



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
2016

## MODUL GURU PEMBELAJAR

# Paket Keahlian Teknik Produksi Minyak dan Gas



**Pedagogik : Pembelajaran Berbasis TIK**  
**Profesional : Mengevaluasi Parameter Dasar Perencanaan**  
**Sumur Gas Lift**

**KELOMPOK  
KOMPETENSI**





## **MODUL GURU PEMBELAJAR**

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

**Penyusun :**

**Suratno, ST**

**SMKN 3 Mandau**

**suratno\_rheno@yahoo.com**

**081392073326**

**Reviewer :**

**Mona Monica, ST**

**SMKN 3 Mandau**

**monasyahril@yahoo.com**

**082288424544**

**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 Guru Pembelajar.

Pedoman Penyusunan Modul Diklat Guru Pembelajar 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 Guru Pembelajar 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 GP.

Jakarta, Maret 2016  
Direktur Jenderal Guru dan Tenaga  
Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,  
NIP 19590801 198503 1002

# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
DAFTAR GAMBAR .....	iv
DAFTAR TABEL .....	vi
<b>BAB I</b> .....	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan .....	2
C. Peta Kompetensi .....	2
D. Ruang Lingkup .....	2
E. Saran Cara Penggunaan Modul .....	3
<b>BAB II</b> .....	<b>4</b>
A. Tujuan .....	4
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	4
C. Uraian Materi .....	4
D. Aktivitas Pembelajaran .....	45
E. Latihan/Kasus/Tugas .....	48
F. Rangkuman .....	49
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	50
G. Kunci Jawaban .....	54
<b>BAB III</b> .....	<b>55</b>
<b>Kompetensi Profesional</b> .....	<b>55</b>
A. Tujuan .....	55
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	55
C. Uraian Materi .....	55
D. Aktivitas Pembelajaran .....	125
E. Latihan/Kasus/Tugas .....	142
F. Rangkuman .....	142

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	143
Kunci Jawaban.....	144
Evaluasi .....	146
<b>PENUTUP.....</b>	<b>147</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>148</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
1	<i>Grafik Weight of Gas Column (Courtesy Otis Engineering Corp.)</i>	59
2	<i>Grafik Gas Pressure at Depth for Gas Gravity = 0.65. Temperature of Gas at Surface = 100 0F and Temperature at Depth = 70 0F + 1,60F per 100 Ft of Depth</i>	61
3	<i>Valve Unbalance Pressure / Casing Operated</i>	77
4	<i>Unbalance Bellow Valve dengan Pressure Charge Dome dan Spring sebagai Loading Element</i>	81
5	<i>Balance Casing Pressure Operated Valve</i>	84
6	<i>Tipe Instalasi Gas Lift</i>	86
7	<i>Instalasi sumur sembur buatan countiuous</i>	92
8	<i>Diagram kedalaman tekanan untuk perencanaan sumur sembur Countiuous</i>	92
9	<i>Ilustrasi Penentuan Letak Titik Injeksi</i>	95
10	<i>Aliran Countiuous 1</i>	101
11	<i>Aliran Countiuous 2</i>	101
12	<i>Aliran Countiuous 3</i>	102
13	<i>Aliran Countiuous 4</i>	102
14	<i>Aliran Countiuous 5</i>	103
15	<i>Aliran Countiuous 6</i>	103
16	<i>Aliran Countiuous 7</i>	104
17	<i>Aliran Countiuous 8</i>	105
18	<i>Aliran Countiuous 9</i>	106
19	<i>Aliran Countiuous 10</i>	107
20	<i>Aliran Countiuous 11</i>	108
21	<i>Aliran Countiuous 12</i>	108
22	<i>Aliran Countiuous 13</i>	109
23	<i>Aliran Countiuous 14</i>	110
24	<i>Aliran Countiuous 15</i>	111

25	<i>Aliran Countiuous 16</i>	112
26	<i>Aliran Countiuous 17</i>	112
27	<i>Aliran Countiuous 18</i>	113
28	<i>Aliran Countiuous 19</i>	114
29	<i>Aliran Countiuous 20</i>	114
30	<i>Operasi unloading intermitten flow well</i>	120

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
1	Kategori Pemakaian Gas <i>Lift</i>	56
2	“ <i>R values</i> ” <i>Bellow Area and Seat Area Relationship</i> for $A_b = 0.77 \text{ in}^2$ for 1 ½” Valve and $0.29 \text{ in}^2$ for 1” Valve	124

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Pendidik merupakan komponen dari tenaga kependidikan yang berkualifikasi sebagai guru, dosen, konselor, pamong belajar, widyaiswara, tutor, instruktur, fasilitator, dan sebutan lain yang sesuai dengan kekhususannya, serta berpartisipasi dalam menyelenggarakan pendidikan. Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan kegiatan pengembangan keprofesian secara berkelanjutan agar dapat melaksanakan tugas profesionalnya. Program Guru Pembelajar (GP) adalah pengembangan kompetensi Guru dan Tenaga Kependidikan yang dilaksanakan sesuai dengan kebutuhan, bertahap, dan berkelanjutan untuk meningkatkan profesionalitasnya.

Guru Pembelajar sebagai salah satu strategi pembinaan guru dan tenaga kependidikan diharapkan dapat menjamin guru dan tenaga kependidikan mampu secara terus menerus memelihara, meningkatkan, dan mengembangkan kompetensi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Pelaksanaan kegiatan GP akan mengurangi kesenjangan antara kompetensi yang dimiliki guru dan tenaga kependidikan dengan tuntutan profesional yang dipersyaratkan.

Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan GP baik secara mandiri maupun kelompok. Khusus untuk GP dalam bentuk diklat dilakukan oleh lembaga pelatihan sesuai dengan jenis kegiatan dan kebutuhan guru. Penyelenggaraan pembelajaran GP dilaksanakan oleh PPPPTK dan LPPPTK KPTK atau penyedia layanan diklat lainnya. Pelaksanaan pembelajaran tersebut memerlukan modul sebagai salah satu sumber belajar bagi peserta diklat. Modul merupakan bahan ajar yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta berisi materi, metode, batasan-batasan, latihan – latihan, tugas - tugas dan cara mengevaluasi yang disajikan secara sistematis dan menarik untuk mencapai tingkatan kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya.

Oleh karena itu dibuatlah Modul Guru Pembelajaran Mata Pelajaran Teknik Produksi Migas Kelompok Kompetensi E bagi guru dan tenaga kependidikan pasca UKG untuk Sekolah Menengah Kejuruan dalam bidang Keahlian Teknik Produksi Migas. Modul ini dibuat untuk dijadikan bahan pelatihan yang diperlukan oleh guru Teknik Produksi Migas pasca UKG dalam melaksanakan kegiatan GP. Selain itu modul ini juga dijadikan sebagai bahan belajar oleh para guru maupun tenaga kependidikan Teknik Produksi Migas untuk meningkatkan kompetensi dalam bidang Produksi Migas.

## **B. Tujuan**

Tujuan disusunnya Modul Guru Pembelajaran Mata Pelajaran Teknik Produksi Migas Kelompok Kompetensi E adalah memberikan pemahaman bagi para guru maupun tenaga kependidikan sekolah kejuruan pasca UKG bidang keahlian Teknik Produksi Migas.

## **C. Peta Kompetensi**

Manfaat disusunnya Modul Guru Pembelajaran Mata Pelajaran Teknik Produksi Migas Kelompok Kompetensi E adalah untuk dijadikan acuan bagi instansi penyelenggara pelatihan dalam melaksanakan peningkatan dan pengembangan kemampuan Guru dan Tenaga Kependidikan pasca UKG.

1. Memastikan peran dan tanggung jawab Guru dan Tenaga Kependidikan atau penyedia layanan belajar maupun yang lainnya dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya dalam bidang Produksi Migas
2. Menjadi acuan dalam menyusun dan mengembangkan tingkat kemampuan guru Teknik Produksi Migas untuk kegiatan UKG berikutnya. Menghasilkan guru –guru yang memiliki keprofesionalan dalam bidang Teknik Produksi Migas yang diampuh.

## **D. Ruang Lingkup**

Ruang Lingkup penyusunan Modul Guru Pembelajaran Mata Pelajaran Teknik Produksi Migas Kelompok Kompetensi E yang berisi pengertian dan manfaat modul, ruang lingkup, saran cara penggunaan modul, indikator pencapaian kompetensi, uraian materi, aktivitas pembelajaran, latihan/tugas/kasus, rangkuman umpan balik/ tindak lanjut dan kunci

jawaban, yang semua itu nantinya bisa mempermudah para guru Teknik Produksi Migas pasca UKG untuk meningkatkan kemampuannya.

#### **E. Saran Cara Penggunaan Modul**

Saran Cara Penggunaan Modul Guru Pembelajaran Mata Pelajaran Teknik Produksi Migas Kelompok Kompetensi E ini sebaga berikut:

1. Bacalah terlebih dahulu keseluruhan isi modul.
2. Pahami setiap materi yang terdapat pada uraian materi.
3. Pahami semua contoh – contoh soal yang terdapat pada uraian materi.
4. Kerjakanlah semua tugas/kasus maupun latihan – latihan yang terdapat dalam modul ini.
5. Kemudian diskusikanlah dengan teman maupun kelompok saudara tentang materi yang anda anggap susah maupun sulit dimengerti.
6. Buatlah kesimpulan tentang apa yang telah saudara pelajari, apakah saudara sudah lebih mengerti atau masih ada hal – hal yang belum anda ketahui.

Semoga dengan mempelajari modul ini ilmu saudara akan semakin bertambah dan ilmu saudara bermanfaat bagi orang lain.

## **BAB II**

# PEDAGOGIK

## Kegiatan Belajar 1: Penggunaan Teknologi Informasi dan Komunikasi Dalam Proses Untuk Mendukung Pembelajaran

### A. Tujuan Pembelajaran

- Guru dapat menggunakan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) yang sesuai dengan materi yang diajarkan.

### B. Indikator Pencapaian Kompetensi:

- Teknologi informasi dan komunikasi diterapkan untuk mendukung pembelajaran yang diampu sesuai kebutuhan.

:

### C. Uraian Materi

#### a. Pemanfaatan TIK dalam Proses Pembelajaran

Pengenalan TIK di sekolah membawa suatu akses yang lebih positif terhadap sekolah pada diri siswa. Karena TIK dan belajar berbasis WEB menawarkan keaneka ragaman yang lebih besar dari tujuan proyek, aktivitas, dan latihan dalam pembelajaran dibanding kelas tradisional, minat dan motivasi siswa pun meningkat secara nyata. Para guru dan siswa terangsang karena pengajaran menjadi lebih dinamis yang memperluas visi mereka seperti halnya akses ke bahan belajar dan perangkat lunak bidang pendidikan yang bermutu tinggi. Lebih dari itu, para guru kelihatannya termotivasi untuk mengajar dengan lebih kreatif. Portal pembelajaran menghubungkan para guru kepada sejumlah rancangan pelajaran panduan guru, dan soal-soal latihan siswa yang ditempatkan di Internet oleh institusi pemerintah.

TIK sudah menjadi suatu daya penggerak perubahan bidang pendidikan dari mereka adalah suatu bagian integratif dan kebijakan dan rencana pendidikan nasional. Bukti yang berkembang menunjukkan semakin banyak negara yang mulai melengkapi sekolah mereka dengan

komputer untuk mencari reformasi sekolah atau usaha peningkatan sekolah atau bahkan untuk memberi sekolah mereka suatu penampilan modern dan berteknologi.

Pengalaman menunjukkan bahwa pengenalan tentang teknologi di sekolah mengalami tiga fasa, yakni suatu tahap penggantian dimana praktek tradisional masih terjadi tetapi teknologi baru digunakan suatu tahap transisi dimana praktek baru mulai muncul dan praktek lama dipertanyakan, dan suatu tahap transformasi dimana teknologi memungkinkan praktek baru dan praktek lama menjadi usang. Jika pendidik meminta dengan tegas atas penggunaan TIK sebagai pengganti praktek yang ada, mereka tidak dapat berperan untuk memecahkan permasalahan di bidang pendidikan yang saat ini mereka temui.

Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi untuk pendidikan dapat dilaksanakan dalam berbagai bentuk sesuai dengan fungsinya dalam pendidikan. Fungsi teknologi informasi dan pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) untuk pendidikan sudah menjadi keharusan yang tidak dapat ditunda-tunda lagi. Berbagai aplikasi teknologi informasi dan komunikasi sudah tersedia dalam masyarakat dan sudah siap menanti untuk dimanfaatkan secara optimal untuk keperluan pendidikan. Pada kondisi ini, teknologi informasi dan komunikasi dalam pendidikan nantinya berfungsi sebagai gudang ilmu, alat bantu pembelajaran, fasilitas pendidikan, standar kompetensi, penunjang administrasi, alat bantu manajemen sekolah, dan sebagai infrastruktur pendidikan.

Disamping itu, penggunaan jaringan komputer untuk mempromosikan aktivitas belajar berkelompok menjadi semakin lebih populer. Teknologi komputer dalam pendidikan bergerak dan belajar mandiri ke metode belajar jarak jauh berkelompok. Dengan menggunakan perangkat komunikasi berbasis komputer dan kelompok belajar berbasis web, siswa dapat menerapkan pengetahuan yang dimilikinya dengan

mengkombinasikan usaha mereka untuk mengembangkan suatu aktivitas atau proyek. Belajar koperatif melalui komputer mempunyai efek positif atas kinerja tugas kelompok, prestasi individu, dan sikap terhadap belajar kolaboratif.

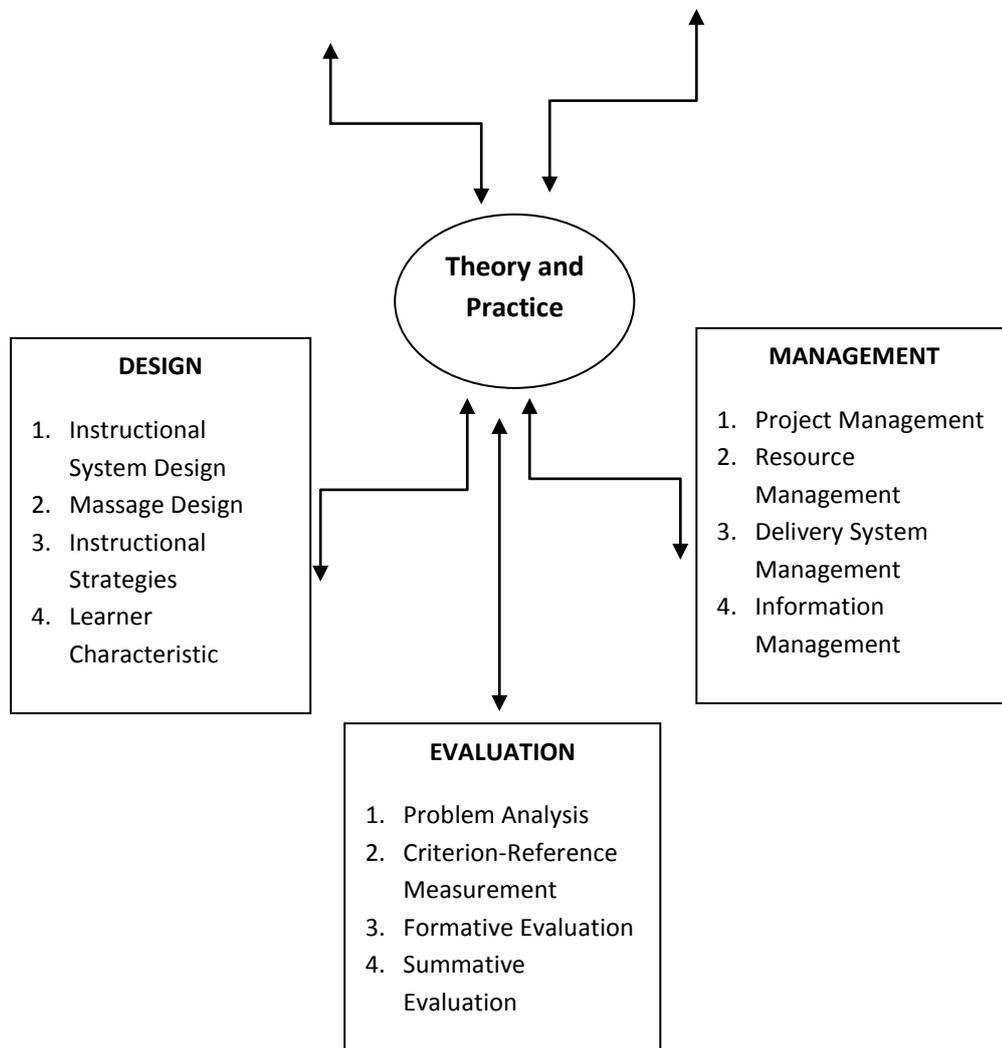
**b. Penggunaan Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam proses pembelajaran**

Teknologi pembelajaran, yang merupakan terjemahan dari instructional technology, merupakan suatu teori, bidang garapan, dan profesi yang sangat menaruh perhatian pada upaya-upaya untuk memfasilitasi peserta didik (learner) dan terus meningkatkan kinerja mereka dengan proses-proses dan sumber-sumber belajar yang tepat dan menarik. Fasilitasi belajar ini diberikan (oleh teknologi pembelajaran) dengan prinsip sesuai dengan karakteristik individualnya agar peserta didik dapat belajar dengan lebih mudah, lebih menarik, menyenangkan atau termotivasi, dan lebih efisien.

Bantuan atau fasilitas yang diberikan oleh teknologi pembelajaran kepada peserta didik adalah berupa proses-proses dan sumber-sumber belajar. Tentu saja, proses-proses dan sumber-sumber belajar tersebut diberikan berdasarkan karakteristik individualnya, seperti minat belajarnya, kemampuan awalnya, gaya belajarnya, kecepatan belajarnya, dan lain-lain. Proses-proses belajar dan pembelajaran yang dapat dipilih sesuai dengan karakteristik peserta didik, misalnya tatap muka atau jarak jauh, klasikal, kelompok atau individual, dan sebagainya. Begitu pula dengan sumber-sumber belajar yang dapat dipilih seperti sumber belajar yang by design atau by utilization, baik yang berupa teknologi tercetak, audio-visual, berbasis komputer atau terpadu. Semua itu diberikan untuk memfasilitasi belajar siswa.

DEVELOPMENT	
1.	Print Technologies
2.	Audio-Visual Technologies
3.	Computer Based Technologies
4.	Integrated Technologies

UTILIZATION	
1.	Media Utilization
2.	Difussion of Innovations
3.	Implementation and Institutionalization
4.	Policies and Regulation



Gambar 1. Kawasan Teknologi Pembelajaran (Seels & Richey, 1994)

Berkaitan dengan upaya meningkatkan kualitas pembelajaran, tampak jelas bahwa dengan aneka proses dan sumber belajar yang dapat dirancang dan dikembangkan oleh teknologi pembelajaran, berdasarkan karakteristik siswa dan dilandasi dengan teori-teori belajar dan pembelajaran yang sah, dapat dipastikan bahwa proses pembelajaran akan menjadi lebih berkualitas mengingat dalam proses tersebut setiap peserta mendapatkan layanan yang optimum sesuai dengankarakteristiknya sehingga peserta didik akan menjadi lebih aktif, lebih senang, dan lebih mudah dalam belajar. Dengan demikian belajar mereka akan berhasil lebih baik, yaitu selain peserta didik mudah dan

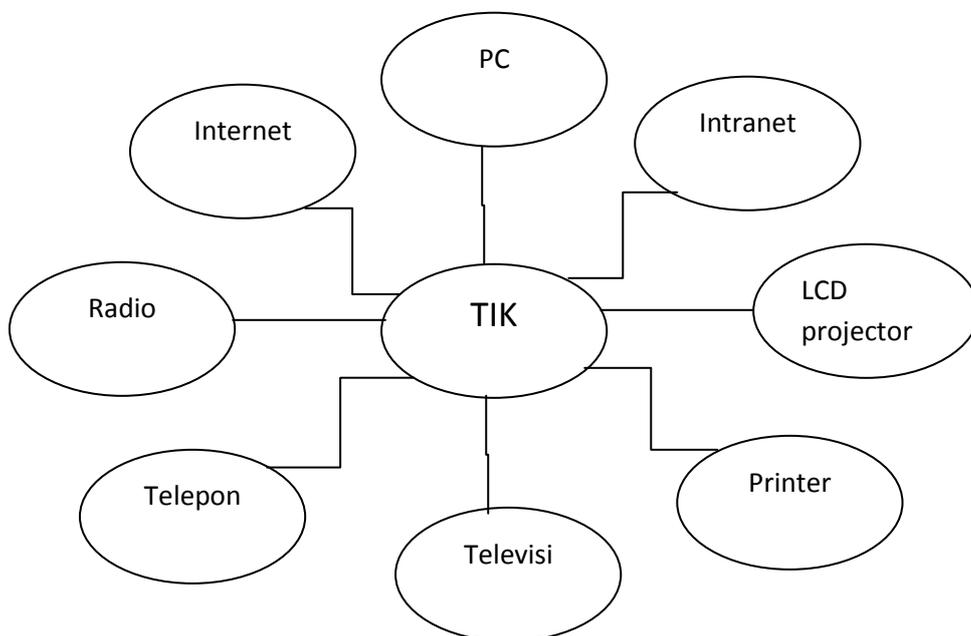
happy dalam belajar, perubahan-perubahan dalam pengetahuan, sikap dan nilai dapat tercapai lebih efisien dan lebih permanen. Hal ini sejalan dengan pendapat Mayer (dalam Seels & Richey, 1994) tentang belajar yaitu bahwa learning refers to the relatively permanent change in a person's knowledge or behaviour due the experience atau pendapat Gagne (1979:3) yang menyatakan bahwa learning is a change in human disposition or capability which persists over a period of time and which is not ascribable to processes of growth.

Dewasa ini istilah teknologi pembelajaran bergeser menjadi teknologi informasi, teknologi komunikasi, dan teknologi informasi dan komunikasi (Herman D. Surjono, 2010) dimana UNESCO secara resmi menggunakan istilah Information and Communication Technology (ICT). Di Indonesia, istilah ICT yang digunakan UNESCO tersebut diadopsi menjadi teknologi informasi dan komunikasi (TIK). Istilah tersebut sebenarnya telah lama digunakan yaitu sejak pertama didirikannya Pustekomdikbud/Diknas pada tahun 1970-an.

TIK merupakan teknologi yang diperlukan untuk memproses informasi, terutama penggunaan komputer elektronik dan piranti lunak komputer, yang ditujukan untuk mengolah, menyimpan, melindungi, mentransmisikan, dan mencari informasi dari mana saja dan kapan saja. Walaupun penggunaan komputer ditekankan, namun TIK bukan berarti hanya terbatas pada penggunaan alat-alat elektronik yang canggih (sophisticated), seperti pemanfaatan komputer dan internet, melainkan juga mencakup alat-alat yang konvensional, seperti: bahan tercetak, kaset audio, overhead transparency (OHT)/overhead projector (OHP), bingkai suara (sound slides), radio, dan Televisi (Siahaan, 2010). TIK adalah semua teknologi yang berhubungan dengan pengambilan, pengumpulan (akuisisi), pengolahan, penyimpanan, penyebaran, dan penyajian informasi. Pemahaman ini sejalan dengan pengertian TIK yang dikemukakan oleh UNESCO (2003:7) yakni Information technology is the term used to describe the items of equipment (hardware) and computer program (software) that allow us to access, store, organize,

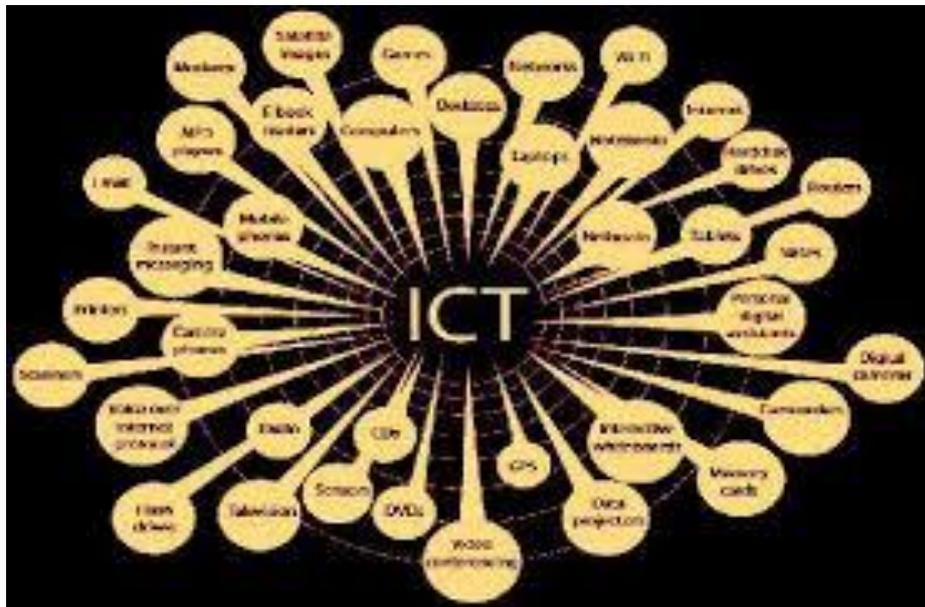
manipulate, and present information by electronic means. Communication technology is term used to describe telecommunication equipment, through which information can be sought and accessed.

Berdasarkan pemahaman konsep TIK tersebut berbagai jenis perangkat TIK yang dapat digunakan untuk kepentingan pendidikan dan pembelajaran menurut Siahaan (2010) adalah sebagaimana terlihat pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Jenis perangkat TIK (Siahaan, 2010)

Sementara yang lebih variatif, jenis-jenis perangkat TIK tersebut dikemukakan oleh UNESCO (dalam Herman D. Surjono, 2010) meliputi peralatan sebagaimana dikemukakan pada Gambar 3.



Gambar 3. Jenis-jenis perangkat TIK (UNESCO, dalam Herman D, Surjono 2010)

Penjelasan dari gambar diatas bahwasanya jenis-jenis perangkat TIK (UNESCO, dalam Herman D, Surjono 2010) adalah: computer, Games, Networks, laptops, wi-fi, notebook, internet, harddisk, drives, routers, tablets, personal digital assistances, digital cameras, memory cards, interactive whiteboards, data projectors, GPS, video conferencing, DVDs, CDs, sensors, television, radio, flash drives, voice over internet protocol, scanners, camera phones, printers, instant messaging, mobile phones, MP3 players, modems, E book readers, satellite images. Jenis-jenis perangkat TIK ini dapat digunakan oleh pendidik untuk proses pembelajaran sesuai dengan kebutuhan.

Disamping itu, pemanfaatan TIK dalam pembelajaran menjadi tuntutan yang mendesak di abad 21. Derasnya arus informasi dan tuntutan zaman yang semakin maju setidaknya kecil kemungkinan bagi guru untuk menjadi satu-satunya sumber belajar paling sahih. Namun tidak dapat dipungkiri bahwa dalam satuan pendidikan sekolah guru memiliki

peranan yang strategis. Oleh karena itu penggunaan TIK di sekolah hendaknya dimulai dari titik pangkal yang strategis pula yaitu guru (Miarso, 2004:494). Para guru harus diyakinkan bahwa TIK memiliki kegunaan dalam memfasilitasi proses belajar siswa dan bahwa TIK tidak akan menggantikan kedudukannya sebagai guru, melainkan membantunya untuk, paling tidak, menyimpan dan menyajikan konsep, prinsip, prosedur yang ingin diajarkannya. Upaya strategis yang perlu dilakukan adalah para guru perlu ditingkatkan kepercayaan dirinya serta dilibatkan dan ikut berpartisipasi dalam pengembangannya, yaitu pengembangan TIK untuk pembelajarannya demi peningkatan kualitas proses dan hasil belajar siswa.

Selain mempertimbangkan derasnya arus informasi, pentingnya pemanfaatan TIK dalam pembelajaran mengingat potensi TIK itu sendiri dalam memfasilitasi dan mengoptimalkan proses belajar siswa yang menurut Siahaan (2010) antara lain: (1) membuat konkrit konsep yang abstrak, misalnya untuk menjelaskan sistem peredaran darah; (2) membawa obyek yang berbahaya atau sukar didapat ke dalam lingkungan belajar seperti binatang-binatang buas, atau penguin dari kutub selatan; (3) menampilkan obyek yang terlalu besar, seperti: pasar, candi borobudur; (4) menampilkan obyek yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, seperti: mikro organisme; (5) mengamati gerakan yang terlalu cepat, misalnya dengan slow motion atau time lapse photography; (6) memungkinkan siswa berinteraksi langsung dengan lingkungannya; (7) memungkinkan keseragaman pengamatan dan persepsi bagi pengalaman belajar siswa; (8) membangkitkan motivasi belajar siswa; (9) menyajikan informasi belajar secara konsisten, akurat, berkualitas dan dapat diulang penggunaannya atau disimpan sesuai dengan kebutuhan, atau (10) menyajikan pesan belajar secara serempak untuk lingkup sasaran yang sedikit/kecil atau banyak/luas, mengatasi batasan waktu (kapan saja) maupun ruang (di mana saja). Dalam konteks yang lebih luas, yaitu pendidikan, potensi TIK yang tampak jelas setidaknya adalah memperluas kesempatan belajar, meningkatkan kualitas dan efisiensi belajar, memungkinkan

terjadinya belajar mandiri dan belajar kooperatif, serta mendorong terwujudnya belajar sepanjang hayat.

Pola pembelajaran dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi mengubah peran pengajar dan peserta belajar. Pembelajaran bergeser dari berpusat pada pengajar kepada peserta belajar. Pengajar bukan lagi satu-satunya sumber dalam pembelajaran tetapi hanya sebagai salah satu sumber yang dapat diakses oleh peserta belajar. Begitu juga halnya dengan peserta belajar, dengan pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi peserta belajar bukanlah sebagai peserta yang pasif. Peserta belajar dituntut untuk aktif selama proses pembelajaran sehingga terjadi pembelajaran yang aktif. Hal tersebut mendorong terciptanya kreativitas dan kemandirian dalam belajar. Kreatif dalam memunculkan dan menciptakan informasi atau pengetahuan baru serta mandiri dalam mencari beragam sumber belajar untuk mendukung proses pembelajaran. Kreativitas dan kemandirian belajar yang terbentuk dengan diintegrasikannya teknologi informasi dan komunikasi dalam pembelajaran menjadikan peserta belajar sebagai individu yang mampu bersaing di pasar dunia.

Pengintegrasian teknologi informasi dan komunikasi dalam pembelajaran sangat membuka peluang untuk membentuk kreativitas dan kemandirian peserta belajar. Beragamnya sumber belajar yang dapat diakses peserta belajar membutuhkan kearifan agar selektif dalam memilih dan memilih sumber tersebut. Peserta belajar tidak lagi hanya bergantung pada pengajar untuk mendapatkan ilmu pengetahuan tetapi terbiasa untuk kreatif mencari dan menciptakan informasi serta pengetahuan yang relatif baru. Teknologi informasi dan komunikasi memberikan peluang yang lebih besar bagi peserta belajar untuk saling berkolaborasi antar peserta belajar, karena pola pembelajaran yang terbentuk tidak lagi berpola pada individual tetapi pola kerjasama yang didalamnya terkandung tanggung jawab pribadi. Terbentuknya kreativitas dan kemandirian belajar dalam diri peserta belajar menjadikan mereka mampu untuk bertahan dan bersaing di era global.

Untuk dapat memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi dalam memperbaiki mutu pembelajaran, ada tiga hal yang harus diwujudkan yaitu (1) peserta belajar dan pengajar harus memiliki akses kepada teknologi digital dan internet dalam kelas, sekolah, dan lembaga pendidikan guru, (2) harus tersedia materi yang berkualitas, bermakna, dan dukungan kultural bagi peserta belajar dan pengajar, dan (3) pengajar harus memiliki pengetahuan dan ketrampilan dalam menggunakan alat-alat dan sumber-sumber digital untuk membantu peserta belajar mencapai tujuan pembelajaran.

Sejalan dengan pesatnya perkembangan teknologi informasi dan komunikasi, maka telah terjadi pergeseran pandangan tentang pembelajaran baik di kelas maupun di luar kelas. Dalam pandangan tradisional di masa lalu (dan masih ada pada masa sekarang), proses pembelajaran dipandang sebagai: (1) sesuatu yang sulit dan berat, (2) upaya mengisi kekurangan peserta belajar, (3) satu proses transfer dan penerimaan informasi, (4) proses individual atau soliter, (5) kegiatan yang dilakukan dengan menjabarkan materi pelajaran kepada satuan-satuan kecil dan terisolasi, (6) suatu proses linear. Sejalan dengan perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah terjadi perubahan pandangan mengenai pembelajaran yaitu pembelajaran sebagai: (1) proses alami, (2) proses sosial, (3) proses aktif dan pasif, (4) proses linear dan atau tidak linear, (5) proses yang berlangsung integratif dan kontekstual, (6) aktivitas yang berbasis pada model kekuatan, kecakapan, minat, dan kulkur siswa, (7) aktivitas yang dinilai berdasarkan pemenuhan tugas, perolehan hasil, dan pemecahan masalah nyata baik individual maupun kelompok.

Pembelajaran dengan muatan teknologi informasi dan komunikasi akan berjalan efektif jika pengajar dalam pembelajaran adalah sebagai fasilitator pembelajaran atau yang memberikan kemudahan dalam belajar dan bukan lagi sebagai pemberi informasi. Pengajar bukan sebagai satu-satunya sumber belajar yang mentransfer ilmu

pengetahuannya kepada peserta belajar. Pengajar juga bukan menjadi instruktur yang memberikan perintah melainkan sebagai mitra belajar bagi peserta belajar dan memfasilitasi segala hal yang dibutuhkan dalam proses pembelajaran.

Disamping itu, proses pembelajaran dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi memerlukan bimbingan dari pengajar untuk memfasilitasi pembelajaran bagi peserta belajar dengan efektif. Pengajar memberikan kesempatan yang sebesar-besarnya dan menciptakan kondisi bagi peserta belajar untuk mengembangkan cara-cara belajarnya sendiri sesuai dengan karakteristik teknologi informasi dan komunikasi, kebutuhan, bakat dan minatnya. Selain itu pengajar berperan sebagai programmer, yaitu selalu kreatif dan inovatif menghasilkan berbagai karya inovatif berupa program atau perangkat keras/lunak yang akan digunakan oleh peserta belajar.

### **c. Peran Teknologi Informasi dan Komunikasi sebagai media pembelajaran**

Potensi TIK dalam membantu efektivitas pembelajaran ini juga didukung oleh hasil-hasil penelitian yang dirujuk oleh Ade Kusnandar (2008) yang menyimpulkan bahwa: (1) 10% informasi diperoleh dengan cara membaca (teks), (2) 20% informasi diperoleh dengan cara mendengar (suara), (3) 30% informasi diperoleh dengan cara melihat (grafis/foto), (4) 50% informasi diperoleh dengan cara melihat dan mendengar (video/animasi), (5) 80% informasi diperoleh dengan cara berbicara, dan (6) 80% informasi diperoleh dengan cara berbicara dan melakukan (interaktif).

Di sisi peserta didik atau siswa, kehidupan di abad 21 itu sendiri meminta peserta didik memiliki kecakapan-kecakapan (skills) sebagaimana dikemukakan oleh Herman D, Surjono (2010) berdasarkan pendapat Wagner, yaitu (1) mampu berpikir kritis dan memecahkan masalah, (2) mampu bekerja sama, (3) mampu berubah dengan cepat

dan beradaptasi, (4) mempunyai inisiatif dan berjiwa enterprenership, (5) mampu berkomunikasi secara efektif baik lisan maupun tertulis, (6) mampu mengakses dan menganalisis informasi, serta (7) mempunyai keingintahuan yang tinggi. Untuk mencapai kecakapan-kecakapan tersebut tidaklah mungkin siswa hanya mengharapkan dukungan fasilitasi tunggal yaitu guru. Siswa perlu mengakses aneka informasi melalui berbagai sumber belajar baik secara elektronik maupun konvensional. Peran guru juga dengan sendirinya akan berubah dari pemberi informasi tunggal dalam lingkungan yang sangat konvensional (teacher centered) ke arah menjadi fasilitator pembelajaran yang memungkinkan siswa dapat lebih aktif belajar melalui aneka sumber (student centered). Dengan demikian jelas bahwa untuk mencapai kompetensi-kompetensi atau kecakapan-kecakapan sebagaimana diharapkan terhadap siswa dalam menghadapi masa depannya, guru harus memanfaatkan TIK dalam pembelajaran.

Satu bentuk produk TIK adalah internet yang berkembang pesat di penghujung abad 20 dan di ambang abad 21. Kehadirannya telah memberikan dampak yang cukup besar terhadap kehidupan umat manusia dalam berbagai aspek dan dimensi. Internet merupakan salah satu instrumen dalam era globalisasi yang telah menjadikan dunia ini menjadi transparan dan terhubung dengan sangat mudah dan cepat tanpa mengenal batas-batas kewilayahan atau kebangsaan. Melalui internet setiap orang dapat mengakses ke dunia global untuk memperoleh informasi dalam berbagai bidang dan pada gilirannya akan memberikan pengaruh dalam keseluruhan perilakunya. Dalam kurun waktu yang amat cepat beberapa dasawarsa terakhir telah terjadi revolusi internet di berbagai negara serta penggunaannya dalam berbagai bidang kehidupan. Keberadaan internet pada masa kini sudah merupakan satu kebutuhan pokok manusia modern dalam menghadapi berbagai tantangan perkembangan global. Kondisi ini sudah tentu akan memberikan dampak terhadap corak dan pola-pola kehidupan umat manusia secara keseluruhan. Dalam kaitan ini, setiap orang atau bangsa yang ingin lestari dalam menghadapi tantangan global, perlu

meningkatkan kualitas dirinya untuk beradaptasi dengan tuntutan yang berkembang. TIK telah mengubah wajah pembelajaran yang berbeda dengan proses pembelajaran tradisional yang ditandai dengan interaksi tatap muka antara guru dengan siswa baik di kelas maupun di luar kelas.

Teknologi informasi dan komunikasi mempunyai pengaruh yang cukup berarti terhadap proses dan hasil pembelajaran baik di kelas maupun di luar kelas. Teknologi informasi dan komunikasi telah memungkinkan terjadinya akselerasi, pengayaan, perluasan, efektivitas dan produktivitas pembelajaran yang pada gilirannya akan meningkatkan kualitas pendidikan sebagai infrastruktur pengembangan sumber daya manusia secara keseluruhan. Melalui penggunaan Teknologi informasi dan komunikasi setiap peserta belajar akan terangsang untuk belajar maju berkelanjutan sesuai dengan potensi dan kecakapan yang dimilikinya. Pembelajaran dengan menggunakan Teknologi informasi dan komunikasi menuntut kreativitas dan kemandirian diri sehingga memungkinkan mengembangkan semua potensi yang dimilikinya.

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TK) telah memberikan pengaruh terhadap dunia pendidikan khususnya dalam proses pembelajaran. Menurut Rosenberg (2001), dengan berkembangnya penggunaan TIK ada 5 (lima) pergeseran dalam proses pembelajaran yaitu: (1) dari pelatihan ke penampilan, (2) dari ruang kelas ke dimana dan kapan saja, (3) dari kertas ke "on line" atau saluran, (4) fasilitas fisik ke fasilitas jaringan kerja, (5) dari waktu siklus ke waktu nyata. Komunikasi sebagai media pendidikan dilakukan dengan menggunakan media-media komunikasi seperti telepon, komputer, internet, e-mail, dan sebagainya. Interaksi antara guru dan siswa tidak hanya dilakukan melalui hubungan tatap muka tetapi juga dilakukan dengan menggunakan media-media tersebut. Guru dapat memberikan layanan tanpa harus berhadapan langsung dengan siswa. Demikian pula peserta didik dapat memperoleh informasi dalam lingkup

yang luas dari berbagai sumber melalui cyber space atau ruang maya dengan menggunakan komputer atau internet.

Menurut Rosenberg (2001:28), e-learning merupakan satu penggunaan teknologi internet dalam penyampaian pembelajaran dalam jangkauan luas yang berlandaskan tiga kriteria yaitu: (1) e-learning merupakan jaringan dengan kemampuan untuk memperbaharui, menyimpan, mendistribusi dan membagi materi ajar atau informasi., (2) pengiriman sampai ke pengguna terakhir melalui komputer dengan menggunakan teknologi internet yang standar, (3) memfokuskan pada pandangan yang paling luas tentang pembelajaran di balik paradigma pembelajaran tradisional. Saat ini e-learning telah berkembang dalam berbagai model pembelajaran yang berbasis TIK seperti: CBT (Computer Based Training), CBI (Computer Based Instruction), Distance Learning, Distance Education, CLE (Cybernetic Learning Environment), Desktop Videoconferencing, ILS (Integrated Learning System), LCC (Learner-Centered Classroom), Teleconferencing, WBT (Web-Based Training), dan sebagainya.

Model untuk mengukur integrasi TIK dalam pembelajaran terdiri dari model mikro berorientasi pembelajaran, model mikro berorientasi TIK, model sistem/sekolah dan model populasi (Newhouse et al, 2002) dan model dua dimensi (Mei et al, 2012) seperti diuraikan sebagai berikut:

#### 1. Model Mikro Berorientasi Pembelajaran

Orientasi pembelajaran mikro yang lebih fokus pada masalah inovasi pedagogik guru dikenal juga dengan sebutan model adopsi berbasis perhatian/kepedulian (Anderson, 1997; Hall & Hord, 1987). Model ini terdiri dari tiga dimensi utama, yakni: tahap perhatian/kepedulian (SoC), tahap penggunaan (LoU) dan tahap inovasi konfigurasi (IC), Dimensi SoC menggambarkan bagaimana guru memandang suatu inovasi dan mengalami/merasakannya. Pada dimensi LoU guru-guru hanya diidentifikasi apakah mereka melakukan pembelajaran yang terintegrasi dengan TIK ataukah tidak terpengaruh sama sekali

dengan inovasi yang ada. Dimensi IC fokus pada bagaimana bentuk operasional sebuah inovasi bisa digunakan dalam pembelajaran.

## 2. Model Berorientasi TIK

Berbeda dengan model mikro pembelajaran yang hanya berorientasi pada masalah inovasi, model mikro TIK berorientasi pada kompetensi guru TIK. Misalnya model ACOT (Apple Classrooms of Tomorrow). Model ini mengelompokkan tiga tingkatan kecakapan guru berkaitan dengan teknologi, yakni: (a) teknologi itu hidup atau berkembang di lingkungan para guru; (b) guru menguasai teknologi dan (c) dampak penggunaan teknologi bagi guru. Selain itu ada 5 (lima) fase yang harus dilalui guru untuk mengintegrasikan TIK seutuhnya dalam pembelajaran yaitu, pengenalan, adopsi, adaptasi, apropriasi dan inovasi. Fase-fase ini akan mengubah gaya instruksional dari tradisional ke konstruktivis (Sandholtz, Ringstaff & Dwyer, 1987).

## 3. Model Sistem Sekolah

Berbeda dengan model-model sebelumnya yang menjadikan individu sebagai fokus, model sistem/model sekolah dirancang untuk digunakan oleh para pembuat kebijakan di sekolah untuk mengevaluasi sekolahnya terutama pemanfaatan TIK dalam mendukung pembelajaran. Sebagai contoh, model teknologi maturity (Sibley & Kimball, 1998) dirancang agar lembaga pendidikan siap menghadapi 5 (lima) tantangan yang akan dialaminya ketika mereka ingin memberdayakan sekolah melalui penggunaan teknologi. Kelima tantangan itu yakni: visi, perencanaan, dukungan, literasi dan komunikasi. Model ini secara spesifik mendeskripsikan langkah-langkah dan produk yang menjamin tujuan dan sasaran dalam rencana teknologi yang diwujudkan dalam sebuah proyek nyata.

## 4. Model Populasi

Model populasi yang dikembangkan oleh Rogers (1983) didasarkan pada teori tentang difusi inovasi (DoI). Menurut teori DoI, inovasi teknologi dikomunikasikan melalui saluran khusus/ tertentu diantara

anggota suatu sistem sosial. Inovasi teknologi ini melalui beberapa tahap yakni pengetahuan (paparan keberadaannya), persuasi (pembentukan sikap menerima inovasi itu), keputusan (komitmen untuk adopsi), pelaksanaan (menggunakan) dan konfirmasi (penguatan berdasarkan hasil positif dan pelaksanaannya). Davis et al (1989) menegaskan bahwa dipersepsi kemanfaatan dan kemudahan penggunaannya merupakan keyakinan yang dapat memengaruhi sikap seseorang sehingga menyebabkan munculnya niat individu tersebut untuk menggunakan TIK. Dipersepsi manfaat maksudnya adalah sejauh mana seseorang percaya bahwa dengan menggunakan sistem tertentu akan meningkatkan kinerjanya dan persepsi kemudahan penggunaan adalah sejauh mana seseorang percaya bahwa penggunaan sistem tersebut tidak sulit untuk dipelajari. Semakin tinggi kegunaan dan kemudahan penggunaan dan suatu inovasi, semakin besar kemungkinan bagi orang untuk mengadopsi inovasi tersebut sebaliknya, semakin rendah manfaat dari inovasi bagi subyeknya maka kemungkinan untuk mengadopsinya sangat kecil.

##### 5. Model Dua Dimensi

Model dua dimensi yang dikembangkan oleh Janet Mei et al (2012), melalui kombinasi antara model mikro TIK-oriented dan mikro learning-oriented untuk mengetahui tingkat kemajuan seseorang dalam penguasaan TIK sambil membimbingnya menuju satu tingkat yang lebih tinggi dalam mengintegrasikan TIK dalam pembelajaran. Pengembangan model dua dimensi ini didasarkan pada studi yang cermat atas model mikro berorientasi Pembelajaran dan model mikro berorientasi TIK.

Dimensi pedagogi dikelompokkan berdasarkan 4 (empat) faktor berikut; keyakinan pedagogik guru (Ertner, 2005), strategi pembelajaran yang digunakan, interaksi guru-siswa dan jenis-jenis tugas yang dilaksanakan siswa seperti dijelaskan sebagai berikut:

- a. Level A (pengajaran langsung), guru pada tingkat ini mengadopsi metodologi pengajaran tradisional, dengan metode ceramah, mencatat, dan membahas materi secara berulang-ulang. Gaya mengajar guru berbentuk mengarahkan sehingga komunikasi dalam proses pembelajaran hanya berbentuk satu arah melalui pemberian pengetahuan, pemodelan, demonstrasi dan petunjuk lainnya bagi siswa. Pada tingkat ini penyediaan informasi yang diberikan harus eksplisit dan proses bimbingan pembelajaran harus maksimal.
- b. Tingkat B (pembelajaran kognitif aktif): guru pada tingkat ini percaya bahwa peserta didik harus menjadi peserta aktif dalam belajar. Guru lebih menekankan pemahaman dan penerapan daripada menghafal dan pengulangan. Peserta didik didorong untuk aktif mencari informasi sendiri dengan petunjuk-guru atau penggunaan alat bantu video dan audio visual. Seorang guru pada tingkat ini tidak lagi menjadi penyedia informasi satu arah tetapi menjadi fasilitator untuk mengolah informasi bagi peserta didiknya (Schallert & Martin, 2003). Sebagai fasilitator pembelajaran, guru mengamati dan memberikan umpan balik kepada peserta didiknya demi membantu mereka mencapai tingkat pemahaman yang lebih dalam lagi menyangkut isi materi.
- c. Tingkat C (belajar konstruktif): pada tingkat ini guru mengimplementasi kelas pembelajaran berbasis konstruktivis yakni adanya keyakinan bahwa peserta didik mampu membangun pengetahuan mereka sendiri atas dasar interaksi dengan lingkungan mereka. Guru hanya sebagai fasilitator dalam menyiapkan lingkungan belajar yang mendukung peserta didik untuk berpikir kritis terhadap pengetahuan baru dengan menciptakan hubungan antara inti pengetahuan baru tersebut dengan dunia nyata. Kegiatan belajar pada tingkat ini cenderung berbasis masalah dan dikendalikan oleh peserta didik itu sendiri dalam merancang dan menerapkan strategi pemecahan masalah. Dengan demikian, eksplorasi berbasis masalah dan proyek-proyek berbasis inquiry sering dilakukan. Peran seorang guru hanya untuk memberikan saran perbaikan dan bantuan bagi siswa bila mengalami kesulitan.

- d. Tingkat D (pembelajaran sosial): pada tingkat ini, seorang guru percaya bahwa pembelajaran menjadi lebih bermakna ketika seorang individu terlibat dalam kegiatan sosial. Guru hanya sebagai fasilitator untuk meningkatkan belajar peserta didik melalui interaksi sosial mereka dengan lingkungan luar (Schallert & Martin, 2003). Bentuk konkrit kegiatannya seperti, debat baik secara langsung atau dalam suatu lingkungan online, percakapan dengan para ahli atau mengerjakan proyek berbasis tim.

Semua model itu tak ada yang paling baik dan paling cocok untuk digunakan sebagai alat evaluasi penggunaan TIK dalam pembelajaran. Namun demikian model di atas paling tidak dapat menjadi salah satu alat ukur tingkat penggunaan TIK dalam pembelajaran di sekolah.

Sekolah bukan hanya sarana mencapai target kurikulum tapi juga mewujudkan pembelajaran sikap mental melalui strategi pembelajaran. Adapun pemanfaatan dan integrasi TIK dalam pembelajaran dapat memungkinkan peserta didik mengembangkan pengalamannya seperti:

1. Multisensory: Secara audio, visual dan kinestetik dapat mengakomodasi learning style peserta didik dapat melihat, mendengar dan merasakan secara "nyata" tayangan video disajikan dalam kegiatan pembelajaran.
2. Contextual: penggunaan media TIK dalam proses pembelajaran memudahkan guru dalam menjelaskan konsep/ilmu yang tidak memungkinkan dibuktikan secara praktek, memudahkan guru untuk memvisualkan yang abstrak menjadi real. Maka tugas guru adalah mengajak peserta didik untuk menganalisa konsep/teori melalui diskusi kasus dengan pendekatan problem based learning sehingga siswa terasah daya kritisnya.
3. Reflective: dengan tayangan "nyata" peserta didik diharapkan dengan kesadaran pribadi dan merenungkan tentang kebesaran penciptaan Tuhan atas ilmu yang dipelajarinya guru terbangun karakter religinya

mengasah spritual quotient (SQ). Berikan kesempatan peserta didik untuk berpendapat tentang hasil tayangan tadi.

4. Communicative: pembelajaran dengan menggunakan TIK dapat menciptakan kegiatan pembelajaran yang komunikatif dan dialogis, dikarenakan saat menyaksikan tayangan peserta didik dapat terangkat rasa ingin tahunya curiosity, merangsang peserta didik dengan keterampilan bertanya memudahkan peserta didik dalam memahami materi.
5. Constructive: dengan memberikan kesempatan siswa setelah menyaksikan tayangan video, peserta didik dapat mengembangkan ide dan menambah wawasan sekaligus dapat membuktikan rasa penasaran dari teori yang diketahuinya. Maka dalam penggunaan media TIK dalam kegiatan pembelajaran, guru semestinya memberikan kesempatan peserta didik untuk mengeksplorasi wawasan ilmu yang diketahuinya.

Adapun Media dalam pembelajaran memiliki fungsi sebagai alat bantu untuk memperjelas pesan yang disampaikan guru. Media juga berfungsi untuk pembelajaran individual dimana kedudukan media sepenuhnya melayani kebutuhan belajar siswa (pola bermedia). Beberapa bentuk penggunaan komputer media yang dapat digunakan dalam pembelajaran meliputi:

1. Penggunaan Multimedia Presentasi.

Multimedia presentasi digunakan untuk menjelaskan materi-materi yang sifatnya teoritis, digunakan dalam pembelajaran klasikal dengan group belajar yang cukup banyak di atas 50 orang. Media ini cukup efektif sebab menggunakan multimedia projector yang memiliki jangkauan pancar cukup besar. Kelebihan media ini adalah menggabungkan semua unsur media seperti teks, video, animasi, image, grafik dan sound menjadi satu kesatuan penyajian, sehingga mengakomodasi sesuai dengan modalitas belajar siswa. Program ini dapat mengakomodasi peserta didik yang memiliki tipe visual, auditif maupun kinestetik. Hal ini didukung oleh teknologi perangkat keras

yang berkembang cukup lama, telah memberikan kontribusi yang sangat besar dalam kegiatan presentasi.

Berbagai perangkat lunak yang memungkinkan presentasi dikemas dalam bentuk multimedia yang dinamis dan sangat menarik. Perkembangan perangkat lunak tersebut didukung oleh perkembangan sejumlah perangkat keras penunjangnya. Salah satu produk yang paling banyak memberikan pengaruh dalam penyajian bahan presentasi digital saat ini adalah perkembangan monitor, kartu video, kartu audio serta perkembangan proyektor digital (digital image proyektor) yang memungkinkan bahan presentasi dapat disajikan secara digital untuk bermacam-macam kepentingan dalam berbagai kondisi dan situasi, serta ukuran ruang dan berbagai karakteristik audience. Tentu saja hal ini menyebabkan perubahan besar pada trend metode presentasi saat ini, dan dapat dimanfaatkan untuk mengajarkan dengan menggunakan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK).

## 2. CD Multimedia Interaktif

CD interaktif dapat digunakan pada pembelajaran di sekolah sebab cukup efektif meningkatkan hasil belajar peserta didik terutama komputer. Terdapat dua istilah dalam perkembangan CD interaktif ini yaitu Computer Based Instruction (CBI) dan Computer Assisted Instruction (CAI). Sifat media ini selain interaktif juga bersifat multi media terdapat unsur-unsur media secara lengkap yang meliputi sound, animasi, video, teks dan grafis. Pada umumnya tipe penyajian yang banyak digunakan adalah "tutorial". Tutorial ini membimbing peserta didik secara tuntas menguasai materi dengan cepat dan menarik. Setiap siswa cenderung memiliki perbedaan penguasaan materi tergantung dari kemampuan yang dimilikinya. Penggunaan tutorial melalui CD interaktif lebih efektif untuk mengajarkan penguasaan Software kepada peserta didik dibandingkan dengan mengajarkan hardware. Misalnya tutorial Microsoft Office Word, Access, Excel, dan Power Point. Kelebihan lain dari CD interaktif ini

adalah peserta didik dapat belajar secara mandiri, tidak harus tergantung kepada guru/instruktur. Peserta didik memulai belajar kapan saja dan dapat mengakhiri sesuai dengan keinginannya. Selain itu, materi-materi yang diajarkan dalam CD tersebut dapat langsung dipraktekkan oleh peserta didik terhadap software tersebut.

### 3. Video Pembelajaran

Selain CD interaktif, video termasuk media yang dapat digunakan untuk pembelajaran di SC. Video ini bersifat interaktif-tutorial membimbing peserta didik untuk memahami sebuah materi melalui visualisasi. Peserta didik juga dapat secara interaktif mengikuti kegiatan praktek sesuai yang diajarkan dalam video. Penggunaan CD interaktif mengikuti kegiatan praktek sesuai yang diajarkan dalam video. Penggunaan CD interaktif di SD cocok untuk mengajarkan suatu proses. Misalnya cara penyerbukan pada tumbuhan, teknik okulasi, pembelahan sel, proses respirasi dan lain-lain.

### 4. Internet

Pemanfaatan internet sebagai media pembelajaran mengkondisikan peserta didik untuk belajar secara mandiri. Para peserta didik dapat mengakses secara online dari berbagai perpustakaan, museum, database, dan mendapatkan sumber primer tentang berbagai peristiwa sejarah, biografi, rekaman, laporan dan data statistik. Peserta didik dapat berperan sebagai seorang peneliti, menjadi seorang analisis, tidak hanya konsumen informasi saja. Mereka menganalisis informasi yang relevan dengan pembelajaran dan melakukan pencarian yang sesuai dengan kehidupan nyatanya (real life). Peserta didik dan guru tidak perlu hadir secara fisik di kelas (classroom meeting), karena peserta didik dapat mempelajari bahan ajar dan mengerjakan tugas-tugas pembelajaran serta ujian dengan cara mengakses jaringan komputer yang telah ditetapkan secara online. Peserta didik dapat belajar bekerjasama (collaborative) satu sama lain. Mereka dapat saling berkiriman e-mail (electronic mail) untuk mendiskusikan bahan ajar. Selain mengerjakan tugas-tugas

pembelajaran dan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diberikan guru, peserta didik dengan teman sekelasnya.

Menurut Haughey, (1998) dalam Suhariyanto, mengungkapkan bahwa pemanfaatan internet dalam media pembelajaran dapat dilakukan dalam tiga bentuk, yaitu :

**1) *Web Course*, yaitu:**

Penggunaan internet untuk keperluan pembelajaran, dimana seluruh bahan belajar, diskusi, konsultasi, penugasan, latihan dan ujian sepenuhnya disampaikan melalui internet. Bentuk ini tidak memerlukan tatap muka baik untuk pembelajaran maupun evaluasi dan ujian. Proses pembelajaran sepenuhnya dilakukan melalui penggunaan *e-mail*, *chat rooms*, *bulletin board* dan *online conference*. Bentuk ini juga biasa digunakan untuk pembelajaran jarak jauh (*distance education/learning*). Aplikasi bentuk ini antara lain *Virtual campus/university*.

**2) *Web Centric Course*, yaitu:**

Sebagian bahan belajar, diskusi, konsultasi, penugasan, dan latihan disampaikan melalui internet, sedangkan ujian dan sebagian konsultasi, diskusi dan latihan dilakukan secara tatap muka. Dalam bentuk ini presentasi tatap muka lebih sedikit dibandingkan penggunaan internet. Pusat kegiatan pembelajaran bergeser dari kegiatan kelas melalui kegiatan melalui internet. Sama dengan *web courses* siswa dan guru terpisah, tetapi pada waktu-waktu yang telah ditetapkan mereka bertatap muka. Bentuk ini banyak diterapkan diperguruan tinggi-perguruan tinggi yang menerapkan sistem belajar off campus.

**3) *Web Enhanced Course*, yaitu**

Pemanfaatan internet untuk pendidikan, untuk menunjang peningkatan kualitas kegiatan pembelajaran di kelas. Bentuk ini juga dikenal dengan istilah *web lite course*, karena kegiatan pembelajaran utama adalah tatap muka di kelas. Bentuk ini lebih dominan kegiatan

tatap muka dibanding penggunaan internet sebagai media pembelajaran. Bentuk ini dirujuk sebagai langkah awal untuk menyelenggarakan pembelajaran berbasis internet, sebelum menyelenggarakan pembelajaran dengan internet secara lebih kompleks.

Proses pembelajaran merupakan proses dimana terjadi komunikasi antara guru dan peserta didik. Dalam komunikasi biasanya komunikator menggunakan media untuk mempermudah menyampaikan informasi. Besarnya kegunaan media dalam menyampaikan informasi mengharuskan guru sebagai penyampai pesan untuk lebih kreatif dan inovatif dalam mencari media yang tepat untuk menyampaikan pesan. Media merupakan komponen yang penting dalam proses pembelajaran. Melalui media pembelajaran, proses pembelajaran akan terasa lebih menyenangkan dan menarik perhatian atau minat peserta didik.

Teknologi informasi adalah segala hal yang berhubungan dengan proses manipulasi data dan pengelolaan informasi. Teknologi komunikasi meliputi secara hal yang berkaitan dengan proses penyampaian atau pengiriman informasi dari pengirim ke penerima. Teknologi informasi dan teknologi komunikasi itu saling berkaitan erat satu sama lain. Dalam proses pembelajaran, tidak terlepas juga dari proses komunikasi. Dituntut keahlian guru dalam memilih dan menggunakan media pembelajaran. Media pembelajaran berbasis TIK belakangan ini merupakan pilihan yang tepat yang dapat digunakan oleh guru.

Di zaman TIK sekarang ini, kegiatan belajar tidak hanya dapat dilakukan di dalam kelas, tetapi juga bisa membuat kelas maya (virtual class) dalam bentuk e-learning, guru dapat mengelola proses pembelajaran dan peserta didik dapat melakukan aktivitas belajar sebagaimana yang dilakukan di dalam kelas. Dengan e-learning aktivitas belajar seperti materi pembelajaran, mengerjakan soal-soal dan tugas, berdiskusi dengan sesama teman maupun guru, melakukan eksperimen semua

dalam bentuk simulasi. Software aplikasi e-learning yang dapat dibeli secara komersial (seperti Blackboard) atau diambil secara gratis dari Internet (misalnya, Moodle, Manhattan Virtual Class, Claroline, Atutor). Beberapa situs web juga sudah ada menyediakan fasilitas e-learning seperti situs Edukasi Net.

Media berbasis TIK lain yang bisa digunakan oleh guru adalah Blog. Blog merupakan sebuah jurnal yang tersedia di web. Blog biasanya terkoneksi sehingga konektivitas dari blog ini bisa membuat suatu komunitas. Jenis blog yang bermanfaat dalam pendidikan adalah blog pendidikan yang biasanya ditulis oleh guru maupun peserta didik. Penggunaan blog untuk membantu pembelajaran adalah diawali dengan guru yang memposting informasi seperti daftar bacaan yang harus dibaca oleh peserta didik dan tugas-tugas yang harus mereka kerjakan. Bisa juga guru memposting bahan ajar yang akan dipelajari di blog, peserta didik diwajibkan membaca dan memahami terlebih dahulu sebelum dipelajari di kelas.

Perangkat keras yang minimal perlu dipersiapkan di sekolah yang mendukung pada kegiatan pembelajaran berbasis TIK adalah :

a. Ruang multimedia



Ruang multimedia adalah suatu ruangan dimana terdapat berbagai peralatan komunikasi elektronik guna menunjang proses

pembelajaran. Ruang multimedia sebagai sarana pembelajaran untuk meningkatkan mutu pembelajaran

Dalam proses pembelajaran menggunakan ruang multimedia, bentuk-bentuk informasi yang dapat ditampilkan berupa kata-kata, gambar, video, musik, angka atau tulisan tangan. Bagi komputer, bentuk informasi tersebut, semuanya diolah dari data digital. Sehingga memudahkan siswa menyerap dan mengingat materi-materi yang disampaikan dalam proses pembelajaran.

Ada pun yang perlu dipersiapkan untuk melaksanakan pembelajaran berbasis TIK dengan menggunakan ruang multimedia antara lain :

- Sarana Elektronik (komputer/Laptop, LCD, headphone, dan lain-lain)
- Kemauan siswa dan guru untuk melakukan renovasi pembelajaran
- Sumber daya manusia (guru dan siswa)
- Kesiapan sekolah untuk menanggung beban operasional dan biaya perawatan.

Jenis kegiatan/tugas guru yang dapat dilaksanakan dengan menggunakan ruang multimedia antara lain :

- Menyampaikan materi (Presentase)
- Memutar lagu/musik di sela-sela kegiatan belajar siswa, misalnya saat siswa mengakses materi pelajaran melalui internet
- Memutar video yang berkaitan dengan materi pembelajaran
- Menampilkan gambar yang berkaitan dengan materi pembelajaran
- Mengirim informasi/pesan dari guru (komputer server) ke siswa /komputer client)
- Mengirim tugas/ulangan kepada siswa dan mengumpulkannya kembali melalui komputer server

- Memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengakses materi melalui internet.

Upaya membuat anak betah belajar di sekolah dengan memanfaatkan teknologi multimedia merupakan kebutuhan, sehingga sekolah tidak lagi ruangan yang menakutkan dengan berbagai tugas dan ancaman yang justru mengkooptasi kemampuan atau potensi dalam diri siswa. Ruang multimedia sangat berperan penting dalam peningkatan mutu pembelajaran di suatu sekolah. Dengan adanya ruangan multimedia tersebut, proses pembelajaran akan menjadi lebih praktis, inovatif, dan efektif.

- b. Satu unit laptop dengan spesifikasi minimal:



- Processor minimal Celeron.
- Memori minimal 512 MB
- Harddisk minimal 80 GB
- DVD Writer
- Modem internal atau eksternal
- VGA card minimal 64 MB
- Sound card
- USB port
- Card reader dan webcam

c. Satu set in-focus



d. Satu unit printer



e. Satu unit televisi berwarna minimal 21 inchi



f. Satu unit DVD player



g. Satu set sound system



h. Line Telepon atau Pemancar



i. Kamera Digital



Berikut ini beberapa software yang dapat membantu guru untuk mengaplikasikan media berbasis ICT dalam proses kegiatan belajar.

- a. Operating system Windows XP atau Linux



Windows XP adalah jajaran system operasi berbasis grafis yang dibuat oleh Microsoft untuk digunakan pada komputer pribadi, yang mencakup komputer rumah dan *desktop* bisnis, laptop, dan pusat media (Media Center). Nama “XP” adalah kependekan dari “Experience”. Windows XP merupakan penerus windows 2000 Profesional dan windows Me, dan merupakan versi sistem operasi Windows pertama yang berorientasi konsumen yang dibangun di atas kernel dan arsitektur Windows NT. Windows XP pertama kali dirilis pada 25 Oktober 2001.

Windows XP tersedia dalam berbagai macam edisi. Edisi yang paling umum dari sistem operasi Windows XP adalah Windows XP Home Edition, yang ditargetkan untuk pengguna rumahan, dan juga Windows XP Professional, yang menawarkan fitur-fitur tambahan seperti dukungan untuk domain Windows Server dan dua prosesor fisik, dan ditargetkan di pasar *power user*, bisnis dan perusahaan klien. Sementara itu, Windows XP Media Center Edition memiliki fitur multimedia tambahan yang menawarkan kemampuan untuk merekam dan menonton acara TV, melihat film DVD, dan mendengarkan musik. Ada lagi Windows XP Tablet PC Edition

didesain khusus untuk platform PC Tablet, yakni sebuah komputer pribadi yang menggunakan stylus. Windows XP akhirnya dirilis untuk dua arsitektur tambahan selain tentunya Intel i386 , yang disebut dengan Windows XP 64-bit Edition untuk prosesor berarsitektur IA-64 (Itanium) dan Windows XP Professional x64 Edition untuk prosesor berarsitektur x86-64. Ada juga Windows XP Embedded, sebuah versi Windows XP Professional yang dikurangi segala fiturnya di sana sini untuk pasar tertentu, dan Windows XP Starter Edition yang dijual di beberapa negara berkembang. Pada pertengahan 2009, sebuah pabrik pertama mengungkapkan bahwa mereka memiliki sebuah telepon seluler berbasis sistem operasi Windows XP.



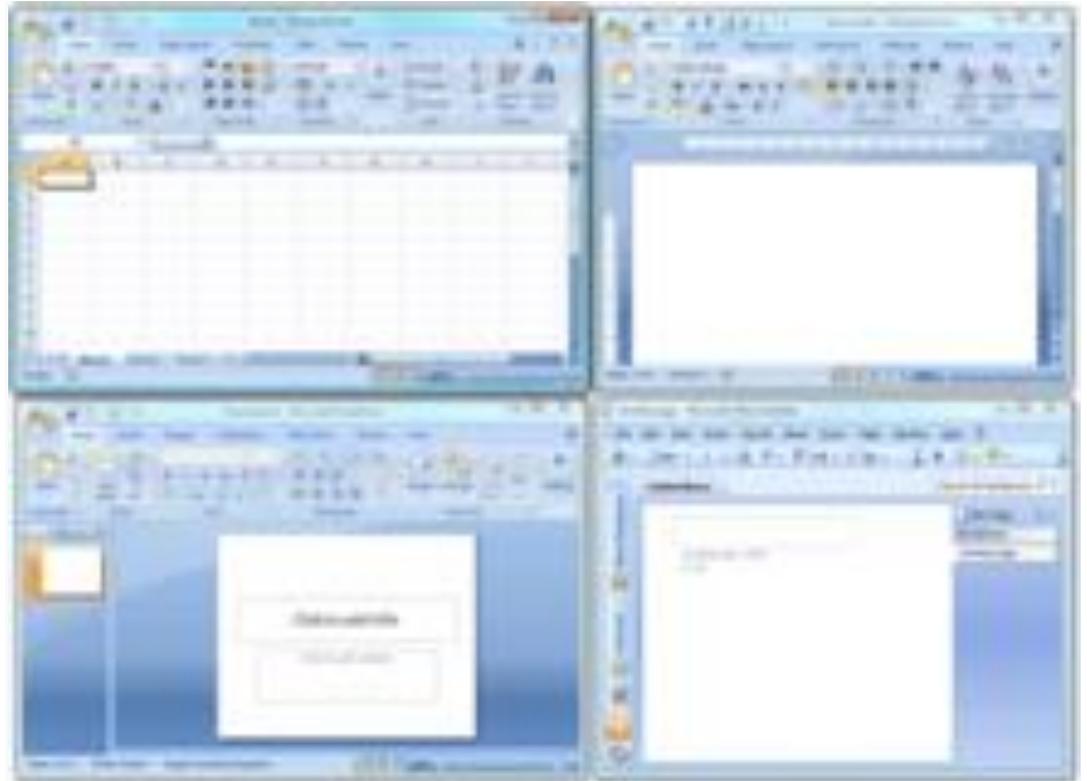
Saat ini, linux yang pada awalnya hanya merupakan sistem operasi yang digunakan oleh peminat komputer, telah menjadi sistem yang lebih mudah digunakan (user-friendly), dilengkapi dengan antarmuka grafis dan ketersediaan berbagai macam aplikasi yang lebih mirip dengan sistem operasi lainnya, daripada hanya sebatas baris perintah Unix. Namun kesan ini telah menimbulkan banyak kritikan, termasuk dari pendukung Linux. Mereka berpendapat bahwa Linux dan proyek program bebas masih belum mencapai faktor „kemudahanan dalam pemakaian“ yang memuaskan. Persoalan tentang kemudahan Linux

dibanding Windows masih menjadi isu perdebatan yang hangat. Pasaran Linux pada segmen komputer meja masih lebih kecil namun semakin berkembang. Menurut Lembaga Penyelidikan Pasaran IDC, besar pasaran Linux pada tahun 2002 adalah 25% pada segmen server, dan 2.8% pada segmen pasar komputer pribadi.

Bagi mereka yang terbiasa menggunakan Windows, Linux mungkin terasa lebih sukar, hal ini disebabkan karena perbedaan dalam melakukan berbagai kerja komputer. Dan lagi, pengguna perlu mengganti program yang sering mereka gunakan dengan program lain sebagai pengganti bila program tersebut tidak didapati dalam Linux (atau pilihan yang agak terbatas, misalnya permainan komputer). Faktor lain adalah sifat keraguraguan pengguna untuk melepaskan sistem operasi mereka yang biasa mereka pergunakan (banyak pengguna masih menggunakan Windows). Selain itu, kebanyakan komputer baru telah dilengkapi dengan sistem operasi Windows siap pakai (*preinstalled*). Faktor-faktor ini menyebabkan perkembangan Linux yang agak lambat.

#### b. Microsoft office (Word, Excel, Power point)

Microsoft Office adalah sebutan untuk paket aplikasi perkantoran buatan Microsoft dan dirancang untuk dijalankan di bawah sistem operasi Microsoft windows dan Mac OS X. Beberapa aplikasi di dalam Microsoft Office yang terkenal adalah Excel, Word dan Powerpoint.



Search jarum jam: Microsoft Office

Excel, Word, OneNote dan PowerPoint di Windows Vista.

c. Wallwisher.com



Wallwisher adalah aplikasi internet gratis yang memungkinkan Anda untuk membangun dinding. Anda dan orang lain dapat memposting catatan pada dinding tersebut. Untuk membangun dinding Anda perlu login dengan account email tapi account email tidak diperlukan untuk memposting catatan pada dinding itu.

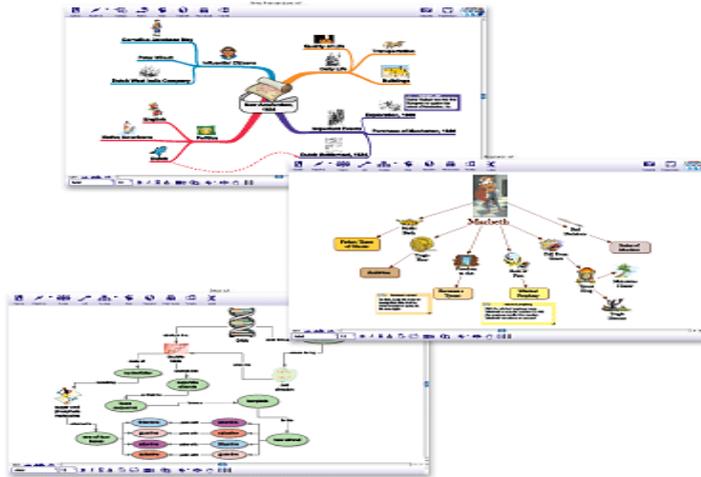
Setelah dinding dibangun ada sejumlah cara untuk mendistribusikan atau berbagi dinding Anda. Dinding dapat dimasukkan ke dalam sebuah blog, halaman web atau wiki. Anda dapat menghubungkan langsung ke dinding bagi pengguna untuk pergi ke sana. Ini juga menyediakan RSS feed sehingga dinding dapat dipantau melalui pembaca RSS, seperti Google.

#### d. Inspirations.com

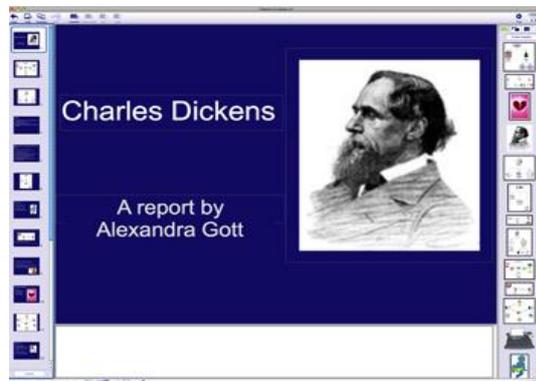


Inspirasi ® 9 resmi diluncurkan pada tanggal 9 Pebruari 2010. Software ini dapat membangun fondasi yang kuat untuk kemampuan berpikir , pemahaman dan komunikasi.

Inspirasi memudahkan untuk membuat jaring, peta gagasan, peta pikiran, peta konsep, penyelenggara grafis, aliran proses, dan diagram lainnya untuk berpikir, mengatur dan menulis. Gunakan visual yang terbukti teknik berpikir dan belajar untuk melakukan brainstorming ide, mengeksplorasi dan menjelaskan hubungan, dan mengintegrasikan pengetahuan baru dengan apa yang sudah Anda ketahui. Inspirasi mendorong lebih dalam, berpikir lebih kritis dan meningkatkan kreativitas, pemahaman dan retensi.



Software ini juga dapat merencanakan dan mengorganisir kerja tertulis dengan menggunakan outline view yang ada pada software tersebut. Dengan Outline View ini Anda dapat dengan cepat mengembangkan ide-ide utama dan pendukung dan menambahkan rincian serta membantu Anda menulis untuk suatu tujuan. Juga dapat menguraikan, dipasangkan dengan pandangan visual yang terintegrasi, memungkinkan Anda bergerak mulus antara ekspresi visual dan tertulis dari pemikiran Anda untuk memperluas dan memperbaiki ide dan menghasilkan karya yang berkualitas. Software ini juga dapat mengkomunikasikan apa yang Anda pelajari dengan menggunakan Manajer Presentasi Inspirasi. Menggunakan konten Anda mengembangkan di Diagram, Peta dan Tampilan Outline dan memperluas pekerjaan Anda ke dalam presentasi yang lebih bijaksana dan menarik dan proyek akhir. Inspirasi menyediakan semua alat untuk membuat terorganisir, dipoles, presentasi formal yang menyampaikan ide dengan jelas dan menunjukkan pemahaman dan pengetahuan. Gunakan Presenter Inspirasi GRATIS untuk menunjukkan presentasi Anda dengan mudah pada setiap ® Macintosh atau Windows komputer ®.



e. Youtube.com



YouTube adalah sebuah situs web *video sharing* (berbagi video) populer dimana para pengguna dapat memuat, menonton, dan berbagi klip video secara gratis. Umumnya video-video di YouTube adalah klip musik (video klip), film, TV, serta video buatan para penggunanya sendiri. Format yang digunakan video-video di YouTube adalah *flv* yang dapat diputar di penjelajah web yang memiliki *plugin* Flash Player. Menurut perusahaan penelitian Internet Hitwise, pada Mei 2006 YouTube memiliki pangsa pasar sebesar 43 persen.

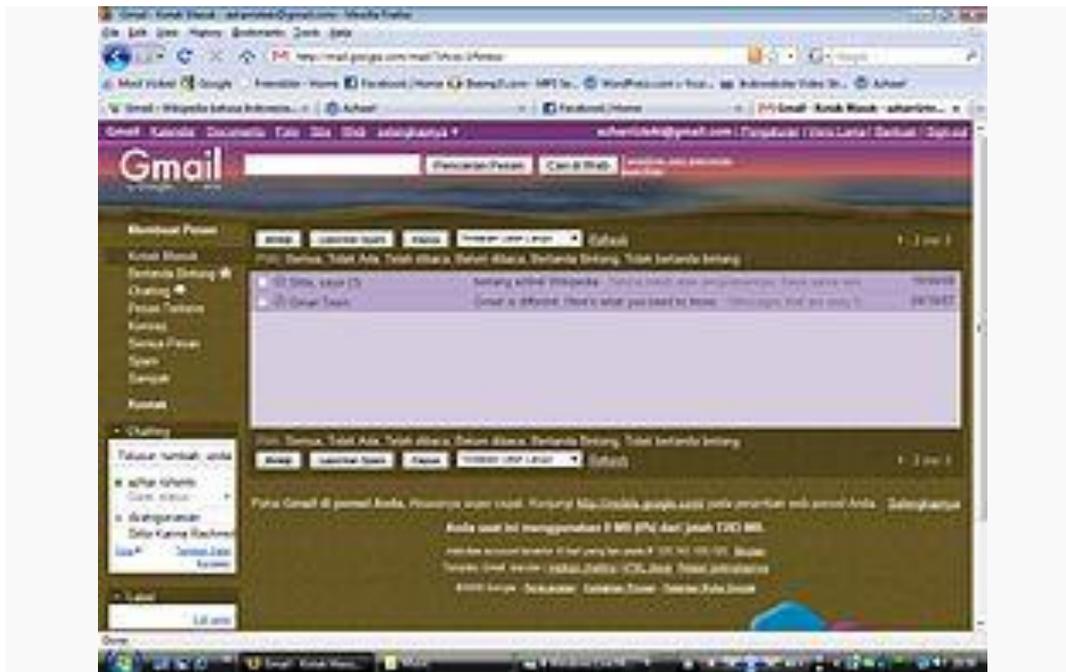
f. Jotform.com



JotForm adalah pembangun formulir web. Bila Anda perlu menciptakan bentuk-bentuk besar web mencari cepat, JotForm adalah alat terbaik untuk pekerjaan itu. JotForm cepat dan mudah digunakan karena bekerja mirip dengan aplikasi desktop. Cukup drag and drop pertanyaan sekitar. Anda dapat mencapai semuanya pada satu halaman web, dan itu Builder Formulir Jotform . Membuat bentuk web tidak harus menjadi tugas yang membosankan dengan memanfaatkan software JotForm.

g. Gmail.com

Gmail adalah penyedia layanan surat elektronik (email) gratis milik yang diluncurkan pada tanggal 31 Maret 2004. Gmail menyediakan kapasitas penyimpanan sebanyak lebih dari 7538 megabyte dan terus bertambah. Jumlah ini lebih dari jumlah yang disediakan situs lain, seperti Yahoo dan Hotmail. Hal ini berarti para pengguna dapat menyimpan sampai ribuan surat elektronik. Sampai saat ini, gmail merupakan email dengan kapasitas terbanyak.



### Tampilan *inbox* (“Surat Masuk”) Gmail

Gmail juga mengaplikasikan teknologi pencarian Google yang memudahkan penggunaannya mencari sesuatu dari email mereka. Gmail juga menampilkan iklan yang didasarkan dari email yang diterima pengguna. Iklan tersebut hanya diperlihatkan ke pengguna Gmail dan tidak dikirimkan ke alamat eksternal.

Gmail dapat mengirimkan attachment (lampiran) sampai 20 MG per email.

Salah satu dari hal baru yang ditawarkan Gmail adalah penyortiran email dalam bentuk “Conversation view”. Dengan begini email yang diterima akan diurutkan dalam bentuk percakapan, sehingga semua balasan dan topik tidak terpisah-pisah. Hal ini bisa membuat pengguna mudah untuk melihat email yang mereka dapat. Gmail kadang salah mengira email mana yang harus dikelompokkan bersama-sama, namun hal ini sudah jarang terjadi.

Salah satu perubahan baru adalah kemampuan untuk melabeli email. Sebuah email dapat mempunyai lebih dari satu label. Fitur ini berguna untuk menyortir email sesuai dengan label yang diberikanya, Google juga dapat memberikan label secara otomatis dengan sebuah filter.

#### h.Yahoo.com

Yahoo.com merupakan sebuah perusahaan public Amerika dengan kantor pusat di Sunnyvale, California (tepatnya di Silicon Valley , yang menyediakan layanan internet secara global, meliputi seluruh dunia. Perusahaan ini terkenal akan portal web, mesin pencari (Yahoo! Search), Yahoo! Directory, Yahoo! Mail, Yahoo! News, iklan, pemetaan online (Yahoo! Maps), Yahoo! Video, dan website media sosial dan jasa.

Yahoo dirintis oleh Jerry Yang dan David Filo pada bulan Januari 1994 dan diresmikan sebagai badan hukum pada tanggal 1 Maret 1995. Pada tanggal 13 Januari 2009, Yahoo mengangkat Carol Bartz, mantan kepala eksekutif Autodesk, sebagai kepala eksekutif dan anggota dewan direksi Yahoo yang baru.



i. MSN.com



Microsoft Network atau MSN adalah layanan situs web portal yang dimiliki oleh Microsoft. Diluncurkan pada tanggal 24 Agustus 1995, MSN dapat dioperasikan dengan sistem operasi Windows 1995, windows 98, windows 2000, windows XP dan windows vista

Bagian-bagian dari MSN adalah Hotmail , Windows messenger , My MSN dan Download IE8 . MSN kini tersedia dalam semua bahasa di dunia.

j. Adobe Photoshop



Adobe Photoshop, atau biasa disebut Photoshop, adalah perangkat lunak editor citra buatan Adobe Systems yang dikhususkan untuk pengeditan foto/gambar dan pembuatan efek. Perangkat lunak ini banyak digunakan oleh fotografer digital dan perusahaan iklan sehingga dianggap sebagai pemimpin pasar (*market leader*) untuk perangkat lunak pengolahan gambar/foto, dan, bersama Adobe Acrobat, dianggap sebagai produk terbaik yang pernah diproduksi oleh Adobe Systems. Versi kedelapan aplikasi ini disebut dengan nama Photoshop CS

(Creative Suite), versi sembilan disebut Adobe Photoshop CS2, versi sepuluh disebut Adobe Photoshop CS3 , versi kesebelas adalah Adobe Photoshop CS4 dan versi yang terakhir (keduabelas) adalah Adobe Photoshop CS5.

Photoshop tersedia untuk Microsoft windows, Mac OS X, dan Mac OS; versi 9 ke atas juga dapat digunakan oleh sistem operasi lain seperti Linux dengan bantuan perangkat lunak tertentu seperti Cross Over.

#### k. Blog



Blog merupakan singkatan dari *web log* adalah bentuk aplikasi web yang menyerupai tulisan-tulisan (yang dimuat sebagai *posting*) pada sebuah halaman web umum. Tulisan-tulisan ini seringkali dimuat dalam urutan terbalik (isi terbaru dahulu baru kemudian diikuti isi yang lebih lama), meskipun tidak selamanya demikian. Situs web seperti ini biasanya dapat diakses oleh semua pengguna Internet sesuai dengan topik dan tujuan dari si pengguna blog tersebut.

## I. Situs Web



Situs web (bahasa Inggrisnya: *web site*) atau sering dingkat dengan istilah situs adalah sejumlah halaman web yang memiliki topik saling terkait, terkadang disertai pula dengan berkas-berkas gambar, video, atau jenis-jenis berkas lainnya. Sebuah situs web biasanya ditempatkan setidaknya pada sebuah server web yang dapat diakses melalui jaringan seperti internet, ataupun jaringan wilayah lokal (LAN) melalui alamat internet yang dikenali sebagai URL. Gabungan atas semua situs yang dapat diakses publik di internet disebut pula sebagai Waring Wera Wanua atau lebih dikenal dengan singkatan WWW. Meskipun setidaknya halaman beranda situs internet umumnya dapat diakses publik secara bebas, pada prakteknya tidak semua situs memberikan kebebasan bagi publik untuk mengaksesnya, beberapa situs web mewajibkan pengunjung untuk melakukan pendaftaran sebagai anggota, atau bahkan meminta pembayaran untuk dapat menjadi anggota untuk dapat mengakses isi yang terdapat dalam situs web tersebut, misalnya situs-situs yang menampilkan pornografi, situs-situs berita, layanan surel (*e-mail*), dan lain-lain. Pembatasan-pembatasan ini umumnya dilakukan karena alasan keamanan, menghormati privasi, atau karena tujuan komersil tertentu.

Sebuah halaman web merupakan berkas yang ditulis sebagai berkas teks biasa (plain teks) yang diatur dan dikombinasikan sedemikian rupa dengan instruksi-instruksi berbasis HTML, atau XHTML, kadang-kadang pula disisipi dengan sekelumit bahasa skrip. Berkas tersebut kemudian diterjemahkan oleh peramban web dan ditampilkan seperti layaknya sebuah halaman pada monitor komputer.

Halaman-halaman web tersebut diakses oleh pengguna melalui protokol komunikasi jaringan yang disebut sebagai HTTP, sebagai tambahan untuk meningkatkan aspek keamanan dan aspek privasi yang lebih baik, situs web dapat pula mengimplementasikan mekanisme pengaksesan melalui protokol HTTPS.

Di samping perangkat keras (hardware) dan lunak (software) di atas, juga tidak kalah penting adalah guru sebagai brainware yang akan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi dalam pembelajaran. Guru perlu menguasai dan mengerti perangkat keras dan perangkat lunak tersebut agar dapat membuat persiapan pembelajaran berbasis ICT.

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

Ada beberapa contoh cara mengintegrasikan TIK dalam berbagai mata pelajaran di kelas sebagai berikut (Sutherland *et.al*, 2005:420-423):

##### **1. Seni Musik**

Paul Taylor (dari Sekolah Menengah Cotham) menggunakan Cubase VST 5.1 untuk mengaktifkan kemampuan campuran peserta didik kelas 9 untuk mengeksplorasi hubungan antara film dan musik. Ia merancang template bagi peserta didik untuk digunakan, yang berisi klise musik, yang harus disinkronkan dengan film yang ditempatkan pada setiap komputer sehingga bisa dilihat pada saat yang sama sebagai template musik. Peserta didik secara berpasangan diminta tidak hanya untuk hanya mengatur fragmen

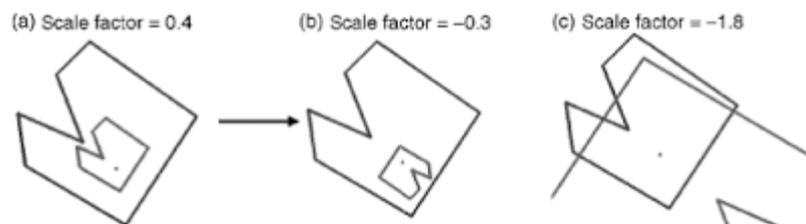
musik tetapi juga untuk memotong, copy dan paste dengan tepat. Selain itu, mereka diminta untuk menulis bagian mereka sendiri untuk digabung dalam film. Dalam inisiatif ini, TIK menawarkan kemungkinan baru bagi peserta didik untuk menulis dalam genre baru dan dengan jangkauan suara yang lebih tinggi dari yang biasanya tersedia dalam kelas musik.

## 2. Bahasa Inggris

Chris Davies dan Adrian Blight (John Cabot City Teknologi College) bereksperimen dengan hypertext sebagai cara untuk meningkatkan pemahaman sastra. Peserta didik kelas 10 membangun sebuah situs revisi tentang teks ujian mereka sebuah tulisan 'Of Mice and Men'. Mereka mampu mensintesis pengajaran kelas, penelitian individu dan berbagai sumber tekstual melalui kolaborasi kelompok. Peserta didik melaporkan meningkatnya pemahaman teks serta kepuasan dengan proses belajar mengajar. Dalam cara yang sama peserta didik kls 13 menghasilkan sebuah website tentang sastra Perang Dunia Pertama. Kegiatan ini dirancang untuk mendorong peserta didik untuk membuat hubungan antara konteks dan teks dan untuk menghubungkan ide-ide dan tema di seluruh teks. Analisis esai peserta didik setelah SDI/Subject Design Initiative/Inisiatif Desain Mata Pelajaran menunjukkan peningkatan menghubungkan kasus ke konteks dan menghubungkan antara teks.

## 3. Matematika

Ellie Coombs, guru matematika dari John Cabot City Teknologi College, menggunakan paket perangkat lunak yang dinamis dalam matematika untuk mendukung peserta didik untuk 'melihat' efek dari faktor skala negatif, sebuah properti yang biasanya dianggap sangat sulit oleh peserta didik. Perangkat pembelajaran matematika disajikan dalam Gambar 1 di bawah ini.



## **Gambar 1**

### **Umpan Balik dari Perangkat Lunak Matematika**

Dari Gambar 1 di atas dapat diuraikan proses pembelajaran matematika yang dilakukan oleh dua orang berikut ini.

Sam dan Nabil membangun Gambar 1a pada Cabri dan mulai mengubah faktor skala.

Nabil : Ehi Sam lihat ini! Sam, ternyata berbalik! (Gambar 1b)  
Karena turun ke angka minus kan? Makanya dia berbalik ..jadi..  
jika begini .. jika kita. . . Wow!

Sam : Pindahkan yang satu itu.

Nabil : Yang ini?

Nabil malah sebaliknya mengubah faktor skala. Gambar menghilang dari layar.

Nabil : Gambarnya hilang Sam! gambarnya hilang! (Gambar 1c)

Ellie : Oh, gambarnya hilang! Itu menarik. Apa yang terjadi ketika naik ke angka negatif?

Nabil : berubah ke arah yang sebaliknya.

Ellie : ke arah yang sebaliknya. Keren. Ya, ketika itu negatif. Lakukan negatif lagi sehingga kita bisa melihat sedikit lebih baik. Ternyata terbalik, bukan? Jadi Anda bisa mengomentari itu. Itulah yang saya maksud dengan orientasi, karena tidak tetap dengan cara yang sama. Kerja yang bagus anak2!

## **4. Bahasa Jerman dan Sejarah**

Elizabeth Lazarus dan Ruth Cole (Sekolah Sir Bernard Lovell) yang menggunakan TIK dalam pelajaran bahasa Jerman untuk mengubah tulisan peserta didik dan untuk meningkatkan kesadaran mereka tentang tata bahasa. Guru-guru ini menggunakan drop-down menu di Word untuk membuat frame/bingkai menulis yang memungkinkan peserta didik untuk menulis dalam template pradesain yang baik menstruktur tulisan mereka dan memungkinkan mereka untuk menulis kreatif dalam buku teks bebas (Taylor & Cole 2002).

Pengolah kata juga digunakan dalam mata pelajaran sejarah, di mana TIK perlahan dimasukkan ke dalam budaya subjek/mata pelajaran diterima. Ini semua lebih relevan mengingat skeptisisme lama terhadap teknologi yang ada dalam humanisme. Seperti yang ditunjukkan Barnett (1994) struktur kurikulum sekolah dan tradisi 'menganggap teknologi sebagai ghetto untuk orang cerdas, spesialis pemikir, dan Humanisme sebagai rumah alami untuk orang yang anti-teknologi.' Dalam SDI (Subject Design Initiative/Inisiatif Desain Mata Pelajaran) ini, Alan Reid secara perlahan memasukan ke dalam penggunaan teknik pengolah kata sehingga kelas 10 GCSE nya dapat meningkatkan kualitas tulisan dan analisis mereka.

Meskipun pendekatan ini menurut Counsell (2003) diistilahkan sebagai 'konvergensi rendah' kegiatan itu memberikan kami cukup pengaruh untuk melihat apakah perubahan persepsi Alan tentang kondisi 'lingkungan' di kelas komputer, dikombinasikan dengan perbaikan yang dirasakan di tingkat kepercayaan diri dan kompetensi dengan TIK, mungkin bergeser prakteknya. Hasilnya menggembirakan dan menunjukkan bahwa kualitas tulisan yang dihasilkan oleh murid-muridnya membaik dari yang sebelumnya dengan bentuk ekspresi yang lebih konvensional. Kemampuan untuk menyimpan dan kembali merancang secara berulang diperbolehkan Alan untuk memberikan masukan yang lebih besar ke peserta didiknya dalam berpikir substantif tentang topik yang diteliti - 'Larangan pada tahun 1920 di Amerika Serikat'. Alan juga terkejut dengan tingkat interaksi yang terjadi ketika murid-muridnya bekerja dengan dokumen pada layar dan situs yang terintegrasi. Untuk peserta didik berkemampuan rendah, frame menulis juga terbukti membantu, yang memungkinkan mereka untuk membangun jawaban mereka dalam kerangka yang lebih terstruktur. Frame/Bingkai menulis adalah template menulis yang terstruktur menciptakan kesenjangan teks harus diisi oleh peserta didik.

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

- ☞ Pilihlah materi yang akan anda ajarkan sesuai dengan RPP yang sudah anda susun.
- ☞ Pilih jenis-jenis perangkat TIK sesuai dengan kebutuhan mengajar.

- ☞ Buatlah desain pembelajaran dengan menggunakan Teknologi Informasi dan Komunikasi.

## **F. Rangkuman**

1. Teknologi Informasi dan Komunikasi merupakan teknologi yang diperlukan untuk memproses informasi, terutama penggunaan komputer elektronik dan piranti lunak komputer, yang ditujukan untuk mengolah, menyimpan, melindungi, mentransmisikan, dan mencari informasi darimana saja dan kapan saja. Walaupun penggunaan komputer ditekankan, namun Teknologi Informasi dan Komunikasi bukan berarti hanya terbatas pada penggunaan alat-alat elektronik yang canggih (sophisticated), seperti pemanfaatan komputer internet, melainkan juga mencakup alat-alat yang konvensional, seperti: bahan cetakan, kaset audio, Overhead Transparency (OHT), Overhead Projector (OHP), bingkai suara, radio dan televisi.
2. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi berdampak pada segala bidang kehidupan manusia termasuk pendidikan. Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi dalam pendidikan mampu memperbaiki kualitas pembelajaran. Pembelajaran bukan lagi hanya menyampaikan informasi atau pengetahuan, melainkan mengkondisikan peserta belajar untuk belajar.
3. Pengajar bukan lagi satu-satunya sumber dalam pembelajaran tetapi hanya sebagai salah satu sumber yang dapat diakses oleh peserta belajar. Begitu halnya dengan peserta belajar, dengan pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi peserta belajar bukanlah sebagai peserta yang pasif.
4. Mendorong terciptanya kreativitas dan kemandirian dalam belajar. Kreatif dalam memunculkan dan menciptakan informasi atau pengetahuan baru serta mandiri dalam mencari beragam sumber belajar untuk mendukung proses pembelajaran. Kreativitas dan kemandirian belajar yang terbentuk dengan diintegrasikannya teknologi informasi dan komunikasi dalam pembelajaran menjadikan peserta belajar sebagai individu yang mampu bersaing di pasar dunia.

5. Model untuk mengukur Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam pembelajaran terdiri dari: model mikro beorientasi pembelajaran, model mikro berorientasi Teknologi Informasi dan Komunikasi, model sistem/sekolah dan model populasi (Newhouse et al, 2002) dan model dua dimensi (Mei et al, 2012).
6. Pemanfaatan dan integrasi Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam pembelajaran dapat memungkinkan peserta didik mengembangkan pengalaman belajarnya seperti: (1) Multisensory; (2) Contextual, (3) Reflective, (4) Communicative, (5) Constructive.
7. Bentuk penggunaan komputer media yang dapat digunakan dalam pembelajaran meliputi: (1) penggunaan multimedia presentasi, (2) CD Multimedia Interaktif, (3) Video Pembelajaran, (4) Internet.
8. Pola pembelajaran dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi mengubah peran pengajar dan peserta belajar. Pembelajaran bergeser dari berpusat pada pengajar kepada peserta belajar.
9. Pembelajaran dengan muatan teknologi informasi dan komunikasi akan berjalan efektif jika pengajar dalam pembelajaran adalah sebagai fasilitator pembelajaran atau yang memberikan kemudahan dalam belajar dan bukan lagi sebagai pemberi informasi.
10. Media berbasis TIK lain yang bisa digunakan oleh guru adalah Blog. Blog merupakan sebuah jurnal yang tersedia di web. Blog biasanya terkoneksi sehingga konektivitas dari blog ini bisa membuat suatu komunitas. Penggunaan blog untuk membantu pembelajaran adalah diawali dengan guru yang memposting informasi seperti daftar bacaan yang harus dibaca oleh peserta didik dan tugas-tugas yang harus mereka kerjakan. Bisa juga guru memposting bahan ajar yang akan dipelajari di blog,

#### **G. Umpan Tindak Lanjut**

1. Untuk mengetahui kebenaran jawaban Anda, silahkan baca kembali penjelasan yang ada pada modul ini, atau berdiskusi dengan teman sejawat Anda.

2. Cocokkanlah jawaban evaluasi Anda dengan kunci jawaban Evaluasi Materi Pokok di daftar kunci jawaban modul ini.
3. Kerjakan semua Evaluasi dan bandingkan jawaban Anda pada bagian belakang modul ini. Hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar. Kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap Materi Kegiatan Belajar.

Rumus :

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban Anda yang benar}}{\text{Banyaknya Soal Evaluasi}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan yang Anda capai :

85% - 100% = Bagus sekali

75% - 84% = Bagus

65% - 74% = Cukup

55% - 64% = Kurang

41% - 54% = Buruk

0 % - 40% = Buruk sekali

4. Bila anda mencapai penguasaan 75% ke atas, “Bagus”, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar berikutnya. Sebaliknya, bila penguasaan Anda di bawah 75% Anda harus mengulangi Kegiatan Belajar I, khususnya bagian yang belum Anda pahami, atau Anda dapat diskusikan dengan fasilitator Anda.

## H. Evaluasi

1. Pemanfaatan dan integrasi TIK dalam pembelajaran dapat memungkinkan peserta didik mengembangkan pengalaman belajarnya. Salah satunya secara audio, visual dan kinestetik dapat mengakomodasi learning style yang dinamakan:
  - A. Communicative
  - B. Reflective
  - C. Contextual
  - D. Multisensory

2. Media yang menggabungkan semua unsur media seperti teks, video, animasi, image, grafik, dan sound menjadi satu kesatuan penyajian, sehingga mengakomodasi sesuai dengan modalitas belajar peserta didik digunakan dengan media:
  - A. Internet
  - B. CD Multimedia Interaktif
  - C. Video Pembelajaran
  - D. Multimedia Presentasi
  
3. Model pembelajaran internet yang menekankan penggunaan seluruh kegiatan pembelajaran sepenuhnya disampaikan melalui internet:
  - A. web course
  - B. web centric course
  - C. web enhanced course
  - D. world wide web
  
4. Alasan internet sebagai saran paling efektif dalam pembelajaran:
  - A. Biaya murah dan terjangkau semua lapisan masyarakat
  - B. Mudah didapatkan dimana saja
  - C. Digunakan komunikasi one to one to many communication
  - D. Digunakan one to one communication
  
5. Teknologi Informasi lebih menitikberatkan pada komponen:
  - A. Data diproses dengan komputer
  - B. Pemrosesan, pengolahan dan penyebaran komunikasi
  - C. Penyimpanan dan penerapan informasi
  - D. Data diproses komputer dan disebarluaskan
  
6. Hal yang paling mendasar dalam implementasi internet di sekolah adalah faktor:
  - A. kebijakan lembaga dan komitmen.
  - B. motivasi, kesiapan dan kesungguhan institusi
  - C. kesadaran guru dan siswa tentang teknologi informasi
  - D. dukungan keluarga siswa

7. Pada prinsipnya perencanaan pembelajaran melalui e-learning mempertimbangkan aspek-aspek, kecuali:
- A. tujuan pembelajaran
  - B. kegiatan belajar-mengajar
  - C. siswa
  - D. evaluasi
8. Konsep kemasa dalam pembelajaran lebih dititikberatkan pada:
- A. produk yang dihasilkan dari proses pengemasan
  - B. produk yang berkaitan dari konsumsi dan industri
  - C. bagian dari proses perancangan yang berkaitan dengan penampilan produk
  - D. bagian dari proses perancangan yang berkaitan dengan bahan belajar.
9. Guru yang memposting informasi berupa jurnal yang tersedia di web seperti daftar bacaan yang harus dibaca oleh peserta didik dan tugas-tugas yang harus mereka kerjakan dinamakan:
- A. Blog
  - B. E-mai
  - C. Internet
  - D. Facebook
10. Media berupa interaktif-tutorial yang membimbing peserta didik untuk memahami sebuah materi melalui visualisasi digunakan:
- A. Multimedia Presentasi
  - B. CD Multmedia Interaktif
  - C. Internet
  - D. Video Pembelajaran

**I. Kunci Jawaban Evaluasi**

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

## **BAB III**

### **PROPESIONAL**

#### **A. Tujuan**

Setelah mempelajari modul ini diharapkan Anda dapat:  
Memahami dan Mengevaluasi tentang parameter dasar perencanaan Sumur *Gas Lift*.

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

1. Memisahkan *Gradient* tekanan statik cairan dan gas
2. Mengukur kapasitas produksi
3. Mengevaluasi *Continuous gas lift*
4. Mengevaluasi *Intermittent gas lift*

#### **C. Uraian Materi**

##### **C.3.A. PERENCANAAN SUMUR GAS LIFT**

###### **1. Gas Lift**

*Gas lift* adalah suatu usaha pengangkatan fluida sumur dengan cara menginjeksikan gas bertekanan tinggi (minimal 250 psi) sebagai media pengangkat ke dalam kolom fluida melalui *valve-valve* yang dipasang pada tubing dengan kedalaman dan spasi tertentu. Syarat-syarat suatu sumur yang harus dipenuhi agar dapat diterapkan metoda *gas lift* antara lain :

1. Tersedianya gas yang memadai untuk injeksi, baik dari *reservoir* itu sendiri maupun dari tempat lain.
2. *Fluid level* masih tinggi.

Didalam pengoperasian sumur *gas lift* perlu memperhatikan parameter-parameter dasar yang ada dalam sumur tersebut, termasuk instalasi dan jenis-jenis katup *gas lift* yang dikomplesikan. Untuk mempersiapkan katup *gas lift* yang akan dipasang didalam sumur, *settingnya* dilakukan di *work shop*, termasuk bagaimana prosedur pelaksanaan *setting* tekanan katup dan prosedur pemasangan katup didalam sumur. Selanjutnya dengan memperhatikan proses *unloading* sumur *gas lift* akan dapat dioperasikan sehingga akan didapatkan produksi sesuai yang diinginkan.

Fluida terangkat dari dasar sumur kepermukaan karena :

- a) Dorongan dari gas bertekanan tinggi melalui katup *gas lift*
- b) Fluida dalam *tubing* (diatas katup operasi) menjadi lebih ringan, karena *densitynya* lebih kecil, *viscositas* lebih rendah, perbandingan gas dan cairan (GLR, GOR) lebih besar dibanding dengan fluida dari *reservoir*.
- c) Tekanan alir dasar sumur ( $P_{wf}$ ) menjadi lebih rendah (turun)

## 2. Prinsip Kerja Gas Lift

Adapun dasar operasi *gas lift* untuk mengangkat minyak dari dasar sumur ke permukaan, adalah sebagai berikut :

- Pengurangan atau penurunan *gradien* fluida di dalam *tubing*.
- Pengembangan gas yang diinjeksikan ke dalam sumur.
- Pendorongan fluida *reservoir* ke permukaan oleh gas *injeksi* bertekanan tinggi.

Ketiga faktor diatas dapat bekerja sendiri-sendiri atau merupakan kombinasi dari ketiganya.

Ditinjau dari cara penginjeksian gas, maka *gas lift* dibedakan menjadi dua, yaitu :

- A. *Continuous gas lift*, yaitu gas diinjeksikan secara terus menerus ke dalam *annulus* melalui *valve* yang dipasang pada *tubing*, maka gas akan masuk ke dalam *tubing*.
- B. *Intermittent gas lift*, yaitu gas diinjeksikan secara terputus-putus pada selang waktu tertentu, sehingga dengan demikian *injeksi* gas merupakan suatu siklus dan diatur sesuai dengan laju fluida yang mengalir dari formasi ke lubang sumur.

Pertimbangan utama yang digunakan dalam penentuan kedua cara tersebut adalah tekanan dasar sumur (BHP) dan productivity index (PI). Ada empat kategori pemakaian *gas lift* yang dianjurkan.

Tabel 1. Kategori Pemakaian Gas Lift

PI	BHP	Sistem Injeksi
Tinggi	Tinggi	<i>Continuous</i>
Tinggi	Rendah	<i>Intermittent</i>
Rendah	Tinggi	<i>Intermittent</i>
Rendah	Rendah	<i>Intermittent</i>

dimana :

PI tinggi : > 0.5 BBL/hari/psi

PI rendah : < 0.5 BBL/hari/psi

BHP tinggi : artinya dapat mengangkat kolom cairan minimum 70% dari kedalaman sumur.

BHP rendah : kolom cairan yang terangkat kurang dari 70% dari kedalaman sumur.

### 3. Parameter-parameter Dasar Dalam Perencanaan Sumur *Gas Lift*

Beberapa parameter dasar harus dipahami sebelum merencanakan dan mengevaluasi sumur *gas lift*. Kemampuan produksi suatu *reservoir* dan kehilangan tekanan baik melalui tubing maupun pipa di permukaan, harus ditentukan lebih dahulu sebelum membuat perencanaan. Parameter tersebut adalah :

1. *Productivity Index*
2. *Gradient* tekanan statik cairan
3. *Gradient* tekanan gas
4. Temperatur didalam sumur
5. Kapasitas produksi.

#### 1. *Productivity Index*

Ukuran kemampuan suatu *reservoir* untuk memproduksi minyak dinyatakan dalam "Productivity Index" atau PI.

*Productivity index* dapat ditentukan melalui persamaan :

$$PI = \frac{Q}{SBHP - FBHP} , \text{ BPD/PSI}$$

dimana ,

Q = jumlah/kapasitas produksi, BBL/D

SBHP = Pr = tekanan statik dasar sumur, Psi

FBHP = Pf = tekanan alir dasar sumur, Psi

## 2. *Gradient* Tekanan Cairan

*Gradient* tekanan dari suatu cairan adalah besarnya perubahan tekanan terhadap suatu perubahan kedalaman sumur, biasanya dinyatakan dalam psi per ft dari kedalaman vertical (Psi / Ft).

$$\text{Tekanan (Psi)} = \text{Gradient tekanan (Psi / Ft)} \times \text{Kedalaman vertical ( Ft)}$$

Dengan kata lain tekanan disetiap titik kedalaman sumur akan selalu berbeda, perbedaan ini diakibatkan oleh berat kolom fluida itu sendiri. Perbedaan tekanan untuk setiap satuan kedalaman (biasanya untuk setiap satu ft) disebut *gradient* tekanan vertical.

Ada 2 (dua) jenis *gradient* yang bekerja dalam sumur :

1. *Gradient* tekanan statik
2. *Gradient* tekanan dinamis (aliran)

Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan *gradient* tekanan statik cairan dalam sumur adalah sebagai berikut :

### a) *Specific Gravity*

Karena *gradient* tekanan statik air murni adalah 0.433 psi / ft, maka *gradient* tekanan statik aliran adalah :

$$\text{Gradient Tekanan (Psi / Ft)} = 0.433 \times \text{SG cairan}$$

### b) *Berat Jenis Cairan*

Karena berat jenis air murni adalah 8.34 Lbs/Gallon, maka *gradient* tekanan statik cairan adalah :

$$\text{Gradient tekanan (Psi / Ft)} = 0.052 \times \text{BJ cairan}$$

### c) *API Gravity*

Air murni mempunyai *API gravity* = 10

$$\text{Gradient tekanan cairan} = 0.433 \times 141.5 / 131.5 + {}^{\circ}\text{API}$$

### Contoh :

Berat jenis air laut adalah 9,2 lbs/gallon (ppg)

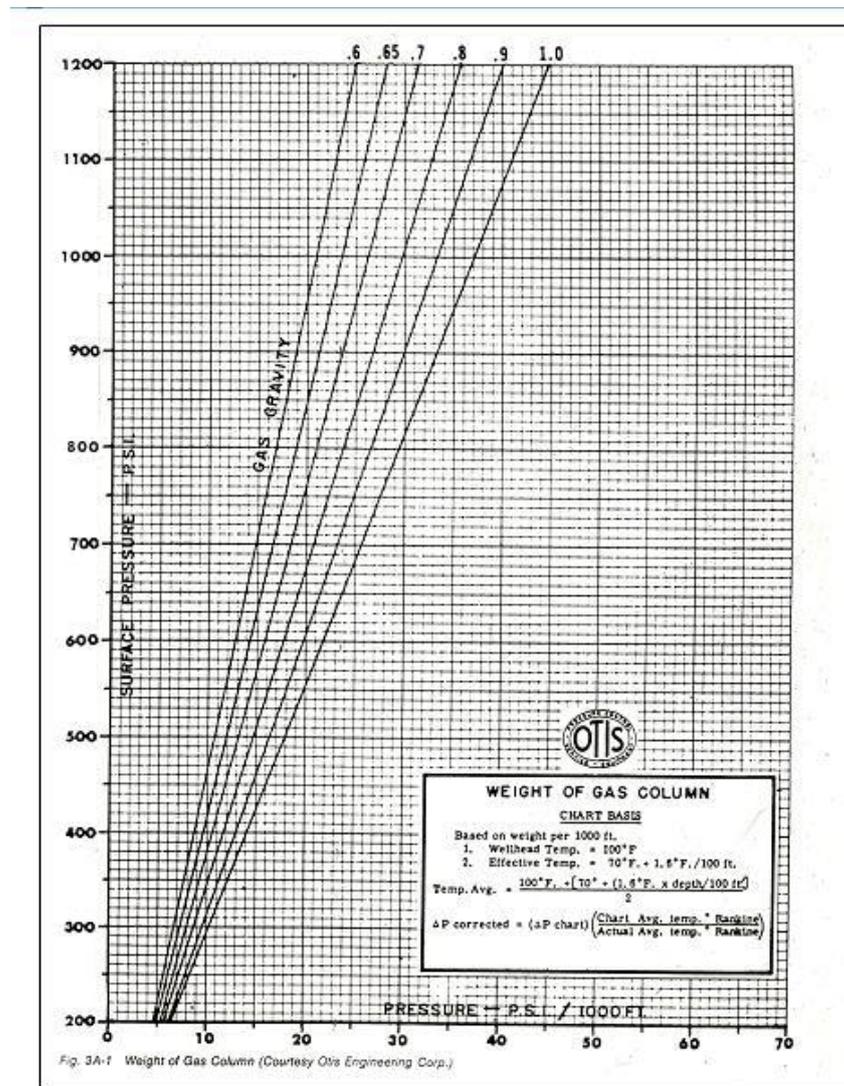
$$\begin{aligned} \text{Gradient tekanan air laut} &= 0,052 \times 9,2 \text{ ppg} \\ &= 0,478 \text{ psi / ft} \end{aligned}$$

API gravity minyak mentah = 36° API

Gradient tekanan minyak =  $0,433 \times 141,5 / 131,5 + 36$   
= 0,366 psi / ft

### 3. Tekanan Kolom Gas

Hal yang sama dengan cairan, karena berat kolom vertical gas, maka tekanan gas akan selalu berbeda pada setiap titik kedalaman sumur. Gradient tekanan gas dicerminkan pada kurva-kurva maupun tabel. Berikut adalah Kurva Gas Gradient.



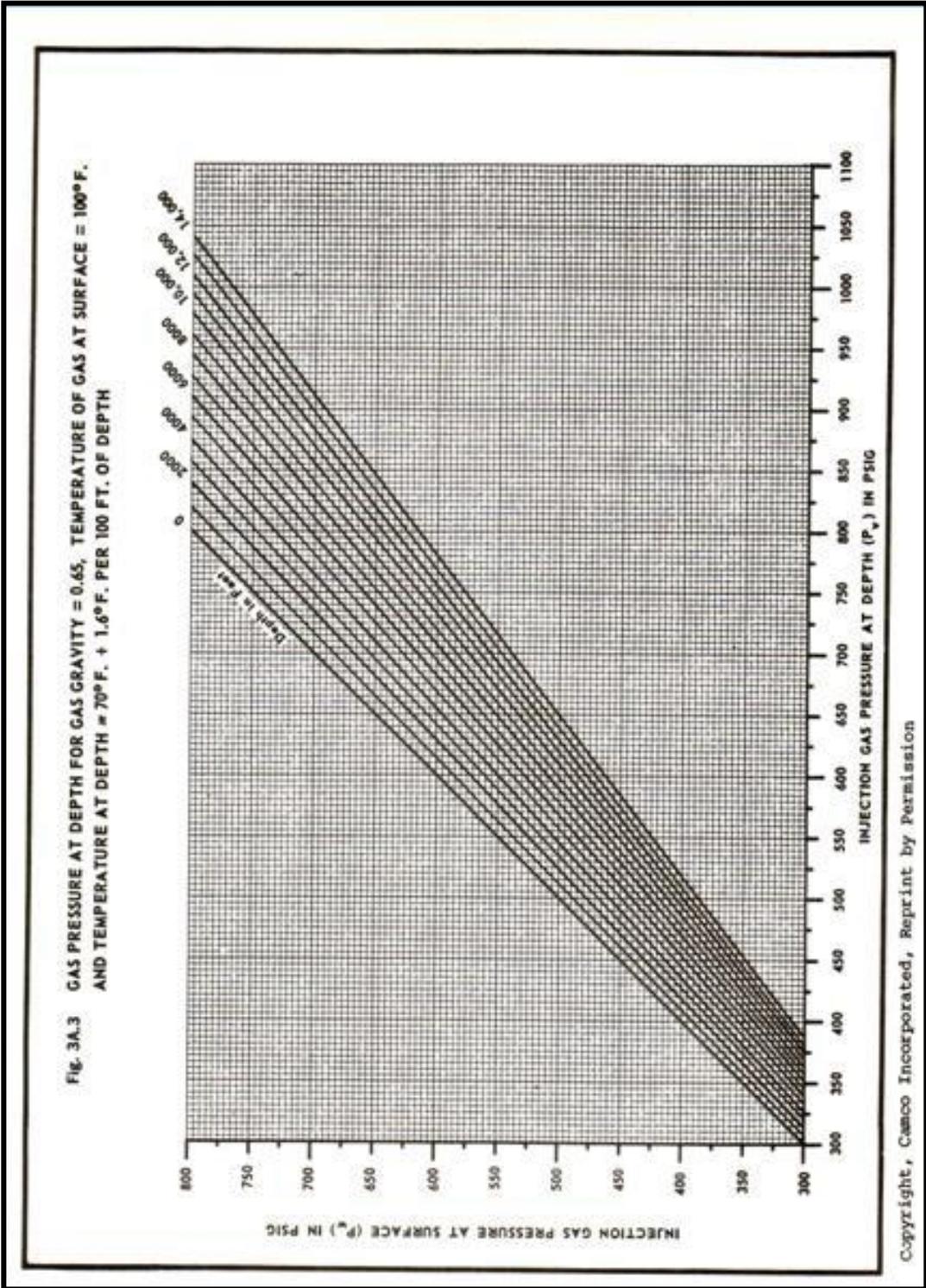
Gambar 1. Grafik Weight of Gas Column (Courtesy Otis Engineering Corp.)

#### **4. Temperatur Didalam Sumur**

Temperatur seperti juga tekanan, semakin dalam maka temperatur semakin besar. Hal ini penting diperhatikan sebab tekanan sangat dipengaruhi oleh temperatur. Sebuah *valve gas lift* yang telah diset tekanan buka / tutupnya dipermukaan (workshop) tekanan settingnya akan berubah pada saat valve tersebut dipasang didalam sumur selama valve tersebut dioperasikan.

Dengan demikian tekanan *setting valve* tersebut harus diperhitungkan terhadap temperatur dititik kedalaman dimana *valve* tersebut akan dipasang. Untuk memperoleh gambaran temperatur pada setiap titik kedalaman didalam sumur yang teliti, survey mengenai temperatur sangat disarankan. Tetapi apabila hal ini tidak dilaksanakan karena berbagai alasan seperti waktu dan biaya, maka bisa dilakukan pendekatan berikut .

Ambil data temperatur dari hasil test produksi pada saat sumur pertama dibor (pressure build up test), kemudian ambil data temperatur dipermukaan selama sumur tersebut dioperasikan. Tarik garis dari kedua titik tersebut, maka akan diperoleh distribusi temperatur pada setiap kedalaman didalam sumur.



Gambar 2. Grafik Gas Pressure at Depth for Gas Gravity = 0.65. Temperature of Gas at Surface = 100 OF and Temperature at Depth = 70 OF + 1,60F per 100 Ft of Depth

### **Perencanaan Gas Lift**

Banyak faktor yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan *gas lift*. Umumnya perencanaan *intermittent flow* akan lebih rumit dari pada *continuous flow*, karena peralatannya lebih kompleks dan adanya pengaturan *siklus injeksi*.

Dalam perencanaan *gas lift*, faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah :

- a. Kondisi sumur, yang terdiri dari :
  1. Kedalaman sumur dan *perforasi*
  2. *Diameter tubing* dan *casing*.
- b. Kondisi *reservoir*, yang terdiri dari :
  1. Tekanan statik dasar sumur dan tekanan aliran dasar sumur
  2. Gradien statik cairan dan gradien temperatur
  3. *Indek produktivitas*.
- c. Data-data produksi sumur, yang terdiri dari :
  1. Laju aliran/laju produksi
  2. *Gas liquid ratio* (GLR)
  3. Tekanan di kepala sumur (THP)
  4. Tekanan balik *separator* dan kadar air.
- d. Keadaan lingkungan, yang terdiri dari :
  1. Tekanan gas injeksi yang tersedia di permukaan
  2. Cadangan gas yang tersedia
  3. Gradien fluida untuk mematikan sumur.

Adapun prosedur untuk perencanaannya adalah sebagai berikut :

1. Kumpulkan data yang diperlukan, seperti kedalaman sumur, ukuran *tubing* dan *casing*, panjang *flow line*, *water cut*, SG gas, BHT, IPR dan PI, °API minyak,  $P_{wf}$  dan  $P_{ws}$ ,  $B_o$  pada berbagai tekanan, *viskositas* minyak, tekanan aliran di dalam *tubing* dan permukaan serta tekanan *separator*.
2. Tentukan tipe instalasi yang diperlukan.
3. Pilih tipe *valve* berdasarkan *gradien unloading*, berat fluida dalam *tubing*, *back pressure* dari formasi, kedalaman permukaan fluida dalam *casing* dan tekanan *injeksi*.
4. Tentukan *spasi valve*, titik *injeksi* dan penempatan *valve*.
5. Perkirakan gas yang dibutuhkan, tekanan injeksi gas, pemilihan kompresor yang sesuai, dan laju produksi minyak yang diharapkan.

6. Perkirakan *frekuensi siklus* dan tekanan waktu *stabilisasi* untuk *intermittent flow*.
7. Kontrol injeksi gas ke dalam sumur *melalui choke control, regulator control* dan pengamatan *time cycle*.

Untuk menentukan titik injeksi sumur *continuous gas lift*, dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Hitung GLR formasi dengan persamaan berikut :

$$GLR_{formasi} = \frac{GOR_{formasi}}{WOR + 1} \dots\dots\dots (1)$$

2. Pilih *grafik pressure traverse* yang sesuai dengan spesifikasi yang diketahui.
3. Tentukan *casing pressure traverse*

Ada dua cara :

- Bila diketahui *gradien* tekanannya ( $G_{fc}$ ), maka *casing pressure* pada kedalaman tertentu (CPT) dapat dihitung dengan persamaan berikut :  

$$CPT = (G_{fc} \times \text{Kedalaman sumur}) + \text{Tekanan di permukaan}$$
- Dengan menggunakan grafik hubungan antara *injection gas pressure* (sumbu x) dan injeksi gas di permukaan (sumbu y).

4. Tentukan kedalaman titik injeksi (operating valve)  $L_{ov}$  dan tekanan *tubingnya* ( $P_t @ L_{ov}$ ), dari perpotongan grafik *flowing pressure traverse* dengan grafik CPT.
5. Bila terdapat *pressure differential cross valve* maka kedalaman titik injeksi sama dengan kedalaman  $L_{ov}$ , tetapi  $P_{ov2} = P_{ov1} - \text{differential valve}$ .

*Spasi valve* dapat ditentukan secara analitis sebagai berikut :

$$D_1 = \frac{P_{vo1} - P_{sp}}{G_s} \dots\dots\dots (2)$$

dimana :

$D_1$  = kedalaman valve 1, ft

$P_{vo1}$  = tekanan pembuka valve 1 saat dites, psi

$P_{sp}$  = tekanan separator, psia (jika produksi tidak ke separator, misalnya ke pit, maka  $P_{sp} = 0$ )

$G_s$  = Gradien statik fluida, biasanya diambil = 0.5 psi/ft.

$$D_2 = \frac{P_{vo_2} - G_f D_1 - P_{sp}}{G_s} \dots\dots\dots(3)$$

dimana :

$D_2$  = jarak antara valve 2 dengan valve 1, ft

$G_2$  = unloading gradient, psi/ft.

$$D_n = \frac{P_{vo_n} - (D_1 + D_2 + \dots + D_{n-1}) G_f - P_{sp}}{G_s} \dots\dots\dots(4)$$

dimana:

$D_n$  = jarak antara valve ke-n dengan valve n-1, ft

### C.3.B. PERENCANAAN METODE PRODUKSI GAS LIFT

Untuk memilih salah satu metode *artificial lift* yang tepat untuk suatu sumur ada beberapa factor yang mempengaruhi pemilihan metode *artificial lift*. Adapun factor yang perlu diperhatikan dalam memilih *metode artificial lift*, antara lain :

#### 1. Inflow Performance

Konsep aliran fluida masuk ke dalam lubang sumur atau *Inflow Performance* merupakan ulah kerja sumur yang tergantung aliran dari *reservoir* menuju ke lubang sumur. *Inflow Performance* dikontrol oleh karakteristik *reservoir* seperti tekanan *reservoir*, produktivitas dan karakteristik fluida.

*Inflow Performance* sumur biasanya diperlihatkan dalam bentuk produktivitas formasi yaitu besarnya barel minyak atau fluida dari sumur yang dapat diproduksi pada tekanan *reservoir*-nya. Salah satu bentuk produktivitas formasi dapat diperkirakan dengan perhitungan *Productivity Indeks* (PI). *Productivity Indeks* disini hanya merupakan gambaran secara kualitatif mengenai kemampuan suatu sumur untuk memproduksi pada suatu kondisi tertentu. Untuk melihat kelakuan sumur memproduksi, maka harga PI dinyatakan secara grafis, yaitu grafik yang menunjukkan hubungan antara tekanan alir dasar sumur ( $P_{wf}$ ) dengan laju produksi. Grafik tersebut adalah *Inflow Performance Relationship* (IPR). Dimana dalam pemilihan metode untuk *gas lift* harus memperhatikan *Productivity Indeks* (PI) dari sumur tersebut yang merupakan salah satu persyaratan bahwa untuk *continuous flow* digunakan pada sumur yang mempunyai PI tinggi ( $> 0.5$  B/D/psi) dan  $P_s$

tinggi relative terhadap kedalaman sumur sedangkan untuk *intermittent flow gas lift* digunakan pada sumur yang mempunyai PI rendah ( $< 0.5$  B/D/psi) dan  $P_s$  rendah.

## **2. Laju Produksi**

Total laju produksi liquid yang dihasilkan adalah control dalam pemilihan metode pengangkatan. Laju produksi yang tinggi akan dibutuhkan pengangkatan *gas lift* dan ESP. Yang penting di sini adalah kondisi *reservoir* itu sendiri, yaitu tekanan yang mengontrol besarnya laju produksi *liquid*. Batasan besar laju produksi dalam pemilihan metode *artificial lift* sebagai berikut :

- a. Bila laju produksi  $> 20000$  B/D, maka metode *artificial lift* yang cocok digunakan adalah *ESP*
- b. Bila laju produksi antara  $2000 - 10000$  B/D dapat menggunakan semua metode *artificial lift* kecuali *Rod Pump*
- c. Bila laju produksi antara  $100 - 1000$  B/D dapat menggunakan semua metode *artificial lift*
- d. Bila laju produksi  $< 100$  B/D, yang digunakan adalah semua metode *artificial lift*, kecuali *ESP*

## **3. Water Cut**

*Water cut* secara langsung mempengaruhi laju produksi total. *Water cut* yang tinggi mempengaruhi *inflow performace* yang sesungguhnya. Air juga menghasilkan penambahan kehilangan tekanan di dalam tubing, akibatnya densitasnya yang lebih besar dari minyak sehingga akan membutuhkan tekanan yang lebih besar untuk mengangkatnya kepermukaan. Menurut Kermit. E Brown yang paling cocok dengan kondisi seperti ini adalah pengangkatan dengan menggunakan *ESP*.

## **4. Gas Liquid Ratio (GLR)**

GLR mempengaruhi pemilihan metode *artificial lift*, terutama desain dari mekanisme pengangkatan. Semua metode pengangkatan mengalami penurunan efisiensi dengan bertambahnya GLR, sampai dengan  $2000$  scf/bbl dapat ditangani oleh semua metode pengangkatan. Sucker rod memiliki efisiensi kira-kira  $40\%$  bila GLR di atas  $2000$  scf/bbl. Pada  $2000 - 5000$  scf/bbl, *intermittent flow gas lift* lebih efisien digunakan karena gas keluar sejalan dengan perputaran gas (injeksi gas). Pada *continuous flow gas*

*lift* penambahan gas akan menurunkan tekanan alir dasar sumur ( $P_{wf}$ ) sehingga menghasilkan efisiensi pengangkatan yang kecil, karena banyaknya gas dalam kolom akan dapat mengakibatkan adanya back pressure karena besarnya  $P_{wf}$  tidak dapat mengatasi kehilangan tekanan. Bagaimanapun GLR yang tinggi akan menjadi problem bagi metode pengangkatan buatan.

### **5. Kedalaman Lubang Bor**

Batasan penggunaan metode *artificial lift* terhadap kedalaman lubang bor adalah sebagai berikut :

- a. Bila kedalaman sumur  $> 12000$  ft, maka metode *artificial lift* yang dapat digunakan hanya *Hydraulic Pump*
- b. Bila kedalamannya  $10000 - 12000$  ft, maka yang digunakan adalah semua metode *artificial lift*, kecuali *ESP* karena adanya batasan temperature
- c. Bila kedalamannya  $< 8000$  ft, maka semua metode *artificial lift* dapat digunakan

### **6. Ukuran Casing dan Tubing**

Ukuran *casing* disini untuk membatasi ukuran *tubing*. Semua metode *artificial lift* dapat menggunakan tubing 4,5 dan 5,5 in. Pada metode *gas lift* dengan menggunakan *continuous flow*, tubing 2 in dapat digunakan untuk laju produksi  $< 1000$  B/D, sedangkan untuk laju produksi  $> 5000$  B/D menggunakan *casing*  $> 7$  in dan *tubing*  $> 3,5$  in. Pada dasarnya semakin kecil ukuran casing semakin kecil pula laju produksi yang dihasilkan. Pipa yang berukuran terlalu kecil akan mengakibatkan *friction loss* yang besar dan mengakibatkan pengurangan *effisiensi volumetric* dari *gas lift* dan *ESP*.

### **7. Tipe Kompleksi**

Desain *artificial lift* juga tergantung tipe kompleksi, apakah dengan *open hole* atau menggunakan *interval perforasi*. Pertimbangan utama adalah *inflow performance*.

Pada *open hole*, *caving* dan problem pasir dapat mengurangi *inflow performance*. Pada *interval perforasi*, penyumbatan lubang perforasi menurunkan *inflow performance*. Dipertimbangkan juga untuk *dual* atau *triple tubing completion*, selain itu dilihat kondisi lapangan. Sebagai contoh apakah tersedia gas atau tidak apabila nantinya metode *artificial lift* yang akan dipasang adalah *gas lift*, bila ada maka *tubing* dikompleksi dengan menambah

*side pocket mandrel* sebagai tempat *valve gas lift*. Bila tidak ada gas, bisa juga menggunakan compressor, tetapi harga sebuah *compressor* sangat mahal sehingga perlu diperhitungkan secara matang pemilihan metode *artificial lift* yang akan digunakan.

## **8. Karakteristik Fluida Reservoir**

Karakteristik fluida reservoir yang mempengaruhi cara produksi yaitu *viscositas*, dan faktor Volume Formasi. Karakteristik ini akan dapat mempengaruhi lolosnya minyak dengan metode pengangkatan buatan.

### *a. Viscositas*

Untuk *viscositas* minyak yang tinggi biasanya sewaktu diproduksi ikut membawa pasir atau padatan lainnya, sehingga apabila digunakan *plunger fits* (rongga antara plunger dan core barrel) yang kecil maka plunger akan cepat aus. Untuk itu apabila *viscositas* minyak tinggi maka sebaiknya digunakan *plunger fits* yang besar sehingga efisiensi pompa akan tinggi.

### *b. Faktor Volume Formasi*

Faktor Volume Formasi (FVF) menggambarkan angka barrel dari fluida yang diangkat, yang disesuaikan dengan kondisi di permukaan. Faktor ini harus dipertimbangkan untuk semua metode pengangkatan.

Perlu diingat bahwa FVF yang tinggi atau rendah tidak menunjukkan performance yang lebih baik dalam perbandingan antara metode pengangkatan.

## **9. Temperatur di dalam sumur**

Temperatur seperti juga tekanan, semakin dalam temperature semakin besar. Sebuah katub gas lift yang telah diset tekanan buka/tutupnya di permukaan (*work shop*) tekanan settingnya akan berubah pada saat katub tersebut dipasang didalam sumur selama katub tersebut dioperasikan.

Dengan demikian tekanan setting katub tersebut harus diperhitungkan terhadap temperature di titik kedalaman di mana katub tersebut akan dipasang.

Untuk memperoleh gambaran temperature pada setiap titik kedalaman di dalam sumur yang di teliti, survey mengenai temperature sangat disarankan, tetapi apabila hal ini tidak dilaksanakan karena berbagai alasan seperti waktu dan biaya maka dilakukan pendekatan berikut.

Ambil data temperatur dari hasil test produksi pada saat sumur pertama dibor (pressure build-up test), kemudian ambil data temperature dipermukaan selama sumur tersebut dioperasikan. Tarik garis dari kedua titik tersebut maka akan diperoleh distribusi temperature pada setiap kedalaman di dalam sumur. Batasan temperature untuk metode *artificial lift* adalah :

1. *Sucker Rod Pump* sangat bagus pada temperature 550°F
2. *ESP* terbatas pada temperature < 250°F untuk standart dan < 350°F untuk *ESP* dengan special motor dan kabel
3. *Hydraulic Pump* dapat beroperasi pada temperature 300°F untuk standart material dan 500°F untuk special material
4. maksimum temperature untuk *gas lift* adalah 350°F

## 10. Mekanisme Pendorong

### a. *Depletion Drive Reservoir*

Ketika tekanan reservoir turun, liquid akan mengalir dengan fluida terangkat ke atas permukaan dengan bantuan gas yang terlarut. Tidak adanya *aquifer* atau fluida injeksi untuk membantu mengekspansi fluida (menambah bantuan tenaga pendorong) menjadikan *recovery* rendah. Pada mula-mulanya metode *artificial lift* tidak digunakan pada sumur masih “*flowing*”, jika ingin dipasang metode *artificial lift* setelah kompleksi sumur, maka pertimbangan desain harus sudah disiapkan. Produksi yang semakin rendah dengan semakin bertambahnya waktu produksi adalah karakteristik *depletion drive*, ditunjukkan dengan penurunan tekanan reservoir yang cepat dan diikuti dengan turunnya laju produksi. Pertimbangan hal ini dapat menentukan metode *artificial lift* yang akan digunakan. Dengan adanya gas, maka metode *gas lift* yang paling dipertimbangkan.

### b. *Water Drive Reservoir*

*Water influx* atau injeksi air menyebabkan fluida reservoir bergerak/pindah ke lubang bor. Dari adanya *water influx* ini diharapkan *recovery* lebih besar dari *depletion drive* dan *water cut* yang semakin besar, *water cut* yang tinggi ditambah dengan optimum pengangkatan yang besar dibandingkan dengan semua mekanisme pendorong yang ada, maka metode *artificial lift* yang akan digunakan dapat diseleksi sesuai dengan keadaan tersebut

### c. *Gas Cap Drive Reservoir*

Pada *reservoir* dua fasa, fasa gas berasal dari gas cap dan liquid berasal dari oil zone. Perpindahan minyak dari formasi ke lubang bor adalah dari ekspansi *gas cap*. Perubahan GOR terhadap produksi mempengaruhi pemilihan metode *artificial lift* yang akan digunakan. Dengan adanya gas, maka metode *gas lift* lebih diperhitungkan karena metode *gas lift* paling toleransi terhadap gas.

### **11. Kondisi Permukaan**

Ada beberapa factor dipermukaan yang dapat mempengaruhi dalam pemilihan cara produksi, seperti fasilitas permukaan (peralatan), tempat dan penyediaan sumber tenaga (*power source*) untuk pengangkatan buatan.

Fasilitas peralatan di permukaan akibat adanya *surface choke*, *flow line* dan separator yang secara langsung dapat mempengaruhi pengangkatan fluida *reservoir* ke permukaan. Peralatan di permukaan ini dapat mempengaruhi kehilangan tekanan sehingga dalam memilih metode produksi selalu berhubungan dengan tekanan di permukaan, hal ini dapat terlihat pada perencanaan metode produksi dimana akan selalu memperhitungkan *beam (choke) performance* dan *horizontal flow*.

Pada suatu lapangan minyak lepas pantai (*offshore*) ada hal yang perlu dipertimbangkan, karena pada *offshore* mempunyai tempat yang terbatas dan merupakan daerah yang sering menimbulkan korosi. Pada umumnya cara yang digunakan adalah metode produksi yang prinsipnya mempunyai sedikit peralatan yang ada di permukaan, dan biasanya digunakan untuk kondisi lubang sumur yang miring. Yang dimaksud dengan sedikit peralatan di permukaan adalah termasuk peralatan distribusi pipa, peralatan untuk penyediaan sumber tenaga atau *power source*. Sedangkan untuk lapangan minyak di darat biasanya problem (kesulitan) ini pengaruhnya kecil, kecuali pada daerah khusus seperti adanya daerah terpencil dan banyak H<sub>2</sub>S.

### **12. Problem Operasi Produksi**

Problem operasi yang sering dijumpai dalam memproduksi suatu sumur yaitu problem pasir, *paraffin*, *scale*, korosi, BHT dan iklim.

Untuk problem pasir (*unconsolidated*) dimana dengan adanya aliran produksi maka pasir-pasir tersebut akan terikut aliran. Apabila digunakan metode pompa maka pasir-pasir ini akan mengakibatkan goresan-goresan yang tajam

pada *plunger* pompa sehingga akan mengakibatkan kerusakan dan *effisiensi* pompa menurun.

Untuk minyak jenis *paraffin* dimana titik tuangnya adalah tinggi maka dengan adanya penurunan *temperature* sepanjang aliran akan mengakibatkan minyak tersebut membeku, sehingga akan dapat menyumbat aliran minyak di dalam pipa. Jika penyumbatan terjadi di *tubing string*, *wellhead* atau *flowline* akan menyebabkan *backpressure* sehingga akan mengurangi *effisiensi*, maka pembersihan dan pencegahan sangat dibutuhkan. *Sucker rod pumping* lebih menguntungkan daripada metode yang lain karena *rods* akan terus-menerus membersihkan *paraffin* (*scraping action*). *High-temperature fluids* dan *inhibitor* dapat disirkulasikan pada *hydraulic system*. *Plunger* menjalankan secara otomatis *paraffin scarapers* (pembersihan paraffin)

Adanya air yang terproduksi dapat mengakibatkan terjadinya endapan (*scale*) dan korosi. *Scale* adalah senyawa dalam bentuk padatan sebagai hasil reaksi antara ion-ion tertentu yang terjadi dalam suatu system larutan. Pada prinsipnya *scale* akan terjadi apabila air mengandung ion-ion yang mampu membentuk senyawa yang kelarutannya terbatas atau terjadi perubahan kondisi atau komposisi air yang bisa memperkecil larutan senyawa. Senyawa tersebut bisa membentuk system suspensi dengan air dan akan membentuk sumbatan-sumbatan pada beberapa tempat, atau senyawa itu bias melekat pada pipa. Macam-macam *scale* yang berat adalah senyawa  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{BaSO}_4$  dan senyawa Fe. Kebanyakan *scale* yang mengandung Fe adalah hasil korosi. Pengendapan *scale* akan mengurangi ID dari *tubing* sehingga akan mengurangi *effisiensi*. Pencegahannya dengan bahan kimia additive dapat memberikan umur pompa yang lebih panjang dan dapat memelihara *tubing*. *Plungers* akan menjaga *tubing* tetap bersih.

Korosi dapat disebabkan oleh *electrolysis* antara tipe metal yang berbeda,  $\text{H}_2\text{S}$  atau  $\text{CO}_2$  yang terkandung dalam fluida produksi, *salinitas* yang tinggi atau saturasi air asin atau proses oksidasi dari metal. Kasus *gas lift* dengan *corrosive gas* dapat di atasi dengan menginjeksikan *gas dehydrated*.

Kondisi iklim permukaan yang sangat berbeda akan mempengaruhi pemilihan peralatan pengangkatan. Iklim yang sangat panas menyebabkan masalah kelebihan panas pada peralatan permukaan dan fasilitas pendingin harus disediakan. Iklim yang sangat dingin menyebabkan masalah pembekuan

untuk bahan bakar sehingga isolasi dan pemanasan sangat dibutuhkan. Juga untuk daerah yang mempunyai angin kencang dapat menyebabkan kerusakan pada permukaan dan debu atau kabut dapat menyebabkan masalah operasional.

### **13. Ekonomi**

Dalam pemilihan metode produksi hendaknya perlu dipertimbangkan factor ekonomi yang menyangkut nilai ekonomis dari penggunaan metode produksi yang akan digunakan, baik secara konvensional maupun mekanik serta bahan dan peralatan pendukungnya. Hal ini penting karena menyangkut banyaknya yang akan dikeluarkan untuk mengusahakan pengangkatan buatan pada sumur yang sudah tidak dapat mengalirkan minyak secara alamiah, sehingga penekanan biaya perlu diperhitungkan agar didapatkan hasil yang diharapkan. Adapun hasil yang diharapkan adalah dapat memperoleh minyak seoptimal mungkin dengan biaya *artificial lift* yang rendah. Oleh karena itu ada faktor-faktor yang perlu diperhatikan agar dapat menyesuaikan penggunaan metode produksi yang tepat pada sumur yang akan dilakukan *artificial lift*. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan tersebut adalah :

1. *Initial capital investment*
2. Biaya operasi per bulan atau indicator pemasukan
3. Umur peralatan
4. Banyak sumur yang akan digunakan metode *artificial lift*
5. Tersedianya cadangan peralatan
6. Umur sumur

*Gas lift* adalah suatu cara pengangkatan fluida dari dasar sumur dengan menggunakan gas yang bertekanan tinggi (minimal 250 psi) yang diinjeksikan ke dalam sumur (melalui katub *gas lift*) dan membantu mengangkatnya.

Fluida terangkat dari dasar sumur ke permukaan karena :

1. Dorongan dari gas bertekanan tinggi melalui katub *gas lift*
2. Fluida dalam *tubing* (di atas katub operasi) menjadi lebih ringan, karena densitasnya lebih rendah, viscositasnya lebih rendah, perbandingan antara gas dan cairan (GLR, GOR) lebih besar dibandingkan dengan fluida *reservoir*.

3. *Pressure loss* yang terjadi di dalam tubing menjadi lebih kecil, sehingga mengakibatkan adanya aliran dari dasar sumur ke permukaan.

### **C.3.C. PERENCANAAN PENGANGKATAN BUATAN DENGAN METODE GAS LIFT**

Perencanaan instalasi gas lift yang umum berdasarkan prinsip-prinsip :

1. *Valve* sebagai titik *injeksi* atau biasa disebut *Operating Valve* harus diletakkan sedalam mungkin sesuai
  - Tekanan injeksi gas yang tersedia
  - Tase gas dan produksi minyak / liquid yang diinginkan
2. *Valve-valve* yang bertindak sebagai *unloading*
  - Hanya merupakan sarana menuju ke *operating valve*.
  - *Unloading valve* dalam keadaan normal harus selalu tertutup.
  - Hanya satu valve saja yang terbuka yakni *Operating Valve*.
  - Semua *valve* di set di permukaan pada temperatur 60<sup>0</sup>F
  - Tekanan *setting* dikoreksi terhadap temperature didalam sumur.
  - *Valve-valve* tersebut akan berurutan tertutup mulai dari yang paling atas dan terus kebawah selama gas diinjeksikan menuju ke *Operating Valve*.
  - Hanya ada 1 (satu) *valve* terbuka sebagai titik *injeksi*.
3. *Operating valve* harus yang paling dalam.

Hal-hal yang harus ditentukan terlebih dahulu sebelum melakukan perencanaan gas lift adalah menentukan *caa gas lift* mana yang akan dilakukan, *continuous* atau *intermittent gas lift*.

Untuk itu perlu ditinjau :

- a. Produktivitas sumur (PI)
- b. Tekanan statis dasar sumur (SBHP)

Batasan-batasan secara *relative* yang sering digunakan untuk :

PI besar adalah apabila  $PI > 0,5$

PI kecil adalah apabila  $PI < 0,5$

SBHP besar apabila SBHP ekivalen 70% ketinggian kolom fluida

SBHP kecil apabila ekivalen 40% ketinggian kolom fluida.

*Valve* yang dipasang pada *tubing*, antara satu dengan yang lainnya mempunyai jarak tertentu dan letak dari pada *valve* dipengaruhi oleh :

- a. Tekanan gas yang tersedia untuk proses *unloading*

- b. Gradient fluida dalam sumur pada saat *unloading*
- c. *Inflow performance* sumur pada saat *unloading*
- d. Fluida *level* dalam *casing*
- e. Tekanan dasar sumur dan karakteristik produksi sumur.

### Langkah kerja

1. Penentuan Titik Injeksi (POI)
  - a. Plot kedalaman vs pressure pada kertas grafik yang berskala sama dengan skala kurva *Vertical Flowing Gradient*.
  - b. Plot Pws pada kedalaman sumur.
  - c. Tentukan besar produksi yang diinginkan (yang mungkin)
  - d. Dari PI yang diketahui, tentukan Pwf berdasarkan besarnya produksi yang diinginkan, dan plot Pwf pada garis kedalaman sumur
  - e. Tentukan kemiringan kurva *Vertical Flowing (static) Gradient dari liquid* yang terdapat dalam *tubing*, dan tarik garis *gradient* tersebut dari Tekanan Statik (Pws)
  - f. Tarik garis sejajar (point 5) dari Pwf
  - g. Plot Pko dipermukaan pada garis kedalaman 0
  - h. Plot Pso dipermukaan pada garis kedalaman 0 ( $P_{so} = P_{ko} - 100 \text{ psi}$ ).
  - i. Tarik garis gas gradient dari Pso kebawah hingga memotong garis *vertical gradient liquid* pada (point 6).
  - j. Titik potong (6) dan (\*) adalah POB, titik dimana terjadi keseimbangan antara tekanan *liquid* dengan tekanan gas.
  - k. Tentukan POI (titik injeksi gas) 100 psi lebih kecil dari POB.
  - l. ( $POI = POB - 100 \text{ psi}$ ). Pada garis *vertical gradient* dari liquid.
2. Penentuan jumlah gas yang diinjeksikan.
  - a. Tentukan Pwh dipermukaan (sesuaikan dengan tekanan di separator / manifold)
  - b. Tarik garis dari POI ke Pwh
  - c. Garis ini adalah garis *Vertical Flowing Gradient Liquid* yang baru bila sumur ini telah memperoleh injeksi gas.
  - d. Pilih *Chart Vertical Flowing* untuk besar produksi yang telah ditentukan (A.3).

- e. Tumpangkan (A.11) pada (B.1). Geser kurva  $P_{wh} - P_{wf}$  hingga cocok dengan salah satu kurva *Vertical Flowing Gradient*.
  - f. Tentukan GLR dari kurva tersebut.
  - g. Jumlah gas yang diinjeksikan = (GLR curve - GLR formasi) x Q liquid
3. Penentuan *Spasi Valve*.
- a. Tarik garis *kill fluid Gradient* dari  $p_{wh}$  (0,40psi/ft–0,50psi /ft) hingga memotong garis injeksi gas. Titik ini merupakan lokasi kedalaman *valve* (1) yang paling atas.
  - b. Untuk menentukan kedalaman *valve* (2),(3)...dst bias dilakukan beberapa cara diantaranya .
    - $P_{so}$  – *Surface Opening Pressure* Tetap.
    - $P_{so}$  - *Surface Opening Pressure* berkurang 25 psi untuk setiap *valve*.

### **C.3.D. PERALATAN GAS LIFT**

Peralatan *gas lift* dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu peralatan di atas permukaan dan peralatan di bawah permukaan, dimana peralatan-peralatan tersebut saling berhubungan dalam kelancaran proses *gas lift*.

Peralatan-peralatan tersebut dijelaskan seperti dibawah ini :

#### **A. Peralatan di Atas Permukaan**

Peralatan di atas permukaan adalah semua peralatan yang diperlukan untuk proses injeksi gas ke dalam sumur yang terletak di permukaan. Peralatan-peralatan tersebut meliputi :

1. *Wellhead* dengan *Christmas tree*.

Rangkaian peralatan di atas permukaan untuk *gas lift* sama seperti peralatan *wellhead* dan *christmas tree* pada sumur sembur alam. Untuk *gas lift*, *christmas tree* ini ditambah dengan peralatan khusus untuk mengatur jumlah gas yang masuk ke dalam sumur serta tekanannya.

2. *Stasiun kompresor*.

Kompresor digunakan untuk menaikkan tekanan gas yang diinjeksikan. Di dalam stasiun kompresor terdapat beberapa buah kompresor yang dihubungkan dengan *manifold*. Dari stasiun kompresor ini gas bertekanan tinggi dikirimkan ke sumur-sumur melalui stasiun distribusi.

### 3. Stasiun distribusi.

Adalah fasilitas penyaluran gas injeksi dari stasiun kompresor ke sumur-sumur dengan sistem manifold-nya. Dalam menyalurkan gas injeksi dari kompresor ke sumur terdapat beberapa macam cara, yaitu :

- Stasiun distribusi langsung.

Pada sistem ini gas dari kompresor disalurkan langsung ke sumur produksi. Di dalam stasiun ini terdapat system manifold yang menuju ke sumur-sumur secara langsung, sistem ini kurang *effisien* karena mempunyai beberapa kelemahan, anatra lain :

1. Penggunaan stasiun pusat compressor yang tidak rasionil karena kebutuhan gas yang tidak sama untuk setiap sumur.
2. Pemakaian pipa transport gas yang panjang sehingga tidak ekonomis.

- Stasiun distribusi dengan pipa induk.

Sistem ini lebih ekonomis karena panjang pipa dapat diperpendek. Tetapi karena sumur yang satu berhubungan dengan sumur yang lain, maka bila salah satu sumur sedang dilakukan injeksi gas, sumur lain bisa terpengaruh.

- Stasiun distribusi dengan stasiun distribusi.

Stasiun ini sangat efektif sehingga sering digunakan. Gas dikirim dari stasiun pusat kompresor ke stasiun distribusi kemudian dibagi ke sumur-sumur dengan menggunakan pipa.

### 4. Alat-alat kontrol

Alat-alat ini meliputi *choke, regulator, time cycle control, pressure control*. *Choke* yang dirangkai dengan regulator berfungsi untuk mengatur (membatasi) jumlah gas yang diinjeksikan sesuai dengan tekanan yang dibutuhkan. Sedangkan *time cycle control* dipergunakan untuk mengontrol laju injeksi aliran gas dengan interval waktu yang dikehendaki. Alat ini dipakai pada *intermittent flow*. Penggunaan *gas lift* pada sumur-sumur minyak mempunyai keuntungan tersendiri bila dibandingkan dengan metoda pengangkatan lainnya, keuntungan itu antara lain adalah :

- Dapat dilakukan pada sumur-sumur yang mempunyai tekanan sampai 4000 psi, dan dapat menghasilkan rate produksi sebesar 5000 BBL/hari.
- Dapat dilakukan untuk sistem kompleksi dengan menggunakan *tubing* yang kecil (macaroni), dengan berbagai jenis *valve-valve* dan dioperasikan dengan *wire line*. Dapat digunakan untuk operasi *kick-off* atau pun untuk

proses pengosongan (unloading).

- Digunakan pada sumur-sumur yang mempunyai problem kepasiran.
- Masih mungkin digunakan pada sumur-sumur yang memiliki GOR tinggi.
- Umur peralatan relatif lebih lama.
- Mempunyai biaya awal dan biaya operasi lebih murah untuk kondisi-kondisi seperti di atas.

#### 4. *X-mass Tree*

Gas diinjeksikan ke dalam annulus sesudah melalui motor yang berfungsi mengatur jumlah gas yang masuk ke dalam sumur dan tekanan gas injeksi dijaga agar konstan.

### **B. Peralatan di Bawah Permukaan**

Peralatan bawah permukaan dari *gas lift* tidak berbeda jauh dengan peralatan pada sembur alam, hanya disini ditambah dengan *valve-valve gas lift*. Yang paling umum dipakai pada saat ini adalah jenis *pressure charge bellow valve*. Dalam keadaan normal *valve* ini tertutup (karena adanya tekanan di dalam bellow) dan akan bekerja berdasarkan tekanan injeksi.

*Valve-valve* ini dipasang pada tubing dan berfungsi untuk :

1. Mengosongkan sumur dari fluida *workover* atau *kill fluid* supaya injeksi gas dapat mencapai titik optimum di dalam *tubing*.
2. Mengatur aliran injeksi gas ke dalam *tubing*, baik pada proses *unloading* (pengosongan sumur) maupun pada proses pengangkatan fluida.

Pabrik-pabrik industri *valve gas lift* menggolongkan *valve gas lift* berdasarkan macam tekanan (tekanan casing atau tekanan tubing) yang berpengaruh terhadap operasi *valve*. Berdasarkan hal tersebut, maka *valve gas lift* dapat dibagi dalam tiga kelompok, yaitu :

1. *Casing pressure operating valve*.

*Valve* ini bekerja karena tekanan casing dan biasanya disebut *pressure valve*. *Valve* ini memiliki sensitifitas untuk tekanan casing dari 50% hingga 100% pada saat posisi *valve* tertutup, dan 100% pada saat dalam posisi terbuka. Hal ini berarti untuk membuka *valve* diperlukan kenaikan tekanan dalam casing dan untuk menutup *valve* diperlukan adanya penurunan tekanan dalam casing.

Jenis katup ini terbagi dua, yaitu *Unbalanced Pressure Valve* dan *Balance Pressure Valve*

a. *Unbalanced Pressure Valve* dengan Dome sebagai *Loading Element*

Katup ini terdiri dari *dome* dan *below* yang menahan *steam* agar tetap duduk pada lubang valve (*seat*) pada saat tertutup. Dome ini biasanya diisi dengan nitrogen dengan tekanan tertentu sesuai dengan tekanan buka dalam kondisi sumur, jenis dari *valve* ini dapat kita lihat pada Gambar 3

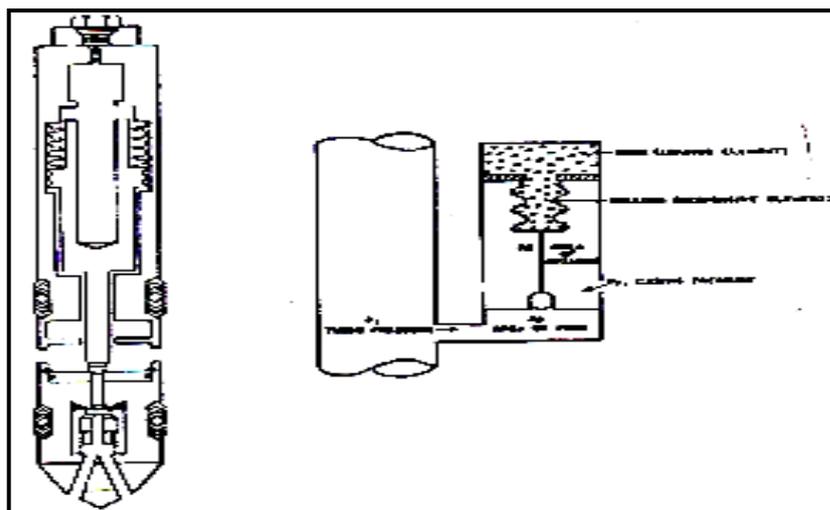
Apabila katup ini dipasang di dalam sumur maka gaya-gaya yang bekerja pada katup ini adalah :

Gaya untuk membuka :  $F_o = P_c(A_b - A_p) + P_t(A_p) \dots\dots (5)$

Gaya untuk menutup :  $F_c = P_d(A_b) \dots\dots\dots (6)$

Dimana :

- Pd = tekanan dalam *dome*, psi
- Pc = tekanan *casing* sesuai kedalaman, psi
- Pt = tekanan *tubing* sesuai kedalaman, psi
- Ab = luas efektif *bellow*, in<sup>2</sup>
- Ap = luas *port valve*, in<sup>2</sup>



Gambar 3. *Valve Unbalance Pressure / Casing Operated*

Pada saat valve tertutup, siap untuk membuka :

$$F_c = F_o \dots\dots\dots (7)$$

$$P_d(A_b) = P_c(A_b - A_p) + P_t(A_p) \dots\dots\dots (8)$$

Atau

$$P_d = P_c\left(1 - \frac{A_p}{A_b}\right) + P_t\left(\frac{A_p}{A_b}\right) \dots\dots\dots (9)$$

Apabila perbandingan luas port terhadap luas bellow efektif ( $A_p/A_b$ ) sama dengan R, maka :

$$P_d = P_c(1 - R) + P_t(R)$$

$$P_c = \frac{P_d - P_t(R)}{(1 - R)} \dots\dots\dots (10)$$

Dimana :

$$P_c = P_vo$$

tekanan gas dalam casing pada saat valve akan terbuka atau tekanan casing yang diperlukan untuk membuka valve pada suatu kedalaman sumur.

$$\frac{P_t R}{1 - R} = \text{tubing effect (TE)}$$

$$\frac{R}{1 - R} = \text{Faktor tubing effect (TEF)}$$

Faktor *tubing effect* ini bisa diperoleh dari pabrik pembuat katup.

Pada saat katup terbuka akan mulai tertutup :

Maka gaya-gaya yang bekerja sekitar lubang tempat lalunya gas injeksi (*port*) adalah sebagai berikut :

$$\text{Gaya untuk menutup} \quad : \quad F_c = P_d(A_b) \dots\dots\dots (11)$$

$$\text{Gaya untuk membuka} \quad : \quad F_o = P_c(A_b - A_p) + P_t(A_p) \dots\dots (12)$$

$$F_c = F_o$$

$$Pd(Ab) = Pc(Ab - Ap) + Pc(Ap)$$

$$Pd(Ab) = Pc(Ab)$$

$$Pd = Pc \dots\dots\dots (13)$$

Dimana :

Pc sering disebut Pvc = tekanan gas di dalam casing saat akan tertutup (untuk menutup valve).

Spread ( $\Delta P$ ) yaitu perbedaan antara tekanan gas yang diperlukan pada saat valve akan terbuka dan akan tertutup.

$$\begin{aligned} \text{Spread} &= Pvo - Pvc \\ &= \frac{Pd - (Pt.R)}{1 - R} - Pd \\ &= \frac{(Pd - PtR - Pd) + (Pd.R)}{1 - R} \\ &= \frac{R}{1 - R} (Pd - Pt) \end{aligned}$$

$$\text{Spread} = TEF(Pd - Pt)$$

Spread dapat dipakai pada *continuous gas lift*, tetapi sangat berguna untuk *intermittent gas lift* karena *spread* mengatur jumlah minimum gas yang diinjeksikan untuk setiap *cycle* penginjeksian gas.

Jika injeksi gas permukaan dihentikan setelah katup terbuka, tekanan pada annulus harus dibuang hingga mencapai tekanan tutup katup (Pvc). Gas tersebut dibuang lewat *port valve* yang terdapat pada katup *gas lift*.

Besarnya *spread* dan volume gas di annulus mempengaruhi jumlah gas yang diinjeksikan selama gas terbuang lewat *port valve*, mungkin jumlah gas yang diinjeksikan lebih besar dari yang dibutuhkan untuk mengangkat minyak, seperti pada jenis *intermittent gas lift*, *spread* pada katup harus diset

sedemikian rupa hingga jumlah gas yang diinjeksikan lebih rendah dari kebutuhan minimum untuk menggerakkan slug cairan minyak ke permukaan.

Setelah tekanan buka dan tutup katup ditentukan dalam perencanaan kemudian siapkan katup untuk diisi dengan gas nitrogen hingga mencapai tekanan yang telah ditentukan sesuai dengan tekanan buka di dalam sumur.

Semua dilakukan di permukaan/*Work Shop*, hingga tekanan setting tersebut dikatakan "*Test Rack Opening Pressure*" atau biasa disingkat PTRO. Tekanan gas di dalam *dome* dengan volume yang tetap akan naik bila temperature naik dan tekanan akan turun bila temperature turun.

Tekanan PTRO ini akan berbeda dengan tekanan buka katup di dalam sumur karena adanya pengaruh temperature. Tekanan buka katup di set pada temperature standart (60°F).

Karena selama pengesetan di *work shop* tekanan tubing dianggap nol, maka tekanan setting pada *dome* menjadi :

$$P_c = \frac{P_d - P_t.R}{1 - R}$$

$$P_t = 0$$

$$P_c = \frac{P_d}{1 - R} \dots\dots\dots (14)$$

Kemudian temperature setting standart di *work shop* dibuat standart 60°F atau 80°F, sehingga :

$$P_c = \frac{P_d @ 60^\circ F}{1 - R} \text{ atau } P_{tro} = \frac{P_d @ 60^\circ F}{1 - R} \dots\dots\dots (15)$$

b. *Unbalance Pressure Valve* dengan *Dome* dan *Spring* Sebagai *Loading Element*

Jenis ini disebut katup *dobel element* (*double element valve*) karena mempunyai dua *element*, yaitu *spring* dan *pressure charged dome* (Gambar 4)

Tekanan buka katup pada kondisi operasi

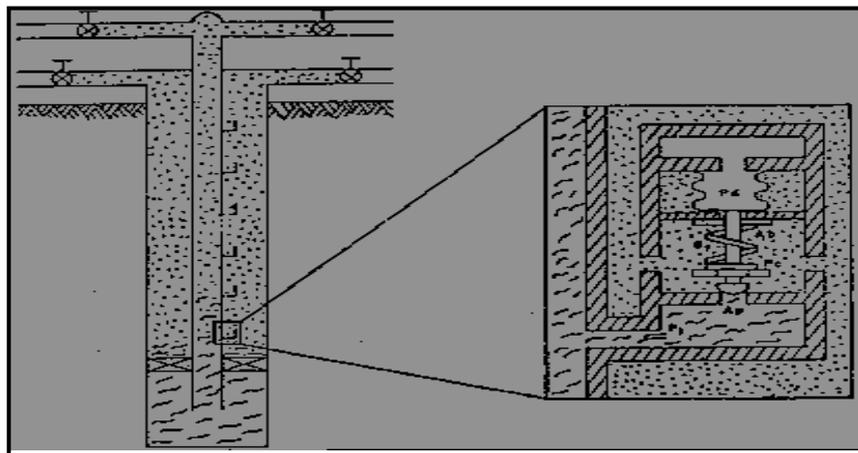
Pada keadaan ini gaya yang mencoba membuka katup sama dengan gaya yang mencoba menahan agar katup tetap tertutup.

$$F_c = F_o$$

Dimana :

$F_o$  = gaya yang mendorong agar bola membuka dari seat

$F_c$  = gaya yang berusaha mempertahankan agar bola tetap pada tempatnya



Gambar 4. *Unbalance Bellow Valve dengan Pressure Charge Dome dan Spring sebagai Loading Element*

Gaya yang menahan agar katup tetap menutup

$$F_c = P_d(A_b) + S_t(A_b - A_p) \dots\dots\dots (16)$$

Gaya yang berusaha membuka katup :

$$F_o = P_{vo}(A_b - A_p) + P_t(A_p) \dots\dots\dots (17)$$

$F_c = F_o$  , maka :

$$P_d(A_b) + S_t(A_b - A_p) = P_{vo}(A_b - A_p) + P_t(A_p)$$

St = tekanan ekivalen yang disebabkan oleh *spring tension*

$$P_{vo}(1 - \frac{A_p}{A_b}) + P_t(\frac{A_p}{A_b}) = P_d + St(1 - \frac{A_p}{A_b})$$

Apabila perbandingan luas port terhadap luas *bellow* efektif ( $A_p/A_b$ ) sama dengan R, maka :

$$P_{vo}(1 - R) + P_t R = P_d + St(1 - R)$$

$$P_{vo} = \frac{P_d}{1 - R} + St - \frac{P_t(R)}{(1 - R)} \dots\dots\dots (18)$$

Jika loading element hanya *spring* :

$$P_{vo} = St - \frac{P_t(R)}{(1 - R)} \dots\dots\dots (19)$$

Tekanan tutup katup pada kondisi operasi

Sebelum katup menutup, maka :

$$F_c = F_o$$

Gaya yang berusaha menutup katup ;

$$F_c = P_d(A_b) + St(A_b - A_p) \dots\dots\dots (20)$$

Gaya yang berusaha membuka katup :

$$F_o = P_c(A_b - A_p) + P_c(A_p) \dots\dots\dots (21)$$

( $P_c$  telah mengganti  $P_t$ )

$$F_o = F_c, \text{ maka :}$$

$$P_c(A_b - A_p) + P_c(A_p) = P_d(A_b) + St(A_b - A_p)$$

$$P_c(A_b) = P_d(A_b) + St(A_b - A_p)$$

Ganti  $P_c$  dengan  $P_{vc}$  :

$$P_{vc} = P_d + St\left(1 - \frac{A_p}{A_b}\right)$$

$$P_{vc} = P_d + St(1 - R) \dots\dots\dots (22)$$

$$\text{Spread } (\Delta P) = P_{vo} - P_{vc}$$

$$\Delta P = \left[ \frac{P_d}{1-R} + St - \frac{Pt(R)}{(1-R)} \right] - [P_d + St(1-R)]$$

$$\Delta P = \left[ \frac{R}{1-R} \right] [P_d + St(1-R) - Pt] \dots\dots\dots (23)$$

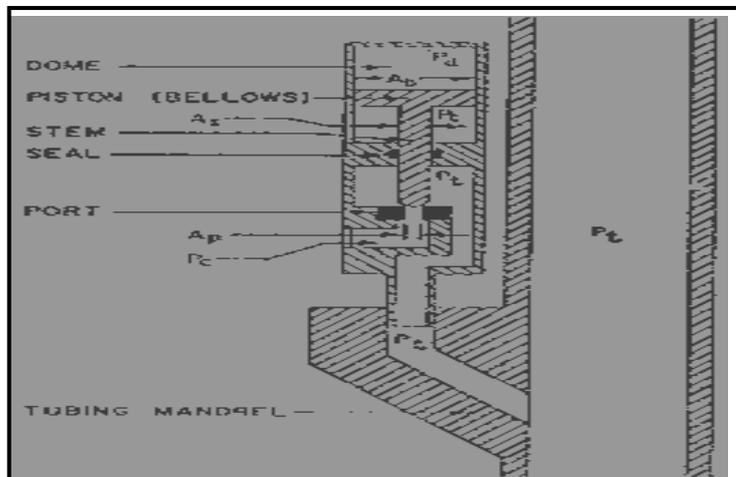
Atau

$$\Delta P = (TEF)[P_d + St(1-R) - Pt] \dots\dots\dots (24)$$

Jika tidak ada *spring* ( $St = 0$ ), maka rumus *spread* ( $\Delta P$ ) akan sama dengan *spread* pada *single element pressure charge valve*

c. *Balance Pressure Valve*

*Balance Pressure Valve* tidak dipengaruhi oleh tekanan fluida di dalam tubing. Katup ini terbuka dan tertutup pada tekanan yang sama. Misalnya *dome charge* mempunyai tekanan 700 psig maka tekanan buka dan tutup 700 psig dan jika ada tekanan tubing sebesar 400 psig maka tekanan *tubing* ini tidak ada pengaruhnya terhadap tekanan buka dan tutup *valve* ini, yaitu sebesar 700 psig. Oleh karena itu *valve* ini tidak mempunyai *spread*. (Gambar 5)



Gambar 5 *Balance Casing Pressure Operated Valve*

d. *Pilot Valve*

Katup pilot dibuat untuk keperluan *intermittent gas lift*, dimana diperlukan ukuran *port* (lubang katup) yang besar karena volume injeksi gas yang diperlukan besar

2. *Fluid operated valve*

*Valve* ini bekerja karena tekanan fluida dalam *tubing*. Dalam posisi tertutup, *valve* ini memiliki sensitifitas untuk tekanan casing 50% – 100% terhadap tekanan dalam *tubing*, dan dalam posisi terbuka memiliki sensitifitas 100% terhadap tekanan dalam *tubing*. Hal ini berarti *valve* akan membuka bila tekanan dalam *tubing* naik dan *valve* akan menutup bila tekanan dalam *tubing* menurun.

3. *Throttling pressure valve*

*Valve* ini disebut juga *valve* proporsional atau *valve* aliran kontinyu. Dalam posisi tertutup *valve* ini sama dengan *pressure valve* (*valve* tekanan), tetapi bila dalam terbuka *valve* ini sensitif terhadap tekanan dalam *tubing*. Berarti untuk membuka *valve* diperlukan tekanan dalam casing dan untuk menutup *valve* diperlukan penurunan tekanan dalam *tubing* atau casing.

4. *Combination valve*

*Valve* jenis ini disebut juga dengan *fluid open-pressure closed valve*, dimana untuk membukanya diperlukan penambahan tekanan fluida dan untuk menutup *valve* jenis ini diperlukan pengurangan tekanan casing atau tekanan *tubing*.

### **C.3.E. SUMUR GAS LIFT BERDASARKAN INSTALASINYA**

Berdasarkan instalasinya maka sumur *gas lift* dibedakan menjadi tiga yaitu :

1. *Open installation*
2. *Semi closed installation*
3. *Closed installation*

1. *Open Instalation*

Adalah instalasi sumur *gas lift* dimana instalasi tersebut tidak dilengkapi dengan *packer* dan *standing valve*, sehingga tekanan injeksi akan

berpengaruh langsung terhadap formasi. Instalasi jenis ini umumnya digunakan pada sumur *gas lift* dengan system injeksi yang *continuous flow*.

### 2. *Semi Closed Instalation*

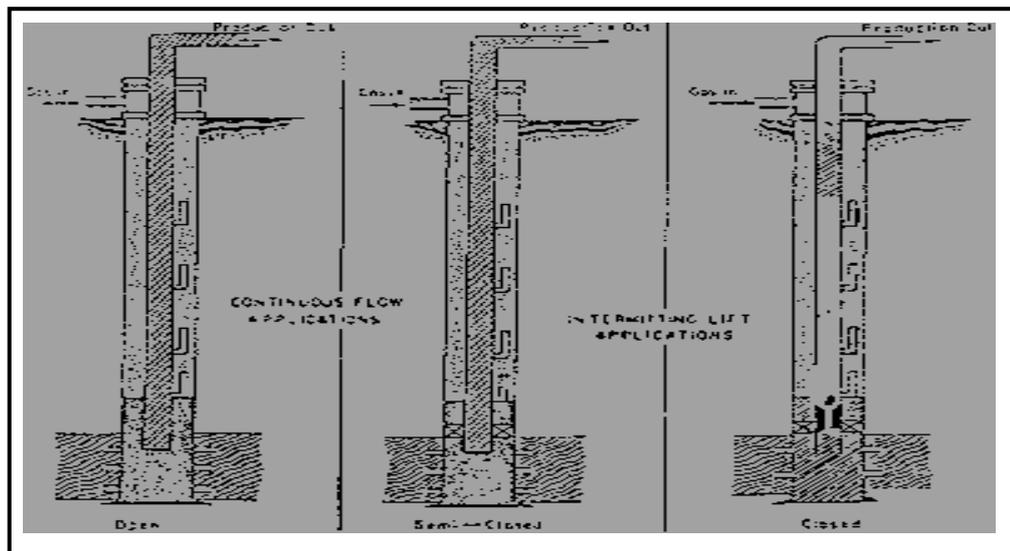
Adalah instalasi sumur *gas lift* yang instalasinya telah dilengkapi dengan *packer*, tetapi tanpa *standing valve*, instalasi ini umumnya digunakan untuk sumur *gas lift* dengan sistem gas injeksi yang *continuous* maupun yang *intermittent flow*.

Adapun fungsi *packer* pada instalasi ini adalah :

- Menghilangkan pengaruh tekanan langsung dari gas injeksi terhadap formasi
- Pada saat gas injeksi ditutup karena alasan tertentu cairan dari formasi tidak mengisi kolom cairan.

### 3. *Closed Instalation*

Adalah instalasi sumur *gas lift* yang telah dilengkapi *packer* dan *standing valve* pada rangkaian tubing di bawah *operating gas lift valve*. Instalasi ini akan efektif bila digunakan untuk sumur *gas lift* dengan sistem injeksi yang *intermittent flow*. Adapun fungsi *standing valve* adalah untuk menahan tekanan balik dari kolom fluida apabila tekanan tersebut lebih besar dari tekanan dasar sumur.



Gambar 6 Tipe Instalasi Gas Lift

## C.3.F. SUMUR GAS LIFT MENURUT ALIRAN PRODUKSINYA

### 1. *Tubing Flow*

Pada keadaan normal atau standar, *tubing flow* akan dipilih untuk dilakukan, dimana gas diinjeksikan melalui *casing* dan laju alir produksi dari dasar sumur ke permukaan melalui *tubing*. Pemeliharaan ini berlaku apabila laju alir produksi dari sumur tersebut masih dalam range diameter *tubing* yang tersedia di lapangan tersebut.

### 2. *Casing Flow*

Apabila laju alir produksi lebih besar dari batasan diameter *tubing* yang ada, maka sumur diproduksi dengan cara menginjeksikan gas bertekanan tinggi ke dalam *tubing*, sedangkan laju alir produksi dari dasar sumur ke permukaan mengalir melalui *casing* (annulus).

## **C.3.G. MEKANIKA KATUP SEMBUR BUATAN**

Pada operasi sumur sembur alam, peralatan utama yang menentukan jumlah gas yang masuk dari annulus ke dalam *tubing* adalah katup sembur buatan. Katup ini membuka dan menutup secara mekanis dan operasinya dipengaruhi oleh tekanan injeksi gas, tekanan *tubing*, tekanan *dome*, dan geometri peralatan dalam katup. Pembukaan dan penutupan harus dilakukan seteliti mungkin, terutama untuk katup-katup *unloading*. Sehingga secara keseluruhan akan dapat dihasilkan operasi sembur buatan yang berhasil. Urutan proses *unloading* dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

Pada gambar menunjukkan proses *unloading* dari katup sembur buatan kontinyu yang dilengkapi dengan 4 buah katup. Fungsi katup-katup tersebut adalah

- a. Katup *unloading*, yang berfungsi sebagai jalan masuk gas dari annulus ke *tubing*, untuk mendorong cairan yang semula digunakan untuk mematikan sumur.
- b. Katup operasi, yang berfungsi sebagai jalan masuk gas dari annulus ke *tubing*, untuk mendorong fluida reservoir ke permukaan.
- c. Katup tambahan (kalau ada), yang berfungsi sebagai katup operasi apabila tekanan static turun.

Pada tahap pertama, injeksi gas akan mengaktifkan katup-katup *unloading*. Sehingga cairan untuk mematikan sumur terangkat ke permukaan dan permukaan cairan dalam annulus akan turun.

Pada tahap selanjutnya, setelah semua katup unloading secara bergantian terbuka, permukaan cairan dalam annulus akan mencapai katup operasi. Katup operasi akan terbuka selama injeksi dan gas injeksi akan masuk ke dalam tubing secara kontinyu. Hal ini dapat terjadi apabila tekanan injeksi gas (dalam annulus) lebih besar dari tekanan aliran dalam tubing. Oleh karena itu, letak katup operasi ditempatkan pada suatu kedalaman, sehingga tekanan aliran dalam tubing lebih kecil dari tekanan injeksi gas di annulus. Penempatan katup operasi ini ditentukan dari titik keseimbangan yaitu titik dimana tekanan aliran di tubing sama dengan tekanan injeksi gas di annulus, setelah dikurangi dengan tekanan diferensial sebesar 50-100 psi.

### **C.3.H. EVALUASI SUMUR SEBELUM PERENCANAAN GAS LIFT**

#### **1. Data Sumur Yang Diperlukan**

Pengkajian sumur sebelum pemasangan *gas lift* merupakan tahapan yang penting untuk suatu perencanaan *gas lift*. Pengkajian ini menyangkut sejarah sumur dari awal sumur mulai diproduksi beserta sifat-sifat sumur tersebut hingga saat sumur direncanakan akan dilakukan metoda pengangkatan buatan dengan *gas lift*. Proses perencanaan *gas lift* menyangkut beberapa hal pokok, diantaranya :

1. Pemilihan jenis *valve*
2. Penentuan spasi *valve*
3. Penentuan tekanan kerja *valve*
4. Ukuran tempat port tempat gas lewat sesuai dengan jumlah gas harus diinjeksikan.

Ada beberapa parameter yang harus ditentukan lebih dahulu, diantaranya adalah berapa besarnya produksi yang diharapkan bila sumur ini dilakukan *gas lift*, dengan GLR berapa sumur tersebut akan diproduksi.

#### **2. Informasi-informasi yang diperlukan**

1. Sejarah produksi

Sejarah produksi sumur yang harus dilihat adalah : bagaimana ulah produksinya, apakah turunnya produksi disertai dengan kenaikan air, penurunan tekanan atau penurunan GLR

2. Tekanan dasar sumur

Tekanan dasar sumur statik sebaiknya dapat ditentukan, bila tidak tersedia maka bisa dipakai tekanan dasar sumur dari sumur lain yang mempunyai formasi produktif yang sama.

3. Kedalaman *perforasi / zone produktif*

Kedalaman ini diperlukan pada saat perencanaan dilakukan mengingat semua parameter tergantung sekali dari kedalaman.

4. Tekanan balik dipermukaan

Tekanan balik dipermukaan sebagai akibat dari tekanan pada separator, sistim perpipaan dan alat-alat lainnya yang terpasang akan berpengaruh terhadap besarnya produksi.

5. Tekanan injeksi dan jumlah gas yang tersedia

Parameter ini yang sangat penting karena ini merupakan tenaga yang kita berikan kepada sumur ini agar bisa membantu mengangkat fluida kepermukaan. Besarnya tekanan gas ini mempengaruhi sampai kedalaman berapa gas bisa diinjeksikan, karena pada dasarnya semakin dalam gas bisa diinjeksikan semakin besar produksi bisa diharapkan.

6. Ukuran *tubing*

Ukuran tubing diperlukan karena selain setiap ukuran tubing mempunyai kapasitas produksi maksimum yang berlainan, juga ukuran *tubing* ini diperlukan untuk pemilihan *curva gradient* aliran *vertical* pada saat membuat perencanaan *gas lift* secara diagram.

### **C.3.I. KEUNTUNGAN DAN KERUGIAN SUMUR GAS LIFT**

#### **1. Keuntungan Sumur Gas Lift**

- a. Biaya peralatan dan perawatan yang lebih murah dibandingkan dengan metode pengangkatan buatan lainnya.
- b. System dapat didesign untuk berbagai laju aliran
- c. Dapat dipakai pada seluruh kondisi jenis sumur (sumur tegak, miring, mupun dalam)
- d. Flexibilitas tinggi
- e. Waktu operasi panjang karena tidak ada alat yang bergerak
- f. Biaya operasi rendah
- g. Laju produksi dapat dikontrol dipermukaan.

#### **2. Kerugian Sumur Gas Lift**

- a. Investasi awal cukup besar, terutama bila harus memakai kompresor

- b. Bila gas yang dipakai bersifat korosif, maka dibutuhkan unit penetral
- c. Sukar dioperasikan apabila permukaan cairan di dalam *tubing* sudah rendah
- d. Pada *dual completion* dengan jarak zona yang jauh dan diameter *casing* kecil

### C.3.J. TROUBLESHOOTING

#### *Troubleshooting*

##### *Gas Lift*

Kondisi	Indikasi	Kemungkinan penyebab	Tindakan perbaikan	Catatan
<i>Not pumping</i> atau <i>stop flowing</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak ada fluida yang keluar</li> <li>• <i>Zero separator incoming pressure</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Fluid not support</i></li> <li>• Suplai gas tidak ada atau berkurang</li> <li>• Tekanan gas yang masuk lebih rendah dari tekanan <i>hyrostatic</i> dalam rangkaian pipa</li> <li>• Proses pemisahan antara gas dengan liquid di <i>separator</i> tidak sempurna hingga suplai gas ke sumur berkurang</li> <li>• <i>Regulator</i> dan <i>gas lift valve</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perbaiki system pada <i>separator</i></li> <li>• Injeksikan gas dari sumber lain</li> <li>• Ganti <i>regulator valve</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cabut seluruh rangkaian <i>gas lift</i> untuk mengganti <i>gas lift valve</i></li> </ul>

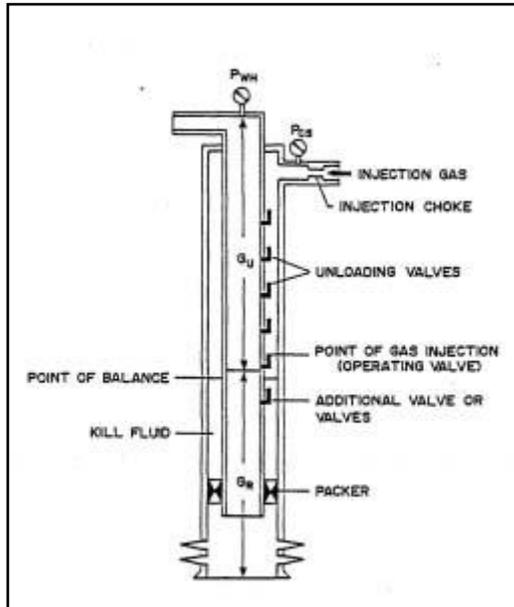
		tidak bekerja		
<i>Low production</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Separator incoming pressure sangat rendah</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluida dari <i>reservoir</i> berkurang</li> <li>• Suplai gas yang masuk kedalam <i>casing</i> berkurang</li> <li>• <i>Efisiensi regulator dan gas lift valve</i> berkurang</li> <li>• Rangkaian pipa bocor</li> <li>• <i>Packer</i> bocor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perbaiki <i>system pemisahan liquid</i> dengan gas pada <i>separator</i></li> <li>• Periksa suplai gas dari sumber lain</li> <li>• Tukar <i>regulator valve</i></li> <li>• Uji tekan rangkaian pipa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cabut dan ganti rangkaian <i>gas lift valve</i> dan <i>packer</i></li> <li>• Perkecil ukuran rangkaian pipa</li> </ul>

### **C.3.K. TIPE GAS LIFT**

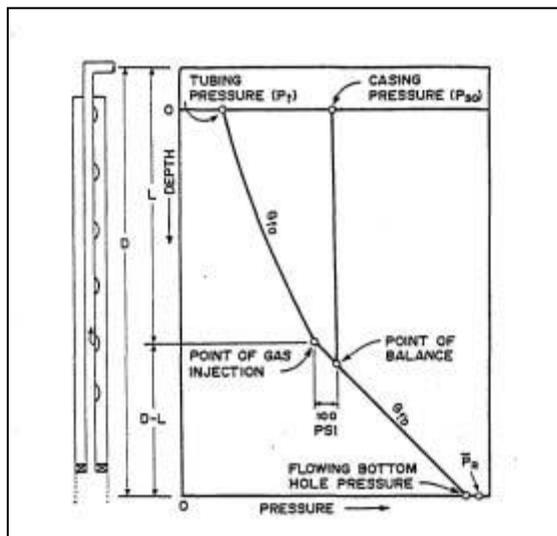
Ada dua cara pengangkatan buatan dengan metode *gas lift*, yaitu penginjeksian secara kontinyu (*continuous flow gas lift*) dan penginjeksian terputus-putus (*intermittent flow gas lift*)

#### **A. Continuous Gas Lift**

*Continuous gas lift* merupakan proses pengangkatan fluida dari suatu sumur dengan menginjeksikan gas bertekanan yang relatif tinggi secara terus menerus ke dalam *tubing*, dengan maksud untuk meringankan kolom cairan yang ada dalam *tubing* tersebut. Karena penginjeksian gas dilakukan terus menerus, maka memerlukan kesinambungan aliran minyak dari formasi ke dalam sumur dengan laju yang cukup tinggi.



Gambar 7. Instalasi sumur sembur buatan *countiuous*



Gambar 8 Diagram kedalaman tekanan untuk perencanaan sumur sembur *Countiuous*

### B. Perencanaan *Continuous Gas Lift*

Apabila dapat diperkirakan *gradient* tekanan aliran rata-rata di bawah dan di atas titik injeksi, maka  $P_{wf}$  dapat dihitung dengan persamaan :

$$P_{wf} = P_t + G_{fa} L + G_{fb} (D - L) \dots\dots\dots (25)$$

Dimana :

$P_{wf}$  = tekanan alir dasar sumur, psi

- Pt = tekanan pada *well head*, psi
- Gfa = gradient tekanan rata-rata di atas titik injeksi, psi/ft
- Gfb = gradient tekanan rata-rata di bawah titik injeksi, psi/ft
- L = kedalaman titik injeksi, ft
- D = kedalaman total sumur, ft

Dengan demikian tujuan daripada perencanaan *gas lift* ini adalah menentukan Pwf yang diperlukan supaya sumur dapat memproduksi dengan rate yang diinginkan, yaitu dengan cara menginjeksikan gas pada suatu kedalaman tertentu ke dalam *tubing* sehingga Pwf dapat dicapai.

Prosedur perencanaan *continuous gas lift* meliputi : penentuan titik injeksi, spasi katup, jumlah gas yang diinjeksikan dan tekanan operasi *valve* sebelum *valve* di pasang.

**a. Penentuan Titik Injeksi**

Pada dasarnya makin besar tekanan gas yang diinjeksikan akan makin dalam pula letak titik injeksinya, makin dalam titik injeksi akan memperbesar tekanan *drawdown* dengan demikian laju produksi akan makin besar.

Titik perpotongan antara garis gradient tekanan alir dasar sumur di bawah titik injeksi dengan garis gradient tekanan gas injeksi di atas titik injeksi merupakan titik keseimbangan, artinya tekanan di dalam tubing dan annulus adalah sama (tidak terjadi aliran), agar terjadi aliran dari annulus ke dalam tubing, maka titik keseimbangan harus dikurangi tekanannya (sekitar 100 psi). titik potong hasil perpotongan ini merupakan titik injeksi ( lihat Gambar 9 )

Prosedur penentuan letak titik injeksi secara grafis dapat dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

1. Plot kedalaman vs tekanan pada kertas grafik, dimana kedalaman pada sumbu ordinat dan tekanan pada sumbu absis.
2. Plot tekanan statis dasar sumur (SBHP) pada kedalaman sumur.
3. Tentukan besarnya tekanan *drawdown* yang diperlukan untuk memproduksi laju produksi yang diinginkan.

$$\Delta P = \frac{ql}{PI} \dots\dots\dots(26)$$

4. Tentukan tekanan alir dasar sumur ( $P_{wf}$ ) dengan cara mengurangi SBHP dengan tekanan *drawdown*.

$$P_{wf} = P_r - \Delta P \dots\dots\dots(27)$$

5. Plot  $P_{wf}$  pada kedalaman sumur.

6. Dari titik  $P_{wf}$  pada kedalaman sumur, plot gradien tekanan alir di bawah titik injeksi ke arah atas. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan kurva gradien tekanan alir yang sesuai dengan GLRf (kurva pressure traverse). Apabila dalam reservoir ditemukan adanya *water cut*, maka GLRf dapat dicari dengan menggunakan rumus, yaitu :

$$GLRf = (1 - watercut)GOR \dots\dots\dots(28)$$

7. Plot titik tekanan *kick off* ( $P_{ko}$ ) dimana  $P_{ko}$  yang besarnya 50 psi lebih rendah dari tekanan *kick off* yang tersedia ( $P_{ko} = P_{ko} - 50$ ) dan tekanan operasi ( $P_{so}$ ) yang besarnya 100 psi lebih rendah dari tekanan operasi yang tersedia ( $P_{so} = P_{so} - 100$ ) pada kedalaman 0 (di permukaan)

8. Hitung tekanan gas ( $P_x$ ) pada kedalaman (X ft), yaitu :

$$P_x = P_{so} + XG_g \dots\dots\dots(29)$$

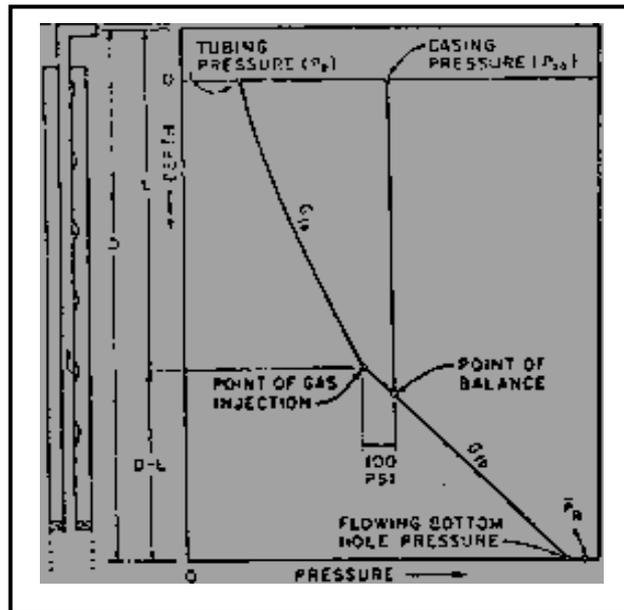
9. Plot titik ( $P_x, X$ )

10. Dari titik  $P_{so}$ , tarik garis ke bawah sampai memotong garis gradient tekanan alir di bawah titik injeksi dengan memperhitungkan gradien gas injeksi. Gradien gas injeksi dapat diperoleh dengan menggunakan *Weight of Gas Column Chart* (Gambar 4.9 dan Gambar 4.10) Titik potong ini merupakan titik keseimbangan antara tekanan tubing dan annulus atau *Point of Balance* (POB)

11. Tentukan *Point of Injection* (POI) yang besarnya 100 psi lebih kecil dari POB ( $POI = POB - 100$  psi) pada kurva gradient tekanan alir.

12. Plot tekanan kepala sumur ( $P_{wh}$ ) pada kedalaman 0 (di permukaan)

13. Dari titik  $P_{wh}$ , plot gradient tekanan alir di atas titik injeksi dengan menghubungkan POI dengan  $P_{wf}$ . Dengan menggunakan kurva gradient tekanan alir yang sesuai, kurva ini akan menunjukkan perbandingan gas cairan (GLR) total.



Gambar 9. Ilustrasi Penentuan Letak Titik Injeksi

#### b. Penentuan Jumlah Gas Injeksi

Syarat utama yang harus dipenuhi gas injeksi adalah jumlahnya tersedia cukup selama proses penginjeksian berlangsung, kemudian tekanannya harus mampu sampai ke *operating valve* sesuai dengan yang direncanakan. Sedangkan sumber gas yang baik untuk *gas lift* adalah bila gasnya cukup kering. Gas kering yang tidak mengandung cairan hidrokarbon serta air akan mengurangi masalah-masalah operasional seperti korosi.

Jika sumber gas dari sumur gas atau separator yang digunakan, maka diperlukan serangkaian proses seperti *compression* maupun *dehydration*. Gas yang mengandung *Carbon Dioxide* (CO<sub>2</sub>) atau *Hydrogen Sulfide* (H<sub>2</sub>S) dapat menimbulkan masalah seperti korosi, karena itu kedua impurities tersebut sedapat mungkin dihilangkan agar tidak mengganggu operasi *gas lift*, seperti berkaratnya valve yang menyebabkan valve gas tidak bisa masuk dan bercampur dengan fluida di dalam tubing. Jumlah gas injeksi yang diperlukan tergantung dari tersedianya gas dalam jumlah terbatas atau tidak terbatas.

Besarnya jumlah gas injeksi untuk masing-masing sumur dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$q_{gi} = GLR_{optimum} \times q_{t\max} \quad \text{atau} \quad q_{gi} = (GLR_t - GLR_f) \times q_{t\max} \dots\dots\dots (30)$$

Dimana :

- $q_{gi}$  = laju injeksi gas, scf/day
- $q_{t\max}$  = laju produksi total maksimum, stb/day
- $GLR_{optimum}$  = gas liquid ratio, scf/stb
- $GLR_t$  = gas liquid ratio total, scf/stb
- $GLR_f$  = gas liquid ratio formasi, scf/stb

Koreksi  $q_{gi}$  pada temperature titik injeksi :

$$q_{gi} = q_{gi} \times correction \dots\dots\dots(31)$$

$$Correction = 0.0544 \sqrt{Sgi(Tpoi)} \dots\dots\dots(32)$$

$$Tpoi = \left\{ Ts + \frac{Tb - Ts}{D} POI \right\} + 460 \dots\dots\dots(33)$$

Dimana :

- $Sgi$  = *specific gravity* gas injeksi
- $Tpoi$  = temperature pada titik injeksi, °R

**c. Penentuan Spasi Valve**

Spasi valve gas lift dimaksudkan sebagai letak dari beberapa *unloading valve*, yaitu katup yang berfungsi untuk mengeluarkan *kill fluid* yang ada dalam annulus pada waktu dilakukan injeksi. Untuk kondisi normal, katup ini akan tertutup di bawah kondisi produksi hingga hanya katub operasi yang terletak pada kedalaman titik injeksi yang terbuka.

Proses *unloading valve* terdiri dari dua bagian, yaitu penentuan kedalaman yang diperlukan untuk tiap katub dan perhitungan setting tekanan yang diperlukan oleh tiap katub (dilakukan di permukaan sebelum katup tersebut dimasukan ke dalam sumur). Spasi katup dan setting dan setting tekanan harus dapat memenuhi dua hal, yaitu :

- a. Dapat mengalirkan fluida dari annulus masuk ke dalam *tubing* hingga mencapai kedalaman katub operasi atau titik injeksi dengan tekanan injeksi yang tersedia

- b. Dapat membuka salah satu katup di bawah kondisi produksi tanpa membuka katup di atasnya

Prosedur penentuan spasi katup secara grafis dapat dilakukan dengan menggunakan kurva penentuan titik injeksi, adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Gambarkan garis tekanan *tubing*, yaitu :
  - Hitung  $P_{t1} = P_{wh} + 0.2 (P_{so}) \dots\dots\dots(34)$
  - $P_{t2} = P_{wh} + 200 \dots\dots\dots(35)$
  - Pilih diantara harga  $P_{t1}$  dan  $P_{t2}$  yang terbesar
2. Buat garis perencanaan tekanan tubing yang didapatkan dengan menarik garis dengan POI.
3. Tarik garis *Kill Fluid Gradient* dari  $P_{wh}$  sebesar 0.4 – 0.5 psi/ft hingga memotong garis injeksi gas ( $P_{ko}$ ), dimana  $P_{ko} = P_{ko} - 50$ . Titik ini merupakan kedalaman valve pertama ( $Dv1$ ) atau valve yang paling atas.
4. Untuk menentukan kedalaman valve kedua (2), (3),...dst, dapat dilakukan beberapa cara, diantaranya :
  - a. *Surface Opening Pressure* ( $P_{so}$ ) tetap
  - b. *Surface Opening Pressure* ( $so$ ) berkurang 25 psi untuk setiap valve.
- a. Penentuan kedalaman valve dengan  $P_{so}$  tetap
  1. Tarik garis horizontal dari  $Dv1$  hingga memotong garis perencanaan tubing.
  2. Dari perpotongan garis perencanaan tubing dengan garis horizontal, tarik garis sejajar dengan garis *Kill Fluid Gradient* sebesar 0.4 – 0.5 psi/ ft hingga memotong garis  $P_{so}$ . Titik potong tersebut merupakan kedalaman valve 2 ( $Dv2$ ).
  3. Lakukan langkah 1 dan 2 untuk  $Dv3$ ,  $Dv4$ ,...dst sampai pada kedalaman katup yang lebih dalam dari titik injeksi (POI), sehingga diperoleh :
    - valve (1).....ft
    - valve (2).....ft
    - valve (3).....ft
    - dan seterusnya

- b. Penentuan kedalaman valve dengan Pso berkurang 25 psi
1. Tarik garis horizontal Dv1 hingga memotong garis perencanaan tekanan tubing.
  2. Dari perpotongan garis perencanaan tekanan tubing dengan garis horizontal, tarik garis sejajar dengan garis *Kill Fluid Gradient* sebesar 0.4 – 0.5 psi/ ft hingga memotong garis injeksi 25 psi lebih rendah dari garis Pko (Pso1). Titik potong tersebut merupakan kedalaman valve 2 (Dv2).
  3. Ulangi langkah langkah tersebut di atas untuk menentukan Dv3, Dv4, dst sampai pada kedalaman katup yang lebih dalam dari titik injeksi (POI)

Dari langkah tersebut diatas, kita peroleh sebagai berikut :

Valve no.	Kedalaman	Pso
1	Dv1	Pko
2	Dv2	Pko – 25
3	Dv3	Pko – 50

Dimana Pko = Pko - 50

Sedangkan penentuan spasi katup secara analitis dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$Dv1 = \frac{Pko - Pwh}{Gs}$$

$$Dv2, v3... = Dv1, v2... + \frac{Pso1, so2.... - Pwh - Dv1, v2...(Gu)}{Gs} \dots\dots\dots (36)$$

Dimana :

- Dv1, v2... = kedalaman katup 1, 2, dst, ft
- Pso1, Pso2... = tekanan buka permukaan 1, 2, dst, psi
- Pwh = tekanan kepala sumur, psi
- Gs = gradient kill fluid, psi/ft
- Gu = gradient unloading, psi/ft

**d. Penentuan Tekanan Buka Valve**

Penentuan ukuran port dan tekanan buka katup dilakukan denagn langkah – langkah sebagai berikut :

1. Siapkan data penujung seperti pada penentuan letak kedalaman katup.

2. Di bagian atas kanan pada grafik penentuan spasi katup buat skala temperature pada sumbu tekanan dan plot titik (Ts,0) dan (Td,D) dan hubungkan titik tersebut.
3. Pada setiap katup yang didapat, baca :
  - a. Kedalaman katup (Dv)
  - b. Tentukan tekanan gas injeksi dalam casing (Pvo), yaitu :
    - Untuk katup pertama Pvo1 dibaca dari garis gradient gas yang dibuat mulai dari (Pko,0), sesuai dengan Dv1
    - Untuk katup-katup berikutnya Pvo2 dst dibaca dari garis gradient gas yang dibuat dari (Pso,0) sesuai dengan Dv2 dst.
  - c. Tekanan *tubing* (Pt) dibaca dari penentuan garis tekanan tubing.
  - d. Temperatur (Tv) dibaca pada garis gradient temperature berturut-turut Tv1, Tv2, dst sesuai dengan kedalaman masing-masing katup Dv1, Dv2, dst.

Cara menggunakan grafik tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Mulai dari Pvo (*Upstream Pressure*) dibuat garis tegak sampai memotong garis Pt (*DownStream Pressure*).
  - b. Dari titik potong ini buat garis mendatar ke kiri.
  - c. Pada sumbu *Gas Throughput* (q<sub>gi</sub>), plot q<sub>gi</sub> koreksi ke bawah sampai berpotongan dengan garis dari langkah 4b.
  - d. Ukuran *port* yang dipilih adalah titik potong dari langkah 4c. apabila tidak tepat pada garis yang tersedia, tentukan ukuran *port* berdasarkan garis terdekat.
1. Berdasarkan diameter luar tubing dan diameter dalam casing, pilih ukuran katup. Ukuran yang tersedia adalah 1 dan 1.5 in.
  2. Berdasarkan ukuran *port* dan ukuran katup, tentukan harga R dan 1 – R untuk setiap katup, menurut persamaan :

$$R = \frac{Ap}{Ab} \dots\dots\dots(37)$$

dimana :

$$\begin{aligned}
 Ap &= \text{luas port, in}^2 \\
 &= \frac{\pi(d^2)}{4}, \text{ d = ukuran port, in} \\
 Ab &= \text{luas bellow, in}^2
 \end{aligned}$$

Untuk katup 1 in,  $A_b = 0.32 \text{ in}^2$

Untuk katup 1.5 in,  $A_b = 0.77 \text{ in}^2$

3. Tentukan tekanan tutup valve pada lokasi kedalaman valve Pvc, dimana Pvc sama dengan tekanan *dome valve* ( $P_d$ ), atau bisa dihitung :

$$P_d = P_{vc} = P_{vo}(1 - R) + P_t R \dots\dots\dots(38)$$

4. Tentukan tekanan *dome* ( $p_d$ ) untuk setiap valve pada temperature  $60^\circ\text{F}$ , menurut persamaan :

$$P_d @ 60 = C_t(P_d) \dots\dots\dots(39)$$

$C_t$  didapat dari Tabel IV-2

5. Hitung tekanan setting di *work shop* ( $P_{tro}$ ) pada temperature  $60^\circ\text{F}$ , dengan persamaan :

$$P_{tro} = \frac{P_d @ 60}{1 - R} \dots\dots\dots(40)$$

**e. Interpretasi Grafik Sembur Buatan *Continuous Gas Lift***

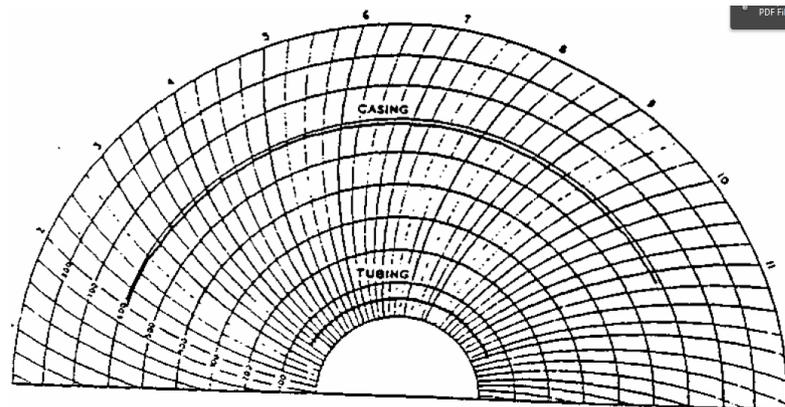
Pada instalasi sumur sembur buatan kontinu sebaiknya pengukur tekanan untuk *2-pen* (atau pada *4-pen*) dibuat dari pabrik atau jenis yang sama baik untuk tekanan kepala sumur ataupun tekanan injeksi gasnya. Biasanya kelebihan injeksi gas menjadi persoalan yang kalau dikoreksi bisa menaikkan efisiensi atau menaikkan laju produksinya. Suatu perubahan pada tekanan yang diukur baik besarnya ataupun cara berubahnya dapat memberikan tanda adanya perubahan di sistimnya. Kenaikan tekanan kepala sumur menunjukkan meningkatnya hambatan di hilir (penjepit, parafin, *scale*, tekanan di pipa salur di permukaan, *manifold* ataupun di separator).

Penurunan tekanan injeksi gas menunjukkan penurunan tekanan di pipa injeksi suplai gas atau volumenya, kebocoran di pipa dan perubahan di fasilitas produksi. Perubahan tekanan produksi juga menunjukkan berubahnya kedalaman titik injeksi, atau berubahnya kadar air atau permasalahan kepasiran. Permasalahan lain yang dapat diketahui adalah kebocoran di katup atau *tubing*, atau pemakaian gas yang berlebihan maupun penurunan produksi. Gambar 2 sampai dengan Gambar 21 memberikan skematis mengenai contoh-contoh problem pada sembur buatan kontinu.

Beberapa hal yang bisa dilihat dari *2-pen recoder* (atau *4-pen*) adalah:

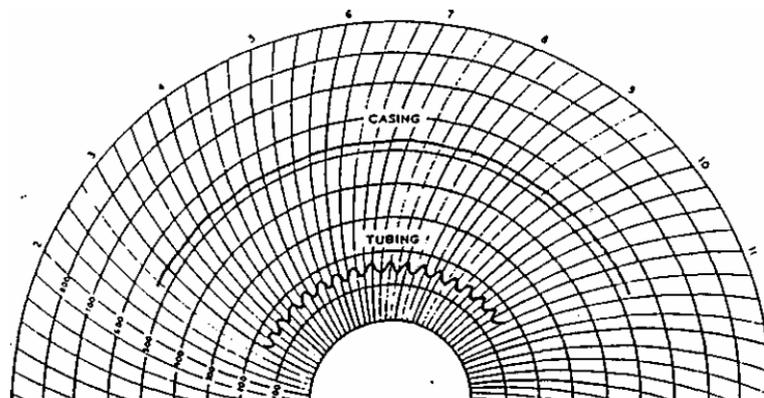
1. Tekanan kepala sumur terlalu besar
2. Adanya paraffin/scale di pipa permukaan
3. Hambatan di silang sembur
4. Gas membeku (*freezing*) di titik hambatan
5. Hambatan di pipa Injeksi
6. Selisih tekanan kepala sumur tak cukup terhadap tekanan injeksi dan
7. Pengerjaan injeksi gas yang tidak cukup baik.

Analisa pada sumur pengangkatan buatan kontinu yang lain adalah pengukuran gas yang diinjeksikan, temperatur permukaan, pandangan mata atas apa yang terlihat di permukaan, pengukuran air dan minyak, serta survai tekanan atau temperatur dalam pipa sembur dan penentuan aras cairan di pipa sembur.



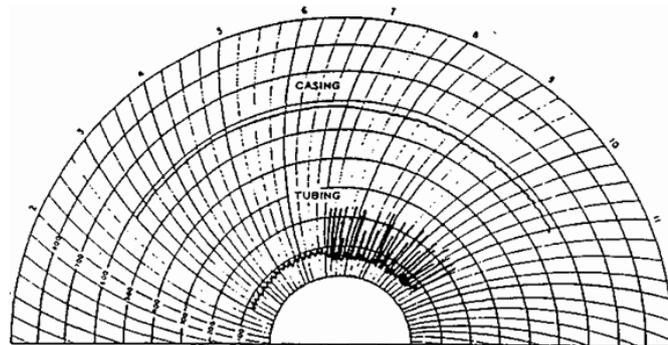
Gambar 10. Aliran *Countiuous* 1

Laju produksi besar, kinerja sempurna, terlihat dari ratanya pembacaan dan rendahnya tekanan kepala sumur. Harga tekanan injeksi dan tekanan sumur seperti yang diharapkan.



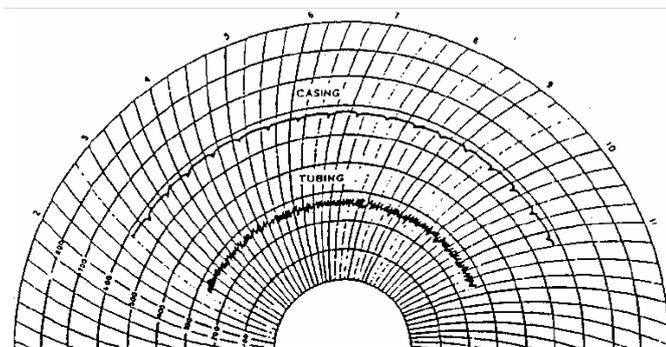
Gambar 11. Aliran *Countiuous* 2

Pada sumur ini gelombang pada harga tekanan menunjukkan katup agak *throttling* (membuka-menutup dengan cepat) produksi besar. Katup mempunyai *port* (lubang) yang besar dan input gas tergantung jepitan dipermukaan. Untuk menghindarkan hal ini bisa digunakan *positive choke* di katupnya dan dengan menaikkan tekanan injeksi sedikit.



Gambar 12. Aliran *Countiuous 3*

Katup *throttling* dengan cepat Antara jam 3.00 - 7.00 karena tekanan injeksi mendekati harga tekanan menutup katup operasinya. *Throttling* menjadi lebih parah mulai sekitar pukul 7.00 karena ketidak teraturan dan penurunan tekanan injeksi.

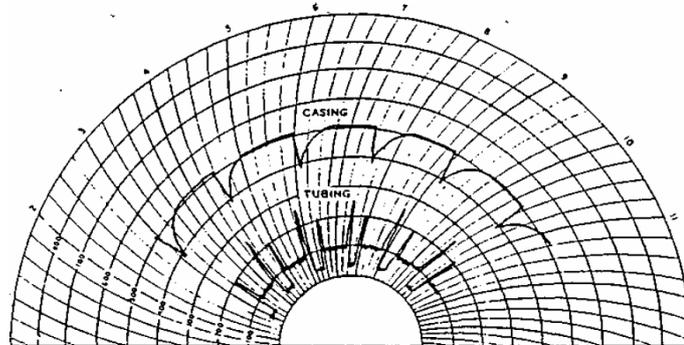


Gambar 13. Aliran *Countiuous 4*

Grafik menunjukkan efek tekanan balik di pipa sembur dalam sumur dan kinerja sumur yang mengalami interferensi periodik pada tekanan injeksi dari sumur *intermittent* di dekatnya. Keadaan ini dapat diperbaiki dengan:

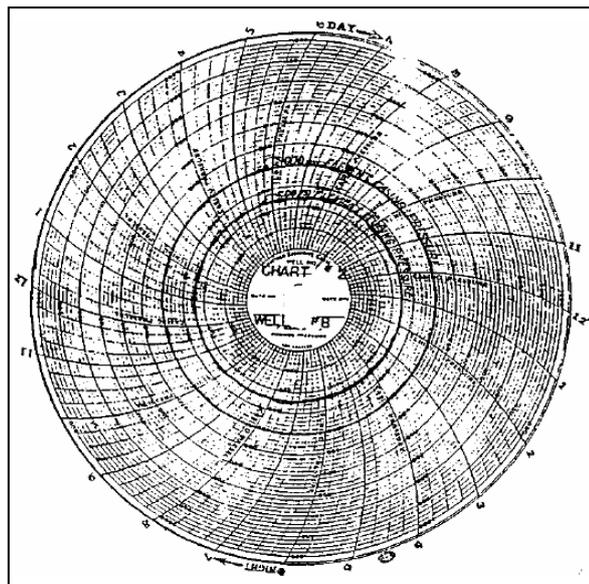
1. Menaikkan efisiensi sumur *intermittent* di dekatnya agar gas injeksinya berkurang
2. Menaikkan suplai tekanan injeksi
3. Menaikkan kapasitas *storage* (penyimpanan) gas di sistem injeksi

- Mendesain kembali katup-katup agar dapat bekerja pada tekanan lebih rendah.



Gambar 14. Aliran *Countiuous* 5

Pipa sembur bocor,retak, gas kadang-kadang mengalir melalui retakan tsb. Dalam hal ini grafik diatas dibuat dengan pemasangan katup injeksi yang kecil. Pada saat pipa sembur di tarik keatas, temyata beberapa lubang karat terjadi di beberapa tempat di pipa tsb pada kedalaman 4000 kaki, dimana pipa sembur retak. Grafik diatas menunjukkan bahwa sumur bekerja melalui lubang di pipa sembur dan kadang- kadang saja (berselang sekitar 1-1/2 jam) gas melalui retakan tsb. Hal ini terlihat dari penurunan mendadak tekanan injeksi yang mengakibatkan produksi berhenti sesaat sampai tekanan *casing* naik kembali.



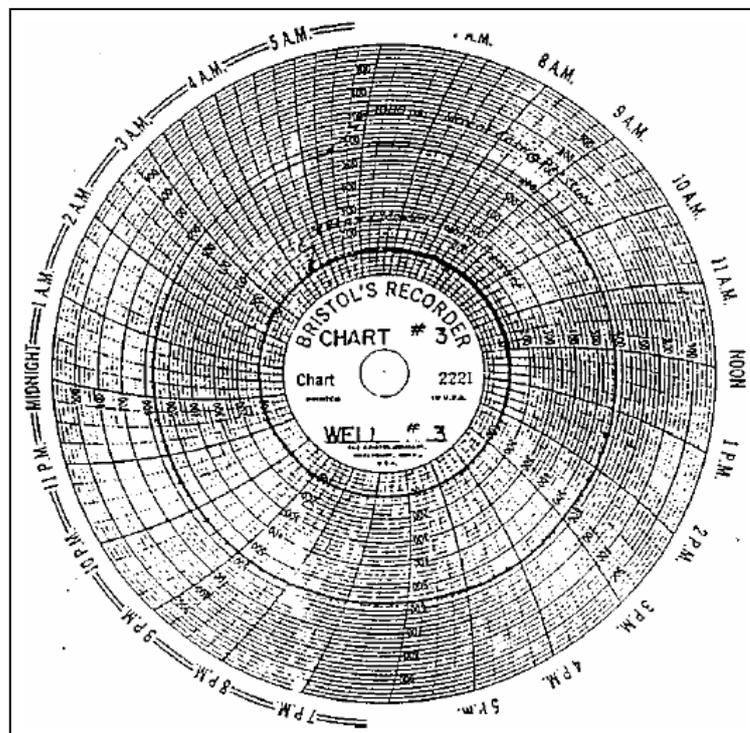
Gambar 15. Aliran *Countiuous* 6

Problem : Tidak ada.

Tindakan : Tidak perlu.

Jenis sumur : Tekanan tinggi, produktif

Keterangan : Kinerja yang baik terlihat dari tekanan kepala sumur yang cukup rendah (120 psi.), tekanan injeksi normal (400 psi) dan tidak adanya fluktuasi. Sumur memproduksi sekitar 900 bbl dari 500 meter dengan input GLR 90 cuft/bbl.



Gambar 16. Aliran *Countiuous* 7

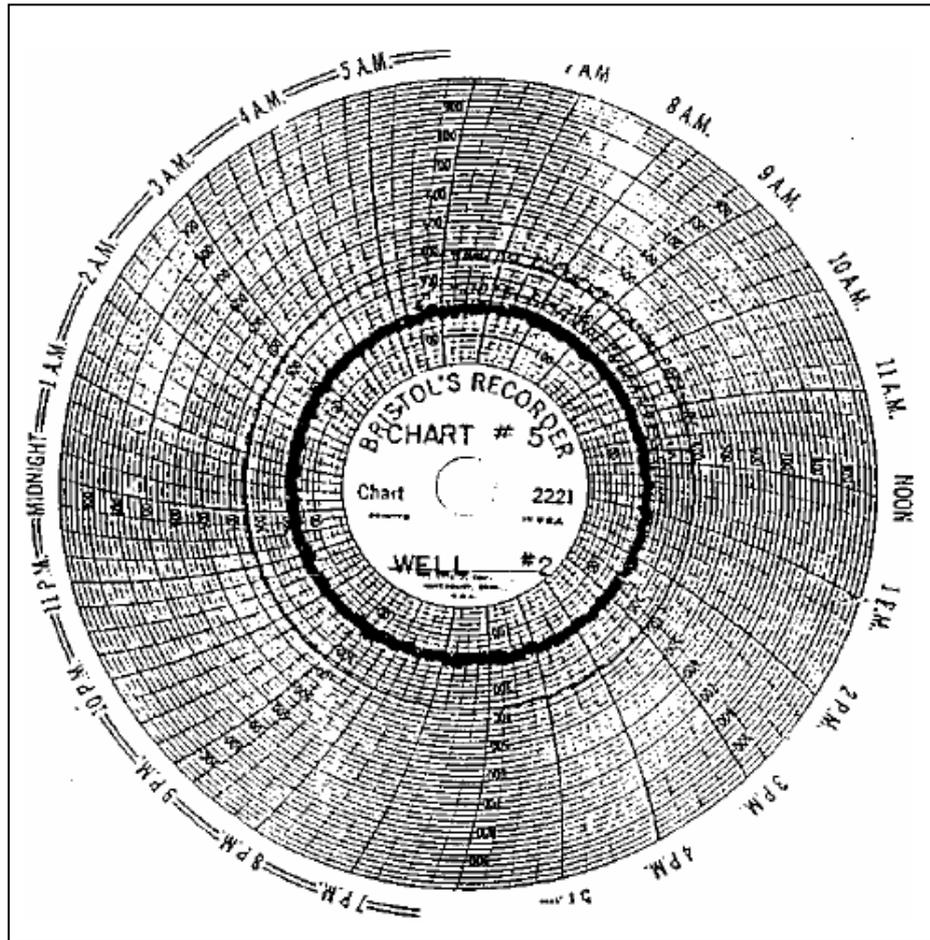
Problem : Tidak ada.

Tindakan : Tidak perlu.

Jenis Sumur : Tekanan besar, produktivitas besar

Keterangan : Grafik menunjukkan kinerja sembur buatan kontinu yang baik, dengan menggunakan katup-katup *intermittent*, terlihat dari:

1. Tekanan injeksi dan produksi konstan
2. Tekanan produksi rendah (50 psi)
3. Laju produksi besar (1000 b/d)
4. GLR injeksi rendah, 120 cuft/bbl. Gas injeksi diatur oleh tekanan katup di pipa injeksi.



Gambar 17. Aliran *Countiuous* 8

Problem : Tidak ada. Tindakan: Tidak perlu.

Jenis sumur : Tekanan besar dan produktivitas tinggi.

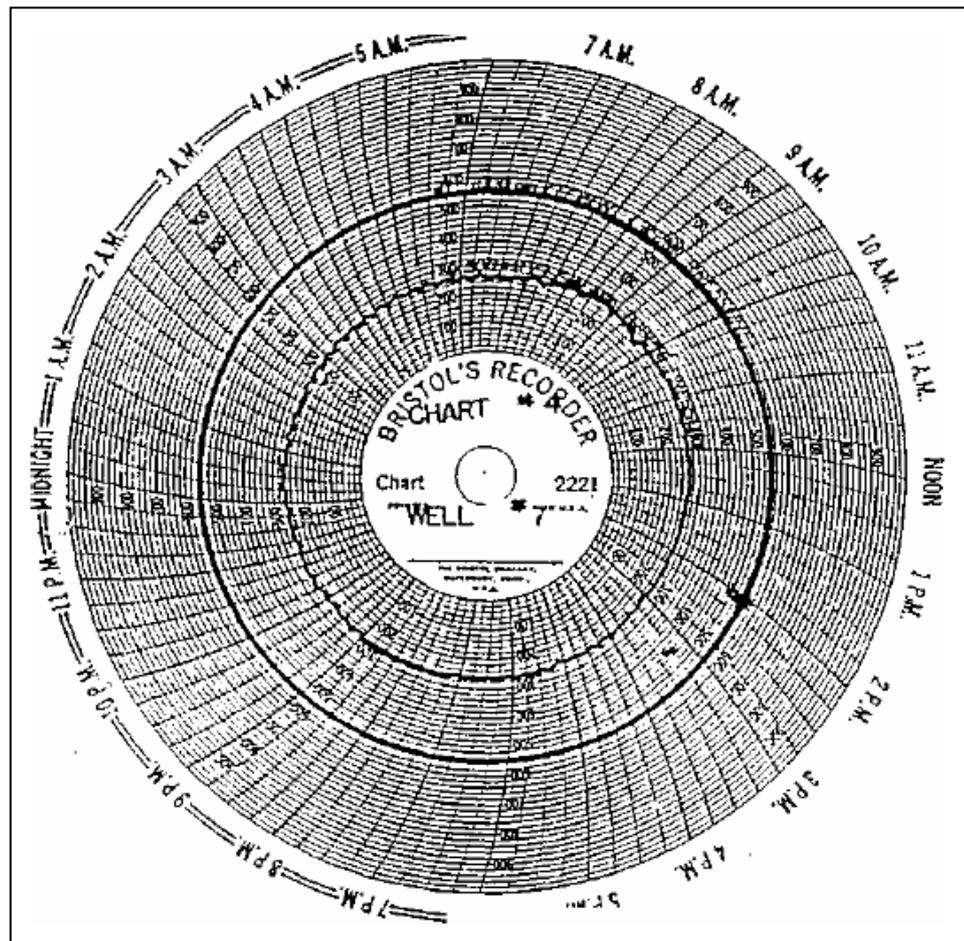
Keterangan : Kinerja kontinu yang baik ternyata dari test sumur dan grafik.

Tekanan kepala sumur relatif rendah (80 -120 psi) dan cukup *uniform*.

Variasi pada tekanan kepala sumur dapat diakibatkan oleh:

1. *Variasi* komposisi fluida sumumya (gas,minyak, air dan emulsi)
2. *Throttling* katup mengakibatkan surging di gas
3. *Vibrasi* alat permukaan seperti jepitan
4. *Interferensi* dari sumur sekitar

Dalam hal ini adanya *fluktuasi* kecil ditekanan injeksi menunjukkan bahwa penyebab ke-2 , *throttling*.Sumur memproduksi 600 bpd dari 2000 ft dengan *input* GLR 230 cuft/bbl.



Gambar 18. Aliran *Countiuous* 9

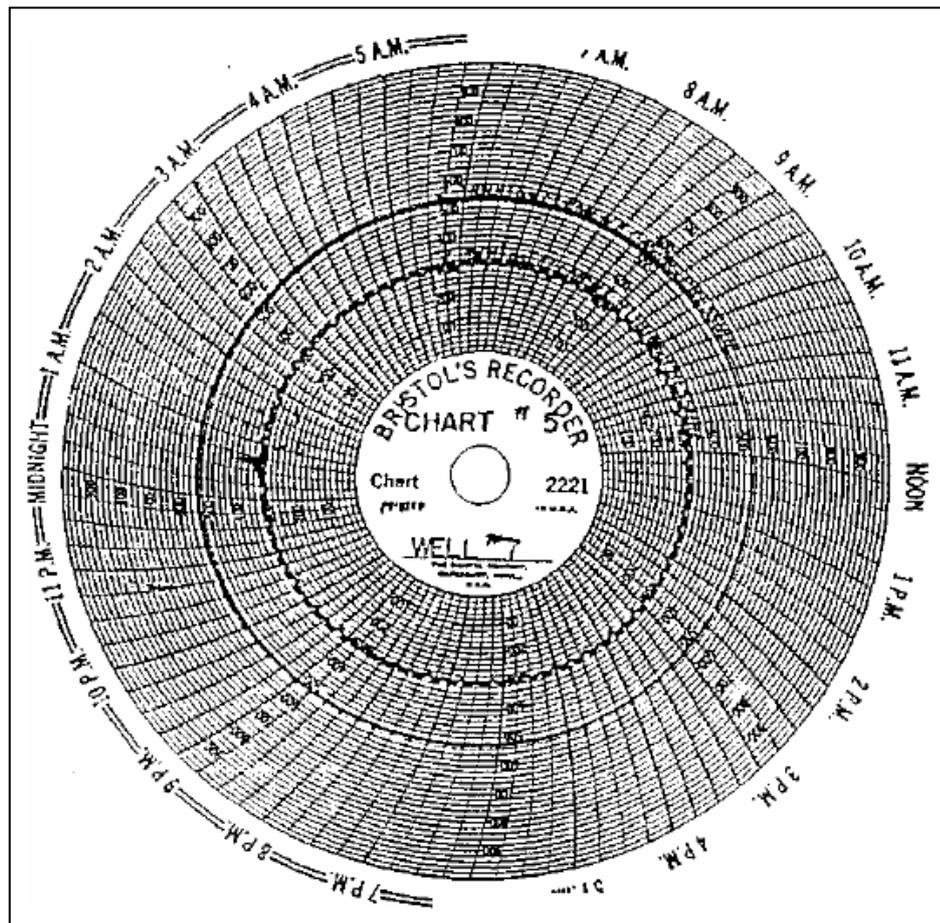
Problem : Tidak ada.

Tindakan : Tidak perlu.

Jenis sumur : Tekanan besar dan produktivitas tinggi.

Keterangan : Kinerja kontinu yang baik temyata dari test sumur dan grafik.

Tekanan kepala sumur relative rendah(130 psi) dengan laju produksi 900 bbl fluida pada input 50 cuft/bbl. Gelombang tekanan mungkin diakibatkan oleh kadang-kadang pada aliran gas di katup mendekati aliran kritis mengakibatkan *throttling*. Hal ini tidak menyebabkan kehilangan produksi. Pada sumur disini digunakan katup *intermittent* dengan *port* besar.



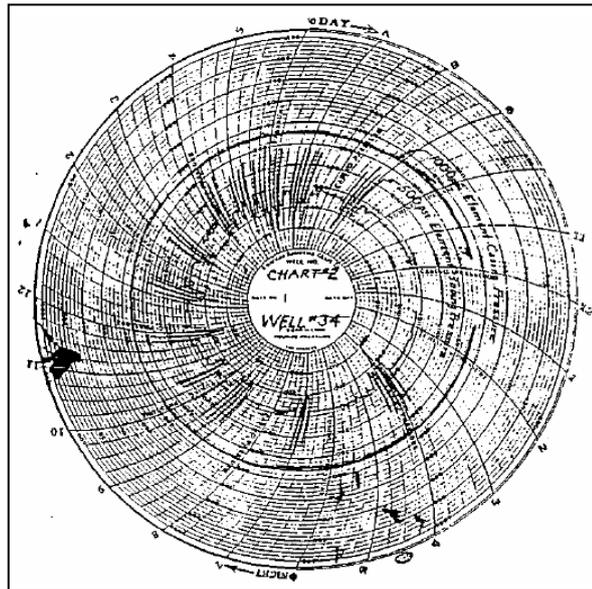
Gambar 19. Aliran *Countiuous* 10

Problem : *Throttling* di katup kerja.

Tindakan : Biarkan atau naikkan tekanan injeksi sedikit

Jenis sumur : Bertekanan tinggi, produktivitas tinggi

Keterangan : Kinerja sumur sembur buatan kontinu yang baik dengan Problemb katup mengalami sedikit *throttling*. Pada Problem disini dan pada gambar sebelumnya (gambar 10) *throttling* dapat dihilangkan dengan menaikkan sedikit tekanan casing walaupun input GLR akan naik. *Throttling* kalau dibiarkan dalam waktu lama dapat menyebabkan keausan pada kedudukan penutup katup.



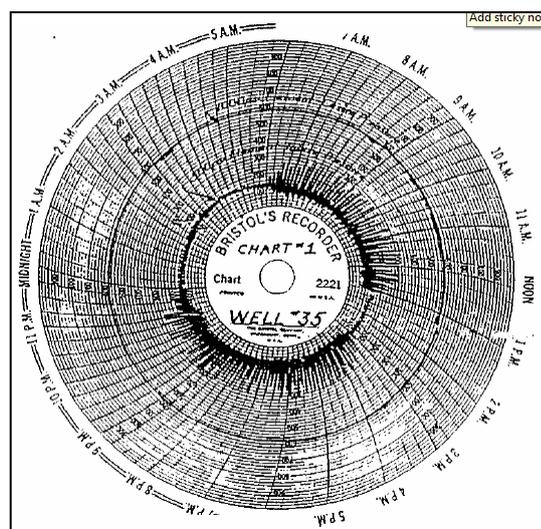
Gambar 20. Aliran *Countiuous* 11

Problem : *Throttling* pada Katup Kerja

Tindakan : Naikkan tekanan injeksi sedikit

Jenis sumur : Tekanan tinggi, produktivitas tinggi.

Keterangan : Penurunan sedikit pada tekanan injeksi menyebabkan penurunan tekanan sepanjang katup menjadi kritis yang menyebabkan katup tertutup-terbuka sehingga terjadi *throttling*. Efek ini akan menjadi-jadi dengan penggunaan jepitan produksi untuk menahan laju aliran. Menaikkan sedikit tekanan injeksi akan menghilangkan efek ini.



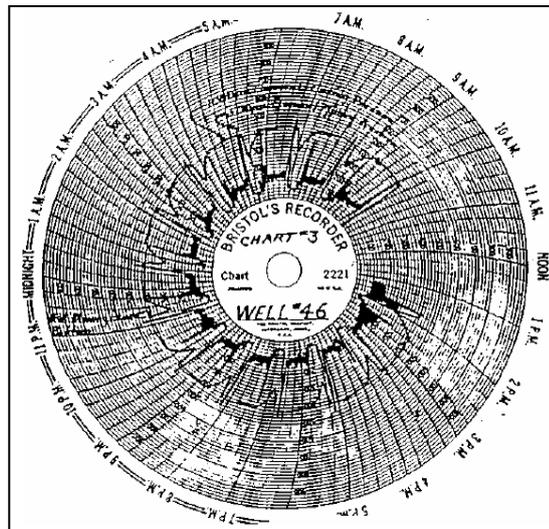
Gambar 21. Aliran *Countiuous* 12

Problem : *Throttling* pada Katup *Pressure Operated*

Tindakan : Naikkan tekanan injeksi sedikit.

Jenis sumur : Tekanan tinggi, produktivitas besar.

Keterangan : Periodik *throttling* pada katup kerja karena adanya sedikit variasi pada tekanan injeksi. Untuk keterangan lebih lanjut lihat keterangan pada Gambar 21. Periode *throttling* mengikuti sedikit penurunan tekanan injeksi seperti terlihat pada gambar diatas.



Gambar 22. Aliran *Countiuous* 13

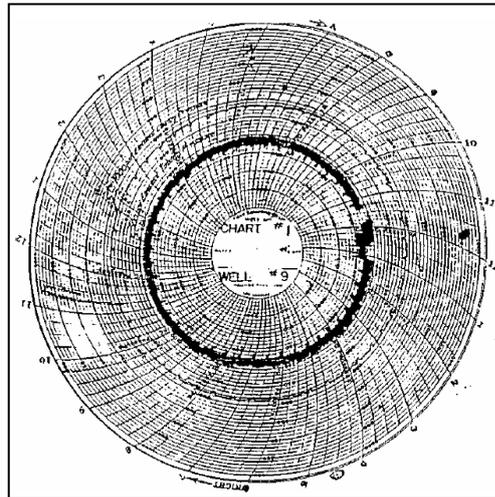
Problem : Pipa sembur disumur bocor, sumur memproduksi gas saja, salah disain.

Tindakan : Angkat pipa sembur, ganti alatnya dan disain kembali.

Jenis sumur : Tekanan tinggi, produktivitas besar.

Keterangan : Ketika pipa sembur ditarik, terlihat beberapa lubang dan rekah disekitar 4200 kaki, karena berkarat. Suatu jepitan injeksi 1/8" dipergunakan untuk mendapat grafik diatas agar sumur dapat mengalir kontinu dengan katup-katup *intermittent*. Walaupun produksi yang didapat besar tetapi grafik agak tidak normal karena aliran gas menerobos melalui rekah di pipa sembur pada interval sekitar 1-1/2 jam sekali. Bila gas menerobos maka tekanan injeksi turun dan mengakibatkan berhentinya injeksi gas dan naiknya cairan di pipa produksi selama 30 menit selama tekanan injeksi rendah. Dengan naiknya tekanan injeksi, maka aliran keatas terjadi karena gas masuk lagi melalui rekahan dan proses *unloading* dimulai kembali. *Workover* pada sumur ini untuk memperbaiki pipa sembur perlu dilakukan dengan program

pengendalian karat agar tidak sampai membuat karat di tubing sehingga akan berbahaya.



Gambar 23. Aliran *Countiuous* 14

Problem : *Interferensi* dari sumur *intermittent* didekatnya.

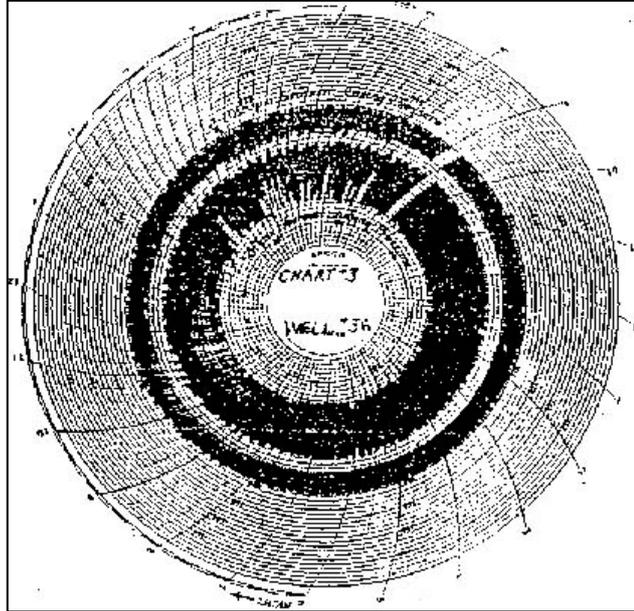
Tindakan : Semua *interferensi* mengakibatkan *problem*. Kalau problemnya berat, maka:

1. Pasang instalasi ruang besar di suplai gas (sumur yang tidak dipakai lagi bisa digunakan untuk maksud ini)
2. Pasang jepitan pada sumur yang menyebabkan gangguan 3.
3. Kalau mungkin naikkan sedikit tekanan injeksi
4. Ganti katup dan disainlah dengan tekanan kerja lebih kecil.
5. Naikkan efisiensi sumur lain kalau bisa.

Jenis sumur : Tekanan besar, produktivitas besar.

Keterangan : *Interferensi* pada grafik diatas disebabkan oleh sumur *intermittent* dekat sumur ini yang beroperasi pada tekanan sedikit dibawah tekanan suplai gas sistim. Jadi setiap *controller* terbuka pada sumur *intermittent* tsb, maka terjadi *surge* gas masuk kesumur tsb dan sistim akan berkurang tekanannya seperti yang terlihat diharga tekanan injeksi. Kalau keadaan ini lebih parah, maka mungkin terjadi aliran balik melalui *regulator* atau bila katup hambat baliknya gagal, yang akan mengganggu operasi. Grafik diatas menunjukkan kinerja sembur buatan kontinu yang baik alirannya, tekanan kepala sumur 170 - 190 psi agak tinggi dan fluktuasi menunjukkan

*throttling* di katup operasinya atau getaran pada pipa salur di permukaan sementara produksi 800 b/d fluida dengan input 200 cuft/bbl.

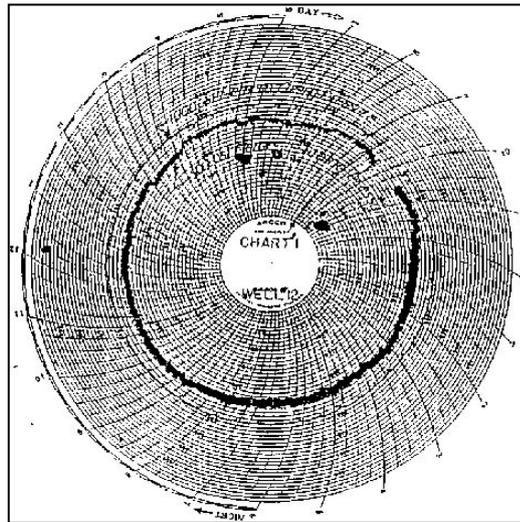


Gambar 24. Aliran *Countiuous* 15

Problem : *Interferensi* dan sumur lain

Tindakan : Hilangkan suir.ber *interferensi* atau kurangi efeknya. Jenis sumur : Tekanan besar, produktivitas tinggi.

Keterangan : *Interferensi* disebabkan oleh sumur sembur buatan *intermittent* didekatnya yang bekerja dengan tekanan sistim sangat rendah. Akibatnya setiap *controller* sumur tsb membuka maka tekanan sistim berkurang jauh di bawah tekanan yang perlu untuk injeksi disumur ini. Kalau keadaan ini lebih parah, maka mungkin terjadi aliran balik melalui *regulator* atau bila katup hambat baliknya gagal, akan mengganggu operasi dan pengukuran gas tidak benar. Tekanan injeksi yang rendah juga menyebabkan gas yang lewat katup berkurang dan sumur akan mengalami pemasukan fluida sumur (*loading*) sehingga *controller* tertutup kembali(di sumur *intermittent* didekatnya tsb) gas masuk lagi ke sumur dan menyebabkan mulainya injeksi gas bercampur dengan minyak kembali. Ini semua mengakibatkan GLR yang tidak tetap selama produksi sumur ini sehingga effisiensinya kacau. Tindakan sama dengan pada Gambar 23.



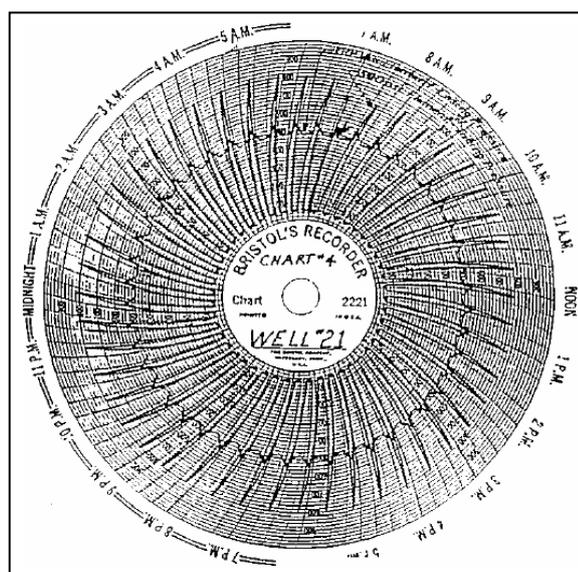
Gambar 25. Aliran *Countiuous* 16

Problem :Tekanan balik pada kepala sumur terlalu tinggi dan ada interferensi

Tindakan : Hilangkan penyebabnya

Jenis sumur : Tekanan tinggi, produktivitas besar.

Keterangan :Tekanan balik yang tinggi dapat disebabkan oleh tekanan *manifold* atau separator yang memang tinggi, pipa tersumbat *scale* dll atau jepitan produksi yang terlampau kecil. Pada sumur ini jepitanlah yang menyebabkan problem ini. Produksi yang tadinya 430 b/d dengan input GLR 450 cuft/bbl dapat dinaikkan ke 500 b/d dengan input hanya 250 cuft/bbl.



Gambar 26. Aliran *Countiuous* 17

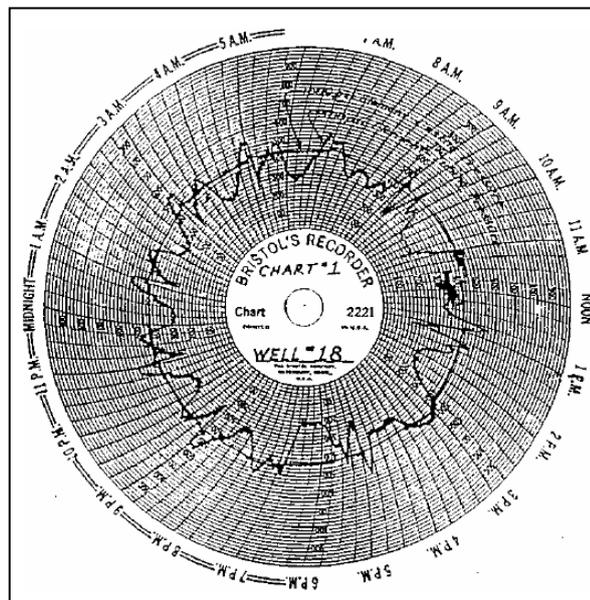
Problem : 1. Tekanan balik tinggi, 2. Salah disain, 3. *Controller* bocor

Tindakan : 1. Hilangkan penyebab, 2. Disain lagi, 3. Perbaiki *controller*

Jenis sumur : Tekanan tinggi, produktivitas besar

Keterangan :

1. Tekanan tinggi pada sumur ini disebabkan oleh jepitan terlalu kecil terlihat dari runcingnya kenaikan tekanan kepala sumur.
2. Kesalahan disain karena penggunaan katup jenis *intermittent* pada sembur buatan kontinu.
3. Kedudukan *controller* bocor terlihat dari kenaikan tekanan injeksi secara periodik.



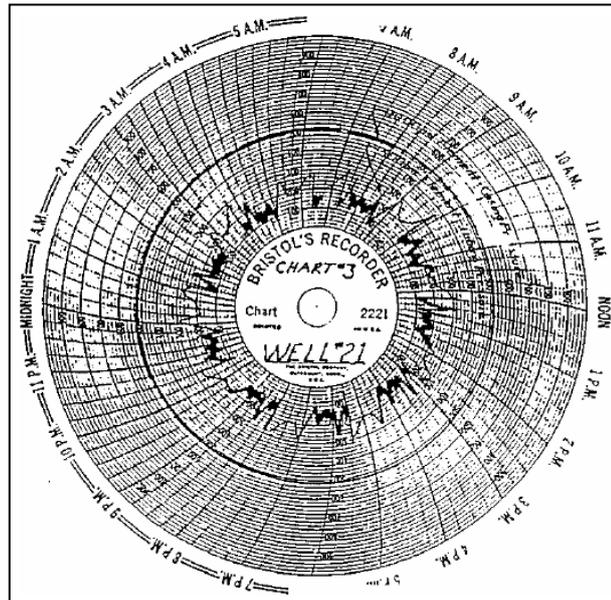
Gambar 27. Aliran *Countiuous* 18

Problem : Tekanan kepala sumur naik-turun secara agak periodik 100-270 psi walaupun laju produksi cukup besar.

Tindakan : Biarkan

Jenis sumur : Tekanan tinggi, produktivitas besar.

Keterangan : Sumur ini sebenarnya sumur yang kadang-kadang bisa mengalir sendiri, lalu mati. Sumur ini berada dibatas antara sembur alam dan sembur buatan. Sedikit bantuan injeksi gas dapat menyebabkan sumur mengalir kembali.



Gambar 28. Aliran Countiuous 19

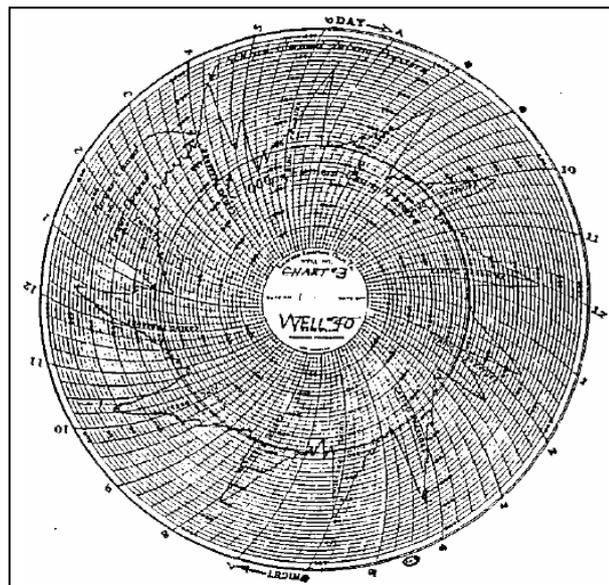
Problem : Sumur tetap mengalir, *controller* bocor sedikit.

Tindakan : Perbaiki *controller*.

Jenis sumur : Tekanan tinggi, produktivitas besar.

Keterangan : Bocor pada *controllemya* menyebabkan katup dibawah membuka-menutup karena tekanan menutupnya dekat dengan tekanan kerja.

Aliran sumur tetap bisa terjadi karena adanya sedikit gas saja telah cukup untuk membantu terjadinya aliran ini.



Gambar 29. Aliran Countiuous 20

Problem : Sembur buatan dengan GLR formasi tinggi menggunakan "purger"

Tindakan : Biarkan atau ganti sistim pengangkatan buatanya.

Jenis sumur : Tekanan cukup dan produktivitas cukup.

Keterangan : Purger (6/64"x31/64") dipakai dengan menggunakan jepitan yang terbuka pada 250 psi dan tertutup pada 300 psi. Jepitan ini memberikan gas secara periodik dan akan member waktu agar pipa sembur dapat terisi kembali oleh formasi. Sumur ini sebenarnya *intermittent* dan hanya berproduksi 30 b/d dengan GLR 2700 cuft/bbl.

#### f. PENENTUAN SPASI VALVE SECALA ANALITIS

Untuk menghitung instalasi *valve* secara analitis, dapat menggunakan persamaan berikut.

*Valve* (1):

$$Dv1 = \frac{(P_{KO} - 50) - Pwh}{G_s}$$

dimana:

$Dv1$  = kedalaman *valve* pertama dihitung dari permukaan, ft

$P_{ko}$  = tekanan *kick off*, psig

$Pwh$  = tekanan di kepala sumur, psig

$G_s$  = gradient tekanan fluida yang akan di *unload*, psi/ft

Pada waktu sumur pertama kali di lakukan *unloading* ke atmosfer, maka tekanan  $pwh$  adalah 0. Jika kedalaman permukaan fluida lebih rendah dari *valve* (1), maka *valve* (1) dipasang pada pada kedalaman fluida tersebut.

Perhatian khusus harus dilakukan pada tekanan yang dipakai dalam penentuan spasi *valve* (seperti pada metoda grafis). Jika menggunakan *balanced valve* maka digunakan 25 psi (beda tekanan *valve*), dimulai dengan *valve* (1) dengan seting tekanan operasi permukaan adalah tekanan *kick off* dikurangi 50 psi. Jika *valve unbalanced* digunakan, spasi *valve* (1) akan sama seperti biasa dan *valve*. Selanjutnya dilakukan dengan tekanan operasi tetap atau menggunakan tekanan drop 10 psi tiap *valve* tergantung setting *valve* yang digunakan.

Secara umum, solusi analitis mengabaikan berat dari kolom gas. Karena keberadaan data yang kurang bagus, sehingga faktor ini dijadikan sebagai faktor keamanan supaya spasi *valve* tidak terlalu jauh.

*Valve* (2):

$$D_{v2} = D_{v1} + \frac{p_{so1} - G_u (D_{v1}) - p_{wh}}{0.5}$$

dimana

$p_{so1}$  = tekanan operasi di permukaan untuk *valve* (1)

$p_{so}$  = tekanan normal gas untuk mengangkat fluida, psi

$p_{so2} = p_{so} - 75$

$p_{so3} = p_{so} - 100$

$p_{so4} = p_{so} - 125$

dan seterusnya

$G_u$  = gradient tekanan fluida yang akan di *unloading*, psi/ft

*Valve* selanjutnya dan seterusnya.

## **B. Intermittent Gas Lift**

Proses pengangkatan cairan pada *intermittent gas lift* berbeda dibanding dengan *continuous gas lift*. Pada *continuous gas lift* kolom cairan dicampur dengan gas injeksi untuk mengurangi gradien kolom cairan sehingga tekanan aliran di dalam *tubing* turun. Sedangkan pada *intermittent gas lift*, gas diinjeksikan dengan tekanan tinggi (lebih besar dari tekanan kolom cair), sehingga cairan terangkat akibat pengembangan dan pendorongan gas injeksi.

Pada akhir periode sumur sembur alam, dimana tekanan statis dan indeks produktivitas rendah, pemasangan instalasi sumur sembur buatan *intermittent* dapat meningkatkan produksinya. Tujuan pengangkatan/produksi secara *intermittent* adalah menciptakan "*drawdown*" tertentu sehingga sumur dapat memproduksi dengan laju yang diinginkan.

Sembur buatan *intermittent* adalah metode siklus produksi yang mana periode produksi dan penutupan (*shut-in*) dilakukan secara berurutan, pada masing-masing periode waktu tertentu. Siklus produksi tersebut dapat diuraikan sebagai berikut :

### 1. Periode penutupan/*shut-in*

Pada saat sumur ditutup (injeksi gas tidak dilakukan), fluida dari formasi masuk ke lubang bor. Waktu penutupan ini diatur sedemikian rupa sehingga jumlah cairan yang terkumpul di lubang bor mencapai jumlah tertentu. Waktu penutupan ini tergantung pada:

- Kedalaman sumur
- Indeks produktivitas
- Jumlah gas injeksi yang tersedia dan sebagainya

Pada saat penutupan ini, apabila kombinasi antara tekanan di permukaan (kepala sumur dan anulus), berat kolom gas, dan tekanan hidrostatik cairan dalam tubing mencapai harga tertentu, tekanan gas dalam anulus mencapai tekanan pembuatan katup operasi, maka gas diinjeksikan ke dalam anulus dan masuk ke dalam tubing melalui katup operasi serta mendorong kolom cairan dalam tubing ke permukaan.

### 2. Periode Produksi

Kolom cairan (*slug*) didorong oleh gas injeksi ke permukaan. Umumnya gas akan bergerak lebih cepat dibandingkan dengan *slug*, sehingga gas akan menembus *slug*. Hal ini menyebabkan sebagian dari cairan akan jatuh kembali ke dasar sumur dalam bentuk tetesan cairan atau sebagai lapisan tipis/film di dinding tubing. Jika *slug* mencapai permukaan. Tekanan tubing pada kedalaman katup operasi akan menurun sehingga meningkatkan gas injeksi ke dalam katup. Hal ini menyebabkan berkurangnya gas dalam anulus dengan cepat yang menyebabkan tekanan gas dalam anulus berkurang. Apabila penurunan tekanan tersebut mencapai tekanan penutupan katup operasi, maka injeksi gas akan terhenti. Periode selanjutnya setelah penutupan ini adalah periode stabilisasi yang mana cairan yang jatuh pada saat periode aliran akan terkumpul ke dasar sumur dan menjadi bagian dari *slug* berikutnya yang akan didorong.

Perencanaan sumur sembur buatan intermitten meliputi penentuan :

1. Laju produksi yang dapat diperoleh
2. Jumlah gas injeksi yang diperoleh
3. Spasi katup
4. Tekanan pembukaan katup di bengkel.

## 1. Menentukan Laju Produksi

Laju produksi yang mungkin diperoleh dari suatu sumur sembur buatan *intermittent* tergantung pada tekanan aliran dasar sumur rata-rata. Tekanan aliran dasar sumur mencapai maksimum pada saat katup operasi terbuka dan berharga minimum pada waktu *slug* mencapai permukaan. Tekanan alir dasar sumur ini mempengaruhi jumlah cairan yang masuk ke lubang bor. Jumlah ini mencapai harga minimum pada saat  $P_{wf}$  maksimum dan pada  $P_{wf}$  minimum jumlah cairan yang masuk ke lubang bor dari formasi mencapai harga maksimum.

Dalam perhitungan laju produksi yang dapat diperoleh tekanan alir dasar sumur ditentukan sebagai “*weighted*” tekanan alir dasar sumur. Penentuan “*weighted*”  $P_{wf}$  ini tergantung pada :

1. Tekanan gas di permukaan
2. Densitas gas dalam tubing (dari formasi)
3. Ukuran *slug* cairan
4. Ukuran *tubing* dan panjang *tubing*
5. Tekanan gas di mana *slug* akan diangkat
6. Perkiraan persen *recovery*
7. Siklus waktu masing-masing periode (produksi, penutupan dan stabilisasi).

## 2. Menentukan Jumlah Gas Injeksi

Gas yang diperlukan untuk mengangkat *slug* cairan dari dasar sumur ke permukaan adalah volume gas yang diperlukan untuk mengisi *tubing* pada tekanan gas rata-rata dibawah *slug* dari dasar sumur ke permukaan.

Persamaan berikut ini untuk menentukan volume gas injeksi yang diperlukan, yaitu:

$$Volume\ gas = (H_{gc} \times C_{ap} \left(\frac{\bar{P}}{P_{sc}}\right) \left(\frac{T_{sc}}{\bar{T}}\right) \left(\frac{1}{Z}\right))$$

di mana :

$$H_{gc} \times C_{ap} = (5.4541 \times 10^{-3}) d_2 \{L - S(1-7 \times 10^{-5} L)\}$$

$$\bar{P} = \frac{\{P_c + P_{wh} + (1-7 \times 10^{-5} L) S G_s\}}{2} + 14.7$$

$$\bar{T} = \frac{T_s + G_t(1-7 \times 10^{-5} L) S + T_s + G_t L}{2} + 460$$

$T_{sc}$  = temperatur pada kondisi standard, °R

$P_{sc}$  = tekanan pada kondisi standard, psia

$T_s$  = temperatur di permukaan, °F

$G_t$  = gradien temperatur, °F/ft

$P_c$  = tekanan di casing pada kedalaman katup operasi, psig

$P_{wh}$  = tekanan tubing di permukaan, psig

$H_{gc}$  = panjang kolom gas dalam tubing, ft

$C_{ap}$  = kapasitas tubing =  $0.0054541 d^2$

$Z$  = faktor kompresibilitas, dinitung pada P dan T

$L$  = kedalaman katup operasi, ft

$S$  = *submergence*, ft

### 3. Menentukan Spasi Katup

Spasi katup ditentukan secara grafis, berdasarkan :

- Gradien fluida dalam sumur
- Gradien gas dalam anulus

Penentuan letak katup pertama sangat penting. Letak katup ini tergantung pada:

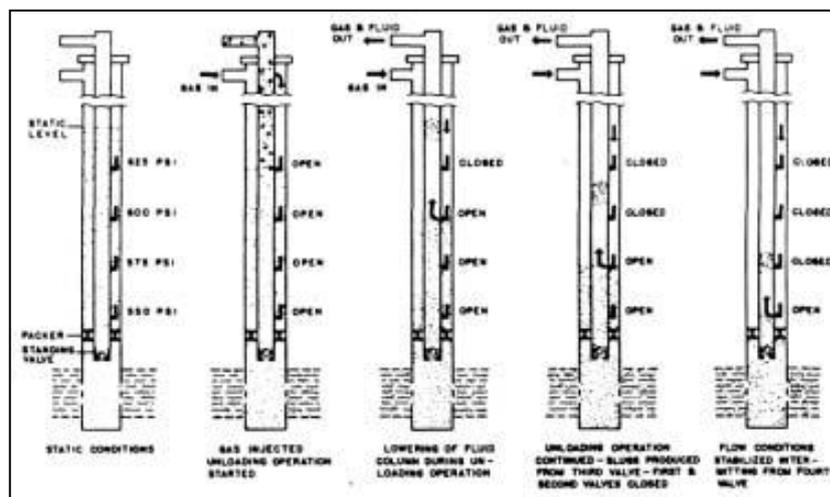
- Tekanan statik dasar sumur
- Apakah sumur dimatikan dengan cairan kompleks atau tidak.

Katup pertama ini dapat ditentukan di aras cairan dalam *tubing* pada kedalaman statis, dan sebaiknya tidak ditempatkan dibawah aras cairan tersebut. Hal ini dilakukan apabila sumur mati tanpa menggunakan cairan kompleks. Apabila sumur dimatikan dengan cairan kompleks, penempatan

katup pertama tergantung pada tekanan injeksi awal di permukaan (*kick-off pressure*) dan dapat ditentukan secara grafis.

#### 4. Proses *Unloading* untuk Aliran *Intermittent*

Untuk sumur dengan instalasi *intermittent* dapat dilakukan *unloading* dengan jumlah sumur lebih sedikit dibandingkan dengan *continuous*. Gradient tekanan *unloading* tergantung laju alir fluida dan ukuran tubing. Karena sumur *intermittent* umumnya diproduksi antara 50-200 BPD, *unloading* gradient 0.04 psi/ft akan mencukupi untuk kategori ini.



Gambar 30. Operasi *unloading intermittent flow well*

Proses *unloading* untuk *intermittent flow* sama dengan *continuous flow*, kecuali fluida dikeluarkan dalam bentuk piston like *slug* ke permukaan. Sebagai contoh seperti pada Gambar 36. dengan setting seperti pada *continuous flow*, *valve 1* ditempatkan pada kedalaman 1250 ft sumur disini dengan *kill fluid* sampai permukaan.

Prosedur *loading* adalah sebagai berikut:

1. Proses *unloading* sama seperti *continuous flow* sampai fluida diatas *valve 1* dikeluarkan.
2. Gunakan *time cycle controller* dipermukaan, sehingga gas dapat diinjeksikan dalam waktu interval dan perioda yang pendek. Awal injeksi sebaiknya dilakukan dengan siklus selama 5 – 10 menit dan injeksi gas selama satu menit. Selang ini cukup waktu antar *slug* untuk mencapai

kedalaman yang lebih bawah. Ketika *slug* melewati *valve* 1, tekanan menjadi  $(0.04)(1259) = 50$  psi (dibandingkan dengan *continuous* adalah 125 psi). Gradient tekanan dapat diperkecil kurang dari 0.04 psi/ft, tetapi ini adalah gambaran yang aman dalam prosedur ini.

3. Fluida di annulus akan terus mengalir membentuk U tubed dengan tubing seperti pada *continuous flow*. Tetapi *valve* 2 akan lebih dalam. Dengan tekanan 50 psi dipermukaan, total tekanan ditubing pada kedalaman 1250 adalah  $(50 + (0.04)(1259)) = 100$  psi. Sehingga beda tekanan  $(625 - 100) = 525$  psi yang akan bekerja pada *valve* berikutnya. Dan spasi antar *valve* berikutnya adalah  $(525/0.5) = 1050$  ft atau *valve* 2 akan berada pada kedalaman 2300 ft dibandingkan dengan 2150 ft untuk aliran *continuous*.
4. Setelah sampai di *valve* 2, gradient tekanan dari *valve* 2 sampai permukaan menjadi 0.04 psi/ft dan tekanan casing turun menjadi 600 psi. Tekanan di dalam tubing pada kedalaman *valve* 2 menjadi  $[50 + (0.04)(2300)] = (50 + 92) = 142$  psi, beda tekanan menjadi  $(600 - 142) = 458$  psi yang akan bekerja pada *valve* berikutnya. Spasi *valve* 3 adalah  $(458/0.50) = 916$  ft dan lokasinya menjadi  $(2300 + 916) = 3216$  ft, dibandingkan dengan *continuous flow* adalah 2820 ft.
5. Langkah berikutnya sama seperti pada langkah diatas sampai pada *valve* 4 pada kedalaman 4008 ft. Siklus waku harus diselaraskan dengan dengan karakteristik produksi sumur.

Ada beberapa tahap pada proses *unloading* intermittent jika menemui masalah kesulitan *unloading* dari satu *valve* ke *valve* berikutnya. Jika hal ini terjadi, salah satu penyelesaiannya adalah membuka semua back pressure dan menggunakan kelebihan gas untuk *unloading*. Semakin dalam tercapai, penentuan siklus adalah  $(1.5 \times \text{depth}/1000)$ . Hal ini memberikan waktu penutupan antar siklus pada *valve*, dan menimbulkan tekanan minimum pada tubing. Terutama sangat penting jika menemui kesulitan untuk mencapai *valve* yang lebih dalam.

## 5. Interpretasi Grafik Sembur Buatan *Intermittent*

Sembur buatan *intermittent* perlu dimonitor lebih teliti sebelum diputuskan untuk diadakan penggantian alat. Umumnya perubahan di permukaan saja telah cukup untuk memperbaiki efisiensi. Umumnya analisa mendalam pada

sumur *intermittent* harus dilakukan sebelum diadakan tindakan yang akan makan biaya kalau diadakan perubahan disain dll. Analisa *2-pen* atau *4-pen recorder* pada

sembur buatan *intermittent* lebih kompleks dibandingkan dengan analisa pada sembur buatan kontinu.

Data-data berikut mungkin bisa didapat dari analisa grafik *2-pen*:

1. Periode *unloading* (pengangkatan)
2. Kerja katup
3. Katup tak bisa menutup
4. Kebocoran pipa produksi
5. Penyekat (*packer*) bocor (*blow around*)
6. Tekanan injeksi naik berlebihan selama peningkatan injeksi
7. Periode atau *cycle* yang keliru
8. Katup yang terbuka lebih dari satu
9. Perubahan kondisi sumur
10. Perkiraan pendapatan cairan/*cycle*
11. Penginjeksian gas berlebihan
12. Problem emulsi
13. Penentuan kedalaman katup kerja

Operasi di permukaan juga dapat diteliti dari harga tekanan yang dibaca:

1. Kerusakan *time-cycle controller*
2. Injeksi gas membeku (*freezing*)
3. *Fluktuasi* pada tekanan injeksi
4. Interferensi sumur lain
5. Tekanan kepala sumur terlampau tinggi
6. Sumur mengalir antara periode injeksi gas.

## **6. Perencanaan *Intermittent Gas Lift***

Perencanaan sumur *intermittent gas lift* meliputi : penentuan jumlah gas injeksi penentuan spasi katup dan penentuan tekanan katup di bengkel (kondisi standart).

### **a. Penentuan Jumlah Gas Injeksi**

Gas yang diperlukan untuk mengangkat slug cairan dari dasar sumur ke permukaan adalah volume gas yang diperlukan untuk mengisi *tubing* pada

tekanan gas rata-rata bawah slug dari dasar sumur ke permukaan. Langkah-langkah untuk menentukan besarnya gas injeksi adalah :

1. Siapkan data penunjangnya sebagai berikut :
  - a. Kedalaman katup operasi (umumnya di ujung tubing)
  - b. Tekanan buka katup operasi ( $P_v$ ), di hitung dengan rumus :

$$P_v = P_{so} + G_{gi} \cdot D \dots\dots\dots(41)$$

Dimana :

$P_v$  = tekanan buka katup operasi pada kedalaman, psi

$P_{so}$  = *surface operating pressure*, psi

$G_{gi}$  = gradient tekanan gas injeksi, psi/ft

$D$  = kedalaman, ft

2. Pilih grafik yang sesuai dengan ukuran tubing dan tekanan separator
3. Plot kedalaman katup pada sumbu kedalaman
4. Dari titik tersebut tarik garis horizontal ke kanan sampai memotong sumbu volume gas
5. Baca volume gas injeksi yang diperlukan ( $q_{gi}$ , MMCF)

**c. Penentuan Tekanan Buka Katup**

Prosedur menentukan tekanan buka katup adalah sebagai berikut :

- a. Dari hasil spasi katup, buat skala temperature yang berhimpitan dengan sumbu tekanan
- b. Plot titik ( $T_s, 0$ ) dan ( $T_b, D$ ) kemudian hubungkan kedua titik tersebut
- c. Baca temperature untuk setiap kedalaman katup ( $T_v$ )
- d. Baca tekanan tubing untuk setiap kedalaman katup ( $P_t$ ).
- e. Baca tekanan tutup katup setiap kedalaman ( $P_{vc}$ ),  $P_{vc} = P_d$
- f. Tentukan ukuran port yang diperlukan, sebagai berikut :
  - a. Tentukan perubahan tekanan dalam casing ( $\Delta P_d$ ) berdasarkan jumlah gas yang diinjeksikan serta ukuran casing dan tubing.
  - b. Hitung harga R untuk setiap katup :

$$R = \frac{\Delta P_d}{P_{vc} + \Delta P_d - P_t} \dots\dots\dots(42)$$

- c. Tentukan ukuran *port* masing-masing katup dengan membandingkan harga R dari langkah b dengan harga R dari ukuran pada Tabel 2

Tabel 2. “R values” Bellow Area and Seat Area Relationship for  $A_b = 0.77 \text{ in}^2$  for 1 ½” Valve and  $0.29 \text{ in}^2$  for 1” Valve

Diameter of Spread Control Seat (in)	For 1” O.D Valves		For 1 ½” O.D Valves	
	R	1 – R	R	1 – R
$\frac{3}{16}$	0.0863	0.9137	0.0359	0.9641
$\frac{1}{4}$	0.1534	0.8466	0.0638	0.9362
$\frac{9}{32}$	0.1942	0.8058	-	-
$\frac{5}{16}$	0.2397	0.7603	0.0996	0.9004
$\frac{11}{32}$	0.2900	0.7100	-	-
$\frac{3}{8}$	0.3450	0.6550	0.1434	0.8566
$\frac{7}{16}$	0.4697	0.5303	0.1952	0.8048
$\frac{1}{2}$	-	-	0.2562	0.7438
$\frac{9}{16}$	-	-	0.3227	0.6773

g. Hitung tekanan buka katup ( $P_{vo}$ ) pada setiap kedalaman katup

$$P_{vo} = \frac{P_{vc}}{1 - R} - P_t(TEF) \dots\dots\dots(43)$$

8. Hitung tekanan setting di *work shop* ( $P_{tro}$ ) pada temperature 60°F, dengan persamaan :

$$P_{tro} = \frac{P_d @ 60}{1 - R} \dots\dots\dots(44)$$

## D. Aktivitas Pembelajaran

### Aktivitas Pengantar

#### Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

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

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran Peralatan ESP dan *Suck rod*? Sebutkan dan jelaskan!

2. Bagaimana cara saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
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 diunjuk kerjakan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-00**. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran dengan mengamati gambar berikut ini.

### **Aktivitas 1. Menentukan Perencanaan *Gas Lift***

Saudara mungkin mempunyai pandangan yang berbeda dari teman-teman lain tentang Perencanaan *Gas Lift*. Apa yang Saudara temukan setelah memahami Perencanaan *Gas Lift* tersebut? Apakah ada hal-hal yang baik atau sebaliknya yang Saudara temukan? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara. Selanjutnya selesaikan **LK-01** dengan dipandu pertanyaan berikut.

1. Mengapa diperlukan Perencanaan *Gas Lift*? Tuliskan!, kegiatan apa saja yang perlu dilakukan sebelum Perencanaan *Gas Lift*? Apa yang akan terjadi jika Perencanaan *Gas Lift* tidak sesuai prosedur?
2. Menurut Saudara Parameter Perencanaan *Gas Lift* manakah yang memerlukan perhatian ekstra?
3. Apa saja langkah-langkah yang harus Saudara pikirkan dalam membuat perencanaan *gas lift*? Coba anda uraikan!
4. Menurut Saudara Perencanaan Metode *Gas Lift* manakah yang memerlukan perhatian ekstra?
5. Apa yang harus Saudara lakukan selaku guru kejuruan apabila melihat kondisi Perencanaan *Gas Lift* yang tidak optimal?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan **LK-01**.

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan pada kertas plano dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Saudara dapat membaca bahan bacaan tentang Perencanaan *Gas Lift*.

### **Aktivitas 2: Memahami Peralatan *Gas Lift***

Setelah Saudara memahami Perencanaan *Gas Lift* pada aktivitas 1, maka pada aktivitas 2 ini Saudara akan mendiskusikan Peralatan *Gas Lift*. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Peralatan *Gas Lift*?
2. Apa yang Saudara ketahui tentang Peralatan-pralatan diatas permukaan *Gas Lift*?
3. Apa yang Saudara ketahui tentang Peralatan-pralatan di bawah permukaan *Gas Lift*?
4. Menurut pendapat Saudara mengapa Peralatan *Gas Lift* penting bagi kelangsungan kinerja peralatan *Gas Lift*?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan **LK-02**.

Untuk memperkuat pemahaman Saudara tentang Peralatan *Gas Lift*. Bacalah bahan bacaan tentang Peralatan *Gas Lift*.

### **Aktivitas 3: Evaluasi Sumur Sebelum Perencanaan *Gas Lift***

Setelah Saudara memahami Perencanaan *Gas Lift* pada aktivitas 1, maka pada aktivitas 3 ini Saudara akan mendiskusikan tentang Evaluasi Sumur Sebelum Perencanaan *Gas Lift* . Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara lakukan sebelum melakukan perencanaan *Gas Lift*?
2. Informasi apa saja yang diperlukan sebelum melakukan perencanaan *Gas Lift*?
3. Mengapa evaluasi sumur sebelum perencanaan *Gas Lift* sangat diperlukan sebelum menentukan suatu perencanaan *Gas Lift*?
4. Menurut Saudara apa keuntungan dan kerugian sumur *gas lift*?
5. Apakah dampak dari keuntungan dan kerugian sumur *gas lift* pada performansi produksi migas? Coba Saudara Uraikan?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan **LK-03**.

Untuk memperkuat pemahaman Saudara tentang Evaluasi Sumur Sebelum Perencanaan *Gas Lift*. Bacalah bahan bacaan tentang Evaluasi Sumur Sebelum Perencanaan *Gas Lift*.

#### **Aktivitas 4: Troubleshooting Gas Lift**

Setelah Saudara memahami Perencanaan *Gas Lift* pada aktivitas 1, maka pada aktivitas 4 ini Saudara akan mendiskusikan bagaimana memahami *Troubleshooting Gas Lift*. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang menyebabkan terjadinya *Troubleshooting* dalam *Not Pumping* atau *Stop flowing* dan *Low production*?
2. Menurut Saudara catatan apa saja yang harus dilakukan jika terjadi *Troubleshooting* dalam kondisi *Not Pumping* atau *Stop flowing* dan *Low production*? Apa tindakan Saudara untuk mengatasinya?
3. Apakah *Troubleshooting Gas lift* dapat menghambat performansi produksi migas? Mengapa?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan **LK-04**.

Untuk memperkuat pemahaman Saudara tentang *Troubleshooting Gas Lift*. Bacalah bahan bacaan 4 tentang *Troubleshooting Gas Lift*.

#### **Aktivitas 5: Memahami *Contiuous Gas Lift***

Setelah Saudara memahami Perencanaan *Gas Lift* pada aktivitas 1, maka pada aktivitas 5 ini Saudara akan mendiskusikan *Contiuous Gas Lift*. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang *Contiuous Gas Lift*?
2. Mengapa Saudara harus memahami perencanaan *Contiuous Gas Lift*? Sebutkan apa saja prosedur dalam penentuan perencanaan *Contiuous Gas Lift*?
3. Menurut pendapat Saudara mengapa perencanaan *Contiuous Gas Lift* harus memahami problem, tindakan dan jenis Sumurnya?
4. Apakah dengan adanya perencanaan *Contiuous Gas Lift* dapat meningkatkan performansi produksi migas? Mengapa?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan **LK-05**.

Untuk memperkuat pemahaman Saudara tentang *Continuous Gas Lift*. Bacalah bahan bacaan tentang *Continuous Gas Lift*.

**Aktivitas 6: Memahami *Continuous Gas Lift***

Setelah Saudara memahami Perencanaan *Gas Lift* pada aktivitas 1, maka pada aktivitas 6 ini Saudara akan mendiskusikan *Intermittent Gas lift*. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang *Intermittent Gas lift*?
2. Mengapa Saudara harus memahami perencanaan *Intermittent Gas lift*? Sebutkan apa saja prosedur dalam penentuan perencanaan *Intermittent Gas lift*?
3. Menurut pendapat Saudara mengapa perencanaan *Intermittent Gas lift* harus memahami problem, tindakan dan jenis Sumurnya?
4. Apakah dengan adanya perencanaan *Intermittent Gas lift* dapat meningkatkan performansi produksi migas? Mengapa?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan **LK-06**.

Untuk memperkuat pemahaman Saudara tentang *Intermittent Gas lift*. Bacalah bahan bacaan tentang *Intermittent Gas lift*.

**LEMBAR KERJA (LK-00)**

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran Peralatan ESP dan *Suck rod*? Sebutkan dan jelaskan!

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

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

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

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

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

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 diunjuk kerjakan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## LEMBAR KERJA (LK-01)

1. Mengapa diperlukan Perencanaan *Gas Lift*? Tuliskan!, kegiatan apa saja yang perlu dilakukan sebelum Perencanaan *Gas Lift*? Apa yang akan terjadi jika Perencanaan *Gas Lift* tidak sesuai prosedur?

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

2. Menurut Saudara Parameter Perencanaan *Gas Lift* manakah yang memerlukan perhatian ekstra?

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

3. Apa saja langkah-langkah yang harus Saudara pikirkan dalam membuat perencanaan *gas lift*? Coba anda uraikan!

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

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

4. Menurut Saudara Perencanaan Metode *Gas Lift* manakah yang memerlukan perhatian ekstra?

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

5. Apa yang harus Saudara lakukan selaku guru kejuruan apabila melihat kondisi Perencanaan *Gas Lift* yang tidak optimal?

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

## LEMBAR KERJA (LK-02)

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Peralatan *Gas Lift*?

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

2. Apa yang Saudara ketahui tentang Peralatan-pralatan diatas permukaan *Gas Lift*?

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

3. Apa yang Saudara ketahui tentang Peralatan-pralatan di bawah permukaan *Gas Lift*?

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

.....  
.....

4. Menurut pendapat Saudara mengapa Peralatan *Gas Lift* penting bagi kelangsungan kinerja peralatan *Gas Lift*?

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

### LEMBAR KERJA (LK-03)

1. Apa yang Saudara lakukan sebelum melakukan perencanaan *Gas Lift*?

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

2. Informasi apa saja yang diperlukan sebelum melakukan perencanaan *Gas Lift*?

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

3. Mengapa Evaluasi Sumur Sebelum Perencanaan *Gas Lift* sangat diperlukan sebelum menentukan suatu perencanaan *Gas Lift*?

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

4. Menurut Saudara apa keuntungan dan kerugian sumur *gas lift*?

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

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

5. Apakah dampak dari keuntungan dan kerugian sumur *gas lift* pada performansi produksi migas? Coba Saudara Uraikan?

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

**LEMBAR KERJA (LK-04)**

1. Apa yang menyebabkan terjadinya *Troubleshooting* dalam *Not Pumping* atau *Stop flowing* dan *Low production*?

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

2. Menurut Saudara catatan apa saja yang harus dilakukan jika terjadi *Troubleshooting* dalam kondisi *Not Pumping* atau *Stop flowing* dan *Low production*? Apa tindakan Saudara untuk mengatasinya?

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

3. Apakah *Troubleshooting Gas lift* dapat menghambat performansi produksi migas? Mengapa?

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

**LEMBAR KERJA (LK-05)**

1. Apa yang Saudara ketahui tentang *Continuous Gas Lift*?

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

2. Mengapa Saudara harus memahami perencanaan *Continuous Gas Lift*?  
Sebutkan apa saja prosedur dalam penentuan perencanaan *Continuous Gas Lift*?

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

3. Menurut pendapat Saudara mengapa perencanaan *Continuous Gas Lift* harus memahami *problem*, tindakan dan jenis Sumurnya?

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

4. Apakah dengan adanya perencanaan *Continuous Gas Lift* dapat meningkatkan performansi produksi migas? Mengapa?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## LEMBAR KERJA (LK-06)

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Intermittent *Gas lift*?

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

2. Mengapa Saudara harus memahami perencanaan *Intermittent Gas lift*?  
Sebutkan apa saja prosedur dalam penentuan perencanaan *Intermittent Gas lift*?

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

3. Menurut pendapat Saudara mengapa perencanaan *Intermittent Gas lift* harus memahami *problem*, tindakan dan jenis Sumurnya?

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

4. Apakah dengan adanya perencanaan *Intermittent Gas lift* dapat meningkatkan performansi produksi migas? Mengapa?

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

**E. Latihan/Kasus/Tugas**

1. Apa yang menyebabkan fluida sumur bisa mengalir lagi jika diinjeksikan gas pada metoda sumur *gas lift* ?
2. Sebutkan dua macam cara penginjeksian gas pada sumur *gas lift* dan jelaskan perbedaannya !
3. Sebutkan parameter-parameter dasar dalam perencanaan sumur *gas lift* !
4. Apakah yang dimaksud dengan *productivity index*, tuliskan rumusnya!
5. Faktor apa saja yang perlu diperhatikan dalam perencanaan *gas lift*? Sebutkan?
6. Perencanaan instalasi *gas lift* yang umum berdasarkan prinsip-prinsip?
7. Sebutkan peralatan *gas lift* diatas permukaan?
8. Apa kegunaan *Valve* dipasang pada *tubing* ?
9. Sebutkan penentuan perencanaan sumur sembur buatan *intermitten*?
10. Sebutkan prosedur menentukan tekanan buka katup?

**F. Rangkuman**

1. *Gas lift* adalah suatu usaha pengangkatan fluida sumur dengan cara menginjeksikan gas bertekanan tinggi (minimal 250 psi) sebagai media pengangkat ke dalam kolom fluida melalui *valve-valve* yang dipasang pada *tubing* dengan kedalaman dan spasi tertentu.
2. Peralatan *gas lift* dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu peralatan di atas permukaan dan peralatan di bawah permukaan

3. Berdasarkan instalasinya maka sumur *gas lift* dibedakan menjadi tiga yaitu:
  1. *Open installation*
  2. *Semi closed installation*
  3. *Closed installation*
4. Ada dua cara pengangkatan buatan dengan metode *gas lift*, yaitu penginjeksian secara kontinyu (*continuous flow gas lift*) dan penginjeksian terputus-putus (*intermittent flow gas lift*)

**G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

1. Jelaskan bagaimana kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan?

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

2. Apakah hasil pembelajaran dapat diimplementasikan dilingkungan kerja?

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

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

3. Jika belum bisa diterapkan disekolah saudara , apa yang perlu ditingkatkan agar indikator pencapaian kompetensi dapat tercapai?

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

### **Tindak Lanjut**

Untuk melengkapi pengetahuan perlu dipelajari secara menyeluruh tiapbagian-bagian pokok bahasan pada pelajaran ini melalui pelajaranlanjutan, referensi buku, internet dll.

### **Kunci Jawaban**

1. Fluida terangkat dari dasar sumur kepermukaan karena :
  - a. Dorongan dari gas bertekanan tinggi melalui katup *gas lift*
  - b. Fluida dalam *tubing* (diatas katup operasi) menjadi lebih ringan, karena densitynya lebih kecil, viscositas lebih rendah, perbandingan gas dan cairan (GLR, GOR) lebih besar dibanding dengan fluida dari *reservoir*
  - c. Tekanan alir dasar sumur ( $P_{wf}$ ) menjadi lebih rendah (turun)

2. Ditinjau dari cara penginjeksian gas, maka *gas lift* dibedakan menjadi dua, yaitu :
  - a. *Continuous gas lift*, yaitu gas diinjeksikan secara terus menerus ke dalam annulus melalui *valve* yang dipasang pada tubing, maka gas akan masuk ke dalam *tubing*.
  - b. *Intermittent gas lift*, yaitu gas diinjeksikan secara terputus-putus pada selang waktu tertentu, sehingga dengan demikian injeksi gas merupakan suatu siklus dan diatur sesuai dengan laju fluida yang mengalir dari formasi ke lubang sumur
3. Parameter dasar dalam perencanaan sumur *gas lift* sebagai berikut:
  1. *Productivity Index*
  2. Gradient tekanan statik cairan
  3. Gradient tekanan gas
  4. Temperatur didalam sumur
  5. Kapasitas produksi
4. Ukuran kemampuan suatu reservoir untuk memproduksi minyak dinyatakan dalam "Productivity Index" atau PI.

Rumus:

$$PI = \frac{Q}{SBHP - FBHP}, \text{ BPD/PSI}$$

5. Dalam perencanaan *gas lift*, faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah :
  1. Kondisi sumur
  2. Kondisi reservoir
  3. Data-data produksi sumur
  4. Keadaan lingkungan
6. Perencanaan instalasi *gas lift* yang umum berdasarkan prinsip-prinsip:
  1. *Valve* sebagai titik injeksi atau biasa disebut *Operating Valve* harus diletakkan sedalam mungkin sesuai
  2. *Valve-valve* yang bertindak sebagai *unloading*
  3. *Operating valve* harus yang paling dalam
7. Peralatan-peralatan *gas lift* diatas permukaan tersebut meliputi :

1. *Wellhead* dengan *Christmas tree*
2. Stasiun kompresor
3. Stasiun distribusi
4. Alat-alat kontrol
8. *Valve-valve* ini dipasang pada *tubing* dan berfungsi untuk :
  1. Mengosongkan sumur dari fluida *workover* atau kill fluid supaya injeksi gas dapat mencapai titik optimum di dalam tubing.
  2. Mengatur aliran injeksi gas ke dalam tubing, baik pada proses *unloading* (pengosongan sumur) maupun pada proses pengangkatan fluida.
9. Perencanaan sumur sembur buatan intermittent meliputi penentuan :
  1. Laju produksi yang dapat diperoleh
  2. Jumlah gas injeksi yang diperoleh
  3. Spasi katup
  4. Tekanan pembukaan katup di bengkel.
10. Prosedur menentukan tekanan buka katup adalah sebagai berikut :
  - a. Dari hasil spasi katup, buat skala temperature yang berhimpitan dengan sumbu tekanan
  - b. Plot titik  $(T_s, 0)$  dan  $(T_b, D)$  kemudian hubungkan kedua titik tersebut
  - c. Baca *temperature* untuk setiap kedalaman katup  $(T_v)$
  - d. Baca tekanan *tubing* untuk setiap kedalaman katup  $(P_t)$ .
  - e. Baca tekanan tutup katup setiap kedalaman  $(P_{vc})$ ,  $P_{vc} = P_d$
  - f. Tentukan ukuran *port* yang diperlukan.

## Evaluasi

Setelah mempelajari materi yang ada di dalam modul ini saudara diharapkan mampu mengerjakan soal-soal latihan sebagai tolak ukur keberhasilan dalam pencapaian indikator. Materi yang disajikan didalam modul ini sebagai pembelajaran untuk memperbaiki nilai Uji Kompetensi Guru yang telah dilaksanakan, sehingga kedepannya bisa memberikan hasil yang memuaskan saat diadakan Uji Kompetensi Guru.

## **BAB IV**

### **PENUTUP**

#### **Kesimpulan**

Demikian Modul Guru Pembelajaran Mata Pelajaran Teknik Produksi Migas Kelompok Kompetensi E bagi Guru pasca UKG ini disusun. Modul ini disusun sebagai acuan bagi semua pihak yang terkait dalam pelaksanaan kegiatan pelatihan dan GP bagi guru dan tenaga kependidikan (GTK). Melalui Modul Guru Pembelajaran Mata Pelajaran Teknik Produksi Migas Kelompok Kompetensi E ini selanjutnya semua pihak terkait dapat menemukan kemudahan dalam melaksanakan UKG kelanjutan dan menambah pengetahuan dan wawasan pada bidang dan tugas masing-masing.

Modul Guru Pembelajaran Mata Pelajaran Teknik Produksi Migas Kelompok Kompetensi E GP bagi Guru pasca UKG ini disusun ini merupakan bahan pelajaran atau materi yang harus dipelajari oleh guru pasca UKG. Semoga Modul Guru Pembelajaran Mata Pelajaran Teknik Produksi Migas Kelompok Kompetensi E bagi Guru pasca UKG ini dapat bermanfaat dan bias mengarahkan dan membimbing peserta diklat terutama para guru dan widyaiswara/fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan diklat Guru Pembelajar.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Ade Kusnandar, 2008. *Pemanfaatan TIK untuk Pembelajaran*. Modul-1, disajikan pada Pelatihan Pemanfaatan TIK untuk Pembelajaran Tingkat Nasional Tahun 2008, Jakarta: Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi Pendidikan. Departemen Pendidikan Nasional.
- Anderson, S.E. 1997. *Understanding teacher change: revisiting the concerns based adoption model Curriculum Inquiry*, 27, 3, 331-367. doi: 10.1111/0362-6784.0057.
- Beggs, Dale: "*Gas Production Operations*", OGCI Publications, Oil and Gas Consultants International Inc., Tulsa – Oklahoma.
- Bradley, Petroleum Engineering Handbook, Society of Petroleum Engineers, US 1987.
- Brown K. E.: "*The Technology of Artificial Lift Methods*", Vol. I, PPC. Books, Tulsa - Oklahoma.
- Christina Ismanati, *Penggunaan Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Peningkatan Kualitas Pembelajaran*. FIP-Universitas Negeri Yogyakarta.
- Dr. John M. Campbell, *Gas Conditioning and Processing*, Vol. 1., Campbell Petroleum Series, Oklahoma.
- Dr. Skinner, *Introduction to Petroleum Production* Vol. 1-2, Gulf Publishing Company, Houston Texas, USA, 1981.
- Ertner, P. A, 2005. *Teacher Pedagogical beliefs: the final frontier in our quest for technology integration. Educational Technology Research and Development*. 53, 4, 25-39 doi: 10: 1007/BF02504683.
- Francois, S. Manning et. Al., *Field Handling of Petroleum*, Tulsa, 1980
- Gas Processors Suppliers Association : "*Engineering Data Book*", Ninth Edition, 1972, 1812 First Place, Tulsa - Oklahoma.
- NN, *The Petroleum industry, Production Operations*, Acton System, Houston, 1982.
- Gagne, Robert M, 1997. *The condition of learning*, New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Herman Dwi Surjono, *Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Peningkatan Kualitas Pembelajaran*, Makalah, disajikan dalam seminar MGMP Terpadu SMP/MTs Kota Magelang.

<https://zurrich.wordpress.com/2010/07/28/makalah-pemanfaatan-tik-dalam-pembelajaran/>

Mei-Chuen Lin, Janet, Pei-Yu Wang dan I-Chun Lin. 2012. *Pedagogy technology: A two-dimensional model for teachers ICT integration*. British Journal of Educational Technology. Vol 43 No (1) 2012, Halaman 97–108. doi:10.1111/j.1467-8535.2010.01159.x.

Morton, M. Denn: “*Process Fluid Mechanics*”, Prentice-Hall International Series, Englewood, New Jersey.

Newhouse, P.C, Trinidad, S & Clarkson, B. 2002. *Quality Pedagogy and effective learning with information and communications technology (ICT): a review of the literature*. Diakses dari

<http://www.eddept.wa.edu.au/cm15/eval/downloads/pd/litreview.pdf>, tanggal 24 September 2015

Rogers, E.M, 1983. *Difussion of Innovations (2nd Ed)*. New York: The Free Press.

Seals, Barbara B, dan Richey, (1994), *Instructional Technology: the Defenitions and Domains of the Field*, Washington DC: AECT.

Schallert, D. L. & Martin, D. B. 2003. *A psychological analysis of what teachers and students do in the language arts classroom*. In J. Flood, D. Lapp, J. R. Squire & J. M. Jensen (Eds), *Handbook of research on teaching the English language arts (2nd ed., pp. 31–45)*. New York: Macmillan.

Sibley, P. H. R. & Kimball, C. 1998. Technology maturity model. Diakses dari <http://www.uni.edu/zeitz/tc/assignments/edmin/TechMaturityModelSite.pdf>, tanggal 24 September 2015.

Sutherland, R., V. Arm strong, S. Bar nes, R. Br awn, N. Breeze, M. Gall, S. Matthew man, F. Olivero , A. Taylor, P. Triggs, J. Wishart & P. Johnw. 2004. Transforming teaching and learning: embedding ICT into everyday classroom practices. *Journal of Computer Assisted Learning* 20, 413-425

UNESCO. 2002. UNESCO Report: Information and Communication Technology in Teacher Education, A Curriculum for Schools and Programme of Teacher Development. Division of Higher Education, UNESCO.