut Jawa

2.6.1. Tatahan Tektonik Regional (*Tectonic Setting*)

Cekungan Jawa Timur dipisahkan menjadi tiga mandala struktur (*structural provinces*) dari utara ke selatan, yaitu :

1. Paparan Utara yang terdiri dari Busur Bawean, Paparan Madura Utara dan Paparan Kangean Utara.
2. Bagian tengah yaitu Tinggian Sentral yang terdiri dari Jawa Barat Laut (Kujung) – Madura – Kangean – Tinggian Lombok
3. Bagian selatan dikenal sebagai Cekungan Selatan yang terdiri dari Zona Rembang – Selat Madura – Sub-Cekungan Lombok

Konfigurasi batuan dasar (*basement*) Cekungan Jawa Timur di kontrol oleh dua arah struktur utama, yaitu arah Timurlaut-Baratdaya (NE-SW) yang umumnya hanya dijumpai di mandala Paparan Utara dan arah Barat-Timur (W-E) yang terdapat di Mandala Tinggian Sentral dan Cekungan Selatan.

Akibat tumbukan lempeng selama Tersier Awal, Cekungan Jawa Timur terangkat dan mengalami erosi. Deretan perbukitan berarah Timurlaut-Baratdaya (NE-SW) terbentuk di sepanjang tepi tenggara Paparan Sunda akibat pemekaran busur belakang. Dari Barat ke Timur, kenampakan struktur utama dalam wilayah tarikan (ekstensional) ini adalah Busur Karimunjawa, Palung Muria, Busur

Bawean, dan Tinggian Tuban-Madura Utara. Pengangkatan pada waktu Oligosen Awal menghentikan proses-proses pengendapan dan menyebabkan erosi yang luas. Periode selanjutnya adalah periode tektonik tenang dan akumulasi endapan karbonat hingga Miosen Awal. Periode terakhir adalah periode tektonik kompresi mulai dari miosen akhir hingga sekarang. Sesar-sesar normal yang membentuk tinggian (*horst*) dan rendahan (*graben*) teraktifkan kembali sehingga menghasilkan struktur – struktur terbalik (*inverted relief*) (Hamilton, 1979).

Bagian Barat Cekungan Jawa Timur terdiri dari struktur tinggian dan rendahan dengan arah Timurlaut-Baratdaya (NE–SW), terlihat pada konfigurasi dasarnya seperti Busur Karimunjawa, Palung Muria, Busur Bawean, Palung Tuban-Camar, Bukit JS-1, Depresi Masalembo-Doang, dan Paparan Madura Utara. Ke arah selatan, Paparan Jawa NE, Zona Rembang Madura Kendeng, Zona Madura Selatan, dan Zona Depresi Solo.

Bagian tengah Cekungan Jawa Timur didominasi oleh pola struktur berarah Barat-Timur seperti yang berkembang di Paparan Madura Utara, Tinggian Madura, dan Sub Cekungan Selat Madura. Ke Timur, pola Barat–Timur lebih berkembang, diperlihatkan oleh Sub-Cekungan Sakala, Kangean, Sub-Cekungan Lombok.

Umumnya, mandala Paparan Utara, merupakan sisa struktur yang berkembang pada zaman Kapur (sutera Meratus). Selama Eosen hingga Miosen daerah ini berubah menjadi tempat perkembangan terumbu. Pada zaman tersier akhir daerah ini menjadi lingkungan yang baik bagi perkembangan fasies karbonat paparan.

2.6.2. Stratigrafi

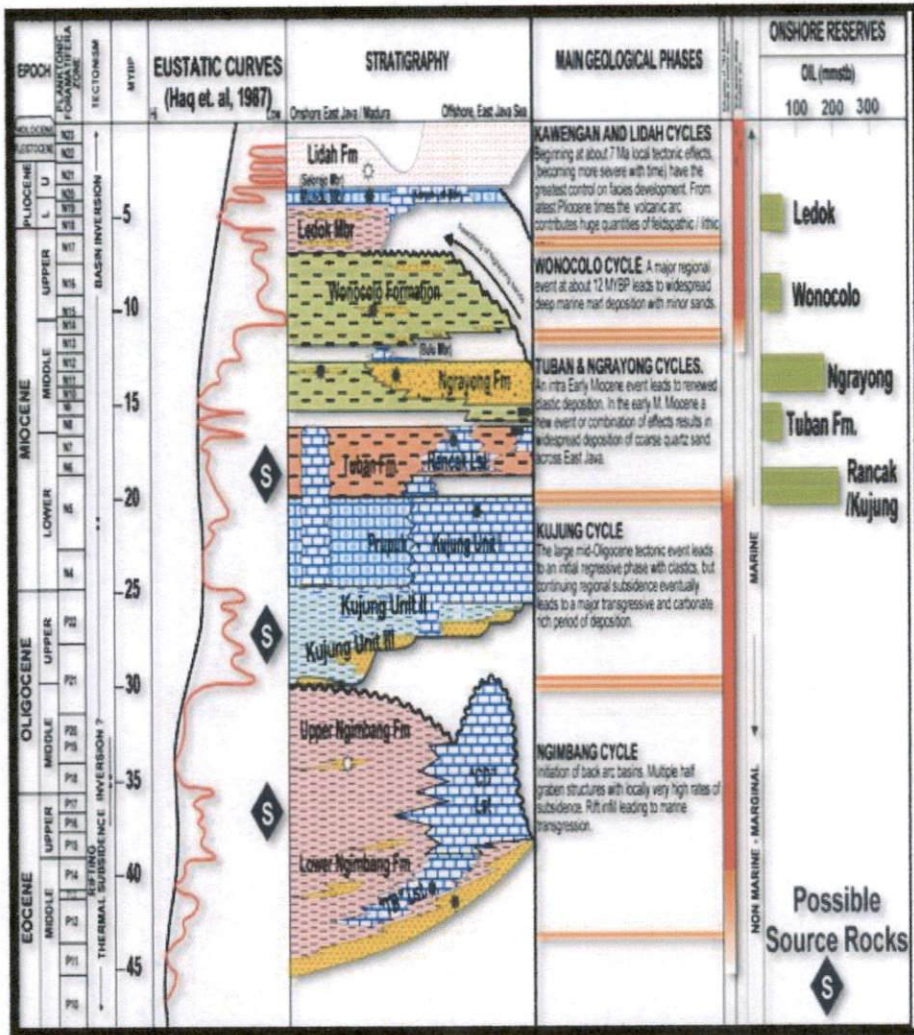
Formasi merupakan satuan dasar dalam pembagian stratigrafi. Formasi harus memiliki keseragaman atau gejala-gejala litologi yang nyata baik terdiri dari satu macam jenis batuan, perulangan dari dua jenis batuan atau lebih dan beberapa jenis batuan yang mempunyai ciri-ciri yang berbeda dari satuan formasi lainnya.

Formasi dapat tersingkap di permukaan, berkelanjutan ke bawah permukaan atau seluruhnya terdapat di bawah permukaan. Formasi harus mempunyai nilai stratigrafi yang meliputi daerah cukup luas dan lazimnya dapat dipetakan pada skala 1 : 25.000 atau lebih kecil. Tebal suatu formasi berbedabeda, berkisar antara kurang dari satu meter sampai beberapa ribu meter. Oleh karena itu ketebalan bukanlah suatu syarat pembatasan formasi.

Syarat pemberian nama suatu formasi :

1. Nama yang dipakai untuk formasi baru belum dipakai sebelumnya.
2. Batas formasi harus ditetapkan dengan jelas batas bawah dan atas serta dijelaskan apakah selaras atau tidak selaras.
3. Umur formasi, terutama umur relative formasi baru harus ditentukan.
4. Tebal dan variasi litologi regional baru harus ditentukan.
5. Korelasi dengan satuan-satuan stratigrafi batuan lainnya harus ditetapkan.

Cekungan Jawa Timur umumnya dan zona *East Cepu High* khususnya memiliki stratigrafi regional yang terdiri atas beberapa formasi batuan dari yang tertua hingga ke formasi yang lebih muda (Gambar 2.10), yaitu:



Gambar 2.10 Kolom stratigrafi Cekungan Jawa Timur
(Sumber : Pertamina, 2003)

1. Formasi Ngimbang

Formasi ini terletak tidak selaras di atas batuan Pretercier (*Basement*). Formasi Ngimbang terdiri atas perulangan antara batupasir, batuserpih dan lanau dengan sisipan tipis batubara. Bagian atas dari formasi ini terdiri sebagian besar atas batugamping (*limestone*) dengan sisipan tipis batuserpih (*shale*) gampingan dan batunapal (*marl*). Umur formasi ini adalah Oligosen Awal.

2. Formasi Kujung

Formasi Kujung terbentuk setelah terjadinya proses pengangkatan pada masa Oligosen Tengah, fase transgresi menggenangi Cekungan Jawa Timur dan mengendapkan sedimen klastik dan karbonat pada Kujung Bawah (Kujung III dan II). Formasi Kujung berumur Oligosen di bagian Timur cekungan, sedangkan di bagian Barat cekungan Formasi Kujung terbentuk lebih lambat karena muka air laut bertambah sehingga pada saat yang bersamaan berkembang litologi Formasi Kujung yang terdiri dari batugamping (*limestone*) terumbu. Di beberapa tempat berkembang juga Formasi Kujung yang didominasi oleh batugamping (*limestone*) dan batupasir (*sandstone*) serta diselingi oleh batuserpih (*shale*) dan batunapal (*marl*).

3. Formasi Prupuh

Formasi Prupuh berumur Oligocene Akhir sampai Miosen Awal. Litologinya terdiri dari fasies batugamping (*limestone*) kehijauan dengan batugamping (*limestone chalky*), juga terdapat perselingan batugamping kapuran dengan batugamping bioklastik (*limestone bioclastic*).

4. Formasi Tuban

Formasi Tuban berumur Miosen Awal dan diendapkan dalam lingkungan laut dalam dengan lapisan batunapal (*marl*) di bagian bawah dan batulempung (*clay*) di bagian atas.

5. Formasi Tawun

Formasi Tawun berumur Miosen Awal hingga Miosen Tengah. Formasi ini diendapkan dalam lingkungan neritik yang menunjukkan proses transgresi.

Litologinya terdiri dari batulempung (*clay*) dengan sisipan batugamping (*limestone*), lumpur (*silt*) dan batupasir (*sandstone*).

6. Formasi Ngrayong

Formasi Ngrayong berumur Miosen Tengah hingga Miosen Akhir. Formasi ini diendapkan pada lingkungan neritik dan mengalami fase transgresi-regresi. Litologinya terdiri dari perlapisan batulempung (*clay*), lumpur (*silt*), dan batupasir (*sandstone*).

7. Formasi Wonocolo

Formasi Wonocolo berumur Pliosen Awal hingga Miosen Akhir. Formasi ini diendapkan dalam lingkungan neritik dan mengalami fase regresi. Litologinya terdiri dari batulempung (*clay*) dengan sisipan lumpur (*silt*) dan batupasir (*sandstone*).

8. Formasi Ledok

Formasi Ledok berumur Miosen Akhir dan diendapkan dalam lingkungan laut dangkal. Litologinya terdiri dari batupasir (*sandstone*) dengan glaukonit dengan sisipan kalkarenit dan batulempung (*clay*).

9. Formasi Mundu

Formasi Mundu berumur Pliosen dan terdiri dari batunapal (*marl*) dengan sisipan kalkarenit pada bagian atas.

10. Formasi Paciran

Ciri litologinya adalah batugamping terumbu, terendapkan pada umur Pliosen hingga Plietosen. Formasi ini berseling jari dengan Formasi Mundu dan Formasi Lidah

11. Formasi Lidah

Pada formasi ini terendapkan batulempung berselang seling dengan batunapal (*marl*) dan batupasir (*sandstone*). Formasi ini berumur Pliosen Tengah hingga Pleistosen Akhir, diendapkan pada zona pantai hingga laut dangkal.

Menurut tektonostratigrafi, perkembangan evolusi Cekungan Jawa Timur dapat dikelompokkan ke dalam tiga fase yang berturut-turut dari umur yang paling tua ke umur yang paling muda (Gambar 2.11), yaitu

1. Fase *Rifting* (pembukaan cekungan)

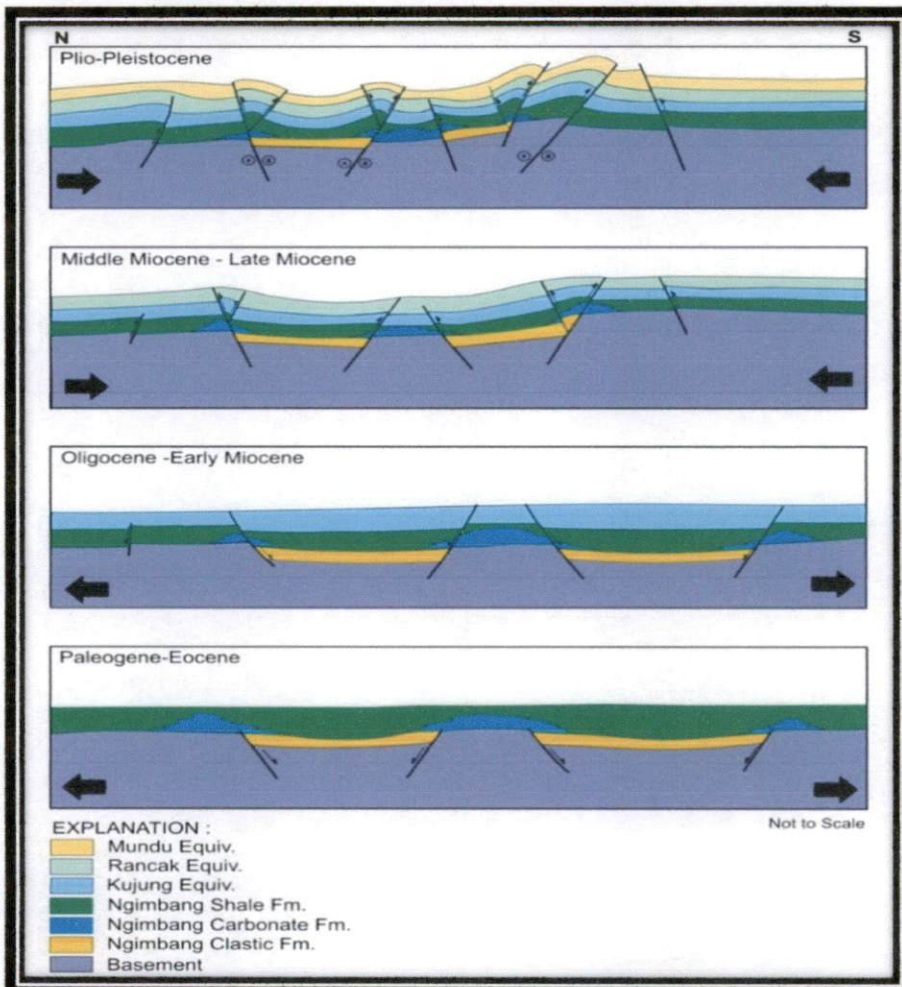
Sejarah pembukaan cekungan ini diawali dengan terjadinya tektonik tarikan (ekstensional tectonic) pada umur Paleogosen hingga Eosen Tengah. Hal ini menyebabkan terbentuknya sesar-sesar tarik yang membentuk sistem tinggian (*horst*) dan rendahan (*graben*) dengan orientasi arah timurlaut-barat daya. Setelah cekungan terbentuk, Formasi Ngimbang mulai diendapkan ke dalam cekungan yang berbentuk setengah rendahan (*halfgraben*). Bagian bawah dari Formasi Ngimbang terdiri dari silisiklastik.

2. Fase *Sagging*

Fase ini terjadi pada umur Oligosen Akhir sampai Miosen Awal. Pada tahap ini sedimentasi batuan karbonat sangat dominan. Situasi tersebut mencerminkan kondisi tektonik yang relatif stabil. Tiga siklus pengendapan karbonat terjadi selama periode waktu ini. Batuan karbonat dan sisipan batunapal (*marl*) pada periode waktu ini dikenal sebagai Formasi Kujung dan Tawun

3. Fase Kompresional

Fase ini dimulai pada Miosen Tengah yang ditandai dengan pengendapan seri klastik Formasi Ngrayong pada sistem laut dangkal sampai delta. Tektonik kompresional juga mengaktifkan kembali struktural *grain* arah Timur-Barat dan Timurlaut-Baratdaya menjadi sesar naik (*reverse fault*) dan sesar mendatar (*strike-slip fault*). Selama waktu inversi, Formasi Kawengan dan Lidah diendapkan dalam kondisi lingkungan laut. Puncak dari inversi terjadi selama waktu Pliosen-Pleistosen pada saat Formasi Lidah diendapkan.



Gambar 2.11 Kolom tektonostratigrafi Cekungan Jawa Timur
(Sumber : Pertamina, 2003)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Tugas Akhir dilakukan pada tanggal 9 April 2012 sampai dengan tanggal 1 Juni 2012 yang bertempat di PT. Pertamina EP Jakarta. Jadwal kegiatan penelitian dapat dilihat pada Lampiran 1. Lokasi yang menjadi objek penelitian berada pada area “X” Cekungan Jawa Timur yang secara administratif terletak di Kecamatan Kradenan, Kabupaten Blora Propinsi Jawa Tengah dengan jarak lebih kurang 17 km dari kota Cepu ke arah Randublatung, seperti yang terlihat pada Gambar 3.1.



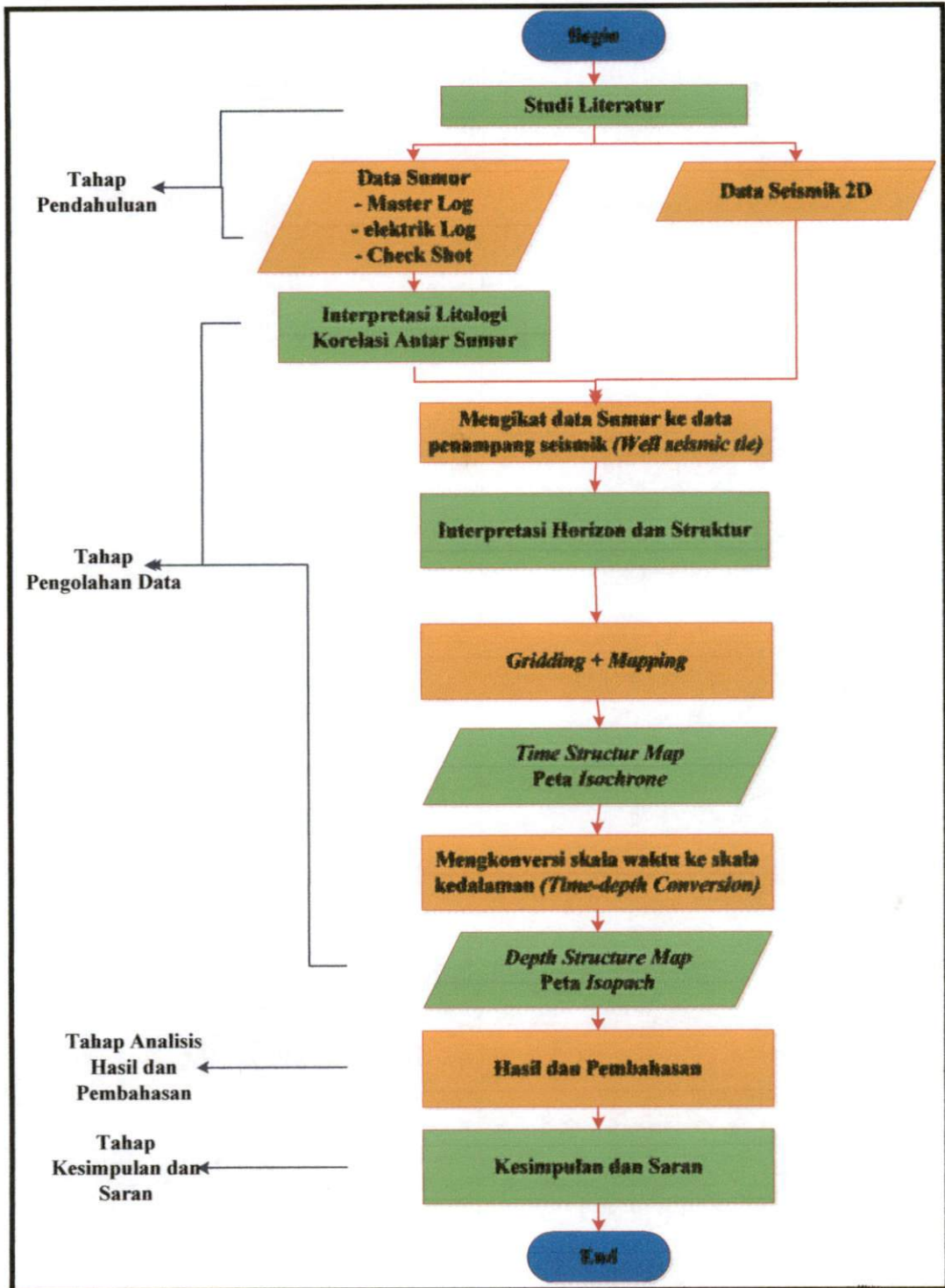
Gambar 3.1 Daerah penelitian (Giwangkara, 2006)

3.2. Teknik Penelitian

Teknik penelitian yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah deskriptif analitik. Metode deskriptif adalah metode yang digunakan untuk menjelaskan data-data yang digunakan kemudian dilakukan analisis terhadap data-data tersebut. Tugas Akhir ini dilakukan dengan melalui beberapa tahapan yaitu

pendahuluan, pengolahan data, hasil dan pembahasan, dan kesimpulan dan saran.

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

3.2.1. Tahap Pendahuluan

Tahap pendahuluan adalah tahap persiapan yang dilakukan sebelum menganalisis data, meliputi:

1. Persiapan Kelengkapan Administrasi

Tahap ini dilakukan pertama kali sebelum pembuatan Tugas Akhir di PT Pertamina EP Jakarta, Indonesia. Hal-hal yang dilakukan adalah pengurusan kelengkapan surat izin masuk instansi dan penandatanganan surat perjanjian kerahasiaan data yang dipakai untuk pembuatan Tugas Akhir.

2. Studi Literatur

Mempelajari semua hal-hal yang berguna untuk menunjang penelitian diantaranya geologi regional dan stratigrafi Cekungan Jawa Timur, teknik analisis data log dan data seismik, dan teori-teori dasar geologi lainnya.

3. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini telah disediakan oleh perusahaan yang diambil dari daerah "X" Cekungan Jawa Timur. Data-data yang dipakai meliputi:

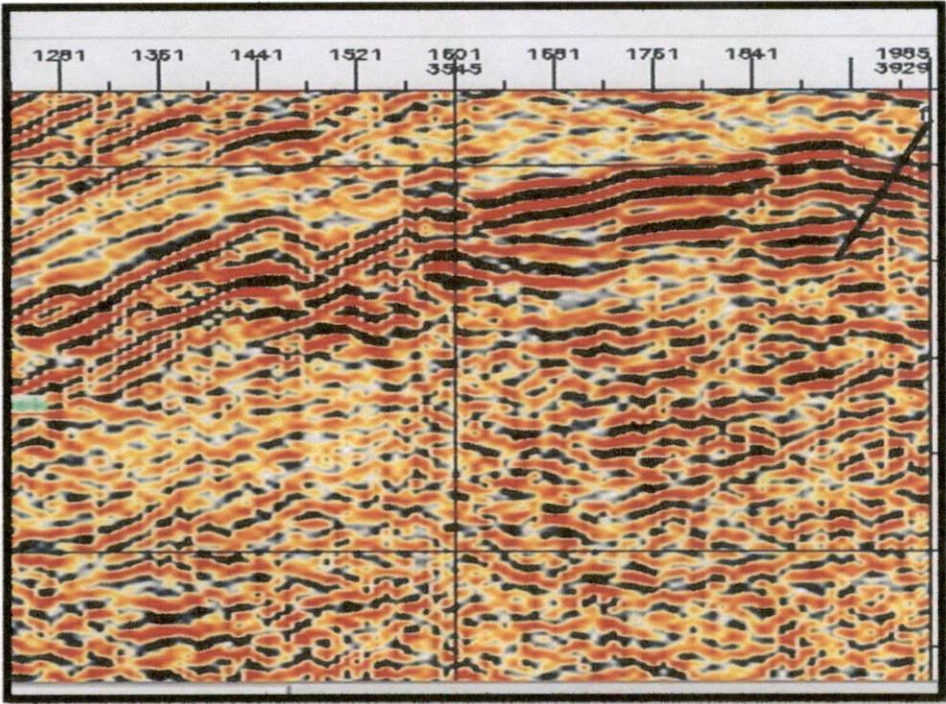
- a. Data penampang seismik

Data penampang seismik yang digunakan adalah data 2 dimensi (2D) yang diambil dengan menggunakan metode seismik reflkesi. Data penampang seismik 2D yang digunakan berjumlah 42 lintasan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.1 yang merupakan hasil akuisisi pada tahun 1987 (1 lintasan), 1989 (8 lintasan), 1990 (9 lintasan), 1997 (9 lintasan), 2004 (7 lintasan), dan 2005 (8 lintasan).

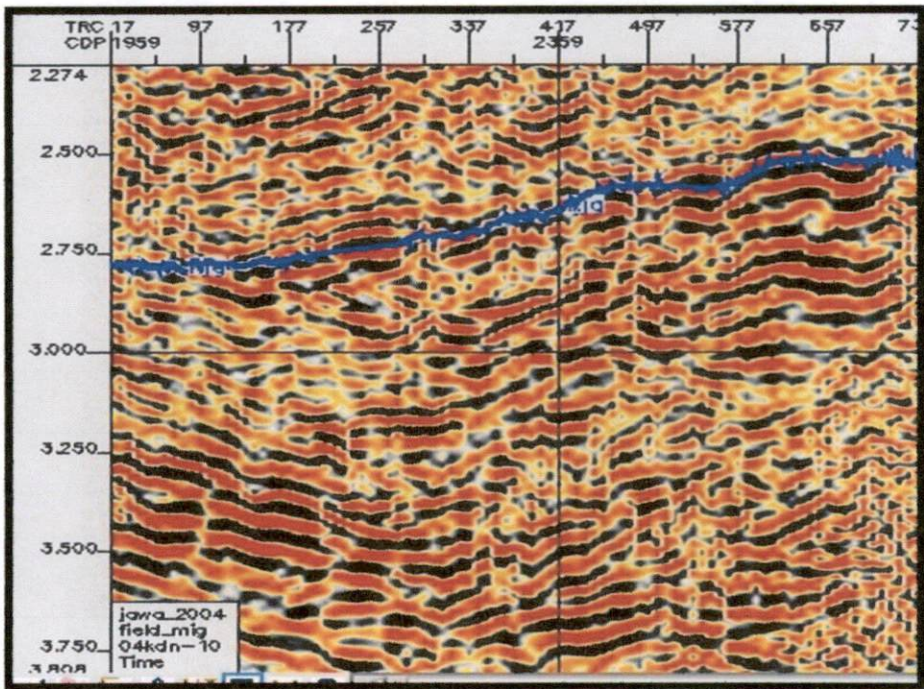
Tabel 3.1 Kode-kode line seismik pada daerah penelitian

No	Kode line Seismik	Tahun Akuisisi
1	87cpu-21s	1987
2	89cpu-01	1989
3	89cpu-02	
4	89cpu-04	
5	89cpu-06	
6	89cpu-07	
7	89cpu-09	
8	89cpu-11	
9	89cpu-13	
10	90hpg-05	
11	90hpg-11	
12	90hpg-13	
13	90hpg-15	
14	90hpg-16a	
15	90hpg-17	
16	90hpg-24a	
17	90hpg-25	
18	90hpg-27	
19	97hpg-745	1997
20	97ktb-02	
21	97ktb-03	
22	97ktb-04	
23	97ktb-05	
24	97ktb-06	
25	97ktb-07	
26	97ktb-08	
27	97ktb-10	
28	04kdn-08	2004
29	04kdn-10	
30	04Kdn-21	
31	04kdn-29	
32	04kdn-31	
33	04kdn-42	
34	04kdn-49	
35	05kdn-02	2005
36	05kdn-04	
37	05nn-17	
38	05nn-19	
39	05nn-21	
40	05nn-28	
41	05nn-30	
42	05nn-32	

Contoh bentuk penampang seismik dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4.

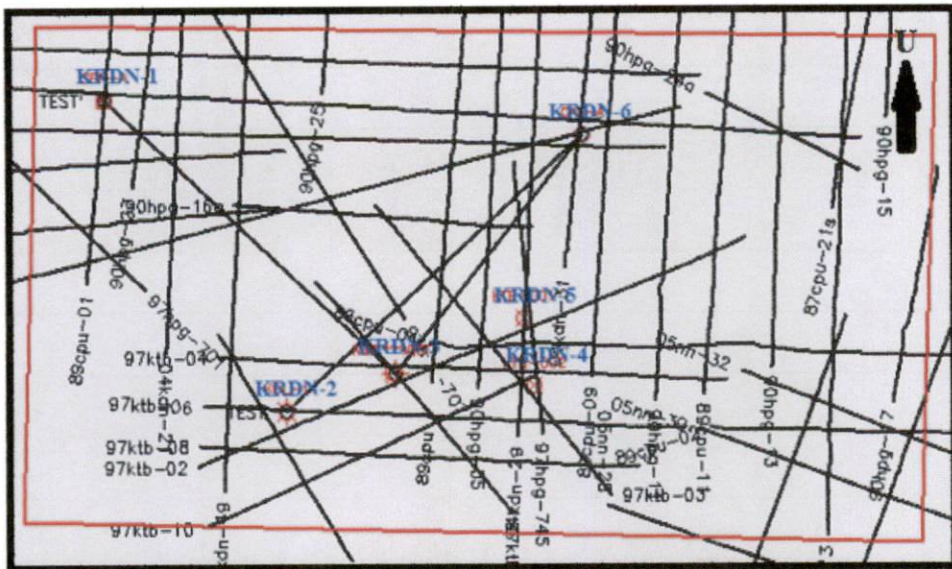


Gambar 3.3 Penampang seismik *line* 05nn-28



Gambar 3.4 Penampang seismik *line* 04kdn-10

Peta *line seismic* dan posisi sumur dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Peta *line seismic* dan posisi sumur pemboran

b. Data log sumur (*well log*)

Data log sumur yang digunakan terdiri dari kurva log *gamma ray* (GR), log resistivitas, dan log porositas (log densitas, log *neutron*). Data log ini diambil setelah proses pengeboran selesai dilakukan pada masing-masing sumur. Proses pengeboran dilakukan pada 6 sumur yaitu sumur Krdn-1 pada tahun 2007, sumur Krdn-2 pada tahun 2005, sumur Krdn-3 pada tahun 2000, sumur Krdn-4 dan Krdn-5 pada tahun 2001 dan sumur Krdn-6 pada tahun 2007. Data log merupakan data utama untuk interpretasi litologi dan korelasi sumur.

c. Data *check-shoot* dan data sonik

Data seismik harus dilengkapi dengan data *check-shoot* dan data sonik untuk mengubah dari kedalaman (ft atau m) menjadi waktu (ms) atau sebaliknya yang dapat digunakan dalam proses pengikatan data sumur dan

data seismik (*well-seismic tie*). Hal ini dilakukan karena data sumur pengeboran berada dalam domain kedalaman (m), sedangkan data seismik berada dalam domain waktu (ms). Jadi untuk melakukan pengikatan, data sumur pemboran dalam domain kedalaman harus dikonversikan ke dalam domain waktu.

3.2.2. Tahap Pengolahan Data

Dalam tahap pengolahan data, dilakukan beberapa tahapan untuk mendapatkan hasil akhir berupa bentuk geometri dari formasi batuan hasil pengendapan yang ada di Cekungan Jawa Timur. Tahap-tahap ini meliputi:

1. Pengolahan data sumur

Pengolahan data sumur meliputi interpretasi data log yang dilakukan pada 4 sumur karena dari 6 buah data sumur pemboran yang dipakai, hanya 4 sumur yang menembus sampai ke Formasi Kujung. Dalam interpretasi ini, data sumur diinterpretasikan berdasarkan bentuk dan nilai dari masing-masing log yang dimiliki oleh tiap sumur. Log-log yang digunakan antara lain : log *gamma ray* (GR), log resistivitas, log densitas (RHOB), dan log *neutron* (NPHI). Dari data log ini, akan ditentukan litologi penyusun batuan, sifat fisik batuan (porositas dan permeabilitas), dan kandungan fluida yang terdapat di sekitar sumur pengeboran khususnya pada Formasi Kujung.

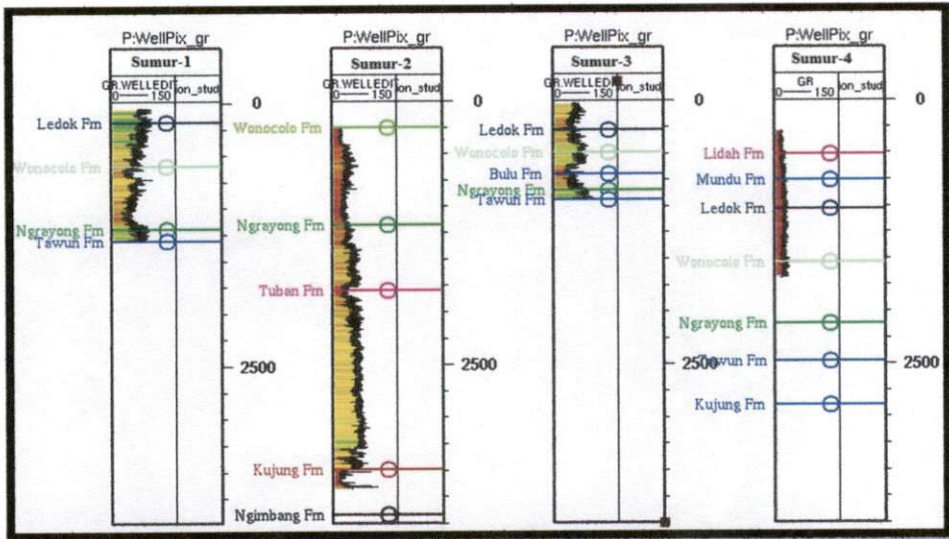
Dalam melakukan interpretasi data log ini, semua data log yang digunakan digabung ke dalam satu tabel yang mana urutan kolomnya yaitu log GR, skala kedalaman, log resistivitas, gabungan log *neutron* dan densitas, marker, dan jenis litologi. Urutan kolom ini sesuai dengan cara untuk menganalisis

interpretasi litologi berdasarkan data log dimana berdasarkan log GR dapat ditentukan jenis litologi penyusun batuan serta kedalaman dari formasi. Setelah litologi diketahui, maka ditentukan jenis fluida yang ada dalam batuan berdasarkan nilai log resistivitas. Sedangkan dari log *neutron* dan log densitas dapat diketahui karakteristik batuan (porositas dan permeabilitas) dan juga dapat digunakan untuk memastikan kandungan fluida dengan melihat adanya *cross over* antara kedua log ini, dimana kandungannya minyak atau gas jika terdapat *cross over*.

.2. Pembuatan korelasi antar sumur

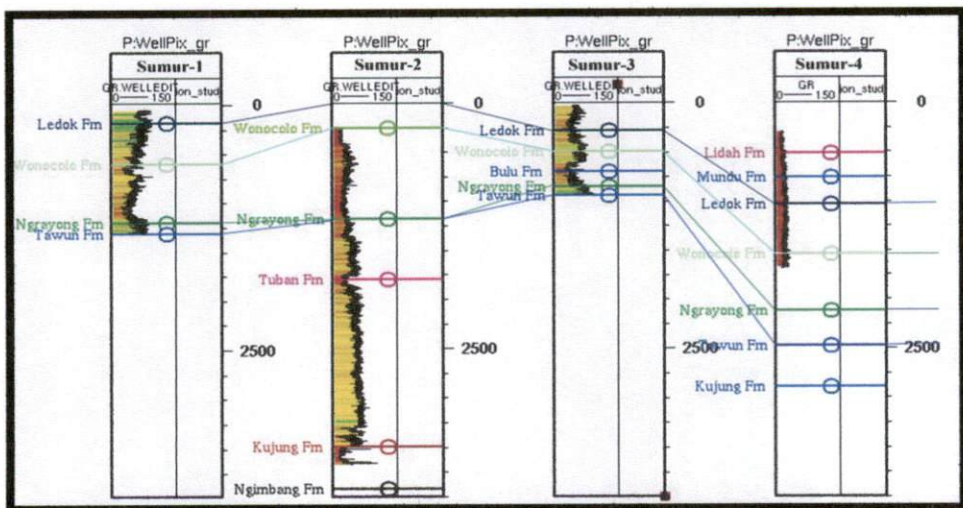
Penentuan batas-batas korelasi dan marker antar log sumur didasarkan atas karakteristik bentuk log (khususnya log GR) dan litologi penyusun batuan. Tujuan korelasi adalah untuk mengetahui dan rekonstruksi kondisi bawah permukaan (struktur dan stratigrafi) dan juga untuk melihat bentuk dari penyebaran pengendapan batuan pada masing-masing formasi.

a. Penentuan horison atau marker dilakukan dengan cara melihat log mekanik (log GR) dari semua sumur yang didapat dan mencari bentuk-bentuk atau pola-pola log yang sama atau hampir sama. Korelasi juga dapat dilakukan dengan melihat puncak-puncak farmasi atau dasar-dasar formasi pada masing-masing lapisan batuan yang ditemui pada waktu pengeboran. Contoh bentuk pemberian marker berdasarkan puncak dari masing-masing formasi dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Pemberian marker pada masing-masing data sumur

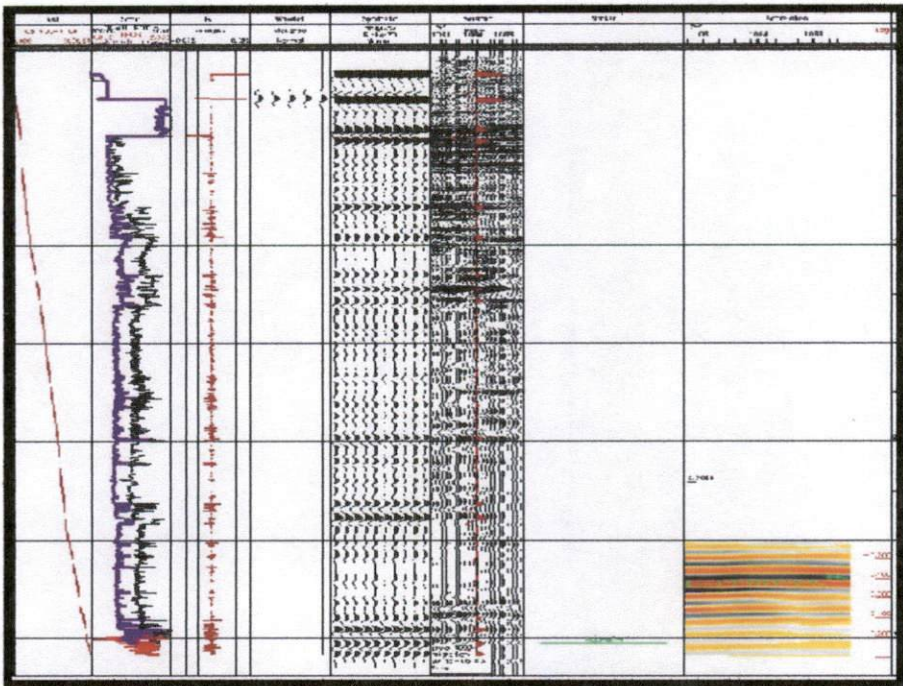
- b. Setelah *marker* pada masing-masing puncak farmasi didapatkan dan telah diyakini bahwa bentuk atau pola log tersebut mewakili perlapisan yang sama, selanjutnya dilakukan pekerjaan menghubungkan *marker* dari satu sumur ke sumur yang lain. Korelasi dilakukan untuk semua puncak farmasi yang ditemukan pada waktu pengeboran dilaksanakan. Contoh hasil korelasi sumur pemboran dapat dilihat pada Gambar 3.7.



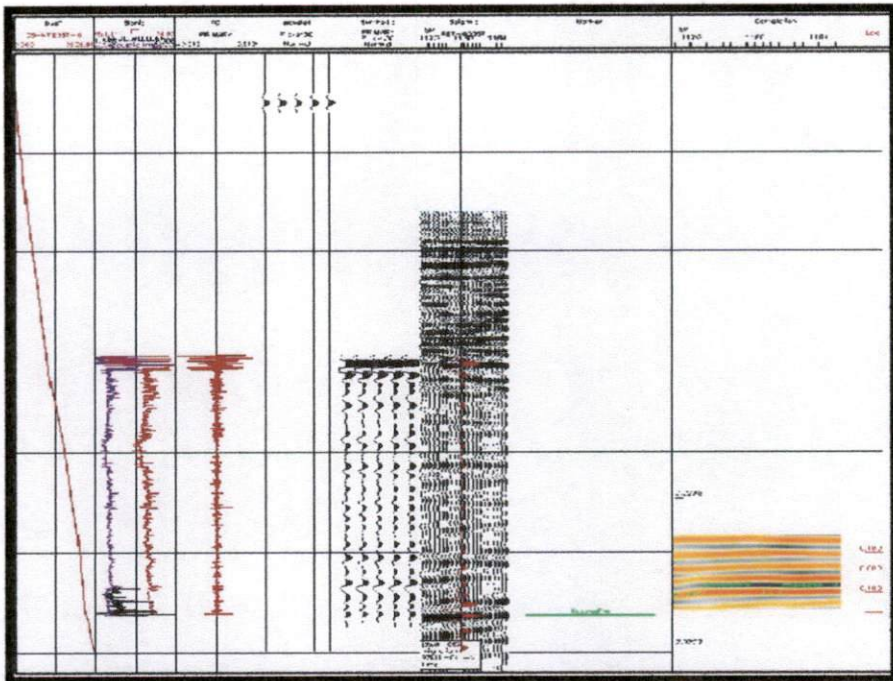
Gambar 3.7 Contoh hasil korelasi data sumur pemboran

- c. Setelah korelasi selesai dilakukan akan didapatkan penampang melintang berupa penampang stratigrafi.
3. Pembuatan peta struktur dan ketebalan dari Formasi Kujung
- a. Pengikatan data sumur ke seismik (*Well-Seismic Tie*)

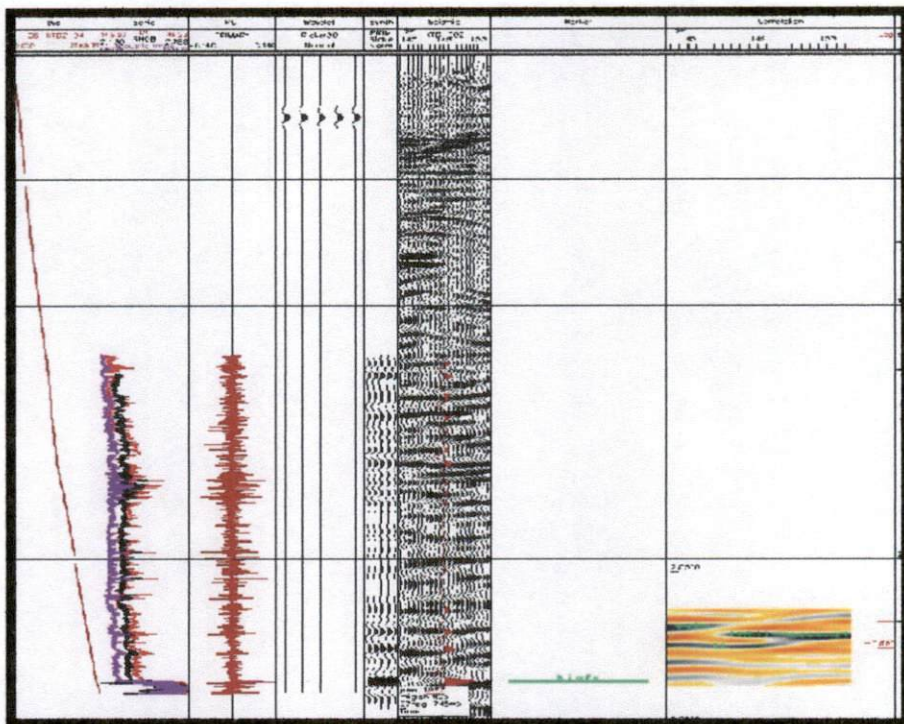
Pengikatan data sumur (data log) ke dalam penampang seismik (*well-seismic tie*) berdasarkan log densitas, data *check shoot*, dan data *sonic*. Dari data-data ini, dihitung besar nilai impedansi akustik batuan, nilai koefisien refleksi antar batuan, dan pembuatan sintetik seismogram yang disesuaikan dengan data seismik. Contoh bentuk hasil pengikatan antara data sumur pemboran dengan data penampang seismik dapat dilihat pada Gambar 3.8, Gambar 3.9, Gambar 3.10, dan Gambar 3.11.



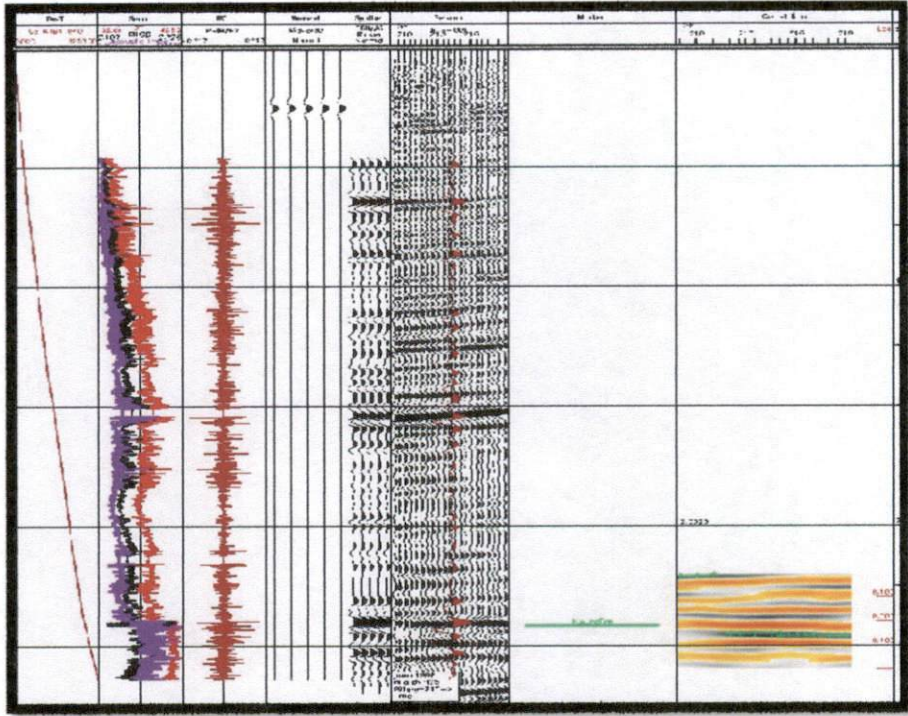
Gambar 3.8 *Well seismic tie* sumur KRDN-2



Gambar 3.9 Well seismic tie sumur KRDN-3



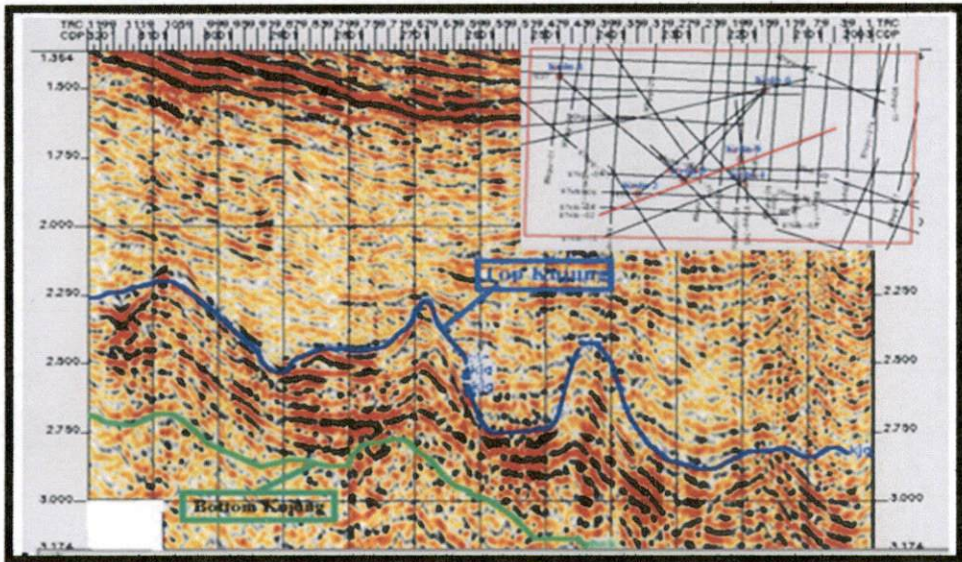
Gambar 3.10 Well seismic tie sumur KRDN-4



Gambar 3.11 Well seismic tie sumur KRDN-5

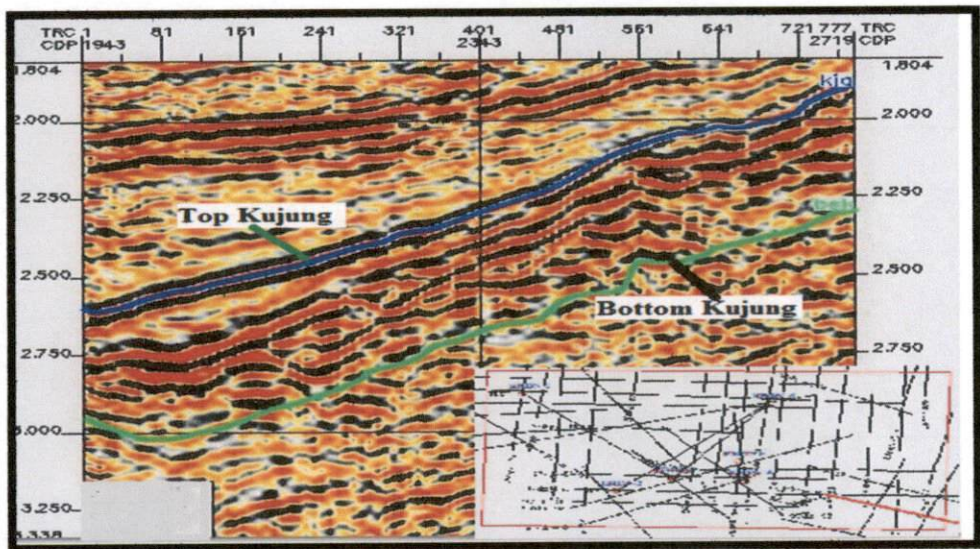
b. Picking horizon dan struktur

Picking horizon dilakukan setelah pengikatan data sumur ke dalam data seismik.



Gambar 3.12 Picking horizon dan struktur line 97Ktb-02

Identifikasi sesar dari penampang seismik harus dicek. Adanya sesar dapat dikenali dengan ketidakterusan refleksi gelombang seismik pada penampang seismik maupun dengan menggunakan peta atribut seismik dari nilai koherensi yang rendah. Contoh bentuk *picking horizon* dan struktur dapat dilihat pada Gambar 3.12 dan Gambar 3.13 .



Gambar 3.13 *Picking horizon* dan struktur *line 05nn-30*

c. Pemetaan bawah permukaan

Pembuatan peta bawah permukaan bertujuan untuk mengetahui bentuk geologi bawah permukaan yang sebenarnya. Peta yang akan dibuat peta struktur. Peta kontur merupakan peta yang menunjukkan kedalaman dari zona lapisan batuan yang sama, dibuat berdasarkan data-data yang diperoleh dari eksplorasi seismik dan sumur pemboran, baik selama atau setelah dilakukan pemboran. Peta ini memperlihatkan kondisi struktur puncak (*top*) dan dasar (*bottom*) dari zona batuan reservoir atau formasi. Peta struktur ini dibuat setelah semua penampang seismik yang digunakan dalam Tugas Akhir ini di *picking horizon* dan struktur. Semua data

tersebut kemudian masuk ke tahap *gridding* dan *mapping*. Pada tahap *mapping*, masing-masing penampang seismik yang telah di *picking horizon* dan struktur digabungkan antara penampang yang satu dengan penampang yang lainnya. Sehingga semua hasil *picking* yang pada awalnya masih terputus-putus pada masing-masing penampang seismik, telah terhubung sehingga membentuk struktur geologi. Pada tahap *gridding*, struktur geologi yang terbentuk pada proses *mapping* diperbaiki dan diatur resolusi gambarnya untuk menghasilkan kualitas gambar yang lebih bagus dan pewarnaan gambar yang mewakili kedalaman dari formasi batuan lebih detail. Peta struktur yang dihasilkan berada dalam domain waktu. Maka untuk membuat peta struktur dalam domain kedalaman, dilakukan dengan proses *time-depth conversion*. Proses *time-depth conversion* ini menggunakan data *check-shot* yang ada pada masing-masing sumur pemboran. Nilai-nilai waktu tempuh gelombang seismik yang terdapat pada peta struktur dalam domain waktu, dikonversi dengan data *check-shot* sehingga dihasilkan peta struktur dalam domain kedalaman.

d. Pembuatan peta *isopach* (ketebalan)

Pembuatan peta *isopach* ditentukan berdasarkan ketebalan dari interval formasi yang dianalisa lingkungan pengendapannya. Interpretasi garis kontur disesuaikan dengan pola penyebaran lingkungan pengendapan pada daerah penelitian. Untuk membuat peta kedalaman ini, digunakan data keberadaan puncak dan dasar dari masing-masing formasi batuan. Pada

dasarnya, nilai ketebalan dari formasi batuan didapatkan dari pengurangan antara waktu tempuh yang dibutuhkan oleh gelombang seismik untuk mencapai dasar formasi dengan waktu tempuh yang dibutuhkan oleh gelombang seismik untuk mencapai puncak formasi. Dari proses ini dihasilkan bentuk peta ketebalan dalam domain waktu. Dan untuk mendapatkan peta ketebalan dalam domain kedalaman, juga melalui proses yang hampir sama dengan cara mendapatkan peta struktur puncak dan dasar formasi dalam domain kedalaman.

3.2.3. Tahap Hasil dan Pembahasan

Hasil interpretasi litologi berdasarkan data sumur pemboran kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui jenis batuan penyusun, kandungan fluida yang mengisi batuan, serta kondisi fisik dari batuan tersebut. Dari analisis ini akan diketahui apakah formasi batuan tersebut memiliki prospek hidrokarbon atau tidak. Dari hasil korelasi antar sumur pemboran, dapat di analisis arah penyebaran dan pertumbuhan dari formasi batuan. Dan dari hasil pemetaan bawah permukaan dapat dilakukan analisis terhadap bentuk peta struktur apakah pemetaan yang dilakukan telah mendekati bentuk struktur lapisan bawah permukaan yang sebenarnya. Dari sini juga akan didapatkan kemana arah penyebaran dari formasi batuan.

3.2.4. Tahap Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini akan disimpulkan bagaimana kondisi dari formasi batuan yang didapatkan. Dan juga akan diberikan beberapa saran yang terkait dengan topik Tugas akhir ini dan juga rekomendasi-rekomendasi untuk penelitian selanjutnya.

BAB IV

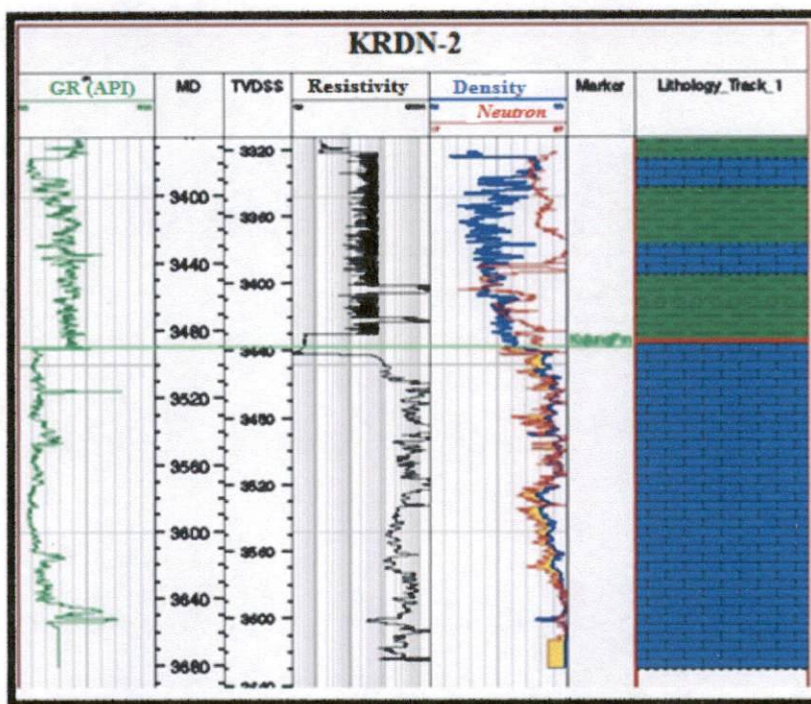
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Interpretasi Litologi Formasi Kujung Berdasarkan Data Sumur Pemboran

Interpretasi litologi berdasarkan data log yang dilakukan pada keenam sumur diperoleh litologi penyusunnya secara umum adalah batupasir (*sandstone*), batuserpih (*shale*), batulempung (*clay*), dan batugamping (*limestone*). Namun demikian, dari keenam data sumur yang digunakan dalam penelitian ini, hanya empat sumur yang pemborannya menembus ke Formasi Kujung, yaitu sumur KRDN-2, sumur KRDN-3, sumur KRDN-4, dan sumur KRDN-5. Untuk selanjutnya pembahasan akan dilakukan untuk keempat sumur tersebut.

Kurva log untuk sumur KRDN-2 dapat dilihat pada Gambar 4.1. Dari Gambar 4.1, pada log GR diketahui bahwa besar nilai GR yang dihasilkan oleh formasi batuan berkisar antara 11 - 112 API. Namun nilai GR yang paling banyak dihasilkan oleh formasi batuan berkisar antara 11-30 API yang diklasifikasikan kepada nilai GR rendah. Nilai GR rendah ini menunjukkan bahwa kandungan radioaktif yang dihasilkan dari peluruhan unsur sangat kecil dan juga menunjukkan bahwa kandungan batulempung (*clay*) dan batuserpih (*shale*) dalam formasi ini sangat sedikit. Sehingga berdasarkan Tabel 2.2, pada Formasi Kujung ini litologi penyusunnya adalah batugamping (*limestone*) dengan sisipan batupasir (*sandstone*) yang berada mulai pada kedalaman 3490 mMD (meter *Measure Depth*) atau 3438 mTVDSS (meter *True Vertical Depth Sub Surface*).

Dari Gambar 4.1, pada log resistivitas nilai resistivitas yang ditunjukkan tinggi yaitu berkisar antara 800-2000 $\Omega.m$. Ini menunjukkan bahwa terdapat kandungan hidrokarbon yang cukup tinggi dalam formasi batuan ini. Pada Gambar 4.1, untuk kurva log *neutron* (NPHI) dan log densitas (RHOB), terdapat *cross over* pada Formasi Kujung. Dengan adanya *cross over* menunjukkan bahwa batuan penyusun Formasi Kujung ini memiliki porositas dan permeabilitas baik yang sangat berpotensi sebagai reservoir hidrokarbon.

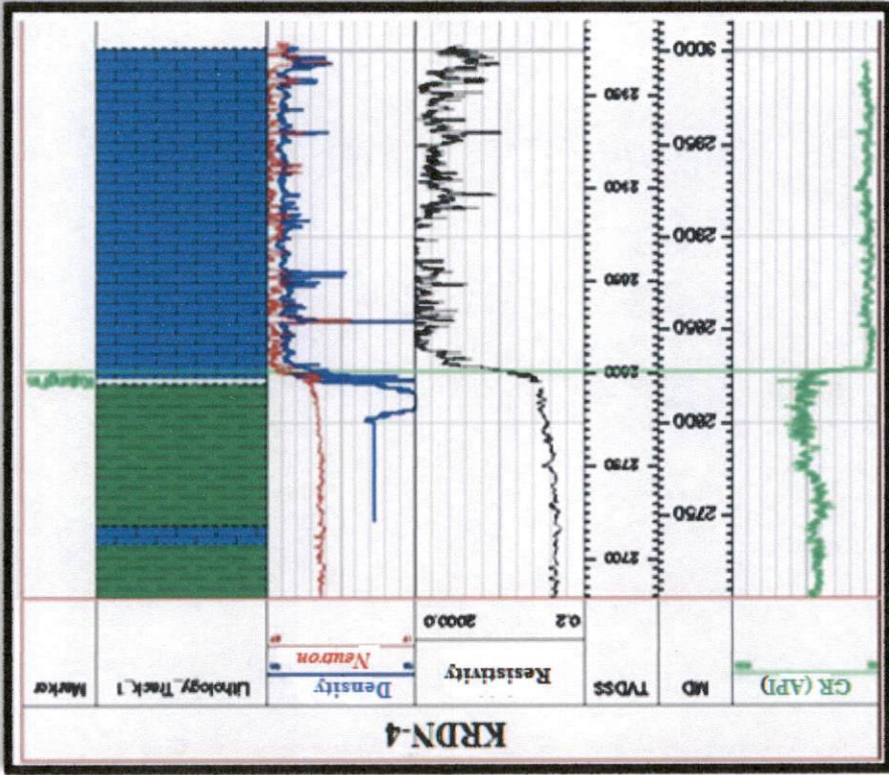


Gambar 4.1 Kurva log dan litologi Formasi Kujung sumur KRDN-2

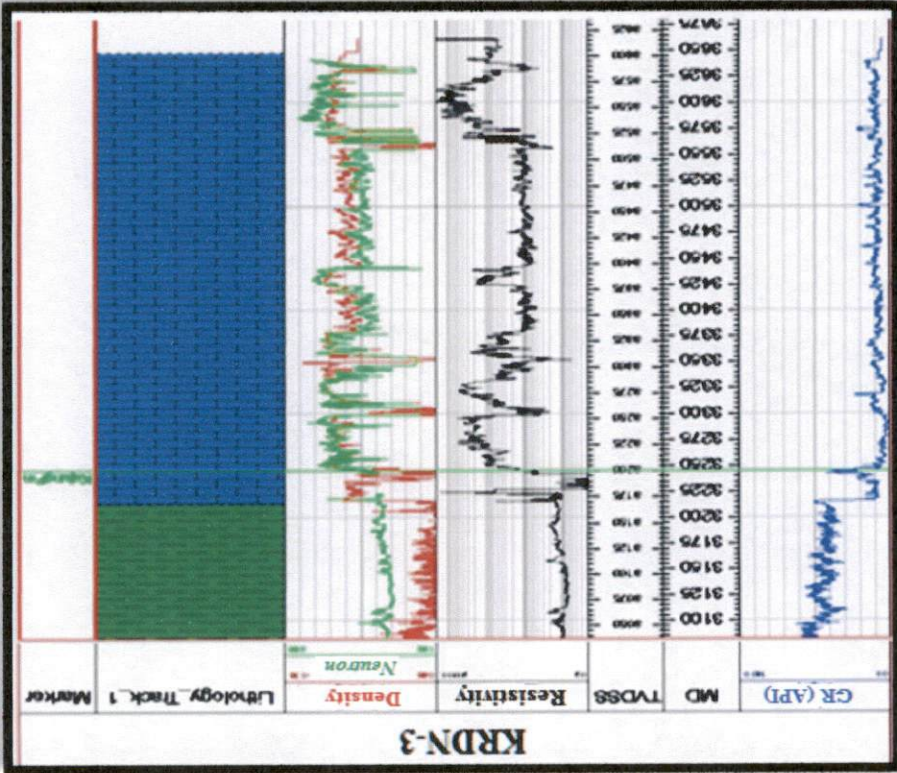
Bentuk kurva log dan litologi Formasi Kujung untuk sumur KRDN-3 dapat dilihat pada Gambar 4.2, untuk sumur KRDN-4 dapat dilihat pada Gambar 4.3, dan untuk sumur KRDN-5 dapat dilihat pada Gambar 4.4. Dengan melakukan proses interpretasi litologi seperti pada sumur KRDN-2, maka hasil interpretasi litologi untuk sumur-sumur pemboran yang lain dapat dilihat pada Tabel 4.1

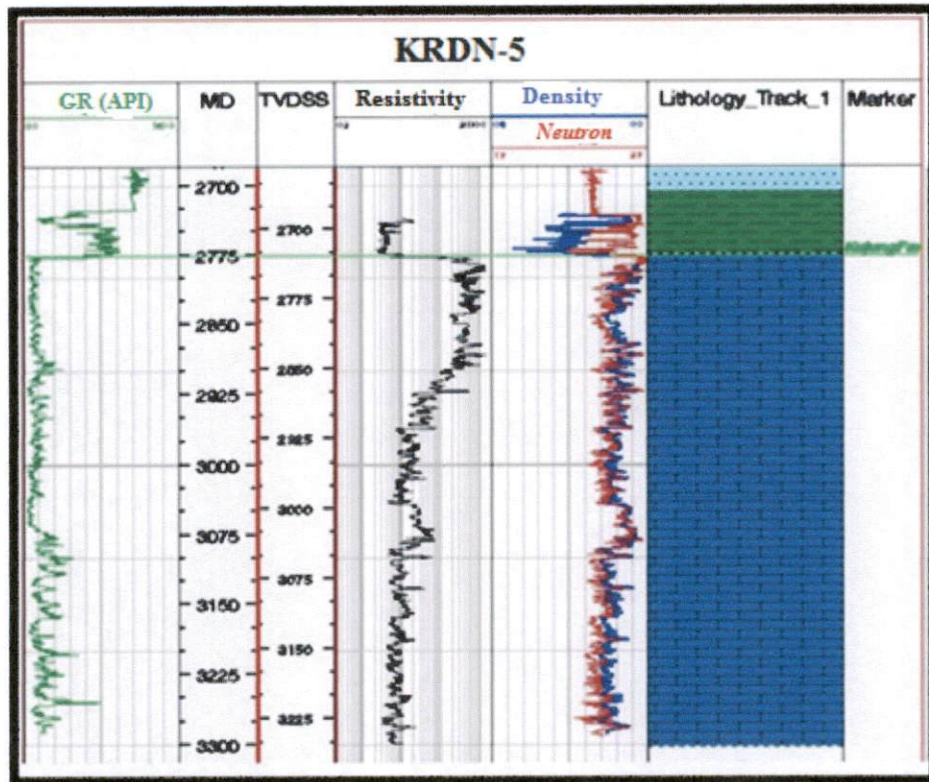
MILIK
UPT PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS ANDALAS

Gambar 4.3 Kurva log dan litologi Formasi Kujung sumur KRDN-4



Gambar 4.2 Kurva log dan litologi Formasi Kujung sumur KRDN-3





Gambar 4.4 Kurva log dan litologi Formasi Kujung sumur KRDN-5

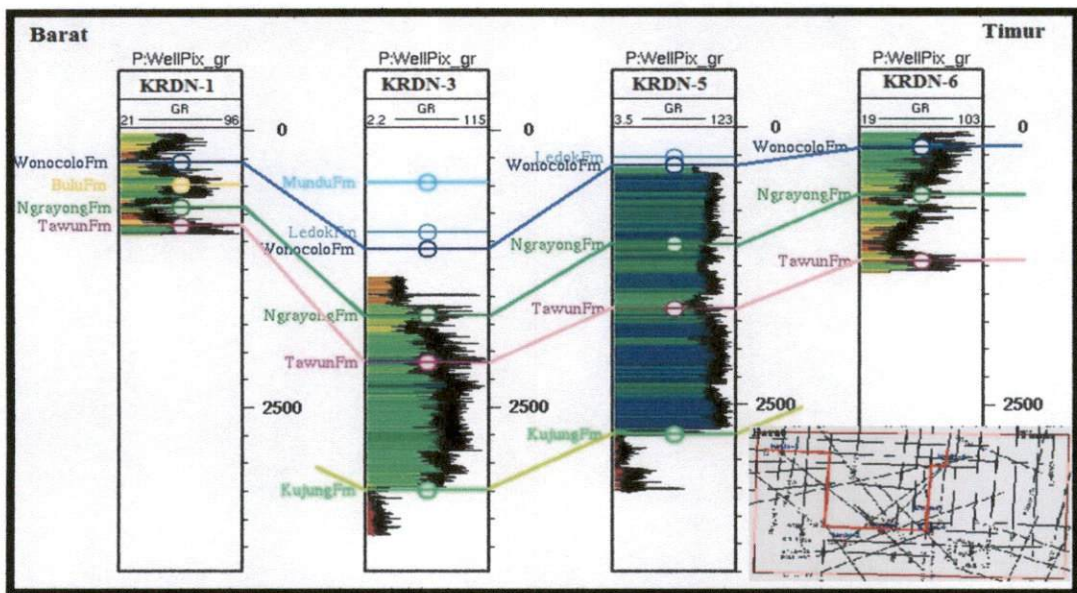
Tabel 4.1 Hasil interpretasi litologi Formasi Kujung untuk semua Sumur

Sumur	Kedalaman	GR (API)	Resistivitas ($\Omega.m$)	Neutron (m^2/m^2)	Densitas (g/cm^3)	Hasil Interpretasi Litologi
KRDN-2	3490 mMD 3438 mTVD SS	11-30 (rendah)	800-2000 (tinggi)	0,05-0,27 (rendah)	2,22-2,8 (tinggi)	Batugamping sisipan batupasir porositas dan permeabilitas baik, hidrokarbon
KRDN-3	3245 mMD 3200 MTVDSS	3-20 (rendah)	200-2000 (tinggi)	0,04-0,50 (rendah)	2,31-2,8 (tinggi)	Batugamping, porositas dan permeabilitas baik, hidrokarbon
KRDN-4	2827,5 mMD 2801 mTVD SS	6-20 (rendah)	1000-2000 (tinggi)	0,06-0,24 (rendah)	2,40-2,7 (tinggi)	Batugamping, porositas dan permeabilitas baik, hidrokarbon
KRDN-5	2777 mMD 2729 mTVD SS	7-30 (rendah)	300-2000 (tinggi)	0,02-0,23 (rendah)	2,40-2,8 (tinggi)	Batugamping, porositas dan permeabilitas baik, hidrokarbon

4.2. Analisis Penyebaran Formasi Kujung Berdasarkan Korelasi Data Sumur Pemboran

Korelasi adalah menghubungkan titik-titik yang memiliki kesamaan struktur dan litologi antara suatu lokasi dengan lokasi yang lain dengan pertimbangan bahwa titik-titik tersebut berada pada bidang pelapisan yang sama. Pada penelitian ini, korelasi yang dilakukan merupakan korelasi stratigrafi. Korelasi stratigrafi merupakan korelasi yang dilakukan untuk mengetahui penyebaran lapisan di bawah permukaan. Untuk melakukan korelasi ini, digunakan lapisan penunjuk berupa posisi masing-masing dari puncak formasi batuan yang ditembus pada waktu pemboran.

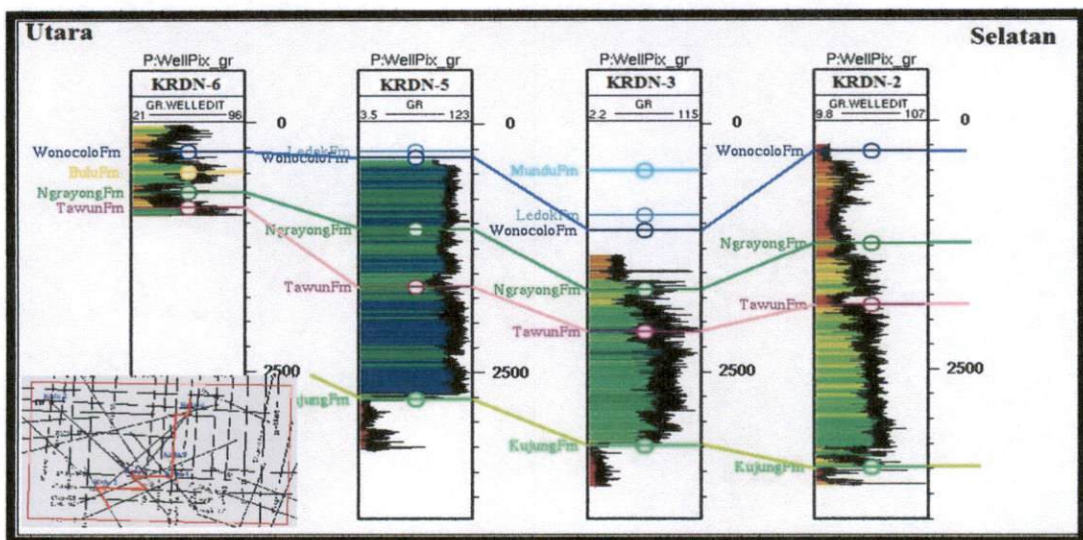
Lintasan yang diambil pada korelasi stratigrafi ini yaitu sebanyak dua lintasan yang memiliki arah Barat-Timur dan Utara-Selatan. Lintasan yang memiliki arah Timur-Barat terdiri atas sumur KRDN-1, KRDN-3, KRDN-5 dan KRDN-6 seperti yang terlihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Korelasi stratigrafi arah Barat-Timur

Korelasi yang digunakan pada arah Barat-Timur ini dibantu dengan menggunakan data log GR. Dimana terlihat bahwa untuk Formasi Kujung, ketika kurva log GR mulai memasuki lapisan Formasi Kujung langsung terjadi perubahan arah kurva yang sangat drastis dari harga yang tinggi ke harga yang rendah atau minimum yang mengidentifikasi terjadi perubahan litologi penyusun batuan pada formasi ini yang mana didominasi oleh batugamping (*limestone*).

Dari korelasi Barat-Timur terlihat bahwa semakin ke Timur kedalaman dari Formasi Kujung semakin dangkal. Hal sebaliknya, semakin ke Barat kedalaman dari posisi Formasi Kujung semakin dalam. Dari sini tergambar bahwa bagian Barat dari area “X” Cekungan Jawa Timur khususnya untuk wilayah *East Cepu High* ini merupakan daerah rendahan atau dalaman, sedangkan bagian ke Timur merupakan daerah tinggian. Hal ini sesuai dengan bentuk dari geologi regional dari Cekungan Jawa Timur khususnya untuk area *East Cepu High* yang merupakan daerah tinggian.



Gambar 4.6 Korelasi stratigrafi arah Utara-Selatan

Lintasan yang kedua adalah lintasan yang mengambil arah Utara-Selatan yang meliputi sumur KRDN-6, sumur KRDN-5, sumur KRDN-3, dan sumur KRDN-2 seperti yang terlihat pada Gambar 4.6.

Korelasi Utara-Selatan juga dibantu dengan menggunakan log GR, dimana terlihat bahwa ketika kurva GR akan memasuki batuan Formasi Kujung langsung terjadi perubahan nilai GR menuju arah minimum yang juga mengidentifikasikan bahwa terjadi perubahan litologi penyusun batuan pada formasi ini yang mana didominasi oleh batugamping (*limestone*). Dari korelasi ini sangat terlihat jelas bahwa semakin ke Selatan keberadaan posisi Formasi Kujung semakin dalam dan semakin ke Utara semakin dangkal. Sehingga dapat diketahui bahwa bagian Selatan area "X" Cekungan Jawa Timur merupakan daerah rendahan atau dalaman dan wilayah Utara merupakan daerah tinggian.

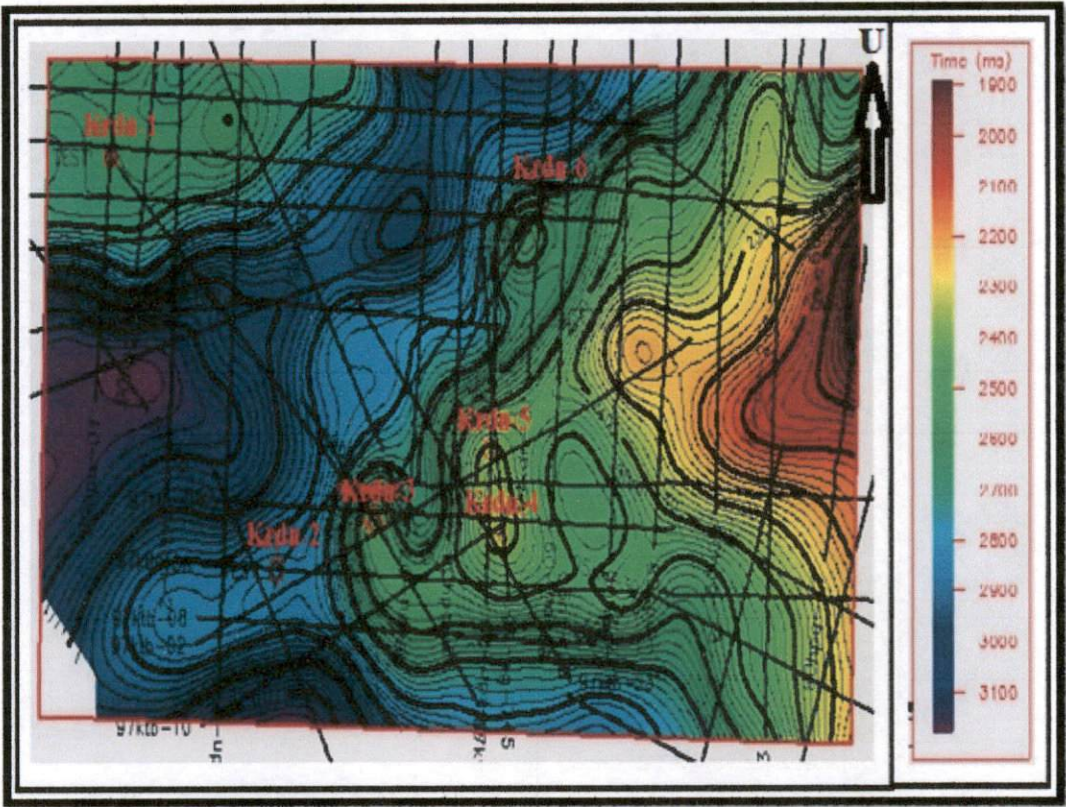
4.3. Analisis Penyebaran Formasi Kujung Berdasarkan Peta Struktur dan Peta Ketebalan

Pembuatan peta struktur yang dilakukan meliputi peta struktur puncak formasi dalam domain waktu dan kedalaman, peta struktur dasar formasi dalam domain waktu dan kedalaman, peta ketebalan formasi dalam domain waktu dan kedalaman.

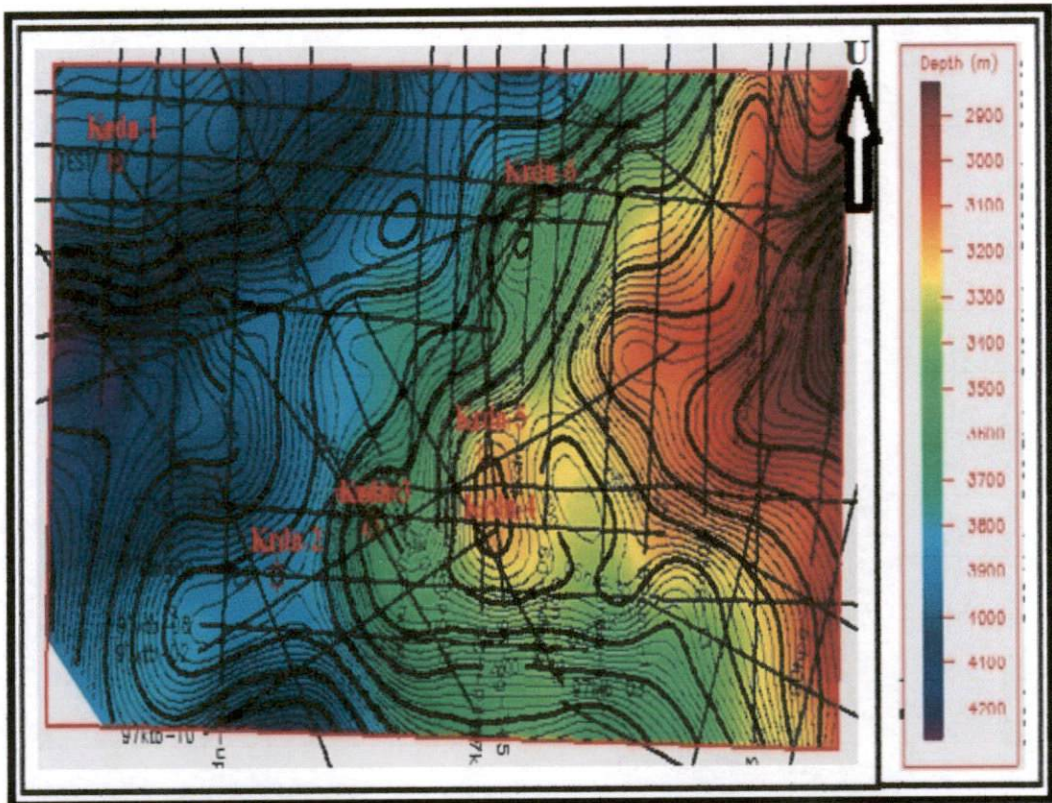
4.3.1. Peta Puncak Formasi Kujung

Peta puncak Formasi Kujung dalam domain waktu dapat dilihat pada Gambar 4.7 dan yang dalam domain kedalaman pada Gambar 4.8. Dari peta puncak Formasi Kujung diketahui bahwa formasi ini tersebar di semua daerah penelitian. Di bagian tengah dari formasi ini mengalami pencekungan (*sagging*).

Daerah tinggian dari Formasi Kujung pada daerah penelitian ini mengarah ke bagian Timur, sedangkan daerah rendahan mengarah ke bagian Barat. Konfigurasi sesar pada puncak Formasi Kujung di daerah penelitian ini tidak terlihat. Hal ini disebabkan karena sesar-sesar yang ada pada daerah penelitian memiliki jangkauan yang pendek-pendek sehingga tidak terhubung antara sesar yang satu dengan sesar yang lainnya



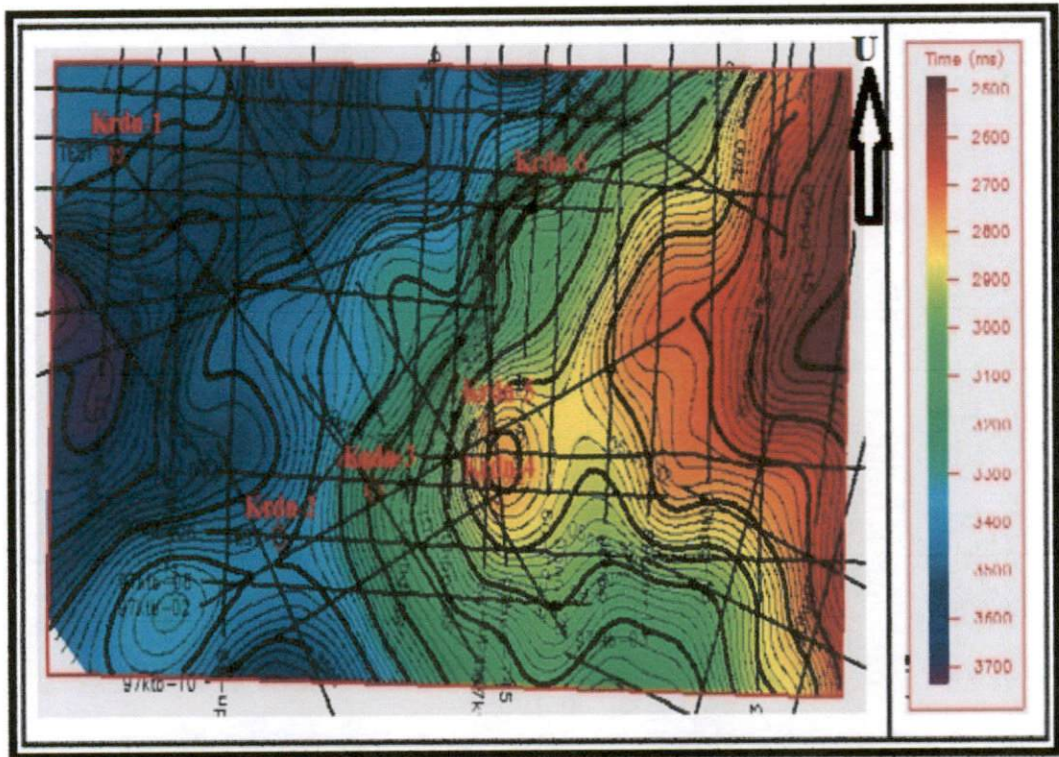
Gambar 4.7 Peta struktur puncak Formasi Kujung dalam domain waktu



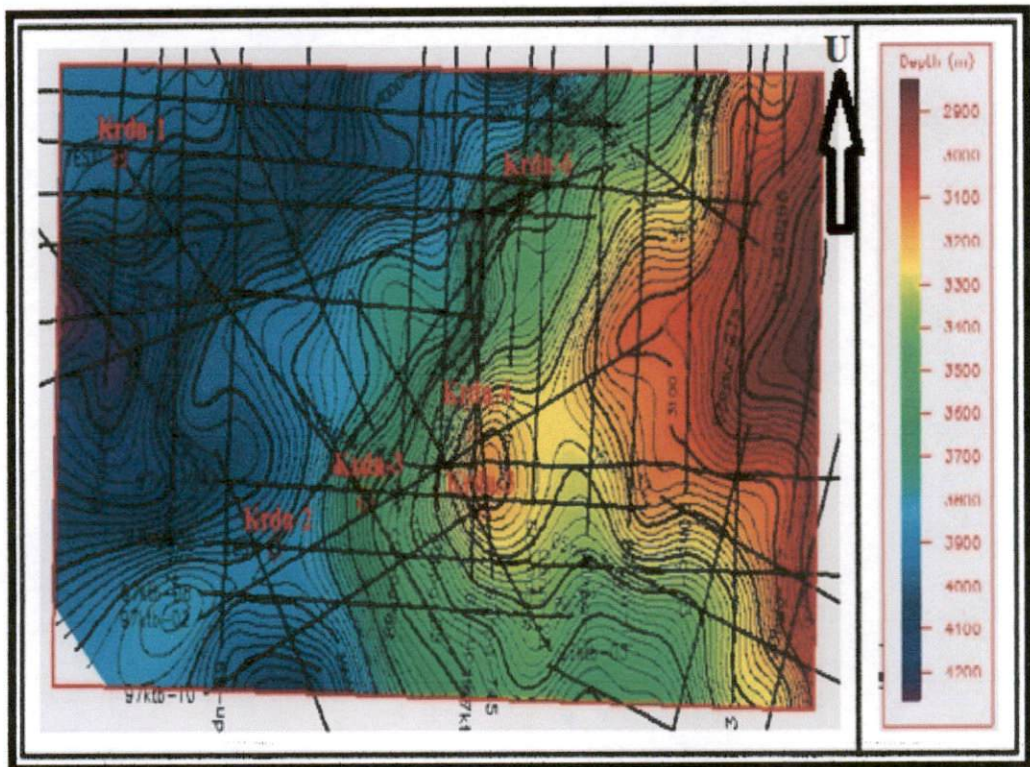
Gambar 4.8 Peta struktur puncak Formasi Kujung dalam domain kedalaman

4.3.2. Peta Dasar Formasi Kujung

Peta struktur dari dasar Formasi Kujung dalam domain waktu dapat dilihat pada Gambar 4.9 dan dalam domain kedalaman dapat dilihat pada Gambar 4.10. Dari peta dasar Formasi Kujung diketahui bahwa formasi ini tersebar di semua bagian daerah penelitian. Daerah rendahan pertumbuhan dari Formasi Kujung adalah ke bagian Barat, sedangkan daerah tinggian dari pertumbuhan formasi ini adalah pada bagian Timur. Konfigurasi sesar pada peta struktur dasar Formasi Kujung area “X” ini juga tidak terlihat. Hal ini disebabkan karena sesar-sesar yang terdapat di daerah telitian memiliki jangkauan yang pendek sehingga tidak terhubung antara sesar yang satu dengan yang lainnya.



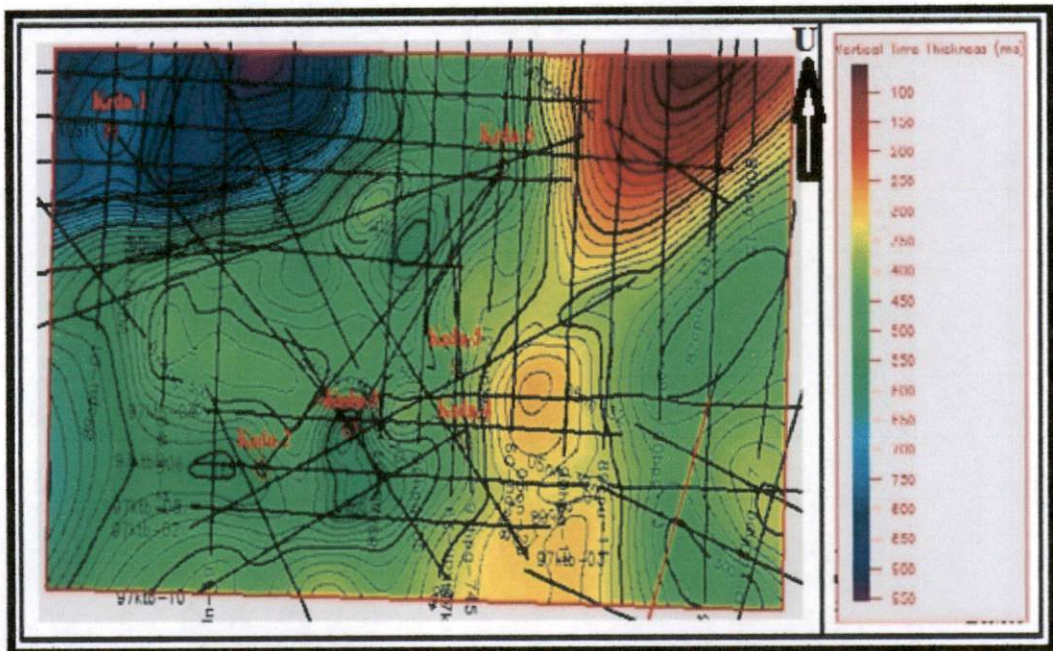
Gambar 4.9 Peta struktur dasar Formasi Kujung dalam domain waktu



Gambar 4.10 Peta struktur dasar Formasi Kujung dalam domain kedalaman

4.3.3. Peta Ketebalan Formasi Kujung

Peta ketebalan Formasi Kujung dalam domain waktu (*isochrone*) dapat dilihat pada Gambar 4.11 dan dalam domain kedalaman (*isopach*) pada Gambar 4.12. Dari peta struktur ketebalan dapat diketahui bahwa arah penyebaran dari pertumbuhan Formasi Kujung tidak merata. Ketebalan dari Formasi Kujung bervariasi mulai dari 50 meter hingga 1000 meter lebih. Nilai ketebalan ini jika ditampilkan dalam waktu tempuh gelombang seismik, sama dengan 50 ms hingga 950 ms waktu yang dibutuhkan oleh gelombang seismik untuk melewati ketebalan dari formasi Kujung ini. Namun ketebalan dari Formasi Kujung didominasi pada kisaran 400 ms hingga 600 ms (400 m hingga 650 meter) yang disimbolkan dengan warna hijau muda hingga hijau tua.



Gambar 4.11 Peta ketebalan Formasi Kujung dalam domain waktu (*isochrone*)

Adanya bagian yang tebal dari Formasi Kujung berpotensi sebagai reservoir hidrokarbon yang didukung dengan kondisi fisik batuan yang bagus

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengolahan dan interpretasi data sumur pemboran dan data seismik, didapatkan beberapa kesimpulan tentang Formasi Kujung yang ada di Area "X" cekungan Jawa Timur, yaitu :

1. Dari interpretasi data log GR yang terdapat pada masing-masing sumur pemboran, diketahui bahwa litologi penyusun batuan Formasi Kujung Area "X" Cekungan Jawa Timur didominasi oleh batugamping (*limestone*) dengan sisipan batupasir (*sandstone*). Berdasarkan nilai log resistivitas yang tinggi, menunjukkan terdapat kandungan hidrokarbon dalam formasi batuan ini, sedangkan berdasarkan kurva log *neutron* (NPHI) dan log densitas (RHOB) terdapat *cross over* pada Formasi Kujung yang menunjukkan batuan penyusun Formasi Kujung ini memiliki porositas dan permeabilitas baik yang sangat berpotensi sebagai reservoir hidrokarbon.
2. Dari korelasi Barat-Timur terlihat bahwa semakin ke Timur kedalaman dari Formasi Kujung semakin dangkal. Hal sebaliknya, semakin ke Barat kedalaman dari posisi Formasi Kujung semakin dalam. Sedangkan Dari korelasi Utara-Selatan terlihat bahwa semakin ke Selatan keberadaan posisi Formasi Kujung semakin dalam dan semakin ke Utara semakin dangkal.
3. Dari hasil analisis peta struktur dan ketebalan dari Formasi Kujung, diketahui bahwa formasi ini tersebar di semua daerah penelitian. Bagian Timur

merupakan daerah tinggian dan bagian Barat merupakan daerah rendahan dari formasi. Ketebalan dari Formasi Kujung bervariasi mulai dari 50 meter hingga 1000 meter lebih. Nilai ini jika ditampilkan berdasarkan waktu tempuh gelombang seismik, sama dengan 50 ms hingga 950 ms waktu yang dibutuhkan oleh gelombang seismik untuk melewati ketebalan dari formasi Kujung ini. Adanya bagian yang tebal dari formasi ini sangat berpotensi sebagai reservoir hidrokarbon, sedangkan bagian yang tipis berpotensi sebagai tempat migrasi hidrokarbon dari batuan induk ke reservoir.

5.2. Saran

Beberapa saran terkait Tugas Akhir ini adalah :

1. Sumber literatur yang dipakai harus lebih banyak lagi demi untuk meningkatkan jenis-jenis metodologi yang dipakai dan dikembangkan dalam masalah eksplorasi hidrokarbon.
2. Pemilihan waktu pelaksanaan Tugas Akhir harus benar-benar diperhitungkan demi kelancaran proses penelitian, seminar proposal dan seminar hasil
3. Penelitian selanjutnya yang dapat dilakukan adalah perhitungan besar cadangan hidrokarbon yang terdapat dalam reservoir pada Formasi Kujung area ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Giwangkara, E.G., 2006, *Kawengan Highland*. <http://cepu.wordpress.com>
- Dewan, J.T., 1983, *Modern Open Hole Log Interpretation*, Pen Well Publishing Co., Tulsa, Oklahoma
- Gafli, D., 1976, *Formation Velocity and Density*, New York, McGraww-Hill
- Hamilton, W., 1979, *Tectonics of the Indonesian Region*, USGS Profesional Paper, hal : 1078
- Harsono, A., 1994, *Pengantar Evaluasi Log*, Schlumberger Data Services, Kuningan, Jakarta.
- Hartantyo E., 2004, *Metode Seismik Bias dan Pantul*, Universitas Gajah Mada. <http://www.elisa.ac.id>
- Koesoemadinata, R.P., 1978, *Geologi Minyak dan Gas Bumi*, Bandung: ITB
- Mastoadji, 2007, *Operasi Well Logging*, Bandung : ITB
- Pertamina, 1999, *Laporan Pertamina* (Unpublished).
- Pertamina, 2003, *Laporan Pertamina* (Unpublished).
- Pertamina BPPKA, 1996, *Sandi Stratigrafi Indonesia*.
- Priyono, A., 1993, *Dasar-dasar Eksplorasi Seismik*, FIKTM Jurusan Geofisika dan Meteorologi, Bandung: ITB
- Rider, M., 1996, *The Geological Interpretation of Well Logs*, Interprint Ltd.
- Schlumberger, 1958, *Log Interpretation Principles/Applications*, Houston, Texas.
- Sukmono, S., 1999, *Interpretasi Seismik Stratigrafi*, Jurusan Teknik Geofisika, Institut Teknologi Bandung.
- Telford, M.W., Geldart, L.P., Sheriff, R.E. and Keys, D.A., 1990, *Applied Geophysics*, Cambridge Univ. Press.
- Van Bemmelen, R.W., 1949, *The Geology of Indonesia*. Govt. Printing Office, Hague; Martin Nijhoff, agents.
- <http://www.searchanddiscovery.net>, diakses Juni 2012