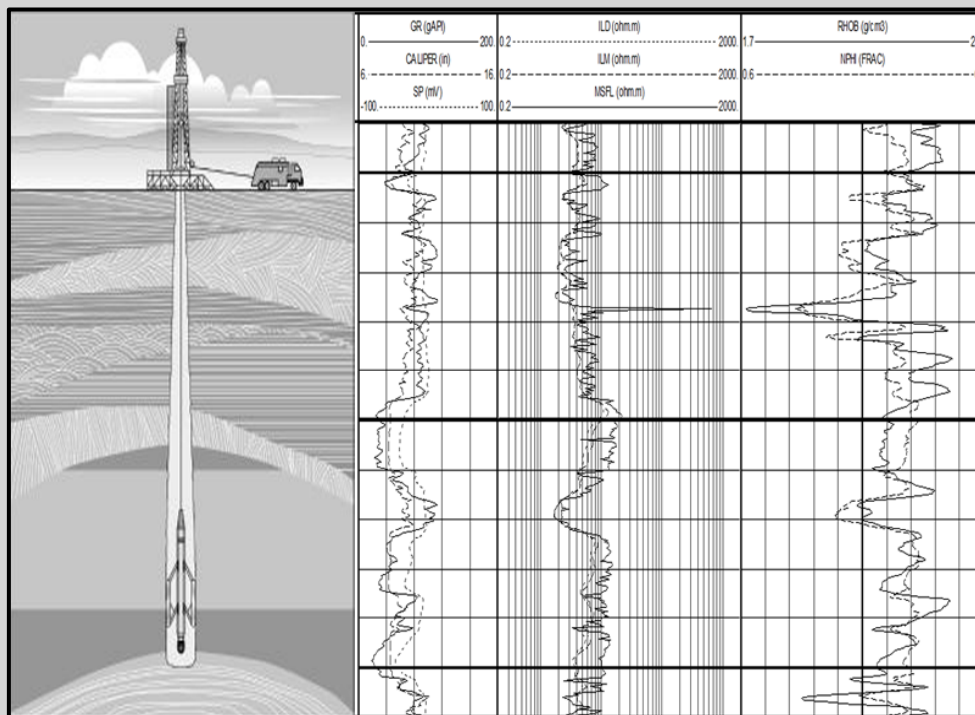


# MODUL PETUNJUK PRAKTIKUM PENILAIAN FORMASI



## MODUL 1

**Disusun Oleh:**

*Puri Wijayanti, S.T., M.T.*  
*Harin Widiyatni, S.T., M.T.*  
*Dra. MustaminaMaulani, M.T.*  
*Dra. Lisa Samura, M.T.*  
*Dina Asmaul Chusniyah, S.Si., M.Si.*



**LABORATORIUM PENILAIAN FORMASI  
JURUSAN TEKNIK PERMINYAKAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KEBUMIHAN DAN ENERGI  
UNIVERSITAS TRISAKTI  
2025**

## DAFTAR PRAKTIKUM (BARU)

- I      Pengenalan Alat Logging
- II     Persiapan Dasar Interpretasi Logging Secara Kualitatif
- III    Interpretasi Logging Secara Kualitatif
- IV    Karakteristik Lumpur
- V     Resistivitas Formasi
- VI    Parameter Saturasi
- VII   Porositas
- VIII   Porositas Efektif
- IX    Resistivitas Air Formasi
- X     Saturasi Air Formasi
- XI    Hingle & Pickett Plot
- XII   Pengenalan Software Interpretasi Logging

## BAB I PENDAHULUAN

Penilaian Formasi merupakan salah satu cabang ilmu dari teknik perminyakan yang mempelajari tentang formasi/batuan serta permasalahan yang berhubungan dengan keberhasilan dalam penemuan cadangan hidrokarbon, antara lain: memperkirakan dimana terdapat kandungan hidrokarbon serta menghitung besarnya cadangan hidrokarbon. Untuk mengetahui permasalahan diatas, diperlukan beberapa jenis pekerjaan di antaranya pengambilan sampel batuan (*Coring*), *Logging*, *Well Testing* dll.

Logging merupakan suatu pekerjaan merekam sifat-sifat fisik batuan (misalnya porositas, resistivitas batuan dll.) dengan cara memasukkan suatu alat ke lubang bor dengan menggunakan wireline. Hasil rekaman log yang diinterpretasi secara kualitatif maupun kuantitatif, dapat memberikan informasi mengenai kedalaman lapisan yang mengandung hidrokarbon serta menghitung harga Saturasi air ( $S_w$ ) dengan beberapa metode. Harga  $S_w$  tersebut antara lain dapat digunakan untuk menghitung cadangan hidrokarbon dengan menggunakan rumus volumetrik. Untuk menganalisa kebenaran harga  $S_w$  dari hasil rekaman log, umumnya digunakan hasil mud logging, analisa core atau uji kandungan lapisan (UKL). Apabila  $S_w$  dari data log hasilnya mendekati hasil core atau UKL maka metode yang digunakan untuk menghitung  $S_w$  layak digunakan pada formasi atau bahkan lapangan tersebut.

Tujuan Penilaian Formasi adalah mengidentifikasi reservoir, memperkirakan cadangan hidrokarbon ditempat serta memperkirakan perolehan hidrokarbon. Materi Praktikum di Laboratorium Penilaian Formasi Jurusan Teknik Perminyakan Universitas Trisakti terdiri dari :

- Pengenalan beberapa alat logging.
- Interpretasi hasil rekaman log secara kualitatif.
- Interpretasi hasil rekaman log secara kuantitatif.

## BAB II

### TEORI DASAR

Untuk mengevaluasi hasil rekaman log diperlukan pengertian dasar dari beberapa hal antara lain kondisi lubang bor.

#### 2.1 Kondisi Lubang Bor

Pekerjaan logging pada *openhole* dilakukan setelah selesai pekerjaan pemboran, dimana pada saat itu terjadi invasi filtrat lumpur ke dalam lapisan permeabel. Hal ini dapat terjadi karena akibat perbedaan tekanan yaitu tekanan hidrostatik lumpur lebih besar dari tekanan formasi.

Besarnya diameter invasi (sejauh mana invasi filtrat lumpur) antara lain tergantung dari :

- besarnya perbedaan tekanan ( $P_h$  dan  $P_f$ )
- besarnya permeabilitas batuan
- sifat-sifat lumpur yang digunakan

Akibat dari hal tersebut diatas maka di dalam batuan permeabel akan terbentuk 3 buah zona, yaitu :

1. **Flushed Zone** yaitu zona terdekat dengan lubang bor dimana seluruh pori batumannya terisi dengan filtrat lumpur.
2. **Transition Zone** yaitu zona yang lebih jauh dari flushed zone dimana pori batumannya terisi oleh filtrat lumpur dan fluida formasi.
3. **Uninvaded Zone** yaitu zona terjauh dari lubang bor dimana pori batumannya terisi oleh fluida formasi.

Ketiga zona tersebut sangat mempengaruhi perekaman log terutama dalam interpretasi rekaman log secara kualitatif dan interpretasi rekaman log secara kuantitatif. Pada gambar 2.1 dapat menerangkan kondisi sekitar lubang bor.



Batuan Permeable adalah batuan yang porinya saling berhubungan sehingga fluida pengisi pori tersebut dapat mengalir seperti Sandstone dan Limestone.

Batuan Impermeable adalah batuan yang porinya tidak saling berhubungan, sehingga fluida pengisi pori tidak dapat mengalir seperti Shale. Batuan Permeable terdiri dari :

- a. Clean Formation yaitu formasi yang mempunyai satu jenis batuan utama, misalnya sandstone, Limestone, Dolomite.
- b. Shaly Formation yaitu batuan yang mempunyai satu jenis batuan utama dan batuan ikutan, misalnya shalysand.
- c. Complex Lithology yaitu batuan yang terdiri dari beberapa jenis batuan utama dan batuan ikutan.

## 2.3 Jenis-Jenis Log

Jenis-jenis log yang biasa digunakan untuk interpretasi kualitatif dan kuantitatif yang digolongkan berdasarkan kegunaannya adalah :

1. Log Permeabel yaitu yang digunakan untuk membedakan lapisan permeable dan impermeable, antara lain : SP Log & Gamma Ray Log.
2. Log Resistivitas yaitu digunakan untuk menentukan resistivitas batuan di invaded zone dan uninvaded zone, antara lain : Conventional ES, Induction Log, Laterolog dan Microresistivity Log.
3. Log Porositas yaitu digunakan untuk menentukan porositas batuan, antara lain : Density Log, Neutron Log dan Sonic Log.

## 2.4 Metode Interpretasi Log

Salah satu cara untuk mengevaluasi dan memperoleh informasi mengenai lapisan dibawah permukaan tanah adalah dengan alat logging. Hasil dari rekaman alat logging dapat digunakan untuk menentukan potensial produktivitas

dari suatu sumur yang diperkirakan mencapai daerah hataulapisan prospek hidrokarbon.

Parameter petrofisik yang diperoleh dari hasil rekaman log antara lain ketebalan lapisan, porositas dan saturasi air. Metode untuk menginterpretasi hasil rekaman log ada 2 macam :

- a. Metode interpretasi secara Kualitatif, antara lain :  
    penentuan lithology, lapisan permeable , fluid content, dan OWC.
- b. Metode interpretasi secara Kuantitatif, antara lain :  
    Perhitungan porositas, saturasi air, saturasi hidrokarbon tersisa dan saturasi hidrokarbon berpindah.

## BAB III

### RESISTIVITAS

Untuk mempelajari log resistivitas diperlukan pengetahuan mengenai sifat listrik daribatuan dan fluida.

#### 3.1 Pengertian Dasar

Resistivitas yang diukur dapat berupa resistivitas batuan maupun resistivitas fluida. Resistivitas berbanding terbalik dengan konduktivitas yang dibentuk dalam persamaan sebagai berikut.

$$R = \frac{1}{C} \dots\dots\dots 3.1$$

Dimana

R = Resistivitas,  $\Omega m$

C = Konduktivitas,  $^{mho}/m$

Resistivitas batuan adalah tahanan jenis listrik dari suatu batuan berpori (butir batuan dan pori terisi fluida) yang besarnya dipengaruhi oleh jenis batuan (lithologi), porositas dan jenis fluida pengisi pori.

Resistivitas Fluida seperti  $R_w$  dan  $R_{mf}$  adalah tahanan jenis listrik fluida pengisi pori batuan yang besarnya dipengaruhi oleh salinitas fluida tersebut. Semakin besar salinitas fluida tersebut maka resistivitasnya akan semakin kecil. Selain itu resistivitas yang perlu diukur adalah resistivitas lumpur ( $R_m$ ) dan resistivitas mud cake ( $R_{mc}$ ), yang umumnya digunakan sebagai faktor pengoreksian pembacaan hasil rekaman log yang akan diinterpretasikan.



### 3.2 Hubungan Resistivitas Terhadap Temperatur

Resistivitas suatu fluida memiliki hubungan yang dekat dengan temperaturnya. Berikut adalah persamaan dari Metode Arps (1953) mengenai hubungan antara temperatur dan resistivitas fluida.

$$R_b = R_a \times \frac{(T_a + 6.77)}{(T_b + 6.77)} \dots\dots\dots 3.2$$

Dimana

Ta = Temperatur pada kedalaman a, °F

Tb = Temperatur pada kedalaman b, °F

Ra = Resistivitas fluida pada temperatur a, Ωm

Rb = Resistivitas fluida pada temperatur b, Ωm

Keterangan :

Apabila temperatur yang digunakan dalam satuan Celsius maka koefisien yang digunakan bukan 6.77 tetapi 21.5.

### 3.3 Penentuan Resistivitas Air Formasi (Rw) :

Salah satu parameter yang digunakan untuk menentukan harga Saturasi air (Sw) adalah resistivitas air formasi (Rw). Untuk menentukan harga resistivitas air formasi (Rw) ada beberapa cara, antara lain :

#### 1. Metode Rasio

$$R_w = \frac{R_t}{R_{xo}} \times R_{mf} \dots\dots\dots 3.3$$

Dimana:

Rw = Resistivitas air formasi, Ωm

Rmf = Resistivitas filtrate lumpur, Ωm

Rt = Resistivitas yang terdapat pada *uninvaded zone*,  $\Omega m$

Rxo = Resistivitas yang terdapat pada *flushed zone*,  $\Omega m$

## 2. Metode Rwa

$$R_{wa} = \frac{R_t}{F} \dots\dots\dots 3.4$$

$$F = \frac{a}{\phi m} \dots\dots\dots 3.5$$

Rwa yang digunakan adalah Rwa dengan nilai terkecil (minimum) di antara Rwa yang ditentukan setiap intervalnya.

## 3. Rw from SP Log

$$SSP = -Kc \log \left[ \frac{R_{mf}}{R_w} \right] \dots\dots\dots 3.6$$

### Cara :

1. Baca SSP
2. Cari Rmfe
3. Cari Rmfe/Rwe dari chart SP-1
4. Tentukan Rwe
5. Cari Rw dari chart SP-2

Dari metode yang ketiga metode yang terdapat di atas, harus dilakukan penentuannya pada zona 100% air atau *water bearing zone* dikarenakan pada zona tersebutlah terdapat air formasi.

Cara lain yang dapat digunakan untuk menentukan resistivitas air formasi adalah sebagai berikut.

1. Metode RPC (*Resistivity Porosity Crossplot*)
2. Rw dari Catalog
3. Rw yang diketahui dari suatu wilayah
4. Rwdari MDT, RFT, dan DST

## 5. Analisis Kimia (Chart Gen-9)

### 3.4 Resistivitas Batuan

Untuk mendapatkan harga resistivitas batuan digunakan alat wireline well logging. Berdasarkan metode pengukurannya, alat logging dapat digolongkan menjadi 3 :

1. Electric Log yaitu mengukur sifat listrik batuan, seperti SP Log dan Resistivity Log (Conventional ES, Induction ES, Laterolog & Microresistivity Log).
2. Acoustic Log yaitu mengukur sifat perambatan bunyi batuan, seperti Sonic Log.
3. Radioactive Log yaitu mengukur sifat radioaktif batuan, seperti Gamma Ray Log, Density Log dan Neutron Log.

Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil rekaman log, antara lain :

- a. Faktor lithologi (shale, lapisan kompak, permeable, lapisan shaly)
- b. Faktor Isi Kandungan Batuan (air formasi, hidrokarbon)

Faktor yang mempengaruhi alat logging, sehingga perlu adanya koreksi terhadap hasil rekaman log, antara lain :

- a. Kondisi lubang bor (diameter lubang bor, tebal mud cake, invasi mud filtrat)
- b. Ketebalan lapisan
- c. Pengaruh alat

### 3.5 Pengkoreksian Terhadap Log Resistivitas

Untuk mendapatkan hasil rekaman log yang lebih akurat maka dilakukan koreksi terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi dengan menggunakan grafik (chart) yang telah tersedia , antara lain : Kondisi lubang bor (diameter lubang

bor, tebal mud cake, invasi mud filtrat), ketebalan lapisan dan spesifikasi alat. Pada halaman berikut ini tercantum rangkuman singkat yang menerangkan pengoreksian log resistivitas.

## RESISTIVITY CORRECTION

(Schlumberger Chart)

### I. CONVENTIONAL ELECTRIC SURVEY :

Borehole Correction :

16"Normal = f (Rm@Tf,dh), Chart Rcor-8, didapat harga R<sub>t</sub>corr

### II. INDUCTION ELECTRIC SURVEY (IES):

a. Borehole Correction :

$$\left\{ \begin{array}{l} 6FF40 \\ ILd \\ ILm \\ 6FF28 \end{array} \right\} = f \{ dh, SO, Rm @ Tf, \}, \text{ Chart Rcor - 4, didapat harga } R_{t \text{ cor}}$$

b. Bed Thickness Correction :

$$\left\{ \begin{array}{l} 6FF40 \\ ILd \\ ILm \\ 6FF28 \end{array} \right\} = f \{ h, Ra \}, Ra = R_{t \text{ cor}}, \text{ Chart Rcor - 5 \& Rcor - 6, didapat harga } R_{t \text{ cor}}$$

### III. LATEROLOG :

a. Borehole Correction :

$$\left\{ \begin{array}{l} LLd \\ LLs \end{array} \right\} = f \{ Rm @ Tf, dh, \}, \text{ Chart Rcor - 2b,2c, didapat harga } R_{t \text{ cor}}$$

$$SFL = f \{ Rm @ Tf, dh \}, \text{ Chart Rcor - 1, didapat harga } R_{t \text{ cor}}$$

b. Bed Thickness Correction :

$$\left\{ \begin{matrix} LLd \\ LLs \end{matrix} \right\} = f\{R_s, h\}, \text{ Chart Rcor - 10, didapat harga Rtc} \left\{ \begin{matrix} \\ \end{matrix} \right\}$$

#### IV. MICRORESISTIVITY LOG :

Mudcake Correction :

a. Microlog = f(Rmc, hmc), Chart Rxo-1, didapat harga Rxo

b.  $\left\{ \begin{matrix} MLL \\ PML \end{matrix} \right\} = f\{R_{mc}, h_{mc}\}, \text{ Chart Rxo-2, didapat harga Rxo}$

c. MSFL = f(Rmc, hmc), Chart Rxo-3, didapat harga Rxo

#### COMBINATION RESISTIVITY TOOLS

(Schlumberger Chart)

1. Dual Induction - Laterolog (Chart Rint-2a&2b)

$$\left\{ \begin{matrix} ILd \\ ILm \\ LL8 \end{matrix} \right\} > f\left\{ \begin{matrix} RIM / RID \\ RLL8 / RID \end{matrix} \right\} > \begin{matrix} Rt / RID \rightarrow Rt, di \\ Rxo / Rt \rightarrow Rxo \end{matrix}$$

2. Dual Induction-SFL (Rxo/Rm = 20, Chart Rint-2b)

$$\left\{ \begin{matrix} ILd \\ ILm \\ SFL \end{matrix} \right\} > f\left\{ \begin{matrix} RIM / RID \\ RSFL / RID \end{matrix} \right\} > \begin{matrix} Rt / RID \rightarrow Rt, di \\ Rxo / Rt \rightarrow Rxo \end{matrix}$$

3. Dual Induction-SFL (Rxo/Rm = 100 , Chart Rint-2c)

$$\left\{ \begin{matrix} ILd \\ ILm \\ SFL \end{matrix} \right\} > f\left\{ \begin{matrix} RIM / RID \\ RSFL / RID \end{matrix} \right\} > \begin{matrix} Rt / RID \rightarrow Rt, di \\ Rxo / Rt \rightarrow Rxo \end{matrix}$$

4. Deep Induction - Laterolog 8 - Rxo (Chart Rint-3)

$$\left\{ \begin{matrix} ILd \\ LL8 \\ Rxo \end{matrix} \right\} > f \left\{ \begin{matrix} Rxo / RLL8 \\ Rxo / RID \end{matrix} \right\} > \quad Rt / RID \rightarrow Rt, di$$

5. Deep Induction - SFL - Rxo (Chart Rint-5)

$$\left\{ \begin{matrix} ILd \\ SFL \\ Rxo \end{matrix} \right\} > f \left\{ \begin{matrix} Rxo / RSFL \\ Rxo / RID \end{matrix} \right\} > \quad Rxo / Rt \rightarrow Rt, di$$

6. Dual Laterolog - Rxo (Chart Rint-9b)

$$\left\{ \begin{matrix} LLLd \\ LLLs \\ Rxo \end{matrix} \right\} > f \left\{ \begin{matrix} RLLd / RLLs \\ RLLd / Rxo \end{matrix} \right\} > \quad \begin{matrix} Rt / RLLd \rightarrow Rt, di \\ Rt / Rxo \rightarrow Rxo \end{matrix}$$

7. Dual Induction - Rxo (Chart Rint-10)

$$\left\{ \begin{matrix} ILd \\ ILM \\ Rxo \end{matrix} \right\} > f \left\{ \begin{matrix} RILm / RILd \\ Rxo / RILd \end{matrix} \right\} > \quad Rxo / Rt \rightarrow Rt, di$$

**CATATAN :**

Jenis Log Pengukur Rt : ILd, ILM, LLd, 6FF40, 6FF28.

Jenis Log Pengukur Ri : 16"Normal, LL8, SFL, IES, LL3, LL7.

Jenis Log Pengukur Rt : ML, MLL, PML, MSFL.

## BAB IV

### PENENTUAN POROSITAS BATUAN

Pororsitas batuan dapat diperoleh dari 3 Jenis Alat Porositas yaitu Sonic Log, Density Log dan Neutron Log. Ketiga alat tersebut dipengaruhi oleh pororsitas batuan itu sendiri, fluida pengisi pori batuan dan matriks batuan. Apabila fluida pengisi pori batuan dan matriks batuan diketahui maka porositas batuan dapat diperoleh.

#### 4.1 Penentuan Porositas dari Density Log

- a. Menggunakan Chart Schlumberger POR-5
- b. Menggunakan Rumus :

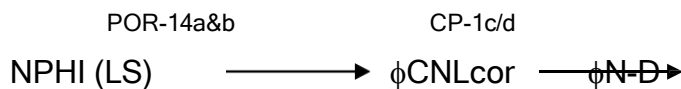
$$\phi = \frac{\rho_{ma} - \rho_b}{\rho_{ma} - \rho_f} \quad 4.1$$

Dimana :

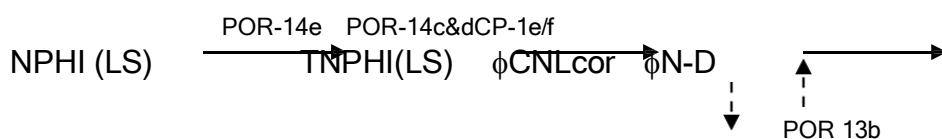
- $\rho_{ma}$  = Densitas matriks,  $^{gr}/cc$   
 $\rho_b$  = Densitas batuan (dari pembacaan log),  $^{gr}/cc$   
 $\rho_f$  = Densitas fluida,  $^{gr}/cc$

#### 4.2 Pengkoreksi hasil pembacaan Neutron Log menggunakan Chart Schlumberger

- a. Untuk Log yang dibuat sebelum tahun 1986 :



- b. Untuk Log yang dibuat sesudah tahun 1986 :





$$\phi_{CNLcor}(\text{Sandstone/Dolomite})$$

CNL mempunyai skala dalam satuan porositas Limestone, sehingga apabila batuanannya bukan LS, maka perlu dikoreksi dengan menggunakan Chart POR-13b.

### 4.3 Penentuan Porositas dengan Sonic Log :

- a. Menggunakan Chart Schlumberger POR-3
- b. Menggunakan Rumus :

- Clean Formation :

$$\phi = \frac{\Delta t_{log} - \Delta t_{ma}}{\Delta t_f - \Delta t_{ma}} \dots\dots\dots 4.2$$

Dimana :

$\Delta t_{ma}$  = Transit time matriks,  $\mu\text{sec}/\text{ft}$

$\Delta t_f$  = Transit time fluida,  $\mu\text{sec}/\text{ft}$

$\Delta t_{log}$  = Transit time dari pembacaan log,  $\mu\text{sec}/\text{ft}$

- Unconsolidated Formation :

$$\phi = \left( \frac{\Delta t_{log} - \Delta t_{ma}}{\Delta t_f - \Delta t_{ma}} \right) \times B_{cp} \dots\dots\dots 4.3$$

Dimana :

$$B_{cp} = \frac{\Delta t_{shale} \times C}{100}, C = 0,8 - 1,2 \dots\dots\dots 4.4$$

### 4.4 Penentuan Porositas Neutron-Density

- Bila terlihat tidak ada gas :

$$\phi_{nd} = \frac{\phi_n - \phi_d}{2} \dots\dots\dots 4.5$$

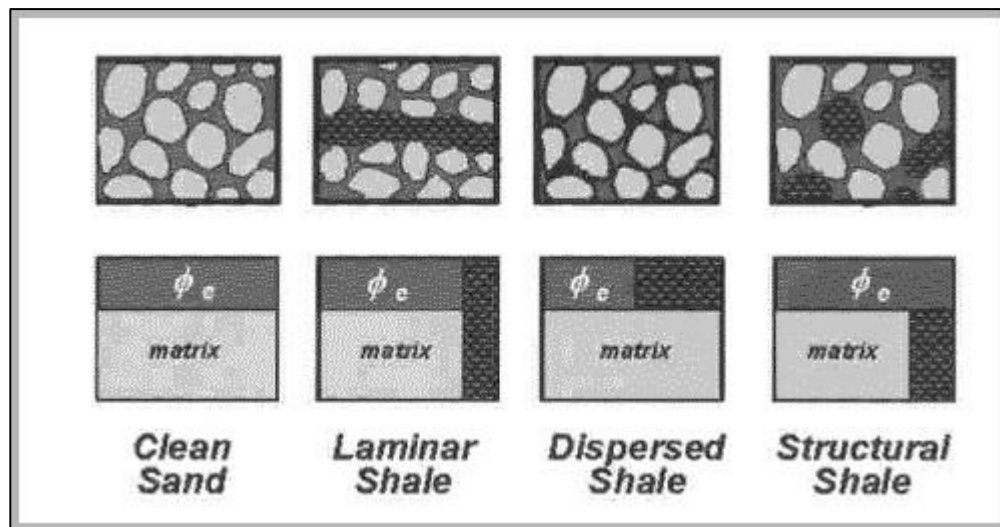
- Bila terlihat indikasi gas :

$$\phi_{nd} = \sqrt{\frac{\phi^2 - \phi^2}{n-2}} \dots\dots\dots 4.6$$

## BAB V

### PENENTUAN VOLUME SHALE

Volume shale merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menentukan porositas efektif dan saturasi air. Berikut adalah gambaran penyebaran atau distribusi dari shale.



Gambar 5.1  
Distribusi Shale

Berikut ini adalah beberapa metode yang dapat digunakan untuk menentukan parameter atau volume shale.

#### 1. **GR Log**

$$V_{sh} = \frac{GR_{log} - GR_{min}}{GR_{max} - GR_{min}} \quad 5.1$$

Dimana:

$V_{sh}$  = Volume Shale, %

$GR_{log}$  = Besar gamma ray yang terbaca dari hasil rekaman log, gAPI

$GR_{min}$  = Besar gamma ray minimum dari lapisan yang dianalisis, gAPI

$GR_{max}$  = Besar gamma ray maksimum dari lapisan yang dianalisis, gAPI

#### 2. **SP Log**

$$V_{sh}(SP) = \frac{SP_{wlean} - SP_{log}}{SP_{wlean} - SP_{shale}} \quad 5.2$$

metode ini akan memberikan harga yang terlalu tinggi pada lapisan berhidrokarbon.

**3. Neutron Log**

$$V_{sh}(n) = \frac{\phi_{n_{log}} - \phi_{n_{min}}}{\phi_{n_{shale}} - \phi_{n_{min}}} \dots\dots\dots 5.3$$

metode ini akan bekerja baik apabila formasi mempunyai  $\phi$  rendah dan dalam reservoir gas yang jenuh.

**4. Neutron-Density Log**

$$V_{sh}(nd) = \frac{\phi_n - \phi_d}{\phi_{nsh} - \phi_{dsh}} \dots\dots\dots 5.4$$

metode ini tidak dapat digunakan apabila terdapat indikasi adanya gas. Pilihlah harga volume shale ( $V_{sh}$ ) minimum.

## BAB VI

### METODE PERHITUNGAN SATURASI AIR (Sw)

Untuk perhitungan Saturasi air (Sw) dapat dibagi menjadi dua yaitu perhitungan Sw pada Clean Formation dan Shaly Formation.

#### 6.1 Clean Formation :

Menggunakan Rumus Archie :

$$a..S_w = \sqrt[n]{F \times \frac{R_w}{R_t}} \dots\dots\dots 6.1$$

Dimana :

$$F = \frac{a}{\phi^m} \dots\dots\dots 6.2$$

b. Chart Schlumberger Sw-1 (m=2)

c. Ratio Method → Chart Schlumberger Sw-2

#### 6.2 Shaly Formation :

a. Simandoux Method :

- Chart-1&2 Courtesy Dresser
- Berikut adalah persamaan dari metode Simandoux :

$$S_w = \frac{c \times R_w}{\phi_e^2} \times \sqrt{\frac{5\phi_e^2}{R_t R_w} + \left(\frac{V_{sh}}{R_{sh}}\right)^2 - \frac{V_{sh}}{R_{sh}}} \dots\dots\dots 6.3$$

Dimana :

- c = 0.4 untuk sandstone; 0.45 untuk karbonat
- Vsh = Volume shale
- Rw = Resistivitas air formasi
- Rt = Resistivitas formasi
- Rsh = Resistivitas shale
- Øe = Porositas efektif

b. Indonesia Formula :

- Menggunakan persamaan :

$$\frac{1}{\sqrt{Rt}} = \left( \frac{V_{sh} (1 - \frac{V_{sh}}{2})}{\sqrt{Rsh}} + \frac{\phi_e^{\frac{m}{2}}}{\sqrt{a \times Rwf}} \right) \times S_w^{\frac{n}{2}} \dots \dots \dots 6.4$$

Sedangkan untuk penentuan saturasi filtrat lumpur di flushed zone :

$$\frac{1}{\sqrt{Rxo}} = \left( \frac{V_{sh} (1 - \frac{V_{sh}}{2})}{\sqrt{Rsh}} + \frac{\phi_e^{\frac{m}{2}}}{\sqrt{a \times Rmf}} \right) \times S_{xo}^{\frac{n}{2}} \dots \dots \dots 6.5$$

Sehingga dapat ditentukan saturasi hidrokarbon yang tersisa dengan persamaan :

$$S_{hr} = 1 - S_{xo} \dots \dots \dots 6.6$$

- Menggunakan Chart 1A&1B

Tabel 6.1  
Faktor tortuositas dan sementasi berbagai jenis batuan sedimen

| $F = a / \phi^m$      |                          |                                           |
|-----------------------|--------------------------|-------------------------------------------|
| Tortuosity Factor $a$ | Cementation Exponent $m$ | General Application                       |
| 1.0                   | 2.0                      | Carbonates                                |
| 0.81                  | 2.0                      | Consolidated Sandstones                   |
| 0.62                  | 2.15                     | Unconsolidated Sands (Humble)             |
| 1.45                  | 1.54                     | Average Sands (Carothers, 1958)           |
| 1.65                  | 1.33                     | Shaly Sands (Carothers, 1958)             |
| 1.45                  | 1.70                     | Calcareous Sands (Carothers, 1958)        |
| 0.85                  | 2.14                     | Carbonates (Carothers, 1958)              |
| 2.45                  | 1.08                     | Pliocene Sands (Carothers & Porter, 1970) |
| 1.97                  | 1.29                     | Miocene Sands (Carothers & Porter, 1970)  |
| 1.0                   | $2.05 - \phi$            | Clean Granular Formations (Sethi, 1979)   |

## **BAB VII**

### **PENENTUAN *CUT-OFF* DAN PERKIRAAN CADANGAN**

*Cut-off* Lapangan atau batasan lapisan merupakan suatu nilai yang menjadi acuan untuk menghilangkan bagian reservoir yang dianggap tidak produktif. Nilai *cut-off* dapat ditentukan dari *data log*, *data core*, *data test* produksi dan pengalaman lapangan. Adanya *cut-off* adalah untuk menghilangkan bagian reservoir yang dianggap tidak produktif. Nilai *cut-off* ditentukan dari data log, data core, data test produksi dan pengalaman lapangan.

#### **7.1 Penentuan *Cut-Off* Parameter Reservoir**

Untuk menentukan ketebalan dari suatu zona produktif dari suatu reservoir diperlukan harga *cut off*.

Cut off tersebut dapat terbagi menjadi :

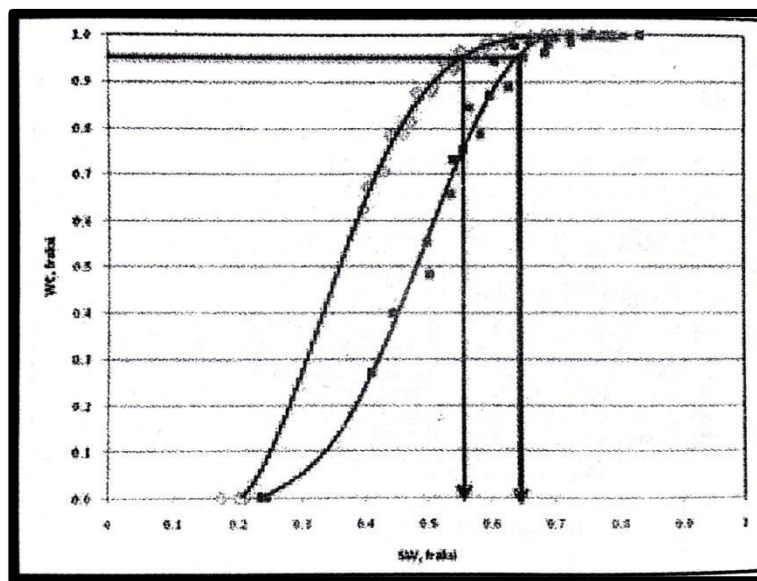
- *Cut-off* Lithology yaitu :  $\phi$ , K, Vsh, *Effective Thickness*.
- *Cut-off* Saturasi yaitu : Sw, Sor, Shm.

Secara umum data-data dari porositas, saturasi air, permeabilitas dan data kumulatif ketebalan, rasio porositas hidrokarbon-feet ditabulasikan data dengan tiga jenis estimasi cadangan :

- Total Pay = ketebalan yang dihitung tanpa menggunakan harga *cut-off*.
- Net = ketebalan yang dihitung menggunakan harga *cut-off* porositas ( $\phi$ ) dan Volume Shale (Vsh).
- Net Pay = ketebalan yang dihitung menggunakan harga *cut-off* Porositas ( $\phi$ ), Volume Shale (Vsh), dan Saturasi Air formasi (Sw).

Penjumlahan ini dilakukan atas zona keseluruhan (total ketebalan), atau interval tertentu di dalam zona tersebut yang ditentukan dengan harga cut off dari porositas ( $\emptyset$ ), volume shale (Vsh), dan saturasi air ( $S_w$ ), sehingga dapat menentukan ketebalan (net dan net pay).

Berikut adalah gambar yang menampilkan penentuan *cut-off* saturasi air dengan memplot saturasi air terhadap *water cut* setiap titik.



Gambar 7.1

*S-curve* untuk menentukan *cut-off* Saturasi Air

## 7.2 Data Lain untuk Identifikasi Hidrokarbon

Untuk melengkapi informasi mengenai identifikasi hidrokarbon dan menentukan cut-off diperlukan data sebagai berikut :

### 7.2.1 Analisis *Cutting*

Tujuan dari analisis *cutting* untuk mengidentifikasi adanya hidrokarbon dan memperkirakan karakteristik dari batuan reservoir. Data dari analisis *cutting* ini dapat digunakan untuk membantu interpretasi *mud log*. Interval pengambilan



sample ditentukan oleh waktu pemboran, formasi yang akan dievaluasi dan tekanan yang terdeteksi.

#### 7.2.2 Analisis Core

Analisis core diperlukan untuk mengetahui lebih rinci mengenai karakteristik batuan pada lapisan yang diindikasikan prospek, jenis mineral-mineral yang terdapat pada formasi tersebut, serta menentukan sifat fisik batuan reservoir (porositas, permeabilitas, saturasi air). Dengan menggunakan *coring bit* pada saat operasi pemboran. Dalam mendapatkan *coring sample* bias dilakukan dengan *conventional coring* dan *sidewall coring*.

Kendala dari analisis core ini adalah biaya yang sangat mahal sehingga core sample hanya diambil dari beberapa kedalaman saja, bahkan tidak semua sumur diambil core samplenya.

#### 7.2.3 Uji Kandungan Lapisan

Data test produksi atau biasa disebut dengan Uji Kandungan Lapisan (UKL), misalnya DST (*Drill Stem Test*), RFT (*Repeated Formation Test*) dan MDT (*Modular Dynamic Test*). Adapun salah satu tujuan dari Uji Kandungan Lapisan ini adalah untuk membuktikan isi kandungan yang terdapat pada lapisan yang dianalisis.

Parameter yang didapat dari Test UKL ini adalah :

- a. Jenis fluida formasi dan laju alirnya.
- b. Tekanan maksimum reservoir.
- c. permeabilitas efektif.
- d. *Skin factor*.
- e. Efisiensi penyelesaian sumur (terjadi penyerapan pada suatu reservoir yang terbatas dan radius of investigation).

- f. Heterogenitas reservoir, seperti keberadaan patahan, perubahan permeabilitas, batas kontak fluida, dan lithologi yang dimiliki formasi (seperti karbonat).

### 7.3 Perkiraan Cadangan

Perkiraan cadangan hidrokarbon untuk jenis minyak, jumlah barrel ditempat adalah :

$$STOIP = 7758 \frac{h A \emptyset (1-S_{wi})}{B_{oi}} \dots\dots\dots 7.1$$

Dimana :

- STOIP = Jumlah minyak awal di tempat pada kondisi stock tank, STB  
 $\emptyset$  = Porositas efektif, %  
Swi = Saturasi air mula-mula, %  
H = Ketebalan interval produktif, ft  
A = Luas pengurasan, acre  
Boi = Faktor volume formasi minyak awal, bbl/STB

Perkiraan cadangan hidrokarbon untuk jenis gas, jumlah cuft ditempat adalah :

$$GIIP = 43560 \frac{h A \emptyset (1-S_{wi})}{B_{gi}} \dots\dots\dots 7.2$$

Dimana :

- GIIP = Jumlah gas awal di tempat pada kondisi permukaan, SCF  
 $\emptyset$  = Porositas efektif, %  
Swi = Saturasi air mula-mula, %  
H = Ketebalan interval produktif, ft  
A = Luas pengurasan, acre

Bgi = Faktor volume formasi gas awal, cuft/SCF

Parameter  $\emptyset$ , Sw, dan h dapat diperoleh dari analisis hasil logging atau analisis core. Sedangkan parameter A dapat diperkirakan dari data peta kedalaman struktur atau *isopach* yang diukur dengan planimeter.



LABORATORIUM PENILAIAN FORMASI  
JURUSAN TEKNIK PERMINYAKAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KEBUMIHAN DAN ENERGI  
UNIVERSITAS TRISAKTI

**INTERPRETASI KUALITATIF**

Lampiran 1

Field :

Well :

| Zone | Interval Depth ( ) |                          |            |     |         |
|------|--------------------|--------------------------|------------|-----|---------|
|      | Permeable<br>Zones | Hydrocarbons<br>Prospect | Gas Effect | OWC | GWC/GOC |
|      |                    |                          |            |     |         |
|      |                    |                          |            |     |         |
|      |                    |                          |            |     |         |
|      |                    |                          |            |     |         |
|      |                    |                          |            |     |         |
|      |                    |                          |            |     |         |
|      |                    |                          |            |     |         |
|      |                    |                          |            |     |         |
|      |                    |                          |            |     |         |
|      |                    |                          |            |     |         |
|      |                    |                          |            |     |         |
|      |                    |                          |            |     |         |
|      |                    |                          |            |     |         |
|      |                    |                          |            |     |         |
|      |                    |                          |            |     |         |
|      |                    |                          |            |     |         |
|      |                    |                          |            |     |         |
|      |                    |                          |            |     |         |
|      |                    |                          |            |     |         |

Hari/Tanggal :

Nama/ParafAsisten

Jam :

Nama :

Kelompok :



LABORATORIUM PENILAIAN FORMASI  
JURUSAN TEKNIK PERMINYAKAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KEBUMIHAN DAN ENERGI  
UNIVERSITAS TRISAKTI

## RESISTIVITY CORRECTION

### Lampiran 3

Well :

Field :

[illegible]

Hari/Tanggal :

Jam :

Nama :

Kelompok :

Nama/ParafAsisten

LABORATORIUM PENILAIAN FORMASI  
JURUSAN TEKNIK PERMINYAKAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KEBUMIHAN DAN ENERGI  
UNIVERSITAS TRISAKTI

**SATURATION PARAMETERS**

Lampiran 4

Field :

Well :

| Zone          |  |  |  |  |
|---------------|--|--|--|--|
| GR min        |  |  |  |  |
| GR max        |  |  |  |  |
| $\phi N_{sh}$ |  |  |  |  |
| $\rho_{sh}$   |  |  |  |  |
| $\phi D_{sh}$ |  |  |  |  |
| $\rho_{fl}$   |  |  |  |  |
| $\rho_{ma}$   |  |  |  |  |
| $R_{tsh}$     |  |  |  |  |
| a             |  |  |  |  |
| m             |  |  |  |  |
| n             |  |  |  |  |

Hari/Tanggal :

Jam :

Nama :

Kelompok :

Nama/ParafAsisten



LABORATORIUM PENILAIAN FORMASI  
JURUSAN TEKNIK PERMINYAKAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KEBUMIHAN DAN ENERGI  
UNIVERSITAS TRISAKTI

**POROSITY**

Lampiran 5

Field :

Well :

| Zone | Depth | Porosity     |  |  |                       |                 |                 |                  |
|------|-------|--------------|--|--|-----------------------|-----------------|-----------------|------------------|
|      |       | Logs Reading |  |  | $\phi$ N Corr.<br>(%) | $\phi$ D<br>(%) | $\phi$ S<br>(%) | $\phi$ ND<br>(%) |
|      | ( )   |              |  |  |                       |                 |                 |                  |
|      |       |              |  |  |                       |                 |                 |                  |
|      |       |              |  |  |                       |                 |                 |                  |
|      |       |              |  |  |                       |                 |                 |                  |
|      |       |              |  |  |                       |                 |                 |                  |
|      |       |              |  |  |                       |                 |                 |                  |
|      |       |              |  |  |                       |                 |                 |                  |
|      |       |              |  |  |                       |                 |                 |                  |
|      |       |              |  |  |                       |                 |                 |                  |
|      |       |              |  |  |                       |                 |                 |                  |
|      |       |              |  |  |                       |                 |                 |                  |
|      |       |              |  |  |                       |                 |                 |                  |
|      |       |              |  |  |                       |                 |                 |                  |
|      |       |              |  |  |                       |                 |                 |                  |
|      |       |              |  |  |                       |                 |                 |                  |
|      |       |              |  |  |                       |                 |                 |                  |
|      |       |              |  |  |                       |                 |                 |                  |
|      |       |              |  |  |                       |                 |                 |                  |
|      |       |              |  |  |                       |                 |                 |                  |

Hari/Tanggal :

Nama/Paraf Asisten

Jam :

Nama :

Kelompok :



LABORATORIUM PENILAIAN FORMASI  
JURUSAN TEKNIK PERMINYAKAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KEBUMIHAN DAN ENERGI  
UNIVERSITAS TRISAKTI

**FORMATION WATER RESISTIVITY DETERMINATION**

Lampiran 7

Well :

Field :

**Rw from SP**

| Zone | Depth<br>( ) | h<br>( ) | Tf<br>( ) | SP<br>(mV) | Correction<br>Factor | SSP<br>(mV) | Kc<br>( ) | Rmf<br>( $\Omega$ m) | Rmfe<br>( $\Omega$ m) | Rwe<br>( $\Omega$ m) | Rw<br>( $\Omega$ m) |
|------|--------------|----------|-----------|------------|----------------------|-------------|-----------|----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|
|      |              |          |           |            |                      |             |           |                      |                       |                      |                     |
|      |              |          |           |            |                      |             |           |                      |                       |                      |                     |
|      |              |          |           |            |                      |             |           |                      |                       |                      |                     |
|      |              |          |           |            |                      |             |           |                      |                       |                      |                     |
|      |              |          |           |            |                      |             |           |                      |                       |                      |                     |

**Resistivity Ratio Method**

| Zone | Depth<br>( ) | Tf<br>( ) | Rt<br>( $\Omega$ m) | Rxo<br>( $\Omega$ m) | Rmf<br>( $\Omega$ m) | Rw<br>( $\Omega$ m) |
|------|--------------|-----------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
|      |              |           |                     |                      |                      |                     |
|      |              |           |                     |                      |                      |                     |
|      |              |           |                     |                      |                      |                     |
|      |              |           |                     |                      |                      |                     |
|      |              |           |                     |                      |                      |                     |

Hari/Tanggal :

Jam :

Nama :

Kelompok :

Nama/ParafAsisten

LABORATORIUM PENILAIAN FORMASI  
JURUSAN TEKNIK PERMINYAKAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KEBUMIHAN DAN ENERGI  
UNIVERSITAS TRISAKTI

**ARCHIE'S FORMATION WATER RESISTIVITY**

Lampiran 8

Well :

Field :

| Zone | Depth<br>( ) | Tf<br>( ) | Rt<br>( $\Omega$ m) | $\phi$<br>(%) | F | Rwa<br>( $\Omega$ m) | Rw = Rwa minimum |
|------|--------------|-----------|---------------------|---------------|---|----------------------|------------------|
|      |              |           |                     |               |   |                      |                  |
|      |              |           |                     |               |   |                      |                  |
|      |              |           |                     |               |   |                      |                  |
|      |              |           |                     |               |   |                      |                  |
|      |              |           |                     |               |   |                      |                  |
|      |              |           |                     |               |   |                      |                  |
|      |              |           |                     |               |   |                      |                  |
|      |              |           |                     |               |   |                      |                  |
|      |              |           |                     |               |   |                      |                  |
|      |              |           |                     |               |   |                      |                  |
|      |              |           |                     |               |   |                      |                  |
|      |              |           |                     |               |   |                      |                  |
|      |              |           |                     |               |   |                      |                  |
|      |              |           |                     |               |   |                      |                  |
|      |              |           |                     |               |   |                      |                  |

Hari/Tanggal :

Jam :

Nama :

Kelompok :

Nama/ParafAsisten

LABORATORIUM PENILAIAN FORMASI  
JURUSAN TEKNIK PERMINYAKAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KEBUMIHAN DAN ENERGI  
UNIVERSITAS TRISAKTI

**FORMATION WATER SATURATION**

Lampiran 9

Well :

Field :

| Zone | Depth<br>( ) | Sw (%) |       |           |           | STOIP<br>( ) | GIIP<br>( ) |
|------|--------------|--------|-------|-----------|-----------|--------------|-------------|
|      |              | Archie | Ratio | Indonesia | Simandoux |              |             |
|      |              |        |       |           |           |              |             |
|      |              |        |       |           |           |              |             |
|      |              |        |       |           |           |              |             |
|      |              |        |       |           |           |              |             |
|      |              |        |       |           |           |              |             |
|      |              |        |       |           |           |              |             |
|      |              |        |       |           |           |              |             |
|      |              |        |       |           |           |              |             |
|      |              |        |       |           |           |              |             |
|      |              |        |       |           |           |              |             |
|      |              |        |       |           |           |              |             |
|      |              |        |       |           |           |              |             |
|      |              |        |       |           |           |              |             |
|      |              |        |       |           |           |              |             |
|      |              |        |       |           |           |              |             |
|      |              |        |       |           |           |              |             |
|      |              |        |       |           |           |              |             |
|      |              |        |       |           |           |              |             |

Hari/Tanggal :

Nama/Paraf Asisten

Jam :

Nama :

Kelompok :

### **DAFTAR PUSTAKA**

1. Dewan, T.J., “ Essentials of Modern Openhole Log Interpretation”, Tulsa, Oklahoma, 1983.
2. Harsono, Adi, “Evaluasi Formasi dan Aplikasi Log”, Schlumberger Oilfield Services.
3. Schlumberger , “Log Interpretation Principles/Applications”, 1989.
4. Schlumberger, “Log Interpretation Chart”, 1997.
5. Sembodo dan Nugrahanti, Asri, “Diktat Penilaian Formasi Lanjut”
6. Sumantri, R. dan Nugrahanti, Asri, “Diktat Evaluasi Formasi”, 1988.



