



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
2016

## MODUL GURU PEMBELAJAR

# Paket Keahlian Teknik Pemboran Minyak dan Gas

Pedagogik : Menyusun Rancangan Pembelajaran  
Profesional : Mengkategorikan Operasi Logging dan Tes Sumur



KELOMPOK  
KOMPETENSI





## **MODUL GURU PEMBELAJAR**

# **Paket Keahlian Teknik Pemboran Minyak dan Gas**

**Penyusun :**

**Novrianti, ST., MT  
Universitas Islam Riau  
novrianti@yahoo.co.id  
081222000489**

**Reviewer :**

**Febri Yuliza, ST  
SMKN 3 Mandau  
yulizafebri@gmail.com  
081276068000**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN  
PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
BIDANG BANGUNAN DAN LISTRIK  
MEDAN  
2016**



## KATA PENGANTAR

Profesi guru dan tenaga kependidikan harus dihargai dan dikembangkan sebagai profesi yang bermartabat sebagaimana diamanatkan Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen. Hal ini dikarenakan guru dan tenaga kependidikan merupakan tenaga profesional yang mempunyai fungsi, peran, dan kedudukan yang sangat penting dalam mencapai visi pendidikan 2025 yaitu “Menciptakan Insan Indonesia Cerdas dan Kompetitif”. Untuk itu guru dan tenaga kependidikan yang profesional wajib melakukan pengembangan keprofesian berkelanjutan.

Pedoman Penyusunan Modul Diklat Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Bagi Guru dan Tenaga Kependidikan merupakan petunjuk bagi penyelenggara pelatihan di dalam melaksanakan pengembangan modul. Pedoman ini disajikan untuk memberikan informasi tentang penyusunan modul sebagai salah satu bentuk bahan dalam kegiatan pengembangan keprofesian berkelanjutan bagi guru dan tenaga kependidikan.

Pada kesempatan ini disampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi secara maksimal dalam mewujudkan pedoman ini, mudah-mudahan pedoman ini dapat menjadi acuan dan sumber informasi bagi penyusun modul, pelaksanaan penyusunan modul, dan semua pihak yang terlibat dalam penyusunan modul diklat PKB.

Jakarta, Agustus 2015

Direktur Jenderal Guru dan  
Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,

NIP 19590801 198503 100

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A.Latar Belakang.....	1
B. Tujuan.....	2
C. Peta Kompetensi .....	3
D. Ruang Lingkup .....	4
E. Saran Cara Penggunaan Modul.....	4
<b>BAB II MENYELENGGARAKAN PEMBELAJARAN YANG MENDIDIK.....</b>	<b>6</b>
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN I: .....</b>	<b>6</b>
<b>MENYUSUN PERANCANGAN PEMBELAJARAN .....</b>	<b>6</b>
A.Tujuan Pembelajaran.....	6
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	6
C.Uraian Materi .....	6
D. Aktivitas Pembelajaran .....	27
E. Latihan/ Kasus/ Tugas .....	28
F. Rangkuman.....	28

G. Umpan balik dan Tindak lanjut .....	29
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN II MELAKSANAKAN PEMBELAJARAN</b> .....	<b>31</b>
A. Tujuan Pembelajaran .....	31
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	31
C. Uraian Materi.....	31
D. Aktivitas Pembelajaran .....	54
E. Latihan/ Kasus/ Tugas .....	54
F. Rangkuman.....	54
G.Umpan Balik Dan Tindak Lanjut .....	55
<b>BAB III KOMPETENSI PROFESIONAL</b> .....	<b>54</b>
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN : WELL LOGGING</b> .....	<b>54</b>
A.Tujuan Pembelajaran.....	54
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	54
C.Uraian Materi .....	55
D. Aktivitas Pembelajaran .....	99
E. Latihan/ Kasus/ Tugas .....	109
F. Rangkuman.....	112
G. Umpan balik dan Tindak lanjut .....	112
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN IV: PENGUJIAN SUMUR</b> .....	<b>114</b>
A.Tujuan Pembelajaran.....	114
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	114
C.Uraian Materi .....	114

D. Aktivitas Pembelajaran .....	136
E. Latihan/ Kasus/ Tugas .....	141
F. Rangkuman.....	141
G. Umpan balik dan Tindak lanjut .....	142

**KUNCI JAWABAN**

**EVALUASI**

**PENUTUP**

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Desain Pembelajaran sebagai proses sistematis bersifat linear.....	7
Gambar 2 (Model Guru sebagai pembuat keputusan menurut James M. Cooper).....	14
Gambar 3 MWD (Richard, M,B 1985).....	58
Gambar 4 <i>Schematic</i> Peralatan log (Serra O, 1984) .....	61
Gambar 5 Kepala Log (Schlumberger).....	64
Gambar 6 Kolom Log .....	65
Gambar 7 Prinsip Kerja log SP (Bassioni Z,1994).....	68
Gambar 8 Defleksi Log SP (Asquith G, Gibson C, 1982).....	70
Gambar 9 Prinsip Kerja Log Induksi (Schlumberger).....	72
Gambar 10 Aplikasi <i>Laterolog</i> dan <i>Induction Log</i> ( Schlumberger, 1989) ....	73
Gambar 11 Contoh ILD, ILM, SFLU (Asquith G, 1990).....	74
Gambar 12 <i>Laterolog 7</i> ( Schlumberger,1989) .....	76
Gambar 13 Skematik <i>dual laterolog/</i> Micro SFL ( Bassiouni K, 1994).....	77
Gambar 14 <i>Microlog</i> ( Doll, 1955).....	78
Gambar 15 Contoh <i>Laterolog</i> dan <i>MicroLaterolog</i> (Asquith G, 1982) .....	80
Gambar 16 <i>Borehole Environment</i> ( Well Log chart Schlumberger) .....	82
Gambar 17 <i>Log Gamma Ray</i> (Asquith G, 1982).....	85
Gambar 18 <i>Log Gamma Ray</i> ( Modified Sclumberger,1989) .....	86
Gambar 19 Contoh <i>Log Densitas Bulk</i> (Asquit G, 1990).....	89

Gambar 20 Contoh Neutron Log ( Asquith G, 1990).....	91
Gambar 21 Sistem BHC ( Schlumberger, 1989).....	93
Gambar 22 Log sonic dan <i>gamma ray</i> ( Asquith G, 1990).....	94
Gambar 23 <i>Log Caliper</i> (Rider M) .....	95
Gambar 24 <i>Log Super Combo</i> (Harsono Adi, 1997).....	111
Gambar 25 Q vs $\Delta p$ ( Chaudhry, A, 2003).....	119
Gambar 26 Skematis <i>Back Pressure Test</i> dengan tekanan yang berbeda .	121
Gambar 27 Skematis dari <i>Isochronal Test</i> ( John Lee, 1982).....	122
Gambar 28 Skematis dari metode <i>modified Isochronal Test</i> .....	123
Gambar 29 Tekanan dan laju Alir pada Test PBU .....	126
Gambar 30 Grafik <i>Pressure Build Up Actual</i> (Chaudhri, A.U, 2004) .....	127
Gambar 31 Tekanan dan laju alir pada <i>Pressure Drawdown Test</i> (Earlougher, Jr, 1977) .....	134
Gambar 32 <i>Schematic Pressure time</i> ( Odeh dan Nabor, 1966).....	135

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Peta Kompetensi .....	3
Tabel 2 Log <i>Resistivitas</i> berdasarkan Rembesan.....	83

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Undang-undang No. 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen, telah menyatakan dasar legal pengakuan atas profesi guru dengan segala dimensinya. Di dalam UU ini disebutkan bahwa guru adalah pendidik profesional dengan tugas utama mendidik, mengajar, membimbing, mengarahkan, melatih, menilai, dan mengevaluasi peserta didik pada pendidikan anak usia dini jalur pendidikan formal, pendidikan dasar, dan pendidikan menengah. Tugas ini tercermin dalam kompetensi pedagogik dan kompetensi professional seorang guru. Oleh sebab itu Guru perlu ditingkatkan kompetensinya melalui diklat dengan menggunakan modul.

Desain modul ini dirancang untuk memperkuat kompetensi guru dari sisi pengetahuan, ketrampilan serta sikap secara utuh. Dimana proses pencapaiannya melalui pembelajaran pada sejumlah mata pelajaran yang dirangkai sebagai satu kesatuan yang saling mendukung dalam mencapai kompetensi tersebut. Modul yang berjudul “ Modul Diklat Pasca UKG Paket Teknik Pemboran Minyak dan gas Bumi Grade-4” merupakan sejumlah kompetensi yang diperlukan untuk guru SMK *pada* program keahlian Perminyakan yang diberikan *pada* Jenjang Dasar-4 dengan perolehan nilai 31-40 pasca Uji Kompetensi Guru (UKG). Modul ini merupakan usaha minimal yang harus dilakukan oleh guru untuk mencapai sejumlah kompetensi yang diharapkan dalam kompetensi inti dan kompetensi dasar. sesuai dengan pendekatan ilmiah ( *scientific approach* ) yang dipergunakan dalam kurikulum 2013. Langkah-langkah pendekatan ilmiah dalam proses pembelajarannya dimulai dari menggali informasi melalui pengamatan, pertanyaan dan percobaan, kemudian mengolah data dan informasi, menyajikan data atau informasi dan dilanjutkan dengan menganalisis, menalar dan kemudian menyimpulkan serta terakhir

diharapkan dapat mencipta. Setiap guru diharapkan untuk memperkaya dan mengkreasi mata pelajaran dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan, serta bersumber dari alam sekitar kita.

Modul ini dilengkapi dengan materi yang tercakup dalam kompetensi Pedagogik dan kompetensi professional. Materi Kompetensi pedagogik pada modul ini membahas tentang Penyusunan rancangan pembelajaran; dan melaksanakan pembelajaran yang mendidik

Sedangkan kompetensi professional membahas tentang tujuan *logging*, jenis-jenis *logging*, prinsip pengukuran *logging*, analisa kuantitatif, menguji peralatan operasi *logging* dan memahami fungsi peralatan *logging*, jenis dan fungsi pengujian sumur yang di gunakan dalam bidang perminyakan, fungsi *periodic production test*, *deliverability test* dan *transient test* langkah – langkah pekerjaan *periodic production test*, *delaveribility test* dan *transient test*.

## **B. Tujuan**

1. Peserta Diklat dapat menyusun dan melaksanakan rancangan pembelajaran pada teknik Pemboran Minyak dan gas bumi
2. Peserta Diklat dapat mengetahui, memahami dan mengkategorikan operasi *Logging*
3. Setelah mengikuti sesi ini, peserta diklat dapat menguasai struktur dan konsep dan kategori test sumur

## C. Peta Kompetensi

Tabel 1 Peta Kompetensi

Kompetensi Utama	Kompetensi Inti	Kompetensi Guru
Pedagogik	Menyelenggarakan pembelajaran yang mendidik	4.3 Menyusun rancangan pembelajaran yang lengkap, baik untuk kegiatan di dalam kelas, laboratorium, maupun lapangan.  4.4 Melaksanakan pembelajaran yang mendidik di kelas, di laboratorium dan di lapangan dengan memperhatikan standar keamanan yang dipersyaratkan
Profesional	20. Menguasai materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu	20.20. Mengkatagorikan Operasi <i>Logging</i> dan Tes Sumur

## D. Ruang Lingkup

Ada pun ruang lingkup dari modul ini meliputi :

1. Penyusunan rancangan pembelajaran.
2. Melaksanakan pembelajaran yang mendidik.
3. Operasi *logging* dan Jenis – Jenis *logging*
4. Analisa Kualitatif dan Kuantitatif data log
5. Klasifikasi dan Tujuan test produksi, test *delaveribility*, *pressure test*
6. Langkah – Langkah Pekerjaan test produksi, test *deliverability*, *pressure test*

## E. Saran Cara Penggunaan Modul

Langkah pembelajaran dalam modul ini dibagi dalam dua aktivitas, yakni aktivitas kelas dan individual. Aktivitas kelas dilaksanakan dalam bentuk kegiatan ceramah, diskusi dan curah pendapat dalam bentuk klasikal *learning*. Aktivitas individual meliputi, membaca modul, melakukan latihan dan membuat rangkuman dan melakukan evaluasi individual.

Dengan mengikuti langkah pembelajaran yang telah ditentukan ini, diharapkan peserta Diklat dapat meningkatkan kompetensinya, yang *pada* akhirnya meningkatkan kualitas pembelajaran di kelas, sehingga dapat meningkatkan kualitas hasil belajar peserta didik di sekolah.

Di dalam modul ini anda akan menemukan bagian-bagian sebagai berikut :

### 1. Pendahuluan

Anda menemukan informasi tentang latar belakang, tujuan, Peta Kompetensi, ruang lingkup modul, dan saran penggunaan modul.

### 2. Uraian Materi

Pada bagian ini anda mempelajari materi pelajaran yang harus anda kuasai

### 3. Aktivitas Pembelajaran

Anda menemukan berbagai bentuk kegiatan belajar yang harus dilakukan untuk memantapkan pengetahuan, keterampilan, serta nilai dan sikap yang terkait dengan uraian materi.

### 4. Latihan/Kasus/Tugas

Pada bagian ini anda mengerjakan soal-soal atau melaksanakan tugas untuk mengukur kemampuan anda terhadap topik pelajaran yang telah anda pelajari.

5. Ringkasan

Anda menemukan inti sari dari uraian materi kegiatan pembelajaran yang disajikan diakhir kegiatan pembelajaran.

6. Umpan Balik/Tindak Lanjut

Pada bagian ini anda akan menulis pernyataan deskriptif tentang hal-hal yang telah dipelajari/ditemukan selama pembelajaran, rencana pengembangan dan implementasinya, input terhadap pembelajaran berikutnya.

7. Kunci jawaban Latihan/Kasus/Tugas

Anda menemukan kunci jawaban dari latihan-latihan yang anda kerjakan.

8. Evaluasi

Anda menemukan seperangkat tes yang diberikan untuk mengukur penguasaan terhadap materi yang dipelajari

9. Glosarium

Anda menemukan daftar kata-kata/istilah/frase yang berhubungan dengan uraian materi.

## **BAB II**

### **MENYELENGGARAKAN PEMBELAJARAN YANG MENDIDIK**

#### **KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 : MENYUSUN PERANCANGAN PEMBELAJARAN**

##### **A. Tujuan Pembelajaran**

Setelah mengikuti sesi ini, peserta diklat menyusun rancangan pembelajaran sesuai dengan tuntutan paket keahlian teknik pemboran minyak dan gas bumi melalui ceramah, diskusi kelompok, *brainstorming*, dan penugasan mandiri.

##### **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

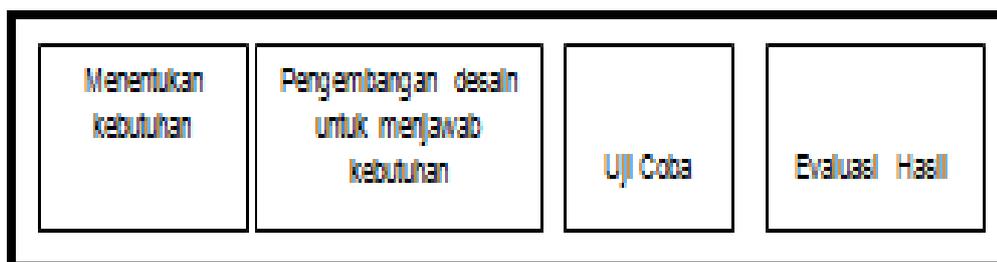
1. Rancangan pembelajaran yang lengkap diidentifikasi untuk kegiatan di dalam kelas, laboratorium, maupun lapangan.
2. Rancangan pembelajaran yang lengkap disusun untuk kegiatan di dalam kelas, laboratorium, maupun di lapangan sesuai dengan komponen-komponen RPP.

##### **C. Uraian materi**

Perencanaan pembelajaran atau biasa disebut Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) adalah rancangan pembelajaran mata pelajaran per unit yang akan diterapkan guru dalam pembelajaran di kelas. Berdasarkan RPP inilah seorang guru (baik yang menyusun RPP itu sendiri maupun yang bukan) diharapkan bisa menerapkan pembelajaran secara terprogram. Karena itu, RPP harus mempunyai daya terap (aplicable) yang tinggi. Tanpa perencanaan yang matang, mustahil target pembelajaran bisa tercapai

secara maksimal. Pada sisi lain, melalui RPP pun dapat diketahui kadar kemampuan guru dalam menjalankan profesinya.

Suatu rancangan pembelajaran, muncul karena kebutuhan manusia untuk memecahkan suatu persoalan. Melalui suatu rancangan orang bisa melakukan langkah-langkah yang sistematis untuk memecahkan suatu persoalan yang dihadapi. Dengan demikian suatu rancangan pada dasarnya adalah suatu proses yang bersifat *linear* yang diawali dari penentuan kebutuhan, kemudian mengembangkan rancangan untuk merespons kebutuhan tersebut, selanjutnya rancangan tersebut diujicobakan dan akhirnya dilakukan proses evaluasi untuk menentukan hasil tentang efektivitas rancangan (desain) yang disusun. Desain sebagai proses rangkaian yang bersifat *linear* tersebut digambarkan oleh Sambaugh (2006) seperti di bawah ini :



Gambar 1 Desain Pembelajaran sebagai proses sistematis bersifat linear

Dalam konteks pembelajaran, rancangan pembelajaran dapat diartikan sebagai proses yang sistematis untuk memecahkan persoalan pembelajaran melalui proses perencanaan bahan-bahan pembelajaran beserta aktivitas yang harus dilakukan, perencanaan sumber-sumber pembelajaran yang dapat digunakan serta perencanaan evaluasi keberhasilan. Pendekatan yang dapat digunakan dalam desain pembelajaran adalah pendekatan sistem, yang mencakup analisis tentang perencanaan, analisis pengembangan, analisis implementasi, dan analisis evaluasi.

Pendapat yang lebih spesifik lagi dikemukakan oleh Gentry (1994), yang berpendapat bahwa rancangan pembelajaran berkenaan dengan proses

menentukan tujuan pembelajaran, strategi dan teknik untuk mencapai tujuan serta merancang media yang dapat digunakan untuk efektivitas pencapaian tujuan.

Sejalan dengan pengertian di atas, Gagne (1992) menjelaskan bahwa rancangan pembelajaran disusun untuk membantu proses belajar siswa, dimana proses belajar itu memiliki tahapan segera dan tahapan jangka panjang. Menurut Gagne, belajar seseorang dapat dipengaruhi oleh dua factor yakni faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah faktor yang berkaitan dengan kondisi yang dibawa atau datang dari dalam individu siswa, seperti kemampuan dasar, gaya belajar seseorang, minat dan bakat serta kesiapan setiap individu yang belajar. Faktor eksternal adalah faktor yang datang dari luar individu, yakni berkaitan dengan penyediaan kondisi atau lingkungan yang didesain agar siswa belajar. Rancangan pembelajaran yang berkaitan dengan factor eksternal ini, yakni pengaturan lingkungan dan kondisi yang memungkinkan siswa dapat belajar.

Agar siswa dapat belajar dengan baik, maka apa yang dipelajari sesuai dengan kondisi lingkungan atau hal apa yang terjadi di lingkungannya. John Dewey (1916) menyimpulkan bahwa murid akan belajar dengan baik jika apa yang dipelajarinya terkait dengan apa yang telah diketahui. Pembelajaran ini menekankan *pada* daya pikir yang tinggi, transfer ilmu pengetahuan, mengumpulkan dan menganalisis data, memecahkan masalah-masalah tertentu baik secara individu maupun kelompok (Badruzman, 2006).

Sebelum melaksanakan pembelajaran, maka guru harus terlebih dahulu membuat rencana pembelajaran yang akan menjadi pedoman atau panduan di dalam kegiatan pembelajaran. Untuk membuat perencanaan yang baik dan dapat menyelenggarakan proses pembelajaran yang ideal, setiap guru harus mengetahui unsur-unsur perencanaan pembelajaran yang baik antara lain mengidentifikasi kebutuhan siswa, tujuan yang hendak dicapai, berbagai skenario dan strategi yang relevan, digunakan untuk mencapai tujuan dan kriteria evaluasi (Hunt, 1999:24) dari Abdul Majid (2012:249). Peran guru dalam mengembangkan strategi pembelajaran sangatlah penting karena

aktivitas belajar siswa sangat dipengaruhi oleh sikap dan perilaku guru di dalam kelas. Jika guru antusias dan semangat tentunya siswa juga akan mengembangkan aktivitas belajar dengan baik, antusias, giat dan serius.

Seperti yang telah diungkapkan di atas, RPP adalah rencana kegiatan pembelajaran tatap muka untuk satu pertemuan atau lebih. RPP dikembangkan dari silabus untuk mengarahkan kegiatan pembelajaran peserta didik dalam upaya mencapai Kompetensi Dasar (KD). Setiap peserta didik pada satuan pendidikan berkewajiban menyusun RPP secara lengkap dan sistematis agar pembelajaran berlangsung secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, efisien, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik. RPP disusun berdasarkan KD atau subtopik yang dilaksanakan dalam satu kali pertemuan atau lebih.

Dalam menyusun RPP hendaknya memperhatikan prinsip-prinsip sebagai berikut:

1. Perbedaan individual peserta didik antara lain kemampuan awal, tingkat intelektual, bakat, potensi, minat, motivasi belajar, kemampuan sosial, emosi, gaya belajar, kebutuhan khusus, kecepatan belajar, latar belakang budaya, norma, nilai, dan/atau lingkungan peserta didik.
2. Partisipasi aktif peserta didik
3. Berpusat pada peserta didik untuk mendorong semangat belajar, motivasi, minat, kreativitas, inisiatif, inspirasi, inovasi dan kemandirian.
4. Pengembangan budaya membaca dan menulis yang dirancang untuk mengembangkan kegemaran membaca, pemahaman beragam bacaan, dan berekspresi dalam berbagai bentuk tulisan.
5. Pemberian umpan balik dan tindak lanjut RPP memuat rancangan program pemberian umpan balik, positif, penguatan, pengayaan dan remedial.

6. Penekanan pada keterkaitan dan keterpaduan antara KD, materi pembelajaran, kegiatan pembelajaran, indicator pencapaian kompetensi, penilaian, dan sumber belajar dalam satu keutuhan pengalaman pengalaman belajar.
7. Mengakomodasi pembelajaran tematik-terpadu, keterpaduan lintas mata pelajaran, lintas aspek belajar dan keragaman budaya.
8. Penerapan teknologi informasi dan komunikasi secara terintegrasi, sistematis dan efektif sesuai dengan situasi dan kondisi. RPP paling sedikitnya memuat: (1) tujuan pembelajaran, (2) materi pembelajaran, (3) metode pembelajaran, (4) sumber belajar, (5) penilaian.

Dalam merancang pembelajaran, guru harus memperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

a. Perbaiki kualitas pembelajaran

Perbaikan kualitas pembelajaran haruslah diawali dengan perbaikan desain pembelajaran. Perencanaan pembelajaran dapat dijadikan titik awal dari upaya perbaikan kualitas pembelajaran. Hal ini dimungkinkan karena di dalam desain pembelajaran, tahapan yang akan dilakukan oleh guru dalam mengajar telah dirancang dengan baik, mulai dari mengadakan analisis dari tujuan pembelajaran sampai dengan pelaksanaan evaluasi sumatif yang tujuannya untuk mengukur ketercapaian tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan.

b. Pembelajaran dirancang dengan pendekatan sistem

Untuk mencapai kualitas pembelajaran, maka desain pembelajaran yang dilakukan haruslah didasarkan pada pendekatan system. Hal ini disadari bahwa dengan pendekatan system akan memberikan peluang yang lebih besar dalam mengintegrasikan semua variable yang mempengaruhi belajar., termasuk keterkaitan antara variable pengajaran, yakni variable kondisi pembelajaran, variable metode, dan variable hasil pembelajaran.

c. Desain pembelajaran mengacu *pada* bagaimana seseorang belajar

Kualitas pembelajaran juga banyak tergantung pada bagaimana pembelajaran itu dirancang. Rancangan pembelajaran biasanya dibuat

berdasarkan pendekatan perancangannya. Apakah bersifat intuitif atau bersifat ilmiah. Jika bersifat intuitif, maka rancangan pembelajaran tersebut banyak diwarnai oleh kehendak perancangannya.

- d. Desain pembelajaran diacukan pada siswa perorangan.

Setiap siswa memiliki potensi yang perlu dikembangkan. Tindakan atau perilaku belajar dapat ditata atau dipengaruhi, tetapi tindakan atau perilaku belajar tersebut akan tetap berjalan sesuai karakteristik siswa. Siswa yang lambat berpikir, tidak mungkin dipaksa segera bertindak secara cepat. Sebaliknya siswa yang memiliki kemampuan berpikir tinggi, tidak mungkin dipaksa bertindak dengan cara lambat.

Dalam hal ini jika perencanaan pembelajaran tidak diacukan *pada* individu yang belajar seperti ini, maka besar kemungkinan siswa yang lambat belajar akan makin tertinggal, dan yang cepat berpikir makin maju pembelajarannya. Akibatnya, proses pembelajaran yang dilakukan dalam suatu kelompok tertentu akan banyak mengalami hambatan karena perbedaan karakteristik siswa yang tidak diperhatikan.

Hal lain yang merupakan karakteristik siswa adalah perkembangan intelektual siswa, tingkat motivasi, kemampuan berpikir, gaya kognitif, gaya belajar, kemampuan awal, dan lain-lain. Berdasarkan karakteristik tersebut, rancangan pembelajaran mau tidak mau harus diacukan pada pertimbangan ini.

- e. Desain Pembelajaran harus diacukan pada tujuan.

Hasil pembelajaran mencakup hasil langsung dan hasil tidak langsung (pengiring). Perancangan pembelajaran perlu memilah hasil pembelajaran yang langsung dapat diukur setelah selesai pelaksanaan pembelajaran, dan hasil pembelajarannya yang tidak diukur serta merta melalui keseluruhan poses pembelajaran, atau hasil pengiring.

- f. Desain Pembelajaran muaranya kemudahan belajar

Sebagaimana telah disebutkan pembelajaran adalah upaya membelajarkan siswa, dan perancangan pembelajaran adalah merupakan penataan upaya tersebut agar muncul perilaku belajar. Dalam

kondisi yang ditata dengan baik, strategi yang direncanakan akan memberikan peluang dicapainya hasil pembelajaran.

g. Desain pembelajaran melibatkan variabel pembelajaran.

Desain pembelajaran diupayakan mencakup semua variabel pengajaran yang dirasa turut mempengaruhi belajar. Ada tiga variabel pembelajaran yang perlu dipertimbangkan dalam merancang pembelajaran. Ketiga variabel adalah variabel kondisi, metode, dan variabel hasil pembelajaran.

- 1) Kondisi pembelajaran mencakup semua variabel yang tidak dapat dimanipulasi oleh perencana pembelajaran dan diterima apa adanya. Variabelnya antara lain tujuan pembelajaran, karakteristik bidang studi, dan karakteristik siswa.
- 2) Variabel metode pembelajaran mencakup semua cara yang dapat dipakai untuk mencapai tujuan pembelajaran dalam kondisi tertentu.  
Variabelnya antara lain strategi pengorganisasian pembelajaran, dan strategi pengelolaan pembelajaran.
- 3) Variabel hasil pembelajaran mencakup semua akibat yang muncul dari penggunaan metode tertentu pada kondisi tertentu, seperti keefektifan pembelajaran, efisiensi pembelajaran, dan daya tarik pembelajaran.

➤ **Persiapan Mengajar**

Persiapan mengajar pada hakekatnya merupakan perencanaan jangka pendek untuk memperkirakan atau memproyeksikan tentang apa yang akan dilakukan. Dengan demikian, persiapan mengajar merupakan upaya untuk memperkirakan tindakan yang akan dilakukan untuk mengkoordinasikan komponen pembelajaran berbasis kompetensi, yakni kompetensi dasar, materi standar, indikator hasil belajar, skenario pengajaran, dan penilaian.

Kompetensi dasar berfungsi mengembangkan potensi peserta didik; materi standar berfungsi memberikan makna terhadap kompetensi dasar, indikator hasil belajar berfungsi menunjukkan keberhasilan pembentukan kompetensi pada peserta didik, skenario pengajaran merupakan tahapan-tahapan yang

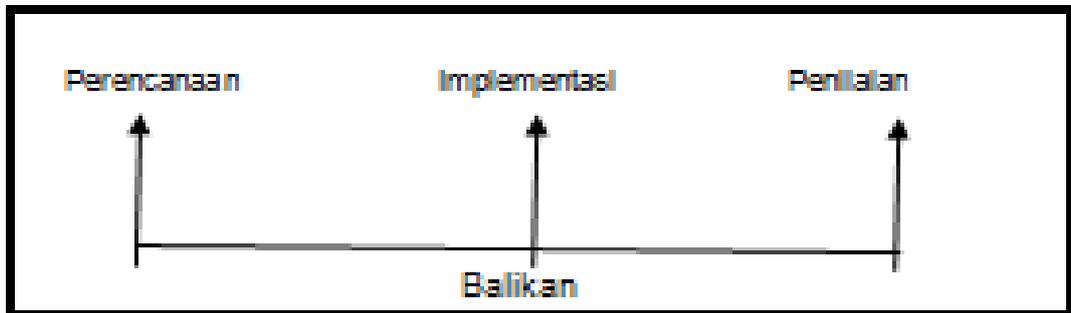
akan dilakukan dalam proses pengajaran, sedangkan penilaian berfungsi mengukur pembentukan kompetensi dan menentukan tindakan yang harus dilakukan apabila kompetensi dasar belum terbentuk atau belum tercapai.

Membuat rencana mengajar, melaksanakan pembelajaran dan melakukan penilaian hasil belajar merupakan tugas guru yang paling utama guru. Rencana mengajar tersebut merupakan realisasi dari pengalaman belajar siswa yang telah ditentukan pada tahapan penentuan pengalaman belajar. Guru dapat mengembangkan rencana pengajaran dalam berbagai bentuk (Lembar Kerja Siswa, Lembar Tugas Siswa, Lembar Informasi, dan lain-lain) sesuai dengan strategi pembelajaran dan penilaian yang akan digunakan.

Guru, murid dan bahan merupakan unsur yang dominan dalam proses pembelajaran. Ketiga unsur ini saling berkaitan, berpengaruh dan serta saling menunjang antara satu dengan yang lainnya. Jika salah satu unsur tidak ada, kedua unsur yang lain tidak akan berlangsung dengan baik. Jika proses belajar mengajar itu ditinjau dari segi kegiatan guru, maka terlihat bahwa guru memegang peranan utama. Ia berfungsi sebagai pembuat keputusan yang berhubungan dengan *perencanaan, implementasi* dan *penilaian*.

Sebagai perencana, guru hendaknya dapat mendiagnosis kebutuhan para siswa sebagai subjek belajar, merumuskan tujuan kegiatan proses pembelajaran dan menetapkan strategi pengajaran yang ditempuh untuk merealisasikan tujuan yang telah dirumuskan.

Pada saat melaksanakan kegiatan evaluasi, guru harus dapat menetapkan prosedur dan teknik evaluasi yang tepat (valid terandalkan). Jika kompetensi dasar yang telah ditetapkan *pada* bagian perencanaan belum tercapai, maka ia harus meninjau kembali rencana serta implementasinya dengan maksud untuk melakukan perbaikan. Kegiatan fungsi di atas dapat dilihat pada diagram di bawah ini:



Gambar 2 (Model Guru sebagai pembuat keputusan menurut James M. Cooper)

### ➤ Kerangka Perencanaan dan Implementasi Persiapan Mengajar

Kerangka perencanaan dan implementasinya melibatkan urutan langkah-langkah yang sangat penting bagi guru dalam mempersiapkan pelaksanaan rencana pengajaran. Dalam kerangka tersebut terlihat adanya hubungan yang erat antara aktivitas yang satu dengan yang lainnya, yaitu:

1. Mengadakan diagnosis kebutuhan peserta didik; berarti bahwa para guru harus menaruh perhatian khusus terhadap peserta didik yang ada di dalam kelas. Antara lain berhubungan dengan minat para individu, kebutuhan dan kemampuan mereka. Selanjutnya dicari jalan keluar bagaimana memenuhi hal tersebut. Disamping itu guru juga harus menentukan bahan pelajaran yang dipilih dan diajarkan kepada peserta didik.
2. Memilih isi dan menentukan sasaran  
Sasaran pengajaran menggambarkan kemampuan apa yang diharapkan dimiliki oleh peserta didik, yaitu agar mereka mampu melakukan sesuatu sesuai dengan urutan pembelajaran sehingga guru dapat mengetahui bahwa peserta didik telah mempelajari sesuatu di dalam kelas. Dalam hal ini para guru juga harus mempertimbangkan adanya perbedaan individu yang terdapat dalam kelas tersebut selama mengajar.

### 3. Mengidentifikasi teknik-teknik pembelajaran

Aktivitas ini dilakukan setelah guru merumuskan sasaran-sasaran yang digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan tentang teknik pembelajaran. Guru dapat memilih teknik pembelajaran secara profesional dan tindakan semacam ini dapat membantu peserta didik untuk dapat mencapai sasaran yang telah ditentukan.

### 4. Merencanakan Aktivitas

Dalam aktivitas ini yang paling penting adalah mengorganisasi keputusan-keputusan yang telah diambil yaitu mengenai peserta didik secara individu, sasaran-sasaran dan teknik pembelajaran dan dibukukan dalam dokumen resmi sehingga dapat dilakukan untuk melanjutkan pembelajaran berikutnya.

### 5. Memberikan motivasi dan implementasi program

Perencanaan pada aktivitas ini mempersiapkan guru secara khusus bertalian dengan teknik motivasional yang akan diterapkan dan beberapa prosedur administratif yang perlu diikuti agar rencana pengajaran tersebut dapat dilaksanakan dengan baik. Satu hal sangat penting dalam aktivitas ini adalah menetapkan transisi antara satu bagian dari pelajaran yang diberikan pada hari tersebut ke pelajaran hari selanjutnya.

### 6. Perencanaan yang dipusatkan pada pengukuran dan evaluasi

Aktivitas ini merupakan pengembangan perencanaan untuk mengadakan tes dan penyesuaian tentang penampilan peserta didik secara individual.

## ➤ **Pengembangan Indikator Pencapaian Kompetensi**

### **1. Pengertian Indikator Pencapaian Kompetensi**

Indikator Pencapaian Kompetensi (**IPK**) merupakan penanda pencapaian KD yang ditandai oleh perubahan perilaku yang dapat diukur yang mencakup sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Indikator dikembangkan sesuai dengan karakteristik peserta didik, mata pelajaran, satuan pendidikan,

potensi daerah dan dirumuskan dalam kata kerja operasional yang terukur dan/atau dapat diobservasi. Dalam mengembangkan indikator perlu mempertimbangkan:

- (1) tuntutan kompetensi yang dapat dilihat melalui kata kerja operasional yang digunakan dalam KD;
- (2) karakteristik mata pelajaran, peserta didik, dan sekolah; dan
- (3) potensi dan kebutuhan peserta didik, masyarakat, dan lingkungan/daerah.

## **2. Fungsi Indikator Pencapaian Kompetensi**

Indikator memiliki kedudukan yang sangat strategis dalam mengembangkan pencapaian kompetensi. Indikator berfungsi sebagai berikut:

### **1. Pedoman dalam mengembangkan materi pembelajaran.**

Pengembangan materi pembelajaran harus sesuai dengan indikator yang dikembangkan. Indikator yang dirumuskan secara cermat dapat memberikan arah dalam pengembangan materi pembelajaran yang efektif sesuai dengan karakteristik mata pelajaran, potensi dan kebutuhan peserta didik, sekolah, serta lingkungan.

### **2. Pedoman dalam mendesain kegiatan pembelajaran.**

Kegiatan pembelajaran perlu dirancang secara efektif agar kompetensi dapat dicapai secara maksimal. Pengembangan kegiatan pembelajaran hendaknya sesuai dengan indikator yang dikembangkan, karena indikator dapat memberikan gambaran kegiatan pembelajaran yang efektif untuk mencapai kompetensi.

### **3. Pedoman dalam merancang penilaian hasil belajar.**

Indikator pencapaian kompetensi merupakan:

- a. kemampuan yang dapat diobservasi untuk disimpulkan sebagai pemenuhan Kompetensi Dasar pada Kompetensi Inti 1 dan Kompetensi Inti 2; dan

b. kemampuan yang dapat diukur dan/atau diobservasi untuk disimpulkan sebagai pemenuhan Kompetensi Dasar pada Kompetensi Inti 3 dan Kompetensi Inti 4. Indikator menjadi pedoman dalam merancang, melaksanakan, serta mengevaluasi hasil belajar.

## ➤ **Mekanisme Pengembangan Indikator Pencapaian Kompetensi**

### **1. Menganalisis Tingkat Kompetensi dalam KI dan KD.**

Langkah pertama pengembangan indikator adalah menganalisis tingkat kompetensi dalam KD. Hal ini diperlukan untuk memenuhi tuntutan minimal kompetensi yang dijadikan standar secara nasional. Sekolah dapat mengembangkan indikator melebihi standar minimal tersebut. Tingkat kompetensi dapat dilihat melalui kata kerja operasional yang digunakan dalam KD. Tingkat kompetensi dapat diklasifikasi dalam tiga bagian, yaitu tingkat pengetahuan, tingkat proses, dan tingkat penerapan. Kata kerja pada tingkat pengetahuan lebih rendah dari pada tingkat proses maupun penerapan. Tingkat penerapan merupakan tuntutan kompetensi paling tinggi yang diinginkan. Selain tingkat kompetensi, penggunaan kata kerja menunjukkan penekanan aspek yang diinginkan, mencakup sikap, pengetahuan, serta keterampilan.

Pengembangan indikator harus mengakomodasi kompetensi sesuai tendensi yang digunakan dalam KD. Jika aspek keterampilan lebih menonjol, maka indikator yang dirumuskan harus mencapai kemampuan keterampilan yang diinginkan.

### **2. Menganalisis Karakteristik Mata Pelajaran, Peserta Didik, dan Sekolah**

Pengembangan indikator mempertimbangkan karakteristik mata pelajaran, peserta didik, dan sekolah karena indikator menjadi acuan dalam penilaian. Sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2013, setiap mata pelajaran memiliki karakteristik tertentu yang membedakan dari mata pelajaran lainnya. Perbedaan ini menjadi pertimbangan penting dalam mengembangkan

indikator. Guru harus melakukan kajian mendalam mengenai karakteristik mata pelajaran sebagai acuan mengembangkan indikator.

Karakteristik mata pelajaran dapat dikaji pada dokumen standar isi mengenai tujuan, ruang lingkup dan Kompetensi Inti (KI) serta Kompetensi Dasar (KD) masing-masing mata pelajaran. Pengembangan indikator memerlukan informasi karakteristik peserta didik yang unik dan beragam. Oleh karena itu indikator selayaknya mampu mengakomodir keragaman tersebut. Karakteristik sekolah dan daerah juga menjadi acuan dalam pengembangan indikator karena target pencapaian sekolah tidak sama. Sekolah kategori tertentu yang melebihi standar minimal termasuk sekolah bertaraf internasional dapat mengembangkan indikator yang lebih tinggi dari tuntutan kompetensi.

### **3. Menganalisis Kebutuhan dan Potensi**

Kebutuhan dan potensi peserta didik, sekolah, dan daerah perlu dianalisis untuk dijadikan bahan pertimbangan dalam mengembangkan indikator. Peserta didik mendapatkan pendidikan sesuai dengan potensi dan kecepatan belajarnya, termasuk tingkat potensi yang diraihinya. Indikator juga harus dikembangkan guna mendorong peningkatan mutu sekolah di masa yang akan datang berdasarkan informasi hasil analisis potensi sekolah yang berguna untuk mengembangkan kurikulum melalui pengembangan indikator.

### **4. Merumuskan Indikator**

Indikator dirumuskan dalam bentuk kalimat dengan menggunakan kata kerja operasional. Rumusan indikator sekurang-kurangnya mencakup dua hal yaitu tingkat kompetensi dan materi yang menjadi media pencapaian kompetensi. Dalam merumuskan indikator perlu diperhatikan beberapa ketentuan sebagai berikut:

1. Indikator harus mencapai tingkat kompetensi minimal KD dan dapat dikembangkan melebihi kompetensi minimal sesuai dengan potensi dan kebutuhan peserta didik.
2. Indikator yang dikembangkan harus menggambarkan hirarki kompetensi.

3. Indikator harus dapat mengakomodir karakteristik mata pelajaran yang diampu.

### ➤ **Komponen dan Struktur RPP**

Penyusunan program pembelajaran akan bermuara pada persiapan mengajar sebagai produk program pembelajaran jangka pendek yang mencakup komponen kegiatan belajar dan proses pelaksanaan program. Cynthia dalam Mulyasa (2004:82) mengemukakan bahwa proses pembelajaran yang dimulai dengan fase persiapan mengajar ketika kompetensi dan metodologi telah diidentifikasi, akan membantu dalam mengorganisasi materi standar serta mengantisipasi peserta didik dan masalah-masalah yang mungkin timbul di dalam pembelajaran. Sebaliknya guru yang melaksanakan proses pembelajaran tanpa membuat persiapan mengajar akan mengalami kendala-kendala dan masalah-masalah dalam kegiatan pembelajaran.

Agar guru dapat membuat persiapan mengajar yang efektif dan berhasil guru, dituntut untuk memahami berbagai aspek yang berkaitan dengan pengembangan persiapan mengajar, baik berkaitan dengan hakikat, fungsi, prinsip maupun prosedur pengembangan persiapan mengajar serta mengukur efektivitas mengajar. Rencana pembelajaran yang baik menurut Gagne dan Briggs (1974) hendaknya mengandung tiga komponen yang disebut *anchorpoint* yaitu:

- 1) tujuan pengajaran;
- 2) materi pelajaran/bahan ajar, pendekatan dan metode mengajar, media pengajaran dan pengalaman belajar;
- 3) evaluasi keberhasilan.

RPP sebagai proses lanjutan dari silabus memiliki beberapa komponen. Komponen-komponen ini akan memberikan gambaran awal bagaimana proses pembelajaran di kelas akan berjalan. Komalasari (2013:194): Komponen dan struktur sebuah RPP adalah sebagai berikut:

- a. Identitas RPP
- b. Tujuan Pembelajaran
- c. Materi Ajar
- d. Metode pembelajaran

- e. Langkah-langkah pembelajaran
- f. Sumber belajar
- g. Penilaian hasil belajar

RPP menurut Permendikbud No. 103 Tahun 2014 tentang Pembelajaran pada Pendidikan Dasar dan Menengah mempunyai komponen-komponen sebagai berikut:

- a. Identitas sekolah/madrasah, mata pelajaran atau tema, kelas/semester dan alokasi waktu
- b. Kompetensi inti, kompetensi dasar, & indikator pencapaian kompetensi.
- c. Materi pembelajaran
- d. Kegiatan pembelajaran yang meliputi kegiatan pendahuluan, kegiatan inti dan kegiatan penutup.
- e. Penilaian, pembelajaran remedial dan pengayaan.
- f. Media, alat, bahan dan sumber belajar.

Berdasarkan uraian di atas dapat dipahami bahwa unsur-unsur yang sangat penting masuk dalam rencana pengajaran adalah:

Apa yang akan diajarkan, pertanyaan itu menyangkut berbagai kompetensi yang harus dicapai, indikator-indikatornya serta materi bahan ajar yang akan disampaikan untuk mencapai kompetensi tersebut

Bagaimana mengajarkannya, pertanyaan ini berkenaan dengan berbagai strategi yang akan dikembangkan dalam proses pembelajaran termasuk pengembangan berbagai aktivitas opsional bagi siswa dalam menyelesaikan tugas-tugasnya

Bagaimana mengevaluasi hasil belajarnya, pertanyaan ini harus dijawab dengan merancang jenis evaluasi untuk mengukur daya serap siswa terhadap materi yang mereka pelajari pada sesi tersebut.

## **RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN(RPP)**

**Sekolah :**

**Mata pelajaran :**

**Kelas/Semester :**

**Alokasi Waktu :**

**A. Kompetensi Inti (KI)**

**B. Kompetensi Dasar**

1. KD pada KI-1
2. KD pada KI-2
3. KD pada KI-3
4. KD pada KI-4

**C. Indikator Pencapaian Kompetensi\*)**

1. Indikator KD pada KI-1
2. Indikator KD pada KI-2
3. Indikator KD pada KI-3
4. Indikator KD pada KI-4

**D. Tujuan Pembelajaran**

**E. Materi Pembelajaran**

Materi pembelajaran dapat berasal dari buku teks pelajaran dan buku panduan guru, sumber belajar lain berupa muatan lokal, materi kekinian, konteks pembelajaran dari lingkungan sekitar yang dikelompokkan menjadi materi untuk pembelajaran reguler, pengayaan, dan remedial)

## **F. Metode Pembelajaran**

## **G. Kegiatan Pembelajaran**

### 1. Pertemuan Pertama: (...JP)

#### a. Kegiatan Pendahuluan

#### b. Kegiatan Inti \*\*)

- Mengamati
- Menanya
- Mengumpulkan informasi/mencoba
- Menalar/mengasosiasi
- Mengomunikasikan

#### c. Kegiatan Penutup

### 2. Pertemuan Kedua: (...JP)

#### a. Kegiatan Pendahuluan

#### b. Kegiatan Inti \*\*)

- Mengamati
- Menanya
- Mengumpulkan informasi/mencoba
- Menalar/mengasosiasi
- Mengomunikasikan

#### c. Kegiatan Penutup

### 3. Pertemuan seterusnya.

## **H. Penilaian, Pembelajaran Remedial dan Pengayaan**

1. Teknik penilaian
2. Instrumen penilaian
  - a. Pertemuan Pertama
  - b. Pertemuan Kedua
  - c. Pertemuan seterusnya
3. Pembelajaran Remedial dan Pengayaan

Pembelajaran remedial dilakukan segera setelah kegiatan penilaian.

## **I. Media/alat, Bahan, dan Sumber Belajar**

1. Media/alat:
2. Bahan:
3. Sumber Belajar:

\*) Indikator untuk KD yang diturunkan dari KI-1 dan KI-2 dirumuskan dalam bentuk perilaku umum yang bermuatan nilai dan sikap yang gejalanya dapat diamati sebagai dampak pengiring dari KD pada KI-3 dan KI-4. Indikator untuk KD yang diturunkan dari KI-3 dan KI-4 dirumuskan dalam bentuk perilaku spesifik yang dapat diamati dan diukur.

\*\*) Pada kegiatan inti, kelima pengalaman belajar tidak harus muncul seluruhnya dalam satu pertemuan tetapi dapat dilanjutkan pada pertemuan berikutnya, tergantung cakupan muatan pembelajaran.

### ➤ **Langkah Penyusunan RPP**

- 1) Pengkajian silabus meliputi:
  - (a) KI dan KD;

- (b) materi pembelajaran;
- (c) proses pembelajaran;
- (d) penilaian pembelajaran;
- (e) alokasi waktu; dan
- (f) sumber belajar.

## 2) Menentukan Identitas

Identitas ini meliputi: (1) Nama Sekolah, (2) Mata pelajaran, (3) Kelas/Semester dan Alokasi Waktu.

## 3) Menuliskan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

- a. Kompetensi Inti (KI) merupakan gambaran secara kategorial mengenai kompetensi dalam aspek sikap, pengetahuan dan keterampilan yang harus dipelajari siswa untuk suatu jenjang sekolah, kelas dan mata pelajaran.
- b. Kompetensi Dasar (KD) adalah sejumlah kemampuan yang harus dikuasai peserta didik dalam mata pelajaran tertentu dan kemampuan spesifik yang mencakup sikap, pengetahuan dan keterampilan yang terkait muatan pelajaran. Kompetensi dasar ini sebagai rujukan penyusunan indikator kompetensi dalam suatu mata pelajaran. Pada bagian ini dituliskan kompetensi dasar yang harus dimiliki peserta didik setelah proses pembelajaran berakhir.

## 4) Perumusan Indikator

Indikator merupakan kemampuan yang dapat diobservasi untuk disimpulkan sebagai pemenuhan Kompetensi Dasar Inti 1 dan Kompetensi Inti 2; dan kemampuan yang dapat diukur dan/atau diobservasi untuk disimpulkan sebagai pemenuhan Kompetensi Dasar pada KI-3 dan KI-4. Indikator merupakan penanda pencapaian kompetensi dasar yang ditandai oleh perubahan perilaku yang dapat diukur yang mencakup sikap, pengetahuan dan keterampilan.

## 5) Menuliskan Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran menggambarkan proses dan hasil belajar yang diharapkan dicapai oleh peserta didik sesuai dengan KD. Tujuan

pembelajaran ini dibuat mengacu KI, KD dan indikator yang telah ditentukan. Tujuan pembelajaran ini adalah tujuan yang akan dicapai selama proses pembelajaran berlangsung. Tujuan pembelajaran dirumuskan berdasarkan KD dengan menggunakan kata kerja operasional yang dapat diamati dan diukur yang mencakup sikap, pengetahuan dan keterampilan. Tujuan dapat diorganisasikan mencakup seluruh KD atau diorganisasikan setiap pertemuan. Tujuan pembelajaran yang dinyatakan dengan baik mulai dengan menyebutkan **Audience**: untuk siapa tujuan itu dimaksudkan (untuk peserta didik). Tujuan itu kemudian mencantumkan **Behavior** atau kemampuan yang harus didemonstrasikan dan **Condition** seperti apa perilaku atau kemampuan yang akan diamati. Akhirnya, tujuan itu mencantumkan *Degree* keterampilan baru itu harus dicapai dan diukur yaitu dengan standar seperti apa kemampuan itu dapat dinilai.

6) Materi Pembelajaran dapat berasal dari buku teks pelajaran dan buku panduan guru, sumber belajar lain berupa konteks pembelajaran darilingkungan sekitar;

7) Metode Pembelajaran

Metode pembelajaran ini merupakan rincian dari kegiatan pembelajaran, digunakan oleh pendidik untuk mewujudkan suasana belajar atau proses pembelajaran agar peserta didik mencapai KD yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik dan KD yang akan dicapai.

8) Penjabaran Kegiatan Pembelajaran yang ada pada silabus dalam bentuk yang lebih operasional berupa pendekatan saintifik disesuaikan dengan kondisi peserta didik dan satuan pendidikan termasuk penggunaan media, alat, bahan, dan sumber belajar;

9) Penentuan alokasi waktu

Alokasi waktu ditentukan sesuai dengan keperluan untuk pencapaian KD dan beban belajar dengan mempertimbangkan jumlah jam pelajaran yang tersedia dalam silabus dan KD yang harus dicapai yang selanjutnya dibagi dalam kegiatan pendahuluan, inti dan penutup.

#### 10) Pengembangan penilaian pembelajaran

Penilaian memuat prosedur dan instrumen penilaian proses dan hasil belajar disesuaikan dengan indikator pencapaian kompetensi dan mengacu kepada standar penilaian. Pengembangan penilaian pembelajaran dengan cara menentukan lingkup, teknik dan instrumen penilaian, serta membuat pedoman penskoran. Selanjutnya menentukan strategi pembelajaran remedial segera setelah dilakukan penilaian

#### 11) Menentukan Media, Alat, Bahan dan Sumber Belajar

- a. Media/alat pembelajaran, berupa alat bantu proses pembelajaran untuk menyampaikan materi pembelajaran yang memudahkan memberikan pengertian kepada siswa.
- b. Bahan: berupa bahan yang digunakan selama proses pembelajaran berlangsung.
- c. Sumber belajar: dapat berupa buku, media cetak dan elektronik, alam sekitar, atau sumber belajar lain yang relevan.

Menentukan Media, Alat, Bahan dan Sumber Belajar disesuaikan dengan yang telah ditetapkan dalam langkah penjabaran proses pembelajaran.

### **D. Aktivitas Pembelajaran**

Aktivitas pembelajaran yang dilakukan oleh peserta diklat adalah

1. Belajar mandiri dengan membaca modul dan berbagai sumber belajar.
2. Mengerjakan kasus-kasus yang ada
3. Melakukan diskusi
4. Mengerjakan tugas-tugas baik secara individu maupun kelompok
5. Mengikuti evaluasi untuk mengukur keberhasilan pembelajaran

## **E. Latihan/Kasus/Tugas**

Peserta diminta untuk berkerja secara berkelompok, setiap kelompok terdiri dari maksimal 4 peserta, diskusikanlah pertanyaan dibawah .

1. Identifikasilah apa saja yang harus saudara pertimbangkan saat hendak menyusun rencana proses pembelajaran (RPP)?
2. Coba jelaskan format dan isi masing-masing komponen RPP yang saudara kembangkan di sekolah tempat saudara bertugas (Sekolah asal penugasan)
3. Mengapa guru harus menyiapkan rencana pembelajaran?
4. Pilih kompetensi dasar dari silabus anda, kemudian kembangkanlah indikator- indikatornya.

## **F. Rangkuman**

Pembelajaran yang mendidik bukan hanya bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta didik tetapi aspek yang tidak kalah pentingnya adalah adanya perubahan perilaku ke arah yang lebih baik. Oleh sebab itu perlu adanya rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP), untuk menjamin keterlaksanaan proses pembelajaran yang baik. RPP adalah rencana pembelajaran yang disusun guru yang akan digunakan sebagai panduan/pedoman dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran

Perancangan pembelajaran dapat diartikan sebagai proses yang sistematis untuk memecahkan persoalan pembelajaran melalui proses perencanaan bahan-bahan pembelajaran beserta aktivitas yang harus dilakukan, perencanaan sumber-sumber pembelajaran yang dapat digunakan serta perencanaan evaluasi keberhasilan.

Perancangan Pembelajaran harus memperhatikan; (1) untuk perbaikan kualitas pembelajaran; (2) dirancang dengan pendekatan system; (3) mengacu pada bagaimana seseorang belajar; (4) diacukan pada siswa perorangan; (5) harus diacukan pada tujuan (6) muaranya kemudahan belajar; (7) melibatkan variabel pembelajaran.

Komponen RPP terdiri dari : Identitas Rencana Pelaksanaan Pembelajaran; Standar kompetensi; Kompetensi dasar; Indikator pencapaian kompetensi; Tujuan pembelajaran; Materi ajar; Alokasi waktu; Metode pembelajaran ; Kegiatan pembelajaran; Sumber belajar; Penilaian hasil belajar

### **G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

- Apakah ada hal-hal yang menurut Anda penting, tetapi belum Anda dapatkan pada Penyusunan rancangan pembelajaran ?
- Hal-hal apa yang akan Anda lakukan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam proses penyusunan rancangan pembelajaran?

## **KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 : MELAKSANAKAN PEMBELAJARAN**

### **A. Tujuan Pembelajaran**

Setelah mengikuti sesi ini, peserta diklat diharapkan memiliki keterampilan dasar mengajar dan mampu melaksanakan pembelajaran yang aktif sesuai dengan RPP yang telah disusun melalui ceramah, diskusi kelompok, *brainstorming*, dan penugasan mandiri.

### **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

- Pembelajaran yang mendidik di kelas, di laboratorium dan di lapangan disimulasikan sesuai dengan rancangan pembelajaran.
- Pelaksanaan pembelajaran aktif yang mendidik di kelas, di laboratorium dan di lapangan dilaksanakan sesuai dengan rancangan pembelajaran.

### **C. Uraian Materi**

#### ➤ **Melaksanakan Pembelajaran Aktif**

Melaksanakan pembelajaran yang mendidik merupakan tugas dan tanggung jawab seorang guru. Oleh sebab itu pemahaman guru tentang mendidik yang benar menjadi dasar utama untuk mengembangkan kegiatan-kegiatan pendidikan untuk meningkatkan kompetensi peserta didik. Kompetensi yang diharapkan muncul dalam diri peserta didik tergambar dari pencapaian kompetensi suatu mata pelajaran .

Keberhasilan pencapaian kompetensi satu mata pelajaran bergantung kepada beberapa aspek. Salah satu aspek yang sangat mempengaruhi adalah bagaimana cara seorang guru dalam melaksanakan pembelajaran. Kecendrungan pembelajaran pada saat ini masih berpusat pada guru (*teacher center*) dengan bercerita atau ceramah sehingga siswa kurang

terlibat dalam proses pembelajaran. Akibatnya tingkat pemahaman siswa terhadap materi pelajaran masih rendah.

Beberapa ciri pembelajaran aktif sebagaimana dikemukakan dalam pembelajaran model ALIS (Active Learning In School, 2009) adalah:

- a. Pembelajaran berpusat pada siswa
- b. Pembelajaran terkait dengan kehidupan nyata
- c. Pembelajaran mendorong anak untuk berpikir tingkat tinggi
- d. Pembelajaran melayani gaya belajar anak yang berbeda-beda
- e. Pembelajaran mendorong anak untuk berinteraksi multi arah (siswa-guru)
- f. Pembelajaran menggunakan lingkungan sebagai media atau sumber belajar
- g. Pembelajaran berpusat pada anak
- h. Penataan lingkungan belajar memudahkan siswa untuk melakukan kegiatan belajar
- i. Guru memantau proses belajar siswa
- j. Guru memberikan umpan balik terhadap hasil kerja anak

Untuk menciptakan pembelajaran aktif, beberapa penelitian (Uno Hamzah, 2009) menemukan salah satunya adalah anak belajar dari pengalaman, selain mereka harus belajar memecahkan masalah yang dihadapinya. Mereka belajar dengan cara melakukan, menggunakan indera mereka, menjelajahi lingkungan berupa benda, tempat serta peristiwa-peristiwa di sekitar mereka

Anak-anak juga belajar dengan baik dan memahami bila apa yang dipelajari terkait dengan apa yang sudah diketahui dan metode pembelajaran yang digunakan sesuai dengan gaya belajar mereka (mendengarkan, melihat dan bergerak atau melakukan).

Dengan demikian pembelajaran aktif adalah pembelajaran yang menekankan pada keaktifan siswa untuk mengalami sendiri, berlatih, berkegiatan sehingga mereka belajar dengan menggunakan daya pikir, emosi dan keterampilannya. Pendidik adalah fasilitator yang dapat

menciptakan suasana kelas yang demokrasi. Diantara pendidik dan peserta didik dibutuhkan partisipasi aktif di kelas dalam suasana yang demokratis, dan mampu saling menghargai dengan kedudukan yang sama antar teman serta kemandirian akademis.

Beberapa petunjuk penerapan aktif menurut Theo Riyanto dan Martin Handoko (2004) adalah:

- a. Mulailah pelajaran dengan menanyakan ringkasan atau apa yang penting dari pelajaran yang lalu. Mintalah peserta didik untuk membagikan apa yang mereka tulis atau ketahui kepada teman sekelas
- b. Mintalah peserta didik mengajukan pertanyaan apa yang belum mereka pahami atau minta keterangan lebih lanjut mengenai pelajaran yang lalu atau pelajaran yang akan diberikan.
- c. Mintalah peserta didik untuk menerka materi apa yang akan diberikan pada hari ini
- d. Mintalah peserta didik untuk menuliskan komentar/mengomentari secara lisan topik atau tema yang akan dibahas.
- e. Gunakanlah teknik permainan “jigsaw” untuk sarana permainan dalam kelompok kecil. Masing-masing kelompok memiliki tugas yang sama, tetapi sedikit informasi sehingga mereka harus bekerja sama.
- f. Mempersiapkan diskusi dengan menayakan sesuatu. Menyebutkan angka satu untuk yang setuju atau menunjukkan kertas warna hijau. Angka dua atau menunjukkan warna merah untuk yang tidak setuju dan angka tiga atau kuning untuk yang ragu-ragu. Kemudian berdasarkan alasan itu peserta didik diminta untuk mengajukan alasan atau argumentasinya.
- g. Kerja kelompok, dimana setiap kelompok melakukan aktivitas tertentu sesuai dengan topik atau tema yang sedang dibahas/disampaikan.
- h. Pada akhir proses pembelajaran peserta diminta untuk menuliskan ringkasan dengan bahasanya sendiri atau diminta untuk membuat suatu tanggapan sesuai dengan kemampuannya dengan menggambar, membuat puisi, mengekspresikan dengan gerakan, menyanyi atau menari.

- i. Peserta didik diminta untuk merumuskan pertanyaan-pertanyaan sesuai dengan pokok atau tema bahasan, setelah ditukarkan dengan teman yang lain (misalnya sebangku), kemudian diminta untuk mengerjakannya sebagai pekerjaan rumah.
- j. Siswa diminta untuk memberikan contoh dari pengalamannya yang berkaitan dengan pokok/tema yang baru saja dibahas.

➤ **Keterampilan Dasar Mengajar**

Secara umum istilah keterampilan dasar mengajar (*teaching skills*) dapat diartikan sebagai kemampuan guru yang bersifat khusus (*the most specific instructional behaviours*) sebagai modal dasar dalam melaksanakan tugas kegiatan pembelajaran (As. Glicman, 1991). Dengan demikian istilah keterampilan dasar mengajar menunjukkan kepada beberapa kemampuan dasar dan pokok yang bersifat khusus dan aplikatis terkait dengan tugas-tugas pelaksanaan pembelajaran.

Belajar bukan hanya berarti menghafal tetapi siswa harus mampu mengkonstruksi pengetahuannya, internalisasi dan memiliki kesiapan untuk mengaktualisasi pengalaman belajarnya dalam memecahkan permasalahan yang dihadapi. Pada saat ini tuntutan terhadap hasil belajar semakin tinggi melalui proses pembelajaran yang mampu mengaktifkan siswa sehingga berimplikasi terhadap kesiapan guru dalam melakukan aktivitas pembelajaran. Di sinilah letak pentingnya keterampilan mengajar seorang guru.

Dengan demikian dalam melaksanakan pembelajaran yang mendidik, seorang guru haruslah memiliki keterampilan dasar mengajar. Kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran pada hakikatnya terkait dengan tafsiran sejauh mana kemampuan para guru mampu dalam menerapkan berbagai variasi metode mengajar dan model-model pembelajaran yang akan membawa siswa pada kegiatan pembelajaran yang aktif dan menyenangkan. Dalam praktik pembelajaran seorang guru mestinya mengimplementasikan apa sudah direncanakannya atau dengan kata lain desain pembelajaran.

Turney (1973) yang dikutip dari Majid A. (2012:283) mengemukakan delapan (8) keterampilan dasar mengajar, yakni:

### **1) Keterampilan bertanya.**

Keterampilan ini mensyaratkan guru harus menguasai teknik mengajukan pertanyaan yang cerdas. Untuk meningkatkan partisipasi siswa dalam proses belajar mengajar, guru perlu menunjukkan sikap yang baik pada waktu mengajukan pertanyaan maupun ketika menerima jawaban siswa dan menghindari kebiasaan, seperti mengajukan pertanyaan dengan jawaban serentak, menentukan siswa yang harus menjawab sebelum bertanya dan memberikan pertanyaan ganda. Dalam proses belajar mengajar setiap pertanyaan baik berupa kalimat tanya ataupun suruhan yang menuntut respon siswa sehingga sehingga dapat menambah pengetahuan dan meningkatkan kemampuan berpikir siswa. Komponen-komponen dalam dasar mengajukan pertanyaan adalah pengungkapan pertanyaan secara jelas dan singkat, pemberian acuan, pemusatan, pemindahgiliran, penyebaran, pemberian waktu berpikir, dan pemberian tuntunan.

Turney (1979) mengidentifikasi 12 fungsi pertanyaan sebagai berikut:

- a. Membangkitkan minat serta keingintahuan siswa tentang suatu topik.
- b. Memusatkan perhatian pada masalah-masalah tertentu.
- c. Menggalakkan penerapan belajar aktif.
- d. Merangsang siswa mengajukan pertanyaan sendiri.
- e. Menstrukturkan tugas-tugas hingga kegiatan belajar dapat berlangsung secara maksimal.
- f. Mendiagnosis kesulitan belajar siswa.
- g. Mengkomunikasikan dan merealisasikan bahwa semua siswa harus aktif dalam kegiatan pembelajaran.
- h. Menyediakan kesempatan bagi siswa untuk mendemonstrasikan pemahaman tentang informasi yang diberikan.
- i. Melibatkan siswa dalam memanfaatkan kesimpulan yang dapat mendorong mengembangkan proses berpikir.
- j. Mengembangkan kebiasaan menanggapi pernyataan teman atau pernyataan guru.

- k. Memberikan kesempatan untuk belajar diskusi.
- l. Menyatakan perasaan dan pikiran murni kepada siswa.

## 2) Keterampilan memberi penguatan

Seorang guru perlu menguasai keterampilan memberikan penguatan karena penguatan merupakan dorongan bagi siswa untuk meningkatkan perhatian. Memberi penguatan atau *reinforcement* merupakan tindakan atau respon terhadap suatu bentuk perilaku yang dapat mendorong munculnya peningkatan kualitas tingkah laku tersebut di waktu yang lain. Respon ada yang positif dan negatif. Respon positif misalnya anak diberikan hadiah atau pujian sedangkan respon negatif adalah memberikan hukuman, namun kedua respon tersebut memiliki tujuan yang sama yaitu ingin mengubah tingkah laku seseorang. Penguatan adalah segala bentuk respon apakah bersifat verbal atau non verbal yang merupakan bagian dari modifikasi tingkah laku guru terhadap tingkah laku siswa, yang bertujuan memberikan informasi atau umpan balik (*feedback*) bagi si penerima atas perbuatannya sebagai suatu dorongan atau koreksi. Penguatan juga merupakan respon terhadap suatu tingkah laku yang dapat meningkatkan kemungkinan berulangnya kembali tingkah laku tersebut. Penggunaan penguatan dalam kelas dapat mencapai atau mempunyai pengaruh sikap positif terhadap proses belajar siswa dan bertujuan untuk meningkatkan perhatian siswa terhadap pelajaran, merangsang dan meningkatkan motivasi belajar serta membina tingkah laku siswa yang produktif.

Komponen-komponen penguatan terdiri dari penguatan verbal yang diungkapkan dengan kata-kata pujian, penghargaan, persetujuan dan sebagainya dan penguatan non verbal terdiri dari penguatan berupa mimik dan gerakan badan, penguatan dengan cara mendekati, penguatan dengan sentuhan, penguatan dengan kegiatan yang menyenangkan, dan penguatan berupa symbol atau benda. Penggunaan penguatan secara efektif harus memperhatikan tiga hal, yaitu: kehangatan dan efektivitas, kebermaknaan, dan menghindari penggunaan respon yang negatif.

Semua aspek yang terdapat *pada* pemberian penguatan dapat berpengaruh pada kelompok siswa usia manapun, baik pada anak yang sudah dewasa

maupun anak yang belum dewasa. Hal yang perlu diperhatikan dalam pemberian penguatan adalah guru harus yakin bahwa siswa akan menghargainya dan menyadari akan respon yang diberikan guru. Pemberian penguatan dapat dilakukan pada saat:

- Siswa memperhatikan guru, memperhatikan kawan lainnya dan benda yang menjadi tujuan diskusi;
- Siswa sedang belajar, mengerjakan tugas dari buku, membaca dan bekerja di papan tulis.
- Menyelesaikan hasil kerja (seleksi penuh, atau menyelesaikan format).
- Bekerja dengan kualitas yang baik (kerapian, ketelitian, keindahan, dan mutu materi).
- Perbaiki pekerjaan (dalam kualitas, hasil atau penampilan).

### **3) Keterampilan mengajar kelompok kecil dan perorangan**

Seorang guru dapat melakukan pendekatan secara pribadi, mengorganisasikan, membimbing dan memudahkan belajar serta merencanakan dan melaksanakan kegiatan belajar-mengajar. Secara fisik untuk pengajaran ini berjumlah terbatas yaitu berkisar antar 3-8 orang dan perseorangan. Pengajaran kelompok kecil dan perseorangan memungkinkan guru memberikan perhatian terhadap setiap siswa serta terjadinya hubungan yang lebih akrab antara guru dan siswa dan dengan siswa. Komponen keterampilan yang digunakan adalah keterampilan mengadakan pendekatan secara pribadi, keterampilan mengorganisasi, keterampilan membimbing dan memudahkan belajar dan keterampilan merencanakan dan melaksanakan kegiatan belajar mengajar.

### **4) Keterampilan menjelaskan**

Keterampilan ini mensyaratkan guru untuk merefleksikan segala informasi sesuai dengan kehidupan sehari-hari. Keterampilan menjelaskan adalah penyajian informasi secara lisan yang diorganisasikan secara sistemik untuk menunjukkan adanya hubungan antara yang satu dengan yang lainnya. Penyampaian informasi yang terencana dengan baik dan disajikan dengan urutan yang cocok merupakan ciri utama kegiatan menjelaskan. Pemberian

penjelasan merupakan salah satu aspek yang sangat penting dari kegiatan guru dalam interaksinya dengan siswa di kelas. Biasanya guru cenderung mendominasi pembicaraan dan mempunyai pengaruh langsung, misalnya dalam memberikan fakta, ide ataupun pendapat. Oleh sebab itu hal ini haruslah dibenahi untuk ditingkatkan keefektifannya agar tercapai hasil yang optimal dari penjelasan dan pembicaraan guru tersebut sehingga bermakna bagi murid.

Tujuan memberikan penjelasan adalah sebagai berikut:

- Membimbing murid untuk mendapatkan dan memahami hukum, dalil, fakta, definisi, dan prinsip secara objektif dan bernalar.
- Melibatkan murid untuk berpikir dengan memecahkan masalah-masalah dan pertanyaan.
- Untuk mendapat balikan dari murid mengenai tingkat pemahamannya dan untuk mengatasi kesalahpahaman murid.
- Membimbing murid untuk menghayati dan mendapat proses penalaran dan mendapatkan bukti-bukti dalam pemecahan masalah.

##### **5) Keterampilan membuka dan menutup pelajaran.**

Membuka pelajaran (*set induction*) adalah usaha atau kegiatan yang dilakukan oleh guru dalam kegiatan belajar mengajar untuk menciptakan prakondisi bagi siswa agar mental maupun perhatian terpusat *pada* apa yang dipelajarinya sehingga usaha tersebut akan memberikan efek yang positif terhadap kegiatan belajar, sedangkan menutup pelajaran atau *closure* adalah kegiatan yang dilakukan oleh guru untuk mengakhiri kegiatan belajar mengajar.

Membuka pelajaran dapat diartikan sebagai aktivitas guru untuk menciptakan suasana siap mental dan menimbulkan atensi siswa agar terpusat terhadap apa yang akan dipelajari. Menutup pembelajaran adalah aktivitas guru untuk mengakhiri kegiatan inti pembelajaran. Hal ini terkait dengan pemberian gambaran menyeluruh tentang apa yang telah dipelajari murid, mengetahui tingkat pencapaian siswa dan tingkat keberhasilan guru dalam proses pembelajaran.

Keterampilan membuka pelajaran meliputi komponen: menarik perhatian siswa, menimbulkan motivasi, memberi acuan melalui berbagai usaha, dan membuat kaitan atau hubungan diantara materi-materi yang akan dipelajari. Komponen keterampilan menutup pelajaran meliputi: meninjau kembali penguasaan inti pelajaran dengan merangkum inti pelajaran dan membuat ringkasan dan mengevaluasi.

#### **6) Keterampilan membimbing diskusi kelompok kecil.**

Hal terpenting dalam proses ini adalah mencermati aktivitas siswa dalam diskusi. Diskusi kelompok adalah suatu proses yang teratur yang melibatkan sekelompok orang dalam interaksi tatap muka yang informal dengan berbagai pengalaman atau informasi, pengambilan kesimpulan, atau pemecahan masalah. Diskusi kelompok merupakan strategi yang memungkinkan siswa menguasai suatu konsep atau memecahkan suatu masalah melalui suatu proses yang memberi kesempatan untuk berpikir, berinteraksi sosial serta berlatih bersikap positif. Dengan demikian diskusi kelompok dapat meningkatkan kreativitas siswa serta membina kemampuan berkomunikasi.

Keterampilan-keterampilan membimbing diskusi kelompok kecil bertujuan sebagai berikut:

- Siswa dapat saling memberi informasi atau pengalaman dalam menjelajahi gagasan baru atau masalah yang harus dipecahkan mereka.
- Siswa dapat mengembangkan pengetahuan dan kemampuan untuk berpikir dan berkomunikasi.
- Siswa terlibat dalam perencanaan dan pengambilan keputusan

#### **7) Keterampilan mengelola kelas, mencakup keterampilan yang berhubungan penciptaan dan pemeliharaan kondisi belajar yang optimal serta pengendalian kondisi belajar yang optimal.**

Pengelolaan kelas adalah keterampilan guru untuk menciptakan dan memelihara kondisi belajar yang optimal dan mengembalikannya bila terjadi gangguan dalam proses belajar mengajar. Dalam melaksanakan keterampilan mengelola kelas, maka perlu diperhatikan komponen

keterampilan yang berhubungan dengan penciptaan dan pemeliharaan kondisi belajar yang optimal (bersifat preventif) berkaitan dengan kemampuan guru dalam mengambil inisiatif dan mengendalikan kegiatan pembelajaran.

Komponen keterampilan mengelola kelas ini pada dasarnya terbagi dua, yaitu:

1. Keterampilan yang berhubungan dengan penciptaan dan pemeliharaan kondisi belajar yang optimal, meliputi: (a) menunjukkan sikap tanggap. Sikap tanggap dapat ditunjukkan oleh guru untuk membuktikan bahwa ia ada sekaligus mengontrol kepedulian dan ketidakacuhan para siswanya, (b) membagi perhatian. Pengelolaan kelas yang efektif dapat terjadi jika guru mampu membagi perhatian kepada beberapa kegiatan *pada* waktu yang sama, (c) memusatkan perhatian kelompok, (d) Memberikan petunjuk-petunjuk yang jelas, (e) Menegur apabila terjadi penyimpangan dan pelanggaran, tingkah laku siswa yang mengganggu proses pembelajaran, (f) Memberikan penguatan.
2. Keterampilan yang berhubungan dengan pengembalian kondisi belajar yang optimal, yang meliputi hal-hal: (a) modifikasi perilaku, (b) melakukan pendekatan pemecahan masalah kelompok, (c) memperlancar terjadinya kerjasama yang baik dalam pelaksanaan tugas, (d) memelihara kegiatan-kegiatan kelompok, (e) menemukan dan memecahkan tingkah laku yang menimbulkan masalah.

**8) Keterampilan mengadakan variasi, baik variasi dalam gaya mengajar, penggunaan media dan bahan pelajaran dan pola interaksi dan kegiatan.**

Variasi stimulus adalah suatu kegiatan guru dalam konteks proses interaksi belajar mengajar yang ditujukan untuk mengatasi kebosanan siswa sehingga dalam situasi belajar mengajar, siswa senantiasa menunjukkan ketekunan, serta penuh partisipasi. Variasi di dalam proses belajar mengajar dimaksudkan sebagai proses perubahan dalam pengajaran yang dapat dikelompokkan ke dalam tiga komponen yaitu:

- Variasi dalam cara mengajar guru, meliputi penggunaan variasi suara (*teacher voice*), pemusatan perhatian siswa (*focusing*), kesenyapan atau kebisuan guru (*teacher silence*), mengadakan kontak pandang dan gerak (*eye contact and movement*), gerakan badan, mimik, variasi dalam ekspresi wajah, dan pergantian posisi guru dalam kelas (*teacher movement*).
- Variasi dalam penggunaan media dan alat pengajaran. Media dan alat pengajaran bila ditinjau dari indera yang digunakan dapat digolongkan tiga bagian yaitu: dapat di dengar, dilihat dan diraba.
- Variasi pola interaksi dan kegiatan siswa. Pola interaksi guru dengan murid dalam kegiatan belajar mengajar sangat beranekaragam coraknya. Penggunaan variasi pola interaksi dimaksudkan agar tidak menimbulkan kebosanan, kejemuhan, serta untuk menghidupkan suasana kelas demi keberhasilan siswa dalam mencapai tujuan.

Diharapkan setelah menguasai delapan keterampilan mengajar yang telah dijelaskan di atas dapat bermanfaat bagi guru sehingga dapat membina dan mengembangkan keterampilan-keterampilan tertentu dalam mengajar. Keterampilan mengajar yang esensial secara terkontrol dapat dilatihkan, diperoleh balikan (*feedback*) yang cepat dan tepat, penguasaan komponen keterampilan mengajar secara lebih baik, dapat memusatkan perhatian secara khusus kepada komponen keterampilan yang objektif dan dikembangkannya pola observasi yang sistematis dan objektif. Dari ke delapan kompetensi yang telah dijelaskan di atas, yang paling penting bagi guru adalah bagaimana cara guru menggunakannya agar proses pembelajaran dapat berjalan dengan baik.

### ➤ **Pelaksanaan Pembelajaran**

Berdasarkan Permendikbud Nomor: 103 Tahun 2014 tentang standar pembelajaran pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Pedoman Pelaksanaan Pembelajaran, pengertian pembelajaran adalah proses interaksi antar peserta didik, antar peserta didik dengan tenaga pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Untuk mencapai kualitas yang telah

dirancang dalam dokumen kurikulum, kegiatan pembelajaran perlu menggunakan prinsip sebagai berikut:

1. Peserta didik difasilitasi untuk mencari tahu;
2. Peserta didik belajar dari berbagai sumber
3. Proses pembelajaran menggunakan pendekatan ilmiah
4. Pembelajaran berbasis kompetensi
5. Pembelajaran terpadu
6. Pembelajaran yang menekankan pada jawaban divergen yang memiliki kebenaran multidimensi
7. Pembelajaran berbasis keterampilan aplikatif
8. Peningkatan keseimbangan, kesinambungan dan keterkaitan antara hard-skills dan soft-skills
9. Pembelajaran yang mengutamakan pembudayaan dan pemberdayaan peserta didik sebagai pembelajar sepanjang hayat
10. Pembelajaran yang menerapkan nilai-nilai dengan memberi keteladanan (ing ngarso sungtulodo), membangun kemauan (ing madyo mangun karso), dan mengembangkan kreativitas peserta didik dalam pembelajaran (tut wuri handayani).
11. Pembelajaran yang berlangsung di rumah, di sekolah dan di masyarakat
12. Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran
13. Pengakuan atas perbedaan individu dan latar belakang budaya peserta didik dan
14. Suasana belajar yang menyenangkan dan menantang

Tahapan pertama dalam pembelajaran yaitu perencanaan pembelajaran yang diwujudkan dengan kegiatan penyusunan RPP, tahap selanjutnya adalah pelaksanaan pembelajaran. Tahap pelaksanaan pembelajaran meliputi kegiatan pendahuluan, inti dan penutup. Pada setiap tahap ada berbagai kegiatan yang harus dilakukan guru. Berikut ini uraian kegiatan pendahuluan, inti dan penutup

### **1) Kegiatan Pendahuluan**

Dalam kegiatan pendahuluan guru:

- a. Menyiapkan peserta didik secara psikis dan fisik untuk mengikuti proses pembelajaran.
- b. Memberi motivasi belajar siswa secara kontekstual sesuai manfaat dan aplikasi materi ajar dalam kehidupan sehari-hari dengan memberikan contoh dan perbandingan lokal, nasional dan internasional.
- c. Mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang mengaitkan pengetahuan sebelumnya dengan materi yang akan dipelajari.
- d. Menjelaskan tujuan pembelajaran atau kompetensi dasar yang akan dicapai; dan
- e. Menyampaikan cakupan materi dan penjelasan uraian kegiatan sesuai silabus.

## **2) Kegiatan Inti**

Kegiatan inti menggunakan model pembelajaran, metode pembelajaran, media pembelajaran, dan sumber belajar yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik dan mata pelajaran. Pemilihan pendekatan tematik dan/atau tematik terpadu dan/atau saintifik dan/atau inkuiri dan penyingkapan (discovery) dan/atau pembelajaran yang menghasilkan karya berbasis pemecahan masalah (project based learning) disesuaikan dengan karakteristik kompetensi dan jenjang pendidikan.

### **a. Sikap**

Sesuai dengan karakteristik sikap, maka salah satu alternative yang dipilih adalah proses afeksi mulai dari menerima, menjalankan, menghargai, menghayati, hingga mengamalkan. Seluruh aktivitas pembelajaran berorientasi pada tahapan kompetensi yang mendorong siswa untuk melakukan aktivitas tersebut.

### **b. Pengetahuan**

Pengetahuan dimiliki melalui aktivitas mengetahui, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi, hingga mencipta. Karakteristik aktivitas belajar dalam domain pengetahuan ini memiliki perbedaan dan kesamaan dengan aktivitas belajar dalam domain keterampilan. Untuk memperkuat pendekatan scientific, tematik terpadu dan tematik sangat disarankan untuk menerapkan belajar berbasis penyingkapan/penelitian

(*discovery/inquiry learning*). Untuk mendorong peserta didik menghasilkan karya kreatif dan kontekstual, baik individual maupun kelompok, disarankan menggunakan pendekatan pembelajaran yang menghasilkan karya berbasis pemecahan masalah (*project based learning*).

c. Keterampilan

Keterampilan diperoleh melalui kegiatan mengamati, mananya, mencoba, menalar, menyaji, dan mencipta. Seluruh isi materi (topic dan sub topic) mata pelajaran yang diturunkan dari keterampilan harus mendorong siswa untuk melakukan proses pengamatan hingga penciptaan. Untuk mewujudkan keterampilan tersebut perlu melakukan pembelajaran yang menerapkan modus belajar berbasis penyingkapan/penelitian (*discovery/inquiry learning*) dan pembelajaran yang menghasilkan karya berbasis pemecahan masalah (*project based learning*).

### 3) Kegiatan Penutup

Dalam kegiatan penutup, guru bersama siswa baik secara individual maupun kelompok melakukan refleksi untuk mengevaluasi:

- a. Seluruh rangkaian aktivitas pembelajaran dan hasil-hasil yang diperoleh untuk selanjutnya secara bersama menemukan manfaat langsung maupun tidak langsung dari hasil pembelajaran yang telah berlangsung.
- b. Memberikan umpan balik terhadap proses dan hasil pembelajaran.
- c. Melakukan kegiatan tindak lanjut dalam bentuk pemberian tugas, baik tugas individual maupun kelompok
- d. Menginformasikan rencana kegiatan pembelajaran untuk pertemuan berikutnya.

#### ➤ **Micro Teaching**

##### 1. **Konsep Micro Teaching**

Secara etimologis, *micro teaching* berasal dari dua kata yaitu *micro* berarti kecil, terbatas, sempit dan *teaching* berarti pembelajaran. Secara terminologis, *micro teaching* adalah redaksi yang berbeda-beda namun

mempunyai substansi makna yang sama. Berikut pengertian *micro teaching* menurut para ahli

Laughlin dan Moulton dalam Hasibuan mendefinisikan *micro teaching* (pengajaran mikro) adalah sebuah metode latihan penampilan yang dirancang secara jelas dengan jalan mengisolasi bagian-bagian komponen dari proses mengajar, sehingga guru (calon guru) dapat menguasai setiap komponen satu persatu dalam situasi mengajar yang disederhanakan. Sukirman mengatakan *micro teaching* adalah sebuah pembelajaran dengan salah satu pendekatan atau cara untuk melatih penampilan mengajar yang dilakukan secara "micro" atau disederhanakan. Penyederhanaan disini terkait dengan setiap komponen pembelajaran, misalnya dari segi waktu, materi, jumlah siswa, jenis keterampilan dasar mengajar yang dilatihkan, penggunaan metode dan media pembelajaran, dan unsur-unsur pembelajaran lainnya.

Selanjutnya Hamalik mengatakan pengajaran mikro merupakan teknik baru dan menjadi bagian dalam pembaruan. Penggunaan pengajaran mikro dalam rangka mengembangkan keterampilan mengajar calon guru atau sebagai usaha peningkatan, adalah suatu cara baru terutama dalam sistem pendidikan guru di negeri kita.[4] Sedangkan Sardiman mengatakan *micro teaching* adalah meningkatkan performance yang menyangkut keterampilan dalam mengajar atau latihan mengelola interaksi belajar mengajar.

Tujuan *micro teaching* bagi guru adalah memberikan penyegaran dalam program pendidikan dan agar guru mendapatkan pengalaman belajar mengajar yang bersifat individual demi perkembangan profesinya serta mengembangkan sikap terbuka bagi guru terhadap pembaharuan yang berlangsung di dunia pendidikan.

Dalam pengajaran mikro merupakan suatu teknik atau prosedur latihan mengajar, dimana komponen komponen belajar mengajar dimikrokkan, dari segi keterampilan yang dilatihkan, jumlah peserta didik, waktu yang digunakan, bahan/materi pelajaran. Oleh sebab itu pengajaran mikro adalah suatu kegiatan latihan mengajar dalam situasi laboratoris yang dilakukan

dalam kelas (*micro*) bukan kelas sebenarnya. Dalam kegiatan ini peserta diklat (guru) melakukan praktek mengajar yang meliputi; pembuatan kelengkapan mengajar; penampilan di depan kelas; pengorganisasian kelas; penyajian materi hingga penilaian hasil belajar peserta diklat. Dengan demikian bahwa pelaksanaan *microteaching* mengandung makna pelaksanaan pembelajaran secara utuh dengan berbagai aspek yang dimikrokkan seperti telah disebutkan diatas.

Melalui pelaksanaan *microteaching* kepada peserta diklat ini diharapkan dapat; memberi masukan (*feed back*) bagi guru yang melaksanakan pengajaran melalui curah pendapat dan masukan *pada* kegiatan pembelajaran sesungguhnya karena peserta didiknya adalah sesama guru

#### 1. Pelaksanaan persiapan peserta

Sebelum melaksanakan kegiatan *microteaching*, peserta diharapkan agar menyusun persiapan mengajar yang bersifat mikro, dengan langkah sebagai berikut:

- a. Memilih dan menetapkan materi yang akan diajarkan, dengan ketentuan bahwa; pelaksanaan *microteaching* setiap peserta hanya diberi waktu  $\pm$  30 menit untuk keseluruhan kegiatan mulai dari awal sampai akhir; materi disesuaikan dengan diklat kompetensi yang diikuti; suatu materi dapat dibawakan oleh 2 – 3 peserta diklat.
- b. Menyusun Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dengan ketentuan bahwa; RPP disusun secara individu dan dirancang untuk satu (1) kali pertemuan sesuai dengan materi diklat yang dipilih, bagi peserta yang memilih materi yang sama, sebaiknya menyusun strateginya sendiri, tidak harus sama.
- c. Menyusun dan merancang bahan ajar diklat, disarankan menyusun dalam bentuk modul
- d. Memilih dan menetapkan media yang akan digunakan, sesuai dengan tujuan yang diharapkan dicapai peserta diklat.

- e. Menyusun instrumen evaluasi, untuk digunakan mengukur ketercapaian hasil belajar peserta diklat.

Persiapan ini disusun oleh peserta diklat sebagai bagian dari kegiatan terstruktur dari diklat kompetensi kejuruan yang diikuti peserta diklat.

## 2. Pelaksanaan microteaching

*Microteaching* dilaksanakan dipandu oleh tim widyaiswara/fasilitator masing-masing. Dalam pelaksanaan *microteaching*, aspek-aspek yang dilatihkan antara lain menyangkut;

### a. Keterampilan Proses Pembelajaran

Keterampilan proses pembelajaran dimaksudkan sebagai keterampilan guru dalam berinteraksi selama kegiatan pembelajaran yang meliputi kemampuan;

- Membuka pelajaran (guru menciptakan suasana yang kondusif pada awal pembelajaran yang meliputi aktifitas penyampaian salam; penyampaian tujuan pembelajaran dan atau pemberian motivasi kepada peserta diklat, yang dikaitkan dengan materi pembelajaran yang akan dibahas, seperti keterkaitan dengan materi sebelumnya atau dengan kebermaknaan materi dengan kehidupan sehari-hari saat ini atau di masa yang akan datang.
- Melibatkan peserta diklat (guru mendorong peserta diklat untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran melalui kegiatan pemberian pertanyaan; pemberian tugas; klarifikasi atau pengulangan jawaban peserta diklat yang lain; sedapat mungkin memberi kesempatan kepada seluruh peserta diklat, tidak hanya beberapa peserta diklat saja.
- Menanggapi peserta diklat (memberi respon positif terhadap pertanyaan dan atau jawaban peserta diklat, sehingga tumbuh rasa percaya diri dalam mengemukakan ide, pertanyaan, atau pendapat)

- Penggunaan waktu (guru harus menggunakan waktu secara tepat sesuai dengan rencana pelaksanaan pembelajaran yang tertuang dalam RPP)
- Mengakhiri/menutup pelajaran (dalam menutup kegiatan pembelajaran; guru menyampaikan rangkuman/kesimpulan pembelajaran, memberi umpan balik hasil evaluasi dengan menekankan hal-hal yang harus dipelajari ulang di rumah, memberi tugas rumah dan atau kegiatan yang dapat menguatkan hasil belajar yang telah dicapai hari ini.

#### b. Modal Kesiapan

Yang dimaksud dengan modal kesiapan adalah yang berhubungan dengan berbagai sikap yang harus diperhatikan oleh guru selama proses pembelajaran. Hal ini meliputi sikap tubuh waktu mengajar, sikap terhadap kondisi ruangan, peran dan fungsi media yang digunakan, waktu serta penampilan diri, yang tertuang dalam aspek-aspek;

- gerakan (guru hendaknya melakukan gerakan yang efisien dan efektif untuk mendukung penjelasan atau uraian materi yang dibahas);
- suara (suara yang monoton akan membosankan pendengar, oleh karena itu guru perlu mengatur ritme, intonasi dan kelancaran berbicara, sehingga peserta diklat tidak merasa bosan)
- Titik perhatian (semua peserta diklat hendaknya mendapat perhatian yang sama, selama berlangsungnya pembelajaran, untuk itu guru perlu mengarahkan pandangan *kepada* semua peserta diklat, tidak kepada satu peserta diklat atau satu arah saja.
- Variasi media (penggunaan media belajar yang bervariasi dapat meningkatkan motivasi dan pemahaman peserta diklat, dan digunakan secara efektif dan proposional, media yang dapat digunkan seperti; papan tulis; benda asli; model; chart; transparansi; slide film; buku/modul/diklat; dan lain sebagainya sesuai dengan kebutuhan.

- Variasi interaksi (variasi interaksi dimaksudkan sebagai pergantian aksi (aktifitas) antara guru dengan peserta diklat, antara peserta diklat dengan peserta diklat lainnya, hal ini perlu dilakukan untuk lebih melibatkan peserta diklat, baik fisik atau mental)
  - Isyarat verbal dan non verbal (isyarat yang digunakan untuk merespon dan memberi dorongan bagi peserta diklat untuk maju dan bergairah dalam belajar, isyarat ini dapat disampaikan dengan mengucapkan; baik; bagus; dan lain sebagainya yang bersifat positif. Dan isyarat nonverbal berupa anggukan kepala; acungan jempol; dan isyarat lain yang bersifat positif.
- c. Aspek materi yang terdiri dari penguasaan materi;
- Interes (yang berupa usaha guru untuk peningkatan perhatian peserta terhadap materi yang diajarkan)
  - Titik pusat (usaha guru agar materi terpusat apa yang sedang dibahas)
  - Rantai Kognitif (penataan urutan atau sistematika materi pembelajaran secara logis)
  - Penutup (pemberian rangkuman materi yang dipelajari)

### 3. Evaluasi Pelaksanaan Microteaching

Evaluasi Pelaksanaan microteaching dilaksanakan oleh widyaiswara dengan strategi sebagai berikut;

- a. setelah penyajian, peserta diklat diminta untuk memberi masukan terhadap penampilan pengajar dengan mengacu pada aspek penguasaan materi; modal kesiapan dan keterampilan proses.
- b. penilaian oleh widyaisawara menggunakan instrumen yang telah disediakan
- c. Widyaiswara memberikan masukan dan kesimpulan penyajian untuk penyempurnaan pelaksanaan pembelajaran sesungguhnya, berdasarkan pengamatan dan masukan dari peserta diklat lainnya.

Contoh Format Lembar Penilaian *Microteaching*

Nama Peserta : (di isi Nama Penyaji yang berfungsi sebagai guru)

Hari/Tanggal : (hari/tanggal pelaksanaan microteaching)

Waktu : (30 menit) dari pukul (dimulai s/d selesai)

Materi : (diisi judul Materi/KD/Indikator yang diajarkan)

No	Aspek Yang dinilai	Perolehan(Nilai) (0-100)	Catatan Penilai
1.	Keterampilan Proses		Komentar berupa masukan terhadap setiap aspek yang dinilai untuk perbaikan dan atau peningkatan serta untuk dipertahankan dalam pelaksanaan pembelajaran sesungguhnya.
	a. Membuka pelajaran		
	b. dst		
<b>Nilai Aspek 1</b>		Rata-rata nilai ( $\Sigma$ nilai/jlh aspek)	
2.	Modal Kesiapan		
	a. Gerak		
	b. dst		
<b>Nilai Aspek 2</b>		Rata-rata nilai ( $\Sigma$ nilai/jlh aspek)	
3.	Penguasaan Materi		

	a. Interes (sesuai dengan kaidah yang telah diuraikan diatas)		
	b. dst		
<b>Nilai aspek 3</b>		Rata-rata nilai ( $\Sigma$ nilai/jlh aspek)	

Nilai Penguji = ( $\Sigma$ nilai aspek/3)

.....,.....

Penguji 1

Penguji 2

.....

.....

### Gradasi Penilaian

No.	Tampilan Peserta	Nilai	Rating
1.	Kaidah aspek yang dinilai tidak dilaksanakan	0 – 55	Sangat Kurang
2.	Kaidah aspek yang dinilai sangat terbatas atau hanya sebahagian kecil dan efektifitas mencapai tujuan	56-65	Kurang

	pembelajaran masih sangat kurang		
3.	Kaidah aspek yang dinilai cukup dilaksanakan, efektifitas pencapaian tujuan pembelajaran cukup baik	66-75	Cukup
4.	Kaidah aspek yang dinilai baik tetapi masih perlu peningkatan efektifitas pencapaian tujuan pembelajaran baik	76-85	Baik
5.	Kaidah aspek yang dinilai memadai dan efektifitas pencapaian tujuan pembelajaran sangat baik	86 – 100	Sangat Baik

### Contoh Lembar Penilaian Microteaching

Nama Peserta : .....

Hari/Tanggal : .....

Waktu : .....menit dari pukul ..... s/d .....

Materi : .....

No	Aspek Yang dinilai	Perolehan(Nilai) (0-100)	Catatan Penilai
1.	<b>Keterampilan Proses</b>		
	a. Membuka pelajaran		
	b. melibatkan peserta didik		

	c. Menanggapi peserta didik		
	d. Penggunaan Waktu		
	e. Menutup pelajaran		
<b>Nilai Aspek 1</b>			
<b>2.</b>	<b>Modal Kesiapan</b>		
	a. Gerak		
	b. Suara		
	c. Titik perhatian		
	d. Variasi Media		
	e. Variasi Interaksi		
	f. Isyarat verbal		
<b>Nilai Aspek 2</b>			
<b>3.</b>	<b>Penguasaan Materi</b>		
	a. Interes		
	b. Titik pusat (fokus)		
	c. Rantai Kognitif		
	d. Penutup		
<b>Nilai aspek 3</b>			

Nilai Penguji = ( $\Sigma$ nilai aspek/ 3)

=

**Nilai Akhir** =

Penguji 1

.....  
Penguji 2

(.....)

(.....)

**Nilai akhir diambil dari ( Nilai penguji 1 + Nilai Penguji 2)/2**

#### **D. Aktivitas Pembelajaran**

➤ Diskusi Kelompok

Petunjuk :

- Bentuk kelompok dengan 4 anggota.
- Masing-masing anggota kelompok mengajukan permasalahan dalam melaksanakan pembelajaran yang mendidik.
- Diskusikan solusi dari permasalahan tersebut.
- Presentasikan hasil diskusi Anda dengan PPT.
- Kelompok lain mengomentari.

#### **E. Latihan/Kasus/Tugas**

1. Susunlah Rencana pelaksanaan pembelajaran untuk mata pelajaran yang saudara ampu dengan mengacu pada prinsip penyusunan RPP yang telah saudara pelajari untuk pola 20 menit.
2. Selanjutnya simulasikan RPP tersebut di depan kelas, dengan menganggap peserta diklat sebagai peserta didik, dengan waktu 15 Menit.

#### **F. Rangkuman**

1. Penyusunan RPP dilakukan melalui pengkajian SK,KD dan indikator sebagai mana yang terdapat pada silabus
2. RPP berfungsi sebagai acuan pelaksanaan pembelajaran yang harus dituruti oleh guru

3. RPP bukan hanya sekedar pemenuhan administrasi pendidikan, tetapi harus dipedomani oleh guru sebagai kompas dan peta untuk mengarahkan dan mempermudah pencapaian indikator kompetensi dan tujuan pembelajaran
4. Kegiatan belajar dalam bentuk, kegiatan awal, kegiatan inti dan kegiatan akhir.

### **G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

Tulislah apa yang sudah Anda ketahui dari materi ini !

1. Apakah materi ini bermanfaat untuk membantu tugas Anda sebagai guru?
2. Materi apa yang masih diperlukan untuk membantu tugas Anda berkaitan dengan identifikasi masalah kesulitan belajar peserta didik ?
3. Adakah saran/komentar Anda berkaitan dengan identifikasi kesulitan belajar peserta didik?

## **BAB III**

### **KOMPETENSI PROFESIONAL**

#### **KEGIATAN PEMBELAJARAN I : WELL LOGGING**

Pada kegiatan pembelajaran I ini saudara akan mempelajari kategori dan operasi *logging*. Sebelum belajar lebih lanjut, terlebih dahulu saudara akan belajar tentang dasar – dasar *logging* sebagai bekal awal untuk memahami *logging*. Pada kegiatan pembelajaran I, saudara juga akan diperkenalkan dengan analisa kuantitatif *logging* untuk menentukan nilai saturasi, porositas batuan, permeabilitas batuan dan menentukan kandungan *shale* dalam *reservoir*. Kegiatan Pembelajaran I sangat penting dipelajari karena pemahaman mengenai kategori dan operasi *logging* akan membantu dalam menentukan kandungan migas yang bisa diproduksi secara ekonomis.

##### **A. Tujuan Pembelajaran**

Target kompetensi Guru Paket Keahlian Teknik Pemboran dan gas Bumi adalah memahami kategori operasi *logging*. Hasil pembelajaran yang diharapkan dapat dicapai oleh peserta diklat PKB setelah mempelajari materi pembelajaran ini melalui berbagai aktivitas pembelajaran melalui uji pemahaman teortitis tentang operasi *logging*.

##### **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

- A. Memahami tujuan *logging*
- B. Memahami Jenis-jenis *logging*
- C. Memahami jenis peralatan dan fungsi peralatan *logging*
- D. Memahami prinsip pengukuran *logging*
- E. Memahami Analisa Kuantitatif

## C. Uraian Materi

### Pengertian well logging

*Logging* adalah teknik untuk mengambil data-data dari formasi dan lubang sumur dengan menggunakan instrumen khusus. Menurut Ellis dan Singer, (2008) *well logging* juga diartikan sebagai perekaman karakteristik dari suatu formasi batuan yang diperoleh melalui pengukuran pada sumur bor.

Secara umum tujuan *logging* adalah mencari kandungan migas yang bisa diproduksi secara ekonomis dalam batuan. Untuk *geologist* data *logging* berfungsi untuk mengetahui jenis litologi dan komposisi batuan, kemiringan lapisan, *fractures*, kedalaman top formasi, kandungan hidrokarbon, interpretasi lingkungan pengendapan.

Bagi *reservoir engineer* data log antara lain berfungsi untuk mengetahui *homogenitas* reservoir, *driving mechanism*, porositas, permeabilitas, saturasi air, tekanan kapiler, volume HC. Untuk *geophysicist* data *logging* berfungsi untuk mengetahui sifat – sifat fisik batuan, penentuan hubungan antara waktu ke kedalaman, pembuatan seismik sintetik, validasi potensi hidrokarbon yang tampak dari seismik & atributnya. Untuk *production engineer* data yang diperoleh dari log berfungsi untuk evaluasi kualitas ikatan semen, inspeksi korosi *pada* casing, monitoring *performance* sumur, prediksi kepasiran dari analisa kekuatan batuan sedangkan fungsi data log bagi *drilling engineer* adalah untuk mengetahui stabilitas batuan (*caving*, *shale swelling*) dari analisa kekuatan batuan, volume lubang bor, *prediksi pore pressure*, prediksi dan evaluasi *hole problem*.

### 1. Jenis – Jenis Log

#### a. Log Berdasarkan Waktu Pengambilan Data

##### 1) Pencatatan pada saat proses pemboran sedang berlangsung

*Mud log* dan *Logging while drilling* merupakan jenis log dimana data log diambil saat pemboran sedang berlangsung. Fungsi *Mud log* antara lain adalah:

- a. Identifikasi tipe formasi dan litologi yang dibor
- b. Identifikasi zona yang *porous* dan *permeabel*

- c. Memastikan keberadaan hidrokarbon dan membedakan jenis hidrokarbon ( minyak atau gas)

*Logging while drilling* dilakukan pada saat pemboran sedang berlangsung dengan cara menempatkan peralatan log dalam *drill collar*. Peralatan LWD terdiri dari sensor *logging*, sistem transmisi dan penghubung ke permukaan. Menurut Harsono (1997) Sinyal di kirim ke permukaan dalam format digital melalui *pulse telemetry* melewati lumpur pemboran dan ditangkap oleh *receiver* yang ada di permukaan

Kelebihan *log while drilling* antara lain adalah :

1. Data yang diperoleh tersimpan lebih aman dan berupa *real time information*
2. Digunakan untuk melintasi lintasan yang sulit

Adapun kekurangan – kekurangan *logging while drilling* antara lain adalah :

1. Hanya bisa ditransmisikan apabila lumpur yang digunakan melewati *drillstring*
2. Daya tahan baterai yang digunakan tergantung pada alat yang digunakan pada *string*, dan mempunyai ukuran memori yang terbatas.

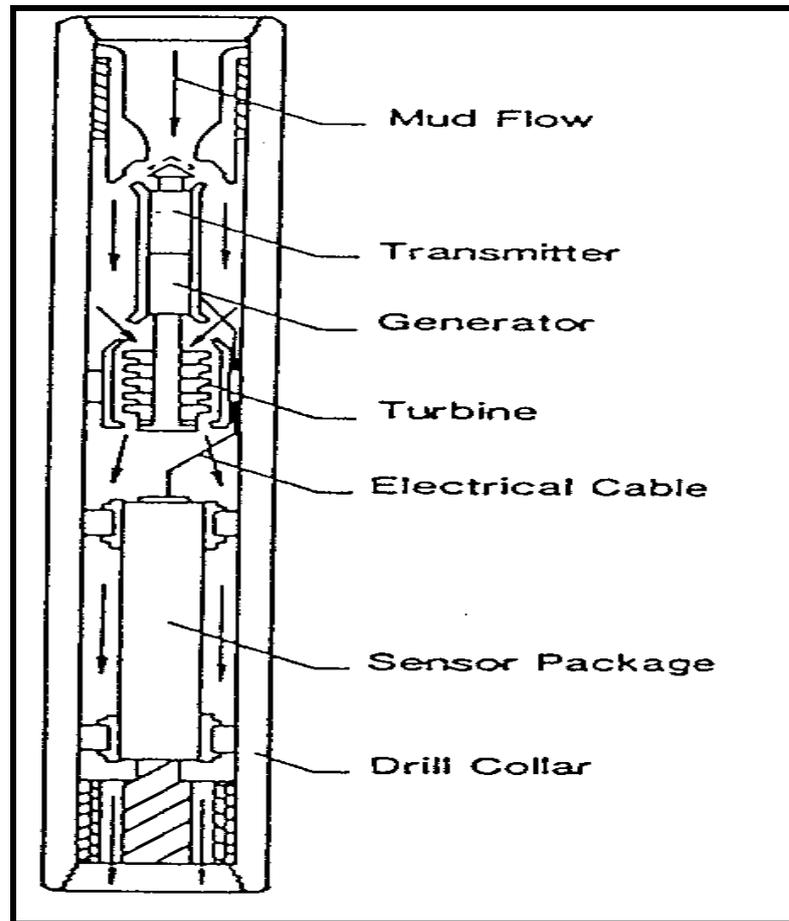
*Measurement while drilling* merupakan gambaran proses pemboran yang berhubungan dengan pengukuran yang dilakukan di permukaan atau di bawah lubang bor dimana data yang diperoleh melalui pengukuran tersebut dikirimkan ke permukaan pada saat pemboran sedang berlangsung. Adapun data – data yang dapat diperoleh dengan menggunakan LWD dan MWD antara lain adalah resistivitas, porositas, densitas, inklinasi, *azimuth*, *weight on bit* dan *torque on bit*, *borehole* temperatur, *borehole pressure*.

Layanan yang disediakan oleh penyedia jasa LWD antara lain:

1. *Gamma Ray*
2. Resistivitas
3. Neutron
4. *Nuclear magnetic resonance*
5. *Seismic While drilling*

#### 6. *Formation tester and sample*

Gambar di bawah ini merupakan ilustrasi peralatan MWD dengan sistem *telemetry* yang digunakan di bawah lubang bor yang terdiri dari *mud – pulse transmitter, turbine generator* dan sensor.



Gambar 3 MWD (Richard, M,B 1985)

**2). Pencatatan pada saat kegiatan pemboran dihentikan pada kedalaman tertentu**

*Wireline logging* merupakan jenis log yang dilakukan ketika pemboran telah berhenti. Kabel digunakan sebagai alat untuk mentransmisikan data. Kelebihan *wireline logging* adalah mampu melakukan pengukuran terhadap kedalaman *logging* secara otomatis dan kecepatan transmisi datanya lebih cepat dari LWD. Sedangkan kekurangan *wireline logging* adalah sulit digunakan pada *sumur horizontal* karena menggunakan kabel dan Informasi yang didapat bukan merupakan *real-time data*.

### **Peralatan wireline logging**

Data log diperoleh dengan menggunakan *sonde* yang diturunkan melalui kabel yang terdapat pada *truck logging*. Secara umum peralatan *wireline logging* terdiri dari :

#### **1. Logging truck**

terdiri dari :

- a. Gulungan Kabel utama
- b. Gulungan kabel kecil
- c. Alat pengukur kedalaman
- d. Kontrol panel
- e. *Surface logging panel*
- f. *Electrical generation*

## 2. Kabel

Fungsi kabel antara lain adalah untuk menaikkan dan menurunkan peralatan, penghubung sinyal listrik antara bawah lubang bor dan permukaan dan mengukur kedalaman. Kabel yang digunakan terdiri dari :

### a. *Monocable*

Diameter *monocable* adalah  $\frac{1}{4}$  inch, digunakan untuk perforasi, pemasangan *packer* dan survey *production logging*

### b. *Multiconductor cable*

Diameter  $\frac{1}{2}$  inch, memiliki 6 atau 7 kabel terlilit yang mengitari inti.

## 3. Logging tool

### a. *Detector*

### b. *Receiver* atau Sensor

## 4. Peralatan rekaman data log

### a. *Photografic recorder*

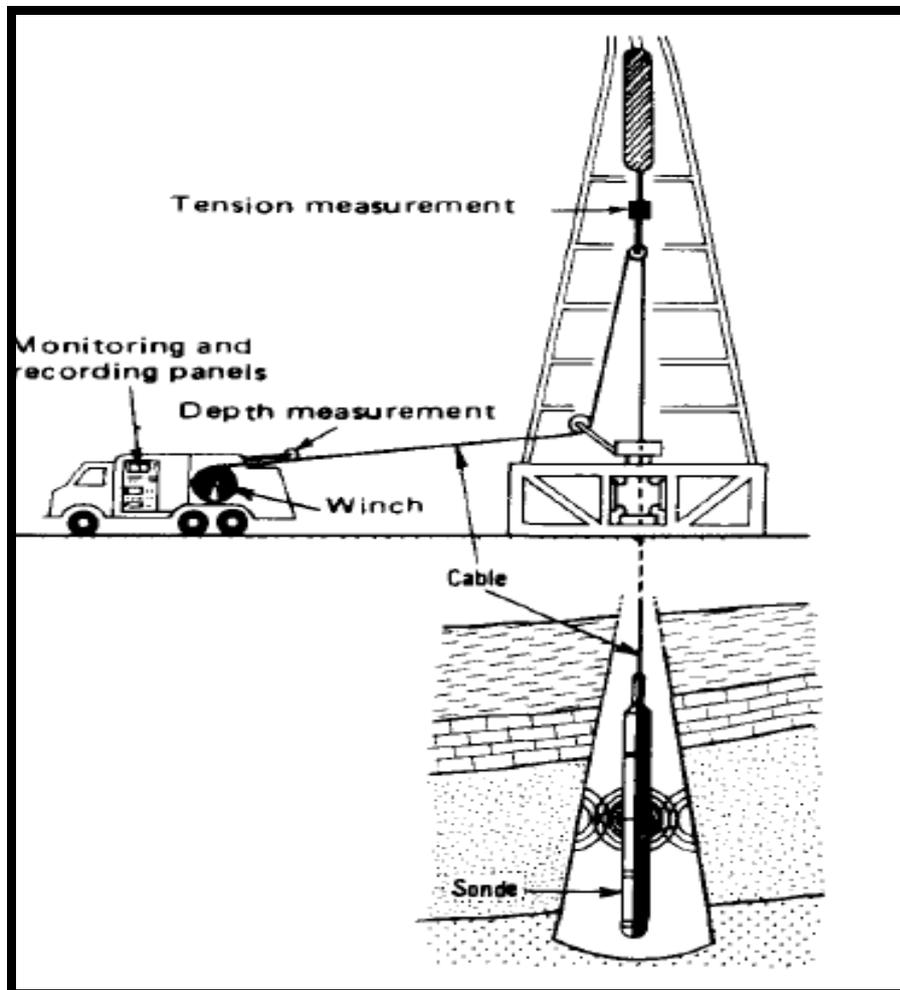
### b. *Magnetic tape recorder*

Sebelum peralatan dipasang maka lubang bor harus dibersihkan terlebih dahulu. Menurut Richard, M, Bateman (1985) Hal yang pertama kali dilakukan adalah memasukkan kabel ke dalam lubang bor hingga kedalaman maksimum lubang bor tersebut. Sebagian besar log bekerja ketika kabel tersebut ditarik dari bawah ke atas lubang bor. Kabel tersebut berfungsi sebagai *transmitter* data sekaligus sebagai penjaga agar alat *logging* berada *pada* posisi yang diinginkan. Bagian luar kabel tersusun atas *galvanized steel* sedangkan bagian dalamnya diisi oleh konduktor listrik (Ellis & Singer, 2008). Kabel yang digunakan digulung dengan menggunakan *motorized drum* yang digerakkan secara manual selama *logging* beroperasi. Drum tersebut menggulung kabel dengan kecepatan antara 300 m/jam (1000 ft/jam) hingga 1800 m/jam (6000 ft/jam) tergantung pada jenis alat yang digunakan.

Data yang diperoleh melalui berbagai alat *logging* yang berbeda tersebut kemudian diolah oleh CSU (*Cyber service unit*). CSU merupakan sistem *logging* komputer terpadu di lapangan yang dibuat untuk kepentingan *logging* dengan menggunakan program komputer yang

dinamakan *cyberpack* (Harsono,1997). Sistem komputer CSU merekam, memproses dan menyimpan data *logging* dalam bentuk digital dengan format LIS (*Log Information Standard*), DLIS (*Digital Log-Interchange Standard*) atau ACSII. CSU juga berfungsi menampilkan data log dalam bentuk grafik. Selain CSU, LOGNET juga digunakan sebagai jaringan komunikasi dimana grafik atau data log dikirimkan dengan menggunakan satelite dari *wellsite* ke berbagai lokasi yang berbeda. Peralatan ini di gunakan di U.S dan Canada baik di *offshore* maupun *onshore*.

*Schematic* peralatan *wireline logging* dapat dilihat pada gambar 4



Gambar 4 *Schematic* Peralatan log (Serra O, 1984)

## 2. Bagian – bagian data log

### a. Kepala log (header log)

Kepala log merupakan bagian dari data log yang mencantumkan semua informasi yang berhubungan dengan sumur, misalnya jenis instrumentasi yang dipakai, kalibrasi instrumentasi, data lumpur, komentar-komentar mengenai pengukuran, skala kurva dan informasi lain. Kepala log dapat dilihat pada gambar 5 yang terdiri dari:

A. Jenis Log, nama perusahaan, nama sumur, nama daerah dan propinsi.

1. Jenis log : *Compensaed neutron – litho density*
2. *Company* : Nama Perusahaan
3. *Well* : Nama Sumur ( Ferrer)
4. Nama rig dan lokasi rig

B. Datum dan Referensi pengukuran kedalaman log

1. *Permanent datum : Ground level*
2. *Log measured from* (log diukur dari)
3. *Drilling measured from* ( Pemboran diukur dari)
4. *Kelly Bushing*
5. *Derrick floor* ( lantai bor )
6. *Ground level* ( Tinggi permukaan tanah)

C. Informasi Kedalaman Sumur

1. *Date* ( Tanggal Pengukuran log)
2. Run no
3. Kedalaman sumur berdasarkan data *driller* ( *depth driller*)
4. Kedalaman sumur berdasarkan data *logger* ( *depth logger*)
5. Interval data log
  - a. *Bottom log interval*
  - b. *Top log Interval*
6. Jenis casing *driller* dan kedalamannya
7. Casing *logger* dan kedalamannya
8. Ukuran *bit* dan kedalaman *bit*

D. Informasi lumpur

1. Type fluida ( Jenis lumpur)
2. Densitas lumpur
3. Viskositas lumpur

4. PH lumpur
  5. *Fluid loss*
  6. Nilai resistivity lumpur yang diukur pada temperatur tertentu
  7. Nilai resistivity *mud filtrate* yang diukur pada temperatur tertentu
  8. Nilai resistivity *mud cake* yang diukur pada temperatur tertentu
  9. Resistivity lumpur yang diukur pada *bottom hole pressure*
  10. Waktu sirkulasi berakhir
- E. Nama *Engineer Logger* dan *witness*
- a. Nama *Engineer Logger*
  - b. Nama *Witness*

Schlumberger

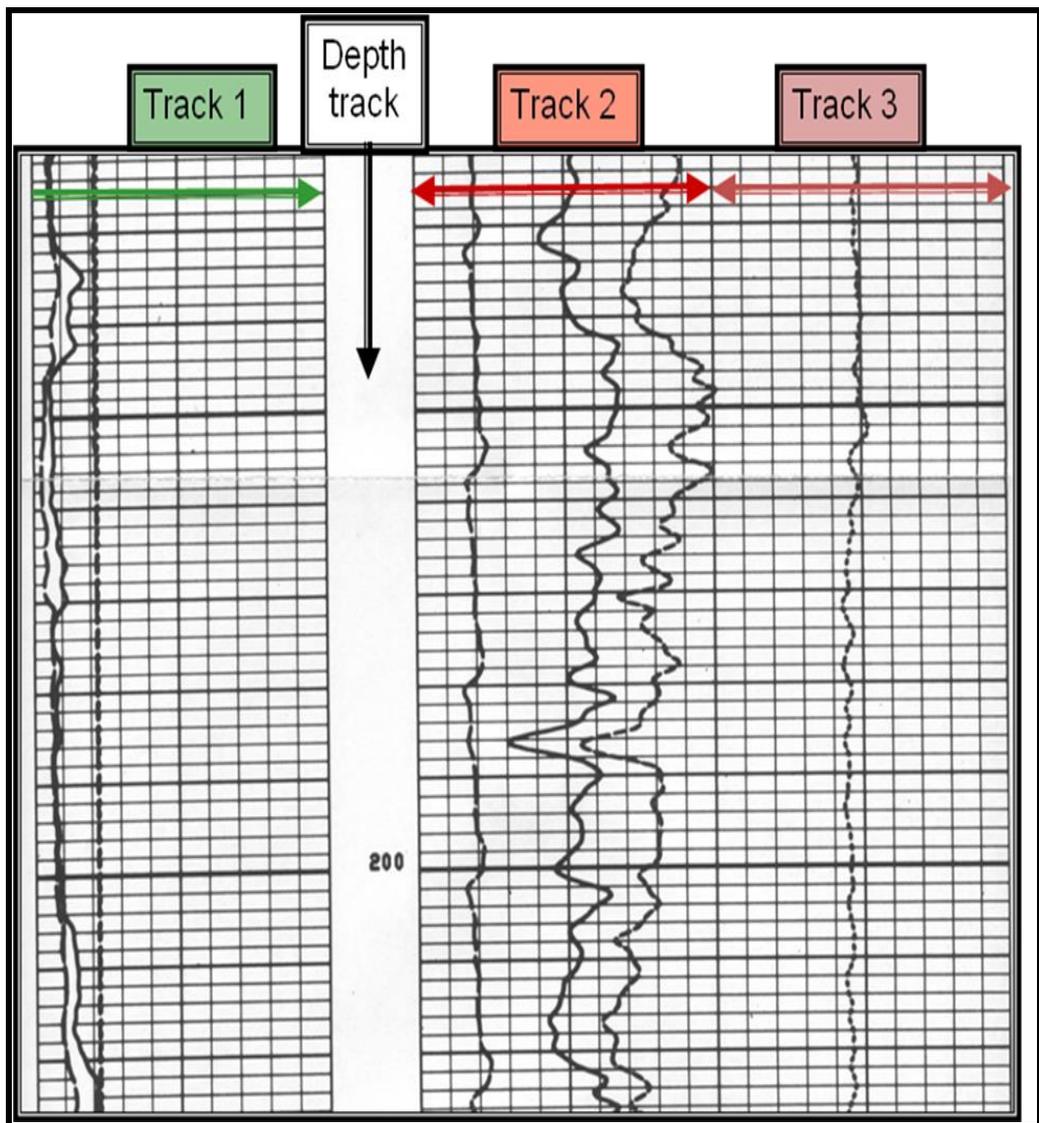
SIMULTANEOUS  
**COMPENSATED NEUTRON-  
 LITHO-DENSITY**

COUNTY FIELD LOCATION WELL COMPANY	ROCKY MTN. FERRIER 1-2-3-4W5 YOUR ET AL FERRIER 1-2 YOUR OIL AND GAS COMPANY	<b>COMPANY</b> YOUR OIL AND GAS COMPANY		
	<b>WELL</b> YOUR ET AL FERRIER 1-2			
	<b>FIELD</b> FERRIER			
	<b>COUNTY</b> ROCKY MTN. <b>PROVINCE</b> ALBERTA			
<b>LOCATION</b> 1-2-3-4W5		<b>Other Services:</b> PHASOR-SFL BHC SONIC LOGNET		
<b>API SERIAL NO.</b>		<b>SECT.</b> 1-2	<b>TWP.</b> 3	<b>RANGE</b> 4W5
<b>Permanent Datum</b> GROUND LEVEL Elev. 800.0 M		<b>Elev.:</b> K.B.804.3 M		
<b>Log Measured From</b> KELLY BUSHING 4.3 M		<b>above Perm. Datum</b> D.F.804.0 M		
<b>Drilling Measured From</b> KELLY BUSHING		<b>G.L.800.0 M</b>		
<b>Date</b>		14-APR-1992		
<b>Run No.</b>		ONE		
<b>Depth Driller</b>		2000.0 M		
<b>Depth Logger (Schl.)</b>		2000.0 M		
<b>Btm. Log Interval</b>		1997.0 M		
<b>Top Log Interval</b>		400.0 M		
<b>Casing-Driller</b>		244 MM @ 400.0 M	@	@
<b>Casing-Logger</b>		400.0 M		
<b>Bit Size</b>		222 MM @ 2000.0 M	@	@
<b>Type Fluid in Hole</b>		GEL CHEMICAL		
<b>Dens.</b>	<b>Visc.</b>	1100. K/M3	65.0 S	
<b>pH</b>	<b>Fld. Loss</b>	5.0	8.5 C3	
<b>Source of Sample</b>		FLOWLINE		
<b>Rm @ Meas. Temp.</b>		3.070 OHMM @ 26.0 DEGC	@	
<b>Rmf @ Meas. Temp.</b>		3.270 OHMM @ 25.0 DEGC	@	
<b>Rmc @ Meas. Temp.</b>		1.910 OHMM @ 25.0 DEGC	@	
<b>Source: Rmf</b>		MEASURED	CALCULATED	
<b>Rm @ BHT</b>		1.514 OHMM @ 75.0 DEGC	@	
<b>TIME</b>	<b>Circulation Ended</b>	1200 / 92-04-14		
	<b>Logger on Bottom</b>	1600 / 92-04-14		
<b>Max. Rec. Temp.</b>		75.0 DEGC		
<b>Equip.</b>	<b>Location</b>	8377	EDMONTON	
<b>Recorded By</b>		J. JACKETT		
<b>Witnessed By</b>		J. CLIENT		

Gambar 5 Kepala Log (Schlumberger)

**b. Kolom log (log track)**

Kolom log merupakan kolom yang menampilkan kurva log dan kedalamannya. Umumnya terdapat 3 kolom kurva (*track*) dengan kolom kedalaman terletak antara kolom 1 dan 2. Satu kolom bisa memuat lebih dari 1 kurva dan pada bagian atas kolom dituliskan nama log yang ditampilkan pada *tracknya* dan skala kedalaman. Kolom log dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6 Kolom Log

### c. Ekor log (log tail)

Bagian terbawah dari data log yang memuat data nama log dan skala kedalaman, posisi sensor instrumentasi, dan parameter-parameter yang dipakai dalam *logging* yang terdiri dari :

1. Informasi Lumpur Tinggi/level
2. Salinitas
3. Tahanan jenis lumpur *mud filtrate* (Rmf)
4. *Mudcake* (Rmc) pada suhu dasar lubang
5. Kecepatan *logging*
6. Jenis instrumen yang dipakai
7. Komentar-komentar dan catatan penting berkaitan dengan pekerjaan *logging* yang dilakukan

## 2. Jenis wireline log berdasarkan pemasangan casing

1. *Open hole logging* yaitu *logging* yang dilakukan pada sumur atau lubang bor yang belum dilakukan pemasangan *casing*. Sifat formasi diukur menggunakan akustik, listrik, nuklir dan radioaktif.
  - a. Log Listrik  
Log listrik terdiri dari:
    1. *Log Spontaneous Potential*
    2. Log Resistivitas
  - b. Log Radioaktif  
Log radioaktif terbagi menjadi:
    1. Log *gamma ray*
    2. Log Densitas
    3. Log Neutron
  - c. Log Akustik ( Log Sonic)
  - d. Log *caliper*
2. *Cased hole logging* adalah *logging* yang dilakukan pada sumur atau lubang bor yang sudah dilakukan pemasangan *casing*. Sifat formasi diukur dengan menggunakan nuklir, akustik dan magnetik. Log yang digunakan antara lain *log gamma ray*, *caliper*, *cemend bond log*, *variable density log* dan log produksi.

## 1. Log listrik

Log listrik merupakan suatu plot antara sifat-sifat listrik lapisan yang ditembus lubang bor dengan kedalaman. Sifat-sifat ini diukur dengan berbagai variasi konfigurasi elektroda yang diturunkan ke dalam lubang bor. Log listrik antara lain :

- a. *Log Spontaneous Potential* ( Log SP)
- b. Log Resistivity

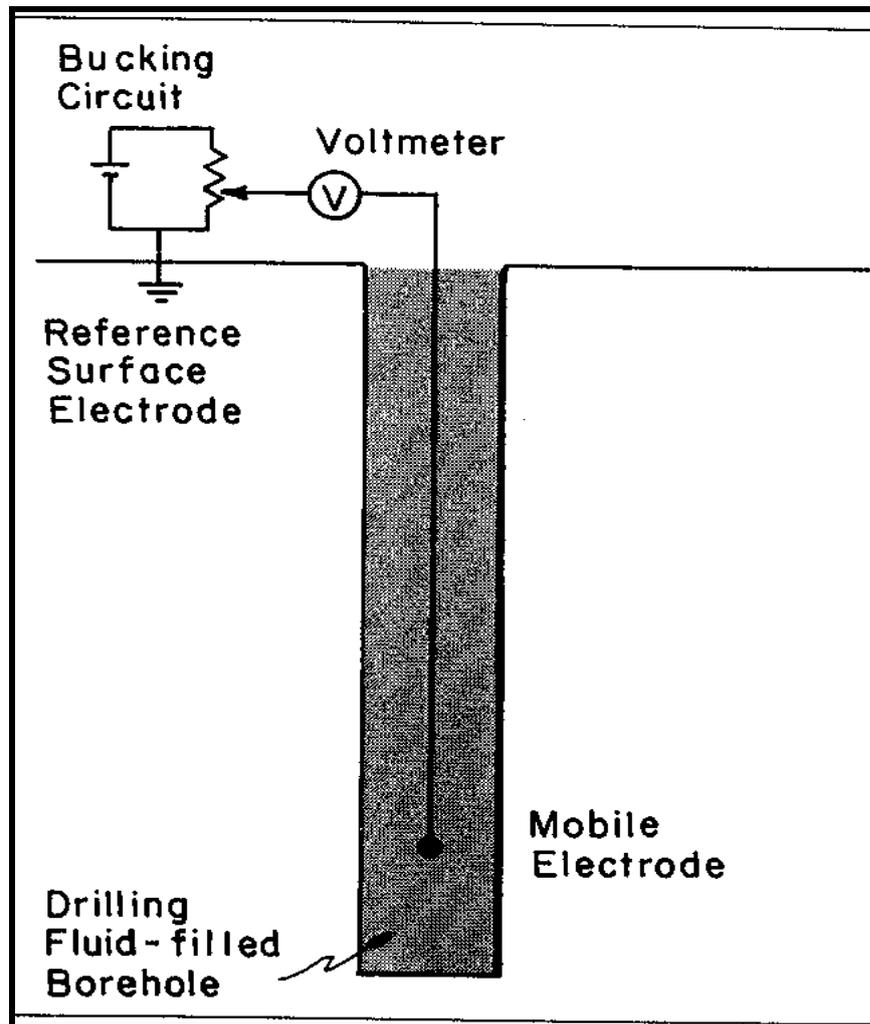
### a. Log Spontaneous Potential ( Log SP )

Log SP adalah hasil pencatatan rekaman perbedaan potensial listrik antara elektroda di permukaan yang tetap dengan elektroda yang terdapat di dalam lubang bor yang bergerak turun naik (Harsono,1997). Perbedaan potensial terjadi karena adanya perbedaan salinitas antara lumpur pemboran dengan fluida dalam batuan. Defleksi negatif dan positif yang terjadi pada kurva SP pada saat melewati zona *permeable* disebabkan karena adanya perbedaan salinitas antara lumpur pemboran dan fluida. Prinsip kerja log SP dapat dilihat pada gambar 7.

### Fungsi Log Spontaneous Potential

Dengan menggunakan Log SP maka kita dapat :

1. Mendeteksi Lapisan yang *permeable* dan *non permeable*
2. Mendeteksi batas lapisan yang *permeable* dengan yang *non permeable*
3. Menentukan Volume *shale* suatu lapisan reservoir
4. Menentukan nilai  $R_w$
5. Mendeteksi *depositional environment*



Gambar 7 Prinsip Kerja log SP (Bassioni Z,1994)

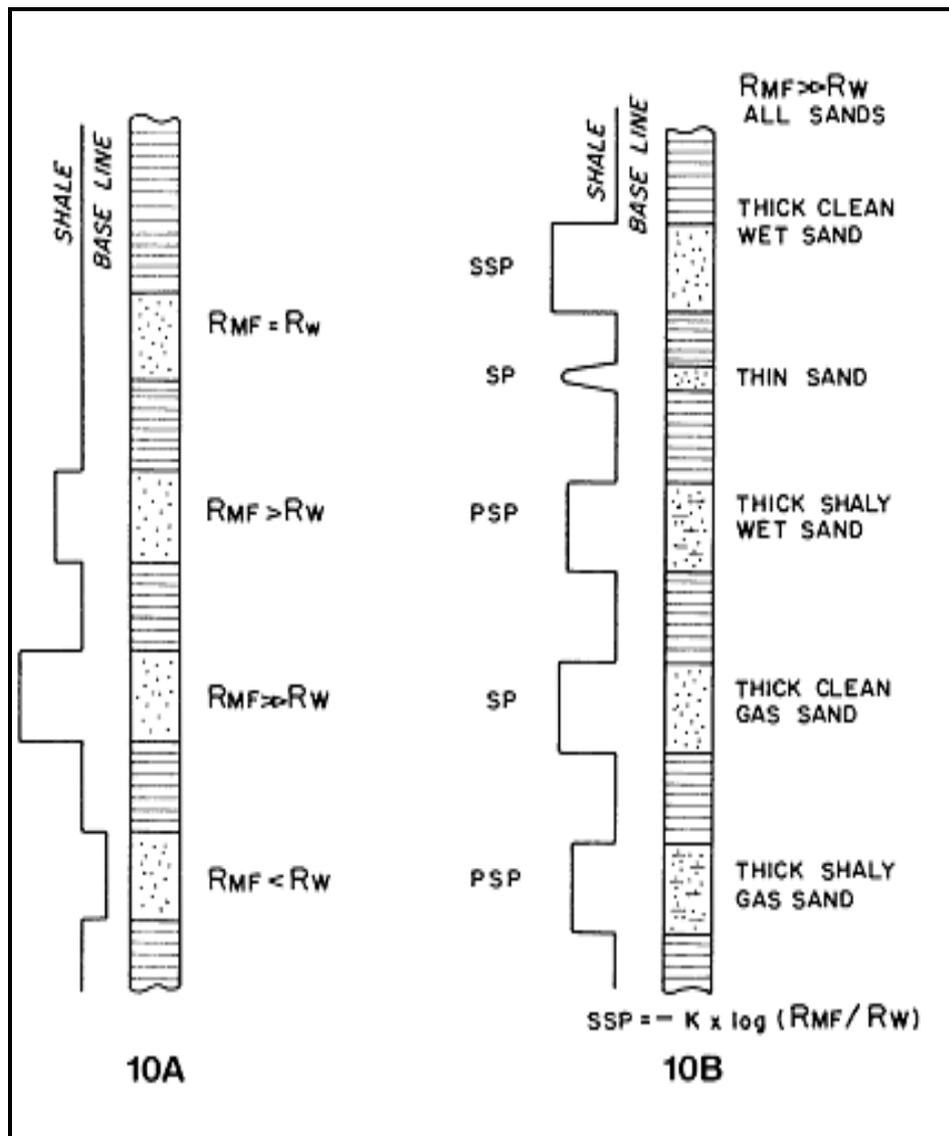
### Defleksi log SP

Log SP biasanya akan menunjukkan garis lurus pada lapisan *shale* dan apabila bertemu dengan lapisan *permeable* maka log SP akan menyimpang dari *baseline*. Penyimpangan log SP ke arah kiri atau ke arah kanan tergantung dari kadar garam air formasi dan filtrasi lumpur.

Pada gambar 8 dapat dilihat 10A menggambarkan penyimpangan garis SP yang terjadi karena perbedaan resistivitas antara *mud filtrate* ( $R_{mf}$ ) dan resistivitas air formasi ( $R_w$ ). Apabila  $R_{mf} = R_w$  maka tidak terjadi penyimpangan dari *shale baseline*. Apabila  $R_{mf} > R_w$  maka SP akan

menyimpang ke arah kiri dari *shale base line* atau disebut juga *negative deflection*. Tetapi apabila  $R_{mf} < R_w$  maka SP akan menyimpang ke arah kanan *shale base line* atau di sebut juga *positive deflection*. Pada 10 B menggambarkan penyimpangan garis SP apabila resistivitas *mud filtrate* jauh lebih besar dibandingkan dengan resistivitas air formasi ( $R_{mf} \gg R_w$ ). Pada 10 B juga dapat diketahui jenis batuan berdasarkan defleksi SP.

SSP atau *Static Spontaneous Potensial* adalah nilai SP yang tertinggi atau terendah yang dihasilkan antara suatu lapisan *permeabel* dengan acuan yang nilainya kemudian statis. PSP adalah *Pseudostatic Spontaneous Potensial*. PSP ini nilainya adalah pada defleksi positif yang paling tinggi dari formasi yang *shaly*. PSP ini nanti akan berguna dalam analisis petrofisika untuk menghitung volume *shale* dalam suatu reservoir.



Gambar 8 Defleksi Log SP (Asquith G, Gibson C, 1982)

## b. Log Resistivitas

Log resistivitas adalah rekaman tahanan jenis formasi ketika dilewati oleh kuat arus listrik yang dinyatakan dalam ohmmeter. Reservoir yang berisi hidrokarbon akan mempunyai tahanan jenis lebih tinggi (lebih dari 10 ohmmeter), sedangkan apabila terisi oleh air formasi yang mempunyai salinitas tinggi maka harga tahanan jenisnya hanya beberapa ohmmeter. Suatu formasi yang porositasnya sangat kecil (*tight*) juga akan menghasilkan tahanan jenis yang sangat tinggi karena tidak mengandung fluida konduktif

yang dapat menjadi konduktor alat listrik (Schlumberger,1989). Batuan memiliki tahanan jenis yang berbanding terbalik dengan daya penghantarnya. Jika suatu batuan memiliki tahanan jenis besar maka batuan tersebut memiliki daya hantar yang kecil dan sebaliknya bila tahanan jenis suatu batuan kecil maka daya hantar batuan tersebut akan besar.

Faktor – faktor yang mempengaruhi pengukuran resistivitas antara lain:

1. Invasi Lumpur Bor
2. Ketebalan Lapisan Batuan
3. Ukuran Lubang Bor
4. Jenis Lumpur

### **Jenis – Jenis Log Resistivitas**

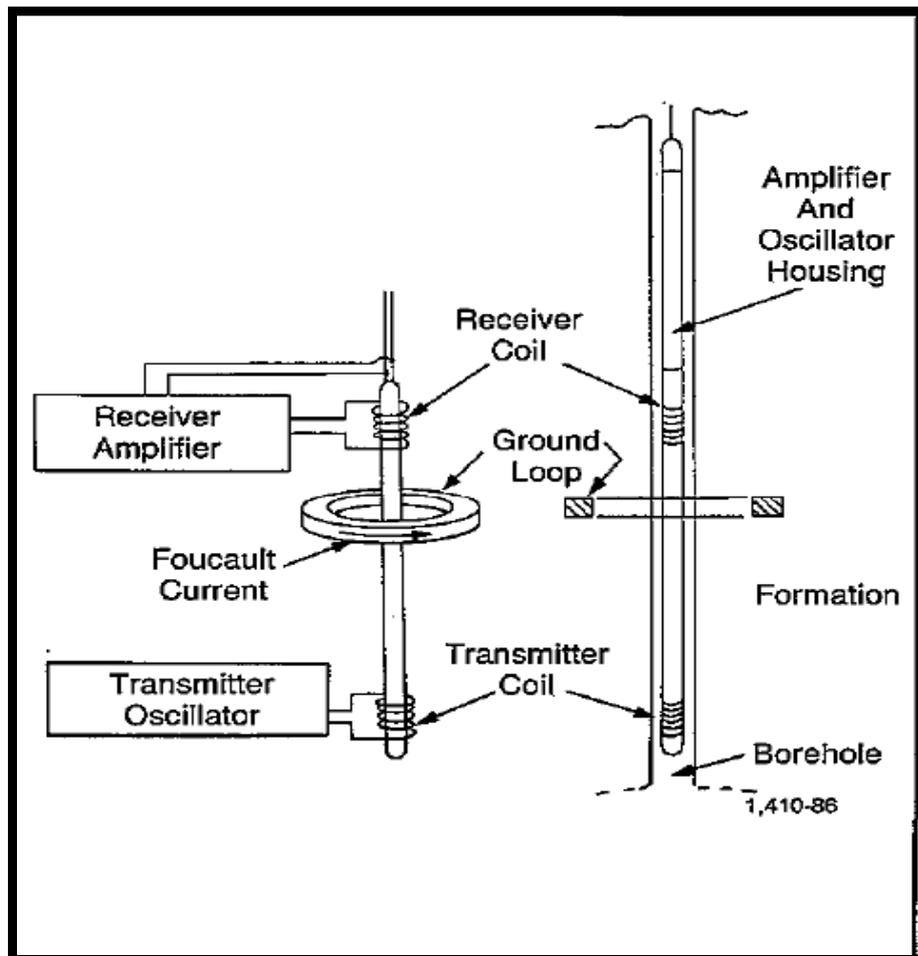
- a. *Induction Log*
- b. *Elektroda Log*

#### **a. Induction Log**

Prinsip kerja log listrik dengan metode induksi adalah alat induksi terdiri dari dua set kumparan yang disusun dalam batangan non konduktif. Saat arus dialirkan ke dalam kumparan pemancar maka medan magnet akan timbul disekitar kumparan pemancar tersebut. Medan magnet tersebut akan memancarkan arus Eddy dalam formasi disekitar alat induksi. Arus Eddy tersebut akan menghasilkan medan magnet (medan magnet sekunder) juga yang dapat dideteksi oleh kumparan penerima dan menghasilkan arus emf dikumparan penerima. Kuat arus emf yang terjadi dikumparan penerima akan sebanding dengan kekuatan medan magnet sekunder dan sebanding dengan arus Eddy dan sebanding juga dengan konduktivitas dari formasi. Prinsip kerja log induksi dapat dilihat pada gambar 9.

Beberapa jenis alat induksi yaitu IRT (*Induction Resistivity Tool*), DIT-D (*Dual Induction Type-D*), dan DIT-E (*Dual Induction Type-E*). Alat-alat tersebut menghasilkan jenis log yang berbeda pula. IRT menghasilkan ISF (*Induction Spherically Focussed*), DIT-D menghasilkan

DIL (*Dual*) sedangkan DIT-E menghasilkan PI (*Pahsor Induction*) (Harsono,1997).

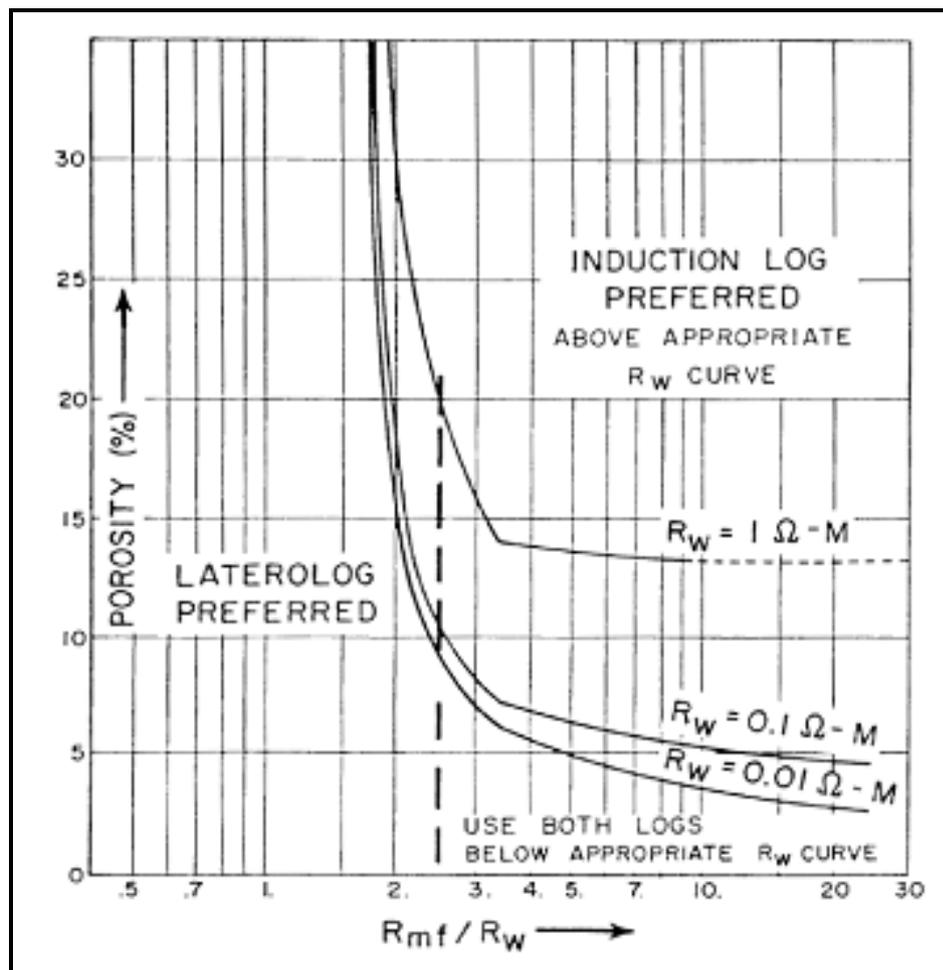


Gambar 9 Prinsip Kerja Log Induksi (Schlumberger)

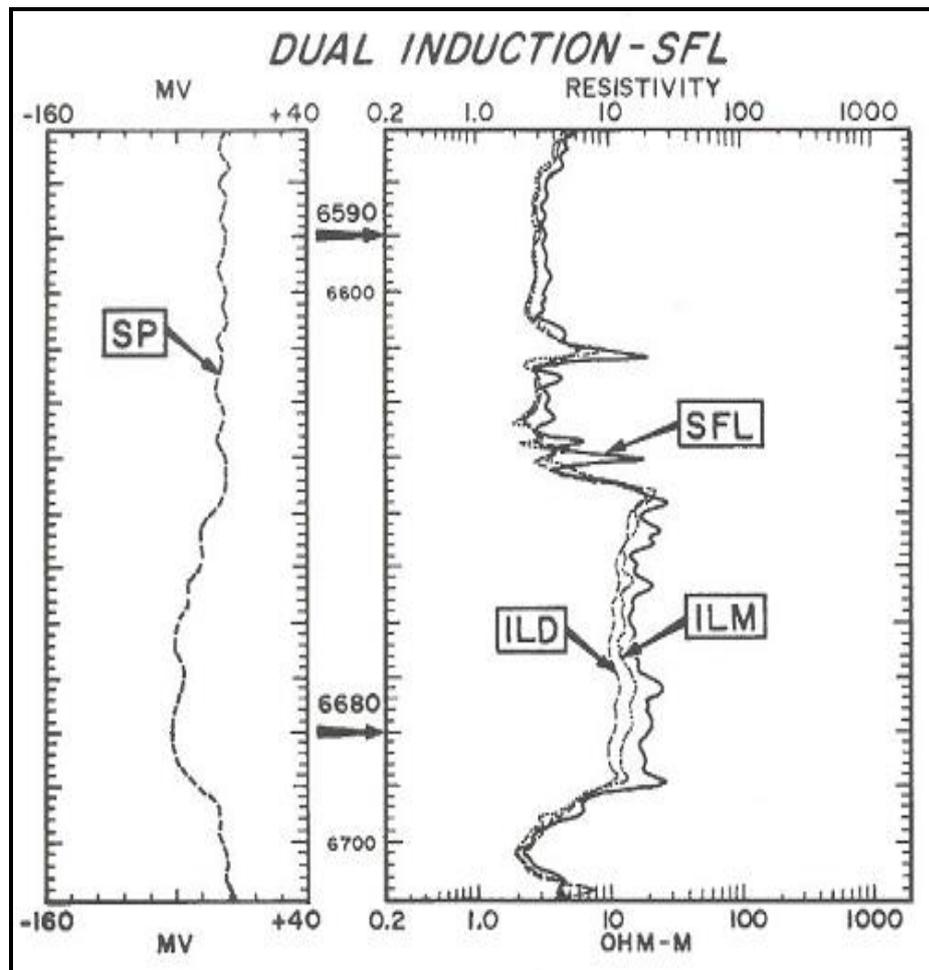
Berdasarkan gambar 10 diketahui *induction log* bekerja pada *fresh mud*, Resistivitas formasi  $< 200 \text{ ohm m}$  dan  $R_m/R_w > 2$ .

Gambar 11 menunjukkan log dual induction- SFL dan *log spontaneous potential*. Garis ILD (*deep*) adalah putus-putus yang menggambarkan RILD dan mengukur resistivitas dalam atau dekat dengan resistivitas sebenarnya ( $R_t$ ). Pada kedalaman 6680 ft harga  $R_t = 10 \text{ ohm m}$ . Garis ILM (*Medium*) berbentuk titik-titik yang menggambarkan RILM dan

mengukur resistivitas menengah, atau resistivitas *invaded zone* ( $R_i$ ). Pada kedalaman 6680 ft harga  $R_i = 15$  ohmm. Garis SFL (*Spherically Focused Log*) adalah menerus menggambarkan RSFL dan mengukur resistivitas dangkal, atau resistivitas *flushed zone* ( $R_{XO}$ ). Pada kedalaman 6680 ft harga  $R_{XO} = 20$  ohm m.



Gambar 10 Aplikasi *Laterolog* dan *Induction Log* ( Schlumberger, 1989)



Gambar 11 Contoh ILD, ILM, SFLU (Asquith G, 1990)

### Kelebihan dan Kekurangan Log Induksi

Kelebihan alat log listrik metode induksi :

1. Bekerja baik pada lubang dengan lumpur sangat *resistive* (>3000 ohmm), lubang dengan lumpur *foam*, bahkan lubang tanpa lumpur.
2. Bekerja baik pada lumpur *fresh mud*.

Kekurangan alat Log listrik metode induksi adalah :

1. Kurva yang dihasilkan tidak sebaik *laterolog* (resolusi yg dihasilkan kurang baik).
2. Hanya bekerja pada formasi dengan harga tahanan jenis batuan < 200 ohmm (semakin besar harga tahanan jenis batuan formasi maka kesalahan pembacaan alat yang terjadi makin besar).

## **b. Elektroda Log**

Log Elektroda yang digunakan untuk menentukan resistivitas adalah :

1. Normal Log
2. *Laterolog*
3. *Spherical Focused Log*
4. *MicroLaterolog*
5. *Microlog*
6. *Proximity Log*
7. *Microspherically Focused Log*

### **1. Normal log**

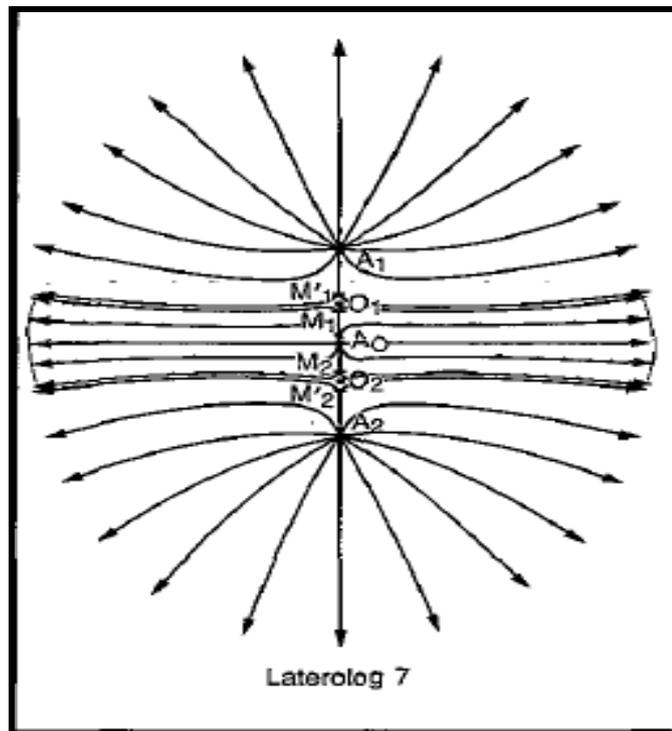
Pada normal log arus dilewatkan ke formasi melalui elektroda tertentu. Voltase yang memungkinkan nilai resistivitas diperoleh kemudian diukur diantara elektroda tertentu lainnya.

### **2. Laterolog**

*Laterolog* dipakai untuk pemboran yang menggunakan lumpur pemboran yang konduktif ( Harsono, 1997). *Laterolog* merupakan peralatan yang digunakan dengan cara menginjeksikan langsung arus listrik ke dalam formasi yang diselidiki. *Laterolog* mengurangi efek *borehole* dan *adjacent beds* yang terjadi pada Normal Log. Jenis *Laterolog* yang digunakan antara lain *Laterolog 3*, *Laterolog 8*, *Laterolog 7* dan *dual Laterolog*.

#### **Laterolog 7**

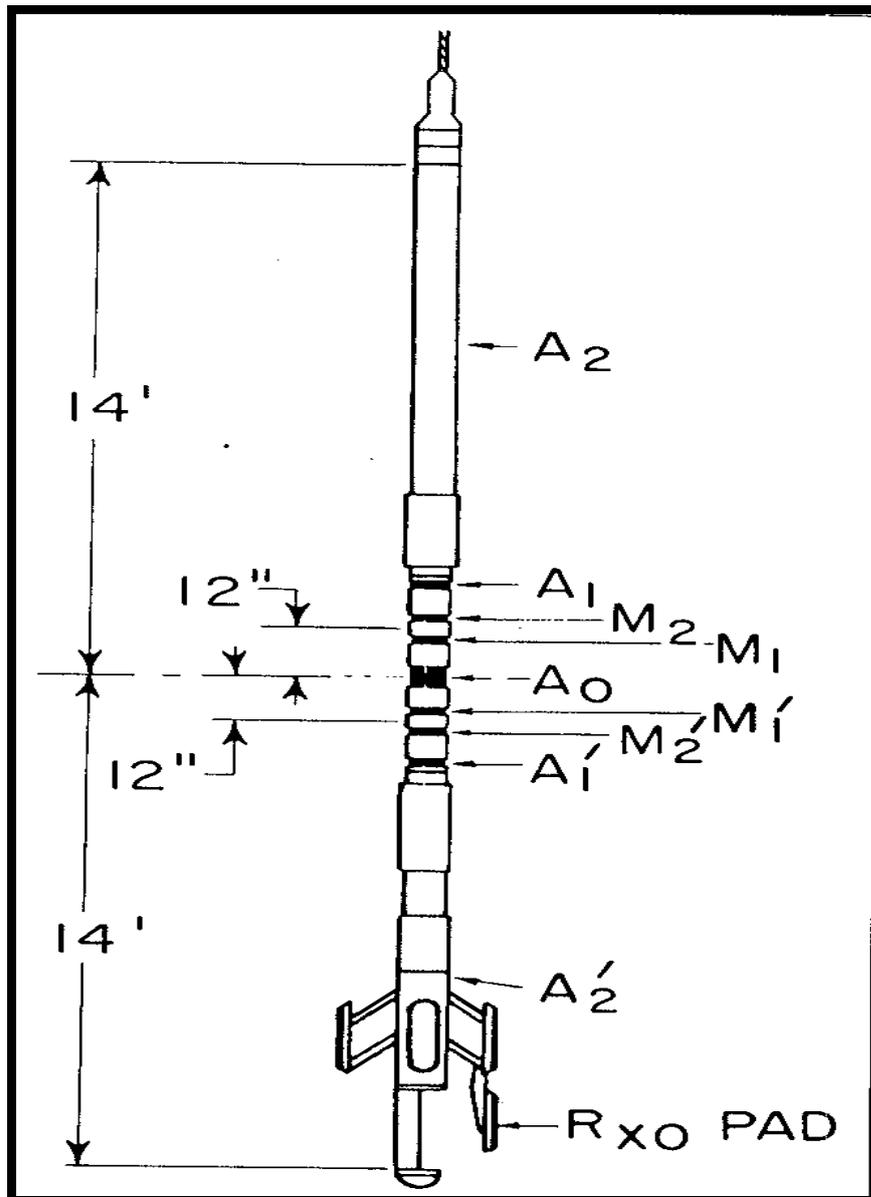
Prinsip kerja *Laterolog 7* adalah dengan cara memancarkan arus konstan dari elektroda  $A_0$  dan arus penyesuaian dari elektroda A1 dan A2. Elektroda M1, M2 dan M'1 dan M'2 merupakan elektroda yang digunakan untuk monitor. Perbedaan potensial antara elektroda monitor dan elektroda yang ditempatkan di permukaan.



Gambar 12 *Laterolog 7* ( Schlumberger,1989)

### Dual Laterolog

Laterolog ganda atau *dual Laterolog* memfokuskan arus listrik masuk secara lateral ke dalam formasi dalam bentuk lembaran tipis. Dengan mengukur tegangan listrik yang diperlukan untuk menghasilkan arus listrik yang tetap maka resistivitas dapat dihitung dengan menggunakan hukum Ohm. *Dual Laterolog* terdiri dari dua bagian yaitu bagian pertama memiliki elektroda yang diatur sehingga dapat memaksa arus listrik masuk sejauh mungkin ke dalam formasi dan mengukur *resistivity laterolog* dalam ( LLd) dan bagian kedua memiliki elektroda yang diatur agar lembar arus listrik yang terbuka sedikit sehingga hanya dapat mengukur *resistivitas* yang dangkal ( LLS). *Laterolog* yang digunakan untuk menentukan nilai *resistivitas* pada *uninvaded zone* adalah *deep Laterolog* ( LLD) dimana penetrasi arus sangat dalam ke formasi ( $\pm 10$  feet/3 m) sedangkan LLS atau *shallow laterolog* penetrasi arusnya berkisar antara 0.5 m -0.7 m.



Gambar 13 Skematik *dual laterolog/ Micro SFL* ( Bassiouni K, 1994)

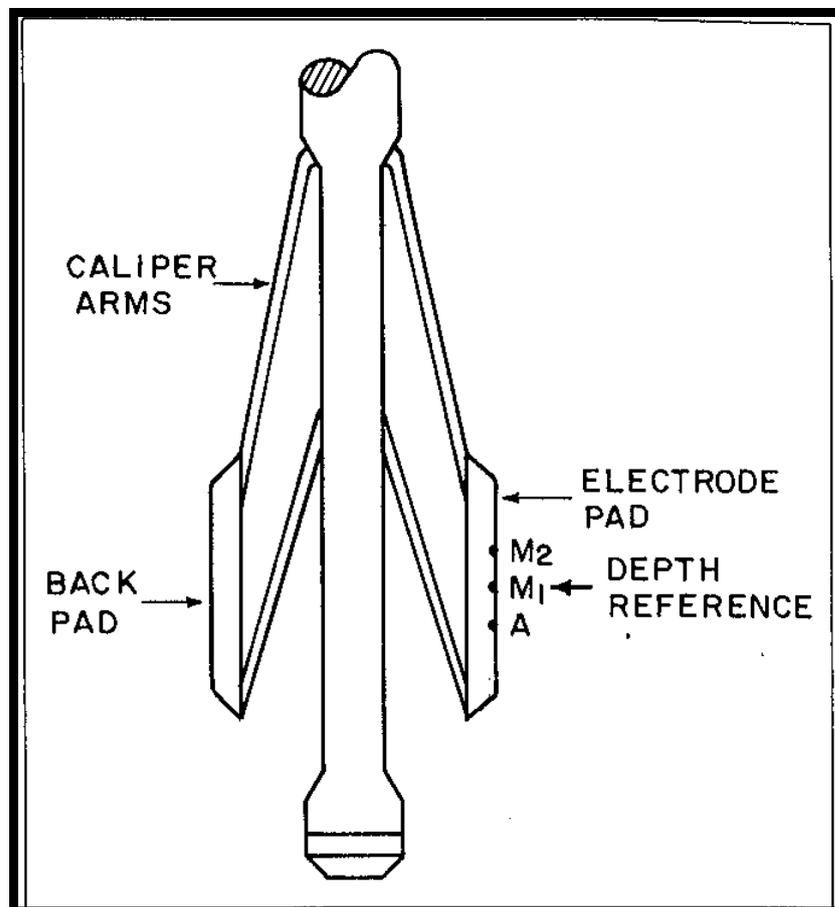
### 3. Microlog

*Microlog* merupakan salah satu log *resistivitas* yang digunakan untuk menentukan adanya invasi dengan cara mendeteksi kerak lumpur. *Microlog* menggunakan *pad* beralas karet yang ditekan ke dinding lubang bor.

Pada permukaan *pad* disisipkan tiga elektroda kecil segaris yang masing – masing terpisah 1 inch. Elektroda yang berfungsi untuk mengukur  $R_{xo}$  di

sebut dengan *micro normal* dan elektroda yang berfungsi untuk mengukur *resistivity mud cake* di sebut *micro inverse*.

Zona *permeabel* ditandai dengan *positive separation* dapat terjadi jika  $R_{mc} > R_m > R_{mf}$ , jika *micro normal* > *micro inverse*. Zona *shale* ditandai dengan *negative separation* (jika *micro normal* < *micro inverse*) atau dengan tidak adanya pemisahan. *Microlog* bekerja kurang baik pada lingkungan lumpur segar atau lumpur gypsum, karena kerak lumpur tidak cukup kuat menahan bantalan pada formasi.



Gambar 14 *Microlog* ( Doll, 1955)

#### 4. **Micro Laterolog**

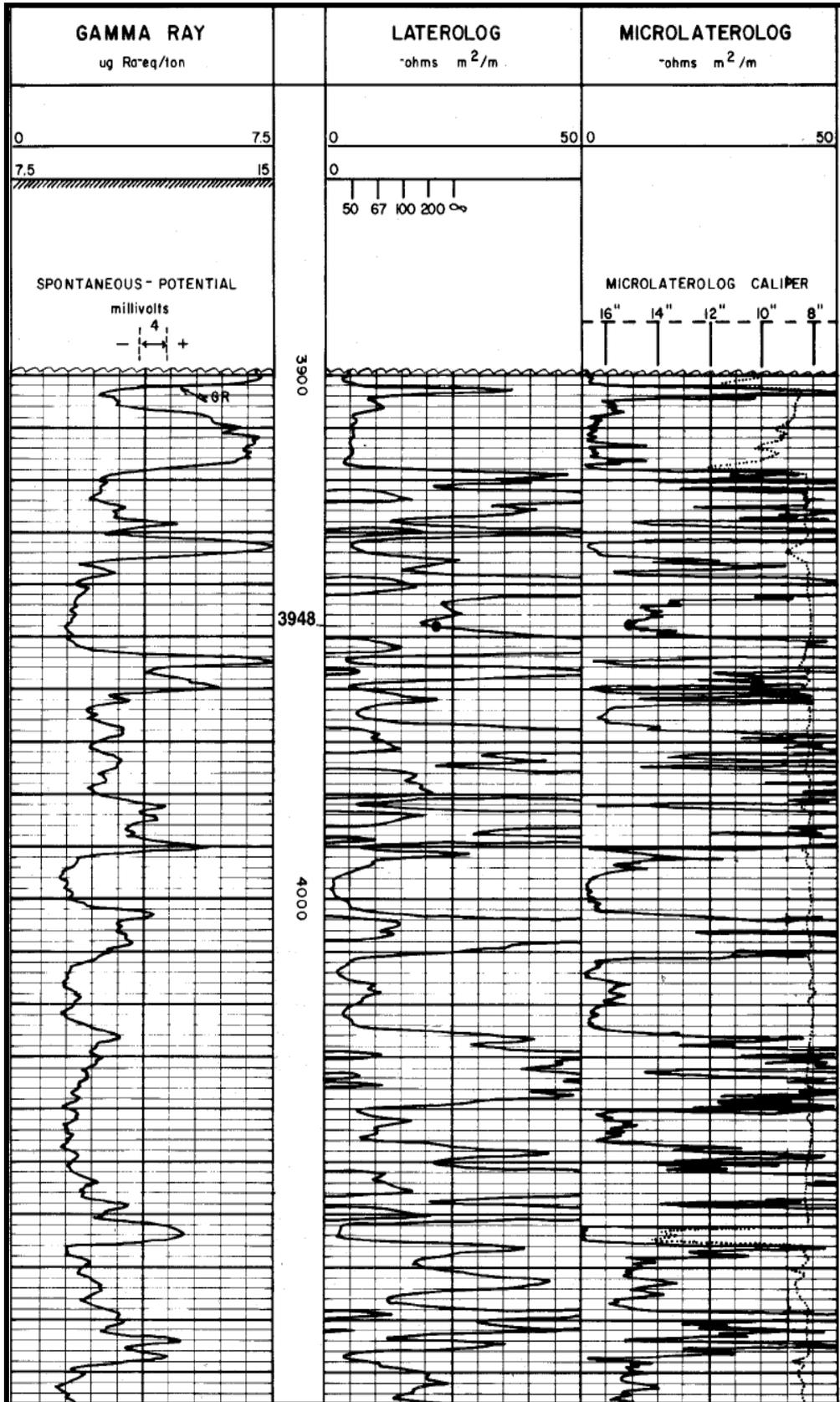
Pada *microlaterolog pad* dan elektroda didesain sedemikian sehingga efek kehadiran *mud cake* yang lebih tebal dari 3/8 inch di abaikan. Arus yang dipancarkan *microlaterolog* mengalir ke formasi yang

*permeabel* dan pembacaan *microlaterolog* akan sangat tergantung pada nilai  $R_{xo}$ .

Arus yang berada dekat dengan *pad* membentuk pancaran berpola anak panah yang menyebar cepat pada jarak beberapa inch dari permukaan *pad*. Pembacaan *microlaterolog* dipengaruhi oleh formasi jika pancarannya mengambil bentuk anak panah. *Microlaterolog* terdiri dari elektroda kecil,  $A_0$  dan tiga elektroda sirkular konsentris yang disisipkan pada *pad* dan ditempelkan pada lubang sumur.

#### **5. Proximity Log**

Pada *proximity Log* elektroda diletakkan pada *pad* yang lebih lebar dan menempel pada dinding sumur saat di run. Sistem pada *proximity log* difokuskan secara otomatis oleh adanya *monitoring electrodes*. *Pad* dan elektroda pada *proximity log* didesain sedemikian sehingga efek kehadiran *isotropic mud cake* yang lebih tebal dari  $\frac{3}{4}$  in akan sangat kecil memengaruhi pengukuran. Jika invasi yang terjadi dangkal, pembacaan *proximity log* akan dipengaruhi oleh  $R_t$ .



Gambar 15 Contoh *Laterolog* dan *MicroLaterolog* (Asquith G, 1982)

## 6. Micro Spherical Focused Log

Micro SFL memiliki kelebihan yaitu :

1. Dapat dikombinasikan dengan alat *logging* yang lain khususnya *Compensated formation density* dan *simultaneous dual laterolog*. Kelebihan ini menghilangkan perlunya me-run alat *logging* yang terpisah untuk mendapatkan informasi tentang nilai  $R_{xo}$ .
2. Respons peralatan *microspherical focused log* terhadap zona  $R_{xo}$  dangkal karena kehadiran *mud cake*. MicroSFL memberikan resolusi  $R_{xo}$  yang baik apabila ketebalan *mud cake* cukup besar, namun tidak memerlukan kedalaman invasi yang besar seperti yang disyaratkan pada penggunaan *proximity log*.

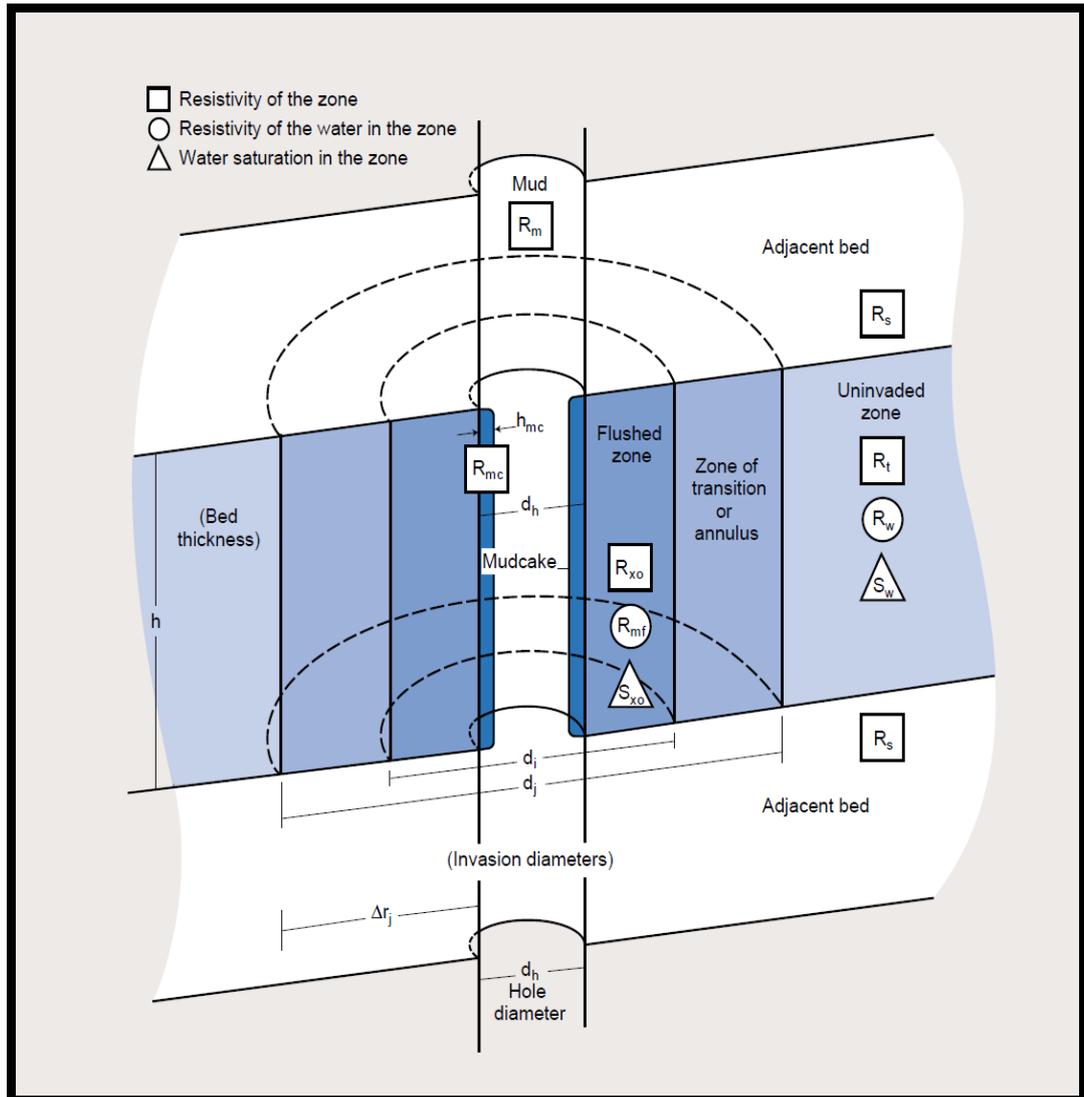
MSFL memiliki bantalan yang kecil dan susunan elektroda yang berdekatan, hanya beberapa inchi dari formasi dekat lubang bor yang diselidiki, sekitar 1-3 inchi. Karena kedalaman investigasi *microspherically focused log* yang kecil, maka pengaruh dari *mud cake* tidak bisa diabaikan, sehingga koreksi terhadap pengaruh *mud cake* diperlukan untuk memperoleh  $R_{xo}$  yang benar.

### Log Resistivitas Berdasarkan zona Rembesan

Pada saat pemboran sebagian lumpur pemboran akan masuk ke dalam formasi dan dalam *logging* profil invasi lumpur pemboran terdapat pada gambar 16. Adapun penjelasan gambar adalah sebagai berikut :

1.  $d_h$  = Diameter lubang
2.  $d_i$  = Diameter invasi ( bagian dalam / *flushed zone*)
3.  $d_j$  = Diameter invasi (bagian luar/ *invaded zone*)
4.  $\Delta r_j$  = Jari – Jari *invaded zone*
5.  $H_{mc}$  = Ketebalan Kerak Lumpur
6.  $R_m$  = Resistivitas lumpur
7.  $R_{mc}$  = Resistivitas kerak lumpur
8.  $R_{mf}$  = Resistivitas filtrat lumpur
9.  $R_{xo}$  = Resistivitas *flushed zone*

10.  $R_t$  = Resistivitas *uninvaded zone*
11.  $R_w$  = Resistivitas air formasi
12.  $S_{xo}$  = Saturasi air pada *flushed zone*
13.  $S_w$  = Saturasi air pada *uninvaded zone*



Gambar 16 *Borehole Environment* ( Well Log chart Schlumberger)

Zona *flushed* merupakan zona *infiltrasi* yang terletak paling dekat dengan lubang bor yang terisi oleh lumpur pemboran

Zona transisi merupakan zona *infiltrasi* yang lebih dalam yang berisi filtrat lumpur pemboran dan kandungan awal zona tersebut.

*Uninvaded zone* adalah zona *infiltrasi* yang terletak paling jauh dari lubang bor serta sama sekali tidak terpengaruh oleh *infiltrasi* lumpur pemboran. Jenis log yang digunakan untuk mengukur *resistivitas* pada *flushed zone*, zona transisi dan zona *uninvaded* terdapat pada tabel 2.

Tabel 2 Log Resistivitas berdasarkan Rembesan

Flushed Zone (Rxo)	Invaded Zone ( Ri)	Uninvaded Zone (Rt)
Microlog	Short Normal	Lateral Log
MicroLaterolog	Laterolog -8	Deep Induction Log
Proximity Log	Spherical Focused Log	Deep Laterolog
Microspherical Focused Log	Medium Induction Log	Laterolog -3
	Shallow Laterolog	Laterolog – 7
		Induction Log 6FF40

## 2. Log Radioaktif

### a. Log Gamma Ray

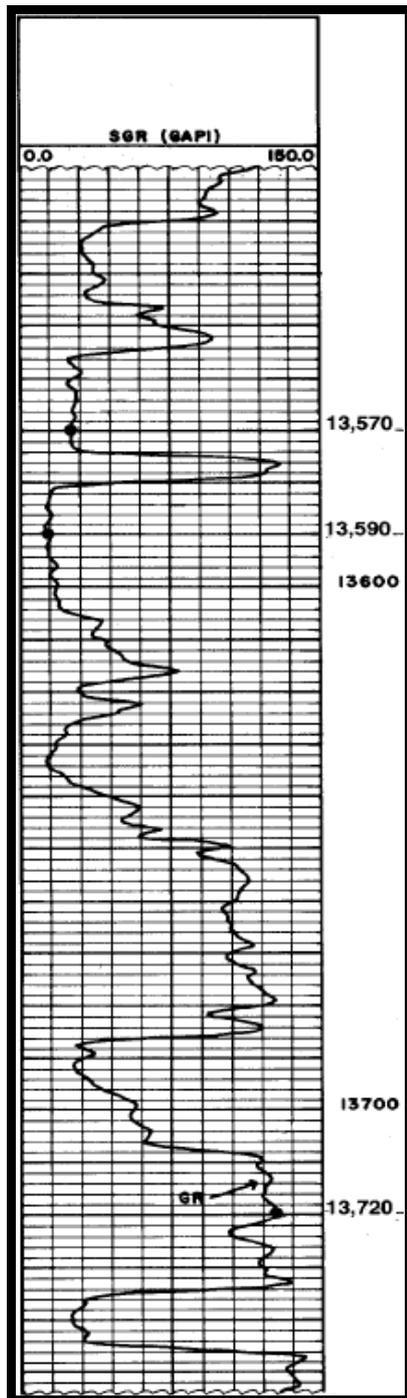
Log *gamma ray* adalah log yang menunjukkan besaran intensitas radioaktif yang ada dalam formasi dan berfungsi untuk mendeteksi endapan – endapan mineral radioaktif seperti *potassium*, *thorium* dan radioaktif *uranium*. Sinar *gamma* mampu menembus batuan dan dideteksi oleh sensor sinar *gamma* yang umumnya berupa detektor sintilasi. Setiap *gamma ray* yang terdeteksi akan menimbulkan pulsa listrik. Parameter yang direkam adalah jumlah dari pulsa yang tercatat persatuan waktu.

*Gamma ray* log digunakan untuk menentukan zona *permeable* dan *non permeable* suatu formasi. Unsur *Uranium*, *Thorium* dan *Potasium* umumnya terkonsentrasi cukup besar pada mineral lempung sehingga mineral lempung mempunyai radioaktivitas tinggi (>100°API) sedangkan batu pasir

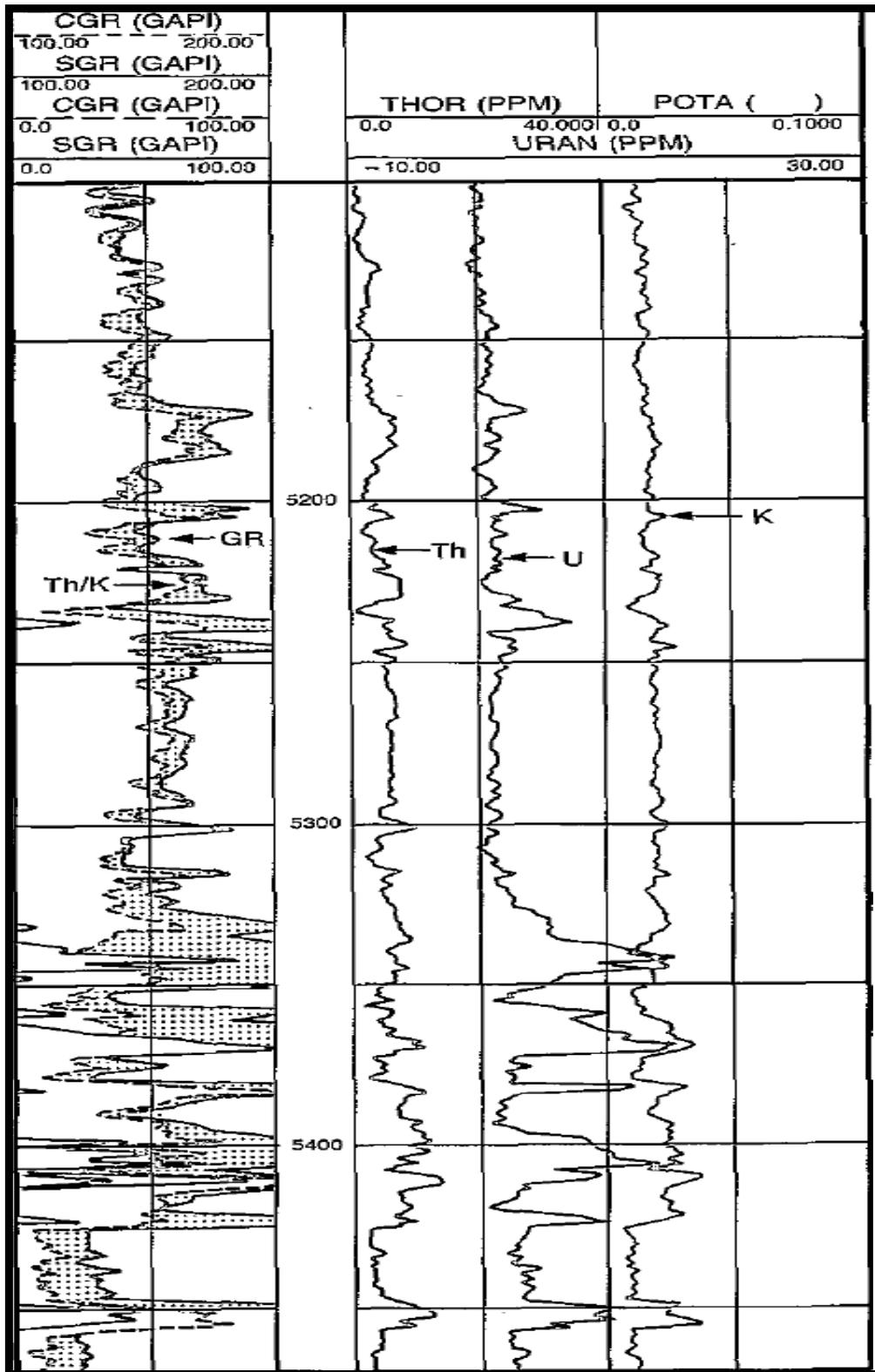
dan karbonat mempunyai radioaktivitas rendah (10 – 20 °API) tetapi batu pasir bersih akan memberikan bacaan *gamma ray log* yang tinggi apabila batupasir tersebut mengandung potasium feldspar, mika, glaukonit atau air yang mengandung uranium. Pembacaan *gamma ray* yang rendah menunjukkan formasi tersebut *permeable* dan nilai *gamma ray* yang tinggi menunjukkan formasi tersebut *non permeable*. Pada gambar 17 pembacaan *gamma ray* minimum terdapat pada kedalaman 13590 ft (15 API) dan *gamma ray* maksimum terdapat pada kedalaman 13720 ft (128 API).

Formasi dengan jumlah unsur radioaktif yang sama per unit volum tapi mempunyai densitas yang berbeda akan menunjukkan perbedaan tingkat radioaktivitas formasi. Formasi yang densitasnya lebih rendah akan terlihat sedikit lebih radioaktif. Respon *gamma ray log* setelah dilakukan koreksi terhadap lubang bor dan sebagainya sebanding dengan berat konsentrasi unsur radioaktif yang ada di dalam formasi (Schlumberger,1989).

*Spectral gamma ray log* merupakan log gamma ray yang dapat membedakan konsentrasi unsur *potassium*, *uranium* dan *thorium* dalam formasi batuan. Prinsip pengukuran *spectral gamma ray* adalah dengan menggunakan detektor *sodium iodide scintillation* (Schlumberger,1989). Sinar *gamma* yang dikeluarkan oleh formasi jarang yang langsung ditangkap oleh detektor. Hal ini disebabkan karena sinar tersebut menyebar dan kehilangan energinya melalui tiga jenis interaksi dengan formasi yaitu efek fotoelektrik, hamburan compton, dan produksi berpasangan (Ellis & Singer,2008). Gelombang energi yang dideteksi dibagi menjadi tiga jendela energi yaitu W1, W2, dan W3, dimana tiap – tiap jendela merefleksikan karakter dari tiga jenis radioaktivitas yang berbeda.



Gambar 17 Log Gamma Ray (Asquith G, 1982)



Gambar 18 Log Gamma Ray ( Modified Schlumberger, 1989)

Kelebihan log *gamma ray* adalah :

1. Digunakan pada semua jenis lumpur.
2. Pada kondisi lubang bor *cased* atau *open hole*.
3. Cocok digunakan untuk membedakan lapisan *shale* karena pada lapisan *shale* banyak mengandung unsur radioaktif.
4. Kedalaman penetrasi 6 - 12 inch.
5. Resolusi vertikal  $\pm 3$  ft.
6. Formasi yang keras

#### **b. Log Densitas**

Log densitas merupakan log yang menunjukkan besarnya densitas batuan yang ditembus lubang bor. Densitas yang diukur adalah densitas keseluruhan dari *matriks* batuan dan fluida yang terdapat pada pori. Besarnya nilai densitas dari suatu formasi berfungsi untuk :

- a. Mendeteksi *gas – bearing zone*
- b. Menentukan densitas hidrokarbon
- c. Mengevaluasi pasir serpih dan lithologi yang kompleks
- d. Mengidentifikasi mineral batuan ( Schlumberger 1972)

Peralatan log densitas terdiri dari sumber radiasi dan *detector*. *Detector* yang digunakan terdiri dari *short space detector* dan *long space detector*. Sumber radioaktif yang mengeluarkan sinar gamma diarahkan ke dinding bor. Sewaktu melewati formasi yang diidentifikasi maka sinar gamma tersebut akan bertubrukan dengan elektron yang ada di dalam formasi. Pada saat bertubrukan dengan elektron maka sebagian energi sinar gamma dipakai untuk melempar elektron keluar dari jalur orbitnya dan sehingga *sinar gamma* mengalami penurunan tingkat energi menjadi tingkat energi lemah. Efek ini dikenal dengan nama hamburan Compton.

Ketika sinar *gamma* yang memiliki energi lemah ini menjalar kembali dan berinteraksi dengan atom lainnya, maka sinar *gamma* akan terserap oleh atom karena energi yang dimiliki sinar *gamma* lemah. Efek ini dikenal dengan nama serapan *fotolistrik*. Kedua efek ini berkaitan langsung dengan jumlah elektron yang terkandung di dalam suatu atom. Semakin banyak elektron, semakin sedikit sinar *gamma* yang bisa menjalar karena efek

hamburan dan serapan. Banyaknya jumlah sinar *gamma* yang kembali dan tertangkap oleh *detektor* digunakan untuk indikator densitas formasi sedangkan jumlah sinar *gamma* yang terserap oleh atom yang ada pada formasi menunjukkan nomor atom dan *photoelectric interpretation* yang digunakan untuk identifikasi lithologi batuan. Densitas elektron berhubungan dengan densitas bulk pada formasi dalam gr/cc.

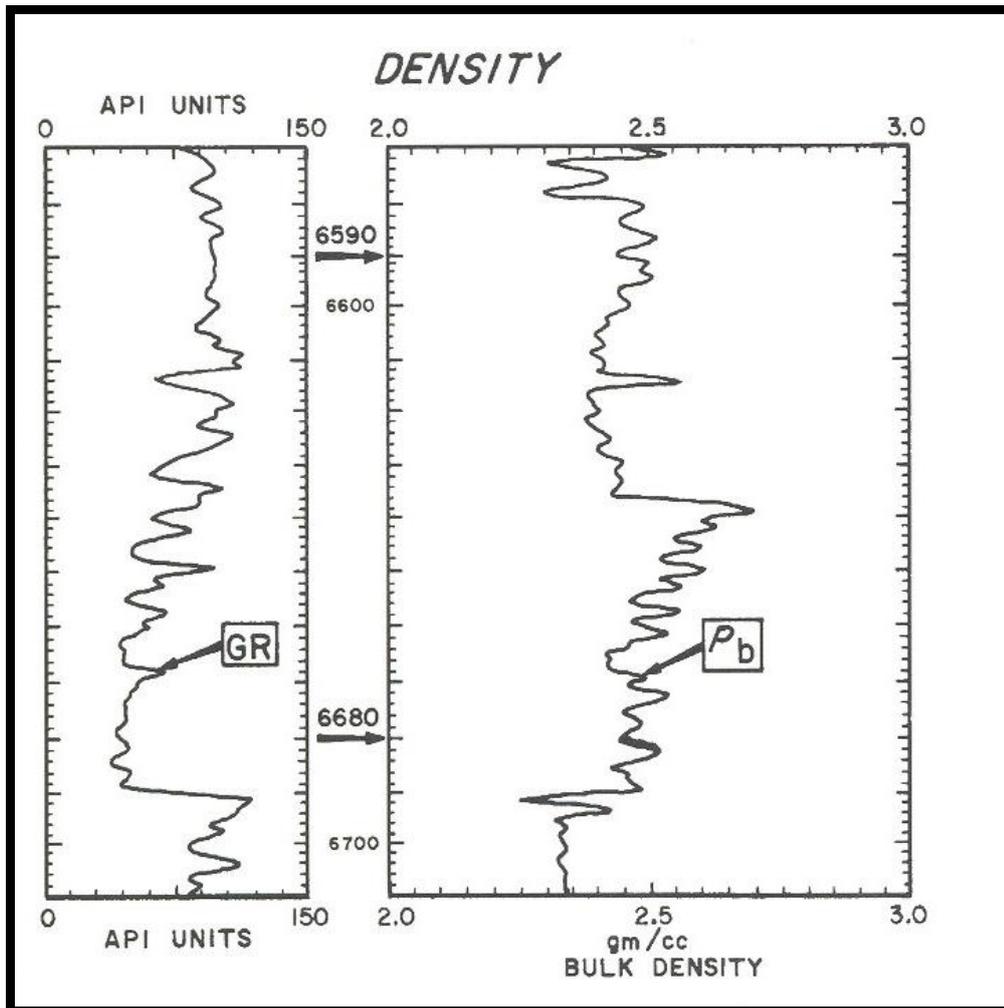
Batuan *homogen* dengan porositas tertentu, jika mengandung air asin akan mempunyai densitas lebih rendah dibanding dengan batuan yang seluruhnya terdiri dari *matrik*. Batuan yang mengandung minyak, densitas batuan lebih rendah daripada batuan yang mengandung air asin sebab densitas air asin lebih besar daripada minyak. Sedangkan pada batuan *homogen* yang mengandung gas, densitas batumannya lebih rendah dibandingkan dengan batuan yang berisi minyak.

Koreksi log densitas dilakukan untuk mengetahui keakuratan densitas *bulk* formasi. Apabila nilai koreksi log densitas lebih besar dari 0.2 gr/cc maka harga *bulk densitas* dinyatakan akurat. *Shale* dan *Clay* dapat menyebabkan pembacaan porositas terlalu tinggi atau terlalu rendah.

Gambar 19 memiliki 2 *track* yaitu *track gamma ray* dan densitas. Dari *track gamma ray log* maka dapat dilihat bahwa nilai GR pada kedalaman 6680 ft adalah 40 API dan merupakan *sandstone* dan nilai densitas *bulk* pada kedalaman tersebut adalah 2,48 gm/cc.

Kriteria yang harus diperhatikan agar pengukuran *density log* yaitu :

- a. Densitas batuan formasi rendah.
- b. *Unconsolidated sand formation*.
- c. Porositas antara 20% - 40%.



Gambar 19 Contoh Log Densitas Bulk (Asquit G, 1990)

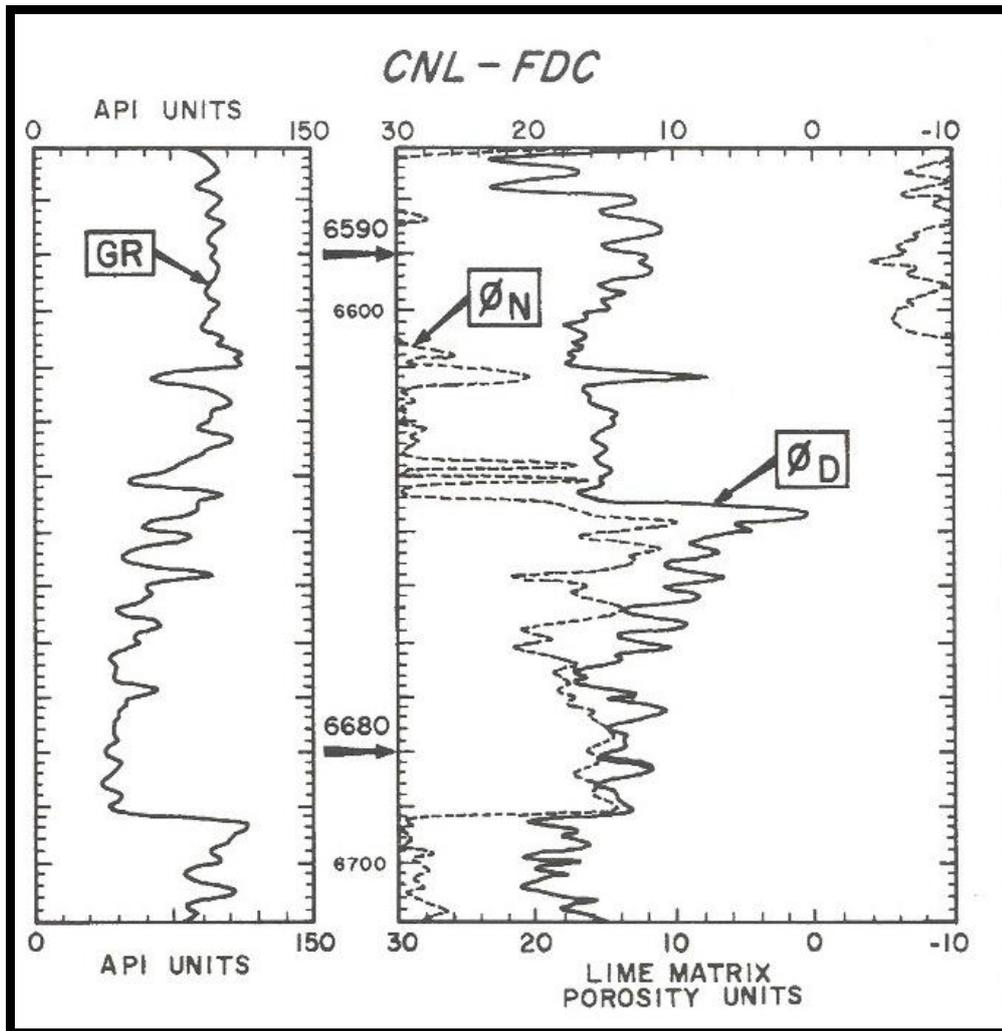
### c. Log Neutron

Log neutron merupakan log yang dapat membaca indeks hidrogen yang terkandung dalam batuan. Neutron adalah suatu partikel listrik netral yang mempunyai massa hampir sama dengan atom hidrogen. Partikel neutron memancar dan menembus formasi dan bertumbukan dengan material formasi yang menyebabkan neutron kehilangan energi. Besarnya energi neutron yang hilang tergantung dari banyaknya jumlah atom hidrogen dalam formasi.

Pada formasi bersih yang diisi oleh air atau minyak, log neutron mengukur porositas yang diisi oleh cairan. Semakin tinggi nilai hidrogen indeks dalam suatu formasi maka neutron yang dipantulkan kembali kedalam *logging tools* akan semakin sedikit sehingga log neutron akan menunjukkan nilai yang rendah. Semakin sedikit kandungan hidrogen dalam suatu formasi maka jumlah neutron yang dipantulkan akan semakin banyak dan log neutron akan menunjukkan nilai yang tinggi. Log neutron tidak dapat membedakan atom hidrogen bebas dan atom hidrogen yang secara kimia terikat dengan mineral batuan sehingga lempung akan terbaca memiliki porositas yang tinggi karena formasi lempung banyak mengandung atom – atom hidrogen di dalam susunan molekulnya.

Peralatan log neutron antara lain adalah *gamma ray neutron log* (GNT), *sidewall neutron porosity tool* (SNP) dan *Compensated neutron log* (CNL). CNL tool terdiri dari CNL *compensated neutron* dan *Dual energy neutron log* (DNL). GNT terdiri dari sumber neutron dan *detector* tunggal dan sensitive terhadap energi *gamma ray* yang tinggi. GNT digunakan pada *case hole* dan SNP digunakan pada *open hole*. CNL digunakan pada pengukuran yang sensitif terhadap *thermal neutron*.

Pada gambar 20 log neutron ditandai dengan garis putus – putus dimana pada kedalaman 6680 ft nilai porosits neutron 15%.



Gambar 20 Contoh Neutron Log ( Asquith G, 1990)

### c. Log Sonic

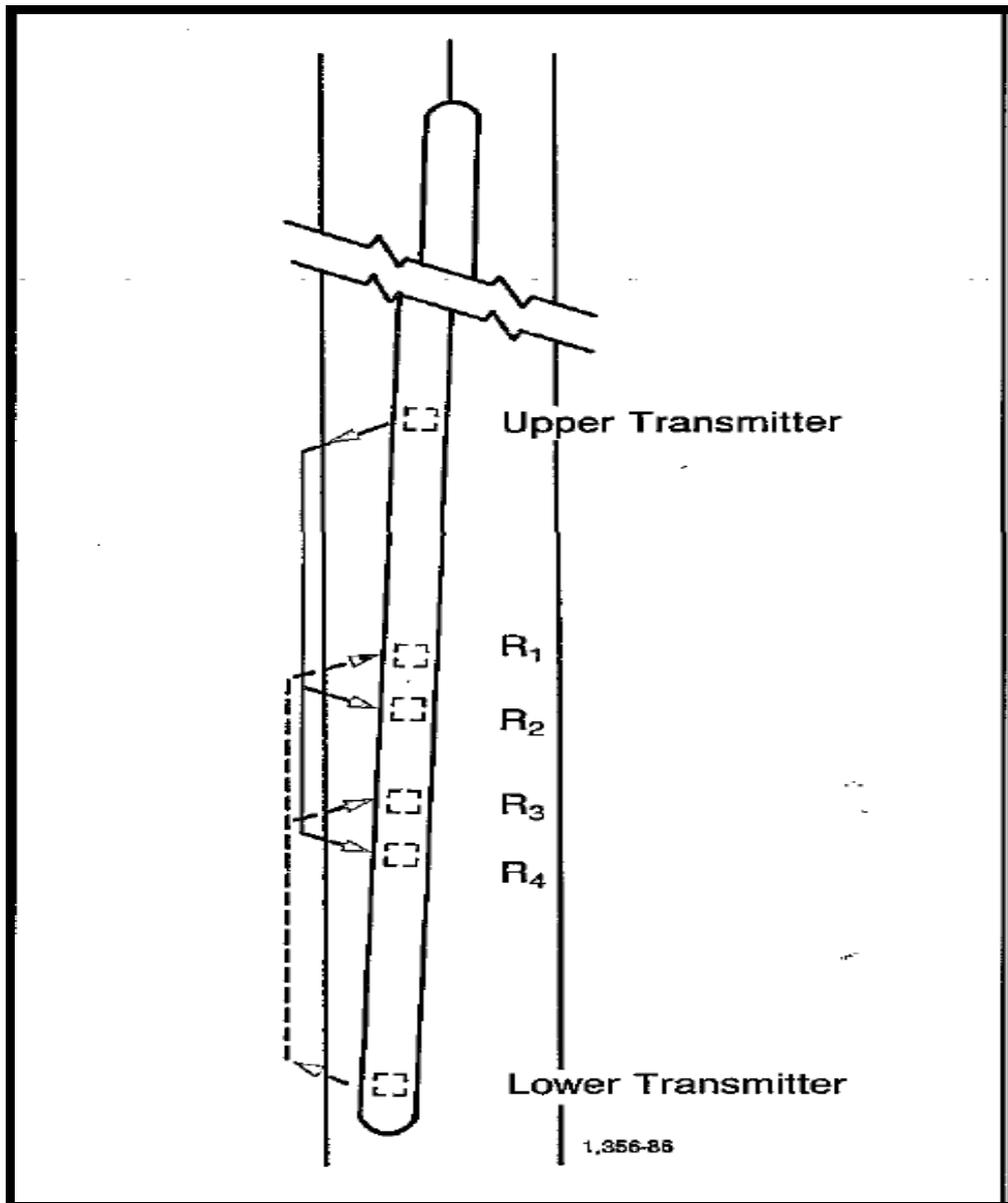
Log sonik merupakan log yang digunakan untuk mendapatkan harga porositas batuan sebagaimana pada log densitas dan log netron. Log sonik menggambarkan waktu kecepatan suara yang dikirimkan atau dipancarkan ke dalam formasi hingga ditangkap kembali oleh *receiver*. Kecepatan suara melalui formasi batuan tergantung oleh *matriks* batuan serta distribusi porositasnya. Waktu yang diperlukan gelombang suara untuk sampai ke *receiver* disebut *interval transite time* atau  $\Delta t$ . Besar kecilnya  $\Delta t$  yang melalui suatu media (formasi) sangat tergantung dari jenis batuan, besarnya porositas batuan dan jenis kandungan yang ada dalam batuan. Sehingga

Log sonic disamping berguna untuk mendapatkan besaran porositas batuan juga sangat membantu didalam *interpretasi seismic records*, terutama untuk kalibrasi kedalaman formasi.

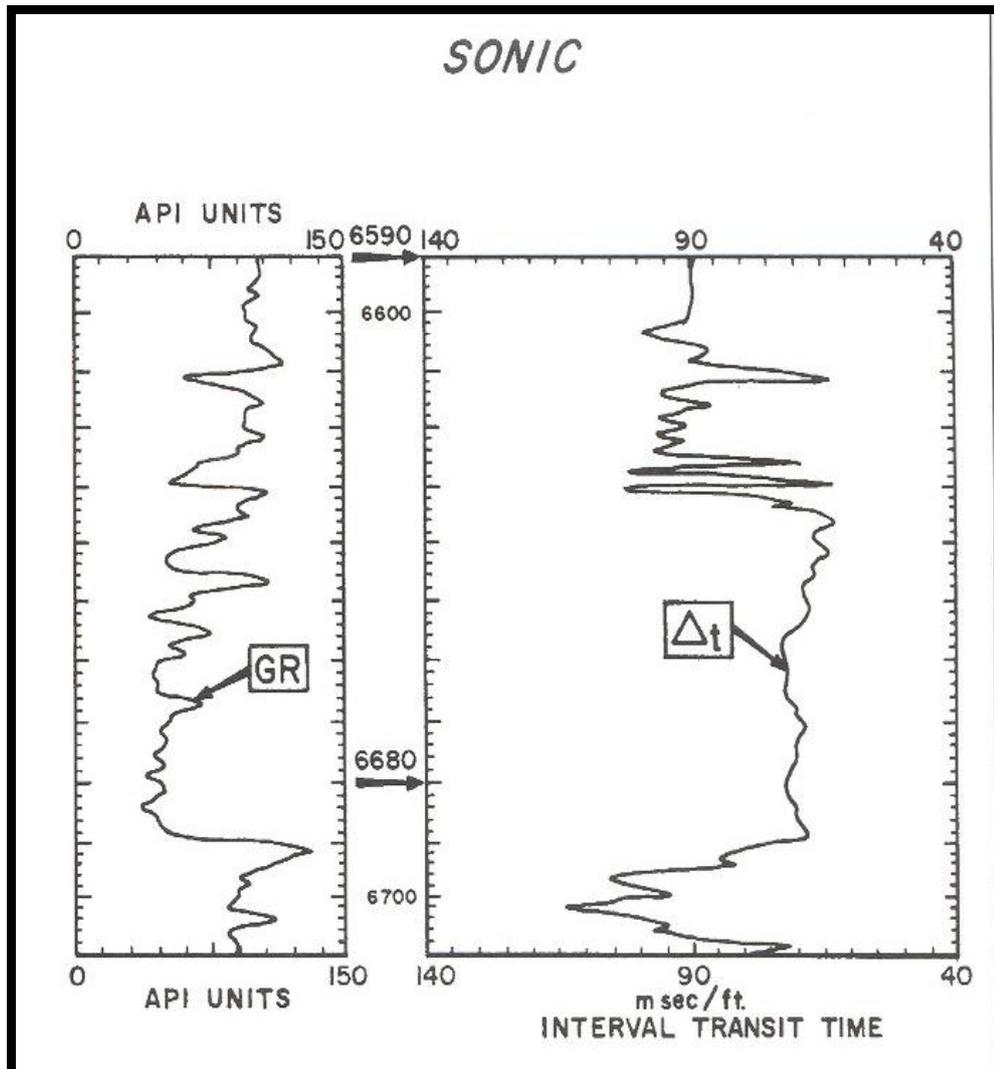
Salah satu peralatan sonic (BHC –*Bore Hole Compensated*) tersusun atas 1 *transmitter* dibagian atas dan dibagian bawah dengan masing-masing mempunyai 2 *receiver* ( gambar 21). Suara dikirim dari *transmitter* dimana suara tersebut masuk kedalam formasi, kemudian pencatatan dilakukan pada saat pantulan suara pertama kali sampai di *receiver*.

*Transmitter-transmitter* yang ada mengirimkan suara secara bergantian dan harga perbedaan waktu ( $\Delta t$ ) suara yang diterima oleh *receiver-receiver* ini dicatat pula secara bergantian. Harga  $\Delta t$  rata-rata dari *receiver* ini dihitung, serta diproses harga *transite time* menjadi total *travel time*. Kadang-kadang gelombang suara yang dikirimkan oleh *transmitter* diterima oleh *receiver* terdekat masih cukup kuat tetapi diterima oleh *receiver* yang jauh dengan lemah. Kemungkinan terhalang oleh sesuatu yang menyebabkan harga  $\Delta t$  terlalu besar. Ini bisa terjadi bila melalui formasi yang *unconsolidated* atau pasir lepas, rekahan pada batuan, formasi yang mengandung gas, lumpur yang mengandung gelembung - gelembung udara / gas ataupun oleh adanya kondisi lubang yang sangat tidak rata terlebih pada lapisan garam.

Kecepatan suara yang melalui lapisan batuan sangat tergantung oleh jenis matrik batuan, distribusi porositas, isi kandungannya serta kondisi fisik batuan.



Gambar 21 Sistem BHC ( Schlumberger, 1989)



Gambar 22 Log sonic dan *gamma ray* ( Asquith G, 1990)

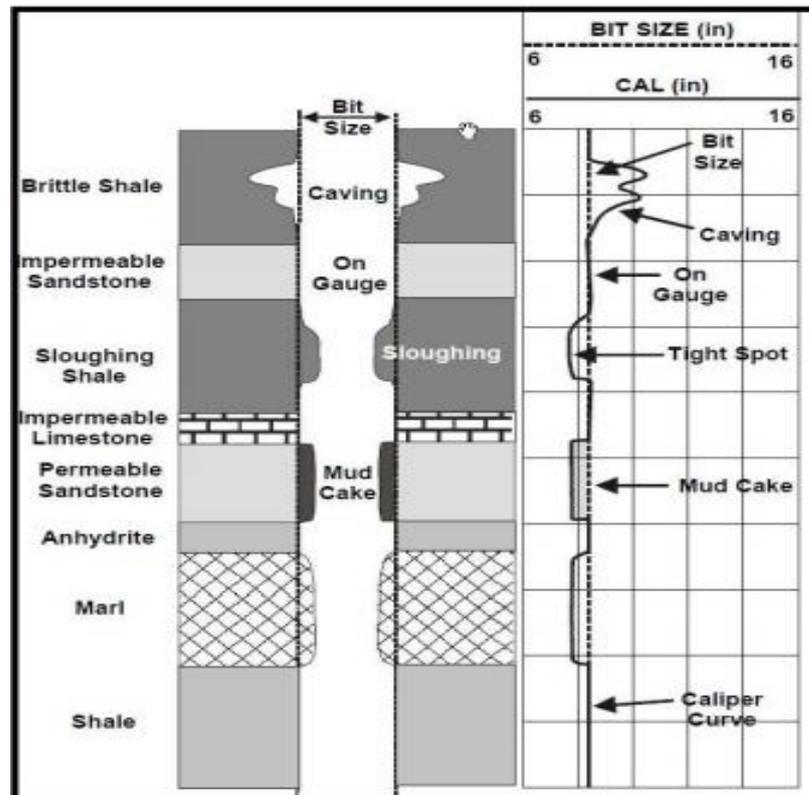
Berdasarkan gambar 22, nilai  $\Delta t$  pada kedalaman 6680 ft adalah  $72\mu\text{sec/ft}$ .

#### d. Log Caliper

*Log caliper* digunakan untuk mengukur variasi diameter lubang bor saat *borehole* masih dalam *open case*. *Log caliper* berfungsi untuk menentukan lapisan produktif, menggambarkan kondisi diameter/profil lubang bor, Menentukan letak setting *packer* yang tepat pada operasi DST, Estimasi ketebalan *mud cake* didepan zona *permeabel* yang akan memberikan dukungan pada analisa *logging* secara kualitatif.

Pada lapisan *permeabel* yang pada dinding lubang bornya terbentuk akan menyebabkan diameter lubang bor menjadi lebih kecil dibanding diameter *bit*, sedangkan pada lapisan *shale* kerontokan batuan yang terjadi akan menyebabkan diameter dinding lubang bor menjadi lebih besar dibanding ukuran *bit*.

Prinsip kerja *log caliper* adalah menggunakan mekanisme gerak pegas. Untuk menyesuaikan kondisi lubang bor yang umumnya tidak rata digunakan pegas yang dapat mengembang secara fleksibel. Ujung paling bawah dari pegas tersebut dihubungkan dengan *rod* yang berfungsi untuk meneropong ke dalam lubang bor. Kedudukan dari *rod* ini ditentukan oleh kompresi dari pegas dan dari sini ukuran lubang bor dapat ditentukan. Arus dan *coil* perekam membentuk koping induktif sedemikian rupa sehingga potensial yang diinduksi dalam *coil* perekam tergantung *pada* posisi *rod*. Hal ini akan menghasilkan pencatatan *voltage* yang bervariasi dengan ukuran lubang bor, yang selanjutnya dicatat oleh suatu instrumen di permukaan.



Gambar 23 Log Caliper (Rider M)

#### e. Production Logging test

*Production logging test* merupakan jenis *log cased hole*. Parameter yang diperoleh dari proses *production logging test* antara lain adalah :

1. Flow kontribusi dari masing – masing lapisan produktif
2. Nilai *Water cut*
3. *Productivity indeks* dan *Injektivitas indeks*
4. Tekanan
5. Temperatur
6. Kebocoran yang terjadi pada casing

Peralatan *production logging test* adalah :

##### 1. *Spinner Flow Meter Logging*

Untuk mengetahui kontribusi dari lapisan yang di uji berdasarkan jumlah putaran tiap detik.

##### 2. Temperatur logging

Adanya aliran fluida formasi yang masuk ke dalam lubang sumur di tandai dengan nilai temperatur yang rendah pada zona tersebut dan sebaliknya adanya aliran fluida dari dalam sumur menuju formasi di tandai dengan nilai temperatur yang tinggi. Adapun peralatan – peralatan yang digunakan pada temperatur logging antara lain adalah *pressure temperatur gradiometer, manometer temperatur, gradiometer*.

##### 3. *Radioactive logging*

*Radioactive logging* digunakan untuk mengetahui kedalaman perforasi, kualitas semen, kebocoran yang terjadi pada casing. Peralatan – peralatan yang digunakan *radioactive logging* adalah *telemetry gamma ray, caliper, dan nuclear fluid density*.

##### 4. *Noise logging*

Digunakan untuk menentukan adanya lubang atau aliran fluida di belakang pipa berdasarkan pada gelombang suara yang terekam oleh *hydrophone*.

**f. Cemen bond log dan variable density log**

*Cement bond log* merupakan jenis *logging* yang digunakan untuk mengevaluasi ikatan antara semen pemboran dengan casing. *Cement bond log* menggunakan prinsip peralatan sonic. Amplitudo gelombang sonic terekam oleh alat penerima yang berjarak 3 ft dari *transmitter*.

*Variable density log* digunakan untuk evaluasi ikatan antara semen dengan formasi dan semen dengan casing. Amplitudo gelombang sonic terekam pada alat penerima sonic yang berjarak 5 ft dari *transmitter*.

**g. Interpretasi Kualitatif**

Identifikasi lapisan batuan, cadangan, lapisan hidrokarbon, serta perkiraan jenis hidrokarbon dilakukan dengan interpretasi kualitatif. Untuk mendapatkan interpretasi kualitatif yang baik maka harus dilakukan dengan menggabungkan beberapa log. Zona *porous* dan *permeable* ditandai dengan adanya defleksi log *spontaneous potential*, X plot neutron dan densitas positif dan log resistivitas MSFL, LLS/ILS dan LLD/ILD tidak berhimpit.

Litologi batu pasir di tandai dengan adanya defleksi *log spontaneous potential*, *low gamma ray* atau garis *gamma ray* log berada di kiri atau minimum. Log resistivitas MSFL, LLS/ILS dan LLD/ILD mempunyai nilai yang berbeda dan tidak berhimpit. Untuk litologi *shale* ditunjukkan oleh defleksi kurva *gamma ray* ke arah kanan atau maksimum. Log *spontaneous potential* lurus dan tidak mengalami defleksi. Log resistivitas MSFL, LLS/ILS dan LLD / ILD berhimpit.

*Water bearing zone* ditandai dengan adanya defleksi pada log *spontaneous potential* dimana defleksi akan positif apabila  $R_{mf} < R_w$  dan defleksi negatif apabila  $R_{mf} > R_w$ . Sedangkan *hidrokarbon bearing zone* ditandai dengan defleksi negatif dari log *spontaneous potential*.

Log *Resistivitas* serta log Neutron dan *log density* digunakan untuk membedakan jenis fluida yang terdapat dalam formasi. Pada log

*resistivitas* zona hidrokarbon ditunjukkan oleh adanya separasi antara harga tahanan jenis zona terinvasi ( $R_{xo}$ ) dengan harga *true resistivity* pada zona yang tidak terinvasi. Separasi log *resistivitas* dapat bernilai positif atau negatif tergantung pada harga  $R_{mf}/R_w > 1$ . Harga perbandingan  $R_{xo}$  dengan  $R_t$  akan maksimum dan hampir sama dengan harga  $R_{mf}/R_w$  dalam zona air. Nilai  $R_{xo}/R_t$  yang lebih rendah dari harga maksimum menunjukkan adanya hidrokarbon dalam formasi.

Untuk membedakan minyak atau gas yang terdapat dalam formasi dapat ditentukan dengan menggunakan log neutron densitas. Zona gas ditandai dengan harga porositas neutron yang lebih kecil dari harga densitas sehingga zona gas ditunjukkan oleh separasi kurva log neutron – densitas yang lebih besar. Zona minyak ditandai dengan separasi log neutron dan log densitas membentuk separasi yang lebih sempit dibandingkan separasi yang terjadi pada zona gas.

#### **h. Interpretasi Kuantitatif**

Interpretasi data *well logging* secara kuantitatif dilakukan untuk menentukan nilai saturasi, porositas batuan, permeabilitas batuan dan dapat menentukan kandungan *shale* dalam reservoir.

- 1. Volume Shale**
- 2. Porositas**
- 3. Faktor Formasi**
- 4. Permeabilitas**
- 5. Penentuan Resistivitas Air ( $R_w$ )**

Nilai *resistivitas* air dapat ditentukan dengan menggunakan berbagai metode:

- a. Metode *Static Spontaneous potential*
- b. Metode *Cross-plot Resistivitas Neutron*
- c. Metode Resistivitas – Sonic
- d. Metode Resistivitas Densitas
- e. Metode *Static Spontaneous Potensial*
- f. Persamaan Archie
- g. Laboratorium

**6. Saturasi Air**

Saturasi adalah perbandingan antara volume pori yang terisi oleh fluida dengan volume total batuan. Persamaan –Persamaan yang dipergunakan untuk menentukan saturasi air antara lain adalah :

- a. Persamaan Archie
- b. Persamaan Simandoux
- c. Saturasi air dari metode Waxman – Smits
- d. Saturasi air dari metode Indonesia untuk *dispersed shaly sand*

**D. Aktivitas Pembelajaran**

**Aktivitas Pengantar**

**Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran ( Diskusi Kelompok)**

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut, kerjakan LK1.

**LK1.**

- 1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran kategori operasi logging? Sebutkan dan jelaskan!

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

- 2. Bagaimana cara saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

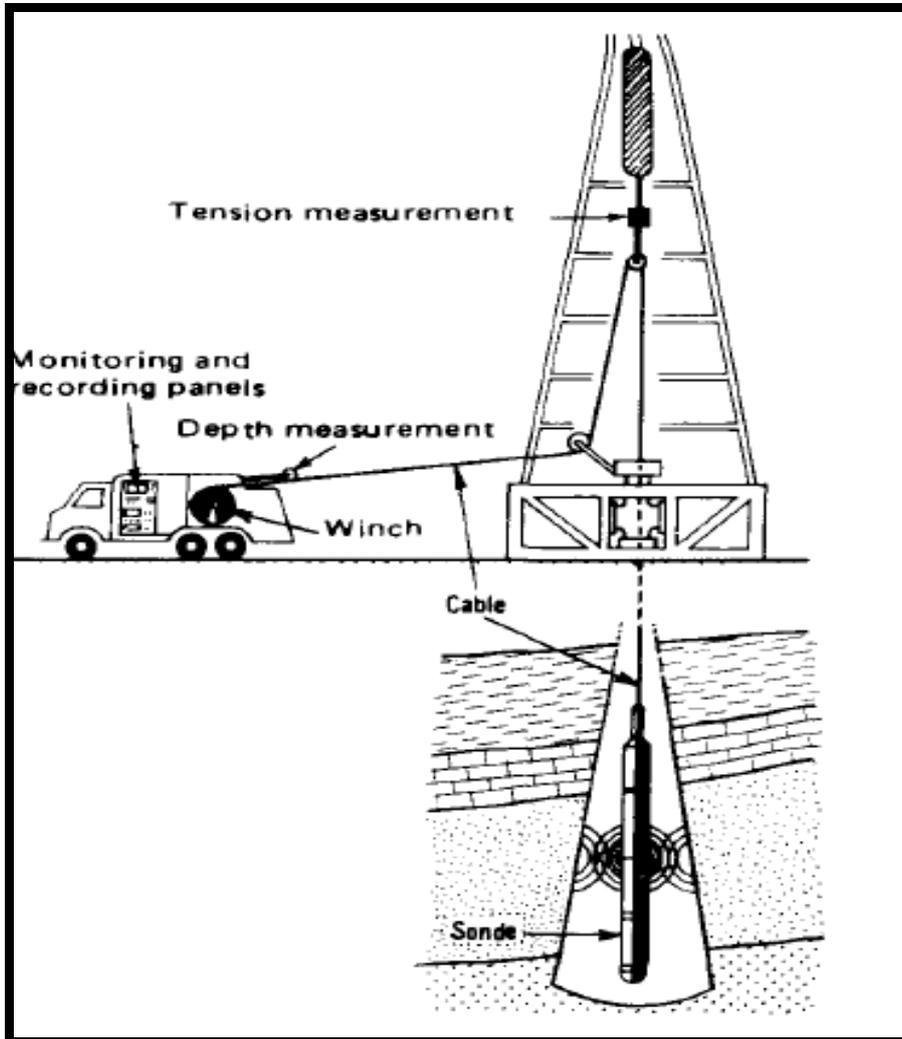
.....  
.....  
.....  
.....

- .....  
.....
3. Ada berapa banyak dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini yang sudah saudara miliki? Sebutkan dan jelaskan
- .....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....
4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
- .....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
- .....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....
6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!
- .....

**Aktivitas 1**

Mengamati gambar skematik peralatan log.

Saudara diminta untuk mengamati gambar skematik peralatan log berikut ini, kemudian kerjakan LK2:



Gambar Peralatan *wireline logging*

Saudara bisa mengamati gambar skematik peralatan *wireline logging*. Apa yang saudara temukan setelah mengamati gambar tersebut ? Apakah dengan mengamati gambar tersebut saudara bisa memahami cara kerja *wireline logging*? Diskusikan dengan anggota kelompok saudara. Selanjutnya saudara harus menjawab pertanyaan di bawah ini:

**LK 2**

1. Jelaskan peralatan – peralatan yang digunakan pada *wireline logging*?

.....  
 .....

.....  
.....  
.....

2. Jelaskan fungsi *logging truck*, *kabel*, *detector* dan *receiver*?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

3. Jelaskan prinsip kerja *wireline logging*?

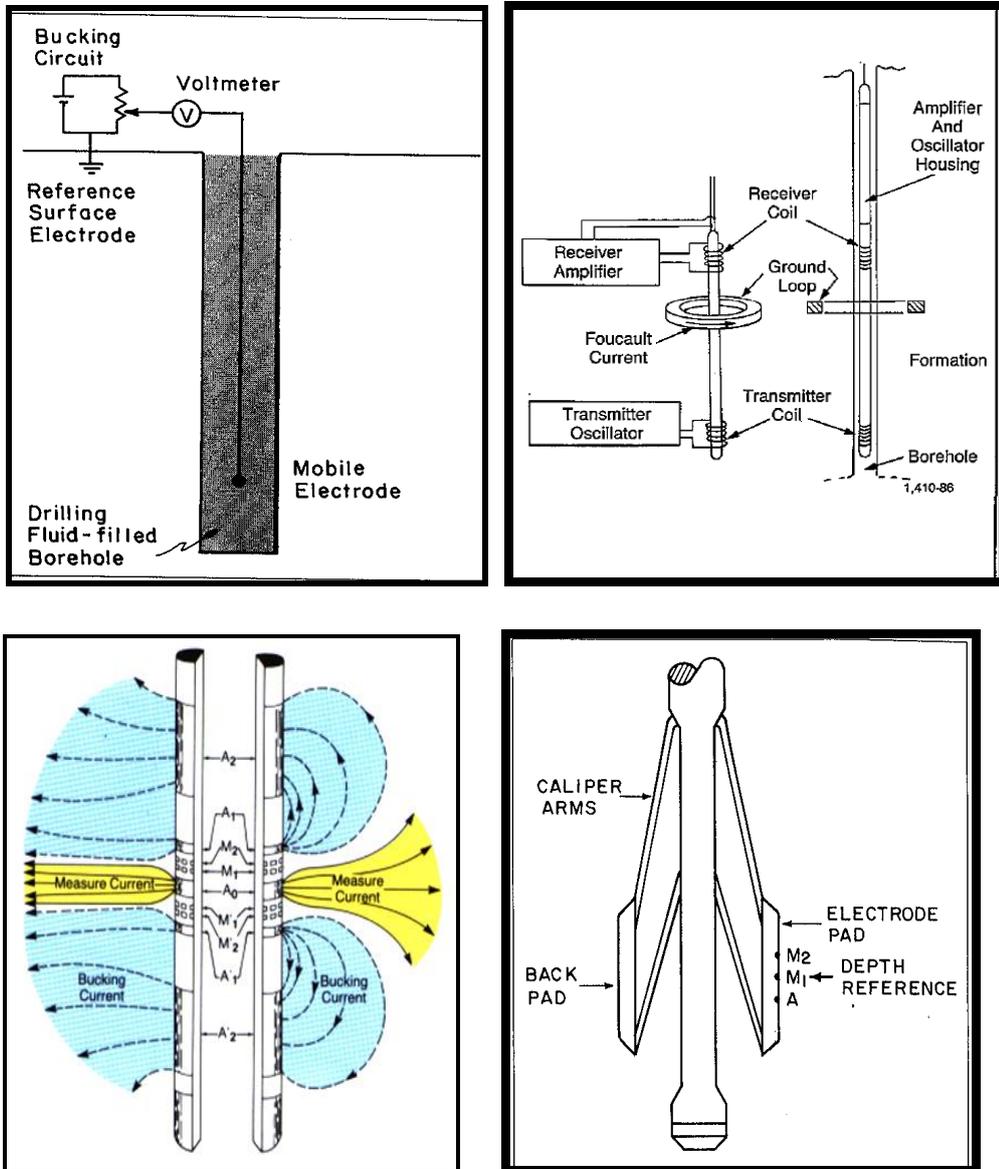
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4. Jelaskan perbedaan peralatan yang digunakan *logging while drilling* dan *wireline logging*?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Aktivitas 2**

Mengamati prinsip kerja log listrik



Gambar Log listrik

Saudara bisa mengamati prinsip kerja log spontaneous potential dan log resistivitas. Apa yang saudara temukan setelah mengamati gambar prinsip kerja log tersebut ? Apakah dengan mengamati gambar tersebut saudara bisa memahami prinsip kerja log spontaneous potential dan log resistivitas tersebut? Diskusikan dengan anggota kelompok saudara. Selanjutnya selesaikan LK 3 berikut!

LK 3

1. Jelaskan perbedaan fungsi log *spontaneous potential* dan log *resistivity*?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

2. Jelaskan prinsip kerja log *spontaneous potential*?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

3. Jelaskan perbedaan prinsip kerja antara *induction log* dan *dual laterolog*?

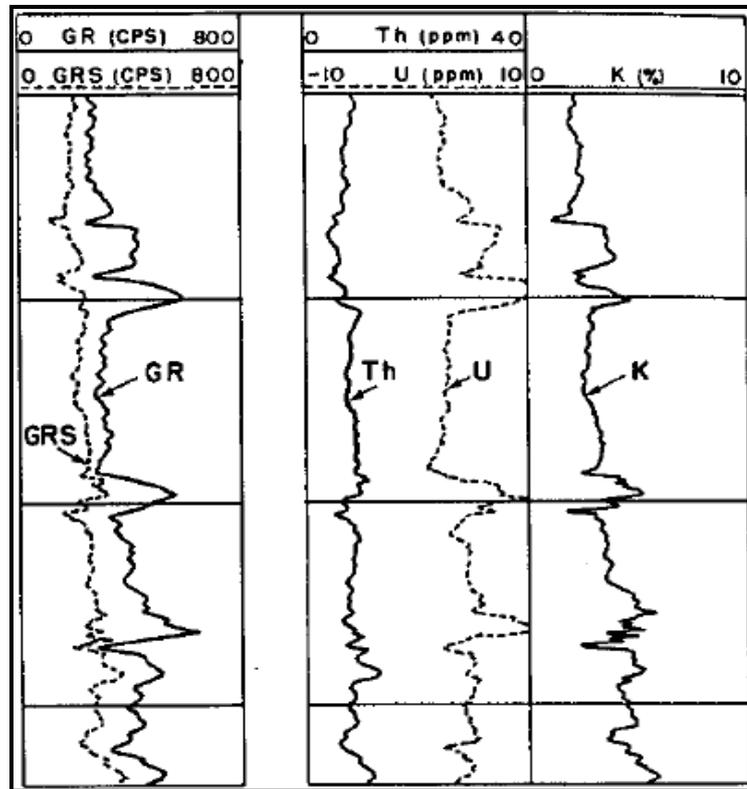
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4. Jelaskan perbedaan antara *laterolog*, *dual laterolog*, *proximity log*, *microlog* dan *microspherical focused log*?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

### Aktivitas 3

#### Log Gamma Ray



Log gamma ray

Saudara diminta untuk mencermati gambar berikut ini, kemudian selesaikan LK4:

1. Jelaskan fungsi *log Gamma Ray*?

.....

.....

.....

.....

.....

2. Jelaskan prinsip kerja *log Gamma Ray*?

.....

.....

.....

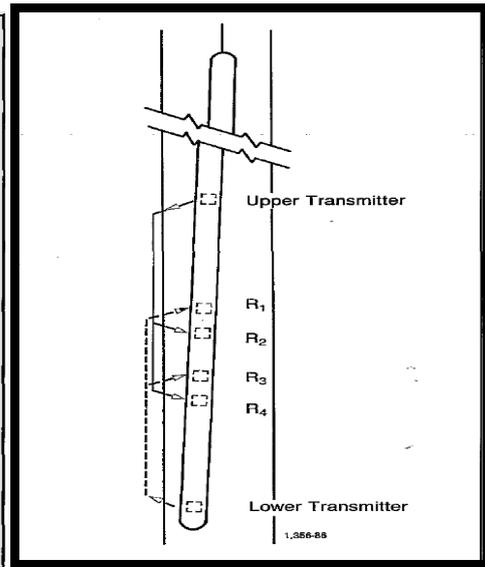
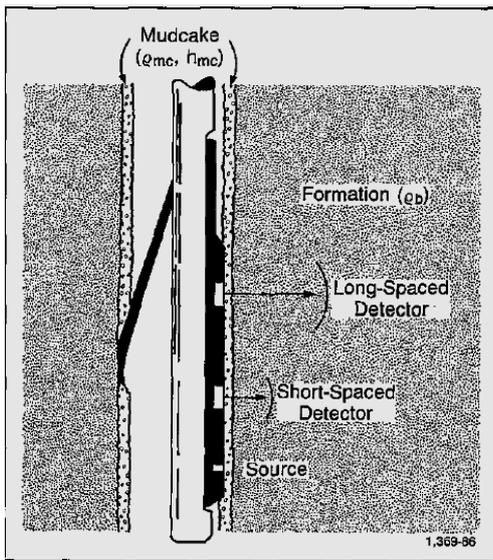
.....  
.....

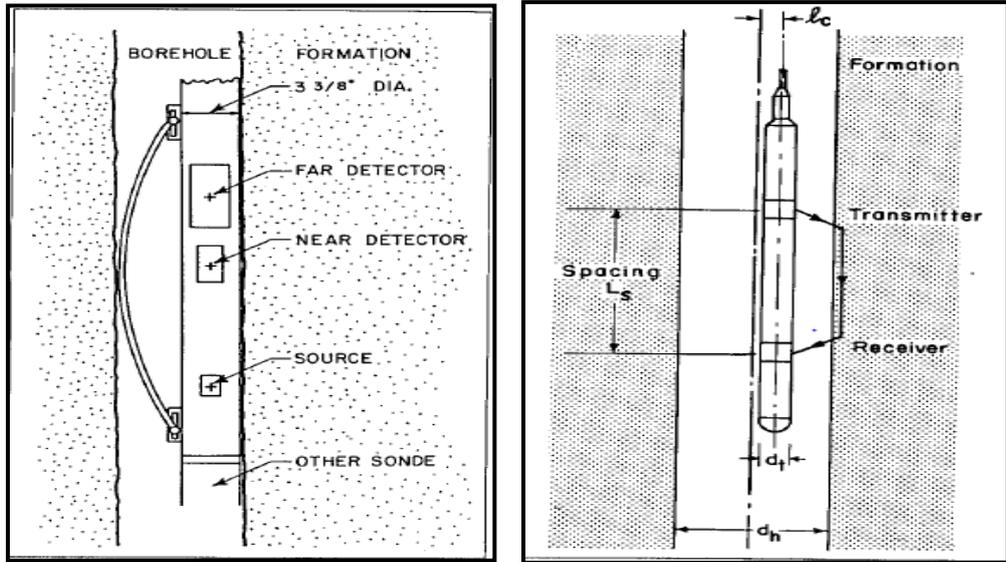
3. Jelaskan perbedaan *natural gamma ray* dengan *spectrometri gamma ray*?

.....  
.....  
.....  
.....

#### Aktivitas 4

#### Mengamati Log Porositas





Gambar Peralatan log porositas

Saudara bisa mencermati prinsip kerja log – log porositas. Apa yang saudara temukan setelah mengamati gambar prinsip kerja log tersebut ? Apakah dengan mengamati gambar tersebut saudara bisa memahami prinsip kerja log densitas, log neutron dan log sonic ? Diskusikan dengan anggota kelompok saudara. Selanjutnya selesaikan LK 5 berikut!

1. Jelaskan perbedaan antara log sonic, log densitas dan log neutron?

.....

.....

.....

.....

.....

2. Jelaskan perbedaan prinsip kerja antara log sonic, log neutron dan log densitas?

.....

.....

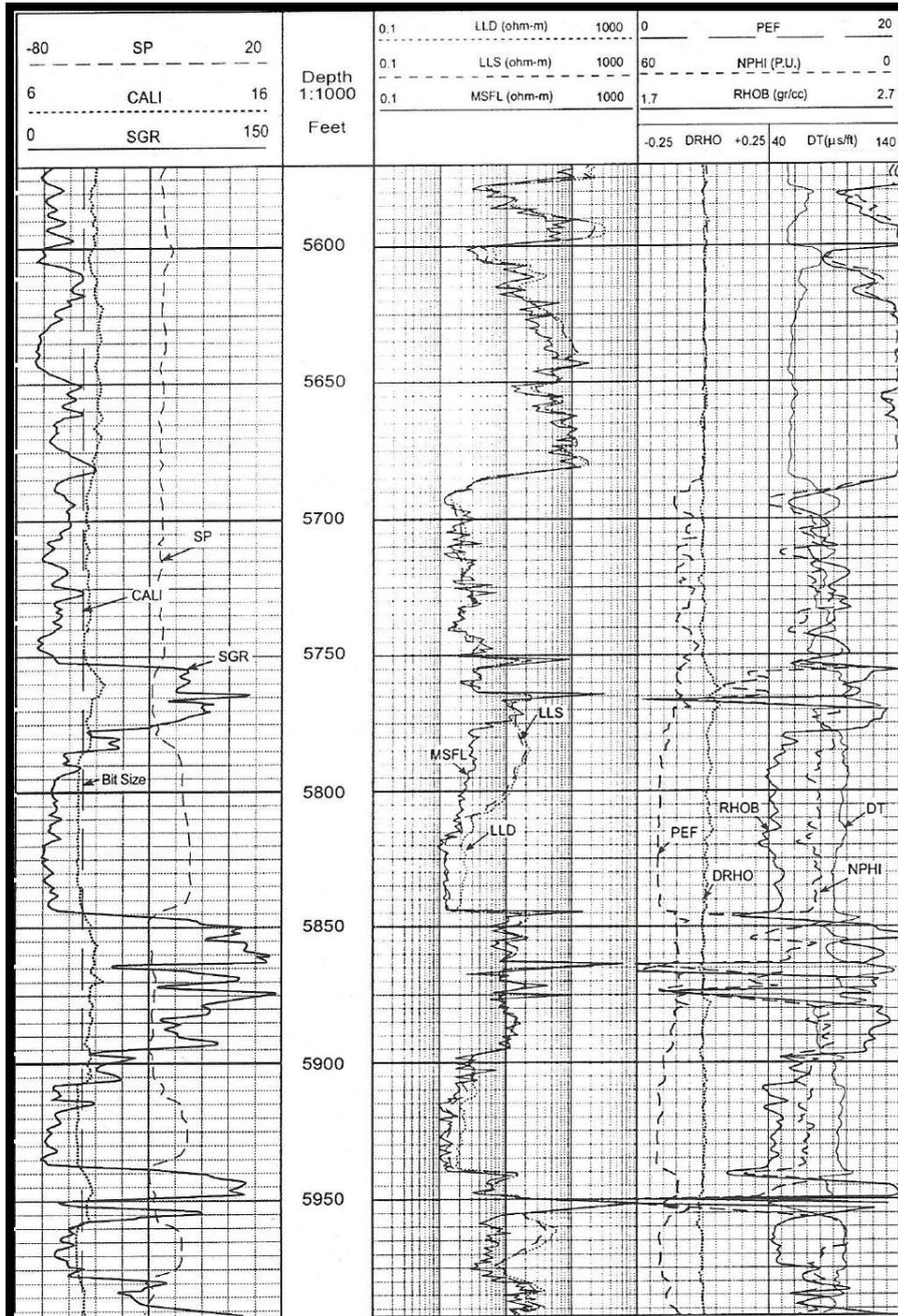
.....

.....

.....

### Aktivitas 5

Saudara diminta untuk mencermati gambar berikut ini, kemudian kerjakan LK 6:



Gambar Log Super Combo

**LK 6**

1. Berdasarkan gambar di atas jelaskan jenis log yang terdapat pada *track satu*, *track dua* dan *track tiga*?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

2. Berdasarkan gambar diatas tentukan zona *permeable* dan non *permeable*?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

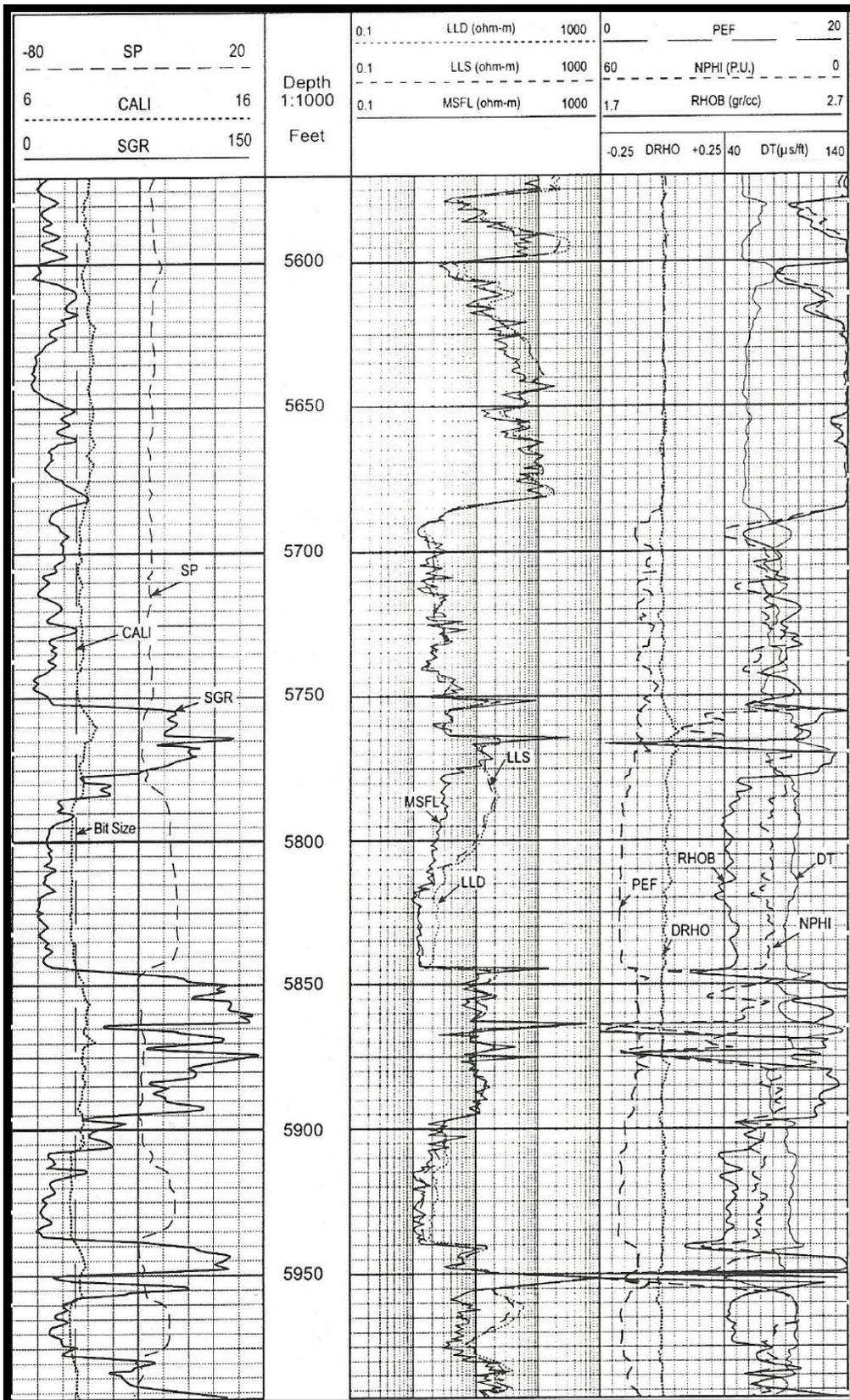
3. Berdasarkan gambar tentukan range kedalaman yang mengandung air, dan hidrkarbon?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**E. Latihan /Kasus/ Tugas**

1. Jelaskan jenis log yang harus di gunakan untuk interpretasi kualitatif suatu sumur formasi?
2. Jelaskan fungsi log Gamma Ray, Resisitivitas dan Densitas?
3. Jelaskan perbedaan antara *flushed zone*, *transisi zone* dan *uninvaded zone*?

4. Jelaskan fungsi CBL?
5. Berdasarkan gambar 30, tentukanlah jenis fluida yang terdapat pada kedalaman 5715 ft, 5795 ft, 5930 ft dan 5965 ft?



Gambar 24 Log Super Combo (Harsono Adi, 1997)

## F. Rangkuman

*Logging* dilakukan untuk mendapatkan data yang berfungsi untuk mengetahui perilaku reservoir pada suatu sumur. Fungsi dari suatu log berbeda antara *geologist*, *geophysisc*, *reservoir engineer*, *drilling engineer* dan *production engineer*. Pengambilan data log dapat dilakukan pada saat pemboran sedang berlangsung dan pada saat pemboran sedang tidak berlangsung. Data log terdiri dari *log header*, *log track* dan *log tail*.

*Log Spontaneous Potential* dan *Log Gamma ray* digunakan untuk menentukan zona *permeable* atau *non permeable*. *Log gamma ray* dapat juga digunakan untuk mengetahui jumlah *thorium*, *uranium* dan *potassium* pada suatu formasi. Log resistivitas berfungsi untuk mengetahui resistivitas suatu formasi. Berdasarkan jenis alat ukur yang dipergunakan log resistivitas terdiri dari elektroda log dan *induction log*. Log Elektroda terdiri dari beberapa jenis log antara lain, *laterolog*, *microlog*, *microLaterolog*, *proximity log*, *micro spherical focused log*. Berdasarkan rembesan lumpur pemboran log *resistivitas* terbagi menjadi log *resistivitas* yang dapat membaca resistivitas *flushed zone*, *invaded zone* dan *uninvaded zone*.

Log densitas, Log neutron dan log sonic merupakan jenis log yang digunakan untuk menentukan nilai porositas. Log *caliper* merupakan jenis log yang digunakan untuk mengukur diameter lubang bor dan menggambarkan profil lubang bor.

Interpretasi kualitatif dengan menggunakan data log berfungsi untuk menentukan zona yang mengandung hidrokarbon dan air sedangkan interpretasi kuantitatif berfungsi untuk menentukan nilai volume *shale*, Porositas, Faktor formasi, Resistivitas air, saturasi air dan permeabilitas.

## G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

Umpan balik setelah mempelajari Kegiatan Belajar 3 ini adalah melihat apakah peserta diklat sudah memiliki kemampuan:

1. Peralatan dan prinsip kerja *wireline logging*
2. Jenis *logging* berdasarkan waktu pengambilan data

3. Fungsi, prinsip kerja dan pembacaan *log Spontaneous potential*, Log resistivitas, *log gamma ray*, log densitas, log neutron, log sonic dan *log caliper*
4. Analisa kualitatif *wireline logging*

Penilaian akan diambil dari selama pelaksanaan diskusi, dimana narasumber akan memberikan penilaian dari keaktifan peserta diklat dalam berdiskusi. Selanjutnya penilaian akan diambil dari jawaban yang diberikan para peserta diklat pada saat dilakukan diskusi. Diharapkan disetiap kegiatan peserta diklat mencatat dan mengambil kesimpulan-kesimpulan dari hasil diskusi.

Untuk mengetahui nilai yang diperoleh, maka dapat digunakan formulasi seperti di bawah ini

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah jawaban yang benar}}{\text{jumlah soal}} \times 100 \%$$

Apabila nilai yang diperoleh kurang dari 75% maka, peserta diklat diharapkan untuk lebih meningkatkan penguasaan materi disetiap kegiatan pembelajaran. Lebih rajin mencari materi-materi yang berhubungan dengan kegiatan pembelajaran dan lebih rajin berdiskusi dengan sesama peserta diklat.

## KEGIATAN PEMBELAJARAN IV: TES SUMUR

### A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti sesi ini, peserta diklat dapat menguasai struktur, konsep dan mengkategorikan tes sumur

### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Mengetahui dan memahami jenis dan fungsi pengujian sumur yang digunakan dalam bidang perminyakan
2. Memahami fungsi *periodic production test*, *deliverability test* dan *transient test*
3. Mengetahui langkah – langkah pekerjaan *periodic production test*, *deliverability test* dan *transient test*

### C. Uraian Materi

#### 1. Tujuan Pengujian Sumur

Beberapa tujuan yang akan dicapai dengan melakukan pengujian sumur adalah :

- a. Informasi tentang fluida ( minyak, gas atau *water*)

Informasi tentang fluida yang terdapat dalam formasi sangat penting terutama untuk sumur *eksplorasi*. Dengan mengetahui jenis fluida yang terkandung dalam formasi maka prediksi banyaknya minyak, gas dan *water* yang akan diproduksi juga dapat diketahui.

- b. Mengukur produktivitas sumur
- c. Mengukur tekanan dan temperatur reservoir
- d. Memperoleh contoh fluida
- e. Memperoleh deskripsi tentang reservoir
- f. Memperkirakan efisiensi kompleksi
- g. Memperkirakan cadangan

#### 2. Jenis Tes Sumur

Data – data yang diperoleh dari pengujian sumur dapat digunakan untuk mengetahui ukuran reservoir. Adapun test – test yang dilakukan antara lain adalah:

#### **a. Test produksi**

Sumur baru yang telah selesai dibor dan baru diproduksi perlu diuji untuk mengetahui apakah produksi sumur tersebut sesuai dengan harapan. Selain sumur baru, sumur yang telah berproduksi perlu dilakukan pengujian sumur juga untuk meminimalisasi faktor – faktor yang menyebabkan penurunan produksi sumur. Dengan mengetahui faktor – faktor yang menyebabkan terjadinya penurunan produksi diharapkan dapat diambil langkah – langkah cepat yang bisa menahan agar laju produksi tidak turun.

Hasil pengujian produksi sumur akan digunakan oleh *petroleum engineer* untuk menganalisa sumur. Ketepatan hasil pengujian sangatlah penting untuk mengambil langkah – langkah yang akan dilakukan pada sumur agar produksi suatu sumur tidak mengalami penurunan. Dengan menggunakan hasil uji produksi maka dapat diketahui hal – hal yang harus dilakukan dalam meningkatkan atau mempertahankan produksi sumur tersebut.

#### **Metode pengujian produksi sumur**

Pada umumnya pengujian produksi sumur dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu :

##### *1. Manual well testing*

Proses pelaksanaan *manual well testing* dengan cara mengalirkan fluida dari sumur produksi ke fasilitas pengujian selama jangka waktu tertentu secara manual, kemudian dilakukan pengukuran dan perhitungan untuk mendapatkan hasil produksi suatu sumur. Test yang dilakukan pada *manual well testing* adalah *test tank* dan *test meter*.

##### *2. Semi automatic*

Fluida di alirkan dari sumur produksi fasilitas pengujian secara manual, kemudian selama waktu tertentu dilakukan pengukuran serta perhitungan untuk mendapatkan data produksi secara otomatis

dengan menggunakan sarana komputer seperti *flow meter*, *multi phase flow meter*, *water cut monitor* dan *mobile well test facility*.

### 3. *Automatic well testing*

Proses pelaksanaan mulai dari test, perhitungan, dan *transmitting* data secara otomatis

Peralatan – peralatan yang biasanya di gunakan pada saat test produksi antara lain adalah :

#### a. **Manifold**

*Manifold* berfungsi antara lain adalah untuk :

1. Mengatur dan mengarahkan aliran fluida dari sumur-sumur yang ada di suatu lapangan ke separator.
2. Mengisolasi suatu bagian dari sistem jaringan *flowline* guna melakukan perawatan atau perbaikan.
3. Memisahkan setiap sistem tanki penampung dengan jaringan utama
4. Mengarahkan / membelokkan aliran fluida produksi dari setiap sumur ke *test-line* atau ke *mainheader*

#### b. **Separator**

##### 1. **Fungsi Separator**

Separator adalah peralatan yang digunakan untuk memisahkan fluida produksi yang berasal dari sumur menjadi fasa minyak, air dan gas.

Selain itu separator juga berfungsi untuk :

- a. Unit pemisah utama antara cairan dengan gas.
- b. Melanjutkan proses dengan memisahkan gas ikutan dari cairan.
- c. Untuk mengontrol penghentian kemungkinan pelepasan gas dari cairan.
- d. Memberikan waktu yang cukup pemisahan antara minyak dan air yang ikut terproduksi.

## **2. Jenis – Jenis Separator**

### **1. Separator berdasarkan hasil pemisahan**

Berdasarkan hasil pemisahan maka separator terdiri dari :

- a. Separator dua fasa : memisahkan fluida formasi menjadi fasa cair dan fasa gas
- b. Separator tiga fasa : memisahkan fluida formasi menjadi fasa minyak, air dan gas

### **2. Separator Berdasarkan Bentuk**

- a. Separator vertikal
- b. Separator horizontal
- c. Separator spherical

### **1. Berdasarkan penggunaannya separator di bagi menjadi 2 (dua) yaitu :**

1. Separator Test
2. Separator Produksi

### **c. Tanki**

Tanki – tanki yang terdapat di stasiun pengumpul terdiri dari :

1. Tanki Uji
2. Tanki Campur

*Production test* juga dapat dilakukan dengan metode :

1. *Individual zona test*
2. *Swab test*
3. *C/O log*

### **b. Deliverability test**

*Deliverability* adalah hubungan antara penurunan laju produksi dengan tekanan reservoir, sebagai akibat berlangsungnya proses *depletion* dari suatu reservoir gas. Hubungan ini bersifat relatif konstan selama masa produksi berlangsung. Pada masa awal dari tes penentuan ini sudah dikenal persamaan empiris yang selaras dengan hasil pengamatan.

Persamaan ini menyatakan hubungan antara  $Q_{sc}$  dengan  $\Delta p^2$  pada kondisi aliran yang stabil.

$$Q_{sc} = C[Pr^2 - p_{wf}^2]^n$$

Dimana :

$Q_{sc}$  = Laju produksi pada kondisi standar ( mmscf/d).

$Pr$  = Tekanan reservoir rata-rata pada waktu sumur ditutup (psi).

$P_{wf}$  = Tekanan alir dasar sumur (psi)

$C$  = Konstanta

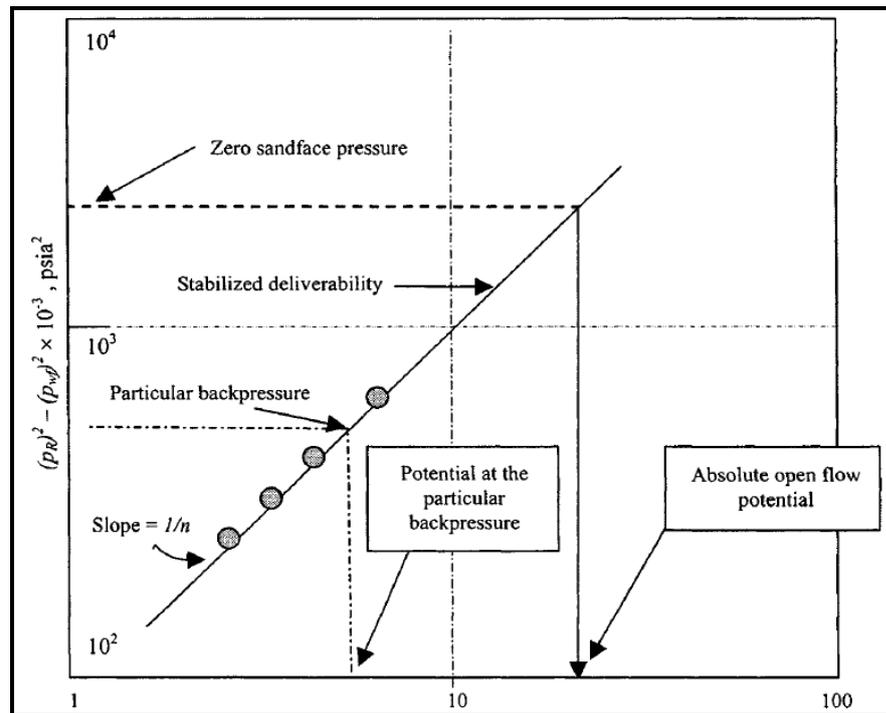
$n$  = Indeks faktor inersia turbulensi (berkisar antara 0.5 – 1.0)

Pembuatan grafik dengan sistim kordinat log-log berdasarkan persamaan, akan menghasilkan hubungan yang linier:

$$\text{Log } Q_{sc} = \text{log } C + n.\text{log } \Delta P^2$$

$$\Delta P^2 = (pr^2 - p_{wf}^2)$$

Harga  $C$  dapat dicari secara grafis dengan sumbu mendatar ( $Q_{sc}$ ), sedangkan harga  $n$  diperoleh dari sudut kemiringan grafik dengan sumbu tegak ( $\Delta P^2$ ).



Gambar 25 Q vs  $\Delta p$  ( Chaudhry, A, 2003)

Analisa dengan menggunakan *deliverability* dibagi menjadi tiga yaitu :

1. Analisa Konvensional
2. Analisa dengan menggunakan *pseudo potential* ( $\psi$ )
3. Analisa dengan kondisi aliran *Linear-Inersia-Torbulen (LIT)*

Permeabilitas dari reservoir gas akan mempengaruhi lama waktu aliran mencapai kondisi stabil.

Pada reservoir yang memiliki permeabilitas kecil kestabilan dicapai pada waktu yang lama. Sesuai dengan keadaan ini, maka terdapat 3 macam test sumur yang dapat digunakan untuk analisa deliverabilitas yaitu:

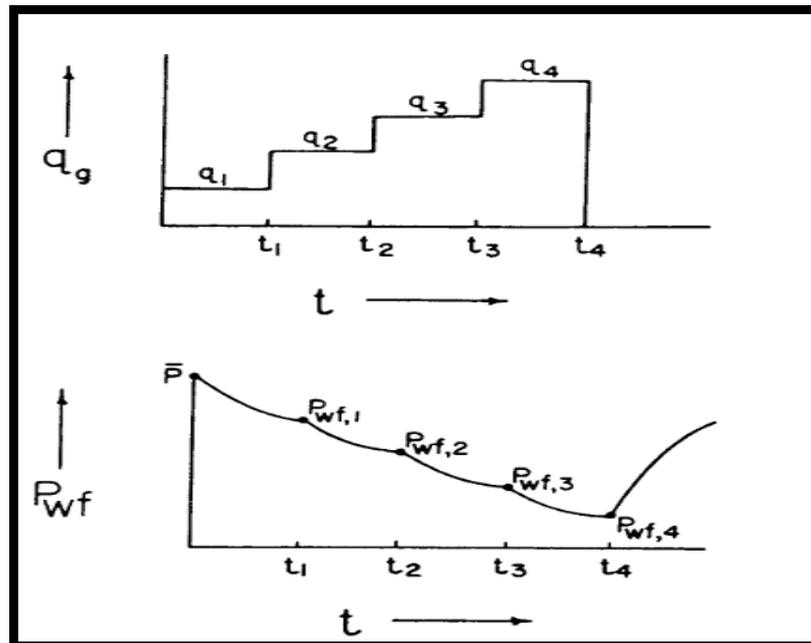
- a. *Back Pressure Test*
- b. *Isochronal Test*
- c. *Modified Isochronal Test*

### a. Back pressure test

*Conventional Back Pressure Test* atau disebut juga *flow after flow test* merupakan metode yang pertama kali ditemukan oleh Pierce dan Rawlins yang bertujuan untuk melihat kemampuan sumur untuk berproduksi dengan memberikan tekanan balik (*back pressure*) yang berbeda-beda. Langkah pelaksanaan test ini adalah :

1. Tekanan reservoir yang stabil diperoleh dengan cara menutup sumur
2. Sumur diproduksi sebesar  $Q_1$  sampai tekanan stabil, didapat  $Q_1$  dan  $P_{wf\ 1}$ .
3. Sumur diproduksi sebesar  $Q_2$  sampai tekanan stabil, didapat  $Q_2$  dan  $P_{wf\ 2}$ .
4. Sumur diproduksi sebesar  $Q_3$  sampai tekanan stabil, didapat  $Q_3$  dan  $P_{wf\ 3}$ .
5. Sumur diproduksi sebesar  $Q_4$  sampai tekanan stabil, didapat  $Q_4$  dan  $P_{wf\ 4}$ .

Dimana  $Q_1 < Q_2 < Q_3 < Q_4$  < dan antara langkah 1 dan langkah berikutnya tidak perlu dilakukan penutupan sumur. Berikut ini adalah gambaran skematis dari *back pressure test*.



Gambar 26 Skematis *Back Pressure Test* dengan tekanan yang berbeda  
(Lee, J, 1982)

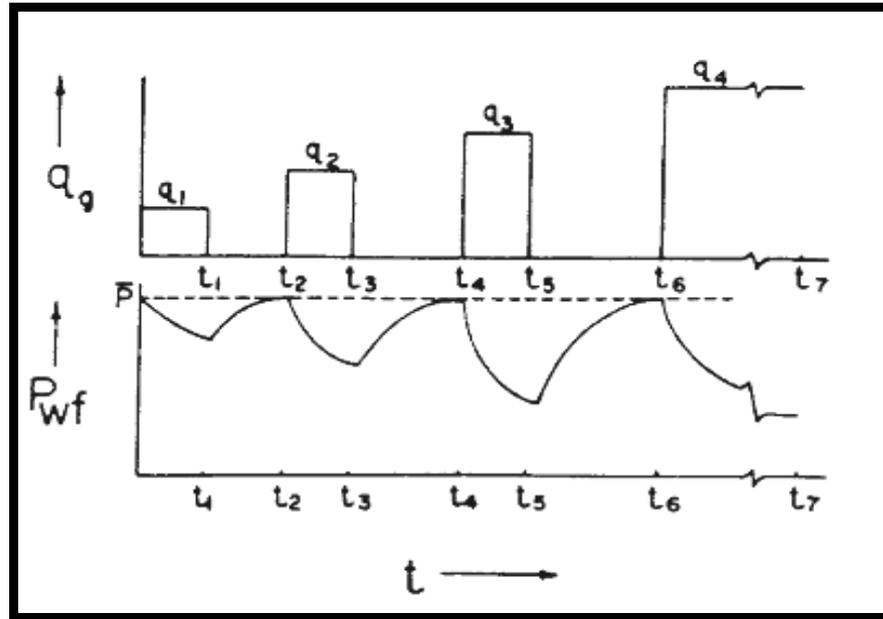
#### b. Isochronal test

Pelaksanaan test dengan *back pressure* membutuhkan waktu yang lama Untuk menanggulangi hal ini Cullender mengusulkan tes *isochronal* dengan anggapan bahwa jari-jari penyerap efektif ( $r_D$ ) adalah fungsi dari  $t_D$  dan tidak dipengaruhi oleh laju alir. Cullender mengusulkan tes produksi dengan menggunakan laju  $Q$  yang berbeda tetapi dengan selang waktu yang sama. Hal ini akan memberikan grafik  $\log \Delta P^2$  terhadap  $\log Q_{sc}$  yang linier dengan harga exponent  $n$  yang sama seperti untuk kondisi aliran stabil. Langkah pelaksanaan test ini adalah :

Tekanan reservoir yang stabil diperoleh dengan cara menutup sumur, yaitu  $P_{r1}$ .

1. Sumur dibuka selama waktu  $t$ , didapat  $Q_1$  dan  $P_{wf,1}$ .
2. Sumur ditutup selama waktu  $t_s$ , didapat  $P_{r2}$ .
3. Sumur dibuka selama waktu  $t$ , didapat  $Q_2$  dan  $P_{wf,2}$ .
4. Sumur ditutup selama waktu  $t_s$ , didapat  $P_{r3}$ .
5. Sumur dibuka selama waktu  $t$ , didapat  $Q_3$  dan  $P_{wf,3}$ .
6. Sumur ditutup selama waktu  $t_s$ , didapat  $P_{r4}$ .

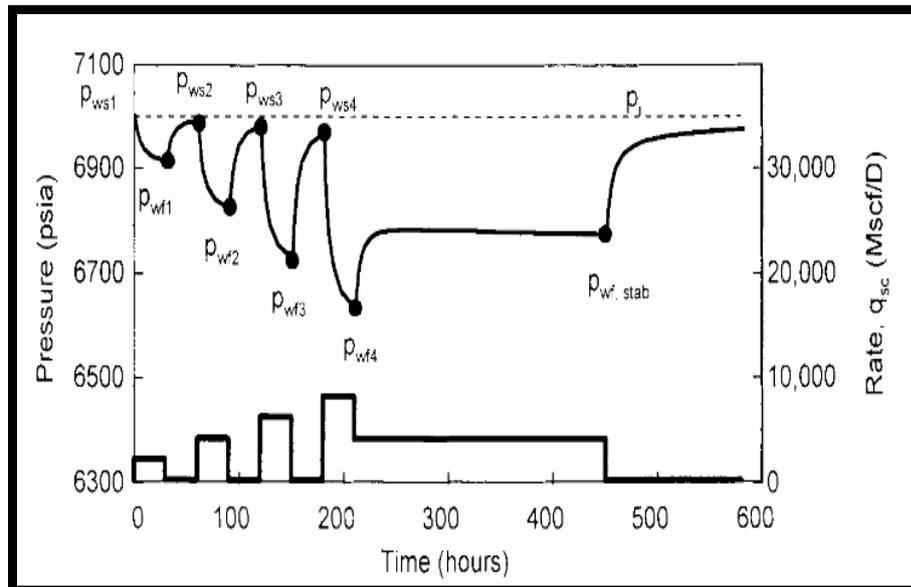
7. Sumur dibuka selama waktu  $t$ , didapat  $Q_4$  dan  $P_{wf4}$ .
8. Sumur dibuka sebesar  $Q_{ext}$  dan ditunggu sampai  $P$  stabil sebesar  $P_{wf_{ext}}$ .
9. Gambar 27 merupakan gambar skematis dari proses *Isochronal Test*



Gambar 27 Skematis dari *Isochronal Test* ( John Lee, 1982)

### c. Modified isochronal test

Pada prinsipnya *Modified isochronal test* hampir sama dengan *isochronal test*, hanya saja penutupan sumur tidak perlu sampai mencapai tekanan stabil. Selain itu selang waktu penutupan dan pembukaan sumur dibuat sama besar. Diagram tekanan dan laju produksi dari test ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 28 Skematis dari metode *modified Isochronal Test* (Bourdet D, 2002)

Pengolahan data untuk analisa metode ini sama seperti metode *isochronal test*, kecuali untuk harga  $P_r$  diganti dengan  $P_{ws}$ , yaitu harga tekanan yang dibaca pada akhir dari setiap masa penutupan sumur.

### Perencanaan Test

Perencanaan test selain memilih jenis test yang cocok untuk kondisi reservoir, juga didasarkan pada perkiraan waktu untuk mencapai kondisi stabil. Semakin lama waktu untuk mencapai stabil, semakin tidak bagus karena akan makin banyak produksi yang terganggu karena penutupan sumur.

### c. Pressure test

*Pressure test* adalah pengujian sumur untuk menentukan kemampuan suatu lapisan atau formasi untuk memproduksi dengan cara memberikan gangguan keseimbangan tekanan terhadap sumur yang diuji, perubahan tekanan akan diteruskan ke seluruh reservoir dan perubahan tekanan diamati setiap saat dengan mencatat tekanan lubang sumur selama pengujian berlangsung.

Tujuan dilakukannya *pressure test* adalah untuk mengetahui produktivitas suatu sumur. Data yang diperoleh dari *pressure test* adalah :

1. Permeabilitas efektif fluida
2. Tekanan reservoir
3. Kerusakan atau perbaikan formasi.
4. Batas suatu reservoir.
5. *Heterogenitas* formasi.

*Pressure test* dilakukan dengan cara mengukur perubahan tekanan terhadap waktu selama periode penutupan atau pada periode pengaliran. Keseimbangan tekanan diseluruh reservoir akan diperoleh dengan cara melakukan penutupan sumur. Periode pengaliran dilakukan sebelum atau sesudah periode penutupan dengan laju konstan. Adapun parameter – parameter yang diukur pada saat *pressure test* adalah :

- a. Tekanan statik ( $P_{ws}$ )
- b. Tekanan alir dasar sumur ( $P_{wf}$ )
- c. Tekanan Initial Reservoir ( $P_i$ )
- d. *Skin* faktor ( $S$ )
- e. Permeabilitas rata – rata ( $k$ )
- f. Volume pengurasan ( $V_d$ )
- g. Radius Pengurasan ( $r_e$ )

Metode *pressure test* terdiri dari dua yaitu :

1. *Pressure Build Up Test*
2. *Pressure Drawdown Test*

### **1. Pressure build up test**

*Pressure build up test* adalah suatu teknik pengujian tekanan transien dengan cara memproduksi sumur dengan laju alir produksi konstan selama waktu tertentu kemudian sumur ditutup dengan cara menutup kepala sumur di permukaan. Naiknya nilai tekanan reservoir yang disebabkan oleh penutupan sumur di catat sebagai fungsi waktu. Kenyataannya, laju produksi dapat berubah – ubah sehingga untuk

mengatasi keadaan ini pada teknis analisa tekanan di gunakan prinsip superposisi. Prinsip superposisi menyatakan bahwa penjumlahan dari solusi – solusi individu suatu persamaan *differential* linier berorde dua juga adalah merupakan solusi dari persamaan tersebut.

Suatu sumur berproduksi dengan seri laju produksi tetap untuk setiap selang waktu. Untuk menentukan tekanan lubang sumur ( $P_{wf}$ ) pada saat  $t_n$  sewaktu laju saat itu ( $q_n$ ) dapat dipakai prinsip superposisi dengan metode sebagai berikut :

$q_1$  dianggap berproduksi selama  $t_n$

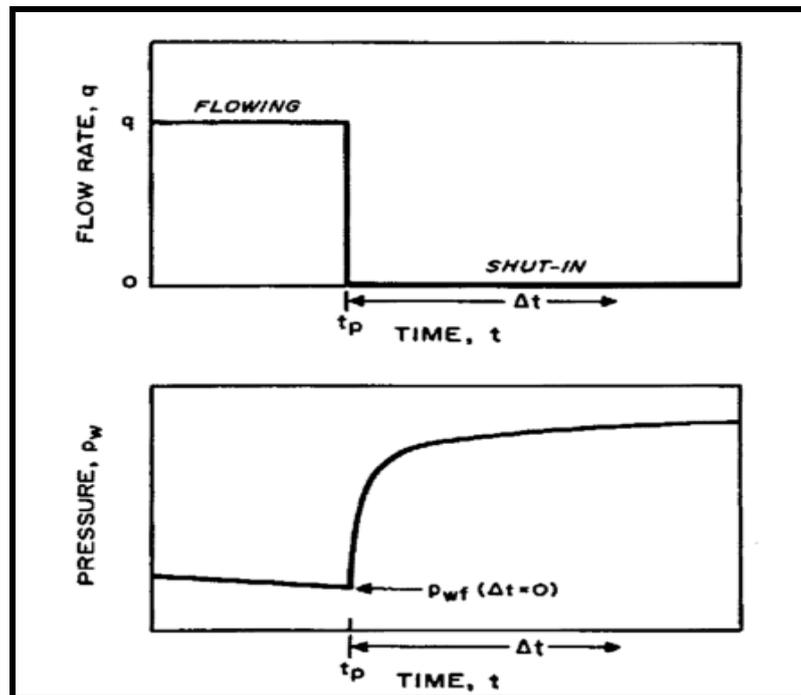
$q_2$  dianggap berproduksi selama  $t_n - t_1$

$q_3$  dianggap berproduksi selama  $t_n - t_2$

$q_4$  dianggap berproduksi selama  $t_n - t_3$

$q_n$  dianggap berproduksi selama  $t_n - t_{n-1}$

Uji sumur dengan *pressure build-up* diawali dengan memproduksi sumur selama waktu tertentu sampai tercapai laju produksi tetap. Selama tahap produksi, alat ukur di dasar sumur mengukur perubahan tekanan apabila laju produksi stabil telah tercapai, maka tekanan alir dasar sumur akan tetap. Kemudian sumur ditutup sehingga mengakibatkan peningkatan tekanan di dasar sumur. Perubahan tekanan selama penutupan tersebut dicatat sebagai fungsi dari waktu.



Gambar 29 Tekanan dan laju Alir pada Test PBU (Earlougher Jr, 1977)

Kurva respon tekanan terhadap waktu dapat dibagi menjadi tiga, yaitu :

1. Segmen data awal (*Early Times*)

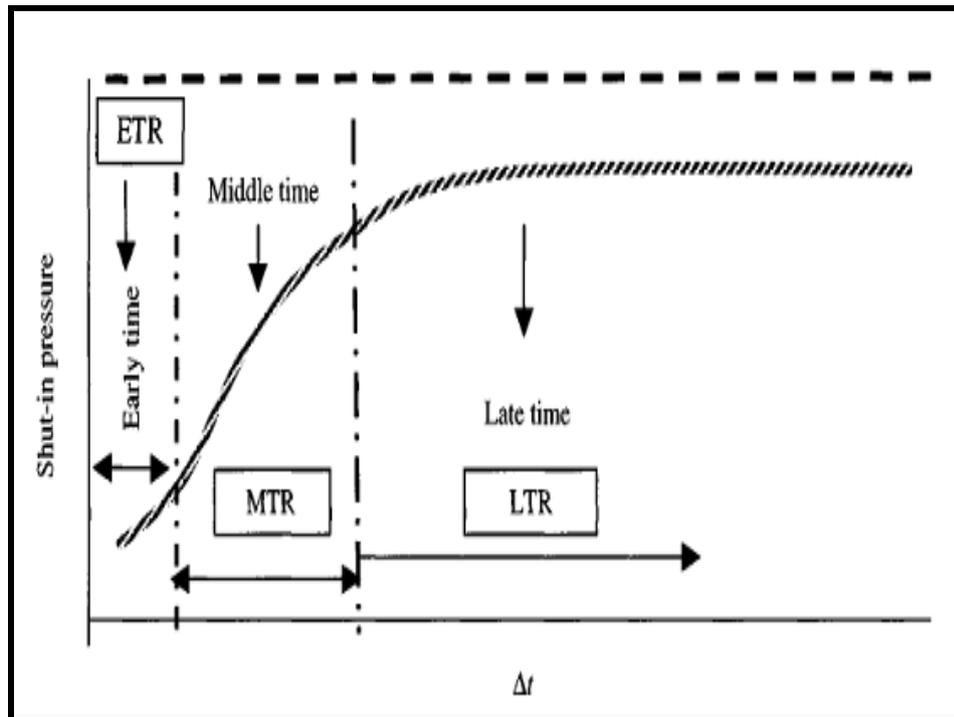
Tekanan transien bergerak melalui formasi yang terdekat dengan sumur bor. Aliran di dominasi oleh *wellbore storage*.

2. Segmen waktu tengah (*Middle Times*)

Dengan bertambahnya waktu, radius pengamatan akan semakin jauh menjalar kedalam formasi

3. Waktu lanjut (*Late Times*)

Radius pengamatan telah mencapai batas pengurasan sumur



Gambar 30 Grafik *Pressure Build Up Actual* (Chaudhri, A.U, 2004)

### Peralatan *pressure build up test*

Peralatan *pressure build up test* dibagi menjadi peralatan di dalam sumur dan peralatan di permukaan. Peralatan yang terdapat di dalam sumur adalah alat pengukur tekanan. Alat yang biasanya digunakan untuk mengukur tekanan dasar sumur adalah:

#### 1. *Self Contained Wireline Gauge*

Alat pengukur tekanan ini terdiri dari *pressure sensing device*, suatu pencatat tekanan waktu dan jam. Peralatan dirancang untuk menjalankan dan mencatat data untuk suatu jangka waktu tertentu. Bila data masih diperlukan setelah waktu habis maka alat di angkat dari dalam sumur dan dipersiapkan lagi untuk meneruskan pengukuran sebelumnya.

#### 2. *Permanently Surface Recording Gauge*

Alat pengukur tekanan type *Permanently Surface Recording Gauge* digunakan untuk mengukur tekanan pada sumur yang diproduksi dengan menggunakan pompa.

#### 3. *Retrievable Surface Recording gauge*

Peralatan di atas permukaan yang digunakan untuk *pressure build up test* dan *drawdown test* adalah sama. Fluida dari sumur, melewati *choke* dan dialirkan ke separator.

Langkah – langkah test *pressure build up* antara lain adalah dengan menggunakan alat *pressure bomb*. Langkah pertama adalah dengan memasang peralatan test secara lengkap, kemudian test tekanan pipa dan *well head* serta *lubricator*. Buka sumur, catat data yang terdapat *well head*, di separator, salinitas air dan titik tuang minyak setiap 15 menit. Siapkan *pressure bomb* serta *pressure element* dengan kapasitas sekitar 25% lebih besar dari tekanan maksimum reservoir yang diperkirakan. Hidupkan jam dan turunkan *pressure bom* sampai kedepan lubang perforasi atau sekitar 100 ft di atas lubang perforasi. Aliran produksi di atur konstan selama 6- 8 jam dan *pada* saat test *pressure build up* dilakukan sumur di tutup selama 60% dari waktu pengaliran produksi konstan. Cabut *pressure bomb* dan untuk menentukan tekanan gradient hentikan *pressure bomb pada* kedalaman tertentu selama 15 menit.

### **Penentuan tekanan rata-rata reservoir**

Tekanan rata-rata reservoir sangat berguna untuk karakterisasi suatu reservoir, penentuan cadangan dan peramalan kelakuan reservoir. Tekanan rata – rata untuk reservoir yang bersifat *infinite acting* adalah  $p^*$  yang dapat diperkirakan dengan mengekstrapolasikan segmen garis lurus *pada* Horner plot ke harga  $(t_p + \Delta t) / \Delta t = 1$ . Pada reservoir terbatas hal ini tidak dapat dilakukan karena adanya efek dari batas reservoir.

Tekanan rata – rata reservoir dapat ditentukan antara lain dengan cara :

#### 1. Metoda Matthews - Brons - Hazebroek (metoda MBH)

Asumsi:

- a. Digunakan pada *finite* reservoir
- b. Tidak ada variasi dari sifat fisik fluida dan batuan

## 2. Metoda Miller-Dyes-Hutchinson (metoda MDH)

Asumsi:

- Hanya untuk reservoir berbentuk lingkaran atau bujur sangkar dengan sumur produksi terletak di pusatnya
- Digunakan untuk sumur yang telah lama memproduksi, atau sudah mencapai *pseudo steady state*, dimana  $t_{produksi} > t_{PSS}$ .

## 3. Metoda Dietz

Asumsi:

- Telah mencapai PSS
- Diketahui Dietz's Shape Factor ( $C_A$ )
- Skin lebih besar dari -3

## 4. Metoda Ramey dan Cobb

Asumsi:

- Skin lebih besar dari -3
- $r_{wa} < 0.05r_e$
- Telah mencapai PSS

## Metode analisa pressure build up test

### Metode Horner

- Digunakan untuk *infinite acting reservoir*, atau pada sumur yang relatif masih baru dengan  $t_{produksi} < t_{PSS}$

$$t_{PSS} = \frac{\phi \mu C_t A}{0.0002637k} (t_{DA})_{PSS}$$

Dimana :

$T_{pss}$  = Lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *pseudo steady state* ( jam)

$A$  = Drainage area sumur (  $ft^2$ )

$\mu$  = Viscositas (cp)

$\phi$  = Porositas

$C_t$  = Kompresibilitas total ( $psi^{-1}$ )

$K$  = Permeabilitas ( md)

2. Dasar analisa *pressure build up* yang dikemukakan oleh Horner adalah memplot tekanan terhadap suatu fungsi waktu. Pada analisa *Pressure build Up test* persamaan Horner yang digunakan adalah :

$$p_{ws} = p_i - \frac{162.6qB_o\mu_o}{kh} \left[ \log \frac{t_p + \Delta t}{\Delta t} \right]$$

Dimana :

$P_{ws}$  = Shut in BHP (psi)

$P_i$  = Tekanan initial (psi)

$Q$  = Laju Alir ( B/D)

$B_o$  = Faktor Volume Formasi Minyak ( RB/STB)

$K$  = Permeabilitas ( md)

$h$  = Ketebalan ( ft)

$\mu_o$  = Viscositas (cp)

3. Apabila waktu penutupan dari *drawdown* terakhir tidak diketahui maka waktu penutupan tersebut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$t_p = \frac{Np}{q_o} \times 24 \frac{\text{jam}}{\text{hari}}$$

dimana  $q_o = q$  pada *drawdown* terakhir

2. Plot  $P_{ws}$  vs  $\log (t_p + \Delta t) / \Delta t$
3. Tarik garis lurus yang terbentuk dari titik – titik data yang bebas dari *wellbore storage*. Berdasarkan garis tersebut diperoleh nilai slope ( m)

Dimana :

$$m = 162.6 \frac{q \mu B}{k h}$$

4. Permeabilitas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$k = 162.6 \frac{q \mu B}{h m}$$

Dimana :

K = Permeabilitas ( mD)

q = Laju alir ( B/D)

$\mu$  = Viskositas ( Cp)

B = Faktor volume formasi minyak ( bbl/ STB)

h = Ketebalan formasi ( ft)

m = Slope ( log/ cycle)

#### 5. Faktor skin

Dalam industri perminyakan biasanya dipilih  $t = 1$  jam sehingga  $P_{ws}$  menjadi  $P_{1 \text{ jam}}$ .  $P_{1 \text{ jam}}$  ini harus diambil pada garis lurus atau garis ekstrapolasi, kemudian faktor  $(t_p + \Delta t) / \Delta t$  dapat diabaikan sehingga *skin* dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$S = 1.151 \left[ \frac{(P_{1hr} - P_{wf})}{m} - \log \left( \frac{k}{\phi \mu c_t r_w^2} \right) + 3.23 \right]$$

Dimana  $m$  berharga positif.

#### 6. Menentukan *additional pressure drop* karena skin:

$$(\Delta P)_s = 0.869 m S$$

#### 7. Penentuan *Wellbore storage*

*Wellbore storage* akan mendominasi data awal pengujian sumur dan lama pengaruh *wellbore storage* akan tergantung pada kondisi ukuran maupun konfigurasi lubang bor. *Wellbore storage* efek terlihat dengan adanya unit slope yang dibentuk data dari awal. *Wellbore storage koefisien* dapat ditentukan dari unit slope dengan menggunakan persamaan :

$$C_s = \frac{qB\Delta t}{24\Delta P}$$

Dimana :

q = Laju alir ( STB/D)

B = Faktor Volume formasi minyak ( bbl/ STB)

$\Delta t$  = Waktu, jam

$\Delta P$  = Tekanan, Psia

8. Menentukan *flow efficiency* (FE):

$$FE = \frac{P^* - P_{wf} - (\Delta P)_s}{P^* - P_{wf}}$$

Dimana :

FE = Flow Efisiensi

$P^*$  = Tekanan *pada* saat ekstrapolasi garis *middle time*  
dimana  $(t_p + \Delta t) / \Delta t = 1$  (psia)

$P_{wf}$  = Tekanan dasar sumur ( psia)

9. Menentukan *radius of Investigation*:

$$r_{inv} = \sqrt{\frac{k \Delta t}{948 \phi \mu c_t}}$$

Dimana :

$r_{inv}$  = Radius investigasi (ft)

K = Permeabilitas (mD)

$\Delta t$  = Waktu, jam

$\phi$  = Porositas ( %)

$\mu$  = Viskositas (Cp)

$C_t$  = Kompresibilitas total (1/psi)

## 2. Pressure drawdown

*Pressure drawdown* merupakan pengujian sumur dengan membuka sumur dan mengalirkan laju produksi konstan. Dilakukan pada sumur baru, sumur yang ditutup lama hingga dicapai keseragaman tekanan reservoir, dan sumur produktif yang tidak perlu dilakukan *build up test*. tekanan hendaknya seragam diseluruh reservoir yaitu dengan menutup sementara waktu agar dicapai keseragaman tekanan di reservoirnya. Pengujian *drawdown test* dilakukan biasanya dilakukan pada :

- a. Sumur baru
- b. Sumur sumur lama yang telah ditutup sekian lama hingga dicapai keseragaman tekanan reservoir
- c. Sumur sumur produktif yang apabila dilakukan *build up test*, sumur tersebut akan sangat merugikan.

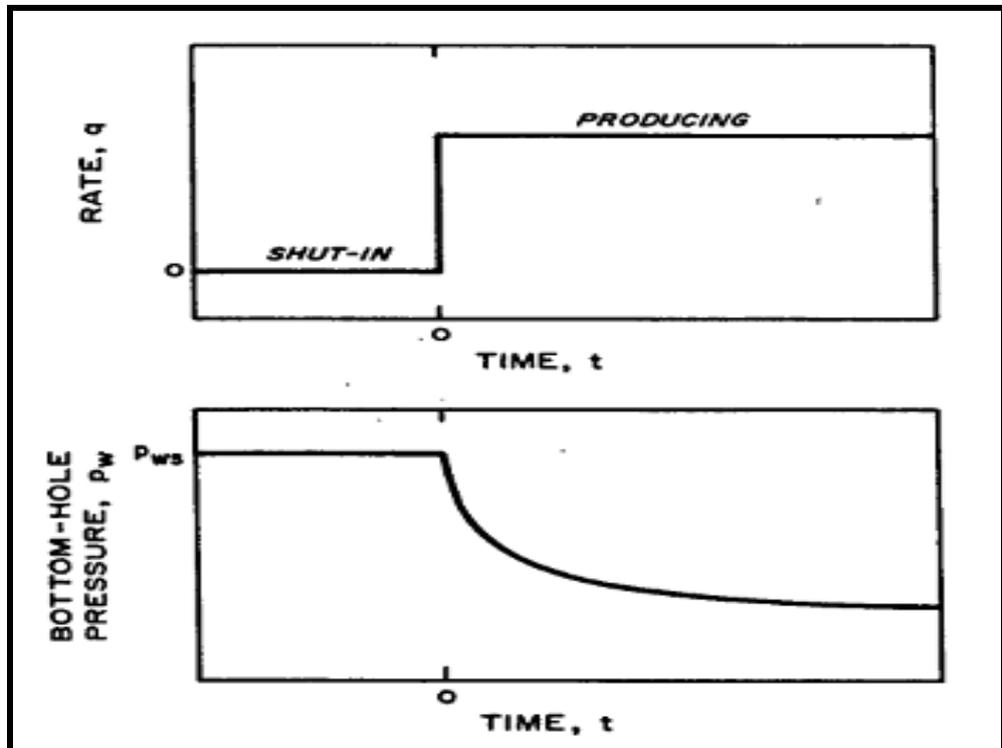
Adapun informasi – informasi yang akan diperoleh dengan melakukan *test pressure drawdown* adalah :

- a. Permeabilitas formasi
- b. Faktor skin
- c. Volume pori-pori yang berisi fluida

Pada *pressure drawdown test* idealnya sumur yang diuji ditutup sampai tekanan mencapai tekanan statik reservoirnya tetapi ini bisa terjadi pada reservoir reservoir yang baru dan jarang terjadi pada reservoir - reservoir yang lama atau tua. Laju produksi pada saat *drawdown* harus dipertahankan tetap selama pengujian. Laju aliran dianggap tetap dan penurunan tekanan dasar sumur dimonitor secara kontinyu. Pada pengujian ini segala data kompleksi harus diketahui agar efek dan lamanya *wellbore storage* dapat diperkirakan.

Keuntungan ekonomis melakukan pengujian jenis ini adalah dapat memperoleh produksi minyak selama pengujian (tidak seperti pengujian dalam *pressure buildup test*), sedangkan keuntungan secara teknis adalah kemungkinan dapat memperkirakan volume reservoir. Tetapi kelemahan yang utama adalah, sukar sekali mempertahankan laju aliran tetap selama

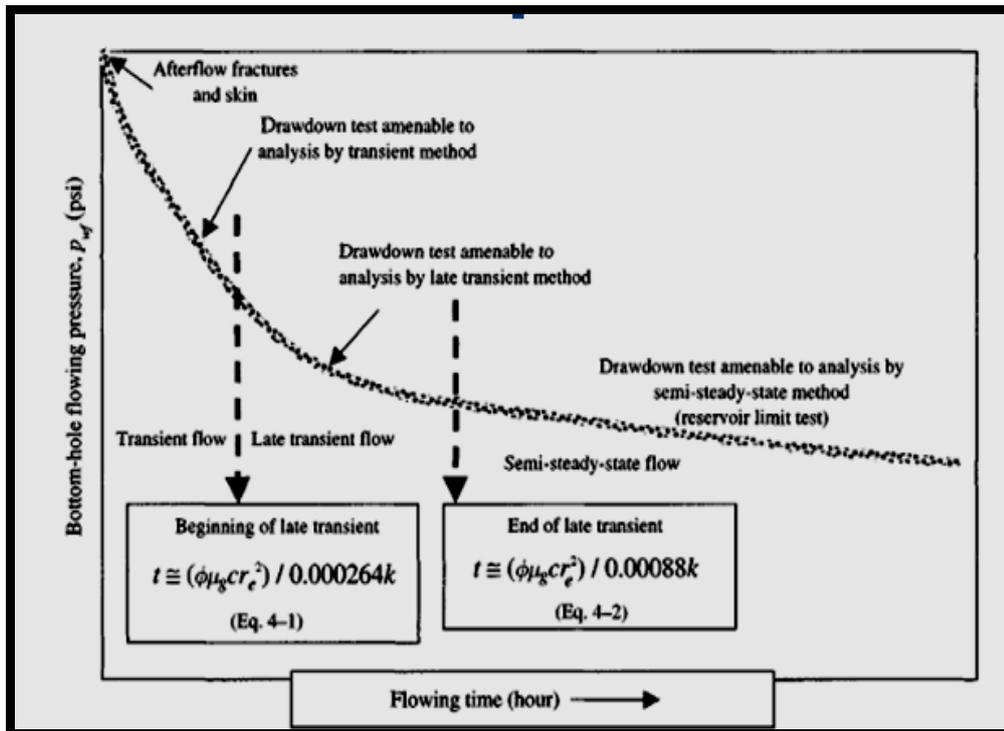
pengujian berlangsung. Kelakuan laju alir dan tekanan pada saat *pressure drawdown test* dilaksanakan dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 31 Tekanan dan laju alir pada *Pressure Drawdown Test* (Earlougher, Jr, 1977)

Apabila suatu sumur diproduksi dengan laju aliran yang tetap maka tiga periode aliran akan terjadi yaitu :

- a. Periode transient
- b. Periode Transient Lanjut
- c. Periode semi mantap ( *Pseudo Steady State* )



Gambar 32 Schematic Pressure time ( Odeh dan Nabor, 1966)

Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi *transient*, *late transient* dan *pseudo steady state* adalah :

1. Analisa *transient*

$$t < \frac{\phi \mu c_t r_e^2}{0.000264k}$$

2. Analisa *late transient*

$$\frac{\phi \mu c_t r_e^2}{0.000264k} < t < \frac{\phi \mu c_t r_e^2}{0.00088k}$$

3. Analisa *Pseudo steady state* (LTR)

$$t < \frac{\phi \mu c_t r_e^2}{0.00088k}$$

Dimana :

t = waktu ( jam)

$\phi$  = Porositas ( %)

$\mu$  = Viskositas (Cp)

Ct = Kompresibilitas total (1/psi)

$R_e$  = Eksternal *drainage* radius ( ft)

## D. Aktivitas Pembelajaran

### Aktivitas Pengantar

#### Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran ( Diskusi Kelompok)

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut, kerjakan LK1.

#### LK1.

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran uji sumur? Sebutkan dan jelaskan!

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

2. Bagaimana cara saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

3. Ada berapa banyak dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini yang sudah saudara miliki? Sebutkan dan jelaskan

.....  
.....  
.....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....  
.....  
.....  
.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....  
.....  
.....  
.....

## **Aktivitas 2**

Setelah membaca teori mengenai *production well testing* selesaikan LK 2

### **LK 2**

1. Jelaskan fungsi *production well testing*?

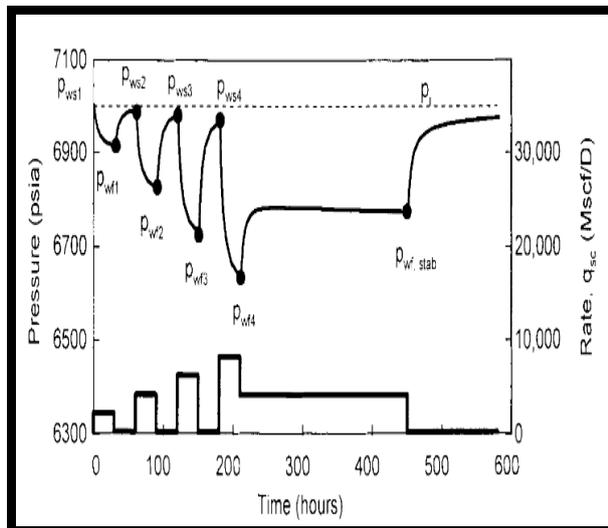
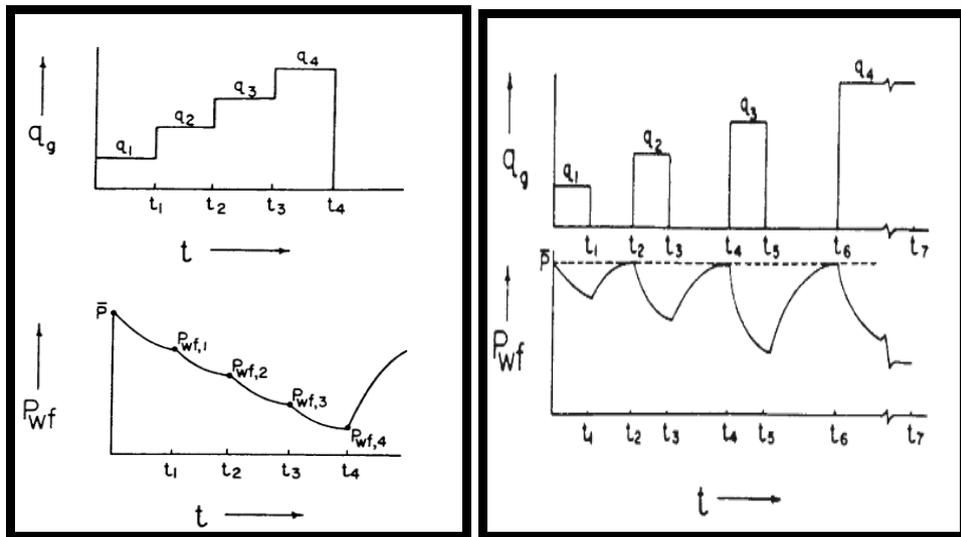
.....  
.....  
.....  
.....

2. Jelaskan jenis – jenis *production well testing*?

.....  
.....

### Aktivitas 3

Mengamati *Deliverability test*



Gambar back pressure test, isochronal test dan modified isochronal test

Saudara bisa mengamati gambar *deliverability test*. Apa yang saudara temukan setelah mengamati gambar tersebut ? Apakah dengan mengamati gambar tersebut saudara bisa memahami *deliverability test*? Diskusikan dengan anggota kelompok saudara. Selanjutnya saudara harus menjawab pertanyaan di bawah ini:

**LK 4**

1. Jelaskan perbedaan grafik *back pressure test*, *isochronal test* dan *modified isochronal test*?

.....  
.....  
.....  
.....

2. Jelaskan prinsip kerja *back pressure test*, *isochronal* dan *modified isochronal* ?

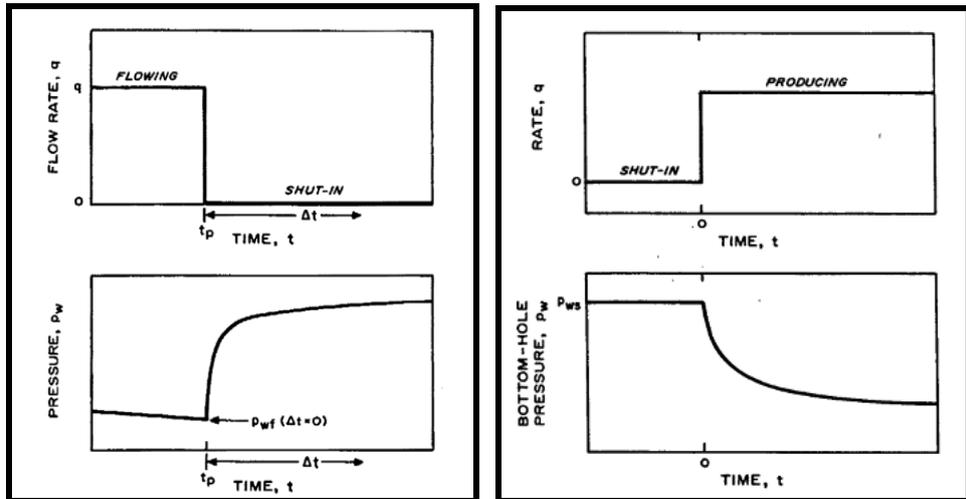
.....  
.....  
.....  
.....

3. Diantara ketiga test tersebut test yang mana menurut saudara yang paling akurat ?

.....  
.....  
.....  
.....

**Aktivitas 4**

Mengamati *Pressure test*



Gambar pressure test

Saudara bisa mencermati gambar *pressure test*. Apa yang saudara temukan setelah mengamati gambar tersebut ? Apakah dengan mengamati gambar tersebut saudara bisa memahami *pressure test*? Diskusikan dengan anggota kelompok saudara. Selanjutnya saudara harus menjawab pertanyaan di bawah ini:

**LK 5**

1. Jelaskan perbedaan grafik *pressure build up test* dan *drawdown test*?

.....  
 .....  
 .....  
 .....

2. Jelaskan prinsip kerja *pressure build up test* dan *drawdown test*?

.....  
 .....  
 .....  
 .....

3. Diantara test tersebut test yang mana menurut saudara yang paling akurat ?

.....  
.....  
.....  
.....

4. Diantara test tersebut test yang mana menurut saudara yang paling ekonomis?

.....  
.....  
.....  
.....

### **E. Latihan/Kasus/Tugas**

1. Jelaskan fungsi pengujian sumur?
2. Jelaskan perbedaan *back pressure test*, *isochronal test* dan *modified isochronal test*?
3. Jelaskan perbedaan *pressure build up* dan *pressure drawdown*?
4. Sebutkan parameter – parameter yang diperoleh dari *pressure test*?
5. Jelaskan pengertian *deliverability*?

### **F. Rangkuman**

Pengujian sumur dilakukan untuk menentukan jenis fluida reservoir, mengukur produktivitas sumur, mengukur tekanan dan temperatur reservoir, memperoleh contoh fluida, memperoleh deskripsi tentang reservoir, memperkirakan efisiensi kompleksi dan memperkirakan cadangan. Test produksi dilakukan untuk mengetahui produksi suatu sumur sesuai dengan yang diharapkan. Apabila terjadi penurunan produksi maka dapat ditentukan dengan cepat langkah – langkah yang akan di lakukan untuk menaikkan kembali produksi sumur tersebut. Metode pengujian pada test produksi adalah manual *well testing*, *semi automatic* dan *automatic well testing*. Peralatan – peralatan yang dipergunakan untuk test produksi antara lain adalah manifold, separator dan tanki.

*Deliverability* merupakan hubungan antara penurunan laju produksi dengan tekanan reservoir. Analisa dengan menggunakan *deliverability* adalah analisa konvensional, analisa dengan menggunakan *pseudo potential* dan analisa dengan kondisi aliran *linier inersia turbulen*. Untuk reservoir gas terdapat tiga macam test yang digunakan untuk memperoleh data deliverabilitas yaitu *back pressure test*, *isochronal test* dan *modified isochronal test*.

*Pressure test* adalah test yang dilakukan untuk menentukan kemampuan suatu formasi untuk berproduksi dengan memberikan gangguan keseimbangan tekanan terhadap sumur yang diuji. *Pressure test* terdiri dari dua yaitu *pressure build up test* dan *pressure drawdown test*.

## G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

Umpan balik setelah mempelajari Kegiatan Belajar 4 ini adalah melihat apakah peserta diklat sudah memiliki kemampuan:

1. Fungsi dan peralatan yang digunakan pada *production well testing*
2. Fungsi dan prinsip kerja *deliverability test*, *back pressure test*, *isochronal test* dan *modified isochronal test*
3. Fungsi dan prinsip kerja *back pressure test* dan *drawdown test*

Penilaian akan diambil dari selama pelaksanaan diskusi, dimana narasumber akan memberikan penilaian dari keaktifan peserta diklat dalam berdiskusi. Selanjutnya penilaian akan diambil dari jawaban yang diberikan para peserta diklat pada saat dilakukan diskusi. Diharapkan disetiap kegiatan peserta diklat mencatat dan mengambil kesimpulan-kesimpulan dari hasil diskusi.

Untuk mengetahui nilai yang diperoleh, maka dapat digunakan formulasi seperti di bawah ini

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah jawaban yang benar}}{\text{jumlah soal}} \times 100 \%$$

Apabila nilai yang diperoleh kurang dari 75% maka, peserta diklat diharapkan untuk lebih meningkatkan penguasaan materi disetiap kegiatan pembelajaran. Lebih rajin mencari materi-materi yang berhubungan dengan kegiatan pembelajaran dan lebih rajin berdiskusi dengan sesama peserta diklat.

## **KUNCI JAWABAN**

### **a. Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 3**

1. Log yang digunakan untuk interpretasi kualitatif adalah log GR atau log SP, Log *Resistivitas* dan Log Porositas
2. Log Gamma Ray berfungsi untuk menentukan zona *permeabel* atau non *permeable*, Log *Resistivitas* untuk menentukan *resistivitas* suatu formasi, Log densitas di gunakan untuk menentukan nilai densitas batuan
3. Zona *flushed* merupakan zona infiltrasi yang terletak paling dekat dengan lubang bor yang terisi oleh lumpur pemboran, Zona transisi merupakan zona *infiltrasi* yang lebih dalam yang berisi filtrat lumpur pemboran dan kandungan awal zona tersebut. *Uninvaded zone* adalah zona infiltrasi yang terletak paling jauh dari lubang bor serta sama sekali tidak terpengaruh oleh *infiltrasi* lumpur pemboran.
4. CBL atau *cement bond log* berfungsi untuk evaluasi ikatan antara semen pemboran dengan casing.
5. Jenis fluida yang terdapat pada kedalaman 5715 ft adalah Air  
Jenis Fluida pada Kedalaman 5795 ft adalah Hidrokarbon  
Jenis Fluida pada Kedalaman 5930 ft adalah air  
Jenis Fluida pada Kedalaman dan 5965 ft adalah gas.

### **b. Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 4**

1. Pengujian sumur dilakukan untuk menentukan jenis fluida reservoir, mengukur produktivitas sumur, mengukur tekanan dan temperatur

2. reservoir, memperoleh contoh fluida, memperoleh deskripsi tentang reservoir, memperkirakan efisiensi kompleksi dan memperkirakan cadangan

3. *Conventional Back Pressure Test* atau disebut juga *flow after flow test* merupakan metode yang pertama kali ditemukan oleh Pierce dan Rawlins yang bertujuan untuk melihat kemampuan sumur untuk berproduksi dengan memberikan tekanan balik (*back pressure*) yang berbeda-beda

*Isochronal test* merupakan tes produksi dengan menggunakan laju  $Q$  yang berbeda tetapi dengan selang waktu yang sama.

*Modified isochronal test* hampir sama dengan *Isochronal test*, hanya saja penutupan sumur tidak perlu sampai mencapai tekanan stabil. Selain itu selang waktu penutupan dan pembukaan sumur dibuat sama besar.

3. *Pressure build up test* adalah suatu teknik pengujian tekanan transien dengan cara memproduksi sumur dengan laju alir produksi konstan selama waktu tertentu kemudian sumur ditutup dengan cara menutup kepala sumur di permukaan.

*Pressure drawdown* merupakan pengujian sumur dengan membuka sumur dan mengalirkan laju produksi konstan. Dilakukan pada sumur baru, sumur yang ditutup lama hingga dicapai keseragaman tekanan reservoir, dan sumur produktif yang tidak perlu dilakukan *build up test*.

4. Parameter – parameter yang diukur pada saat *pressure test* adalah :

- a. Tekanan statik ( $P_{ws}$ )
- b. Tekanan alir dasar sumur ( $P_{wf}$ )
- c. Tekanan Initial Reservoir ( $P_i$ )
- d. Skin Faktor ( $S$ )
- e. Permeabilitas rata – rata ( $k$ )
- f. Volume pengurasan ( $V_d$ )
- g. Radius Pengurasan ( $r_e$ )

5. *Deliverability* merupakan hubungan antara penurunan laju produksi dengan tekanan reservoir.

## Evaluasi

### Menyusun Perancangan Pembelajaran

1. Menurut PP No. 19 tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) minimal memuat ...
  - a. SK, KD, indikator dan kegiatan pembelajaran
  - b. Tujuan pembelajaran, materi ajar, metode pengajaran, sumber belajar
  - c. SK, KD, indikator, kegiatan pembelajaran, dan penilaian
  - d. Tujuan pembelajaran, materi pokok, kegiatan pembelajaran, metode pengajaran dan penilaian.
2. Komponen-komponen RPP saling berhubungan secara fungsional dalam mencapai kompetensi merupakan prinsip
  - a. Konsisten.
  - b. Menyeluruh
  - c. Fleksibel
  - d. Kontekstual
3. Adanya hubungan yang konsisten antara kompetensi dasar, indikator, materi pembelajaran, metode pembelajaran, kegiatan pembelajaran, sumber belajar, dan sistem penilaian merupakan prinsip pengembangan RPP
  - a. Konsisten.
  - b. Sistematis
  - c. Fleksibel
  - d. Menyeluruh
4. Yang tidak merupakan kegiatan yang sifatnya memberi apersepsi kepada peserta didik seperti; adalah
  - a. Memotivasi;
  - b. Menyampaikan tujuan pembelajaran;
  - c. Memeriksa pekerjaan rumah
  - d. Menghubungkan dengan penalaman belajar yang lalu dan sebagainya.
5. Pernyataan yang menggambarkan proses dan hasil belajar yang diharapkan dicapai oleh peserta didik sesuai dengan kompetensi dasar, dan dirumuskan dalam kata kerja operasional yang terukur disebut:

- a. Indikator;                    b. tujuan pembelajaran;
  - c. konfirmasi;                d. elaborasi
6. Sebelum menyusun RPP, seorang guru harus terlebih dahulu melakukan kegiatan:
- a. Mengkaji standar isi.            c. Mengkaji standar proses
  - b. Mengkaji silabus                d. Mengkaji bahan ajar

### **Melaksanakan Pembelajaran**

1. Guru perlu menunjukkan sikap yang baik pada waktu mengajukan pertanyaan. Pernyataan ini memperlihatkan, bahwa guru harus memiliki keterampilan ....
  - a. Bertanya
  - b. memberi penguatan
  - c. mengajar kelompok kecil
  - d. menjelaskan
2. Kata-kata berupa pujian, penghargaan, persetujuan, merupakan komponen dari ....
  - a. Bertanya
  - b. Penguatan
  - c. membuka pelajaran
  - d. menjelaskan
3. Keterampilan menjelaskan mensyaratkan guru untuk:
  - a. Melakukan pendekatan secara pribadi
  - b. Menghargai/memberi penguatan
  - c. Merefleksikan segala informasi sesuai dengan kehidupan sehari-hari
  - d. Membuka dan menutup pelajaran
4. Kegiatan berupa menarik perhatian siswa, menimbulkan motivasi, memberi acuan melalui berbagai usaha, merupakan bagian dari...

- a. Membimbing diskusi kelompok
  - b. Menutup pelajaran
  - c. Membuka pelajaran
  - d. Pemberian rangsangan
5. Keterampilan untuk menciptakan dan memelihara kondisi belajar mengajar adalah ....
- a. Keterampilan mengelola kelas
  - b. Keterampilan mengadakan variasi
  - c. Keterampilan membimbing siswa
  - d. Keterampilan menjelaskan

### **Well Logging**

1. Pengambilan data *logging* yang dilakukan pada saat pemboran sedang berlangsung disebut:
  - a. Log *radioaktif*
  - b. *Logging while drilling*
  - c. Log CNL
  - d. *Wireline Log*
2. Mengetahui jenis litologi batuan dan komposisi batuan merupakan fungsi *logging* bagi :
  - a. *Reservoir Engineer*
  - b. *Production Engineer*
  - c. *Geologist*
  - d. *Drilling Engineer*
3. Kolom yang menampilkan kurva log dan kedalamannya terdapat di :
  - a. *Log Header*
  - b. *Log tail*
  - c. *Log Track*
  - d. *Wireline Log*
4. Log yang berfungsi untuk menentukan zona *permeable* dan *non permeable* adalah:

- a. *Log Sonic*
  - b. *Microresistivity Log*
  - c. *Laterolog*
  - d. *Gamma Ray Log*
5. Jenis *laterolog* yang terdiri dari dua bagian elektroda yang dapat mengukur *resistivity* dalam dan dangkal adalah :
- a. *Normal Log*
  - b. *Proximity Log*
  - c. *Microspherical Focused Log*
  - d. *Dual Laterolog*
6. Dapat bekerja dengan baik pada *fresh mud* adalah :
- a. *Log Gamma Ray*
  - b. Log Induksi
  - c. Log Caliper
  - d. Log Sonic
7. Log yang berfungsi untuk menentukan porositas dan dapat membaca indeks hidrogen yang terkandung dalam batuan adalah :
- a. Log Densitas
  - b. Log Neutron
  - c. Log Sonic
  - d. Log Resistivitas
8. Separasi yang besar antara Log Neutron dan Log Densitas adalah ciri terdapatnya:
- a. Air
  - b. Minyak
  - c. Gas
  - d. Hidrokarbon
9. Log yang berfungsi untuk mengukur diameter lubang bor adalah :
- a. Log Sonic
  - b. Log *Gamma Ray*
  - c. Log Caliper

d. Log Resistivitas

10. Log resistivitas yang berfungsi untuk menentukan nilai resistivitas pada zona *uninvaded zone* adalah:

- a. *Microlog*
- b. *Proximity log*
- c. *Microlaterolog*
- d. *Deep Induction log*

11. Peralatan *wireline logging* terdiri dari:

- a. Detector
- b. *Microlog*
- c. *Laterolog*
- d. Caliper

12. *Static Spontaneous Potential* adalah :

- a. Nilai SP yang tertinggi atau terendah yang dihasilkan antara suatu lapisan *permeabel* dengan acuan yang nilainya statis.
- b. Defleksi positif yang paling tinggi dari formasi yang *shaly*
- c. Defleksi negatif yang paling rendah dari formasi yang *shaly*
- d. Nilai volume shale

## Uji Sumur

1. Test produksi perlu dilakukan untuk semua sumur yang memproduksi baik sumur yang baru memproduksi maupun sumur yang sudah lama memproduksi karena :

- a. Dapat melakukan analisa penyebab terjadinya penurunan produksi
- b. Dapat melakukan analisa lumpur pemboran
- c. Dapat melakukan analisa kehilangan tekanan pada tubing
- d. Dapat melakukan analisa semen pemboran

2. Proses pengujian fluida yang dilakukan dengan cara mengalirkan fluida dari sumur produksi ke fasilitas pengujian selama jangka waktu tertentu dengan cara manual di sebut :
  - a. *Automatic well Testing*
  - b. *Manual Well Testing*
  - c. *Semi Automatic Well Testing*
  - d. *Deliverability Test*
3. Separator yang digunakan untuk memisahkan minyak, gas dan air adalah :
  - a. Separator dua fasa
  - b. Separator tiga fasa
  - c. Separator vertikal
  - d. Separator Horizontal
4. Berdasarkan bentuknya separator di bagi menjadi tiga yaitu :
  - a. Vertikal, Horizontal, dua fasa
  - b. Vertikal, spherical dua fasa
  - c. Vertikal, dua fasa, tiga fasa
  - d. Vertikal, Horizontal, Spherical
5. Hubungan antara penurunan laju produksi dengan tekanan reservoir akibat proses deflection pada reservoir gas di sebut:
  - a. *Isochronal Test*
  - b. *Modified Isochronal Test*
  - c. *Deliverability test*
  - d. *Back Pressure test*
6. Test yang dilakukan dengan selang waktu penutupan dan pembukaan sumur di buat sama besar disebut :
  - a. *Isochronal Test*
  - b. *Modified Isochronal Test*
  - c. *Deliverability test*

- d. *Back Pressure test*
7. Metode *Pressure test* di bagi menjadi dua yaitu :
- a. *Isochronal Test* dan *Modified Isochronal test*
  - b. *Deliverability Test* dan *Flow After Flow test*
  - c. *Pressure Build Up* dan *Pressure drawdown*
  - d. *Pressure build Up* dan *Deliverability test*
8. Metode Horner adalah metode yang di gunakan pada periode aliran :
- a. *Early Times*
  - b. *Middle Times*
  - c. *Late Times*
  - d. *Transient*
9. Pengujian sumur yang dilakukan untuk memperoleh data tekanan dengan tetap membiarkan sumur tersebut berproduksi adalah :
- a. *Pressure Build Up*
  - b. *Pressure drawdown*
  - c. *Isochronal test*
  - d. *Deliverability Test*
10. Parameter – Parameter yang di ukur pada saat melakukan pengujian sumur adalah :
- a. Tekanan initial reservoir
  - b. Wettabilitas
  - c. Saturasi
  - d. *Productivity indeks*

## **PENUTUP**

Demikian Modul Diklat Guru Pembelajar mata pelajaran Teknik Pemboran Minyak dan Gas Bumi kelompok Kompetensi D bagi Guru pasca UKG ini disusun. Modul ini disusun sebagai acuan bagi semua pihak yang terkait dalam pelaksanaan kegiatan pelatihan dan PKB bagi guru dan tenaga kependidikan (GTK). Melalui modul Diklat Guru Pembelajar mata pelajaran Teknik Pemboran Minyak dan Gas Bumi kelompok Kompetensi D ini diharapkan semua pihak terkait dapat menemukan kemudahan dalam melaksanakan UKG kelanjutan dan menambah pengetahuan dan wawasan pada bidang dan tugas masing-masing.

Semoga modul diklat Diklat Guru Pembelajar mata pelajaran Teknik Pemboran Minyak dan Gas Bumi kelompok Kompetensi D bagi Guru pasca UKG ini dapat bermanfaat dan bisa mengarahkan serta membimbing peserta diklat terutama para guru dan widyaiswara/fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan diklat pengembangan keprofesian berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdassah D, *Analisis transient tekanan*, ITB Bandung
- Adungrahma.blogspot.co.id
- Arnold K, Stewart M., *Surface Production Operations*, Elsevier Science USA , 1999
- Asquith G., Gibson C., *Basic well Log Analysis for Geologist*, Tulsa Oklahoma, USA, 1982
- Asquith, B, George., *Log Evaluation of Shaly Sandstones*, Practical Guide, Tulsa Oklahoma
- Bateman M Richard., *Open Hole Log Analysis and Formation Evaluation*, Boston, 1985
- Bassiouni Zaki., *Theory, Measurement, And Interpretation of Well Logs*, SPE Textbook Series Vol. 4, 1994
- Bourdarot, Gilles. "Well Testing: Interpretation Methods". Center for: Petroleum Engineering And Project Development. Paris. 1998.*
- Bourdet, D. *"Well Testing Analysis: The Use Of Advanced Interpretation Models". Handbook Of Petroleum Exploration And Production 3. ELSEVIER SCIENCE. 2002.*
- Bourdet, D., *Well Test Analysis The Use of Advanced Interpretation Model*, Elsevier, Amsterdam, 2002
- Chaudhri, A. U., *"Oil Well Testing"*, Houston Texas, Gulf Publishing, 2004.
- Chaudhri, A. U., *"Gas Well Testing Handbook"*, Houston Texas, Gulf Publishing, 2004.
- Dadang Sukirman. (2012). *Pembelajaran Micro Teaching*, Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Islam Kementerian Agama.
- Danelspace.blogspot.co.id
- Darling T., *Well logging and formation Evaluation*, Elsevier UK, 2005
- Dewan T, J., *Essentials of Modern Open – Hole Log Interpretation*, Tulsa, 1983
- Earlougher, C, R., *Advanced in Well Test Analysis*, SPE of AIME Newyork, 1977
- Ensiklopediseismik.blogspot.co.id

G, H, Doll., *Microlog A new Electrical Logging method for detailed determination of permeable beds*, AIME, 199

Gede – [siddiarta.blogspot.co.id](http://siddiarta.blogspot.co.id)

Harsono Adi., *Evaluasi Formasi dan aplikasi Log*, Jakarta, 2007

Hernansyah, *Diktat Well Logging*, Bandung

Horne N, Roland., *Modern Well Test Analysis*, Petroway, Inc, 1990

Horne, Roland N. "*Modern Well Test Analysis*". USA. 1990

<https://barkun.wordpress.com>

Istarani. (2011). *58 Model Pembelajaran Inovatif*. Medan: Media Persada.

Jenderal Pendidikan Menengah Nomor 1464/D3.3/KEP/KP/2014 tentang Silabus Mata Pelajaran Kelompok Dasar Program Keahlian (C2) dan Paket Keahlian (C3) Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2014). Materi Pelatihan Guru Implementasi Kurikulum 2013 Tahun 2014 Mata Pelajaran Ekonomi.

Komala, (2013). *Pembelajaran Kontekstual, Konsep dan Aplikasi*. Bandung: Refika Aditama

Kunandar.( 2013). *Penilaian Autentik Penilaian Hasil Belajar Peserta Didik Berdasarkan Kurikulum 2013*: Jakarta. PT Raja Grafindo Persada

Lee, Jhon., *Well Test Analysis*, Tulsa, 1989

Majid A.,(2012). *Belajar dan Pembelajaran PAI*. Bandung: Remaja Rosdakarya.

Mulyasa. (2014). *Pengembangan dan Implementasi Kurikulum 2013*. Bandung: Remaja Rosdakarya.

Matthews, C.S., Rusell. D. G., "*Pressure Buildup And Flow Tests In Wells*". SPE Of AIME. New York. 1967

Modul Diklat Kompetensi Guru Kejuruan Pengembangan Strategi Pembelajaran, Mata Diklat Microteaching, PPPPTK BBL-Medan.

Natawidjaja, dkk. (2007). *Rujukan Filsafat, Teori dan Praksis Ilmu Pendidikan*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia Press.

Novianto-geophysicist.blogspot.co.id

Naim-physics.blogspot.com

Nurfuadi. (2012). *Profesionalisme Guru*. Purwokerto: STAIN Press.

Oemar Hamalik. (2009). Pendidikan Guru Berdasarkan Pendekatan Kompetensi, cet. 6, Jakarta: Bumi Aksara.

PP Nomor 32 Tahun 2013 tentang Standar Nasional Pendidikan.

PP Nomor 17 Tahun 2010 tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan.

Permendikbud Nomor 60 Tahun 2014 tentang Struktur Kurikulum dan Silabus Mata Pelajaran Kelompok Dasar Bidang Keahlian (C1) SMK.

Permendikbud No. 103 Tahun 2014 tentang Pembelajaran pada Pendidikan Dasar dan Menengah.

Rider, M., *The Geological Interpretation of Well Logs 2nd Edition*, Interprint Ltd, Malta, 1996

Rukmana, D., Kristanto D., Aji Cahyoko, Teknik Reservoir, Yogyakarta: Pohon Cahaya

Sagala. (2005). *Konsep dan Makna Pembelajaran*. Bandung: Alfabeta.

Sanjaya. (2008). *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.

Sardiman A.M, (2005). *Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar*. Jakarta: Raja Grafindo Persada, hal. 189.

Serra, O., *Fundamentals of Well Log Interpretation*, Elsevier Science Publishing Company Inc, 1984

Schrecker D, Ayers W., *Formation Evaluation*, PETE 321, 2003

SK Direktur Jenderal Pendidikan Menengah Nomor 7013/D/KP/2013 tentang Spektrum Keahlian.

....., *Log Interpretation principle and application*, Schlumberger

....., *Induction Logging manual*, Schlumberger

## **LAMPIRAN**

### **Menyusun Perancangan Pembelajaran**

1. D
2. B
3. A
4. C
5. A
6. B

### **Melaksanakan Pembelajaran**

1. A
2. B
3. C
4. C
5. A

### **Well Logging**

1. B
2. C
3. C
4. D
5. D
6. B
7. B
8. C
9. C
10. D
11. A
12. A

### **Uji Sumur**

1. A
2. B

3. B
4. D
5. C
6. B
7. C
8. B
9. B
10. A