

Skripsi Geofisika

ANALISIS DATA LOG UNTUK MENENTUKAN *INITIAL GAS* DAN *OIL IN PLACE* PADA LAPANGAN "X", FORMASI FRONTIER, WYOMING, USA

OLEH :

JENNIFER CLAUDIA PATTY

H221 13 318



PROGRAM STUDI GEOFISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2017

ANALISIS DATA LOG UNTUK MENENTUKAN *INITIAL GAS* DAN *OIL IN PLACE* PADA LAPANGAN "X", FORMASI FRONTIER, WYOMING, USA

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains

Pada Program Studi Geofisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Hasanuddin

Oleh :

Nama : Jennifer Claudia Patty

Stambuk : H221 13 318

Program Studi : Geofisika

**PROGRAM STUDI GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2017**

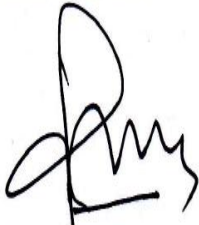
LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS DATA LOG UNTUK MENENTUKAN *INITIAL GAS* DAN *OIL IN PLACE* PADA LAPANGAN "X", FORMASI FRONTIER, WYOMING, USA

Makassar, Desember 2017

Disetujui oleh :

Pembimbing Utama



(Dr. Muh Altin Massinai, MT. Surv)

NIP. 196406161989031006

Pembimbing Pertama



(Mahrani, S.Si, M.Si)

NIP. 197202271998022002

ABSTRACT

Well logging is a technique for obtaining data using measuring instruments that measure into wells to find out the shape and size of rocks. Rock physics or often referred to as Petrophysics is the study of the physical properties of rocks such as Shale Volume, Porosity, Water Saturation, and Permeability. This research is intended to know the Lithology of Formation, Petrophysical Parameters of Rocks and the amount of Initial Gas and Oil in Place. In the Petrophysical analysis, the calculation of Shale Volume uses Gamma Ray log, Porosity using Log Neutron-Density, Permeability using Wylie Rose Equation and Water Saturation using Dual Water Equation. This research uses 4 wells divided into two zones namely Zone F2WC and F2WC-1. The result of Petrophysical Analysis of zone F2WC has average Shale Volume 31,86%, Porosity 29%, Water Saturation 63,33%, and Permeability 6774,266 md, while in Zone F2WC-1 has average Shale Volume 24,78 %, Porosity 35%, Water Saturation 59.33%, and Permeability 11941,21 md. Initial Gas and Oil in Place calculations, the F2WC zone has Initial Gas in Place 710.680.065,56 SCF and Initial Oil in Place 70.884.594,772 SCF, while in F2WC-1 zone has Initial Oil in Place 205.407.758,07 SCF.

Keywords: *Petrophysics Analysis, Initial Gas and Oil in Place*

ABSTRAK

Well logging merupakan suatu teknik untuk mendapatkan data bawah permukaan dengan menggunakan alat ukur yang dimasukkan kedalam lubang sumur untuk evaluasi formasi dan identifikasi ciri-ciri batuan di bawah permukaan. Fisika batuan atau sering disebut sebagai Petrofisika merupakan ilmu yang mempelajari tentang sifat-sifat fisika pada batuan seperti Volume *Shale*, Porositas, Saturasi Air, dan Permeabilitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui *Lithology* dari Formasi, nilai dari Parameter Petrofisika Batuan serta besarnya *Initial Gas* dan *Oil in Place*. Pada tahap analisis Petrofisika, perhitungan Volume *Shale* menggunakan log *Gamma Ray*, Porositas menggunakan Log Neutron-Densitas, Permeabilitas menggunakan Persamaan *Wylie Rose* dan Saturasi Air menggunakan Persamaan *Dual Water*. Penelitian ini menggunakan 4 sumur yang terbagi menjadi dua zona yaitu Zona F2WC dan F2WC-1. Hasil dari Analisis Petrofisika zona F2WC memiliki rata-rata Volume *Shale* 31,86%, Porositas 29%, Saturasi Air 63,33%, dan Permeabilitas 6774,266 md, sedangkan pada zona F2WC-1 memiliki rata-rata Volume *Shale* 24,78%, Porositas 35%, Saturasi Air 59,33%, dan Permeabilitas 11941,21 md. Hasil perhitungan *Initial Gas* dan *Oil in Place*, pada zona F2WC memiliki Initial Gas in Place sebesar 710.680.065,56 SCF dan Initial Oil in Place sebesar 70.884.594,72 SCF, sedangkan pada zona F2WC-1 memiliki Initial Oil in Place sebesar 205.407.758,07 SCF.

Kata Kunci: Analisis Petrofisika, *Initial Gas* dan *Oil in Place*

KATA PENGANTAR

Segala Puji kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkat dan kelimpahannya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisis Data Log untuk menentukan *Initial Gas* dan *Oil in Place* pada Lapangan ‘X’, Formasi *Frontier*, Wyoming, USA**” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) ini. Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini masih terdapat banyak kesalahan dan kekurangan, akan tetapi semoga segala usaha yang telah dilakukan dapat bermanfaat bagi semua orang.

Penulis juga menyadari bahwa selama berlangsungnya penelitian, penyusunan sampai pada tahap penyelesaian skripsi ini tak lepas dari dukungan serta bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, izinkan penulis haturkan rasa terima kasih yang setulus-tulusnya untuk orang tua penulis yaitu **Edison** dan **Silvia** serta adik-adik penulis **Anastasia** dan **Gilbert** yang telah mengasihi dan selalu mendukung penulis hingga saat ini.

Tidak lupa pula penulis sampaikan Terima Kasih kepada :

1. Bapak **Dr. Muh. Altin Massinai, MT.Surv**, sebagai pembimbing utama yang selalu memberi dorongan dan masukkan dalam penulisan skripsi ini serta Ibu **Makhrani, S.Si, M.Si** sebagai pembimbing pertama yang dengan sabar dan ikhlas memberikan waktunya untuk membimbing dan memberikan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

2. Bapak *Dr. Lantu, M.Eng. Sc, DESS*, Bapak *Dr. Muh. Hamzah, S.Si, MT.* serta Ibu *Dra. Maria, M.Si* sebagai tim penguji yang telah memberikan masukan dan saran kepada penulis.
3. Bapak **Dr. Eng, Amiruddin, S.Si, M.Si** sebagai dosen Penasihat Akademik yang telah banyak membantu penulis dalam pemilihan mata kuliah.
4. Dosen-dosen pengajar yang telah membagikan ilmunya serta memberi bimbingan selama perkuliahan.
5. **Kak Putu Ari Wijaya** sebagai pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak membantu dan memberikan masukan serta saran selama proses Tugas Akhir
6. Seluruh Staff **Petropro** dan **ECI** yang telah membantu penulis: **Pak Davis, Mas Gufron, Kak Shervia, Mas Novian, Mbak Ninik, Mbak Reni, Mbak Maya, Kak Bella, Kak Rena, Kak Tata, Mas Idris dan Mas Rangga.**
7. **Pak Bambang** sebagai Manajer yang telah memberikan ijin kepada penulis untuk Kerja Praktek di **Elnusa, Kak Hanif dan Kak Handoyo** sebagai pembimbing Kerja Praktek, dan **seluruh staff divisi Processing Elnusa**, serta teman-teman KP **Widya dan Agung.**
8. Teman Kerja Praktek dan Tugas Akhir serta teman kost selama di Jakarta **Harista Br Ginting**
9. Teman yang selalu duduk atau makan siang bersama **Intan, Khaeran, Mustakin dan Arfah.**
10. Teman-teman Geofisika 2013: **Iqlal, Ika, Yanti, Ophy, Nike, Zuhaa, Eko, Andhika, Ami, Uyunk, Ewi, Nunu, Ajriah, Iqbal, Bahrul, Reskur, Sudar,**

Cholid, Wahyudin dan teman-teman lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

11. Teman-teman **KKN PPM Dikti Maros: Kak Lencha, Fhika, Enchi, Mitha, Tri, Satria, Emhye, Sari, Kordes Kak Tommy, Wawan** serta teman-teman yang lainnya.
12. Teman-teman **SMAN 1 Ambon: Nerissa, Arera, Novi, Bella, Miranda, Menda, Ayu, Ari, Wahyu, Teisha, Theo.**

Serta kepada seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih untuk semuanya.

Makassar, Desember 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRACT	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Ruang Lingkup Penelitian.....	2
I.3 Tujuan Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 Geologi Regional.....	4
II.2 <i>Petroleum System</i> Formasi Frontier.....	5

II.3 Wireline Logging.....	7
----------------------------	---

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Lokasi Penelitian.....	20
------------------------------	----

III.2 Data.....	20
-----------------	----

III.3 Prosedur.....	21
---------------------	----

III.4 Bagan Alir Penelitian.....	24
----------------------------------	----

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Korelasi Data Log.....	25
-----------------------------	----

IV.2 Analisis Data Log.....	26
-----------------------------	----

IV.3 Analisis Petrofisika Batuan.....	30
---------------------------------------	----

IV.4 Perhitungan Zona pada Formasi Frontier.....	37
--	----

IV.5 Perhitungan <i>Initial Gas in Place</i> dan <i>Initial Oil in Place</i>	41
--	----

BAB V PENUTUP

V.1 Kesimpulan.....	43
---------------------	----

V.2 Saran.....	43
----------------	----

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Geologi Cekungan <i>Powder River</i>	4
Gambar 2.2	Stratigrafi dari Formasi Frontier.....	7
Gambar 2.3	Log Spontaneous Potensial.....	8
Gambar 2.4	Zona sekitar lubang bor.....	11
Gambar 3.1	Peta Lokasi Penelitian.....	20
Gambar 3.2	Contoh Data Log.....	22
Gambar 3.3	Bagan Alir Penelitian.....	24
Gambar 4.1	Korelasi Data Log Sumur.....	25
Gambar 4.2	Data log dari ketiga Sumur.....	27
Gambar 4.3	Crossplot dari ketiga Sumur.....	29
Gambar 4.4	Hasil Analisis Petrofisika Sumur 27 AX 28.....	31
Gambar 4.5	<i>Cutoff</i> dari Volume Shale, Porositas Efektif, Saturasi Air.....	32
Gambar 4.6	Hasil Analisis Petrofisika Sumur 85 A 28.....	33
Gambar 4.7	<i>Cutoff</i> dari Volume Shale, Porositas Efektif, Saturasi Air.....	34
Gambar 4.8	Hasil Analisis Petrofisika Sumur 85 AX 10.....	35
Gambar 4.9	<i>Cutoff</i> dari Volume Shale, Porositas Efektif, Saturasi Air.....	36

Gambar 4.10 Peta Ketebalan Zona (Gross), Peta Ketebalan Reservoir (Net), Peta Porositas rata-rata, Peta Saturasi Air rata-rata.....38

Gambar 4.11 Peta Ketebalan Zona (Gross), Peta Ketebalan Reservoir (Net), Peta Porositas rata-rata, Peta Saturasi Air rata-rata.....40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Densitas Matriks dan Fluida dari batuan.....	13
Tabel 3.1	Ketersediaan Data Log Sumur.....	21
Tabel 4.1	Hasil Perhitungan untuk Zona F2WC.....	37
Tabel 4.2	Hasil Perhitungan untuk Zona F2WC-1.....	39
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan <i>Initial Gas in Place</i> dan <i>Initial Oil in Place</i> zona F2WC.....	41
Tabel 4.4	Hasil Perhitungan <i>Initial Gas in Place</i> dan <i>Initial Oil in Place</i> zona F2WC-1.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I

1. Koordinat dan *Base Map* dari Sumur pada Lokasi Penelitian

Lampiran II

1. Hasil Analisis Petrofisika Sumur 27 AX 28
2. Hasil Analisis Petrofisika Sumur 85 A 28
3. Hasil Analisis Petrofisika Sumur 85 AX 10

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Well logging merupakan suatu teknik untuk mendapatkan data bawah permukaan dengan menggunakan alat ukur yang dimasukkan kedalam 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, permeabilitas dan kejenuhan hidrokarbon. Metode well logging merupakan suatu metode yang dapat memberikan data yang diperlukan untuk mengevaluasi secara kualitatif dan kuantitatif adanya hidrokarbon.

Menurut Harsono (1997), analisis petrofisika merupakan suatu evaluasi rekaman logging sumur eksplorasi untuk mengetahui litologi beserta fluida dan sifat petrofisika pada suatu formasi batuan dengan menganalisa properti fisis seperti kandungan lempung, porositas batuan, saturasi air dan permeabilitas. Properti fisis yang akan dianalisa diperoleh dalam perhitungan petrofisika menggunakan data dari open hole log, juga data core dan mudlog (jika tersedia), yang berperan sebagai input dan pengontrolnya.

Dalam pengembangan sebuah lapangan, perlu juga diketahui seberapa besar cadangan hidrokarbon yang dapat diperoleh dari lapangan tersebut. Metode volumetrik digunakan untuk menghitung besarnya *Initial Hydrocarbon in Place* dan cadangan (*reserve*) reservoir pada suatu lapangan minyak atau gas yang baru. Data-data yang

diperlukan untuk perhitungan *Initial Hydrocarbon in Place* yaitu *Gross* atau ketebalan formasi, *Net Gross Ratio* (N/G), Porositas Efektif Batuan Reservoir (ϕ), Saturasi Air (S_w), Faktor Volume Gas (B_g) dan Oil (B_o).

Lokasi Penelitian merupakan zona produksi yang berada di Cekungan Powder River yang terbentuk akibat proses *orogenesis Laramide* (proses orogenesis yang terjadi pada zaman Mesozoikum). Lapangan “X” ini juga tercatat sebagai 100 lapangan minyak terbesar di Amerika dengan lebih dari 1300 sumur pengeboran dan produksi oil sebesar 21.755.927 barrels yang berasal dari 3 formasi yaitu Formasi *Upper Cretaceous Shannon*, Batu Pasir *Wall Creek (Frontier)* dan *Pennsylvanian Tensleep*. Di antara ketiga formasi tersebut, produksi oil terbesar berasal dari Formasi *Frontier 2nd Wall Creek* dengan 238 sumur dan produksi oil sebesar 8.770.858 barrels (Mosley, 2012).

I.2 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada analisis petrofisika batuan (*Vshale*, Porositas, Permeabilitas, Saturasi Air) dan perhitungan Volumetrik (*Initial Gas in Place* dan *Initial Oil in Place*). Data yang digunakan yaitu data log sumur dan data interpretasi seismik dari 3 sumur (27 AX 28, 85 AX 10 dan 85 A 28) pada Lapangan “X”, Formasi *Frontier*, Cekungan *Powder River*, Wyoming, USA.

I.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

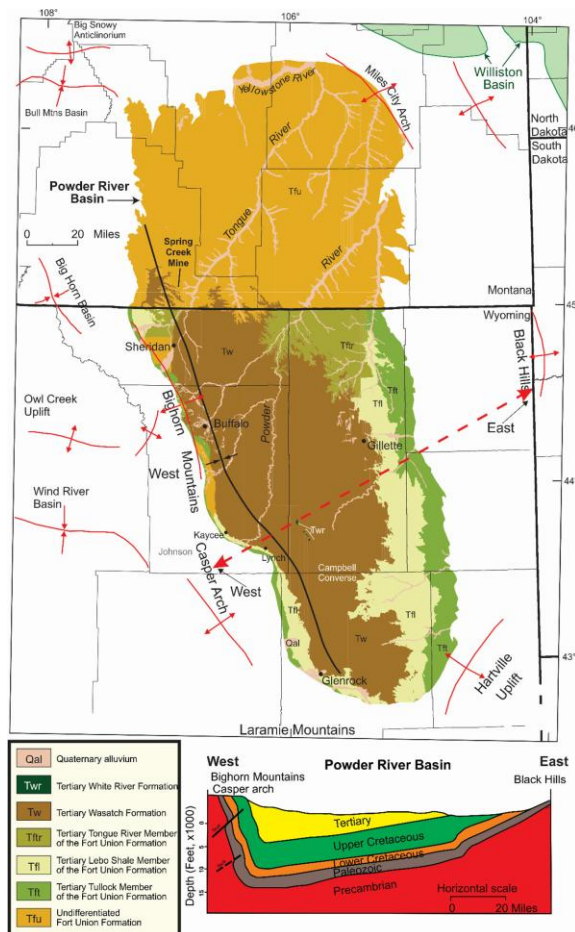
1. Mengidentifikasi lithologi dari Formasi *Frontier*
2. Menentukan nilai dari Parameter Petrofisika Batuan (*Vshale*, Porositas, Permeabilitas, dan Saturasi air)
3. Menghitung *Initial Gas in Place* (IGIP) dan *Initial Oil in Place* (OGIP) pada Formasi *Frontier*

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Geologi Regional

Lokasi Penelitian terletak di Wyoming tengah, tepi barat daya Cekungan *Powder River* seperti pada Gambar 2.1. Bagian paling dalam dari Cekungan *Powder River* terdiri dari hampir 5500 m batuan sedimen, dan sekitar 2440 m dari batuan sedimen tersebut adalah batuan sedimen non marine yang berumur *Upper Cretaceous* dan batuan sedimen klastik Tersier.



Gambar 2.1 Geologi Cekungan *Powder River* (Jafri, 2015)

Cekungan *Powder River* dipengaruhi oleh aktivitas tektonik orogenesis *Laramide* pada Cretaceous akhir sampai Paleocene. Cekungan *Powder River* terbentuk akibat adanya tumbukan antara 2 lempeng yaitu lempeng *Farallon* dan Lempeng *North America*. Deformasi pada Cekungan *Powder River* dimulai pada Eocene Awal dan berlanjut sampai Miosen. Cekungan *Powder River* dikelilingi oleh *Bighorn Mountains* dan *Casper Arch* di sebelah barat, *Black Hills* di sebelah timur, *Laramie* dan *Hartville Mountains* di sebelah selatan.

Fracture yang dominan pada lokasi penelitian adalah *extension fractures* yang memiliki arah orientasi umum sejajar atau tegak lurus terhadap sumbu lipatan. Umumnya pengukuran bidang rekahan terletak pada singkapan yang ada pada saat ini. Panjang *fracture* diprediksi dengan menggabungkan patahan dari satu singkapan ke singkapan lainnya pada suatu permukaan yang rata antara 2 unit batu pasir yang sama. Salah satu zona rekahan tersebut memanjang lebih dari 100 m (Cooper, 2000).

II.2 Petroleum System Formasi Frontier

Menurut Dolton (1996), *Petroleum System* dari Formasi *Frontier* terdiri dari :

II.2.1 Batuan Induk

Batuan induk termasuk batuan yang kaya organik pada periode Upper Cretaceous berasal dari Formasi Frontier, Carlisle, dan Niobrara. Formasi Niobrara dan Carlisle Shale adalah sumber utama minyak yang ditemukan di reservoir periode Upper Cretaceous, sedangkan Shale dalam Formasi *Frontier* juga telah mengeluarkan minyak dengan jumlah terbanyak kedua untuk batuan induk periode Upper Cretaceous.

II.2.2 Batuan Reservoir

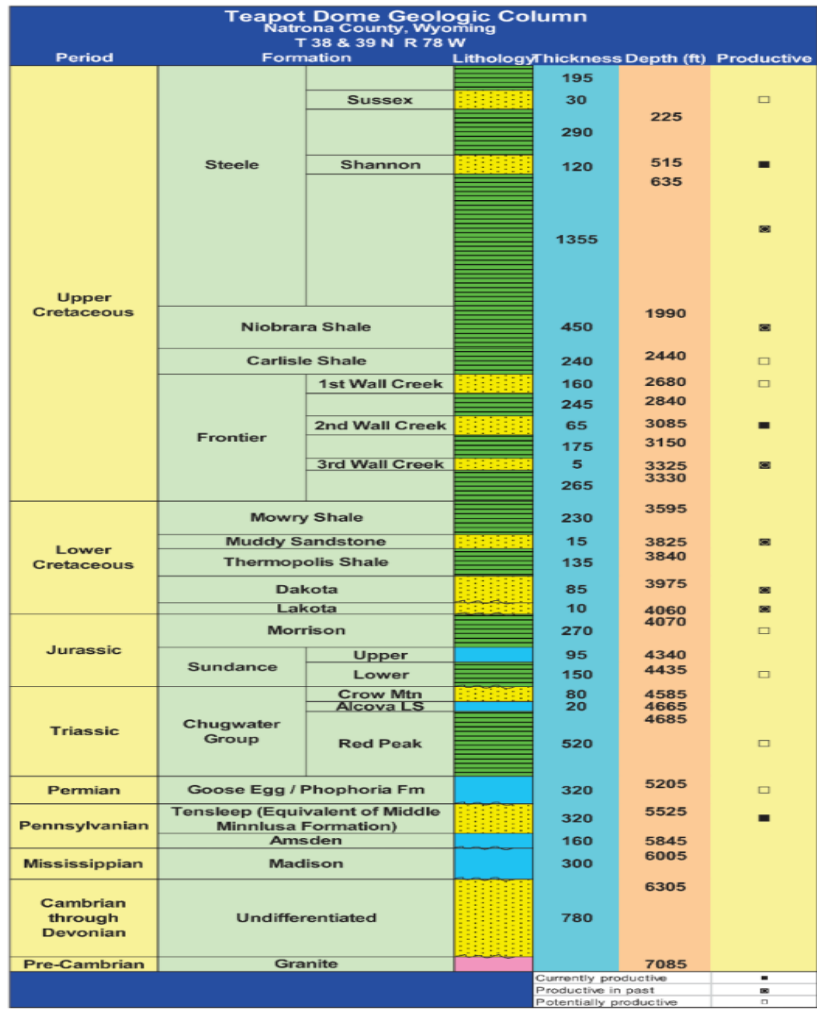
Reservoir pada Formasi *Frontier* yaitu Batu Pasir (*Sandstone*) yang mengandung kuarsa yang melimpah, fragmen litium, dan lempung yang cukup besar. Porositas rata-rata umumnya antara 10 sampai 15 persen, dan ketebalan reservoirnya antara 4 feet sampai 130 feet.

II.2.3 Migrasi dan Pematangan

Migrasi hidrokarbon dari batuan induk menuju ke perangkap (*trap*) terjadi selama proses orogenesis *Laramide*. Minyak diyakini berasal dari marine *Shale* Upper Cretaceous. Batuan induk yang ada pada Formasi *Frontier* mengalami proses pematangan pada bagian Cekungan *Powder River* yang paling dalam selama proses orogenesis *Lamirade*.

II.2.4 Batuan Penutup

Batuan Penutup pada Formasi *Frontier* terdiri dari 250 feet (76 m) *shale* dan *mudstone* sertamerupakan penutup yang utama dalam memerangkap hidrokarbon pada Cekungan *Powder River*. Gambar 2.2 merupakan stratigrafi dari lokasi penelitian. Penelitian ini hanya menggunakan satu formasi yaitu Formasi *Frontier* pada periode *Upper Cretaceous*.



Gambar 2.2 Stratigrafi dari Formasi Frontier (Jafri, 2015)

II.3 Wireline Logging

Log adalah suatu grafik kedalaman (bisa juga waktu) dari satu set data yang menunjukkan parameter diukur secara berkesinambungan di dalam sebuah sumur pemboran (Harsono, 1997).

Well log merupakan catatan yang menerus mengenai sifat batuan di bawah permukaan dalam lubang sumur berdasarkan kedalaman sumur itu sendiri. Dalam mengidentifikasi suatu reservoir yang bersifat ekonomis, dapat dilakukan dari beberapa log seperti log

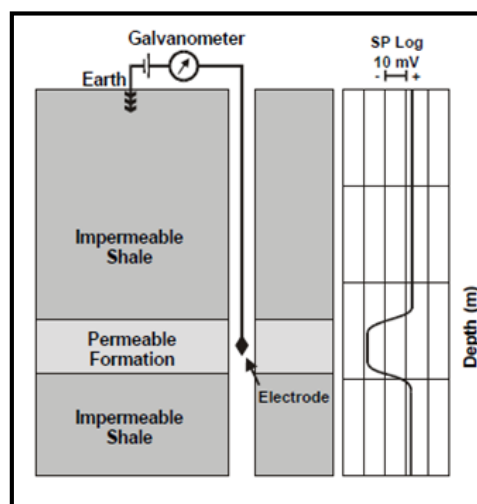
gamma ray, log *spontaneous potential*, log resistivitas, log densitas, log neutron dan log sonik (Anugrah, 2015).

II.3.1 Log Spontaneous Potential (SP)

Log SP merupakan rekaman beda potensial antara elektroda yang bergerak secara alami pada sumur bor dan elektroda yang berada di permukaan. Log SP tidak dapat digunakan pada lumpur pengeboran yang bersifat non konduktif. Kegunaan dari Log SP (Asquith, 2004) yaitu :

1. Mengidentifikasi lapisan permeabel
2. Mendekteksi batas lapisan permeabel
3. Menentukan resistivitas air formasi
4. Menentukan volume shale pada lapisan permeable

Pada log SP, apabila terdefleksi ke arah kiri merupakan zona permeabel seperti *Sandstone* dan apabila tidak terdefleksi merupakan zona non permeabel seperti *Shale* yang ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Log Spontaneous Potential (Glover, 2007)

II.3.2 Log Gamma Ray

Log Gamma Ray (GR) merupakan hasil suatu pengukuran yang menunjukkan besaran intensitas radioaktif yang ada dalam formasi. Prinsip Log GR adalah suatu rekaman tingkat radioaktivitas alami yang terjadi karena 3 unsur yaitu Uranium (U), Thorium (Th) dan Potassium (K) yang ada pada batuan. Sinar Gamma sangat efektif dalam membedakan lapisan permeabel dan yang tidak permeabel, karena unsur-unsur radioaktif cenderung berpusat di dalam *shale* yang tidak permeabel dan tidak banyak terdapat dalam batuan karbonat atau pasir yang secara umum adalah permeabel (Harsono, 1997).

Model Volume *shale* menjelaskan hubungan antara pembacaan Gamma Ray dan perkiraan Volume *shale* yang dapat dihitung menggunakan rumus berikut (Kingdom, 2017):

$$I_{GR} = \frac{GR_{log} - GR_{min}}{GR_{max} - GR_{min}} \quad (2.1)$$

a. Volume *shale* Linear

$$V_{sh} = I_{GR} \quad (2.2)$$

b. Volume *shale* Clavier (digunakan pada batuan Mesozoic)

$$V_{sh} = 1,7 - \sqrt{3,38 - (I_{GR} + 0,7)^2} \quad (2.3)$$

c. Volume *shale* Steiber (digunakan pada batuan Tersier)

$$V_{sh} = \frac{I_{GR}}{3 - 2 \times I_{GR}} \quad (2.4)$$

Keterangan:

I_{GR} = Indeks sinar gamma

GR_{log} = Gamma ray yang terbaca di log

GR_{min} = Gamma ray minimum

GR_{max} = Gamma ray maksimum

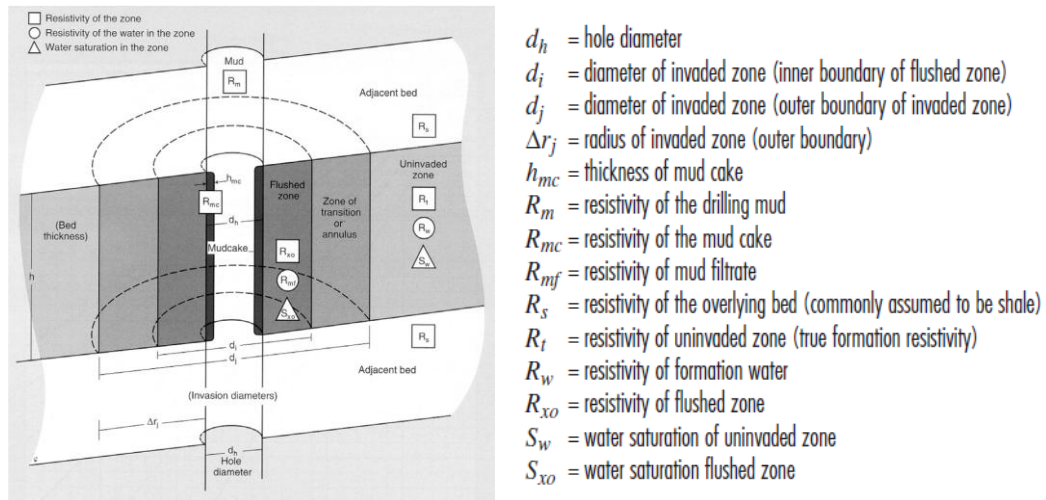
II.3.3 Log Resistivitas

Log resistivitas adalah log yang mengukur resistivitas suatu formasi. Resistivitas formasi dapat diukur menggunakan induksi maupun elektroda seperti laterolog, mikrolog dan mikrolaterolog. Kegunaan log resistivitas adalah untuk membedakan zona hidrokarbon dan air (Nukefi, 2007).

Matriks dan butiran dalam batuan dianggap sebagai insulator atau non konduktif (buruk dalam mengalirkan arus listrik), sehingga kemampuan suatu batuan untuk mengalirkan listrik sangat berhubungan dengan jumlah air (konduktif) dalam pori. Semakin banyak jumlah air yang terdapat dalam pori maka semakin kecil resistivitas yang terhitung. Sebaliknya, semakin banyak jumlah hidrokarbon yang terdapat dalam pori maka semakin besar resistivitas yang terhitung. Hal ini dikarenakan hidrokarbon merupakan insulator atau non konduktif seperti halnya matriks dan butiran (Nukefi, 2007).

Alat-alat yang digunakan untuk mencari nilai resistivitas (R_t) terdiri dari dua kelompok yaitu Lateral Log dan Induksi Log. Zona terinvasi dapat terindikasi dari rekaman log *MicroSpherically Focused Log* (MSFL), sedangkan untuk zona transisi dapat terindikasi dari rekaman log *Shallow Laterolog* (LLS) dan untuk zona tidak terinvasi (*uninvaded zone*) dapat terbaca dari log *Deep Laterolog* (LLD) atau *Deep Induction*

Log (ILD) (Harsono, 1997). Ada 3 zona sekitar lubang bor yaitu zona terinvasi (*flushed zone*), zona transisi dan zona tidak terinvasi (*uninvaded zone*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4. Zona terinvasi adalah zona dekat dengan lubang bor yang terinvasi oleh lumpur pengeboran. Zona transisi berada di antara zona terinvasi dan zona tidak terinvasi, yang berisi lumpur pengeboran dan air formasi, sedangkan zona tidak terinvasi adalah zona yang terletak jauh dari lubang bor dan tidak terinvasi oleh lumpur pengeboran serta berisi hidrokarbon dan air formasi.



Gambar 2.4 Zona sekitar lubang bor (Asquith, 2004)

II.3.4 Log Densitas

Log densitas digunakan bersama dengan log neutron untuk menentukan porositas batuan. Densitas yang diukur pada log ini adalah densitas keseluruhan dari matriks batuan dan fluida yang terdapat pada pori batuan atau disebut dengan *bulk density*. Satuan dari log densitas adalah *g/cc*. Dalam perhitungan Porositas batuan menggunakan dua nilai densitas yang berbeda yaitu bulk densitas (ρ_b atau RHOB) dan

densitas matriks (ρ_{ma}). Bulk densitas merupakan densitas keseluruhan dari batuan yaitu bagian fluida dan solid batuan yang terukur oleh alat densitas log, sedangkan densitas matriks adalah densitas dari matriks batumannya saja (Asquith, 2004).

II.3.5 Log Neutron

Log Neutron merupakan log porositas yang mengukur jumlah ion hidrogen pada suatu formasi. Log neutron digunakan bersama dengan log densitas untuk mengukur porositas batuan. Apabila pori yang terisi oleh gas, maka neutron porositas yang terhitung akan lebih kecil. Hal ini karena gas memiliki jumlah ion hidrogen lebih sedikit dibandingkan dengan air maupun minyak. Gejala penurunan nilai neutron porositas ini disebut *gas effect* (Nukefi, 2007).

Selain *gas effect*, ada juga *shale effect* yang dapat mempengaruhi nilai neutron porositas. *Shale effect* adalah gejala kenaikan nilai neutron porositas yang terjadi akibat kandungan *shale*. Hal ini terjadi karena ion hidrogen pada struktur lempung dan air yang terikat dalam lempung ikut terhitung sebagai ion hidrogen seperti dalam pori (Nukefi, 2007).

II.3.6 Sifat-sifat fisik Batuan Reservoir

Sifat-sifat batuan yang penting dalam analisis log adalah porositas, saturasi air dan permeabilitas. Porositas dan Saturasi Air digunakan dalam perhitungan *Initial Hydrocarbon in Place*, sedangkan permeabilitas digunakan dalam menentukan kelajuan dari aliran fluida (Harsono, 1997).

a. Porositas

Porositas (ϕ) adalah bagian dari volume total batuan yang berpori. Besarnya porositas dari suatu formasi tergantung pada ukuran, bentuk butiran dan distribusi butiran (sortasi). Sortasi merupakan pemilihan ukuran butir yang bila semakin besar butir maka porositas akan semakin besar. Ada beberapa alat yang dapat digunakan menentukan porositas yaitu log neutron, log densitas, dan log sonic (Harsono, 1997).

Tabel 2.1 Densitas matriks dan fluida dari batuan (Asquith, 2004)

Lithologi	Fluida	ρ_{ma} (kg/ m ³)	ρ_{fl} (kg/ m ³)
Sandstone	-	2644	-
Limestone	-	2710	-
Dolomite	-	2877	-
-	Fresh Water Mud	-	1000
-	Salt Water Mud	-	1150
-	Oil Mud	-	900

Penentuan porositas berdasarkan log densitas dapat dihitung dengan menggunakan Tabel 2.1 dan persamaan berikut (Schlumberger, 1989):

$$\Phi_D = \frac{\rho_{ma} - \rho_b}{\rho_{ma} - \rho_{fl}} \quad (2.5)$$

Keterangan:

Φ_D = Porositas berdasarkan log densitas

ρ_{ma} = Densitas Matriks (kg/m³)

ρ_b = Densitas bulk yang terbaca pada log densitas (kg/m^3)

ρ_{fl} = Densitas fluida (kg/m^3)

Persamaan Porositas berdasarkan log Neutron dapat dihitung menggunakan rumus (Kingdom, 2017):

$$\phi_N = \phi_{NL} + 0,04 \quad (2.6)$$

Keterangan:

ϕ_N = Porositas berdasarkan log neutron

ϕ_{NL} = Porositas neutron yang terbaca dari log neutron

Jika formasi tidak mengandung gas, maka persamaan Porositas Totalnya (Bassiouni, 1994):

$$\phi_T = \frac{\phi_D + \phi_N}{2} \quad (2.7)$$

Jika formasi mengandung gas, maka persamaannya yaitu:

$$\phi_T = \sqrt{\frac{\phi_D^2 + \phi_N^2}{2}} \quad (2.8)$$

Persamaan Porositas Efektif, yaitu:

$$\phi_E = \phi_T (1 - V_{sh}) \quad (2.9)$$

Keterangan:

ϕ_T = Porositas Total

ϕ_D = Porositas berdasarkan log densitas

ϕ_N = Porositas berdasarkan log neutron

ϕ_E = Porositas Efektif

V_{sh} = Volume *Shale*

b. Saturasi Air

Saturasi air (S_w) adalah bagian ruang pori yang terisi air atau volume pori batuan yang terisi oleh air, sedangkan bagian yang terisi oleh hidrokarbon disebut dengan saturasi hidrokarbon (S_h) yang memiliki nilai $(1-S_w)$. Pada awalnya batuan terisi oleh air formasi, namun kemudian terdesak oleh hidrokarbon yang mengalami proses migrasi. Terdapat beberapa metode atau model saturasi yang digunakan sesuai dengan kondisi lingkungan pengendapan, kandungan lempung, dan lithologi target reservoir diantaranya Archie, Simandoux, Indonesian, Waxman Smith dan Dual Water (Harsono, 1997).

Perhitungan saturasi air secara sederhana pada batuan *shaly* dapat dihitung dengan Tabel 2.2 dan Persamaan Dual Water berikut (Kingdom, 2017):

$$S_w = \left[\frac{R_w \times \frac{R_w}{\phi_T^m \times (S_b \times R_w + (1-S_b) \times R_w)}}{R_t} \right]^{\frac{1}{n}} \quad (2.10)$$

Resistivitas Air dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$R_w = \frac{R_t + \phi_T^m}{a} \quad (2.11)$$

Saturasi dari *bound water* (S_b) dapat dihitung menggunakan rumus:

$$S_b = V_{sh} \left(\frac{\phi_{Tshale}}{\phi_T} \right) \quad (2.12)$$

Keterangan:

S_w = Saturasi air

a = Eksponen tortuosity

m = Eksponen sementasi

n = Eksponen saturasi

Φ_T = Porositas Total

Φ_{Tsh} = Porositas Total pada formasi yang mengandung *shale*

S_b = Saturasi dari *bound water*

R_t = Resistivitas Air dari zona *uninvaded* (ohm m)

R_w = Resistivitas Air (ohm m)

Tabel 2.2 Nilai parameter dari a , m dan n (Crain, 2015):

Batuan	a	m	n
<i>Sandstone</i>	0,62	2,15	2
<i>Carbonate</i>	1	2	2

c. Permeabilitas

Permeabilitas (K) merupakan suatu kemampuan dari batuan untuk dapat dilewati oleh fluida. Pada batuan sedimen klastik seperti *Sandstone*, permeabilitas berhubungan dengan ukuran butir batuan. Permeabilitas digunakan dalam menentukan kecepatan aliran fluida pada batuan (Cannon, 2016).

Perhitungan Permeabilitas menggunakan Persamaan Wylie-Rose (Kingdom, 2017):

$$K = \frac{62500 \times \phi_E^6}{S_{wi}^2} \quad (2.13)$$

Saturasi Air *Irreducible* merupakan Saturasi dari air yang terikat pada butir batuan karena adanya tekanan kapiler. Apabila formasi tidak mengandung hidrokarbon, maka nilai Saturasi Air *Irreducible* dapat dihitung menggunakan rumus berikut (Crain, 2015):

$$S_{wi} = BVW \left(\frac{1 - V_{sh}}{\phi_E} \right) \quad (2.14)$$

Nilai *Bulk Volume Water* (BVW) didapat dari analisis data Core atau menggunakan rumus perhitungan berikut:

$$BVW = \phi_E \times S_w \quad (2.15)$$

Apabila formasi mengandung hidrokarbon, maka nilai Saturasi Air *Irreducible*:

$$S_{wi} = S_w \quad (2.16)$$

Keterangan:

ϕ_E = Porositas Efektif

S_w = Saturasi Air

S_{wi} = Saturasi Air *Irreducible*

BVW = *Bulk Volume Water*

K = Permeabilitas (md)

V_{sh} = Volume *Shale*

II.3.7 Metode Volumetrik

Metode Volumetrik digunakan untuk menghitung *Initial Hydrocarbon in Place*. *Initial Hydrocarbon in Place* terbagi dua yaitu *Initial Gas in Place* (IGIP) dan *Initial Oil in Place* (OOIP). Perhitungan IGIP dan OOIP sangatlah penting dalam industri minyak dan gas, karena dengan melakukan perhitungan ini dapat diperkirakan nilai ekonomis hidrokarbon yang terdapat dalam beberapa reservoir pada suatu lapangan migas. IGIP adalah estimasi keseluruhan gas dalam satu reservoir, baik yang dapat diproduksi maupun yang belum dapat diproduksi (Tearpock dan Bischke, 1991).

Perhitungan besarnya IGIP dapat menggunakan persamaan berikut (Cannon, 2016) :

$$G = 43560 \times GRV \times \left(\frac{N}{G}\right) \times \phi \times (1 - S_w) \times B_g \quad (2.17)$$

Rumus perhitungan Faktor Volume Gas:

$$1/B_g = (Z + 19,774) / 11,962 \quad (2.18)$$

Keterangan:

G = *Initial Gas in Place* (SCF)

GRV = *Gross Rock Volume* (acre feet) = Area (A) * Ketebalan Formasi

$\frac{N}{G}$ = *Net Gross Ratio* (%)

ϕ = Porositas Batuan Reservoir

S_w = Saturasi Air (%)

B_g = Faktor Volume Gas

Perhitungan OOIP (*Initial Oil In Place*) adalah estimasi keseluruhan oil mula-mula dalam satu reservoir. Perhitungan besarnya OOIP dapat menggunakan persamaan berikut (Cannon, 2016):

$$OOIP = 7758 \times \frac{GRV \times \left(\frac{N}{G}\right) \times \phi \times (1 - S_w)}{B_o} \quad (2.19)$$

$$B_o = 1,05 + 0,5 \times \left(\frac{Gas\ Oil\ Ratio}{100}\right) \quad (2.20)$$

Keterangan:

OOIP = *Initial Oil in Place* (SCF)

GRV = *Gross Rock Volume* (acre feet) = Area (A) * Ketebalan Formasi

$\frac{N}{G}$ = *Net Gross Ratio* (%)

ϕ = Porositas Batuan Reservoir

S_w = Saturasi Air (%)

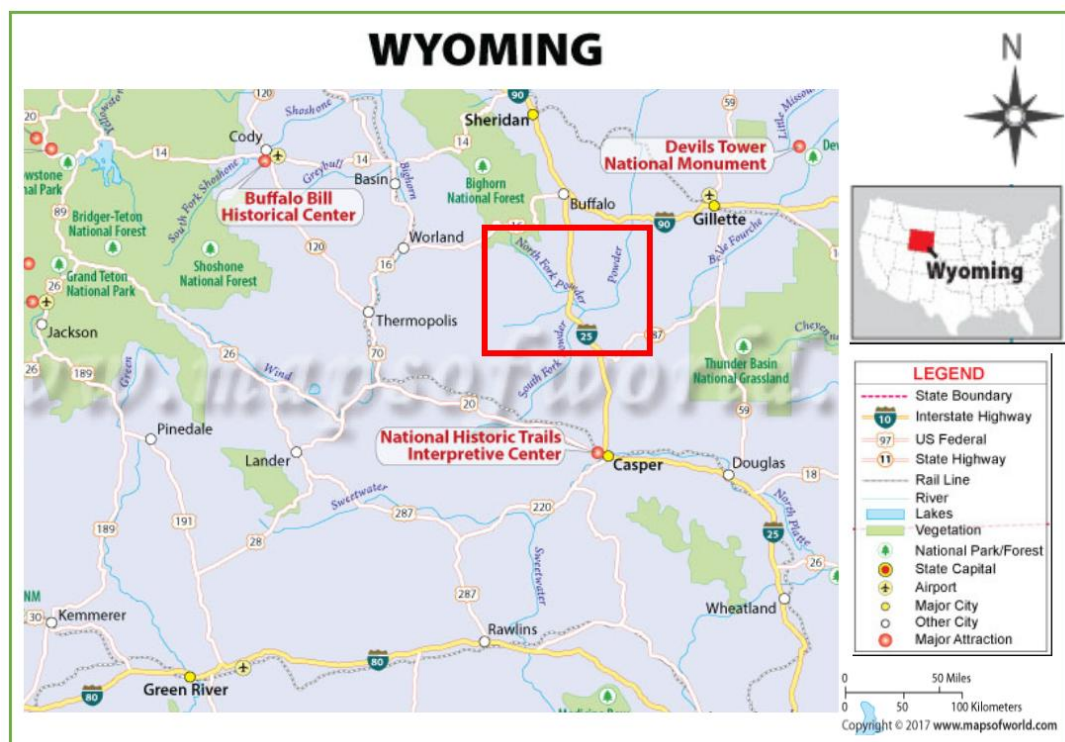
B_o = Faktor Volume Oil

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Lokasi Penelitian

Lapangan Penelitian yaitu Lapangan “X” terletak di wilayah Wyoming, Amerika Serikat. Gambar 3.1 di bawah ini merupakan peta lokasi penelitian.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian (Anonim, 2017)

III.2 Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Perusahaan PETROPRO yaitu data *wireline log* (*Gamma Ray*, *Spontaneous Potensial*, *Caliper*, *Resistivity*,

Density Porosity, Neutron Porosity) dan data interpretasi seismik dengan total 3 sumur yaitu Sumur 27 AX 28, 85 A 28, dan 85 AX 10. Tabel 3.1 menjelaskan tentang ketersediaan data log, dimana hampir semua sumur memiliki data log yang lengkap kecuali Sumur 85 A 28 yang tidak memiliki data log MSFL.

Tabel 3.1 Ketersediaan Data Log Sumur

Well Number	GR	SP	LLS	LLD	MSFL	NPHI	RHOB
27-AX-28	√	√	√	√	√	√	√
85-AX-10	√	√	√	√	√	√	√
85-A-28	√	√	√	√	X	√	√

III.3 Prosedur

III.3.1 Input Data

Pada tahap ini, data yang digunakan ada 2 yaitu data log sumur dan data hasil interpretasi seismik (*fault* dan *horizon*) dari 3 sumur yaitu Sumur 27 AX 28, 85 AX 10 dan 85 A 28. Data log sumur digunakan dalam menganalisis petrofisika dari Formasi *Frontier*, sedangkan gabungan dari data log dan data interpretasi seismik digunakan dalam menghitung *Initial Hydrocarbon in Place*.

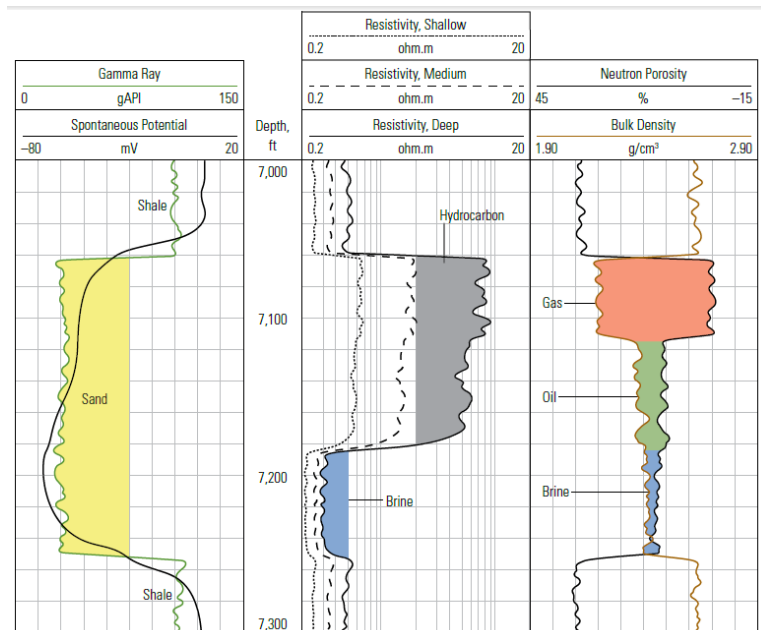
III.3.2 Analisis Data Log

Data log yang digunakan yaitu Log *Gamma Ray*, *Spontaneous Potensial*, *Caliper*, *Resistivity*, *Density Porosity*, dan *Neutron Porosity*. Pada tahap ini dilakukan

pembagian zona permeabel dan non permeabel pada Formasi *Frontier*, dan selanjutnya melakukan korelasi berdasarkan data log *Gamma Ray* pada 3 sumur tersebut.

III.3.3 Penentuan Zona Permeabel

Interpretasi data log untuk menentukan zona permeabel menggunakan 3 log yaitu Log *Gamma Ray* (GR), *Spontaneous Potensial* (SP), dan *Caliper*. Pada log *Gamma Ray*, respon GR yang rendah (terdefleksi ke kiri) menunjukkan bahwa lapisan tersebut merupakan lapisan yang permeabel (Contoh: Batu Pasir atau Karbonat), sedangkan respon GR yang tinggi (terdefleksi ke kanan) menunjukkan bahwa lapisan tersebut merupakan lapisan impermeabel (Contoh: *Shale*) yang ditunjukkan pada Gambar 3.2. Pada Log SP, kurva yang terdefleksi ke kiri atau ke kanan menunjukkan zona permeabel, sedangkan pada zona impermeabel defleksinya konstan atau membentuk garis lurus.



Gambar 3.2 Contoh data log (Varhaug, 2016)

III.3.4 Penentuan Zona dan Jenis Hidrokarbon

Log yang digunakan dalam menentukan zona hidrokarbon yaitu log resistivitas (MSFL, LLS dan LLD). Untuk zona yang mengandung gas atau oil, kurva resistivitasnya tinggi (terdefleksi ke kanan), sedangkan apabila zona mengandung air maka nilai resistivitasnya rendah (terdefleksi ke kiri) karena air yang memiliki sifat konduktif. Sedangkan untuk menentukan jenis hidrokarbon dapat dilihat dari *crossover* log Neutron Porosity (NPHI) dan Log Density Porosity (RHOB). Untuk gas menunjukkan *crossover* log densitas dan log neutron yang lebih besar dari minyak.

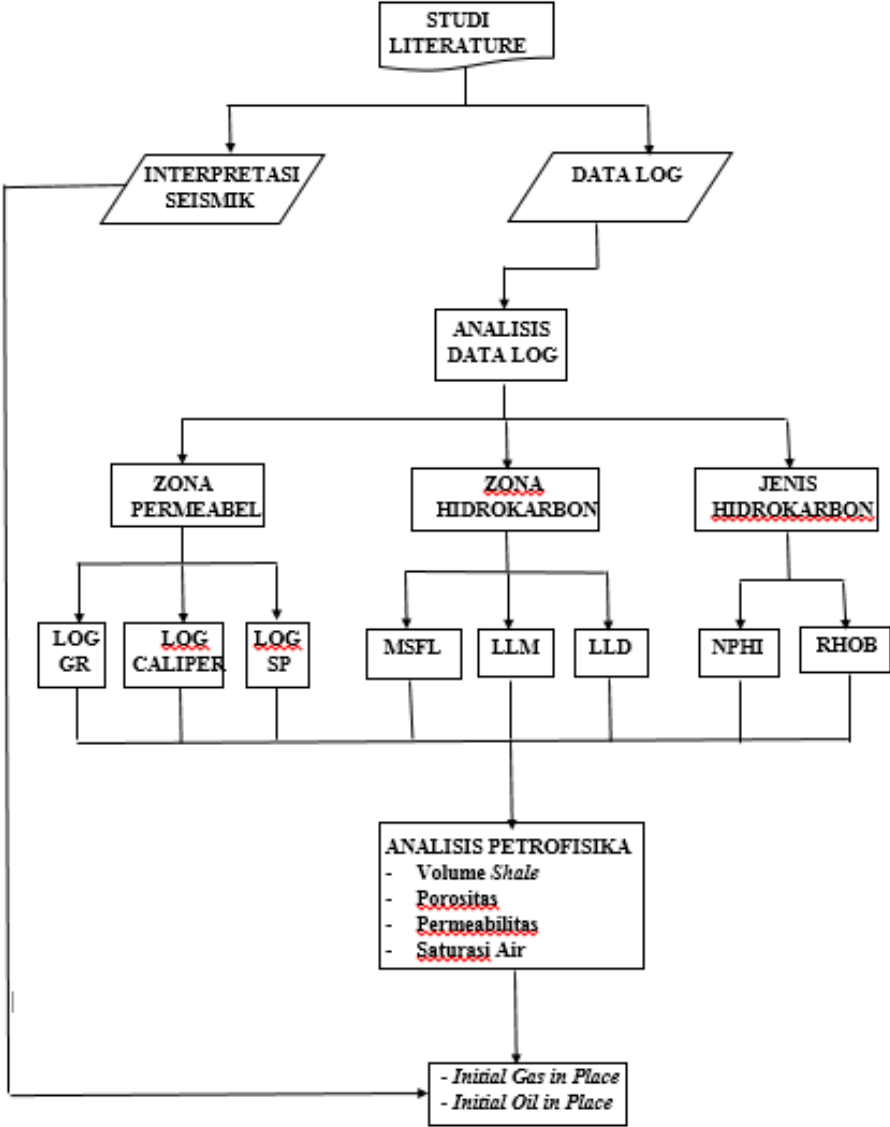
III.3.5 Analisis Petrofisika

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap sifat-sifat petrofisika seperti volume *shale*, porositas, permeabilitas dan saturasi air. Perhitungan volume *shale* menggunakan log *gamma ray*, porositas menggunakan log densitas dan neutron, permeabilitas menggunakan persamaan Wylie Rose, dan Saturasi Air menggunakan persamaan *Dual Water*.

III.3.6 Perhitungan Volumetrik

Pada tahap ini, metode Volumetrik digunakan untuk mendapatkan nilai IGIP (*Initial Gas in Place*) dan OOIP (*Initial Oil in Place*). Data yang digunakan pada perhitungan ini yaitu data *Gross Rock Volume* (Luas Area dikali dengan Ketebalan Formasi), *Net Gross Ratio*, Porositas, Saturasi Air, dan Faktor Volume Gas atau oil.

III.4 Bagan Alir Penelitian



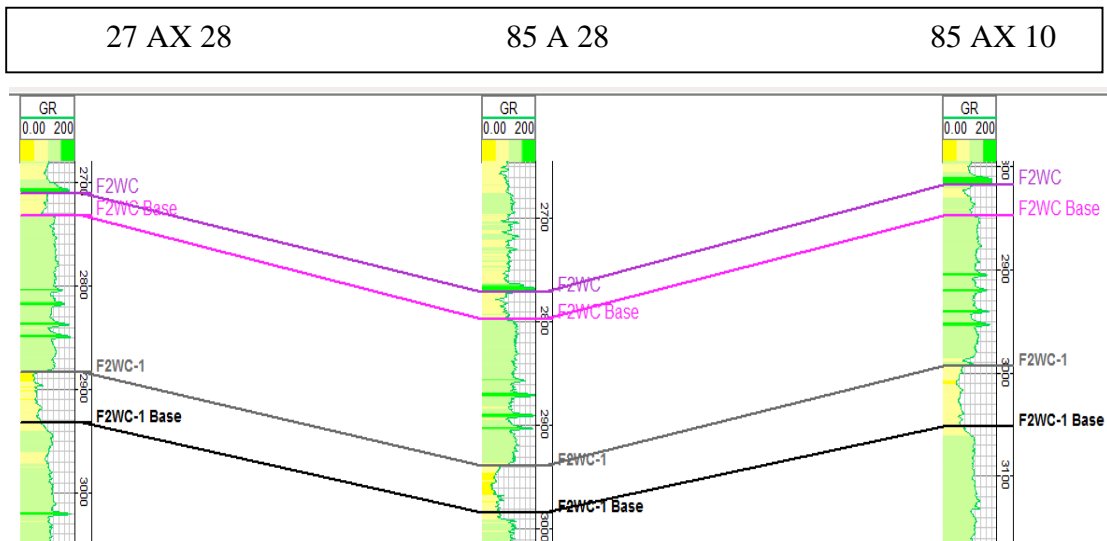
Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Korelasi Data Log

Dalam penelitian ini menggunakan 3 data sumur yaitu Sumur 27 AX 28, 85 A 28 dan 85 AX 10 dengan rata-rata kedalaman 2700-3100 feet. Tahap pertama yang dilakukan dalam menganalisis data log yaitu korelasi. Korelasi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu Korelasi Stratigrafi yang bertujuan untuk melihat distribusi dari reservoir. Korelasi dari data log ketiga sumur tersebut dibuat berdasarkan zona permeabel dari Log Gamma Ray yang ditunjukkan pada Gambar 4.1. Berdasarkan hasil korelasi dari Formasi Frontier terbagi menjadi dua zona permeabel yaitu zona F2WC dan F2WC-1.



Gambar 4.1 Korelasi Data Log Sumur

Kedalaman untuk Sumur 27 AX 28 zona F2WC yaitu 2711 feet – 2732 feet dan zona F2WC-1 2883,5 feet – 2932,50 feet. Kedalaman untuk Sumur 85 A 28 zona F2WC

2771,50 feet – 2797,50 feet dan zona F2WC-1 2939.50 feet – 2985.50 feet, sedangkan kedalaman Sumur 85 AX 10 zona F2WC yaitu 2819 feet – 2848 feet, dan zona F2WC-1 2994 feet – 3052 feet.

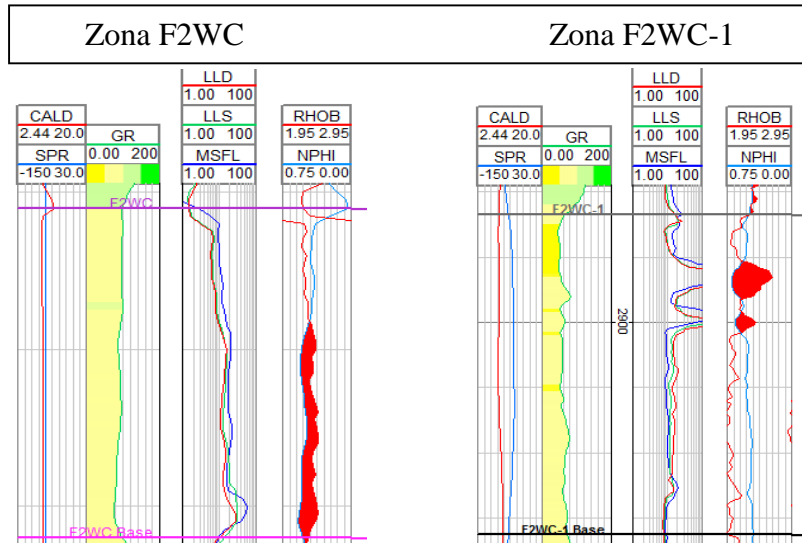
IV.2 Analisis Data Log

Pada Gambar 4.2 merupakan data log dari setiap sumur. *Track* pertama merupakan Log SP dan Caliper, *Track* kedua Log Gamma Ray, *track* ketiga log Resistivitas, dan *track* terakhir log Neutron-Densitas Porositas.

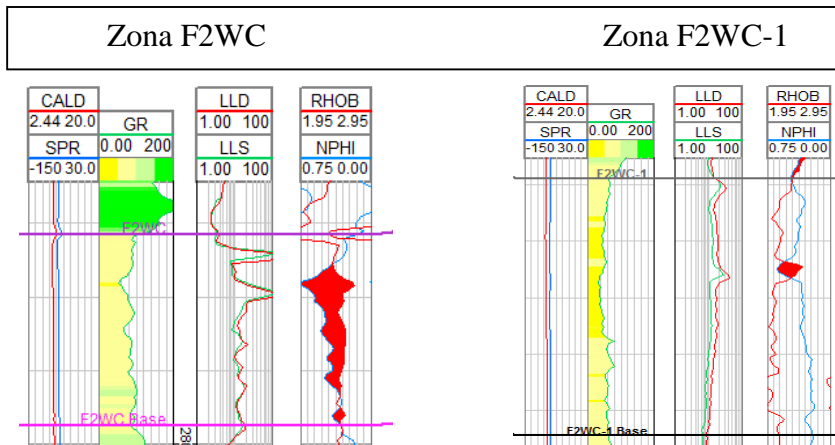
Track pertama terdapat log SP dan Caliper. Kurva Log SP yang terdefleksi ke arah kiri, dan Log Caliper yang mengecil pada kedalaman tertentu menandakan bahwa zona tersebut adalah zona permeabel. Pada *Track* kedua berisi Log *Gamma Ray* dimana garis berwarna kuning pada Log tersebut merupakan zona permeabel yaitu *Sandstone* yang memiliki nilai Gamma Ray rendah, sedangkan garis yang berwarna hijau merupakan zona non permeabel yaitu *Shale* yang memiliki nilai Gamma Ray tinggi.

Pada *track* ketiga merupakan log Resistivity yang terdiri atas tiga jenis yaitu *MicroSpherically Focused Log* (MSFL), *Shallow Laterolog* (LLS) dan *Deep Laterolog* (LLD). Log Resistivity ini digunakan untuk menentukan zona hidrokarbon. Nilai log Resistivity yang tinggi (terdefleksi ke arah kiri) menandakan zona tersebut merupakan zona hidrokarbon.

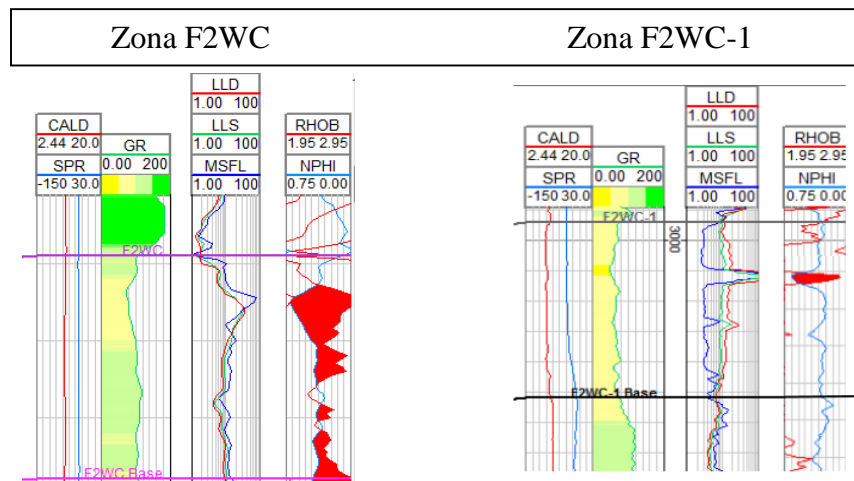
(a)



(b)



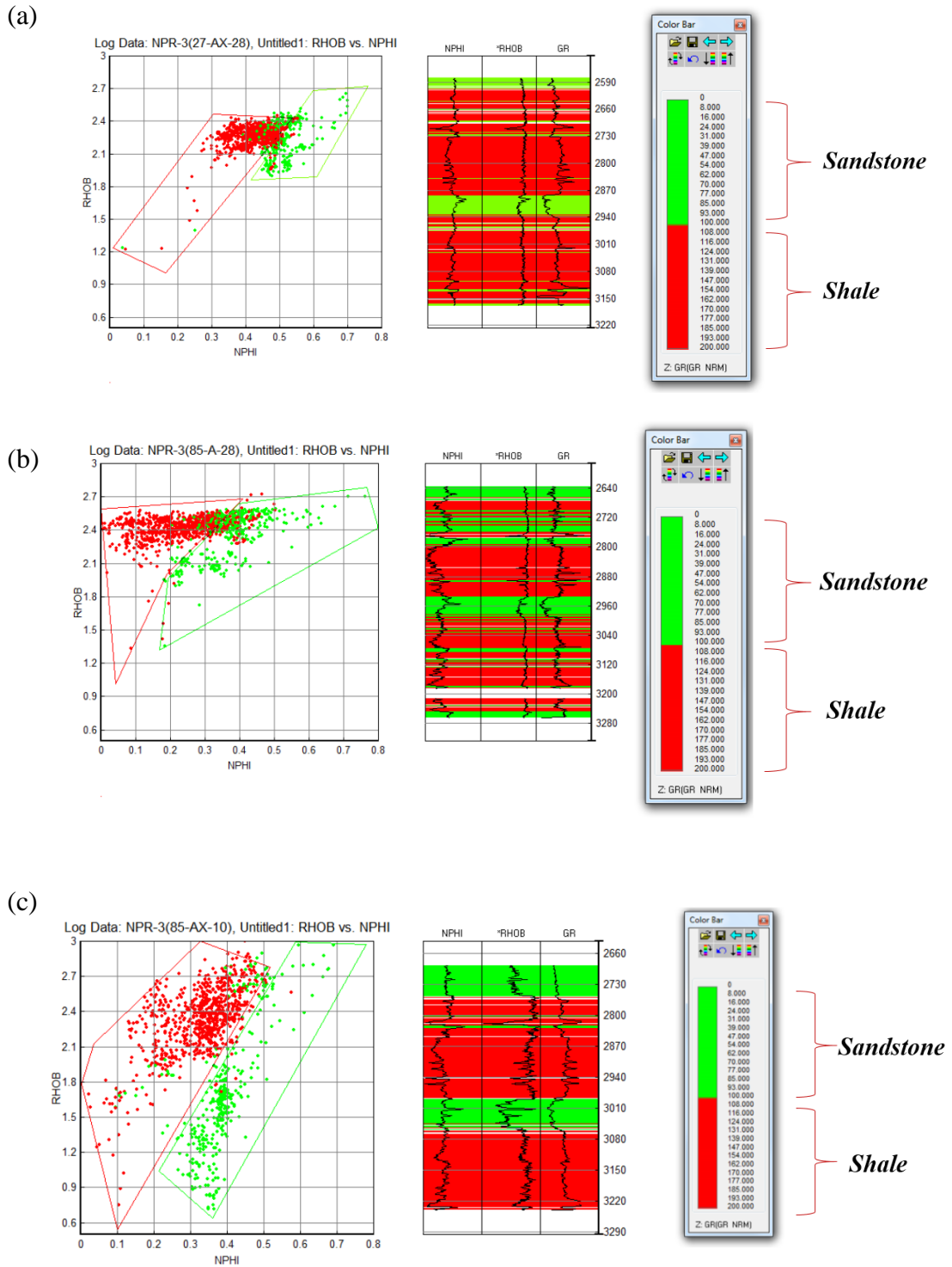
(c)



Gambar 4.2 Data log dari ketiga Sumur, (a) Sumur 27 AX 28, (b) Sumur 85 A 28, (c) Sumur 85 AX 10

Untuk mengetahui zona hidrokarbon tersebut berisi gas atau minyak dapat menggunakan *crossover* dari log NPHI (*Neutron Porosity*) dan log RHOB (*Density Porosity*) yang terlihat pada *track* keempat. Gas memiliki kandungan ion hidrogen dan densitas yang lebih rendah dibandingkan dengan minyak sehingga nilai log NPHI dan RHOB untuk gas lebih rendah sedangkan *crossover* dari gas lebih besar daripada minyak.

Pada Gambar 4.3 merupakan Crossplot dari ketiga sumur dalam satu formasi. Fungsi dari Crossplot untuk melihat persebaran lithologi dari Formasi *Frontier*. Berdasarkan gambar *Crossplot*, koordinat X merupakan log NPHI (*Neutron Porositas*), koordinat Y merupakan RHOB (*Density Porositas*) dan koordinat Z adalah log Gamma Ray. Titik-titik berwarna hijau pada kedalaman tertentu merupakan *Sandstone* sedangkan garis berwarna coklat merupakan *Shale*. Pada Gambar 4.3a, *Sandstone* dari Sumur 27 AX 28 memiliki nilai neutron porositas 0,45 – 0,7 dan densitas 1,8 – 2,7. *Sandstone* dari Sumur 85 A 28 memiliki nilai neutron porositas 0,2 – 0,8 dan densitas 1,8 – 2,7 yang ditunjukkan pada Gambar 4.3b, sedangkan *Sandstone* dari Sumur 85 AX 10 pada Gambar 4.3c memiliki nilai neutron porositas 0,2 – 0,7 dan densitas 0,6 – 3.



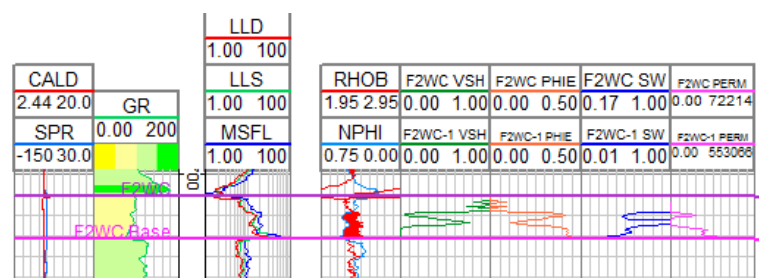
Gambar 4.3 Crossplot dari ketiga Sumur, (a) Sumur 27 AX 28, (b) Sumur 85 A 28, (c) Sumur 85 AX 10

IV.3 Analisis Petrofisika Batuan

Sifat-sifat fisik dari batuan Reservoir terdiri dari Volume *Shale*, Porositas, Permeabilitas dan Saturasi Air. Volume *Shale* dapat dihitung menggunakan log Gamma Ray dan Persamaan 2.1 serta 2.3. Hasil dari perhitungan Volume *Shale* ini digunakan dalam menghitung Porositas Efektif.

Porositas dapat dihitung menggunakan dua data log yaitu Log Neutron Porosity (NPHI) dan *Density Porosity* (RHOB). Porositas terbagi menjadi dua yaitu Porositas Total dan Porositas Efektif. Porositas Total dihitung menggunakan Tabel 2.1 dan Persamaan 2.5 sampai 2.8, sedangkan untuk menghitung Porositas Efektif menggunakan Persamaan 2.9. Porositas Total dan Porositas Efektif ini digunakan dalam perhitungan Saturasi Air, Permeabilitas, *Initial Gas in Place* dan *Initial Oil in Place*.

Saturasi Air dapat dihitung menggunakan Tabel 2.2 dan Persamaan *Dual Water* (Persamaan 2.10, 2.11 dan 2.12), sedangkan Permeabilitas dapat dihitung menggunakan Persamaan Wylie Rose (Persamaan 2.13). *Cut off* merupakan batasan nilai dari parameter reservoir seperti Volume *Shale*, Porositas dan Saturasi Air. Nilai *cutoff* digunakan untuk mengeliminasi volume batuan yang tidak berkontribusi dalam evaluasi *Initial Gas in Place* dan *Initial Oil in Place*. Nilai *Cutoff* dari setiap sumur diperoleh dengan merata-ratakan nilai Volume *Shale*, Porositas Efektif dan Saturasi Air. Pada Gambar 4.4 merupakan hasil analisis petrofisika dari Sumur 85 A 28 pada 2 zona yaitu Zona F2WC dan F2WC-1.

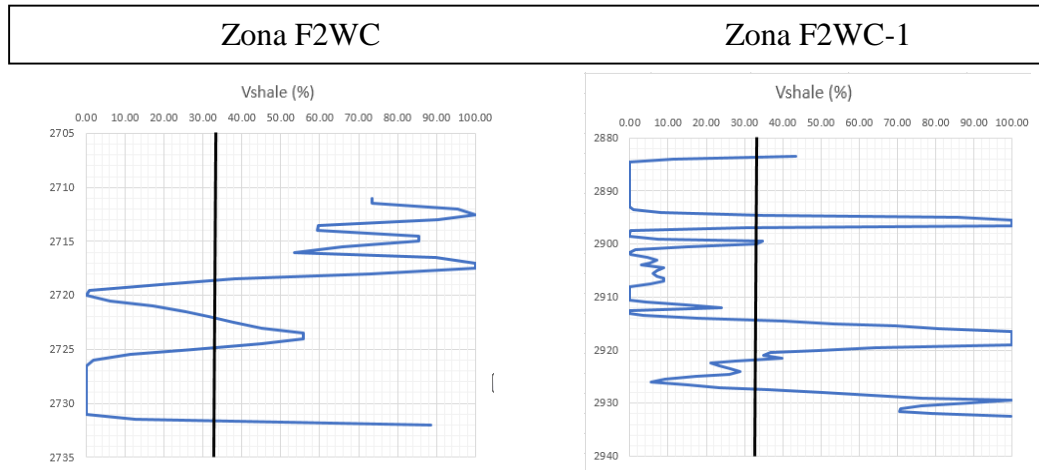


Gambar 4.4 Hasil Analisis Petrofisika Sumur 27 AX 28

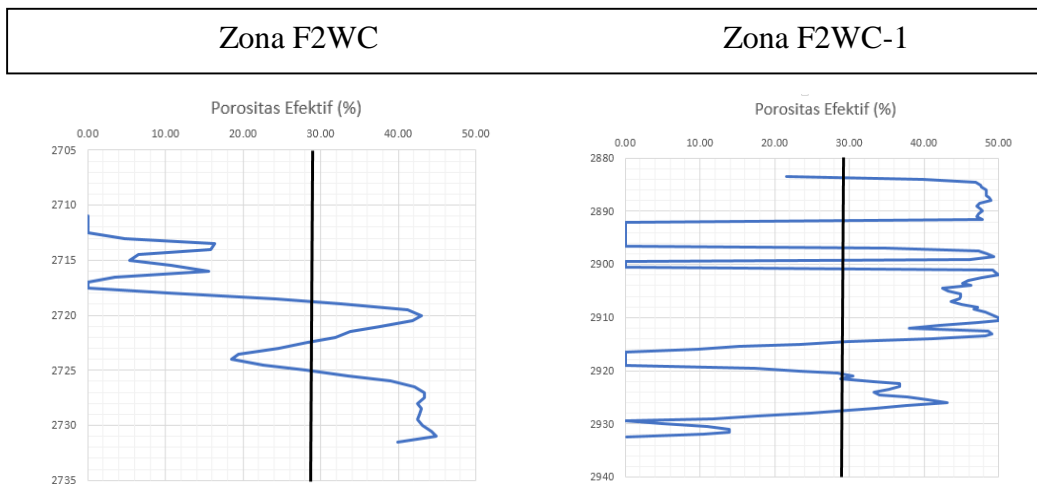
Pada Zona F2WC memiliki rata-rata Volume *Shale* sebesar 40,08%, Porositas Efektif 30%, Saturasi Air 69%, dan Permeabilitas 9003,081 md. Zona F2WC-1 memiliki rata-rata Volume *Shale* 28,64, Porositas Efektif 39%, Saturasi Air 64%, dan Permeabilitas 24795,03 md. Tabel hasil analisis petrofisika ini dapat dilihat pada Lampiran.

Gambar 4.5 menunjukkan nilai *cutoff* dari Volume *Shale* 32,18%, Porositas Efektif 28,64%, dan Saturasi Air 72,88% pada Sumur 27 AX 28, sehingga untuk dapat dikatakan sebagai reservoir pada sumur ini harus memiliki Volume *Shale* kurang dari 32,18% dan Porositas lebih dari 28,64%, sedangkan untuk Saturasi Air apabila nilainya kurang dari 72,88%, maka zona tersebut mengandung hidrokarbon, dan sebaliknya, apabila Saturasi Air yang dimiliki nilainya melebihi 72,88%, maka zona tersebut berisi air.

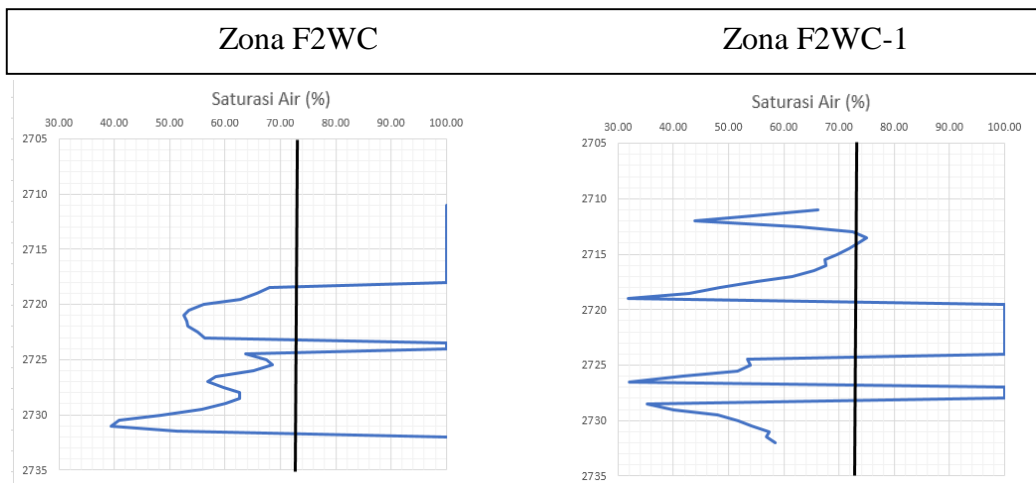
(a)



(b)

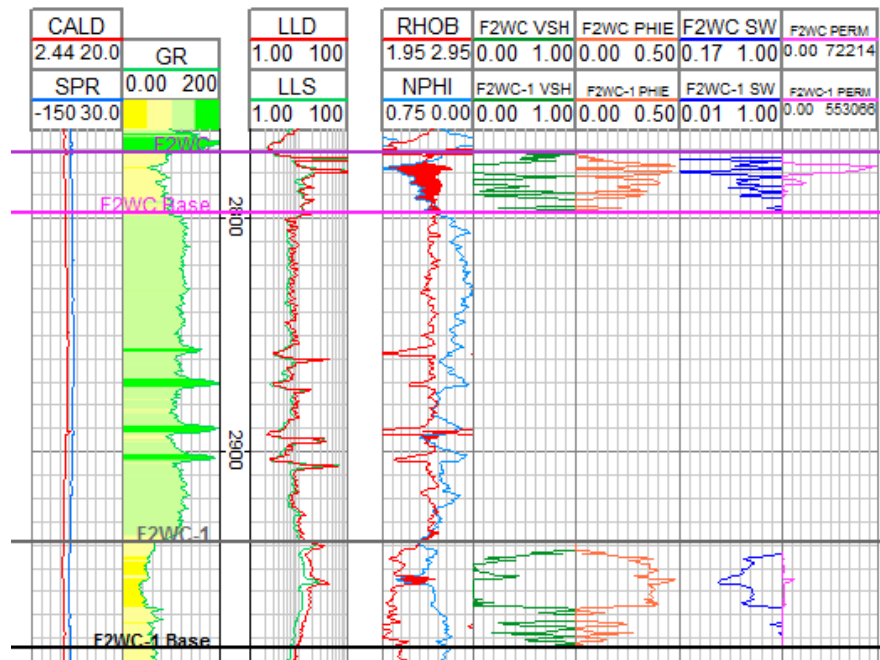


(c)



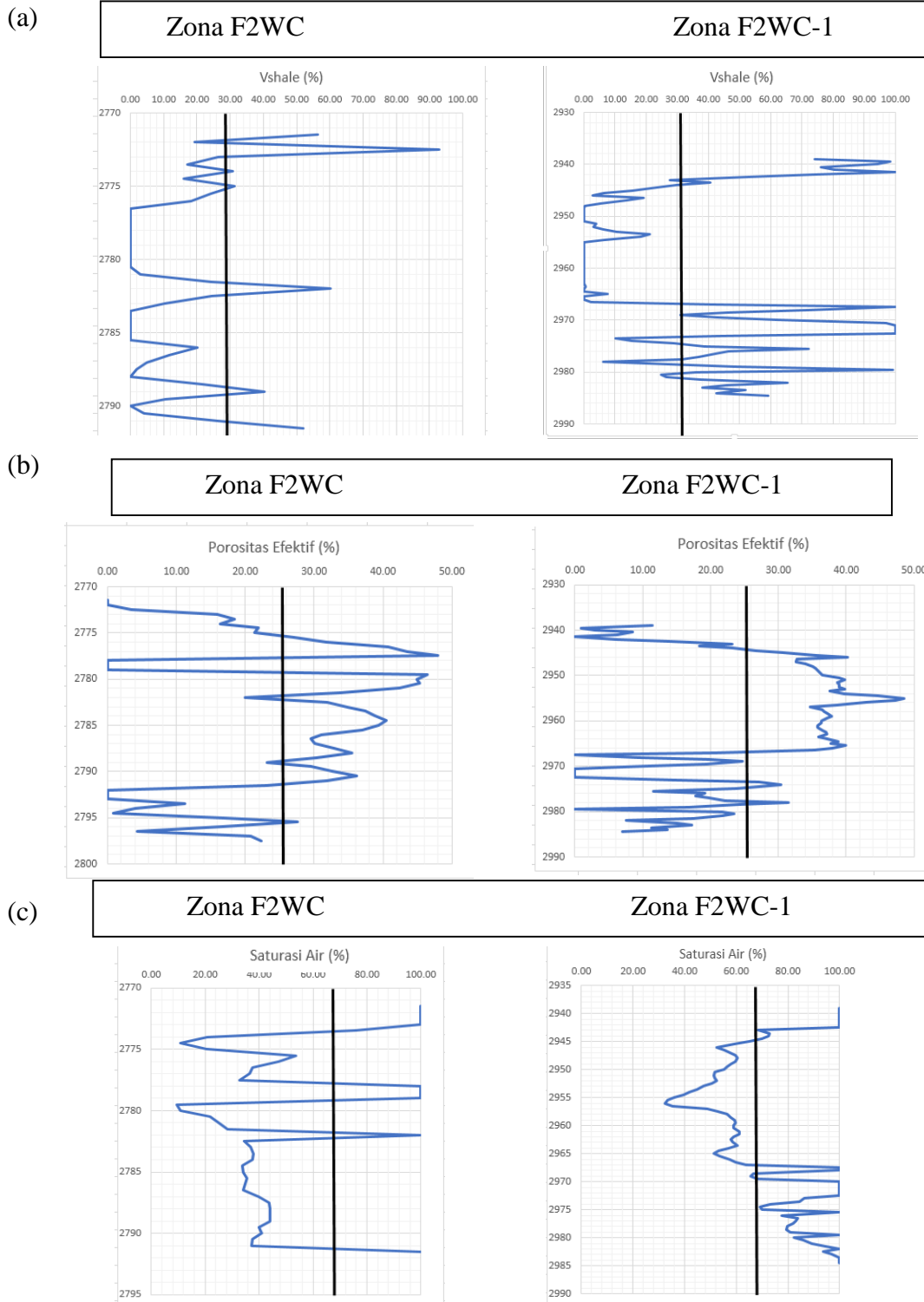
Gambar 4.5 *Cutoff* dari (a) Volume Shale, (b) Porositas Efektif, (c) Saturasi Air

Gambar 4.6 merupakan hasil analisis petrofisika dari Sumur 85 A 28 pada 2 zona. Pada zona F2WC memiliki rata-rata Volume *Shale* 27,14%, Porositas Efektif 29%, Saturasi Air 48%, dan Permeabilitas 5982,589 md. Zona F2WC-1 memiliki rata-rata Volume *Shale* 29,11%, Porositas Efektif 28%, Saturasi Air 70%, dan Permeabilitas 4910,358 md.



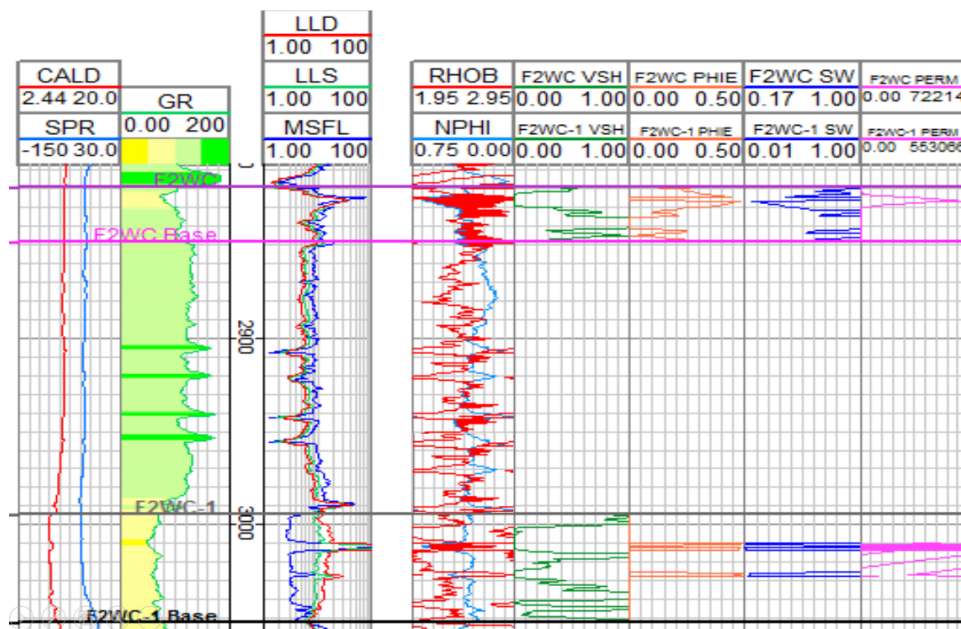
Gambar 4.6 Hasil Analisis Petrofisika Sumur 85 A 28

Gambar 4.7 menunjukkan nilai *cutoff* dari Volume *Shale* 29,16%, Porositas Efektif 24,96%, dan Saturasi Air 66,32% pada Sumur 85 A 28, sehingga untuk dapat dikatakan sebagai reservoir pada sumur ini harus memiliki Volume *Shale* kurang dari 29,16% dan Porositas lebih dari 24,96%, sedangkan untuk Saturasi Air apabila nilainya kurang dari 66,32%, maka zona tersebut mengandung hidrokarbon, dan sebaliknya, apabila Saturasi Air yang dimiliki nilainya melebihi 66,32%, maka zona tersebut berisi air.



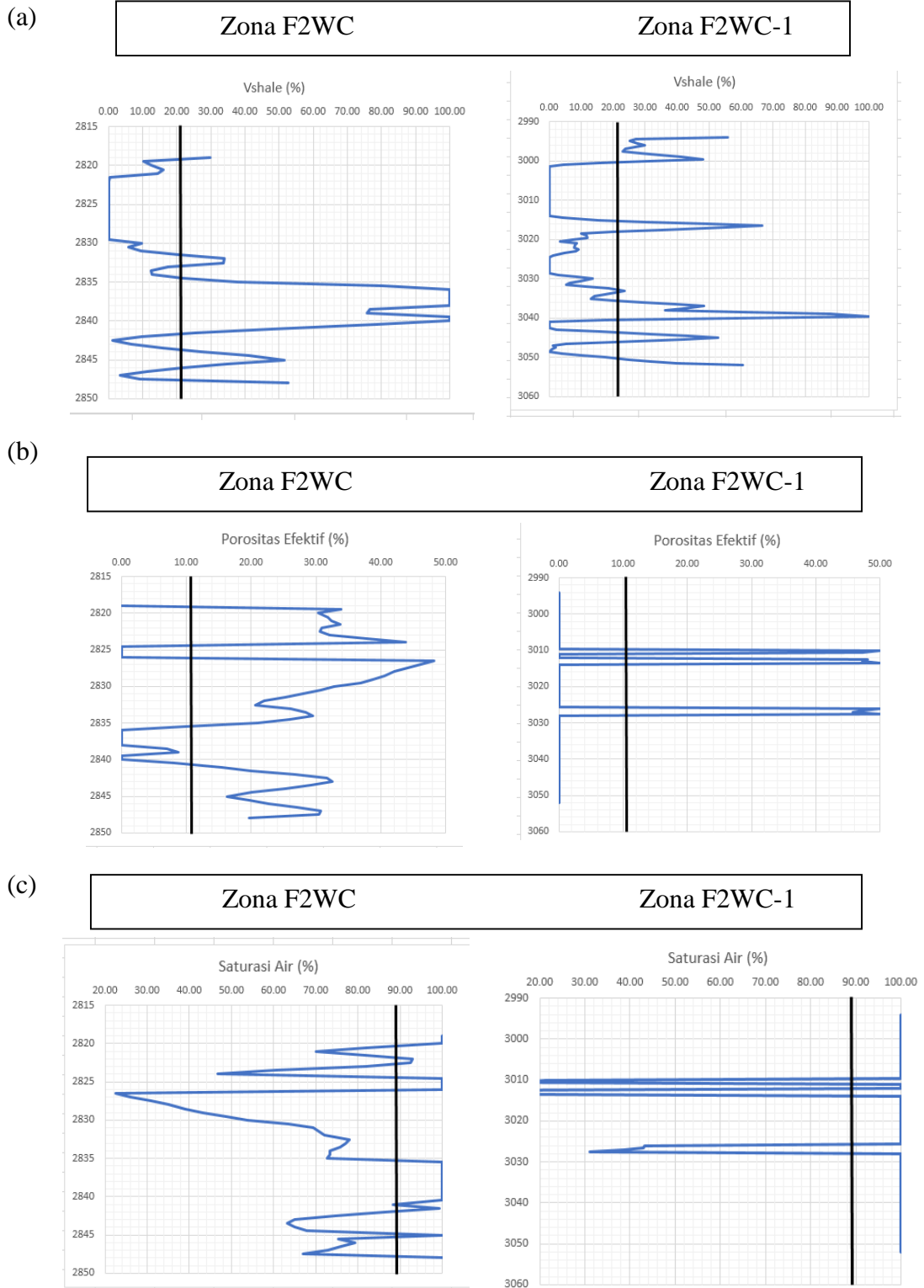
Gambar 4.7 *Cutoff* dari (a) Volume Shale, (b) Porositas Efektif, (c) Saturasi Air

Pada Gambar 4.8 merupakan hasil analisis petrofisika dari Sumur 85 AX 10 pada Zona F2WC dan F2WC-1. Pada Zona F2WC memiliki rata-rata Volume *Shale* 27,79%, Porositas Efektif 28%, Saturasi Air 73%, dan Permeabilitas 5337,128 md. Zona F2WC-1 memiliki rata-rata Volume *Shale* 16,44%, Porositas Efektif 38%, Saturasi Air 44%, dan Permeabilitas 6118,2337 md.



Gambar 4.8 Hasil Analisis Petrofisika Sumur 85 AX 10

Gambar 4.9 menunjukkan nilai *cutoff* dari Volume *Shale* 20,41%, Porositas Efektif 10,01%, dan Saturasi Air 88,90% pada Sumur 85 AX 10, sehingga untuk dapat dikatakan sebagai reservoir pada sumur ini harus memiliki Volume *Shale* kurang dari 20,41% dan Porositas lebih dari 10,01%, sedangkan pada Saturasi Air apabila nilainya kurang dari 88,90%, maka zona tersebut mengandung hidrokarbon, dan sebaliknya, apabila Saturasi Air yang dimiliki nilainya melebihi 88,90%, maka zona tersebut berisi air.



Gambar 4.9 Cutoff dari (a) Volume Shale, (b) Porositas Efektif, (c) Saturasi Air

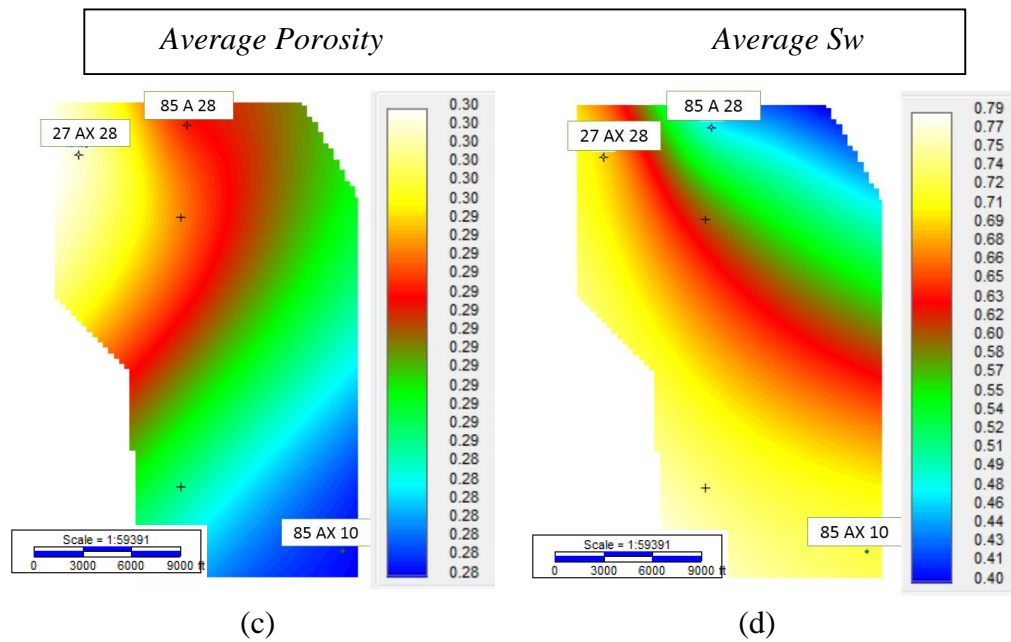
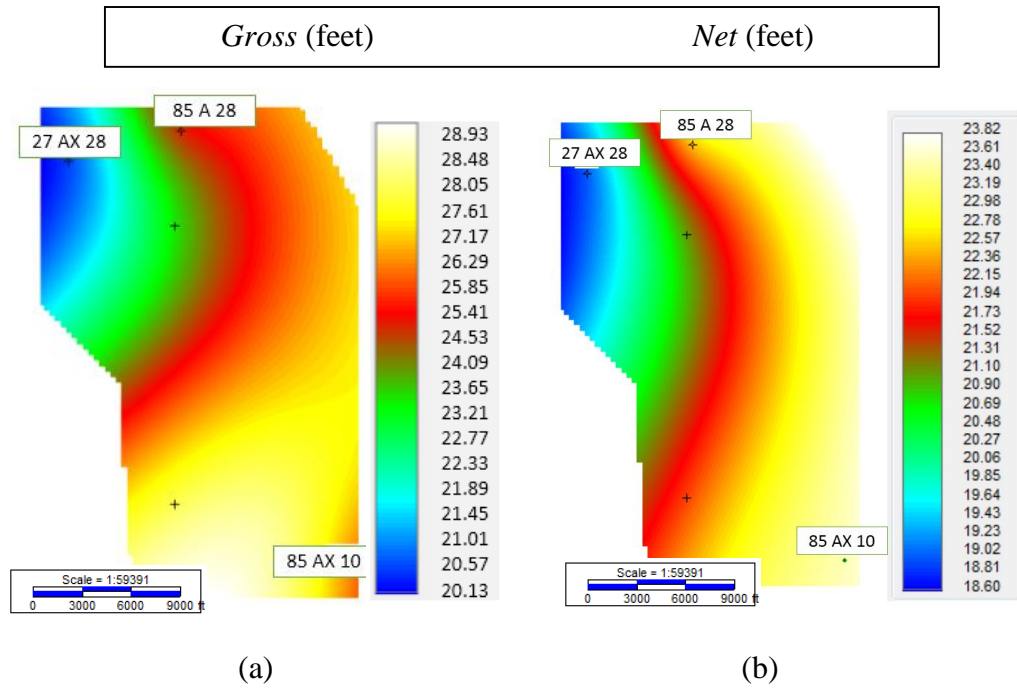
IV.4 Perhitungan Zona pada Formasi *Frontier*

Gross merupakan ketebalan dari seluruh zona reservoir, dalam hal ini merupakan ketebalan dari *Sandstone* yang masih mengandung *shale*, sedangkan *Net* merupakan ketebalan dari lapisan yang tidak mengandung *shale* (*clean sand*), bersifat porous, dan mengandung potensi hidrokarbon. *Net Gross ratio* (NTG) merupakan perbandingan antara *Net* dan *Gross*. Hasil dari perhitungan zona ini digunakan dalam perhitungan *Initial Gas in Place* dan *Initial Oil in Place*. Hasil perhitungan untuk zona F2WC pada ketiga sumur ini ditunjukkan pada Tabel 4.1 dan Gambar 4.10

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan untuk Zona F2WC

Kalkulasi Zona	27 AX 28	85 A 28	85 AX 10
<i>Gross</i> (feet)	21	26	28
<i>Net</i> (feet)	19	22,50	23,50
<i>Net Gross Ratio</i> (%)	0,9	0,87	0,84
<i>Average Porosity</i> (%)	30	29	28
<i>Average Sw</i> (%)	69	48	73

Pada Gambar 4.10 merupakan Peta Kontur hasil dari Perhitungan Zona F2WC. Zona F2WC memiliki ketebalan zona (*Gross*) 21 feet - 28 feet, ketebalan reservoir (*Net*) 19 feet - 23.50 feet, presentasi *Net Gross Ratio* 0,84% - 0,9%, Porositas rata-rata 28% - 30%, dan Saturasi Air rata-rata 48% - 73%.

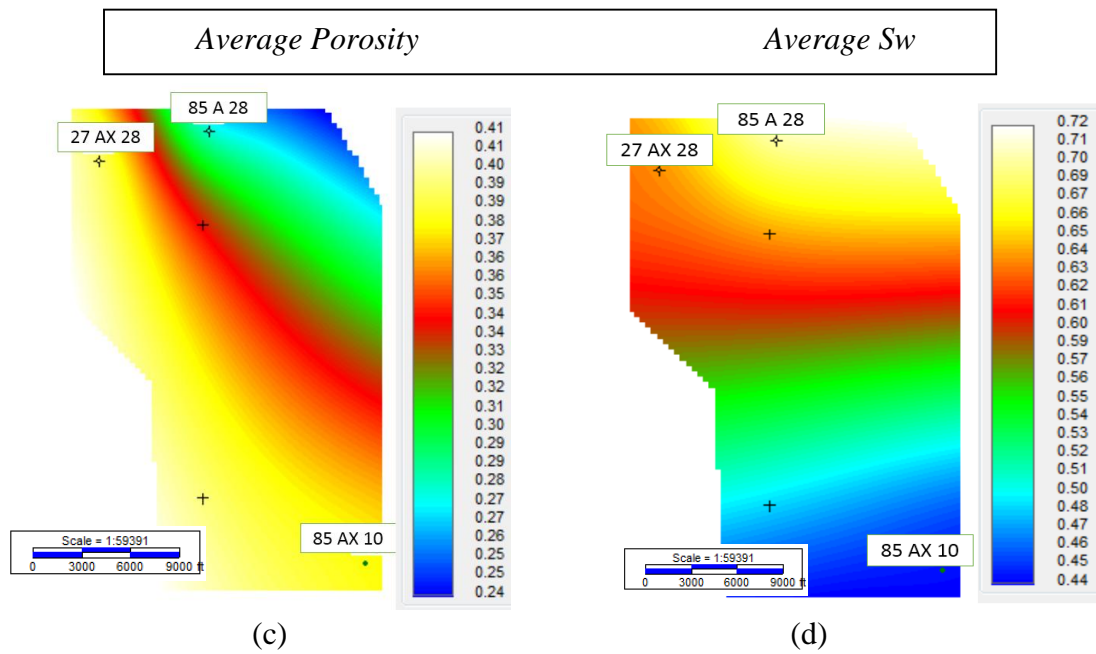
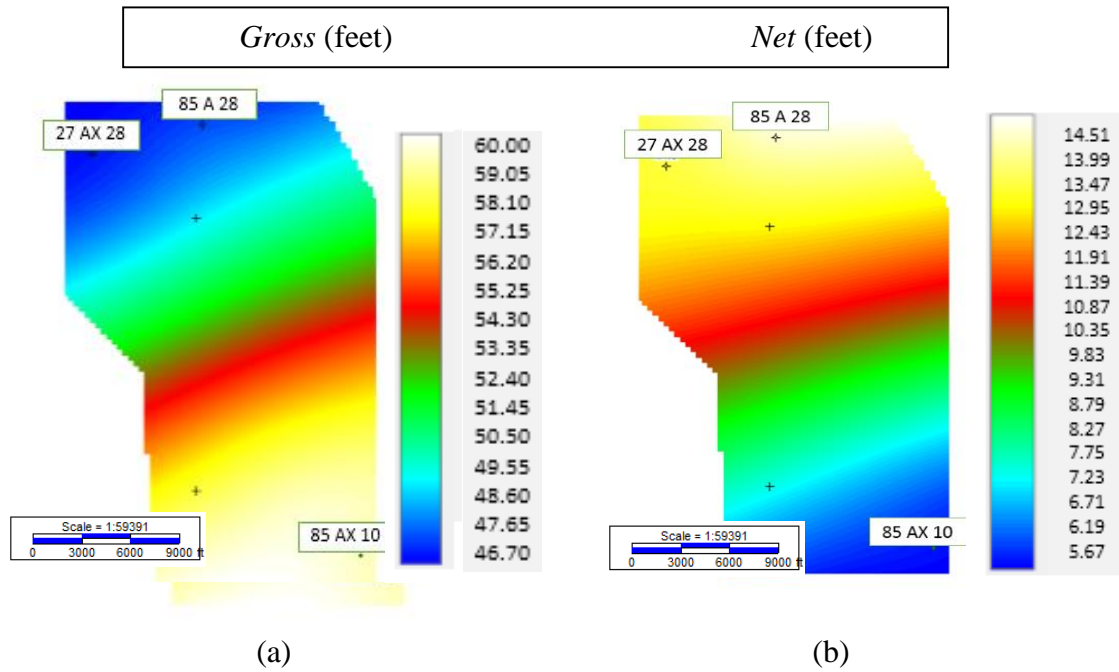


Gambar 4.10 (a) Peta Ketebalan Zona (*Gross*), (b) Peta Ketebalan Reservoir (*Net*)
 (c) Peta Porositas rata-rata, (d) Peta Saturasi Air rata-rata

Pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.11 menunjukkan hasil Perhitungan dari Zona F2WC-1. Zona F2WC-1 memiliki ketebalan zona (*Gross*) 47 - 58 feet, ketebalan reservoir (*Net*) 6 feet – 14,4 feet, presentasi *Net Gross Ratio* 0,1% - 0,3%, Porositas rata-rata 28% - 39%, dan Saturasi Air rata-rata 44% - 70%.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan untuk Zona F2WC-1

Kalkulasi Zona	27 AX 28	85 A 28	85 AX 10
Gross (feet)	49	47	58
Net (feet)	13,50	14,4	6,00
Net Gross Ratio (%)	0,28	0,30	0,10
Average Porosity (%)	39	28	38
Average Sw (%)	64	70	44



Gambar 4.11 (a) Peta Ketebalan Zona (*Gross*), (b) Peta Ketebalan Reservoir (*Net*)
(c) Peta Porositas rata-rata, (d) Peta Saturasi Air rata-rata

IV.5 Perhitungan *Initial Gas in Place* dan *Initial Oil in Place*

Perhitungan *Initial Gas in Place* dan *Initial Oil in Place* digunakan untuk mengetahui besarnya kandungan gas dan oil mula-mula dalam satu zona yang dihitung menggunakan Persamaan 2.17 sampai 2.20. Berdasarkan *crossover* log NPHI dan RHOB yang ditunjukkan pada Gambar 4.2, pada zona F2WC terdapat gas dan minyak sedangkan pada zona F2WC-1 hanya terdapat minyak.

Data yang digunakan pada perhitungan *Initial Gas in Place* dan *Initial Oil in Place* zona F2WC yaitu *Gross* (Ketebalan Zona) 25 feet, *Net Gross Ratio* 0,87, Porositas Rata-rata 0,29%. Saturasi Air rata-rata 0,63%, Faktor Volume Gas (B_g) 1,488 dan Faktor Volume Oil (B_o) 1,2. Tabel 4.3 di bawah ini menunjukkan hasil perhitungan *Initial Gas in Place* dan *Initial Oil in Place* pada zona F2WC.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan *Initial Gas in Place* dan *Initial Oil in Place* zona F2WC

Gross Volume (Acre Feet)	Net Volume (Acre Feet)	Gas in Place (SCF)	Oil in Place (SCF)
367.735,43	264.769,51	710.680.065,56	70.884.594,72

Berdasarkan hasil perhitungan *Initial Gas in Place* dan *Initial Oil in Place* zona F2WC didapatkan Volume *Gross* 367.735,43 acre feet ($453.594.980,463 \text{ m}^3$), Volume *Net* 264.769,51 acre feet ($326.588.386,426 \text{ m}^3$), *Gas in Place* 710.680.065,56 SCF dan *Oil in Place* 70.884.594,72 SCF.

Pada Perhitungan *Initial Oil in Place* zona F2WC-1, data yang digunakan yaitu *Gross* (Ketebalan Zona) 50,83 feet, *Net Gross Ratio* 0,23, Porositas Rata-rata 0,35%. Saturasi Air rata-rata 0,59%, dan Faktor Volume Oil (Bo) 1,2. Tabel 4.4 di bawah ini menunjukkan hasil perhitungan *Initial Oil in Place* pada zona F2WC-1. Berdasarkan hasil perhitungan *Initial Oil in Place* zona F2WC-1 didapatkan Volume *Gross* 705.245,60 acre feet (86.990.7651,144 m³), Volume *Net* 352.622,80 acre feet (434.953.825,572 m³), dan *Oil in Place* 205.407.758,07 SCF.

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan *Initial Oil in Place* zona F2WC-1

	Gross Volume (Acre Feet)	Net Volume (Acre Feet)	Oil Volume factor / Bo	Oil in Place (SCF)
OOIP	705.245,60	352.622,80	1,2	205.407.758,07

BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini yaitu:

1. Hasil interpretasi lithologi menunjukkan bahwa reservoir yang mendominasi ketiga sumur pada Formasi *Frontier* adalah *Sandstone*.
2. Berdasarkan hasil analisis petrofisika pada Formasi *Frontier* zona F2WC memiliki rata-rata Volume *Shale* 31,86%, Porositas 29%, Saturasi Air 63,33%, dan Permeabilitas 6774,266 md, sedangkan pada zona F2WC-1 memiliki rata-rata Volume *Shale* 24,78%, Porositas 35%, Saturasi Air 59,33%, dan Permeabilitas 11941,21 md.
3. Berdasarkan hasil perhitungan *Initial Gas* dan *Oil in Place*, pada zona F2WC memiliki *Initial Gas in Place* sebesar 710.680.065,56 SCF dan *Initial Oil in Place* sebesar 70.884.594,72 SCF, sedangkan pada zona F2WC-1 memiliki *Initial Oil in Place* sebesar 205.407.758,07 SCF.

V.2 Saran

Untuk evaluasi lebih lanjut, sebaiknya menggunakan data *core* untuk membantu menginterpretasi lithologi dari Formasi *Frontier*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2017. *Map of World*. www.mapsofworld.com (diakses tanggal 25 Agustus 2017)
- Asquith, G. dan Krygowski, D.. 2004. *Basic Well Log Analysis*. Tulsa, Oklahoma: The American Association of Petroleum Geologist
- Anugrah, Putty Annisa. 2015. *Evaluasi Formasi Bekasap dan Bangko pada Lapangan Mandala di Cekungan Sumatera Tengah dengan Metode Deterministik*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Bassiouni, Zaki. 1994. *Theory, Measurement and Interpretation of Well Logs*. Texas: Society of Petroleum Engineers
- Cannon, Steve. 2016. *Petrophysics: A Practical Guide*. West Sussex : Wiley Blackwell
- Cooper, Scott Patrick. 2000. *Deformation within a Basement-Cored Anticline: Teapot Dome, Wyoming*. Socorro: New Mexico Tech
- Crain, E.R. 2015. *Crain's Petrophysical Pocket Pal*. www.Spec2000.net (diakses 10 Agustus 2017)
- Glover, Paul. 2007. *Petrophysics MSc Course Notes*. Nottingham, United Kingdom
- Harsono, Adi. 1997. *Evaluasi Formasi dan Aplikasi Log*. Jakarta: Schlumberger Oilfield Service
- Jafri, Muhammad Kamran, Aref Lashin, Elkhedr Ibrahim, Muhammad Naeem. 2015. *Petrophysical Evaluation of the Tensleep Sandstone Formation Using Well Logs and Limited Core Data at Teapot Dome Powder River Basin, Wyoming, USA*. Saudi Arabia: University of Petroleum and Minerals
- Kingdom, IHS. 2017. *Manual Help IHS Kingdom*. United Kingdom: IHS Markit
- Mosley, John C, Jr Rusty. 2012. *Oil Production Study of the Teapot Dome Field*. Dhahran, Saudi Arabia: King Fahd University of Petroleum & Minerals
- Nukefi, Alvey. 2007. *Karakterisasi Reservoir dan Perhitungan Volumetrik Cadangan Hidrokarbon pada Reservoir "A", Lapangan Dalmatian, Cekungan Natuna*

Barat. Bandung: Institut Teknologi Bandung

Schlumberger. 1989. *Log Interpretation Principles/Aplication*. Texas: Schlumberger Educational Services.

Tearpock, J.D. dan Bischke, R.B. 1991. *Subsurface Geological Mapping*. New Jersey : Prentice Hall.

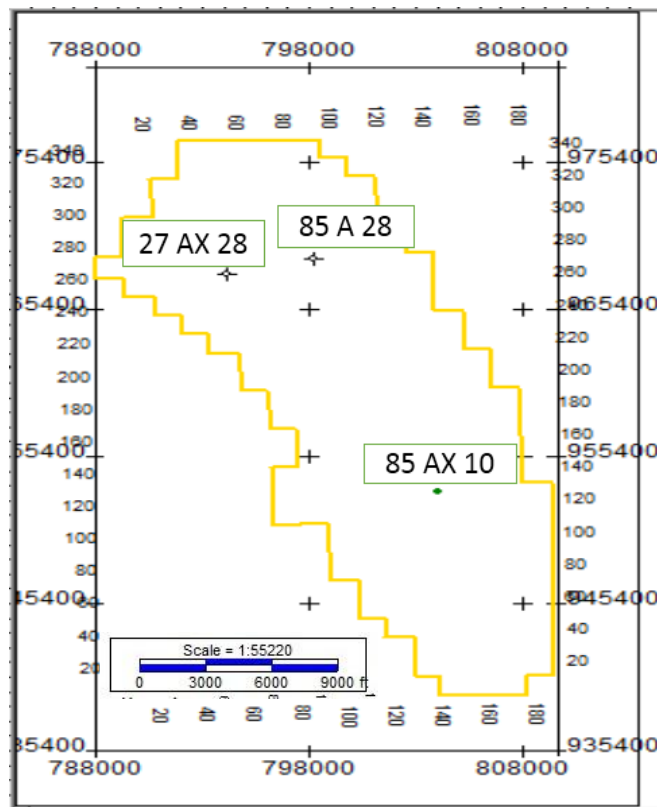
Varhaug, Matt. 2016. *Basic Well Log Interpretation*. Schlumberger: Oilfield Review

LAMPIRAN

LAMPIRAN I

Tabel I.1 Koordinat dari Sumur pada Lokasi Penelitian

Sumur	Longitude	Latitude	X	Y
27 AX 28	43.31703° N	106.22797° W	794174,7	967705,6
85 A 28	43.31996° N	106.21275° W	798210,7	968825,3
85 AX 10	43.27631° N	106.19182° W	803998,7	952991,2



Gambar I.1 Base Map dari Lokasi Penelitian

LAMPIRAN II

Tabel 1. Hasil Analisis Petrofisika Sumur 27 AX 28

Zona	Kedalaman (feet)	Volume Shale (%)	Porositas Total (%)	Porositas Efektif (%)	Saturasi Air (%)	Permeabilitas (md)
F2WC	2711	73,33	0	0,00	100,00	0
	2711,5	73,31	0	0,00	100,00	0
	2712	95,35	34,70879	0,00	100,00	0
	2712,5	100,00	36,02395	0,00	100,00	0
	2713	90,21	38,32955	4,74	100,00	0
	2713,5	59,52	38,52462	16,36	100,00	0,054551
	2714	59,49	37,98924	15,84	100,00	0,032485
	2714,5	85,40	38,29121	6,49	100,00	0
	2715	85,36	37,17094	5,39	100,00	0
	2715,5	65,88	35,31938	10,79	100,00	9,52E-07
	2716	53,43	35,4608	15,57	100,00	0,062129
	2716,5	89,89	36,91167	3,44	100,00	0
	2717	100,00	36,2862	0,00	100,00	0
	2717,5	100,00	36,55944	0,00	100,00	0
	2718	72,83	37,50597	10,39	100,00	0
	2718,5	38,10	38,39817	24,21	68,01	42,34847
	2719	18,88	39,68577	32,66	65,76	1389,408
	2719,5	0,85	41,54166	41,23	62,82	14985,11
	2720	0,00	43,01356	43,01	56,10	21907,34
	2720,5	6,29	44,21615	41,88	53,38	15523,84
2721	17,23	43,99221	37,58	52,48	4966,833	

	2721,5	25,71	43,37606	33,80	53,12	1589,996
	2722	31,50	43,63985	31,91	53,25	795,8666
	2722,5	37,91	42,44616	28,33	55,07	205,0713
	2723	45,03	41,40652	24,64	56,40	35,78522
	2723,5	55,89	40,25334	19,44	100,00	1,016152
	2724	55,86	39,3067	18,51	100,00	0,530004
	2724,5	44,96	39,26992	22,53	63,68	13,72701
	2725	27,44	38,32787	28,11	67,51	276,7931
	2725,5	11,26	37,78984	33,60	68,50	2140,331
	2726	1,73	39,72204	39,08	65,17	9428,814
	2726,5	0,00	42,07113	42,07	58,33	24536,54
	2727	0,00	43,31363	43,31	56,80	30969,7
	2727,5	0,00	43,2978	43,29	59,77	30879,25
	2728	0,00	42,51259	42,51	62,67	26673,53
	2728,5	0,00	42,92334	42,92	62,60	28806,32
	2729	0,00	42,7239	42,72	60,10	27752,84
	2729,5	0,00	42,49311	42,49	55,87	26575,91
	2730	0,00	43,08473	43,08	48,49	29684,29
	2730,5	0,00	44,30963	44,31	40,78	37147,11
	2731	0,00	44,94477	44,94	39,44	41626,82
	2731,5	12,48	44,54107	39,89	51,31	9177,214
	2732	88,40	43,18961	5,80	100,00	0
	2883,5	43,33	40,84229	21,55	66,11	0,000143
	2884	11,18	44,92976	39,95	54,38	5734,032
	2884,5	0,00	46,92818	46,93	43,94	58804,41
	2885	0,00	47,56376	47,56	62,71	65486,19
	2885,5	0,00	47,73446	47,73	72,39	67390,07

F2WC- 1	2886	0,00	48,38344	48,38	75,06	75078,16
	2886,5	0,00	48,34912	48,35	73,54	74653,2
	2887	0,00	48,39086	48,39	71,81	75170,37
	2887,5	0,00	48,73509	48,74	69,65	79556,2
	2888	0,00	48,96398	48,96	67,42	82594,93
	2888,5	0,00	47,42133	47,42	67,58	63933,7
	2889	0,00	47,04304	47,04	65,41	59965,72
	2889,5	0,00	47,59125	47,59	61,56	65789,53
	2890	0,00	47,82892	47,83	55,08	68464,33
	2890,5	0,00	47,31997	47,32	48,30	62848,61
	2891	0,00	47,00674	47,01	42,76	59596,55
	2891,5	0,00	47,80265	47,80	31,86	68164,13
	2892	0,00	0	0,00	100,00	0
	2892,5	0,00	0	0,00	100,00	0
	2893	0,00	0	0,00	100,00	0
	2893,5	0,86	0	0,00	100,00	0
	2894	8,19	0	0,00	100,00	0
	2894,5	34,73	0	0,00	100,00	0
	2895	85,78	0	0,00	100,00	0
	2895,5	100,00	0	0,00	100,00	0
	2896	100,00	48,69864	0,00	100,00	0
	2896,5	100,00	49,52157	0,00	100,00	0
	2897	30,18	48,53808	34,91	53,32	166,4715
	2897,5	0,11	47,3678	47,32	53,95	45221,79
	2898	0,00	48,52921	48,53	51,60	76907
2898,5	0,00	49,36187	49,36	41,75	88119,63	
2899	7,23	49,33992	46,12	31,94	25801,21	

	2899,5	34,61	0	0,00	100,00	0
	2900	33,07	0	0,00	100,00	0
	2900,5	15,05	0	0,00	100,00	0
	2901	1,50	50,64837	49,25	35,29	57508
	2901,5	0,00	49,51917	49,52	40,13	90391,29
	2902	0,04	51,47774	49,98	48,03	69314,84
	2902,5	4,58	49,76604	47,71	51,72	37907,71
	2903	7,12	49,11765	45,95	54,10	25329,38
	2903,5	5,38	47,49029	45,10	57,30	23557,88
	2904	2,93	47,66999	46,36	56,90	33628,46
	2904,5	8,89	46,38051	42,42	58,40	11378,1
	2904,5	7,06	46,33929	43,20	58,33	14825,96
	2905	6,17	47,69093	44,95	55,45	21966,96
	2905,5	7,02	48,06899	44,94	54,54	20980,62
	2906	8,82	48,67462	44,75	52,81	18311,59
	2906,5	8,80	47,4954	43,58	49,46	14497,15
	2907	5,26	47,35285	45,01	48,73	23323,38
	2907,5	0,00	47,25323	47,25	50,35	49435,65
	2908	0,00	46,67618	46,68	53,80	56325,13
	2908,5	0,00	48,23889	48,24	54,26	73302,42
	2909	0,00	49,15496	49,15	55,69	85207,62
	2909,5	0,00	50,00862	50,00	54,93	97656,24
	2910	0,00	50,28847	50,00	54,61	97656,24
	2910,5	4,33	49,10002	47,17	55,81	36485,92
	2911	14,64	48,55102	42,03	55,15	7227,153
	2911,5	24,07	50,43708	37,97	52,30	989,0798
	2912	0,00	48,58154	48,58	51,23	58088,25

	2912,5	0,00	49,14924	49,15	51,31	80143,91
	2913	3,46	49,77666	48,24	51,77	44291,83
	2913,5	17,87	49,4545	41,06	56,60	4039,793
	2914	40,29	47,65316	29,71	59,89	1,381333
	2914,5	53,36	47,3262	23,32	100,00	0
	2915	69,47	47,43157	15,26	100,00	0
	2915,5	80,64	48,29038	9,68	100,00	0
	2916	100,00	49,28171	0,00	100,00	0
	2916,5	100,00	48,90432	0,00	100,00	0
	2917	100,00	48,0295	0,00	100,00	0
	2917,5	100,00	47,38914	0,00	100,00	0
	2918	100,00	46,84881	0,00	100,00	0
	2918,5	100,00	46,523	0,00	100,00	0
	2919	64,13	45,94029	17,38	100,00	0
	2919,5	49,00	45,12644	23,31	65,06	1,70E-06
	2920	36,63	44,81694	28,51	64,71	3,961514
	2920,5	35,01	46,13205	30,54	63,07	16,78749
	2921	39,87	46,62143	28,87	63,34	1,832088
	2921,5	27,59	45,59802	33,31	63,84	185,784
	2922	21,06	46,07693	36,70	62,56	1136,206
	2922,5	23,55	47,20819	36,72	61,68	889,395
	2923	26,17	47,03787	35,39	64,77	444,088
	2923,5	28,90	46,13188	33,26	69,74	151,6837
	2924	26,11	45,73143	34,10	69,83	295,6626
	2924,5	17,42	45,56782	37,81	64,08	2133,606
	2925	9,13	44,65944	40,60	60,18	7573,018
	2925,5	5,54	45,58513	43,12	59,95	15842,34

	2926	15,14	44,41132	37,67	72,08	2478,89
	2926,5	23,38	43,80125	33,39	83,09	327,1082
	2927	36,24	46,0041	29,87	81,97	9,074878
	2927,5	50,42	47,25589	24,79	100,00	1,70E-10
	2928	63,39	45,88768	17,67	100,00	0
	2928,5	76,36	45,72375	11,72	100,00	0
	2929	100,00	45,863	0,00	100,00	0
	2929,5	88,75	44,51441	5,00	100,00	0
	2930	76,20	44,94064	11,01	100,00	0
	2930,5	70,67	45,40087	13,94	100,00	0
	2931	70,62	45,37422	13,93	100,00	0
	2931,5	78,96	46,11132	10,52	100,00	0
	2932	99,65	46,22341	0,18	100,00	0
	2932,5	43,33	40,84229	21,55	66,11	0,000143

Tabel 2. Hasil Analisis Petrofisika Sumur 85 A 28

Zona	Kedalaman (feet)	Volume Shale (%)	Porositas Total (%)	Porositas Efektif (%)	Saturasi Air (%)	Permeabilitas (md)
	2771,5	100	0	0	100	0
	2772	51,96456	0	0	100	0
	2772,5	100	27,70224	0	100	0
	2773	67,58314	22,49473	2,854189	100	3,38E-05
	2773,5	47,19068	22,66237	8,948138	100	0,102755
	2774	77,54222	23,92122	1,386441	100	4,44E-07
	2774,5	45,2619	25,89744	12,74374	17,25124	8,995415
	2775	78,99401	29,06795	6,111263	100	0,004864

F2WC	2775,5	62,82241	33,03506	14,77804	100	5,686894
	2776	49,80046	36,27011	21,79745	77,29959	127,4047
	2776,5	0	40,7473	40,7473	71,53783	18999
	2777	0	43,53568	43,53568	69,44703	32262,86
	2777,5	0	47,97431	47,97431	62,60096	70147,13
	2778	0	0	0	100	0
	2778,5	0	0	0	100	0
	2779	0	0	0	100	0
	2779,5	0	46,45745	46,45745	18,37152	54247,92
	2780	0	44,98022	44,98022	20,54439	41890,19
	2780,5	3,657838	45,29837	44,23535	41,32945	36651,87
	2781	19,56065	43,21249	37,52791	45,18649	9835,021
	2781,5	62,63441	39,7869	18,6828	100	37,10863
	2782	100	38,75386	0	100	0
	2782,5	62,89029	37,94273	18,55486	100	35,12375
	2783	33,90003	37,39924	27,54744	63,44963	829,0684
	2783,5	0	37,39313	37,39313	72,10156	9555,964
	2784	0	38,84924	38,84924	71,41051	12971,79
	2784,5	0	40,45417	40,45417	64,26418	17932,73
	2785	0	39,32744	39,32744	64,89794	14305,58
	2785,5	13,26601	37,00994	33,15466	64,97167	3650,032
	2786	53,6585	35,97684	20,38298	100	74,48711
	2786,5	36,68005	32,5302	21,87049	57,35019	130,8605
	2787	23,23696	31,35456	24,6016	70,28397	335,4647
	2787,5	17,82282	33,42338	28,24384	78,68098	1012,347
	2788	5,421406	35,47659	33,90106	82,47532	4361,601
2788,5	56,30876	35,71645	19,35239	100	49,18321	

	2789	100	33,18571	0	100	0
	2789,5	34,03103	32,1463	22,25643	68,06035	150,5167
	2790	0	32,62419	32,62419	77,81882	3208,173
	2790,5	21,58478	37,14373	30,87091	67,07404	2062,224
	2791	66,67604	38,40152	16,66198	100	14,85089
	2791,5	100	36,00506	0	100	0
	2792	100	33,54297	0	100	0
	2792,5	100	29,22494	0	100	0
	2793	100	27,77777	0	100	0
	2793,5	100	26,56327	0	100	0
	2794	100	26,12426	0	100	0
	2794,5	100	25,89453	0	100	0
	2795	100	26,75692	0	100	0
	2795,5	24,81318	29,05878	21,84774	87,5769	129,7755
	2796	100	31,98388	0	100	0
	2796,5	100	31,17897	0	100	0
	2797	74,6412	28,10747	6,415762	100	0,007177
	2797,5	46,32339	26,38578	12,9236	71,34375	1,945392
	2939,5	100	37,71968	0	100	0
	2940	100	36,84849	0	100	0
	2940,5	100	35,67711	0	100	0
	2941	100	35,01587	0	100	0
	2941,5	100	34,27424	0	100	0
	2942	100	32,68642	0	100	0
	2942,5	100	32,65501	0	100	0
	2943	56,80904	33,14216	13,22033	100	2,332802
	2943,5	85,64383	32,92923	2,895594	100	3,68E-05

F2WC- 1	2944	61,4617	33,83593	12,2825	100	1,29489
	2944,5	49,04236	35,10458	17,90638	85,36042	26,42419
	2945	33,90692	36,25824	24,36774	79,11533	310,7867
	2945,5	17,75848	37,9285	31,70094	71,78881	2549,868
	2946	11,38033	41,29051	37,29965	63,45526	9366,513
	2946,5	40,20802	39,55052	25,45034	67,29664	440,0369
	2947	30,44558	37,49472	26,81804	70,02106	668,8925
	2947,5	15,98543	35,93246	30,32668	72,26428	1788,704
	2948	7,208518	35,23374	32,70586	73,08097	3272,986
	2948,5	0,145454	35,53236	35,48135	72,02235	6279,738
	2949	0	35,87424	35,87424	69,82215	6858,073
	2949,5	0,589232	36,13755	35,93092	67,87254	6945,234
	2950	3,067875	36,52861	35,45276	66,78036	6239,365
	2950,5	0	39,01429	39,01429	62,07704	13419,28
	2951	0	39,78735	39,78735	61,80601	15700,02
	2951,5	13,29508	40,0897	35,42737	62,56144	6203,704
	2952	11,95228	40,1169	35,92546	63,32845	6936,797
	2952,5	17,03342	41,14171	35,16842	61,41629	5850,092
	2953	24,6964	43,52829	34,86774	57,26618	5461,731
	2953,5	43,74803	45,13582	28,12598	54,16256	979,0429
	2954	38,77071	46,21419	30,61464	50,7517	1929,185
	2954,5	18,03267	47,11462	40,79091	47,84237	19162,27
	2955	1,243614	48,53458	48,09847	43,12097	71612,66
	2955,5	0	47,28506	47,28506	40,15376	62478,66
	2956	0	43,01047	43,01047	38,82006	29277,47
	2956,5	0	38,68735	38,68735	42,36556	12545,6
2957	0	34,71934	34,71934	58,47018	5278,513	

2957,5	0	36,54042	36,54042	63,63452	7945,632
2958	0	36,77983	36,77983	67,89697	8371,773
2958,5	0	37,50771	37,50771	69,73724	9792,737
2959	0	37,9071	37,9071	71,29102	10658,7
2959,5	0	37,18222	37,18222	71,76633	9133,192
2960	0	36,37155	36,37155	70,82776	7656,58
2960,5	0	36,38619	36,38619	70,80168	7681,261
2961	0	35,81763	35,81763	73,52024	6771,96
2961,5	0	35,7789	35,7789	73,58946	6713,604
2962	0	36,47431	36,47431	71,03839	7831,349
2962,5	0	36,99037	36,99037	69,57735	8762,923
2963	1,508637	37,1174	36,58835	70,57037	8029,39
2963,5	7,916287	36,23546	33,45937	73,07842	3927,189
2964	1,814971	37,12801	36,49154	68,93318	7860,991
2964,5	0	38,85208	38,85208	63,78228	12979,4
2965	19,72441	40,55979	33,64282	62,16994	4102,785
2965,5	0	39,98431	39,98431	64,49935	16332,66
2966	0	38,03843	38,03843	68,96327	10957,72
2966,5	10,56785	36,23047	32,52454	72,12108	3130,609
2967	86,77822	35,357	4,925552	100	0,000893
2967,5	100	34,53974	0	100	0
2968	100	35,00397	0	100	0
2968,5	100	36,2306	0	100	0
2969	63,53831	35,80759	13,52594	100	2,800777
2969,5	91,05829	34,72157	2,789178	100	2,94E-05
2970	100	33,12352	0	100	0
2970,5	100	34,4382	0	100	0

2971	100	33,82914	0	100	0
2971,5	100	33,56596	0	100	0
2972	100	32,09754	0	100	0
2972,5	100	30,35249	0	100	0
2973	95,85785	30,58338	0	100	0
2973,5	24,19516	30,77453	22,28975	100	152,3288
2974	33,02208	35,90567	24,32546	88,97528	306,4989
2974,5	58,68576	37,40875	16,82878	100	16,0828
2975	80,59065	37,63181	9,370223	100	0,148573
2975,5	100	37,39969	0	100	0
2976	100	35,779	0	100	0
2976,5	90,00425	32,87856	1,315808	100	3,24E-07
2977	76,42187	32,82017	6,020495	100	0,004315
2977,5	64,95067	33,38203	10,60508	100	0,399994
2978	17,23781	33,71441	27,66944	96,77424	858,9011
2978,5	55,56204	33,96544	14,48091	100	4,833998
2979	100	33,99429	0	100	0
2979,5	100	34,87655	0	100	0
2980	74,54683	34,4631	8,320969	100	0,057455
2980,5	51,10294	32,33547	14,41466	100	4,659876
2981	54,63692	31,37824	12,21812	100	1,241583
2981,5	77,58532	30,78713	3,579459	100	0,000131
2982	100	30,9106	0	100	0
2982,5	99,80748	31,42755	0	100	0
2983	79,39703	30,86302	3,020015	100	4,74E-05
2983,5	100	29,83051	0	100	0
2984	90,60815	28,91752	0	100	0

	2984,5	100	28,23545	0	100	0
	2985	0	27,9268	0	100	0
	2985,5	0	28,4485	0	100	0

Tabel 3. Hasil Analisis Petrofisika Sumur 85 AX 10

Zona	Kedalaman (feet)	Volume Shale (%)	Porositas Total (%)	Porositas Efektif (%)	Saturasi Air (%)	Permeabilitas (md)
F2WC	2819	29,9243	0	0	100	0
	2819,5	10,2138	36,6875	33,8397	100	4298,875
	2820	12,6091	33,8412	30,3256	100	1788,187
	2820,5	16,054	36,2909	31,8148	81,9261	2624,025
	2821	14,5027	36,3763	32,3327	70,0766	2985,886
	2821,5	0,30235	33,7785	33,6942	81,7355	4153,157
	2822	0	30,9318	30,9318	93,0244	2094,995
	2822,5	0	30,5996	30,5996	92,4911	1921,631
	2823	0	32,1669	32,1669	81,8486	2865,595
	2823,5	0	37,8088	37,8088	60,5629	10439,62
	2824	0	43,8276	43,8276	46,6817	34034,55
	2824,5	0	0	0	100	0
	2825	0	0	0	100	0
	2825,5	0	0	0	100	0
	2826	0	0	0	100	0
	2826,5	0	48,1488	48,1488	22,598	72213,73
	2827	0	46,1425	46,1425	26,1098	51374,56
	2827,5	0	44,1362	44,1362	30,9498	35999,98
2828	0	42,13	42,13	35,0897	24812,48	

	2828,5	0	40,5867	40,5867	39,0269	18408,17
	2829	0	38,7348	38,7348	43,123	12669,2
	2829,5	0	36,8829	36,8829	48,6786	8561,233
	2830	9,76708	35,5434	32,8201	53,7314	3365,608
	2830,5	5,84493	32,3184	30,6887	63,4898	1966,84
	2831	9,34362	30,5707	27,9655	69,4578	935,2272
	2831,5	20,3323	31,0184	25,3494	70,6735	426,2654
	2832	33,9228	31,4814	22,0231	72,0443	138,3454
	2832,5	33,7309	30,0925	20,6877	77,9382	83,87452
	2833	17,3798	31,0184	26,1726	77,0797	550,4471
	2833,5	12,4962	31,9444	28,4602	75,7854	1076,083
	2834	12,7616	33,0247	29,4665	73,4477	1420,912
	2834,5	21,8647	32,0987	26,0024	73,4097	522,4568
	2835	37,8442	31,557	21,0053	72,6369	94,74812
	2835,5	80,1639	32,3945	9,91805	100	0,2340723
	2836	100	33,0522	0	100	0
	2836,5	100	31,6932	0	100	0
	2837	100	30,1156	0	100	0
	2837,5	100	28,1071	0	100	0
	2838	100	28,0335	0	100	0
	2838,5	76,6927	28,3695	6,98612	100	0,0141849
	2839	75,664	29,9381	8,84158	100	0,0933641
	2839,5	99,8614	30,8965	0,06932	100	0
	2840	100	30,8662	0	100	0
	2840,5	78,4844	29,982	8,09913	100	0,0462856
	2841	47,6321	28,6992	15,4185	88,2221	7,984907
	2841,5	25,5107	27,0281	19,9152	99,214	61,86113

	2842	9,76708	29,4528	26,7296	86,4136	651,4401
	2842,5	1,15078	31,983	31,6621	74,6256	2525,006
	2843	6,70546	34,42	32,5504	64,9873	3150,542
	2843,5	15,6783	33,6298	29,2584	63,2472	1342,592
	2844	27,0494	32,8239	25,2821	64,9536	417,2918
	2844,5	41,0391	31,6044	20,1619	67,8003	68,26395
	2845	51,5087	30,5898	16,2282	100	12,02535
	2845,5	34,6442	29,3367	19,6772	75,3832	56,18859
	2846	21,787	28,7035	22,6289	79,3531	171,8878
	2846,5	11,5084	30,2468	27,038	75,9174	714,0659
	2847	3,35803	31,6357	30,6994	72,8383	1972,35
	2847,5	9,18097	33,0247	30,4648	66,8575	1854,947
	2848	52,7164	34,4136	19,7153	100	57,06441
	2994	55,8577	0	0	100	0
	2994,5	27,0176	0	0	100	0
	2995	25,1444	0	0	100	0
	2995,5	27,6422	0	0	100	0
	2996	29,9972	0	0	100	0
	2996,5	26,7697	0	0	100	0
	2997	23,8821	0	0	100	0
	2997,5	22,9513	0	0	100	0
	2998	28,5283	0	0	100	0
	2998,5	34,504	0	0	100	0
	2999	41,2293	0	0	100	0
	2999,5	48,2072	0	0	100	0
	3000	31,0038	0	0	100	0
	3000,5	15,9225	0	0	100	0

F2WC- 1	3001	4,5917	0	0	100	0
	3001,5	0	0	0	100	0
	3002	0	0	0	100	0
	3002,5	0	0	0	100	0
	3003	0	0	0	100	0
	3003,5	0	0	0	100	0
	3004	0	0	0	100	0
	3004,5	0	0	0	100	0
	3005	0	0	0	100	0
	3005,5	0	0	0	100	0
	3006	0	0	0	100	0
	3006,5	0	0	0	100	0
	3007	0	0	0	100	0
	3007,5	0	0	0	100	0
	3008	0	0	0	100	0
	3008,5	0	0	0	100	0
	3009	0	0	0	100	0
	3009,5	0	0	0	100	0
	3010	0	50,2472	50	21,1236	97656,2
	3010,5	0	47,3227	47,3227	15,3464	62877,1
	3011	0	0	0	100	0
	3011,5	0	0	0	100	0
	3012	0	0	0	100	0
	3012,5	0	48,1141	48,1141	9,40523	87655,2
	3013	0	47,2731	47,2731	13,2713	62352,1
	3013,5	0	51,3656	50	18,3384	97656,2
3014	0,17304	0	0	100	0	

3014,5	4,21013	0	0	100	0
3015	15,4067	0	0	100	0
3015,5	30,1378	0	0	100	0
3016	49,6908	0	0	100	0
3016,5	66,473	0	0	100	0
3017	55,2778	0	0	100	0
3017,5	35,2551	0	0	100	0
3018	20,0598	0	0	100	0
3018,5	9,99051	0	0	100	0
3019	11,7323	0	0	100	0
3019,5	11,8739	0	0	100	0
3020	7,17103	0	0	100	0
3020,5	3,35988	0	0	100	0
3021	8,52135	0	0	100	0
3021,5	8,07171	0	0	100	0
3022	7,80945	0	0	100	0
3022,5	9,16518	0	0	100	0
3023	8,50585	0	0	100	0
3023,5	4,69407	0	0	100	0
3024	1,32461	0	0	100	0
3024,5	0	0	0	100	0
3025	0	0	0	100	0
3025,5	0	0	0	100	0
3026	0	50,8681	50	43,2982	97656,2
3026,5	0	47,4463	47,4463	42,9026	64203,1
3027	0	45,7667	45,7667	38,495	48120,9
3027,5	0	50,4812	50	31,0362	97656,2

3028	0	0	0	100	0
3028,5	0	0	0	100	0
3029	2,84182	0	0	100	0
3029,5	8,67659	0	0	100	0
3030	13,4988	0	0	100	0
3030,5	9,6825	0	0	100	0
3031	6,33072	0	0	100	0
3031,5	5,44825	0	0	100	0
3032	11,4673	0	0	100	0
3032,5	18,6855	0	0	100	0
3033	23,5182	0	0	100	0
3033,5	20,5428	0	0	100	0
3034	17,364	0	0	100	0
3034,5	14,3028	0	0	100	0
3035	12,934	0	0	100	0
3035,5	20,2136	0	0	100	0
3036	29,1983	0	0	100	0
3036,5	39,557	0	0	100	0
3037	48,2909	0	0	100	0
3037,5	42,1699	0	0	100	0
3038	36,3479	0	0	100	0
3038,5	60,2395	0	0	100	0
3039	87,9224	0	0	100	0
3039,5	99,979	0	0	100	0
3040	57,7224	0	0	100	0
3040,5	0	0	0	100	0
3041	0	0	0	100	0

	3041,5	0	0	0	100	0
	3042	0	0	0	100	0
	3042,5	0	0	0	100	0
	3043	0	0	0	100	0
	3043,5	0	0	0	100	0
	3044	0	0	0	100	0
	3044,5	0	0	0	100	0
	3045	0	0	0	100	0
	3045,5	0	0	0	100	0
	3046	0	0	0	100	0
	3046,5	0	0	0	100	0
	3047	0	0	0	100	0
	3047,5	0	0	0	100	0
	3048	0	0	0	100	0
	3048,5	0	0	0	100	0
	3049	0	0	0	100	0
	3049,5	0	0	0	100	0
	3050	0	0	0	100	0
	3050,5	0	0	0	100	0
	3051	0	0	0	100	0
	3051,5	0	0	0	100	0
	3052	0	0	0	100	0