



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Pemboran Minyak dan Gas

Pedagogik : Penentuan Aspek-Aspek Hasil Belajar
Profesional : Hidrolika Lumpur dan Hambatan Pemboran



KELOMPOK
KOMPETENSI





MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Pemboran Minyak dan Gas

Penyusun :

**Agus Subagiyo, ST
SMKN 3 Mandau
asubagiyo@yahoo.com
081365906623**

Reviewer :

**Admulyadi, ST
SMKN 3 Mandau
admul_geo03@yahoo.com
085391111334**

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



KATA PENGANTAR

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

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

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

Jakarta, Agustus 2015
Direktur Jenderal Guru dan
Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,
NIP 19590801 198503 1002

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
BAB IPENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi	2
D. Ruang Lingkup	3
E. Saran Cara Penggunaan Modul	3
BAB II KOMPETENSI PEDAGOGIK.....	4
A. Tujuan	4
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	4
C. Uraian Materi.....	4
D. Aktivitas Pembelajaran	30
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	31
F. Rangkuman	31
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	32
H. Evaluasi.....	32
I. Kunci Jawaban.....	34
 III KOMPETENSI PROFESIONAL	 35
A. Tujuan	35
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	35
C. Uraian Materi.....	36
D. Aktivitas Pembelajaran	79
E. Latihan.....	83
F. Evaluasi	85
G. Studi Kasus	96

H. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	108
I. Rangkuman.....	109
BAB IV PENUTUP.....	110
Glosarium	111
DAFTAR PUSTAKA.....	113

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1	Hilang Sirkulasi Sedikit (Seepage loss).....	63
2	Hilang Sirkulasi Sebagian (Partial Loss).....	64
3	Pipa Terjepit.....	68
4	Lubang Bor Runtuh.....	68
5	Shale Problem.....	72
6	Dinding Lubang Bor Rontok.....	76
7	Key Seat.....	77
8	Diferential Sticking.....	78

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
A.	Techniques Available to Predict, Detect and Evaluate Over Pressure	56

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 Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) adalah pengembangan kompetensi Guru dan Tenaga Kependidikan yang dilaksanakan sesuai dengan kebutuhan, bertahap, dan berkelanjutan untuk meningkatkan profesionalitasnya.

Pengembangan keprofesian berkelanjutan 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 PKB akan mengurangi kesenjangan antara kompetensi yang dimiliki guru dan tenaga kependidikan dengan tuntutan profesional yang dipersyaratkan.

Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan PKB baik secara mandiri maupun kelompok. Khusus untuk PKB dalam bentuk diklat dilakukan oleh lembaga pelatihan sesuai dengan jenis kegiatan dan kebutuhan guru. Penyelenggaraan diklat PKB dilaksanakan oleh PPPPTK dan LPPPTK KPTK atau penyedia layanan diklat lainnya. Pelaksanaan diklat tersebut memerlukan modul sebagai salah satu sumber belajar bagi peserta diklat. Modul merupakan bahan ajar yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta diklat 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 Diklat Guru Pembelajar Kelompok Kompetensi H bagi guru dan tenaga kependidikan pasca UKG untuk Sekolah Menengah Kejuruan dalam Kompetensi Keahlian Teknik Pemboran Migas. Modul ini dibuat untuk dijadikan bahan pelatihan yang diperlukan oleh guru Kompetensi Keahlian Teknik Pemboran Migas pasca UKG dalam melaksanakan kegiatan PKB. Selain itu modul ini juga dijadikan sebagai bahan belajar oleh para guru maupun tenaga kependidikan Teknik Pemboran Migas untuk meningkatkan kompetensi dalam bidang Pemboran Migas.

B. Tujuan

Tujuan disusunnya Modul diklat Guru Pembelajar Kelompok Kompetensi H adalah memberikan pemahaman bagi para guru maupun tenaga kependidikan sekolah kejuruan pasca UKG Kompetensi Keahlian Teknik Pemboran Migas.

C. Peta Kompetensi

Manfaat disusunnya Modul diklat Guru Pembelajar Kelompok Kompetensi H 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 Pemboran Migas.
2. Menjadi acuan dalam menyusun dan mengembangkan tingkat kemampuan guru Teknik Pemboran Migas untuk kegiatan UKG berikutnya.
3. Menghasilkan guru – guru yang memiliki keprofesionalan dalam bidang Teknik Pemboran Migas yang mumpuni.

D. Ruang Lingkup

Ruang Lingkup penyusunan Modul diklat Guru Pembelajar Kelompok Kompetensi H 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 Pemboran Migas pasca UKG untuk meningkatkan kemampuannya.

E. Saran Cara Penggunaan Modul

Saran Cara Penggunaan Modul Guru Pembelajar Kelompok Kompetensi H ini sebagai 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.
7. Semoga dengan mempelajari modul ini ilmu saudara akan semakin bertambah dan ilmu saudara bermanfaat bagi orang lain.

BAB II

KOMPETENSI PEDAGOGIK

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 : MENENTUKAN ASPEK - ASPEK PROSES DAN HASIL BELAJAR

A. Tujuan Pembelajaran

Peserta diklat dapat menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang perlu diukur sesuai dengan tuntutan paket keahlian teknik pemboran migas melalui ceramah, diskusi kelompok, brainstorming, dan penugasan mandiri.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi (sikap, pengetahuan dan keterampilan) diidentifikasi sesuai dengan karakteristik kompetensi dasar pada setiap paket keahlian.
2. Aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi (sikap, pengetahuan dan keterampilan) ditentukan sesuai dengan karakteristik kompetensi dasar setiap paket keahlian.

C. Uraian materi

➤ Aspek-aspek Proses dan Hasil Belajar yang perlu diukur/dinilai

Dalam usaha memudahkan memahami dan mengukur perubahan perilaku maka perilaku kejiwaan manusia yang dapat dijadikan sebagai hasil belajar. Menurut Benjamin S. Bloom dkk. (1956) perubahan perilaku tersebut merupakan aspek-aspek yang dapat dikelompokkan ke dalam tiga domain yaitu kognitif, afektif, dan psikomotorik. Setiap domain disusun menjadi beberapa jenjang kemampuan, mulai dari hal yang sederhana sampai dengan hal yang kompleks, mulai dari hal yang mudah sampai dengan hal yang sukar dan mulai dari hal yang konkrit sampai dengan hal yang abstrak.

Domain atau aspek-aspek hasil belajar adalah perilaku-perilaku kejiwaan yang akan diubah dalam proses pendidikan. Lihat table berikut :

INPUT	PROSES	HASIL
Siswa: 1. kognitif 2. afektif 3. psikomotorik	Proses belajar mengajar	Siswa: 1. kognitif 2. afektif 3. psikomotorik
Potensi perilaku yang dapat diubah	Usaha mengubah perilaku	Perilaku yang telah berubah: 1. efek pengajaran 2. efek pengiring.

Domain/ Aspek Kognitif

Adalah ranah yang mencakup kegiatan mental (otak) secara hirarkhis tingkat hasil belajar kognitif mulai dari yang paling rendah dan sederhana sampai yang tinggi dan rumit.

Aspek kognitif dalam pendidikan merupakan aspek yang berkaitan dengan pengetahuan. Artinya kegiatan belajar mengajar bertujuan menambah tingkat pengetahuan dan wawasan siswa terhadap materi pelajaran yang disampaikan. Aspek kognitif dapat ditelusuri dari suatu keadaan dimana siswa mendapatkan penambahan pengetahuan dari yang semula tidak tahu menjadi tahu, dan dari tidak mengerti menjadi mengerti.

Pada dasarnya konsep pembelajaran kognitif disini menuntut adanya prinsip-prinsip utama sebagai berikut:

1. Pembelajaran yang aktif, maksudnya adalah siswa sebagai subyek belajar menjadi factor yang paling utama. Siswa dituntut untuk belajar dengan mandiri secara aktif.
2. Prinsip pembelajaran dengan interaksi social untuk menambah khasanah perkembangan kognitif siswa dan menghindari kognitif yang bersifat egosentris.

3. Belajar dengan menerapkan apa yang dipelajari agar siswa mempunyai pengalaman dalam mengeksplorasi kognitifnya lebih dalam. Tidak melulu menggunakan bahasa verbal dalam berkomunikasi.
4. Adanya guru yang memberikan arahan agar siswa tidak melakukan banyak kesalahan dalam menggunakan kesempatannya untuk memperoleh pengetahuan dan pengalaman yang positif.
5. Dalam memberikan materi kepada siswa diperlukan penstrukturan baik dalam materi yang disampaikan maupun metode yang digunakan. Karena pengaturan juga sangat berpengaruh pada tingkat kemampuan pemahaman pada siswa.
6. Pemberian reinforcement yang berupa hadiah dan hukuman pada siswa. Saat melakukan hal yang tepat harus diberikan hadiah untuk menguatkan dia untuk terus berbuat dengan tepat, hadiah tersebut bias berupa pujian, dan sebagainya. Dan sebaliknya memberikan hukuman atas kesalahan yang telah dilakukan agar dia menyadari dan tidak mengulangi lagi, hukuman tersebut bias berupa: teguran, nasehat dan sebagainya tetapi bukan dalam hukuman yang berarti kekerasan.
7. Materi yang diberikan akan sangat bermakna jika saling berkaitan karena dengan begitu seseorang akan lebih terlatih untuk mengeksplorasi kemampuan kognitifnya.
8. Pembelajaran dilakukan dari pengenalan umum ke khusus (Ausable) dan sebaliknya dari khusus ke umum atau dari konkrit ke abstrak (Piaget).
9. Pembelajaran tidak akan berhenti sampai ditemukan unsure-unsur baru lagi untuk dipelajari, yang diartikan pembelajaran dengan orientasi ketuntasan.
10. Adanya kesamaan konsep atau istilah dalam suatu konsep bias sangat mengganggu dalam pembelajaran karena itulah penyesuaian integrative dibutuhkan. Penyesuaian ini diterapkan dengan menyusun materi sedemikian rupa, sehingga guru dapat menggunakan hierarki-hierarki konseptual ke atas dan ke bawah selama informasi disajikan.

Menurut Bloom, domain/ Ranah kognitif ini dibagi menjadi 6 diantaranya :

1. Pengetahuan (*Knowledge*)/C1, yaitu merupakan kemampuan yang menuntut peserta didik untuk dapat mengenali, mengingat, memanggil kembali tentang adanya konsep , prinsip, fakta, ide, rumus-rumus, istilah, nama. Pengetahuan atau ingatan ini adalah merupakan proses berpikir yang paling rendah.

Contoh hasil belajar kognitif pada tahap pengetahuan misalnya adalah peserta didik menghafal surat al-'Ashar, menerjemahkan dan menuliskannya secara baik dan benar, sebagai salah satu materi pelajaran kedisiplinan yang diberikan oleh guru pendidikan agama islam di sekolah.

2. Pemahaman (*Comprehension*)/C2, yaitu kemampuan yang menuntut peserta didik untuk memahami atau mengerti tentang materi pelajaran yang disampaikan guru dan dapat memanfaatkannya tanpa harus menghubungkannya dengan hal-hal lain. Seorang peserta didik dikatakan memahami sesuatu apabila dia dapat memberikan penjelasan atau memberi uraian yang lebih rinci tentang hal dengan menggunakan kata-kata sendiri. Pemahaman ini dapat dibedakan menjadi tiga kategori diantaranya:
 - a. Tingkat terendah/ pertama adalah pemahaman terjemahan, mulai dari terjemahan dalam arti yang sebenarnya, misalnya: dari bahasa inggris ke dalam bahasa Indonesia, mengartikan Bhineka Tunggal Ika, mengartikan Merah Putih, menerapkan prinsip-prinsip listrik dalam memasang sakelar.
 - b. Tingkat kedua adalah pemahaman penafsiran, yakni yang menghubungkan bagian-bagian terdahulu dengan yang diketahui berikutnya. Menghubungkan pengetahuan tentang konjungsi kata kerja, subjek, dan passivesive pronoun sehingga tahu menyusun kalimat yang benar, misalnya *My friends is studying bukan My friend studying*.
 - c. Pemahaman tingkat ketiga atau tingkat tertinggi adalah pemahaman ekstrapolasi. Dengan ekstrapolasi diharapkan seseorang mampu melihat di balik yang tertulis, dapat membuat ramalan tentang konsekuensi atau dapat memperluas persepsi dalam arti waktu, dimensi, kasus, ataupun masalahnya.
3. Penerapan / aplikasi (*application*)/C3, yaitu kemampuan yang menuntut peserta didik untuk menggunakan ide-ide umum, tata cara ataupun metode, prinsip, dan teori-teori dalam situasi baru dan konkret. Aplikasi atau penerapan ini adalah merupakan proses berpikir setingkat lebih tinggi ketimbang pemahaman. Contoh hasil belajar penerapan atau aplikasi adalah: peserta didik mampu memikirkan keluaran tentang penerapan konsep kedisiplinan yang diajarkan islam dalam kehidupan sehari-hari baik dilingkungan keluarga, sekolah, maupun masyarakat. Contoh yang lain: sebuah bak air dengan panjang 2 meter, lebar 1'5 meter dan tinggi 1 meter,

berapa volume yang dapat dimuat?. Bloom membedakan delapan aplikasi diantaranya:

- a. Dapat menetapkan prinsip atau generalisasi mana yang sesuai untuk situasi baru yang dihadapi. Dalam hal ini yang bersangkutan belum diharapkan untuk dapat memecahkan seluruh problem, tetapi sekadar dapat menetapkan prinsip yang sesuai.
 - b. Dapat menyusun kemabli problemnya sehingga dapat menetapkan prinsip atau generalisasi mana yang sesuai.
 - c. Dapat memberikan spesifikasi batas relevansi suatu prinsip atau generalisasi mana yang sesuai.
 - d. Dapat mengenali hal-hal khusus yang menyimpang prinsip atau generalisasi tertentu
 - e. Dapat menjelaskan suatu fenomena baru berdasarkan prinsip atau generalisasi tertentu seperti melihat adanya hubungan sebab-akibat atau menjelaskan proses terjadinya sesuatu.
 - f. Dapat meramalkan sesuatu yang akan terjadi berdasarkan prinsip-prinsip atau generalisasi tertentu.
 - g. Dapat menentukan tindakan atau keputusan tertentu dalam menghadapi situasi baru dengan menggunakan prinsip atau generalisasi yang sesuai.
 - h. Dapat menjelaskan alasan penggunaan suatu prinsip atau generalisasi bagi situasi baru yang dihadapi.
4. Analisis (*analysis*)/C4, yaitu kemampuan yang menuntut peserta didik untuk menguraikan suatu situasi atau keadaan tertentu kedalam unsur-unsur atau komponen pembentuknya. Contoh: peserta didik dapat merenung dan memikirkan dengan baik tentang wujud nyata dari kedisiplinan seorang di rumah, di sekolah dan dalam kehidupan sehari-hari di tengah-tengah masyarakat, sebagai bagian dari ajaran islam. Penyusunan tes perlu mengenal berbagai kecakapan yang termasuk klasifikasi analisis sebagai berikut:
- a. Dapat mengklasifikasikan kata-kata, frase-frase, atau pernyataan-pernyataan, dengan menggunakan kriteria analitik tertentu.
 - b. Dapat meramalkan sifat-sifat khusus tertentu yang tidak disebutkan secara jelas.

- c. Dapat meramalkan kualitas, asumsi, atau kondisi yang implisit atau yang perlu ada berdasarkan kriteria dan hubungan materinya.
 - d. Dapat mengetengahkan pola atau tata susunan materi dengan menggunakan kriteria seperti relevansi, sebab-akibat, keruntutan atau sekuensi.
 - e. Dapat mengenal organisasi prinsip-prinsip atau organisasi pola-pola dan materi yang dihadapi.
 - f. Dapat meramalkan dasar sudut pandangan, kerangka acuan, dan tujuan dari materi yang dihadapinya.
5. Sintesis (synthesis)/C5, yaitu kemampuan yang menuntut peserta didik untuk menghasilkan sesuatu yang baru dengan cara menggabungkan berbagai faktor. Hasil yang didapat berupa tulisan, rencana atau mekanisme. Contoh hasil belajar dalam sintesis: peserta didik dapat menulis karangan tentang pentingnya kedisiplinan sebagaimana telah diajarkan oleh islam. Dalam karanganya itu peserta didik juga dapat mengemukakan secara jelas, amanat bapak Presiden Soeharto dalam Upacara Peringatan Hari Kebangkitan Nasional tanggal 20 Mei 1995 yang telah mencanangkan kedisiplinan nasional, baik kedisiplinan kerja, dsb. Berpikir sintesis merupakan salah satu terminal untuk menjadikan orang lebih kreatif. Dan berpikir kreatif ini merupakan salah satu hasil yang dicapai dalam pendidikan. Kemampuan berpikir sintesis dapat diklasifikasikan menjadi beberapa tipe, yaitu:
- a. Kemampuan menemukan hubungan yang unik. Dengan suatu pandangan yang unik, seseorang dapat menemukan hubungan unit-unit yang tak berarti menjadi suatu integrasi yang berarti dengan menambahkan suatu unsure tertentu. Termasuk dalam tipe ini ialah kemampuan mengomunikasikan gagasan, perasaan, atau pengalamannya dalam bentuk tulisan, gambar, simbol ilmiah.
 - b. Kemampuan menyusun rencana atau langkah-langkah operasional dari suatu tugas atau masalah yang diketengahkan. Sebagai contoh, misalkan dalam suatu rapat bermunculan berbagai usul tentang berbagai hal. Dengan kemampuan sintesisnya, seorang anggota rapat mengusulkan langkah-langkah urutan atau tahap-tahap untuk membahas dalam menyelesaikan berbagai usul tersebut.

- c. Kemampuan mengabstraksi sejumlah fenomena, data atau hasil observasi, menjadi teori, proporsi, hipotesis, skema, model.
6. Evaluasi (*evaluation*)/C6, yaitu kemampuan yang menuntut peserta didik untuk dapat mengevaluasi suatu situasi, keadaan, pernyataan atau konsep berdasarkan kriteria tertentu. Hal penting dalam evaluasi ini adalah menciptakan kondisi sedemikian rupa sehingga peserta didik mampu mengembangkan kriteria atau patokan untuk mengevaluasi sesuatu. Contoh hasil belajar evaluasi: peserta didik mampu menimbang-nimbang tentang manfaat yang dapat dipetik oleh seseorang. Bentuk evaluasi berdasarkan kriteria internal dapat berupa mengukur probabilitas suatu kejadian, menerapkan kriteria tertentu pada hasil suatu karya, mengenal ketetapan, kesempurnaan dan relevansi data, membedakan valid- tidaknya generalisasi, argumentasi. Bentuk evaluasi yang memdasarkan kriteria eksternal, antara lain: mengembangkan standar sendiri tentang kualitas karya kontemporer, membandingkan berbagai teori, generalisasi, dan fakta suatu budaya. Kemampuan evaluasi dapat diklasifikasikan menjadi enam tipe diantaranya:
- a. Dapat memberikan evaluasi tentang ketepatan suatu karya atau dokumen.
 - b. Dapat memberikan evaluasi tentang keajegan dalam memberikan argumentasi, evidensi dan kesimpulannya, logika dan organisasinya.
 - c. Dapat memahami nilai serta sudut pandangan yang dipakai orang dalam mengambil suatu keputusan.
 - d. Dapat mengevaluasi suatu karya dengan membandingkannya dengan karya lain yang relevan.
 - e. Dapat mengevaluasi suatu karya dengan menggunakan kriteria yang telah ditetapkan.
 - f. Dapat memberikan evaluasi suatu karya dengan menggunakan sejumlah kriteria yang eksplisit.

Domain pengetahuan pada Kurikulum 2013 menggunakan taksonomi Bloom yang disempurnakan oleh Anderson. Perkembangan kemampuan mental (intelektual) peserta didik dimulai dari C1 yakni mengingat (*remember*) dimana peserta didik mengingat kembali pengetahuan dari memorinya. Tahapan perkembangan selanjutnya C2 yakni memahami (*understand*) yang merupakan kemampuan mengkonstruksi makna dari pesan pembelajaran baik secara lisan, tulisan dan grafik. Lebih lanjut tahap C3 yakni menerapkan

(*apply*) yang merupakan penggunaan prosedur dalam situasi yang diberikan atau situasi baru. Tahap lebih lanjut C4 yakni menganalisis (*analyse*) yang merupakan penguraian materi ke dalam bagian-bagian materi tersebut dan bagaimana bagian-bagian tadi saling berhubungan antara satu sama lainnya dalam keseluruhan struktur. Tingkatan taksonomi pengetahuan C5 yakni mengevaluasi (*evaluate*) merupakan kemampuan membuat keputusan yang di dasarkan kriteria dan standar. Adapun kemampuan C6 yakni mengkreasi(*create*) merupakan kemampuan menempatkan elemen-elemen secara bersamaan ke dalam bentuk modifikasi atau mengorganisasi elemen-elemen ke dalam pola baru (struktur baru). Untuk lebih memahami aspek domain kognitif , perhatikanlah tabel berikut .

Kemampuan Berpikir	Deskripsi
Mengingat: mengemukakan kembali apa yang sudah dipelajari dari guru, buku, sumber lainnya sebagaimana aslinya, tanpa	Pengetahuan hafalan: ketepatan, kecepatan, kebenaran pengetahuan yang diingat dan digunakan ketika menjawab pertanyaan tentang fakta, definisi konsep, prosedur, hukum, teori dari apa yang sudah dipelajari di kelas tanpa diubah/berubah.
Memahami: Sudah ada proses pengolahan dari bentuk aslinya tetapi arti dari kata, istilah, tulisan, grafik, tabel, gambar, foto tidak berubah.	Kemampuan mengolah pengetahuan yang dipelajari menjadi sesuatu yang baru seperti <i>menggantikan</i> suatu kata/istilah dengan kata/istilah lain yang sama maknanya; <i>menulis kembali</i> suatu kalimat/paragraf/tulisan dengan kalimat/paragraf/tulisan sendiri dengan tanpa mengubah artinya informasi aslinya; <i>mengubah bentuk komunikasi</i> dari bentuk kalimat ke bentuk grafik/tabel/visual atau sebaliknya; <i>memberi tafsir</i> suatu kalimat/paragraf/tulisan/data sesuai dengan kemampuan peserta didik; <i>memperkirakan</i> kemungkinan yang terjadi dari suatu informasi yang terkandung dalam suatu

	kalimat/paragraf/tulisan/data.
Menerapkan: Menggunakan informasi, konsep, prosedur, prinsip, hukum, teori yang sudah dipelajari untuk sesuatu yang baru/belum dipelajari	Kemampuan menggunakan pengetahuan seperti konsep massa, cahaya, suara, listrik, hukum penawaran dan permintaan, hukum Boyle, hukum Archimedes, membagi/ mengali/menambah/mengurangi/menjumlah, menghitung modal dan harga, hukum persamaan kuadrat, menentukan arah kiblat, menggunakan jangka, menghitung jarak tempat di peta, menerapkan prinsip kronologi dalam menentukan waktu suatu benda/peristiwa, dan sebagainya dalam mempelajari sesuatu yang belum pernah dipelajari sebelumnya.
Menganalisis: Menggunakan keterampilan yang telah dipelajarinya terhadap suatu informasi yang belum diketahuinya dalam mengelompokkan informasi, menentukan keterhubungan antara satu kelompok/ informasi dengan kelompok/ informasi lainnya, antara fakta	Kemampuan mengelompokkan benda berdasarkan persamaan dan perbedaan ciri-cirinya, memberi nama bagi kelompok tersebut, menentukan apakah satu kelompok sejajar/lebih tinggi/lebih luas dari yang lain, menentukan mana yang lebih dulu dan mana yang belakangan muncul, menentukan mana yang memberikan pengaruh dan mana yang menerima pengaruh, menemukan keterkaitan antara fakta dengan kesimpulan, menentukan konsistensi antara apa yang dikemukakan di bagian awal dengan bagian berikutnya, menemukan pikiran pokok penulis/pembicara/nara sumber, menemukan kesamaan dalam alur berpikir antara satu karya dengan karya lainnya, dan sebagainya

Mengevaluasi: Menentukan nilai suatu benda atau informasi berdasarkan suatu kriteria	Kemampuan menilai apakah informasi yang diberikan berguna, apakah suatu informasi/benda menarik/menyenangkan bagi dirinya, adakah penyimpangan dari kriteria suatu pekerjaan/keputusan/peraturan, memberikan pertimbangan alternatif mana yang harus dipilih berdasarkan kriteria, menilai benar/salah/bagus/jelek dan sebagainya suatu hasil kerja berdasarkan kriteria.
Mencipta: Membuat sesuatu yang baru dari apa yang sudah ada sehingga hasil tersebut merupakan satu kesatuan utuh dan berbeda dari komponen yang digunakan untuk membentuknya	Kemampuan membuat suatu cerita/tulisan dari berbagai sumber yang dibacanya, membuat suatu benda dari bahan yang tersedia, mengembangkan fungsi baru dari suatu benda, mengembangkan berbagai bentuk kreativitas lainnya.

(sumber: Olahan Anderson, dkk. 2001).

Sasaran penilaian hasil belajar oleh pendidik pada dimensi pengetahuan adalah sebagai berikut :

Dimensi pengetahuan	Deskripsi
Faktual	Pengetahuan tentang istilah, nama orang, nama benda, angka, tahun, dan hal-hal yang terkait secara khusus dengan suatu mata pelajaran.
Konseptual	Pengetahuan tentang kategori, klasifikasi, keterkaitan antara satu kategori dengan lainnya, hukum kausalita, definisi, teori.
Prosedural	Pengetahuan tentang prosedur dan proses khusus dari suatu mata pelajaran seperti algoritma, teknik, metoda, dan kriteria untuk menentukan

	ketepatan penggunaan suatu prosedur.
Metakognitif	Pengetahuan tentang cara mempelajari pengetahuan, menentukan pengetahuan yang penting dan tidak penting (<i>strategic knowledge</i>), pengetahuan yang sesuai dengan konteks tertentu, dan pengetahuan diri (<i>self-knowledge</i>).

Pada tingkat pengetahuan, peserta didik menjawab pertanyaan berdasarkan hapalan saja. Pada tingkat pemahaman peserta didik dituntut untuk menyatakan masalah dengan kata-katanya sendiri, memberi contoh suatu konsep atau prinsip. Pada tingkat aplikasi, peserta didik dituntut untuk menerapkan prinsip dan konsep dalam situasi yang baru. Pada tingkat analisis, peserta didik diminta untuk menguraikan informasi ke dalam beberapa bagian, menemukan asumsi, membedakan fakta dan pendapat serta menemukan hubungan sebab akibat. Pada tingkat sintesis, peserta didik dituntut untuk menghasilkan suatu cerita, komposisi, hipotesis atau teorinya sendiri dan mensintesis pengetahuan. Pada tingkat evaluasi, peserta didik mengevaluasi informasi seperti bukti, sejarah, editorial, teori yang termasuk di dalamnya judgement terhadap hasil analisis untuk membuat kebijakan.

Untuk mengukur keberhasilan aspek kognitif ini, maka guru harus membuat alat penilaian (soal) dengan formulasi perbandingan sebagai berikut: 40% untuk soal yang menguji tingkat pengetahuan peserta didik. 20% untuk soal yang menguji tingkat pemahaman peserta didik. 20% untuk soal yang menguji tingkat kemampuan dalam penerapan pengetahuan. 10% untuk soal yang menguji tingkat kemampuan dalam analisis peserta didik. 5% untuk soal yang menguji tingkat kemampuan sintesis peserta didik. 5% untuk soal yang menguji tingkat kemampuan petatar dalam mengevaluasi

Dengan menggunakan formulasi perbandingan soal di atas, mempermudah seorang guru untuk memperjelas cara berfikirnya dan untuk memilih soal-soal yang akan diujikan, selain itu juga dapat membantu seorang guru agar terhindar dari kekeliruan dalam membuat soal.

Adapun bentuk tes kognitif diantaranya; tes lisan di kelas, pilihan ganda, uraian obyektif, uraian non obyektif atau uraian bebas, jawaban atau isian singkat, menjodohkan, portopolio, dan performans.

Domain/Aspek afektif

Aspek afektif dalam pendidikan merupakan aspek yang berkaitan dengan perasaan, ini berarti terhadap materi pelajaran yang disampaikan siswa meresponnya dengan berbagai ekspresi yang mewakili perasaan mereka. Suatu pelajaran tertentu misalnya akan memancing terbentuknya rasa senang, sedih atau berbagai ekspresi perasaan yang lainnya.

Secara konseptual maupun empirik, diyakini bahwa aspek afektif memegang peranan yang sangat penting terhadap tingkat kesuksesan seseorang dalam bekerja maupun kehidupan secara keseluruhan. Keberhasilan pembelajaran pada ranah kognitif dan psikomotorik dipengaruhi oleh kondisi afektif siswa. Siswa yang memiliki minat belajar dan sikap positif terhadap pelajaran akan merasa senang mempelajari mata pelajaran tertentu sehingga dapat mencapai hasil pembelajaran yang optimal. Walaupun para guru sadar akan hal ini, namun belum banyak tindakan yang dilakukan guru secara sistematis untuk meningkatkan minat siswa.

Pembelajaran afektif berbeda dengan pembelajaran intelektual dan keterampilan, karena segi afektif sangat bersifat subjektif, lebih mudah berubah, dan tidak ada materi khusus yang harus dipelajari. Hal-hal di atas menuntut penggunaan metode mengajar dan evaluasi hasil belajar yang berbeda dari mengajar segi kognitif dan keterampilan.

Ada beberapa model pembelajaran afektif yang populer dan banyak digunakan.

1. Model Konsiderasi

Manusia seringkali bersifat egoistis, lebih memperhatikan, mementingkan, dan sibuk dan sibuk mengurus dirinya sendiri. Melalui penggunaan model konsiderasi (consideration model) siswa didorong untuk lebih peduli, lebih memperhatikan orang lain, sehingga mereka dapat bergaul, bekerja sama, dan hidup secara harmonis dengan orang lain.

Langkah-langkah pembelajaran konsiderasi:

(1) menghadapkan siswa pada situasi yang mengandung konsiderasi,

- (2) meminta siswa menganalisis situasi untuk menemukan isyarat-isyarat yang tersembunyi berkenaan dengan perasaan, kebutuhan dan kepentingan orang lain,
- (3) siswa menuliskan responsnya masing-masing,
- (4) siswa menganalisis respons siswa lain,
- (5) mengajak siswa melihat konsekuensi dari tiap tindakannya,
- (6) meminta siswa untuk menentukan pilihannya sendiri.

2. Model pembentukan rasional

Dalam kehidupannya, orang berpegang pada nilai-nilai sebagai standar bagi segala aktivitasnya. Nilai-nilai ini ada yang tersembunyi, dan ada pula yang dapat dinyatakan secara eksplisit. Nilai juga bersifat multidimensional, ada yang relatif dan ada yang absolut. Model pembentukan rasional (rational building model) bertujuan mengembangkan kematangan pemikiran tentang nilai-nilai.

Langkah-langkah pembelajaran rasional:

1. mengidentifikasi situasi dimana ada ketidakserasian atau penyimpangan tindakan,
- (2) menghimpun informasi tambahan,
- (3) menganalisis situasi dengan berpegang pada norma, prinsip atau ketentuan-ketentuan yang berlaku dalam masyarakat,
- (4) mencari alternatif tindakan dengan memikirkan akibat-akibatnya,
- (5) mengambil keputusan dengan berpegang pada prinsip atau ketentuan-ketentuan legal dalam masyarakat.

3. Klarifikasi nilai

Setiap orang memiliki sejumlah nilai, baik yang jelas atau terselubung, disadari atau tidak. Klarifikasi nilai (value clarification model) merupakan pendekatan mengajar dengan menggunakan pertanyaan atau proses menilai (valuing process) dan membantu siswa menguasai keterampilan menilai dalam bidang kehidupan yang kaya nilai. Penggunaan model ini bertujuan, agar para siswa menyadari nilai-nilai yang mereka miliki, memunculkan dan merefleksikannya, sehingga para siswa memiliki keterampilan proses menilai. Langkah-langkah pembelajaran klasifikasi nilai:

- a. pemilihan: para siswa mengadakan pemilihan tindakan secara bebas, dari sejumlah alternatif tindakan mempertimbangkan kebaikan dan akibat-akibatnya,
- b. mengharagai pemilihan: siswa menghargai pilihannya serta memperkuat-mempertegas pilihannya,
- c. berbuat: siswa melakukan perbuatan yang berkaitan dengan pilihannya, mengulangnya pada hal lainnya.

4. Pengembangan moral kognitif

Perkembangan moral manusia berlangsung melalui restrukturalisasi atau reorganisasi kognitif, yang berlangsung secara berangsur melalui tahap pra-konvensi, konvensi dan pasca konvensi. Model ini bertujuan membantu siswa mengembangkan kemampuan mempertimbangkan nilai moral secara kognitif. Langkah-langkah pembelajaran moral kognitif:

- (1) menghadapkan siswa pada suatu situasi yang mengandung dilema moral atau pertentangan nilai,
- (2) siswa diminta memilih salah satu tindakan yang mengandung nilai moral tertentu,
- (3) siswa diminta mendiskusikan/ menganalisis kebaikan dan kejelekannya,
- (4) siswa didorong untuk mencari tindakan-tindakan yang lebih baik,
- (5) siswa menerapkan tindakan dalam segi lain.

5. Model nondirektif

Para siswa memiliki potensi dan kemampuan untuk berkembang sendiri. Perkembangan pribadi yang utuh berlangsung dalam suasana permisif dan kondusif. Guru hendaknya menghargai potensi dan kemampuan siswa dan berperan sebagai fasilitator/konselor dalam pengembangan kepribadian siswa. Penggunaan model ini bertujuan membantu siswa mengaktualisasikan dirinya. Langkah-langkah pembelajaran nondirektif:

- menciptakan sesuatu yang permisif melalui ekspresi bebas,
- pengungkapan siswa mengemukakan perasaan, pemikiran dan masalah-masalah yang dihadapinya, guru menerima dan memberikan klarifikasi,

- pengembangan pemahaman (*insight*), siswa mendiskusikan masalah, guru memberikan dorongan,
- perencanaan dan penentuan keputusan, siswa merencanakan dan menentukan keputusan, guru memberikan klarifikasi,
- integrasi, siswa memperoleh pemahaman lebih luas dan mengembangkan kegiatan-kegiatan positif.

Ranah afektif adalah internalisasi sikap yang menunjukkan kearah pertumbuhan batiniah dan terjadi bila peserta didik sadar tentang nilai yang diterima kemudian mengambil sikap sehingga menjadi bagian dari dirinya dalam membentuk nilai dan menentukan tingkah laku. .

Taksonomi hasil belajar afektif dikemukakan oleh Krathwohl, (Winkel, 1996: 247; sudjana, 1990:29-30;subino, 1987: 23-26; Gronlund dan linn, 1990: 508; suciati, 2001: 19). Krathwohl membagi hasil belajar afektif menjadi lima tingkat yaitu penerimaan, partisipasi, penilaian, organisasi dan internaslisasi. Hasil belajar disusun secara hirarkhis dari tingkat yang paling rendah dan sederhana hingga yang paling tinggi dan kompleks.

1. Penerimaan (*Receiving*) atau menaruh perhatian (*at-tending*)

Adalah kepekaan seseorang dalam menerima rangsangan (*stimulus*) dari luar yang datang kepada dirinya dalam bentuk masalah, situasi, gejala dan lain sebagainya. Termasuk dalam jenjang ini misalnya adalah kesadaran untuk menerima stimulus, mengontrol dan menyeleksi gejala-gejala atau rangsangan yang datang dari luar. Penerimaan (*Receiving*) atau menaruh perhatian (*at-tending*) juga sering diberi pengertian sebagai kemauan untuk memperhatikan suatu kegiatan atau suatu objek. Pada jenjang ini peserta didik dibina agar mereka bersedia menerima nilai-nilai yang diajarkan kepada mereka, dan mereka mau menggabungkan diri kedalam nilai itu atau mengidentikan diri dengan nilai itu. Contoh hasil belajar afektif jejang receiving misalnya: peserta didik menyadari bahwa disiplin wajib ditegakan, sifat malas dan tidak berdisiplin harus disingkirkan jauh-jauh.

2. Responding (menanggapi) mengandung arti adanya partisipasi aktif. Jadi kemampuan menanggapi adalah kemampuan yang dimiliki oleh seseorang untuk mengikutsertakan dirinya secara aktif dalam fenomena tertentu dan membuat reaksi terhadapnya dengan salah satu cara. Jenjang ini setingkat lebih tinggi dari pada jenjang receiving. Contoh peserta didik tumbuh hasratnya untuk

mempelajari lebih jauh menggali lebih dalam lagi, ajaran-ajaran islam tentang kedisiplinan.

3. *Valuing* (menilai = menghargai). Menilai atau menghargai artinya memberikan nilai atau memberikan penghargaan terhadap suatu kegiatan atau obyek, sehingga apabila kegiatan itu tidak dikerjakan, dirasakan akan membawa kerugian atau penyesalan. *Valuing* merupakan tingkatan afektif yang lebih tinggi lagi dari *receiving* dan *responding*. Dalam kaitan dalam proses belajar mengajar, peserta didik disini tidak hanya mau menerima nilai yang diajarkan tetapi mereka telah berkemampuan untuk menilai konsep atau fenomena yaitu baik atau buruk. Bila sesuatu ajaran yang telah mampu mereka nilai dan telah mampu mereka untuk mengatakan “itu adalah baik”, maka ini berarti bahwa peserta didik telah menjalani proses penilaian. Nilai itu mulai dicamkan (*internalized*) dalam dirinya. Dengan demikian maka nilai tersebut telah stabil dalam peserta didik. Contoh tumbuhnya kemauan yang kuat pada diri peserta didik untuk berlaku disiplin, baik di sekolah, di rumah maupun di tengah-tengah kehidupan masyarakat.
4. *Organization* (mengatur atau mengorganisasikan) artinya mempertemukan perbedaan nilai-nilai baru yang lebih universal, yang membawa kepada perbaikan umum. Mengatur atau mengorganisasikan merupakan pengembangan dari nilai kedalam satu sistem organisasi, termasuk di dalamnya hubungan satu nilai dengan nilai lain, pemantapan dan prioritas nilai yang telah dimilikinya. Contoh peserta didik mendukung penegakan disiplin nasional yang telah dicanangkan oleh sekolah.
5. *Characterization by a Value or Value Complex* (karakteristisasi dengan suatu nilai), yakni keterpaduan semua sistem nilai yang telah dimiliki seseorang yang mempengaruhi pola kepribadian dan tingkah lakunya. contoh siswa telah memiliki kebulatan sikap, wujudnya peserta didik menjadikan pegangan hidupnya dalam hal yang menyangkut kedisiplinan, baik kedisiplinan di sekolah, di rumah maupun di tengah-tengah masyarakat.

Sasaran penilaian hasil belajar oleh pendidik pada ranah/aspek sikap pada kurikulum 2013 adalah sebagai berikut :

Tingkatan Sikap	Deskripsi
Menerima nilai	Kesediaan menerima suatu nilai dan memberikan perhatian terhadap nilai tersebut
Menanggapi nilai	Kesediaan menjawab suatu nilai dan ada rasa puas dalam membicarakan nilai tersebut
Menghargai nilai	Menganggap nilai tersebut baik; menyukai nilai tersebut; dan komitmen terhadap nilai tersebut
Menghayati nilai	Memasukkan nilai tersebut sebagai bagian dari sistem nilai dirinya
Mengamalkan nilai	Mengembangkan nilai tersebut sebagai ciri dirinya dalam berpikir, berkata, berkomunikasi, dan bertindak (karakter)

Penilaian afektif (sikap) sangat menentukan keberhasilan peserta didik untuk mencapai ketuntasan dan keberhasilan dalam pembelajaran. Seorang peserta didik yang tidak memiliki minat terhadap mata pelajaran tertentu, maka akan kesulitan untuk mencapai ketuntasan belajar secara maksimal. Sedangkan peserta didik yang memiliki minat terhadap mata pelajaran, maka akan sangat membantu untuk mencapai ketuntasan pembelajaran secara maksimal.

Secara umum aspek afektif yang perlu dinilai dalam proses pembelajaran terhadap berbagai mata pelajaran mencakup beberapa hal, sebagai berikut:

- a. penilaian sikap terhadap materi pelajaran. Berawal dari sikap positif terhadap mata pelajaran akan melahirkan minat belajar, kemudian mudah diberi motivasi serta lebih mudah dalam menyerap materi pelajaran.
- b. Penilaian sikap terhadap guru. Peserta didik perlu memiliki sikap positif terhadap guru, sehingga ia mudah menyerap materi yang diajarkan oleh guru.
- c. Penilaian sikap terhadap proses pembelajaran. Peserta didik perlu memiliki sikap positif terhadap proses pembelajaran, sehingga pencapaian hasil belajar

bisa maksimal. Hal ini kembali kepada guru untuk pandai-pandai mencari metode yang kira-kira dapat merangsang peserta didik untuk belajar serta tidak merasa jenuh.

- d. Penilaian sikap yang berkaitan dengan nilai atau norma yang berhubungan dengan suatu materi pelajaran. Misalnya peserta didik mempunyai sikap positif terhadap upaya sekolah melestarikan lingkungan dengan mengadakan program penghijauan sekolah.
- e. Penilaian sikap yang berkaitan dengan kompetensi afektif lintas kurikulum yang relevan dengan mata pelajaran. Peserta didik memiliki sikap positif terhadap berbagai kompetensi setiap kurikulum yang terus mengalami perkembangan sesuai dengan kebutuhan.

Sedangkan untuk mengukur sikap dari beberapa aspek yang perlu dinilai, dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain: observasi perilaku, pertanyaan langsung, laporan pribadi, dan penggunaan skala sikap. Observasi perilaku di sekolah dapat dilakukan dengan menggunakan buku catatan yang khusus tentang kejadian-kejadian yang berkaitan dengan siswa selama di sekolah. Contoh guru membuat bagan catatan observasi.

Hari/tanggal	Nama siswa/i	Catatan	Tindak lanjut
Senin 12/10/15	Ahmad	Belajar bahasa inggris tidak bersemangat	Diberi penjelasan tentang manfaat belajar bahasa inggris

Kolom catatan diisi dengan berbagai kejadian yang berhubungan dengan peserta didik yang bersangkutan baik positif maupun negatif, sedangkan kolom tindak lanjut diisi dengan upaya-upaya yang ditempuh sebagai solusi dari setiap kejadian yang menimpa peserta didik.

Pertanyaan langsung dapat dilakukan dengan menanyakan secara langsung tentang sikap seseorang berkaitan dengan suatu hal, contoh guru mengajukan pertanyaan tentang bagaimana upaya memberantas tauran di lingkungan sekolah, kemudian dari jawaban peserta didik, guru dapat mengambil kesimpulan tentang sikap peserta didik tersebut terhadap suatu objek.

Sedangkan penggunaan skala sikap, baik menggunakan Skala Diferensiasi Semantik. Teknik ini dapat digunakan pada berbagai bidang, dan teknik ini sederhana dan mudah diimplementasikan dalam pengukuran dan skala sikap kelas. Contoh guru membuat skala sikap terhadap kegiatan Ramadhan di sekolah.

Pernyataan	Pilihan sikap				
	SS	S	N	TS	STS
Kegiatan di sekolah pada bulan Ramadhan perlu diadakan					
Pengaktifan kegiatan Ramadhan kurang menyenangkan					
Kegiatan Ramadhan perlu didukung oleh guru & wali murid					
Kegiatan Ramadhan untuk mengisi waktu luang					

Kemudian hasil penilai sikap dapat digunakan sebagai umpan balik untuk melakukan pembinaan terhadap peserta didik. Guru dapat memantau setiap perubahan perilaku yang dimunculkan peserta didik dengan melakukan pengamatan.

Domain/Aspek Psikomotor

Perkembangan psikomotorik adalah perkembangan kepribadian manusia yang berhubungan dengan gerakan jasmaniah dan fungsi otot akibat adanya dorongan dari pemikiran, perasaan dan kemauan dari dalam diri seseorang. Ciri khas dari keterampilan motorik adalah otomatisme, yaitu rangkaian gerak-gerik yang berlangsung secara teratur dan berjalan lancar tanpa dibutuhkan banyak refleksi atau berfikir terhadap apa yang harus dilakukan dan mengapa harus mengikuti suatu gerakan.

Pentingnya Perkembangan Psikomotorik dalam Pembelajaran Beberapa konstelasi perkembangan motorik individu dipaparkan oleh Hurlock (1996) sebagai berikut :

- a) Melalui ketrampilan motorik, anak dapat menghibur dirinya dan memperoleh perasaan senang. Seperti anak merasa senang memiliki ketrampilan memainkan boneka, melempar bola dan memainkan alat-alat mainan.
- b) Dengan keterampilan motorik anak dapat beranjak dari kondisi tidak berdaya pada bulan-bulan pertama dalam kehidupannya kepada kondisi yang independen. Anak dapat bergerak dari satu tempat ke tempat yang lain, dan dapat berbuat sendiri untuk dirinya sendiri. Kondisi ini akan menunjang perkembangan rasa percaya diri.
- c) Melalui peningkatan potensi perkembangan psikomotorik anak dapat menyesuaikan dengan lingkungan sekolah. Pada masa pra sekolah atau pada masa awal sekolah dasar, anak sudah dapat dilatih menulis, menggambar, melukis, dan berbaris berbaris.
- d) Melalui peningkatan potensi perkembangan psikomotorik yang normal memungkinkan anak dapat bermain dan bergaul dengan teman sebayanya, sedangkan yang tidak normal akan menghambat dalam bergaul dengan teman sebayanya, bahkan dia akan terkucilkan atau menjadi anak yang terpinggirkan.
- e) Peningkatan potensi perkembangan psikomotorik sangat penting bagi perkembangan *self concept* (kepribadian anak). Faktor yang mempengaruhi psikomotorik Anak adalah faktor pola asuh orang tua, genetika dari orang tua, pengaruh lingkungan, interior ruang belajar, dan warna.

Tahapan-tahapan Perkembangan Psikomotorik terdiri dari :

- ii. Tahap Kognitif Tahap ini ditandai dengan adanya gerakan-gerakan yang kaku dan lambat. Hal tersebut terjadi karena anak ataupun siswa masih dalam taraf belajar untuk mengendalikan gerakan-gerakannya.
- iii. Tahap Asosiatif Pada tahap ini seorang anak ataupun siswa membutuhkan waktu yang lebih pendek untuk memikirkan tentang gerakannya, dia mulai dapat mengasosiasikan gerakan yang sedang dipelajarinya dengan gerakan yang sudah dikenal.
- iv. Tahap otonomi Pada tahap ini seorang siswa telah mencapai tingkat otonomi yang tinggi, proses belajarnya sudah hampir lengkap meskipun dia masih dapat memperbaiki gerakan-gerakan yang dipelajarinya. Tahap ini disebut tahap otonomi karena siswa sudah tidak memerlukan kehadiran instruktur untuk melakukan gerakan-gerakan.

Teknik yang bisa digunakan untuk mengembangkan potensi psikomotorik pada peserta didik diantaranya adalah model permainan atau out bond, model meniru, model kelompok belajar dan bermain Stimulasi untuk meningkatkan potensi psikomotorik dapat dilakukan diantaranya dengan cara : diberikan dasar dasar ketrampilan untuk menulis dan menggambar, ketrampilan berolah raga atau menggunakan alat olah raga, gerakan geraka permainan, seperti melompat memanjat dan berlari, dan baris berbaris secara sederhana.

Menurut Sudijono (2006), ranah psikomotor adalah ranah yang berkaitan dengan keterampilan (*skill*) atau kemampuan bertindak setelah seseorang menerima pengalaman belajar tertentu. Hasil belajar ranah psikomotor dikemukakan oleh Simpson (Sudijono, 2006) yang menyatakan bahwa hasil belajar psikomotor ini tampak dalam bentuk keterampilan (*skill*) dan kemampuan bertindak individu. Hasil belajar psikomotor ini sebenarnya merupakan kelanjutan dari hasil belajar kognitif (memahami sesuatu) dan hasil belajar afektif (yang baru tampak dalam kecenderungan-kecenderungan untuk berperilaku). Hasil belajar kognitif dan hasil belajar afektif akan menjadi hasil belajar psikomotor apabila peserta didik telah menunjukkan perilaku atau perbuatan tertentu sesuai dengan makna yang terkandung dalam ranah kognitif dan ranah afektifnya.

Menurut singer (1972) sebagaimana dikutip oleh Mimin Haryati, bahwa mata ajar yang termasuk kelompok mata ajar psikomotor adalah mata ajar yang lebih berorientasi pada gerakan dan menekankan pada reaksi-reaksi fisik.

Buttler (1972) membagi hasil belajar psikomotor menjadi tiga, yaitu: *specific responding*, *motor chaining*, dan *rule using*. Pada tingkat *specific responding* peserta didik mampu merespons hal-hal yang sifatnya fisik, (yang dapat didengar, dilihat, atau diraba), atau melakukan keterampilan yang sifatnya tunggal, misalnya memegang raket, memegang bed untuk tenis meja. Pada *motor chaining* peserta didik sudah mampu menggabungkan lebih dari dua keterampilan dasar menjadi satu keterampilan gabungan, misalnya memukul bola, menggergaji, menggunakan jangka sorong, dll. Pada tingkat *rule using* peserta didik sudah dapat menggunakan pengalamannya untuk melakukan keterampilan yang kompleks, misalnya bagaimana memukul bola secara tepat agar dengan tenaga yang sama hasilnya lebih baik.

Menurut Mills (1977), pembelajaran keterampilan akan efektif bila dilakukan dengan menggunakan prinsip belajar sambil mengerjakan (*learning by doing*). Leighbody (1968) menjelaskan bahwa keterampilan yang dilatih melalui praktik secara berulang-ulang akan menjadi kebiasaan atau otomatis dilakukan. Sementara itu Goetz (1981) dalam penelitiannya melaporkan bahwa latihan yang dilakukan berulang-ulang akan memberikan pengaruh yang sangat besar pada penguasaan keterampilan. Lebih lanjut dalam penelitian itu dilaporkan bahwa pengulangan saja tidak cukup menghasilkan prestasi belajar yang tinggi, namun diperlukan umpan balik yang relevan yang berfungsi untuk memantapkan kebiasaan. Sekali berkembang maka kebiasaan itu tidak pernah mati atau hilang. Sementara itu, Gagne (1977) berpendapat bahwa kondisi yang dapat mengoptimalkan hasil belajar keterampilan ada dua macam, yaitu kondisi internal dan eksternal. Untuk kondisi internal dapat dilakukan dengan cara: (a) mengingatkan kembali bagian dari keterampilan yang sudah dipelajari, dan (b) mengingatkan prosedur atau langkah-langkah gerakan yang telah dikuasai. Sementara itu untuk kondisi eksternal dapat dilakukan dengan: (a) instruksi verbal, (b) gambar, (c) demonstrasi, (d) praktik, dan (e) umpan balik.

Dalam melatih kemampuan psikomotor atau keterampilan gerak ada beberapa langkah yang harus dilakukan agar pembelajaran mampu membuahkan hasil yang optimal. Mills (1977) menjelaskan bahwa langkah-langkah dalam mengajar praktik adalah: (a) menentukan tujuan dalam bentuk perbuatan, (b) menganalisis keterampilan secara rinci dan berurutan, (c) mendemonstrasikan keterampilan disertai dengan penjelasan singkat dengan memberikan perhatian pada butir-butir kunci termasuk kompetensi kunci yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan dan bagian-bagian yang sukar, (d) memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mencoba melakukan praktik dengan pengawasan dan bimbingan, (e) memberikan penilaian terhadap usaha peserta didik.

Edwardes (1981) menjelaskan bahwa proses pembelajaran praktik mencakup tiga tahap, yaitu: (a) penyajian dari pendidik, (b) kegiatan praktik peserta didik, dan (c) penilaian hasil kerja peserta didik. Guru harus menjelaskan kepada peserta didik kompetensi kunci yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas tertentu. Kompetensi kunci adalah kemampuan utama yang harus dimiliki seseorang agar tugas atau pekerjaan dapat diselesaikan

dengan cara benar dan hasilnya optimal. Sebagai contoh, dalam memukul bola, kompetensi kuncinya adalah kemampuan peserta didik menempatkan bola pada titik ayun. Dengan cara ini, tenaga yang dikeluarkan hanya sedikit namun hasilnya optimal. Contoh lain, dalam mengendorkan mur dari bautnya, kompetensi kuncinya adalah kemampuan peserta didik memegang kunci pas secara tepat yakni di ujung kunci. Dengan cara ini tenaga yang dikeluarkan untuk mengendorkan mur jauh lebih sedikit biladibandingkan dengan pengendoran mur dengan cara memegang kunci pas yang tidak tepat.

Dalam proses pembelajaran keterampilan, keselamatan kerja tidak boleh dikesampingkan, baik bagi peserta didik, bahan, maupun alat. Leighbody (1968) menjelaskan bahwa keselamatan kerja tidak dapat dipisahkan dari proses pembelajaran psikomotor. Guru harus menjelaskan keselamatan kerja kepada peserta didik dengan sejelas-jelasnya. Oleh karena kompetensi kunci dan keselamatan kerja merupakan dua hal penting dalam pembelajaran keterampilan, maka dalam penilaian kedua hal itu harus mendapatkan porsi yang tinggi.

Sasaran penilaian hasil belajar oleh pendidik untuk aspek keterampilan pada kurikulum 2013 ada dua yaitu keterampilan abstrak dan keterampilan konkrit. Kedua jenis keterampilan tersebut dapat di lihat pada tabel berikut ini.

Kemampuan Belajar	Deskripsi
Mengamati	Perhatian pada waktu mengamati suatu objek/membaca suatu tulisan/mendengar suatu penjelasan, catatan yang dibuat tentang yang diamati, kesabaran, waktu (<i>on task</i>) yang digunakan untuk mengamati
Menanya	Jenis, kualitas, dan jumlah pertanyaan yang diajukan peserta didik (pertanyaan faktual, konseptual, prosedural, dan hipotetik)
Mengumpulkan informasi/mencoba	Jumlah dan kualitas sumber yang dikaji/digunakan, kelengkapan

	informasi, validitas informasi yang dikumpulkan, dan instrumen/alat yang digunakan untuk mengumpulkan data.
Menalar/mengasosiasi	Mengembangkan interpretasi, argumentasi dan kesimpulan mengenai keterkaitan informasi dari dua fakta/konsep, interpretasi argumentasi dan kesimpulan mengenai keterkaitan lebih dari dua fakta/konsep/teori, mensintesis dan argumentasi serta kesimpulan keterkaitan antarberbagai jenis fakta/konsep/teori/ pendapat; mengembangkan interpretasi, struktur baru, argumentasi, dan kesimpulan yang menunjukkan hubungan fakta/konsep/teori dari dua sumber atau lebih yang tidak bertentangan; mengembangkan interpretasi, struktur baru, argumentasi dan kesimpulan dari konsep/teori/pendapat yang berbeda dari berbagai jenis sumber.
Mengomunikasikan	Menyajikan hasil kajian (dari mengamati sampai menalar) dalam bentuk tulisan, grafis, media elektronik, multi media dan lain-lain.

Tabel keterampilan abstrak (Sumber: Olahan dari kategori Simpson)

Sasaran penilaian hasil belajar oleh pendidik pada keterampilan konkrit adalah sebagai berikut.

Keterampilan Konkrit	Deskripsi
Persepsi (perception)	Menunjukkan perhatian untuk melakukan suatu gerakan
Kesiapan (set)	Menunjukkan kesiapan mental dan fisik

	untuk melakukan suatu gerakan
Meniru (<i>guided response</i>)	Meniru gerakan secara terbimbing
Membiasakan gerakan (<i>mechanism</i>)	Melakukan gerakan mekanistik
Mahir (<i>complex or overt response</i>)	Melakukan gerakan kompleks dan termodifikasi
Menjadi gerakan alami (<i>adaptation</i>)	Menjadi gerakan alami yang diciptakan sendiri atas dasar gerakan yang sudah dikuasai sebelumnya
Menjadi tindakan orisinal (<i>origination</i>)	Menjadi gerakan baru yang orisinal dan sukar ditiru oleh orang lain dan menjadi ciri khasnya

(Sumber: Olahan dari kategori Simpson)

Penilaian kompetensi keterampilan dapat dilakukan dengan menggunakan:

1) Unjuk kerja/kinerja/praktik

Penilaian unjuk kerja/kinerja/praktik dilakukan dengan cara mengamati kegiatan peserta didik dalam melakukan sesuatu. Penilaian ini cocok digunakan untuk menilai ketercapaian kompetensi yang menuntut peserta didik melakukan tugas tertentu seperti: praktikum di laboratorium, praktik ibadah, praktik olahraga, presentasi, bermain peran, memainkan alat musik, bernyanyi, dan membaca puisi/deklamasi.

Penilaian unjuk kerja/kinerja/praktik perlu mempertimbangkan hal-hal berikut.

- a) Langkah-langkah kinerja yang perlu dilakukan peserta didik untuk menunjukkan kinerja dari suatu kompetensi.
- b) Kelengkapan dan ketepatan aspek yang akan dinilai dalam kinerja tersebut.
- c) Kemampuan-kemampuan khusus yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas.
- d) Kemampuan yang akan dinilai tidak terlalu banyak, sehingga dapat diamati.
- e) Kemampuan yang akan dinilai selanjutnya diurutkan berdasarkan langkah-langkah pekerjaan yang akan diamati.

Pengamatan unjuk kerja/kinerja/praktik perlu dilakukan dalam berbagai konteks untuk menetapkan tingkat pencapaian kemampuan tertentu. Misalnya untuk menilai kemampuan berbicara yang beragam dilakukan pengamatan terhadap kegiatan-kegiatan seperti: diskusi dalam kelompok kecil, berpidato, bercerita, dan wawancara. Dengan demikian, gambaran kemampuan peserta didik akan lebih utuh. Contoh untuk menilai unjuk kerja/kinerja/praktik di laboratorium dilakukan pengamatan terhadap penggunaan alat dan bahan praktikum. Untuk menilai praktik olahraga, seni dan budaya dilakukan pengamatan gerak dan penggunaan alat olahraga, seni dan budaya.

2) Projek

Penilaian projek dapat digunakan untuk mengetahui pemahaman, kemampuan mengaplikasi, kemampuan menyelidiki dan kemampuan menginformasikan suatu hal secara jelas.

Penilaian projek dilakukan mulai dari perencanaan, pelaksanaan, sampai pelaporan. Untuk itu, guru perlu menetapkan hal-hal atau tahapan yang perlu dinilai, seperti penyusunan desain, pengumpulan data, analisis data, dan penyiapan laporan tertulis/lisan. Untuk menilai setiap tahap perlu disiapkan kriteria penilaian atau rubrik.

3). Produk

Penilaian produk meliputi penilaian kemampuan peserta didik membuat produk-produk, teknologi, dan seni, seperti: makanan (contoh: tempe, kue, asinan, baso, dan *nata de coco*), pakaian, sarana kebersihan (contoh: sabun, pasta gigi, cairan pembersih dan sapu), alat-alat teknologi (contoh: adaptor ac/dc dan bel listrik), hasil karya seni (contoh: patung, lukisan dan gambar), dan barang-barang terbuat dari kain, kayu, keramik, plastik, atau logam.

Pengembangan produk meliputi 3 (tiga) tahap dan setiap tahap perlu diadakan penilaian yaitu:

- a) Tahap persiapan, meliputi: penilaian kemampuan peserta didik dan merencanakan, menggali, dan mengembangkan gagasan, dan mendesain produk.
- b) Tahap pembuatan produk (proses), meliputi: penilaian kemampuan peserta didik dalam menyeleksi dan menggunakan bahan, alat, dan teknik.

- c) Tahap penilaian produk (*appraisal*), meliputi: penilaian produk yang dihasilkan peserta didik sesuai kriteria yang ditetapkan, misalnya berdasarkan, tampilan, fungsi dan estetika.

Penilaian produk biasanya menggunakan cara analitik atau holistik.

- a) Cara analitik, yaitu berdasarkan aspek-aspek produk, biasanya dilakukan terhadap semua kriteria yang terdapat pada semua tahap proses pengembangan (tahap: persiapan, pembuatan produk, penilaian produk).
- b) Cara holistik, yaitu berdasarkan kesan keseluruhan dari produk, biasanya dilakukan hanya pada tahap penilaian produk.

4) Portofolio

Penilaian portofolio pada dasarnya menilai karya-karya peserta didik secara individu pada satu periode untuk suatu mata pelajaran. Akhir suatu periode hasil karya tersebut dikumpulkan dan dinilai oleh guru dan peserta didik sendiri. Berdasarkan informasi perkembangan tersebut, guru dan peserta didik sendiri dapat menilai perkembangan kemampuan peserta didik dan terus menerus melakukan perbaikan. Dengan demikian, portofolio dapat memperlihatkan dinamika kemampuan belajar peserta didik melalui sekumpulan karyanya, antara lain: karangan, puisi, surat, komposisi musik, gambar, foto, lukisan, resensi buku/literatur, laporan penelitian, sinopsis dan karya nyata individu peserta didik yang diperoleh dari pengalaman.

Berikut hal-hal yang perlu diperhatikan dalam melaksanakan penilaian portofolio.

- a) Peserta didik merasa memiliki portofolio sendiri
- b) Tentukan bersama hasil kerja apa yang akan dikumpulkan
- c) Kumpulkan dan simpan hasil kerja peserta didik dalam 1 map atau folder
- d) Beri tanggal pembuatan
- e) Tentukan kriteria untuk menilai hasil kerja peserta didik
- f) Minta peserta didik untuk menilai hasil kerja mereka secara berkesinambungan
- g) Bagi yang kurang beri kesempatan perbaiki karyanya, tentukan jangka waktunya
- h) Bila perlu, jadwalkan pertemuan dengan orang tua

D. Aktivitas Pembelajaran

Bagilah kelas anda menjadi beberapa kelompok berdasarkan jenis mata pelajaran yang diampu. Silahkan berdiskusi dengan kelompok anda dengan instruksi sebagai berikut :

1. Tentukanlah aspek-aspek kognitif, afektif dan psikomotorik yang akan anda ukur sesuai dengan tuntutan indikator yang terdapat dalam silabus mata pelajaran yang anda ampu selama satu semester.
2. Presentasikanlah hasil diskusi anda selama 30 menit, mulai dari pemaparan hasil diskusi sampai tanya jawab.

E. Latihan/Kasus/Tugas

Setelah Anda memahami materi di atas, jawablah pertanyaan berikut ini :

1. apa aspek-aspek hasil belajar yang perlu diukur dalam evaluasi pembelajaran?
2. Bagaimana penjelasan lebih dalam terkait ranah kognitif ?
3. Bagaimana penjelasan lebih dalam terkait ranah afektif ?
4. Bagaimana penjelasan lebih dalam terkait psikomotorik ?
5. Bagaimanakah pengukuran aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik, kaitannya dengan evaluasi pembelajaran?

F. Rangkuman

Dari uraian di atas dapat diambil pemahaman bahwa yang dimaksud dengan domain kognitif ialah bagian dari peserta didik yang terkait dengan pemikiran/pemahaman yang lebih dikenal dengan sebutan *head*. Afektif merupakan aspek perasaan/sikap peserta didik yang dikenal dengan *heart*. Dan psikomotorik merupakan aspek yang terkait dengan prilaku/keterampilan atau implementasi atas apa yang telah mereka (peserta didik) pahami, hal ini dikenal dengan istilah *hand*.

Pengukuran aspek kognitif meliputi pengetahuan, pemahaman, aplikasi, analisis, sintesis dan evaluasi. Dengan cara pengukuran tingkat keberhasilan melalui soal tanya jawab pilihan ganda, portofolio, uraian, soal lisan, dan sebagainya.

Pengukuran aspek afektif meliputi sikap terhadap materi pelajaran, sikap terhadap guru, terhadap proses pembelajaran, sikap yang berkaitan dengan nilai atau norma yang berhubungan dengan suatu materi pelajaran, dan sikap yang berkaitan dengan kompetensi afektif lintas kurikulum yang relevan dengan mata pelajaran. Cara penilaiannya bisa melalui catatan observasi yang dilakukan oleh pendidik atau melalui angket.

Sedangkan pengukuran aspek psikomotorik meliputi keterampilan yang ditunjukkan oleh peserta didik yang cara mengukurnya bisa melalui pengamatan langsung.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

1. Tulislah apa yang sudah Anda ketahui dari materi ini !
2. Apakah materi ini bermanfaat untuk membantu tugas Anda sebagai guru?
3. Materi apa yang masih diperlukan untuk membantu tugas Anda berkaitan dengan menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar ?
4. Adakah saran/komentar Anda berkaitan dengan penentuan aspek-aspek proses dan hasil belajar?

H. Evaluasi

Lingkarilah salah satu jawaban yang menurut Anda benar !

1. Alat untuk mengetahui tercapai tidaknya tujuan instruksional merupakan...
 - a. Tujuan penilaian
 - b. Fungsi penilaian
 - c. Dasar penilaian
 - d. Prinsip penilaian
2. Penilaian oleh pendidik merupakan salah satu komponen yang tak terpisahkan dari kegiatan pembelajaran. Hal ini merupakan salah satu prinsip penilaian yaitu....
 - a. Sahih
 - b. Objektif
 - c. Adil
 - d. Terpadu

3. Salah satu prinsip penilaian adalah adalah sistematis, yang dimaksud dengan sistematis adalah ...
 - a. Penilaian dilakukan secara berencana dan bertahap dengan mengikuti langkah-langkah baku.
 - b. Penilaian didasarkan pada data yang mencerminkan kemampuan yang diukur.
 - c. Penilaian didasarkan pada ukuran pencapaian kompetensi yang ditetapkan
 - d. Penilaian dapat dipertanggungjawabkan baik dari segi teknik, prosedur, maupun hasilnya.
4. Perubahan perilaku dari peserta didik dapat dikelompokkan ke dalam ranah ...
 - a. Sikap, karakter, dan watak
 - b. Pengetahuan, karakter, dan keterampilan
 - c. Sikap, pengetahuan, dan keterampilan
 - d. Watak, pengetahuan, dan keterampilan
5. Kemampuan yang menuntut peserta didik untuk menggunakan ide-ide umum, tata cara maupun metode, prinsip, dan teori-teori dalam situasi baru dan konkrit, dapat dilihat pada kegiatan
 - a. Penerapan
 - b. Pemahaman
 - c. Analisis
 - d. Mengevaluasi
6. Kesadaran untuk menerima stimulus, mengontrol dan menyeleksi gejala-gejala atau rangsangan yang datang dari luar, merupakan ranah afektif pada jenjang ...
 - a. Menghargai
 - b. Mengorganisasi.
 - c. Responding
 - d. Penerimaan
7. Tumbuhnya kemauan yang kuat pada diri peserta didik untuk berlaku disiplin, baik disekolah, di rumah maupun di tengah-tengah kehidupan masyarakat, merupakan wujud dari.....
 - a. menanggapi

- b. Menghargai
 - c. Membudaya
 - d. Menghayati
8. Hasil belajar psikomotor akan tampak dalam bentuk...
- a. Sikap.
 - b. Penampilan.
 - c. Keterampilan
 - d. Pengetahuan
9. Kegiatan mengembangkan interpretasi, argumentasi dan kesimpulan mengenai keterkaitan informasi dari dua fakta/konsep, merupakan kemampuan ...
- a. Menalar
 - b. Mengkomunikasikan
 - c. Mengamati
 - d. Mengumpulkan informasi
10. Melakukan gerakan mekanistik merupakan kemampuan belajar pada aspek ...
- a. Keterampilan abstrak
 - b. Keterampilan konkrit
 - c. Afektif
 - d. Pengetahuan

I. Kunci Jawaban

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

BAB III

KOMPETENSI PROFESIONAL

KEGIATAN BELAJAR KB - 2

HIDROLIKA LUMPUR DAN HAMBATAN PEMBORAN

A. Tujuan

1. Peserta diklat mampu memahami dan menghitung kecepatan lumpur pemboran
2. Peserta diklat dapat memahami *jet bit optimization*
3. Peserta diklat mampu memahami hidrolika lumpur pemboran
4. Peserta diklat mampu memahami masalah pemboran

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Memperjelas macam-macam kecepatan aliran lumpur yaitu aliran lumpur di <i>annulus drill pipe</i> dengan lubang terbuka, aliran lumpur di <i>annulus</i> dengan <i>casing</i> yang sudah terpasang, aliran lumpur di <i>annulus drill collar</i> dengan lubang terbuka, aliran lumpur di <i>annulus drill collar</i> dengan <i>casing</i> yang sudah terpasang.
2. Membahas kecepatan lumpur pemboran
3. Pemilihan peralatan ukuran <i>nozzle bit</i>
4. Menanggulangi pemilihan ukuran <i>nozzle bit</i>
5. Mengoreksi tentang pemilihan ukuran <i>nozzle bit</i>
6. Menyempurnakan ukuran <i>nozzle bit</i> dan pengaruhnya pada <i>HHP</i>

7. Memadukan Pemilihan ukuran <i>nozzle bit</i> dan pengaruhnya pada <i>HHP</i>
9. Menanggulangi cara kerja dari Jenis-jenis masalah pemboran, <i>shale problem</i> , <i>keyseat</i> , <i>differential pressure sticking</i> , <i>stuckpipe</i> , <i>loss sirculation</i> , <i>kick</i>
10. Merumuskan hambatan selama pemboran
11. Merangkum ciri-ciri dari setiap hambatan dalam pemboran

C.Uraian Materi

BACAAN 1

Hidrolika Pemboran

Hidrolika pemboran sangat menentukan bagi optimasi laju penembusan batuan karena menentukan keberhasilan pengangkatan serbuk bor ke permukaan, membersihkan serbuk bor di mata bor, membersihkan lubang pemboran.

Sistem hidrolika sangat memegang peranan selama operasi pemboran berlangsung. Perencanaan hidrolika yang tepat dapat mempercepat laju pengeboran dan menurunkan biaya. Beberapa permasalahan dalam pemboran adalah pembersihan lubang bor dari serbuk bor selama proses pemboran berlangsung. Pembersihan lubang bor bergantung pada tipe sumur pemboran, yaitu sumur *vertical* atau sumur berarah (*directional*). Pembersihan lubang bor dapat dilakukan dengan cara memompakan/mensirkulasi fluida pemboran. Untuk mengangkat serbuk bor ke permukaan pada tekanan dan laju aliran yang diinginkan sehingga lubang bor dapat bersih dari *cutting*. Untuk menghasilkan laju sirkulasi yang optimum diperlukan optimasi hidrolika pemboran pada pengangkatan serbuk bor di *annulus*. Sistem hidrolika adalah sistem lumpur pemboran didalam sumur melalui peralatan sirkulasi, yang akan mengakibatkan gesekan-gesekan disepanjang peralatan yang dilalui. Selama sirkulasi terjadi *pressure loss* diperalatan sirkulasi baik dipermukaan, *DP*, *DC*, *bit* dan *annulus*.

Tujuan dari mengetahui hidrolika pemboran, agar dapat memahami pola-pola aliran fluida pemboran, memahami jenis fluida pemboran, mengenali

perhitungan kecepatan aliran pompa, memahami tekanan dalam sistem sirkulasi, mengenali konsep *bit hydraulic* dan optimalisasinya. Berikut penjelasan mengenai sistem hidrolika pemboran yang perlu diketahui saat pekerjaan pemboran migas berlangsung, sehingga laju aliran dapat di hitung dan dapat diperkirakan sampai ke permukaan dan serbuk bor langsung di pisah oleh peralatan solid kontrol antara lain, *shale shaker*, *desander*, *desilter*. Perlu diketahui beberapa hal:

1. Sifat Aliran

- Laminar, gerak aliran partikel partikel fluida yang bergerak pada laju yang lambat adalah teratur dan gerakanya sejajar dengan aliran (dinding).
- *Turbulen*, fluida bergerak dengan kecepatan yang lebih besar dan partikel-partikel fluida bergerak tidak teratur
- *Plug flow*, aliran khusus *fluida plastic*, dimana *shear* terjadi dekat dinding pipa dan ditengah terjadi tanpa aliran *shear*.

2. Jenis Fluida Pemboran

- *Newtonian*, adalah *fluida* dimana *viscositasnya* hanya dipengaruhi oleh tekanan dan temperatur, misalnya gas, air dan minyak encer. Dalam hal ini perbandingan antara *shear stress* dan *shear rate* adalah *constant* dinamakan *viscositas*
- *Non Newtonian*, setiap fluida yang tidak bersifat adanya perbandingan tetap antara *shear stress* dan *shear rate*, disebut *non newtonian fluids*. Dan di *non newtonian* ini dibagi menjadi tiga yaitu *bingham plastis*, *power law* dengan *yield stress*.

3. Kecepatan Alir Pompa

Yang dimaksud dengan pompa adalah bagian unit penggeraknya tidak terlalu menjadi permasalahan, karena apapun jenisnya tidak banyak bedanya terhadap unit pompa yang dipakai, misalnya memakai mesin uap, listrik, motor bensin, diesel dan lain-lain. Unit pompa dikenal dua jenis dilihat dari mekanisme pemindahan dan pendorongan lumpur pemboran yaitu pompa

sentrifugal dan pompa tarik (*piston*). Yang sering dipakai dalam pemboran adalah tipe torak karena mempunyai beberapa kelebihan dari *sentrifugal*, misalnya dapat dilalui fluida pemboran yang berkadar solid tinggi dan *abrasive*, pemeliharaan dan sistem kerjanya tidak terlalu rumit atau keuntungan dapat dipakainya lebih dari satu macam *liner* sehingga dapat mengatur *rate* dan tekanan pompa yang diinginkan. Dilihat dari jumlah *pistonnya*, pompa bisa *simplex* (1 *piston*), *duplex* (2 *piston*), *triplex* (3 *piston*) dengan arah kerja dapat berupa *single acting* (1 arah kerja) atau *double acting* (2 arah kerja). Kemampuan pompa dibatasi oleh *horse power* maksimumnya sehingga tekanan dan kecepatan alirnya dapat berubah-ubah. Kerja pompa harus selalu di cek dan dilakukan perawatan terhadap pompa dan kelengkapannya sehingga segala permasalahan yang menyangkut pompa tidak terjadi saat kegiatan operasi.

4. Kecepatan Alir Annulus

Dalam proses pemboran langsung, mata bor yang dipakai selalu menggerus batuan formasi dan menghasilkan, sehingga semakin dalam pemboran berlangsung semakin banyak pula serbuk bor yang dihasilkan. Supaya tidak menumpuk di bawah lubang dan tidak menimbulkan masalah *pipe sticking* maka serbuk bor tersebut perlu diangkat ke permukaan dengan baik, yaitu banyaknya cutting yang terangkat sebanyak serbuk bor yang di hasilkan. Dalam proses *rotary drilling* lumpur baru masuk lewat dalam pipa dan keluar ke permukaan lewat annulus sambil mengangkat serbuk bor, sehingga perhitungan kecepatan minimum yang diperlukan untuk mengangkat serbuk bor ke permukaan (*slip velocity*) dilakukan di annulus. Kecepatan *slip* adalah kecepatan minimum dimana serbuk bor dapat mulai terangkat atau dalam praktek merupakan pengurangan antara kecepatan lumpur dengan kecepatan serbuk bor. Pada kondisi seperti itu dinding lubang yang belum *tercasing* mempunyai selaput tipis sebagai pelindung yang disebut *mud-cake*, agar selaput yang berguna tersebut tidak terkikis oleh aliran lumpur pemboran, harus diusahakan aliran tetap *laminer*. Untuk mencegah terjadinya aliran *turbulen*, dapat di indikasikan dengan bilangan *reynold*. Dengan bilangan *reynold* yang tidak lebih dari 2000 maka aliran akan tetap *laminer*, sehingga

batas tersebut dijadikan pegangan untuk menentukan kecepatan maksimum di *annulus* yang disebut kecepatan kritis. Jadi kecepatan lumpur di *annulus* harus diantara kecepatan slip dan kecepatan kritis.

5. Kehilangan Tekanan pada Sistem Sirkulasi

Dalam setiap aliran suatu fluida, maka kehilangan tekanan akan selalu terjadi, meskipun sangat halus permukaan pipa yang dipakai, begitu juga pada proses sirkulasi lumpur pemboran pada seluruh sistem aliran. Perhitungannya dapat dilakukan secara praktis dan analitis. *Pressure loss* terjadi karena gesekan selama hidrolika pemboran, dipengaruhi karena :

- Geometri sumur dan *drill string*
- Laju alir dan karakteristik lumpur

6. Daya Tekanan dan Pompa

Pompa yang digunakan dalam pemboran adalah pompa *piston* dengan efisiensi penggunaan adalah 70%. Besarnya HP merupakan pencerminan kekuatan suatu pompa, sehingga sebagai pegangan awal harga yang dipegang tetap konstan adalah HP ini. Besarnya efisiensi sekitar 70% saja. Begitu pula tekanan maksimum dari pompa mengalami penurunan sekitar 65%. Untuk memenuhi kebutuhan yang diperlukan, penambahan *rate* atau tekanan bisa dilakukan penggantian *liner* yang terdapat pada *piston* tersebut, sehingga *rate* yang diinginkan dapat tercapai, tetapi konsekuensinya bila *liner* diganti dengan yang lebih besar untuk menambah *rate* maksimum, akan terjadi penurunan tekanan maksimum. Begitu pula kejadian sebaliknya, bila tekanan maksimum diperbesar, *rate* maksimum akan mengecil.

7. Bit Hydraulic

Konsep ini mengoptimasikan aliran lumpur pada bit sedemikian rupa sehingga dapat membantu laju penetrasi (ROP). Fungsi fluida membantu melepaskan batuan yang masih melekat sehingga dipecahkan oleh mata bor, kemudian fluida yang telah mengandung serbuk bor tersebut mentransfer serbuk bor ke permukaan faktor yang mempengaruhi desain hidrolika :

- Ukuran dan geometri sistem sirkulasi
- Sifat fisik fluida pemboran

- Pola aliran

Kerja aliran/pancaran lumpur keluar dari bit menuju batuan formasi merupakan pokok pembicaraan dalam *Bit Hydraulics*, dengan kerja yang optimum maka di harapkan laju penembusan (Rate Penetration) dapat ditingkatkan serta pengangkatan *cutting* seefektif mungkin sehingga penggilingan kembali (Regrinding) seperti dijelaskan diawal dapat dikurangi sekecil mungkin. Dalam usaha untuk mengoptimasikan hidrolika ini, ada 3 (tiga) prinsip yang satu sama lainnya saling berbeda, ketiga prinsip tersebut adalah sebagai berikut :

- Bit Hydraulic Horse Power (BHHP)
- Bit Hydraulic Impact (BHI)
- Jet Velocity (JV)

8. Perencanaan Hidrolika Secara Teoritis.

Dilakukannya optimasi hidrolika berdasarkan rumus-rumus matematika yang dikembangkan untuk memberikan pengaruh positif dalam:

- Kecepatan pemboran.
- Umur pahat
- Mencegah lubang bor runtuh karena pengaruh kecepatan aliran
- Kemampuan pengangkatan serbuk bor

Gunakan metode yang umum digunakan dalam perhitungan hidrolika seperti:

- Kecepatan aliran lumpur pada *nozzle* dan annulus.
- *Bit Hydraulic Horse Power*
- *Jet Impact Force*

Yang biasa digunakan dalam operasi pemboran adalah *Bit Hydraulic Horse Power* dan *Jet Impact Force*. Lakukan perhitungan *pressure loss* berdasarkan salah satu metode yang dipilih pada beberapa bagian dari sistem sirkulasi antara lain di saluran permukaan, di rangkaian, *annulus* dan pahat. Perlu memperhitungkan karakteristik lumpur, dalam hal ini PV dan YP untuk mendapatkan pengangkatan *cutting* yang optimum.

9. Pemakaian *Nozzle*

Dari pemakaian *nozzle* yang tepat (dihitung) dapat menaikkan laju pemboran sebesar 15 – 40 %, juga tidak terlepas dari *bit hydraulic* yang dihasilkan oleh lumpur pemboran melalui *nozzle* tersebut.

Dalam pelaksanaan pemboran sebelum pahat dimasukkan ke dalam lubang bor yang perlu diperhatikan adalah :

- Catat ukuran bit/pahat
- No. Seri/IADC code
- Periksa kondisi pahat
- Ukuran *nozzle* dan kelengkapannya

Salah satu *pressure loss* terjadi di *bit nozzle*, untuk menentukan ukuran *nozzle* dari bit dan laju alir sehingga mampu menghasilkan performance bit yang maksimum dan membersihkan lubang bor dari sistem sirkulasi, dengan beberapa batasan-batasannya adalah :

- Tekanan stand pipe maksimum
- Laju alir minimum dan maksimum
- Ketersediaan tekanan pompa
- Berat jenis lumpur
- Limitasi peralatan *downhole*

10. Desain *Bit Nozzle*

Dalam desain *bit nozzle* perlu dikumpulkan parameter penting, yaitu :

- Peralatan rig, pompa dan arah aliran permukaan
- Konfigurasi sumur, ukuran casing dan kedalamannya
- ID dan kedalaman lubang berikutnya
- *Properties* lumpur
- Maksimum tekanan yg diperbolehkan di permukaan

Apa yang dipertimbangkan dalam desain bit :

- a. Keterbatasan rig, pompa, tekanan pompa, *reliability* pompa serta *shaker*
- b. Keterbatasan peralatan sumur
 - Max laju alir dikarenakan erosi atau *drop* tekanan bit yang tinggi

- Laju alir minimal membutuhkan *power* atau mengoperasikan alat tambahan
- Tekanan *drop* minimal dan maksimal untuk motor
- 3. Bit atau pahat
 - Laju alir yang minimum untuk membersihkan serbuk bor dan pendinginan pahat
 - Laju alir maksimum mengakibatkan erosi pada mata bor
- 4. Erosi pada Lubang
 - Laju alir maksimum mencegah erosi lubang pada bit
 - *annular velocity* maksimum menyebabkan *turbulent flow* dan tidak menjadikan masalah
- 5. *Equivalent Circulating Density*
 - *Annular Velocity* yang tinggi akan menyebabkan *ECD* yang berlebihan
- 6. Pembersihan lubang
 - Dibutuhkan untuk *annular velocity* yang minimum
 - Memperhitungkan *slip velocity*

RUMUS DASAR HIDROLIKA

1. VOLUME PIPA

$$\frac{ID^2}{1029.4} \times L \quad (\text{bbls})$$

ID = inner diameter (inch)

L = panjang pipa (ft)

2. DISPLACEMENT PIPA

$$\text{Displ pipa} = \frac{OD^2 - ID^2}{1029.4} \times L \quad (\text{bbls})$$

OD = outer diameter pipa (inch)

ID = inner diameter pipa (inc

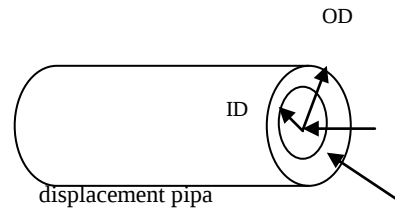
L = panjang pipa (ft)

3. VOLUME ANNULUS

$$\text{Vol Ann} = \frac{\text{OH}^2 - \text{OD}^2}{1029.4} \times \text{L bbls}$$

OH diameter open hole/bit (inch)
OD outer diameter pipa (inch)
L panjang annulus (ft)

pada cased hole, OH diganti ID casing
vol pipa



4. VOLUME LUBANG

$$\text{Vol lubang} = \frac{\text{OH}^2}{1029.4} \times \text{L bbls}$$

OH = diameter open hole (inch)
L = dalam lubang (ft)

untuk cased hole OH diganti ID casing

5. PUMP OUT PUT

Pompa Triplex

2D = diameter liner (inch)

Pump Out put = 0.000243 x D x L x e (bbls/stroke) L = panjang stroke (inch)

e= efisiensi pompa (%)

Pompa Duplex

$$\text{Pump output} = \{ (0.0000324 \times \text{rD}^2 \times \text{L}) - (0.000162 \times \text{rD} \times \text{L}) \} \times \text{e bbls/stroke}$$

rD = diameter rod (inch)

6. LAG /DOWN STROKE

Lag stroke/time adalah jumlah stroke/waktu yang diperlukan untuk memompakan Lumpur / perjalanan cutting dari dasar (bottom) sampai permukaan.

$$\text{Lag Sroke} = \frac{\text{Vol annulus (bbls)}}{\text{Pump out put (bbls/stroke)}}$$

$$\text{Lag time} = \frac{\text{Lag stroke}}{\text{SPM}} \quad (\text{menit})$$

Down stroke/time adalah jumlah stroke/waktu yang diperlukan untuk memompakan Lumpur dari permukaan ke dasar lobang.

$$\text{Down stroke} = \frac{\text{Vol Pipa (bbls)}}{\text{Pump out put (bbls/stroke)}}$$

$$\text{Down time} = \frac{\text{Down stroke}}{\text{SPM}} \quad (\text{menit})$$

7. BOUYANCY FACTOR

Bouyancy factor adalah efek gaya penahan gravitasi yang ditimbulkan oleh tingkat kerapatan molekul-molekul fluida.

$$\text{BF} = \frac{65.4 - \text{MW}}{65.4} \quad \text{MW} = \text{ppg}$$

8. ANNULUS VELOCITY

Adalah kecepatan aliran Lumpur dianulus saat dipompakan dengan gpm tertentu.

$$\text{An.Vel} = \frac{24.5 \times \text{GPM}}{\sqrt{\text{OH}^2 - \text{OD}^2}} \quad \text{ft/min}$$

OH = diameter hole (inch)
OD = outer diameter pipa (inch)

9. CRITICAL ANNULUS VELOCITY

Kecepatan batas laju Lumpur dimana jika kecepatan Lumpur lebih cepat dari kecepatan batas, aliran akan berubah dari laminar menjadi turbulnt. Dimana pada umumnya aliran turbulnt dihindari pada annulus antara DP dan open hole pada saat drilling.

$$CV = 60 \times \left[\frac{1.08 P_v + 1.08 \sqrt{P_v^2 + 9.26 \{ (OH - OD)^2 \times Y_p \times MW \}}}{MW \times (OH - OD)} \right]$$

CV = ft/ min

MW (ppg)

OH diameter open hole (inch)

Pv plastic visc

OD out diameter pipa (inch)

Yp yeld point

10. CRITICAL GPM

GPM batas dimana pemompaan diatas gpm batas akan mengubah aliran Lumpur dari laminar menjadi turbulent

$$GPM = \frac{CV^2 \times (OH^2 - OD^2)}{24.51}$$

CV Critical Vel (ft/min)
OH diameter Open hole (inch)
OD out diameter pipa (inch)

11. FLOW RATE/GPM UNTUK OPTIMASI

Range flow rate optimasi antara 30 – 50 GPM x diameter Bit.

Misa l: untuk ukuran bit 12-1/4” maka flow rate optimum

30 x 12 ¼ = 367.5 gpm sampai 50 x 12 ¼ = 612.5 gpm

Flow rate yang dianjurkan antara 367.5 s/d 612.5 gpm.

Untuk bit PDC

$$GPM \text{ opt} = 12.72 \times D^{1.47}$$

Misal : Diameter bit 12-1/4”

$$\text{Maka Flow rate} = 12.72 \times (12-1/4)^{1.47}$$

$$= 12.72 \times 38.77$$

$$= 505.9 \text{ gpm}$$

12. EQUIVALENT CIRCULATING DENSITY

Penambahan nilai MW pada saat sirkulasi

**Untuk MW rendah < 13 ppg

$$ECD = \frac{Y_p \times 0.1}{OH - ODP} \quad MW + ppg$$

MW = ppg
OH – diameter lobang
ODP – outer diameter DP

**Untuk MW > 13 ppg

$$ECD = MW + \left[\frac{0.1}{OH - ODP} \times \left\{ Y_p + \left(\frac{P_v \times AnnVel}{300 \times (OH - ODP)} \right) \right\} \right] ppg$$

Yp = Yeld point
Pv = Plastic visc
Ann vel : ft/min

ATAU

$$ECD = MW + \frac{Ann \text{ press loss (psi)}}{0.052 \times \text{depth TVD (ft)}} ppg$$

13. HYDROSTATIC PRESSURE

$$HP = MW \times 0.052 \times \text{Depth tvd (ft)} \quad psi \quad MW (ppg)$$

$$HP = SG \times 1.42 \times \text{depth tvd (m)} \quad psi$$

14. JET NOZZEL VELOCITY

$$JET \text{ VEL} = \frac{418.3 \times \text{gpm}}{\sqrt{J_1^2 + J_2^2 + J_3^2}} \quad \text{ft/sec} \quad \text{atau} \quad \text{ft/sec} \quad \frac{GPM}{3.12 \times \text{Nozz Area}}$$

Mis : flow rate : 450 gpm
Nozz size : 3 x 12
Nozz area : 0.3313 sq. inch

$$\begin{aligned} \text{Jet Vel} &= \frac{418.3 \times 450}{\sqrt{12^2 + 12^2 + 12^2}} \\ &= \frac{188235}{432} = 435 \text{ ft//sec} \end{aligned}$$

15. TON MILES (COMPLETE ROUND TRIP)

$$\text{TON MILES} = \frac{W \times D \times (D + L) + (2 \times D) \times \{(2 \times W_b) + W_c\}}{5280 \times 2000}$$

W = berat DP per ft dalam lumpur (lb/ft)

D = Depth (ft)

L = Panjang rata-rata DP per stand (ft)

W_b = Berat Traveling block assembly (lb)

W_c = Berat BHA dlm Lumpur – berat DP sepanjang BHA dalam Lumpur (lb)

Contoh ;

Mud weight = 9.6 ppg

Depth (MD) = 4000 ft

DP weight = 13.3 lb/ft

BHA weight = 83 lb/ft

Length BHA = 300 ft

Weight Traveling block assy = 15000 lb

Average length 1 stand DP = 90 ft

- ❖ Bouyancy Factor = $(65.4 - 9.6) / 65.4 = 0.853$
- ❖ Berat DP dalam Lumpur (W) = $13.3 \times 0.853 = 11.35 \text{ lb/ft}$
- ❖ BeratBHA – beratDP (W_c) = $(300 \times 83 \times 0.853) - (300 \times 13.3 \times 0.853) = 17845 \text{ lb}$

$$\begin{aligned}\text{Ton-Miles} &= \frac{11.35 \times 4000 \times (90 + 4000) + (2 \times 4000) \times \{(2 \times 15000) + 17845\}}{5280 \times 2000} \\ &= 53.8\end{aligned}$$

16. TITIK JEPIT

Kedalaman / titik dimana terjadi pipa terjepit (*stuck pipe*) dapat di estimasi berdasarkan pendekatan perhitungan “*drill pipe stretch*” dengan rumus di bawah ini:

$$\text{Feet of free pipe} = \frac{\text{Stretch (inch)} \times \text{Free point constant}}{\text{Pull force (thousand lbs)}}$$

Contoh : Drill pipe 3-1/2" 13.30 lb/ft terjepit. Penambahan panjang (*stretch*) sepanjang 20 inch dengan tarikan *over pull* 35.000 klbs. *Free point* constant = 9052.5 (tabel)

$$\text{Feet of free point} = \frac{20 \times 9052.5}{35} = 5173 \text{ ft}$$

Cara Penentuan Stretch

Catat *hook load* (berat string) saat berat normal + drag mis 146 klbs Angkat string dengan *over pull* 35 klbs (angkat sampai 181 klbs) Ukur peregangan (penambahan panjang *string* sebelum dan sesudah angkat *string* sampai *over pull* 35 klbs). Mis 20 inch.

Free Point Constant dapat juga ditentukan dengan rumus :

$$\text{FPC} = \{ (\text{OD}^2 - \text{ID}^2) \times 0.7854 \} \times 2500 \quad \text{ID dan OD (inch)}$$

Contoh: Dp 4-1/2" 16.6 lb/ft ----- ID = 3.826 inch

$$\begin{aligned} \text{FPC} &= \{ (4.5^2 - 3.826^2) \times 0.7854 \} \times 2500 \\ &= 4.407 \times 2500 \\ &= 11017.5 \end{aligned}$$

17. PRESSURE LOSS

Merupakan kehilangan tekanan selama perjalanan lumpur dari *mud pump* sampai *flow line*.

Pada tempat-tempat tertentu terjadi kehilangan tekanan yang disebabkan adanya gaya friksi antara Lumpur dan permukaan yang dilewati lumpur. *Pressure loss* (kehilangan tekanan)

terjadi pada :

1. *Drill string (Drill Pipe, Heavy Weight Drill Pipe dan Drill Collar)*
2. *Annulus Surface Line*
3. *Bit / Nozzle*
4. *Surface Line*
5. *Mud Motor &MWD (directional well)*

Pressure loss dipengaruhi oleh properti lumpur terutama *Sg/MW*, *Pv* dan *Yp*, *Flow rate*, *Annulus Velocity*, dan *Diameter pipa*. Jumlah total *Pressure loss* akan sama/mendekati besarnya *pressure pompa (stand pipe pressure)*.

18. PIPE PRESSURE LOSS

Aliran dalam pipa dan *jet nozzle* *turbulent (smith tool)*

$$\text{Pipa Press Loss} = \frac{0.0000765 \times \frac{0.18}{\text{ID}} \times \text{Pv} \times \frac{0.82}{\text{MW}} \times \frac{1.82}{\text{Q}} \times \text{L}}{4.82} \quad \text{psi}$$

MW (mud weght) = ppg

Q (Flow rate) = gpm

ID (Inside Diameter of pipe) = inch

L (Length of pipe) = ft

Pv (Plastic Viscosity)

Yp (Yeld Point)

19. ANNULUS PRESSURE LOSS

Aliran dalam annulus *DC* dan *DP* *laminar (Beck, Nuns and Dunn)*

$$\text{Ann Press loss} = \frac{\text{L} \times \text{Yp}}{225 (\text{Dh} - \text{Dp})} + \frac{\text{An Vel} \times \text{L} \times \text{Pv}}{21500 (\text{Dh} - \text{Dp})} \quad \text{psi}$$

L (Length of Annulus) = ft

An Vel (Annulus velocity) = ft/sec

Dh (Diameter hole) = Inch

Dp (Diameter Pipe) = inch

Pv (Plastic Viscosity)

Yp (Yeld Point)

PLASTIC VISCOSITY/YELD POINT

PV = Fann 600 reading - Fann 300 reading

YP = Fann 300 reading - PV

Fann 600 reading = 2 PV + YP

Fann 300 reading = PV + YP

Turbulence system

$$\text{Ann Press Loss} = \frac{1.4327 \times 10^{-7} \times \text{MW} \times \text{L} \times \text{AnnVel}^2}{\text{Dh} - \text{Dp}}$$

20. TRIP MARGIN

Perkiraan penambahan Sg / MW lumpur setelah *killing* dari kejadian *kick*

$$\text{TRIP MARGIN} = \frac{\text{Yp} \times 0.085}{(\text{Dh} - \text{Dp})} \text{ ppg}$$

Dh : Diameter hole (inch)
Dp : Pipe out side diameter (inch)

Contoh : Yp of mud = 14

Hole diameter = 12-1/4"

Pipe out side diameter : 5"

Trip Margin = (14 x 0.085) / (12.15 – 5) = 0.164 ppg

21. WOB MAXIMUM DRILLING

Weight on bit max yang diperbolehkan saat *drilling* adalah setara dengan berat *drill collar* dan *heavy weight* terkoreksi *Bouyancy*.

Stright Hole (lubang tegak)

$$\text{Max WOB} = (\text{Weight of DC} + \text{HW}) \times \text{Bouyancy Factor} \quad \text{Klbs}$$

Directional Hole

$$\text{Max WOB} = (\text{Weight of DC} + \text{HW}) \times \text{B F} \times \text{Cos inclination} \quad \text{Klbs}$$

22. KEDALAMAN WASH OUT

Penentuan kedalaman kebocoran pipa dapat diperkirakan dengan perhitungan sebagai berikut:

Metode 1.

Pompakan material *plug* kedalam *drill* pipa, amati pada *stroke* ke berapa mulai terjadi kenaikan *pressure*.

$$\text{Depth wash out (ft)} = (\text{tot stroke} \times \text{pump out put (bbbls/strk)}) : \text{drill pipe cap. (bbbls/ft)}$$

Metode 2.

Pompakan material ke dalam *drill string* hingga menembus *wash pipe* dan naik ke *annulus* sampai ke *shaker*. Catat total *stroke* saat material keluar ke *shale shaker*. Material haruslah mudah terlihat, misalnya cat warna cerah atau butiran jagung tumbuk/beras, atau yang mudah terdeteksi oleh *gas detector* mis carbide .

$$\text{Depth wash out (ft)} = (\text{tot stroke} \times \text{pump out put}) : (\text{drill pipe cap.} + \text{Ann cap.})$$

Pump out put bbbls/strk

Drill pipe cap bbbls/ft

Annulus cap bbbls/ft

23. CEK/KOREKSI DIAMETER LOBANG

Cek diameter lobang biasanya dilakukan sebelum penyemenan atau untuk koreksi perhitungan *Lag depth/Lag time*. Idealnya dilakukan setiap kemajuan 200 – 300 m untuk koreksi perhitungan *Lag depth/Lag time*. Caranya adalah dengan memasukkan *carbide* atau butiran beras/jagung tumbuk, catat total stroke saat butiran beras keluar. Jika menggunakan carbide catat saat gas naik melebihi *background gas* (kondisi tidak ada *connection gas* atau kondisi *background gas* tinggi).

Selisih antara total *stroke* saat material keluar dengan total *stroke teoritis surface to surface* (*complete circulation*) dikonversikan ke volume (bbls) merupakan efek perbesaran diameter lubang. Perbesaran lubang biasanya terjadi pada kegiatan pemboran dan tentunya tidak boleh terlalu besar, karena akan mengakibatkan banyaknya pemakaian semen.

Contoh :

Hole Depth : 1500 m

Csg Shoe 9-5/8 at : 1300 m

Pada zona produksi biasanya

Ukuran bit : 8-1/2"

Length Open hole 8-1/2" : 200 m (656.2 ft)

Total stroke teoritis Surface-surface : 2600 stroke

Real tot stroke saat cek carbide : 2750 stroke

Cap pompa : 0.0833 bbls/stroke (eff 97 %)

Perhitungan :

Excess stroke : 150 stroke

Excess volume : $150 \times 0.0833 = 12.49$ bbls

Volume open hole tanpa pipa = $(8.5 \times 8.5 \times 656.2) / 1029.4 = 46.056$ bbls.

Setelah di cek ternyata volume open hole menjadi $46.05 + 12.49 = 58.54$ bbls

$$\begin{aligned}
 \text{Total Adjust MD} &= (\text{sec \#1} \times \text{CSF}) + (\text{sec\#2} \times \text{CSF}) + (\text{sec \#3} \times \text{CSF}) \\
 &= (4,500 \times 1.4) + (2,000 \times 1.8) + (6,500 \times 2) \\
 &= 6,300 + 3,600 + 12,000 \\
 &= 22,900
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Min Circ Stroke} &= \frac{22,900 \times 15,000}{13,000} \\
 &= 26,423 \text{ strokes}
 \end{aligned}$$

BACAAN 2

DRILLING PROBLEM

Secara garis besar ada empat macam. Tetapi dalam hal ini Akan dituliskan enam macam problem pemboran, 4 point pertama merupakan problem yang sering terjadi selama pemboran.

1. Problem *Well Control* yang berhubungan dengan *kick/blow out*,
2. *Loss sirkulasi*
3. *Stuck pipe*
4. *Shale Problem*
5. Benda asing Jatuh
6. Aliran Plastis batuan
7. H₂S problem

1. PROBLEM WELL CONTROL

Problem well control sangat erat hubungannya dengan tekanan formasi yang melebihi normal (abnormal). Dimana tekanannya lebih besar dari kolom fluida formasi pada umumnya, yang biasanya diambil air asin. Hal tersebut karena pambentukan /pengendapan sedimen pada umumnya terjadi di lingkungan laut. Pemantauan dan perhitungan tekanan abnormal akan membantu dalam menentukan berat Lumpur yang sesuai untuk mengontrol lubang sumur dan mencegah terjadinya *blow out*.

Zona tekanan tinggi terdapat pada banyak batuan sedimen. Sedimentasi yang cepat mengakibatkan kandungan air dalam sedimen tidak sempat keluar. Sejak batuan terbentuk dan tekanan beban bertambah, maka akan menambah kontak antara butiran. Dan sejak batuan tidak mampu dikompaksi serta makin bertambah luas kontak karena air tidak mampu dikeluarkan, sehingga air juga menanggung tekanan *over burden* di atas beban normal. Apabila ini terjadi maka tekanan fluida formasi akan sangat tinggi. Metoda yang terpenting untuk mengontrol lubang baru adalah metoda yang dipakai saat pemboran berlangsung.

1.1. PARAMETER TEKANAN TINGGI

1. Korelasi Log Listrik

Bila terdapat data sumur acuan berjarak 1 mil atau *kurang*, dan tidak dijumpai patahan, maka cara ini dianggap yang terbaik dan terjamin

2. Kecepatan Pemboran (ROP)

variable lain konstan, kenaikan kecepatan laju bor (ROP) 50 – 100 %, menunjukkan adanya kenaikan tekanan formasi (dengan menggunakan *treecone bit*)

3. Berat Jenis *Shale* (*Shale Density*)

Turunnya berat jenis *shale* 0.05 – 0.1 gr/cc dari garis normal menunjukkan kenaikan tekanan formasi.

4. Kandungan gas pada lumpur menunjukkan kenaikan tekanan formasi. Beberapa kenaikan yang terjadi mengikuti :

a. *Background Gas*

dua atau beberapa kalinya kenaikan *background gas* .

b. *Connection Gas*

5 (lima) kali sampai 10 (sepuluh) kali dari normal *background gas*

c. *Trip Gas*

lebih dari 5 kali kandungan gas sebelumnya

5. Chloride

Chloride harus diamati pda saat masuk dan keluarnya dari lobang bor. Pada kenaikan yang mencolok (100 – 300 ppm) menunjukan gejala kenaikan tek formasi.

6. Temperatur

Kenaikan gradient temperature (deg F/100 ft) apabila mendekati tekanan tinggi. Secara teoritis perubahan temperatur *flow line* dipakai sebagai pelengkap pada kegiatan operasi pemboran formasi dengan tekanan tinggi. Walaupun demikian hal ini sangat sulit untuk diamati karena banyaknya variable yang berpengaruh .

7. Dc_Exponent

Plot DC_Exponent pada grafik semilog dapat menunjukkan perubahan tekanan formasi sesuai dengan arah trend pengeplotan.

Tabel A
Techniques Available to Predict, Detect and Evaluate Over Pressure

Source Data	Pressure Indicator	Time of Recording
Geophysical	- Seismic (Formation velocity)	Prior to spudding well
Methods	- Gravity	
Source Data	Pressure Indicator	Time of Recording
	- Magnetic	
	- Electrical prospecting method	
Drilling	- Drilling rate	While Drilling (no delay
Parameter	- Dc_Exponent	time)
	- Drilling rate equation (ROPN)	
	- Drilling porosity and Form	
	- Press log	
	- Logging while drilling	
	- Torque and drag	
Mud Parameter	- Gas Cut mud	While drilling (delayed
	- Flow line Mud weight / temp	by the time required for
	- Pressure kick	mud return)
	- Chloride ion,resistivity	
	- Pit level /total pit volume	
	- Hole fill up	
	- Mud flow rate	
Shale Cutting	-Bulk density/shale density	While drilling (delayed
	- Volume, shape and size	by the time required for

Mud return)		
Well Logging	-Electrical survey : resistivity	After drilling
	- Conductivity, Shale formation	
	- Factor, salinity variation	
	- Interval transit time	
	- Bulk density	
	- Hydrogen index	
	- Thermal Neutron capture cross	
	Cross section	
	- Nuclear magnetic resonance	
	- Down hole gravity data	
Direct Pressure	- Pressure bombs	When well is tested or
Measuring device	- Drill Steam Test	Completion.
	- Wire Line Formation Test	

SEBAB – SEBAB TERJADINYA KICK

-Tekanan Formasi Lebih Besar Dari Tekanan Hidrostatik

Kick atau tendangan bisa terjadi apabila tekanan formasi lebih besar dari tekanan hidrostatik lumpur dalam lubang bor.

Dengan adanya tekanan formasi yang melebihi tekanan *hidrostatik* lumpur, menyebabkan fluida formasi (minyak, gas atau air) mengalir masuk ke dalam lubang bor dan akan mendorong lumpur keluar dari dalam lubang bor.

Tekanan *hidrostatik* lumpur sangat penting peranannya untuk mengimbangi tekanan formasi. tekanan hidrostatik lumpur tergantung kepada:

- berat jenis lumpur
- tinggi kolom lumpur

Rumus dari tekanan *hidrostatik* lumpur adalah sebagai berikut:

$$P_h = 0,052 \cdot \gamma \cdot h \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

P_h = tekanan *hidrostatik* lumpur , psi

γ = berat jenis lumpur , ppg

h = ketinggian kolom lumpur , ft

0,052= faktor konversi

Bentuk lain dari rumus di atas adalah:

$$P_h = \gamma \cdot h / 10 \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

P_h = tekanan *hidrostatik* lumpur ,ksc.

γ = berat jenis lumpur ,kg/ft.

H =ketinggian kolom, m.

Berat jenis lumpur dibuat agar dapat memberikan tekanan *hidrostatik* sedikit lebih besar dari tekanan formasi ,supaya tidak terjadi *kick* .

Tekanan *hidrostatik* lumpur ini dibuat lebih besar 2% sampai 10%dari tekanan formasi .

- TINGGI KOLOM LUMPUR TURUN

Tinggi kolom lumpur turun bisa disebabkan oleh dua hal yaitu:

a.Lumpur masuk kedalam formasi .

- formasi rekahan secara alamiah, atau adanya goa-goa
- formasi rekah kerana kesalahan kerja dalam operasi pengeboran, atau kerana sifat–sifat lumpur yang digunakan tidak sesuai .

Oleh kerana hal – hal diatas akan menyebabkan masuknya lumpur kedalam formasi dan menyebabkan tinggi kolom lumpur turun .

b. Formasi rekah kerana kesalahan kerja waktu operasi pengeboran disebabkan oleh :

Squeeze effect

Diwaktu menurunkan rangkaian pengeboran terlalu cepat, dengan lumpur yang kental dan *clearance* yang kecil , akan terjadi *squeeze effect* atau efek tekan, lumpur akan menekan formasi apabila formasi tidak kuat menahan tekanan *hidrostatik* lumpur , sehingga formasi akan pecah dan lumpur akan masuk kedalam formasi, mengakibatkan timbulnya masalah pada lubang bor.

Disaat melakukan pemompaan secara mengejut akan menimbulkan tekanan yang tinggi dapat menyebabkan formasi tidak kuat , sehingga formasi akan pecah .

c. Sifat –Sifat lumpur yang digunakan tidak sesuai :

Berat jenis lumpur yang tinggi

Kesalahan perkiraan tekanan formasi ,dibuat lumpur dengan berat jenis yang tinggi. Hal ini akan menyebabkan tekanan *hidrostatik* lumpur yang tinggi serta tekanan sirkulasi yang tinggi pula . bila formasi tidak kuat menahannya, maka formasi akan pecah.

Viskositas lumpur yang tinggi

Viskositas lumpur yang tinggi dapat menyebabkan *squeeze effect dan swabeffect*. Di samping itu dapat mengakibatkan gesekan aliran lumpur menjadi besar. Hal ini menyebabkan *pressure loss*(kehilangan tekanan) menjadi besar, sehingga tekanan lumpur di saat sirkulasi menjadi besar dan bila formasi tidak kuat maka formasi akan pecah.

Gel strength yang tinggi

Apabila pengeboran berhenti, misalnya pada waktu cabut masuk rangkainpipa bor. Lumpur akan mengagar (*gel strength*). *Gel strength* yang tinggi akan menyebabkan tekanan awal sirkulasi yang dibutuhkan tinggi untuk memecahgel tersebut. Sehingga bila formasi tidak kuat menahan tekanan tersebutformasi akan pecah, mengakibatkan permasalahan pada lubang.

Lupa mengisi annulus

Pada waktu mencabut rangkaian pipa bor volume lumpur dalam lubang bor akan berkurang. Apabila lupa mengisi annulus, maka tinggi kolom lumpur didalam lubang akan turun, sehingga tekanan*hidrostatik* lumpur akan turundibawah tekanan formasi sehingga akan mengakibatkan terjadinya *kick*.

- TEKANAN FORMASI ABNORMAL

Formasi *abnormal* adalah bila gradien tekanan formasi lebih besar 0,465psi/ft. Dalam merencanakan lumpur di anggap tekanan yang akan ditembus adalah normal. Apabila menembus formasi abnormal tekanan*hidrostatik* lumpur yang direncanakan akan lebih kecil dari tekanan formasi sehingga akan terjadinya *kick*.

Penyebab formasi bertekanan abnormal :

1. Patahan (*Faults*)

Patahan akan mengakibatkan pengangkatan atau penurunan suatu formasi. Di waktu melakukan pengeboran, untuk pada kedalaman tertentu, yang ternyata tidak normal. Sebagai contoh untuk kedalaman 2000 ft, mempunyai tekanan formasi 930 psi. Formasi tersebut mengalami patahan, dan terangkat sampai kedalaman 1500 ft. Di waktu melakukan pengeboran, pada kedalaman 1500 ft tekanan formasi diperkirakan hanya 1500 ft x 0,465 psi/ft = 697,5 psi. Maka terjadi *kick* pada kedalaman 1500 ft.

2. Struktur *reservoir* yang luas

Suatu *reservoir* yang luas dan terdapat *gas cap* (tudung gas) dipuncaknya, akan terjadi tekanan yang abnormal waktu menembus formasi gas tersebut. *gas cap* ini mempunyai *reservoir* air yang berada dibawahnya.

Suatu lapisan formasi mempunyai sumber air yang letaknya lebih tinggi, pergerakan air mendorong suatu *reservoir* minyak atau gas, akan menyebabkan *reservoir* minyak dan gas mempunyai tekanan yang abnormal.

3. *Massive shale*

Untuk formasi *shale* yang cukup tebal sering menahan pergerakan air yang ada didalamnya. Air ini terjebak karena *shale* merupakan lapisan yang impermeable atau tidak dapat mengalir fluida didalamnya sehingga air yang terjebak didalam lapisan *shale* akan bertekanan yang tinggi. Begitu juga dengan gas dan minyak yang terjebak didalam lapisan *shale*, fluida tidak dapat pindah kemana-mana. Karena tekanan *over burden* yang besar, gas dan minyak ini berkembang mempunyai tekanan yang tinggi di waktu menembus puncak formasi *shale* ini formasinya keras. Selanjutnya formasi *shale* berangsur-angsur menjadi lebih lunak diiringi oleh penambahan *penetration rate* (laju pengeboran).

4. Lensa-lensa Pasir

Lensa-lensa pasir yang terdapat dalam lapisan *shale* yang tebal, umumnya mempunyai tekanan yang tinggi. Di awalnya terbentuknya formasi *shale*, masih terdapat fluida didalamnya. Dengan bertambahnya tekanan *overburden* yang diderita oleh formasi *shale*, maka *permeabilitas* serta porositasnya

berkurang, dan akhirnya terjadi nol. Fluida yang semula berada didalam *shale* masuk kedalam lensa-lensa pasir sehingga lensa-lensa pasir tersebut bertekanan tinggi.

5. Komunikasi tekanan antar lapisan

Suatu sumur mempunyai atau menembus dua lapisan pasir atau lapisan yang *porous* dan *permeable*. Lapisan atas semula bertekanan normal dan lapisan dibawahnya bertekanan *abnormal* karena adanya komunikasi tekanan antar dua lapisan maka lapisan diatas menjadi bertekanan *abnormal*. Pengeboran sumur dilakukan tidak jauh dari sumur sebelumnya, sehingga waktu menembus formasi *porous* pertama, terjadi *kick* karena lumpur yang dipersiapkan hanya untuk mengimbangi tekanannya yang berasal dari formasi yang *abnormal*.

2. HILANG SIRKULASI (LOSS CIRCULATION)

Hilang Sirkulasi (**loss circulation**) adalah hilangnya sebagian atau semua lumpur yang mengalir dalam sirkulasinya dan masuk formasi. Dalam hal ini ada 2 macam yaitu :

1. *Partial Loss* adalah hilangnya sebagian lumpur saat sirkulasi, masih ada aliran lumpur yang keluar *flow line*.
2. *Total Loss* adalah hilangnya semua lumpur saat sirkulasi masuk ke formasi, tidak ada aliran lumpur keluar *flow line* saat sirkulasi.

2.1. ANALISA PENYEBAB HILANG SIRKULASI

Hilang sirkulasi dapat dideteksi dengan:

1. Mengamati ketinggian Lumpur di *pit* (*pit level*) secara periodik
2. Mengamati aliran Lumpur di *flow line* (*flow out sensor*)
3. Penurunan tekanan pompa (SPR)

Ketika terjadi hilang sirkulasi (loss), kurangi rate pemompaan dan tentukan kedalaman zona *loss* dan jenis nya.

Jenis zona *loss* adalah:

1. Formasi dengan *permeabilitas* besar

Pada batupasir *lose*, *gravels* dan *carbonat* dapat memiliki *permeabilitas* besar (lebih dari 10 darcy). *Vugular limestone* juga potensi untuk terjadi *loss*.

2. Rekah alami dan rekah buatan dapat terjadi pada batuan apa saja, dengan arah *horizontal* (mendatar) maupun *vertical* (tegak lurus).

3. Zona gerowong

Biasanya ditemukan pada limestone (batugamping) dapat diketahui ketika rangkaian turun beberapa feet / inch dari zona *loss*, *sehingga lebih mudah dalam mengantisipasi terjadinya loss circulation*.

Bahan untuk Antisipasi Kehilangan Sirkulasi

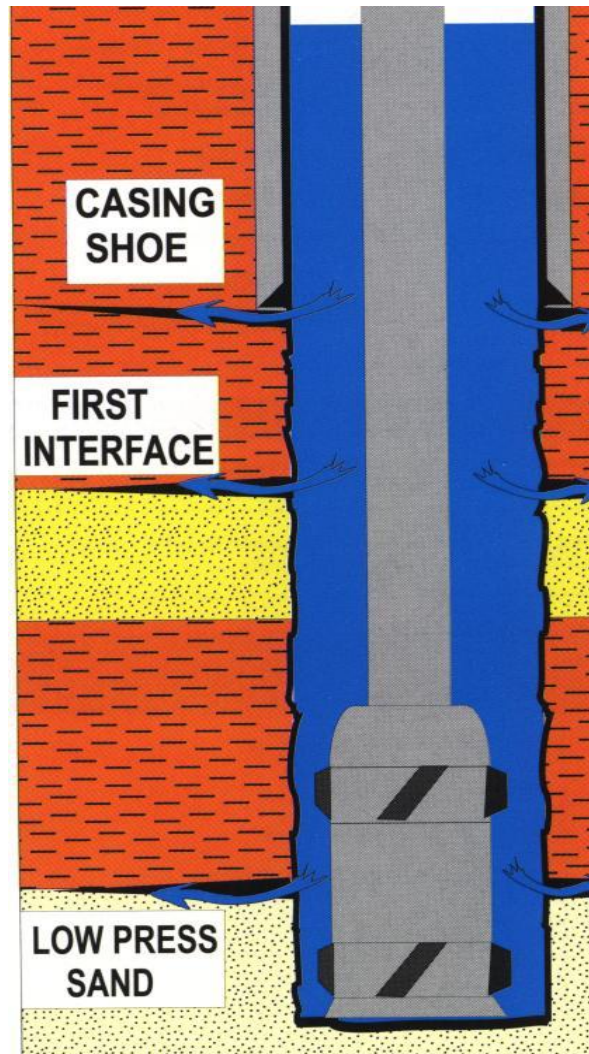
1. Mica fine / medium / coarse
2. Kwik seal
3. Nut Plug fine / medium / coarse
4. Mud fiber
5. Baracarb (CaCO_3)

Untuk zona *loss* yang merupakan zona prospek, penanggulangan *loss* dengan bahan natural (natural LCM) misalnya : *nut fiber*, CaCO_3 (untuk litologi batugamping)

2.2. PENANGANAN / PERAWATAN HILANG SIRKULASI

Penanganan / perawatan kehilangan sirkulasi memerlukan analisa jenis *loss* sehingga metode yang sesuai dapat diterapkan. Sering rekah buatan tidak terjadi di daerah dangkal, tetapi pada formasi yang lunak dapat terjadi rekah ketika berat lumpur dinaikkan. Jenis zona *loss* dapat ditentukan dari *lithology* (*master log*) atau dari *log wireline*. Litologi diperoleh dari data geologi yang menunjukkan jenis formasi yang diperoleh dari data seismik, sedangkan dengan pekerjaan *logging* juga dapat ditentukan lapisan batuan yang ada di lubang. Dari dua cara tersebut dapat berguna sekali pada saat kegiatan pemboran untuk

mengantisipasi masuknya zona *loss* sehingga perlu persiapan saat masuk zona tersebut, sehingga kehilangan sirkulasi tidak terjadi secara tiba-tiba.

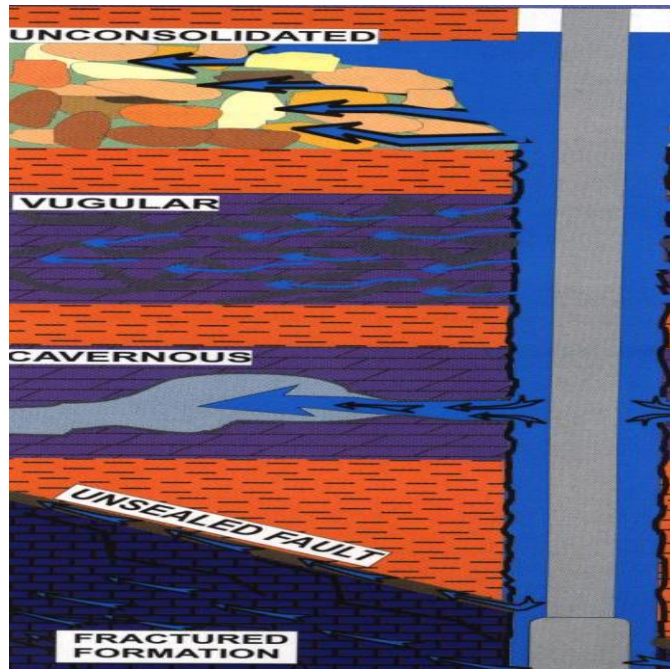


Gambar 1. Hilang Sirkulasi Sedikit (Seepage loss)

1. REKOMENDASI UMUM

- Kurangi berat Lumpur dengan memperhatikan tekanan formasi
- Perlakuan sifat Lumpur dengan menurunkan tekanan surge dengan Y_p dan Gel strength dan ECD dengan menurunkan SPM pemompaan
- Jika loss sensitive dengan overbalance, jangan menyumbat rangkaian pipa dengan sumbat yang berat (pump slug dengan S_g yang tidak terlalu berat) sebelum trip.

- Meminimalkan tekanan surge saat masuk rangkaian dengan mengurangi “running speed”
- Minimalkan jumlah drill collar dan stabilizer setelah bit dijalankan, naikan ukuran pahat jet untuk disesuaikan dengan LCM coarse.
- Jangan cabut rangkaian dari lobang jika tinggi annulus jauh dari pandangan. Gunakan LCM untuk mengembalikannya.



Gambar 2. Hilang Sirkulasi Sebagian (Partial Loss)

2. LCM PILLS

Pedoman ini telah disiapkan untuk meminimalkan timbulnya kehilangan sirkulasi dan penanganan terhadap rembesan dari 25 hingga 50 bls per jam.

- Ketika menggunakan pil LCM harus diletakkan di daerah zona *loss*, pipa pemboran ditarik diatas pil dan srkulasikan secara perlahan dengan menggunakan air atau Lumpur awal.
- Jika *loss* disebabkan pack off , POOH di atas *pack off* atau jika diperlukan sampai ke *shoe*, lakukan kembali sirkulasi, bersihkan dari bawah dan lanjutkan pemboran. Jika terjadi *loss* lagi, tempatkan LCM pil sebelum POOH hingga ke *shoe*. Jika tidak dapat di sirkulasi, tutup *hidrill* tekan.
- Sebelum dilakukan pemboran di atas zona *loss*, 100 bbls pil terdiri 40 – 60 ppb campuran dari beberapa jenis dan kelas LCM di lokasi, harus disiapkan mulai dari Lumpur yang sedang dipakai dan siap untuk digunakan.

- Untuk *loss* yang besar dipertimbangkan untuk menggunakan *silica gel* atau penyumbatan dengan semen (*magnaplast cement* semacam gel)

3. GUNK PILLS

- *Gunk pill* disiapkan sebanyak 300 ppb bentonita dalam minyak diesel, umumnya menggunakan jet pencampur pada unit penyemenan. Dengan pengaturan jarak sebanyak 5 bbls sebelum dan sesudah pill, dipompakan sampai bentonite/minyak tercampur di pahat, kemudian fluida berbasis Lumpur/air dipompakan ke dalam *annulus* sehingga terjadi pencampuran yang sangat kental dan dapat menutup pori.
- *Gunk pill* harus digunakan secara hati-hati, karena dapat terjadi pengendapan dari campuran selama di rangkaian pipa jika terjadi kontaminasi air pada saat pencampuran. Waktu persiapan harus dipertimbangkan karena kebutuhan untuk pembilasan peralatan pencampur dan rangkaian dengan diesel
- Umumnya *gunk pill* sebanyak 30-50 barrels disiapkan dan digunakan hanya bila cara lain telah gagal. Variasi dari *gunk* adalah semen/bentonite/diesel yang digunakan sebagai langkah akhir.

4. SODIUM SILICATE

- *Pill Sodium Silicate* disiapkan dan dipompakan dengan urutan sebagai berikut
 - 50 bbls 10% calcium chloride brine
 - 5 bbls Fresh Water
 - 50 bbls Sodium Silicate
 - 5 bbls Fresh Water
- Jumlah tepatnya dapat bervariasi , bagaimanapun, pill dalam jumlah yang lebih besar mempunyai kemungkinan lebih banyak berhasil.
- Ketika calcium chloride brine dan Sodium silicate bercampur dalam zona *loss*, brine memicu reaksi dimana sodium silicate menjadi keras sehingga menjadi penyumbat.
- Jika *loss* terlalu besar, ini bias menghambat pencampuran tersebut sehingga tidak efektif
- Lakukan *cement plug*

2.3. PENANGGULANGAN LOSS

Jika terjadi hilang sirkulasi (*loss circulation*), cara mengatasi :

- Stop bor, angkat *kelly* sampai *tool joint* di atas *rotary table*, lakukan pengamatan sumur, amati penurunan cairan di *annulus* hitung rate hilang Lumpur.
- Bila *rate* hilang lumpur (*loss*) kecil – kurang dari 200 l/min
 - Tambahkan LCM ke dalam sistem dengan konsentrasi cukup dibarengi penurunan berat lumpur sampai batas yang direkomendasikan.
- Lanjut bor dengan LCM tetap di dalam sistem, lumpur keluar jangan melewati screen
 - Jika rate hilang Lumpur (*loss*) besar -- lebih dari 200 l/min
 - Pompakan LCM ukuran *coarse* (rekomendasi dari *DD engineer/MWD engineer* jika *directional drill*) tempatkan sampai mengcover zona *loss* beberapa m
 - Cabut rangkaian sampai *shoe* (Lumpur dalam lobang dijaga selalu penuh)
 - Diamkan dan amati level cairan Lumpur di *annulus*.
 - Jika masih ada *loss*, ulangi langkah-langkah di atas.
 - Masuk rangkaian kembali dan coba sirkulasi dengan SPM rendah, jika tak ada *loss*, pelan secara bertahap SPM ditambah

Catatan:

Hati-hati terhadap daerah bertekanan (pengisian lobang harus terus-menerus), jika tidak ada jalan lain, lakukan penyemenan sumbat lewat pahat. Jika level Lumpur dalam *annulus* masih bias diimbangi dengan pengisian lumpur, cabut pipa sampai permukaan ganti rangkaian *open ended* dan lakukan penyemenan sumbat (*cement plug*).

2.4. PROSEDUR PENANGANAN BDO / BDOC / BDO2C PLUG

- *Blind drill* bila tidak ada zona bertekanan tinggi dan merupakan trayek terakhir.
- *Pre job safety meeting*

- Uji tekan saluran permukaan sampai 1000 psi diatas tekanan kerja pemompaan
- Pompakan 5 bbls *Diesel Oil* pendahuluan, untuk sumur dalam gunakan 10 bls diesel oil
- Aduk dan pompakan bubur BDO / BDOC / BDO2C
- Pompakan 5 bbls *Diesel Oil* belakang
- Dorong dengan Lumpur
- Jika pada saat pendorongan (*displace*) tidak ada aliran balik, maka secara terus menerus ppompakan Lumpur melalui *annulus*, agar *annulus* tetap terisi oleh lumpur (unruk menjaga tekanan *hidrostatik* di *annulus*)
- Pada saat *diesel oil* pendahuluan mencapai ujung bawah *Drill pipe*, Tutup BOP dan pompakan Lumpur dengan laju alir 1/3 dari laju alir pendorongan.
- Sumbat BDO/BDOC/BDO2C didorong hingga 8 meter di bawah DP
- Buang tekanan dan cabut rangkaian pipa penyemenan
- Mulai sirkulasi dan amati kolom cairan.

Catatan :

- BDO (campuran 1 sak bentonita + Diesel Oil), $S_g=1.5$
- BDOC (campuran 1 sak bentonite + 1 sak semen + Diesel Oil), $S_g = 1.5$
- BDO2C (campuran 1 sak bentonite + 2 sak semen + Diesel Oil), $S_g = 1.5$

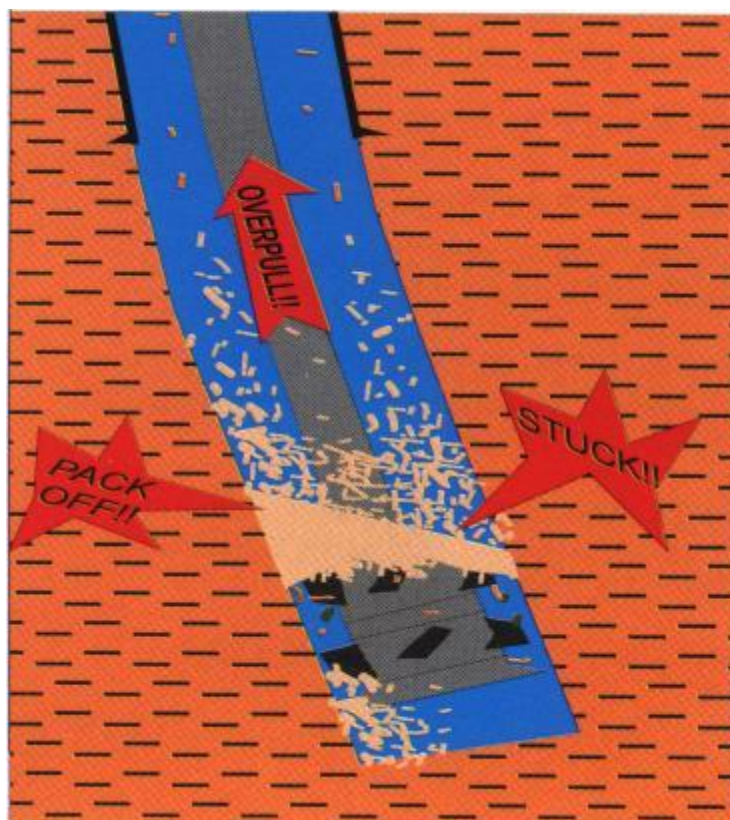
Pelaksanaan harus hati-hati agar BDO tidak kontak dengan air selama proses pemompaan.

3. PIPA TERJEPIT (*STUCK PIPE*)

Meskipun ada lebih dari 20 macam penyebab terjepitnya rangkaian pipa, tetapi hanya ada 3 (tiga) mekanisme yang menyebabkan gaya mekanik untuk menjepit rangkaian pipa. Ketiga mekanisme tersebut adalah *pack-off / bridge* , *differential force* dan *wellbore geometry*.



Gambar 3. Pipa Terjepit



Gambar 4. Lubang Bor Runtuh

Problem terjepitnya pipa yang umum terjadi dari ketiga mekanisme tersebut diatas dapat dibagi atas :

1. *Differential Pipe Sticking*
2. *Key Seating*
3. *Sloughing Shale*
4. Benda asing Jatuh ke dalam lobang bor
5. Aliran *Plastic* Batuan

3.1. DIFFERENTIAL STICKING

Differential pipe sticking adalah kejadian menempelnya rangkaian pipa pada salah satu sisi dinding lobang. Hal tersebut disebabkan adanya perbedaan antara tekanan lumpur dan tekanan formasi yang *permeable*. Indikasi Terjadinya *differential pipe sticking* ditandai dengan tidak dapatnya rangkaian diputar dan digerakkan, tetapi sirkulasi masih dapat dilakukan normal.

a. Penanganan

- Setelah diketahui gejala terjadinya *differential sticking*, segera pasang *kelly* atau *top drive*. Bila BHA dipasang jar, lakukan *JAR DOWN*. Lakukan torsi kanan pada saat menurunkan rangkaian atau *jar down*.
- Lakukan *work on pipe* sambil sirkulasi
- Bila pada point 1 dan 2 tidak berhasil, tentukan titik jepit dengan menggunakan rumus pada hal .
- Bila menggunakan lumpur WBM, rendam rangkaian dengan *freepipe agent* pada daerah jepitan untuk menghancurkan *mud cake*, sehingga mengurangi luas kontak pipa dengan dinding. Lama perendaman tergantung produk yang digunakan
- Setelah pipa bebas, lakukan sirkulasi untuk membuang sisa *free pipe agent* yang terdapat dalam lobang. Usahakan rangkaian tetap bergerak dan berputar. Lakukan *reaming* dan *back reaming* sekitar daerah *permeable*.

b. Tindakan pencegahan

- Gunakan lumpur dengan *filtrate loss* yang kecil, sehingga *mud cake* lebih tipis
- Gunakan Sg Lumpur dengan minimal *safe overbalance*, sehingga memperkecil perbedaan tekanan *hidrostatik* dengan tekanan formasi dalam lobang.
- Usahakan rangkaian tidak terlalu lama diam saat koneksi , *survey* atau jika ada kerusakan pompa / *rig equipment*. Putar rangkaian pelan-pelan atau turun naik rangkaian.
- Gunakan lebih sedikit DC dan memperbanyak rangkaian HWDP. Bila DC tidak dapat digantikan, pakai DC spiral .
- Jika memungkinkan isolasi daerah *depleted* dengan selubung (*casing*).

3.2. KEY SEATING

Key seating adalah proses terjadinya alur pada salah satu sisi lobang bor akibat selalu menempelnya rangkaian (*side loading*) pada dinding sumur. *Key seating* umumnya disebabkan *oleg dogleg*, *kick off point*, perubahan sudut kemiringan dan arah. Alur ini berukuran sama dengan diameter pipa dan jika semakin dalam, dapat mengakibatkan pipa terjepit pada *tool joint* atau *stabilizer*. *Key set sticking* umumnya terjadi saat cabut rangkaian pipa, yang ditunjukkan dengan adanya “*over pull*” tetapi sirkulasi tetap normal dan pipa masih dapat diputar.

1. PENANGANAN

- Bila terjadi gejala *over pull* lebih dari 15 Ton, hentikan pencabutan pipa , dan turunkan kembali rangkaian pipa.
- Bila rangkaian tidak terjepit dan dapat diturunkan, lakukan
 - . Pasang *Kelly / top drive*
 - . Break sirkulasi dan angkat rangkaian pelan-pelan sampai daerah *key seat*.
 - . Beri tarikan / *over pull* 5000 psi

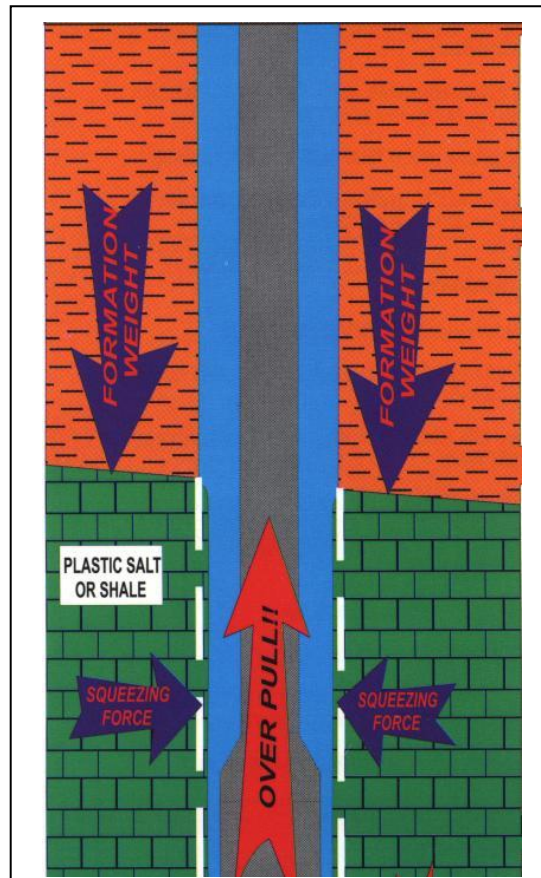
- . Pasang slip dan putar sambil angkat rangkaian secara perlahan untuk melewati BHA melalui bagian diameter lubang yang lebih besar . Untuk formasi yang lunak, masih mungkin menghilangkan *key seating* dengan menggunakan bagian atas (top) BHA usaha menghilangkan *key seat* akan lebih efektif bila menggunakan *stabilizer atau reamer / key seat wiper*
- Bila rangkaian terjepit dan tidak dapat diturunkan, lakukan :
 - . Pasang *Kelly atau top drive*
 - . Lakukan *JAR DOWN* (bila BHA menggunakan Jar)

Catatan :

Bila Ikan (*fish*) tertahan di daerah *key seat*, turunkan rangkaian (ikan) dengan *riding overshot* sampai ke dasar lobang untuk mencegah agar ikan tidak terlepas pada saat dilakukan *washover*. Perlu diketahui bahwa lokasi titik jepit terkadang berpindah keatas seiring dengan waktu.

4. PROBLEM SHALE

Problem ini kebanyakan disebabkan oleh sifat *shale* yang reaktif terhadap efek kimia lumpur. Secara mekanis dapat juga disebabkan karena tekanan formasi pada shale yang melebihi tekanan *hidrostatik* lumpur.



Gambar 5. Shale Problem

4.1 SLOUGHING SHALE

Sloughing shale adalah peristiwa kerusakan shale akibat hidrasi. Akibat lebih lanjut *shale* menjadi rontok/gugur yang berakibat mengganggu proses pengeboran. Lebih disebabkan pengaruh kimiawi.

PENANGANAN

- Bila terjadi sloughing, dan torsi sudah meningkat/bertambah, hentikan pemboran
- Sirkulasi naikan debit pompa, sambil turun-naikkan rangkaian pipa.
- Jika serbuk bor mengakibatkan hambatan aliran lumpur, cabut rangkaian sampai tempat aman. Jika perlu cabut sampai shoe.
- Naikkan SALINITAS dan KANDUNGAN K⁺ serta turunkan *FILTRAT LOSS* (sirkulasi kondisikan Lumpur. Sampai *sloughing shale* berhenti

- Lakukan *wash down* sambil maintain mud property sampai dasar lobang.
- Lanjutkan bor formasi dengan ROP diperlambat dari sebelumnya.
- Jaga sifat fisik Lumpur, dan gunakan Sg yang sesuai dengan gradient tekanan formasi.

4.2. BIT BALLING

Bit balling adalah keadaan dimana pahat terselubung oleh gumpalan serbuk bor. Hal ini terjadi karena kurangnya “*Cleaning Action*” dari Lumpur yang erat kaitannya dengan sifat Lumpur dan *Hydraulic Horse Power* (HPP) pada pahat. Pada umumnya terjadi pada formasi *clay* yang *sticky* (lengket).

a. INDIKASI

- Kemajuan pemboran turun, kadang kecil sekali walaupun pahat masih baru
- Tekanan pompa (SPP) naik
- Bisa rangkaian diangkat terjadi *swab effect* (gas akan naik setelah sirkulasi b/u sejak mulai pipa diangkat)
- Torsi naik

b. LANGKAH PENANGANAN

- Naikkan debit pompa sampai batas maximum yang dibolehkan
- Putar meja dengan putaran maximum yang dibolehkan, sambil *work on pipe*.
- Turunkan viskositas Lumpur sampai batas yang dibolehkan sambil tambahkan *mud detergent* sampai bit balling hilang yang ditandai dengan tekanan pompa normal dan ROP lebih cepat.
- Jika bit balling tak teratasi, cabut pipa sampai permukaan (perhatikan *swab effect*)
Jika terjadi *swab effect*, cabut sambil sirkulasi.
- Bersihkan pahat masuk kembali lanjut bor formasi

5. BENDA ASING JATUH

Jatuhnya benda asing seperti tong dies, pahat, dan lain-lain ke dalam lobang bor. Hal ini ditandai dengan adanya torsi tinggi saat pipa diputar, *cutting* terdapat banyak metal-metal (gram). Penanganan tiada lain kecuali cabut rangkaian pipa untuk selanjutnya dilakukan *fishing job* (pengambilan benda asing yang terjatuh ke dalam sumur).

5.1. FISHING JOB

Proses penangkapan benda / peralatan yang tertinggal di dalam lobang sumur yang disebabkan kegagalan suatu pekerjaan. Contoh : Putus pipa, *Cone* pahat lepas. Dapat juga disebabkan kecerobohan misal jatuh barang (metal) ke dalam lobang.

PROSEDUR FISHING

- Pastikan bentuk ikan
- Siapkan alat pancing yang cocok dengan bentuk ikan.
- Ukur dan gambar rangkaian pancing yang masuk

MACAM-MACAM ALAT PANCING (*FISHING TOOL*)

- Untuk memancing benda-benda kecil (baut, mur, ball bearing pahat, gigi kunci gigi slip)
Dipakai : *Junk Basket* di pasang diatas pahat saat bor
Fishing Magnet
- Untuk memancing benda-benda lebih besar (*cone* pahat, *sample taker*, *pin* kunci)
Dipakai : *Over Shot*, *Spear*, *Taper Tap*, *Die Collar*, *Wall HookJar*, *safety joint*, *bumper sub Tool Joint* (dengan atau tanpa guide)
- Untuk memancing *Casing*, *Drill pipe*, *tubing* yang disebabkan putus, patah atau jatuh
- Dipakai : *Junk Catcher* atau *reverse circulating junk basket*.

Catatan: untk memastikan bentuk dan posisi ikan (*fish*), masuk cap timah (*impression block*)

6. ALIRAN PLASTIC BATUAN

Aliran plastic batuan dapat terjadi karena adanya aliran/pergerakan garam atau batuan karena tekanan formasi di sekitar lubang pemboran (*fault* / sesar).

DIFFERENTIAL STICKING

Sebab-sebab terjadinya jepitan, jenis ini antara lain :

- Formasi *porous dan permeable*,
- Tekanan formasi rendah,
- Lumpur terlalu berat,
- Air filtrasi besar, *mud cake* tebal,
- Susunan *bottom hole assembly* serta *drilling* parameter yang kurang tepat. Perlu perhatian dalam melakukan penyusunan

Beberapa usaha pencegahan antara lain :

- Berat lumpur dikurangi,
- Air filtrasi dibuat serendah mungkin,
- Pemberian pelumasan atau pengganti dengan *oil emulsion mud* atau bahkan *oil base mud*,
- Mengurangi kelenturan *drill collar*,
- Pemakaian *stabilizer*, *spiral-grooved drill collar* bahkan *square drill collar*.

Beberapa ciri khas jepitan ini adalah bahwa sirkulasi lumpur berjalan normal tanpa hambatan dan jepitan umumnya terjadi sesaat setelah penyambungan pipa atau setelah pipa bor berhenti bergerak.

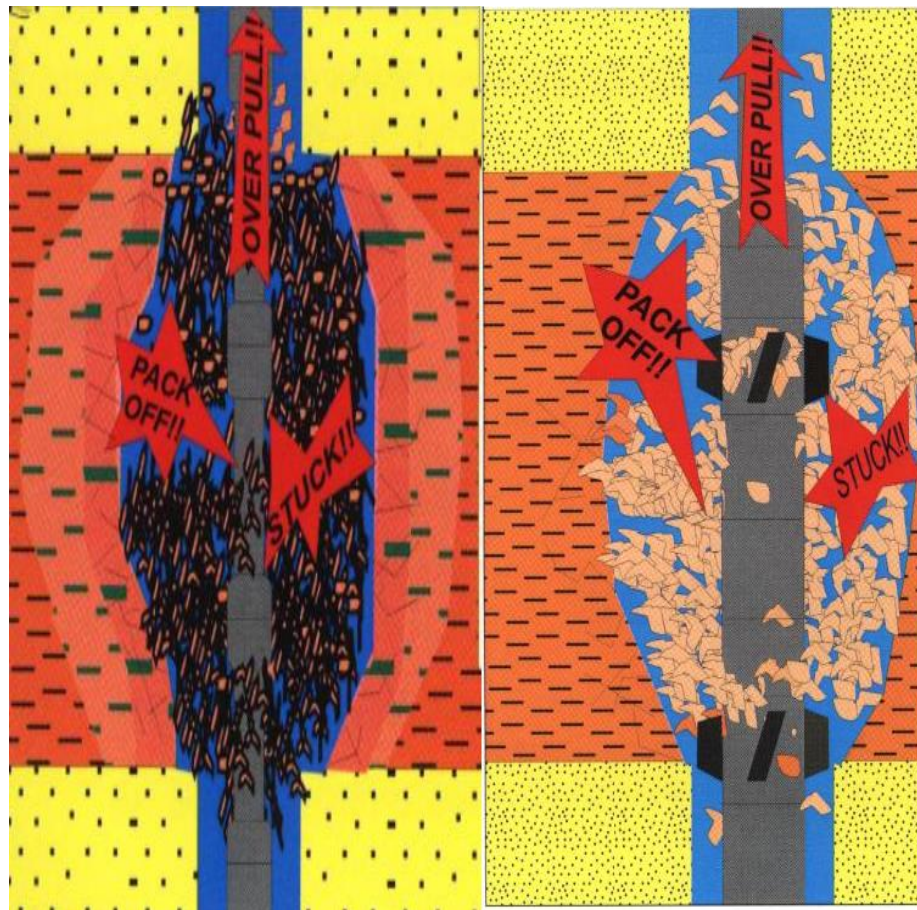
KEY SEAT

Jenis yang kedua adalah key seat, bentuk seperti lubang kunci, lubang kunci terjadi karena gesekan pipa bor pada dinding lubang bor, pada lubang bor yang miring. Pipa bor selalu bergesekan dengan dinding lubang bor bagian atas, sehingga lubang bor berpindah keatas, dan sempit hanya seukuran pipa bor. pada waktu pahat di cabut, maka *drill collar* akan menyangkut pada penyempit tersebut. Ciri-ciri khas nya antara lain :

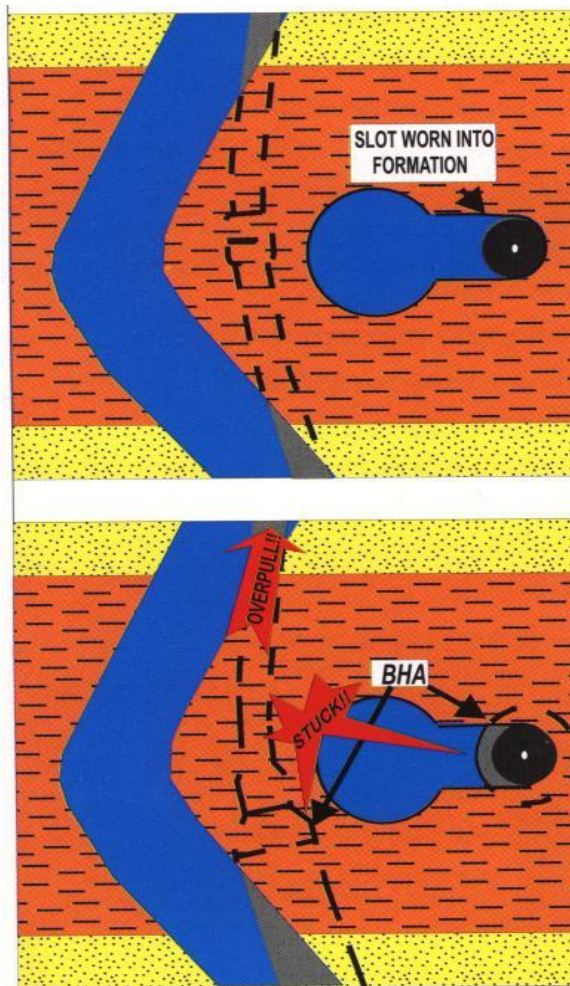
- Sirkulasi normal, tidak ada hambatan,

- Jepitan terjadi saat mencabut pahat,
- Jepitan terjadi secara bertahap, tidak tiba-tiba,
- Pipa bor mungkin bisa diputar,
- Jepitan hanya terjadi pada lubang bor yang miring.

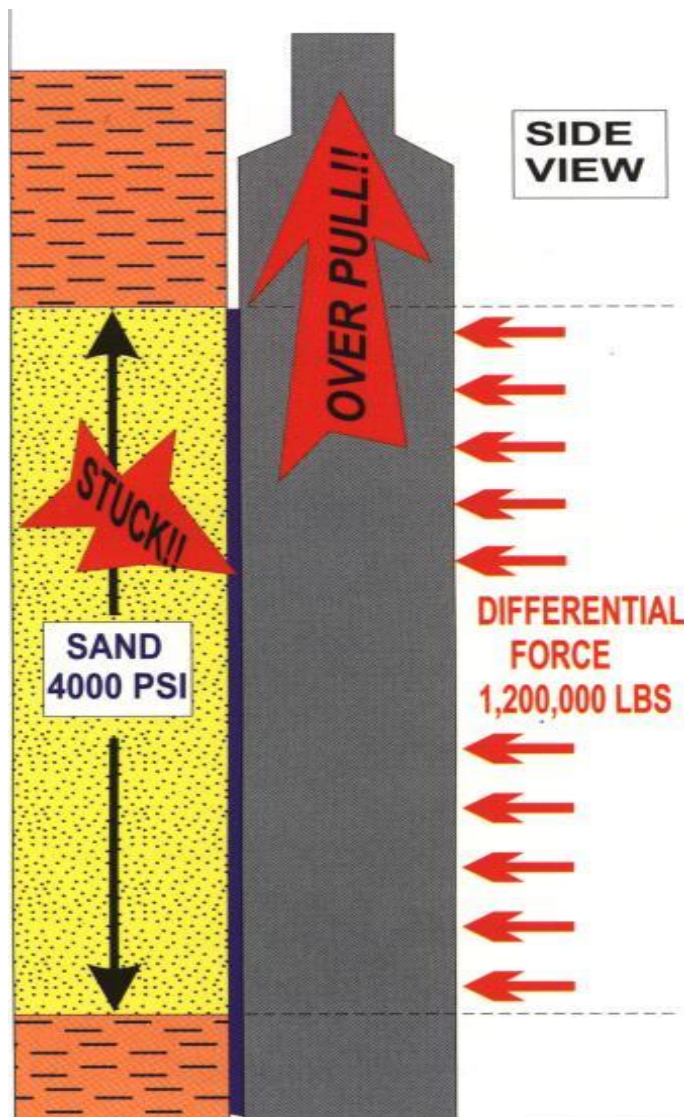
Usaha pencegahan nya adalah dengan jalan menghindari kemiringan lubang bor. Kalau memang lubang bor akan dibelokkan, maka kecepatan pembelokkan (dog-leg severity) agar kecil saja, tidak lebih dari 3 derajat/ 100 ft. kalau ingin kecepatan pembelokkan lebih besar, maka pembelokkan harus berada di formasi yang keras. Kemungkinan lain adalah pengeboran dengan memakai *downhole mud motor*, jadi tidak perlu memutar pipa bor. Cara ini di terapkan untuk mengebor miring atau bahkan pengeboran horizontal.



Gambar 6 Dinding Lubang Bor Rontok



Gambar 7 Key Seat



Gambar 8 Diferential Sticking

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok)

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

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran hidrolika dan masalah Pemboran? Sebutkan!
2. Bagaimana 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 ditunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-001**. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran dengan mengamati gambar berikut .

Aktivitas Pembelajaran 1 (Kecepatan Aliran Lumpur)

Saudara di minta untuk dapat memahami kecepatan aliran lumpur pemboran di dalam lubang bor dan bagaimana laju aliran lumpur pemboran di dasar lubang, lubang kosong, lubang ber casing, di dalam string. Lakukan pengisian **LK 002**. Setelah anda isi lalu lakukanlah diskusi dikelompok saudara.

Aktivitas Pembelajaran 2 (Nozzle Bit Pemboran)

Jelaskan apa yang saudara ketahui tentang *nozzle* pada pahat bor, Apa dasar pemilihan *nozzle* yang digunakan, serta apa hubungannya dengan pengangkatan

cutting. Isikan jawaban ke dalam **LK 003**, lalu diskusikan bersama kelompok saudara.

Aktifitas Pembelajaran 3 (Hydrolic Horse Power)

Dalam kelompok saudara diskusikan yang berhubungan dengan *hydrolic horse power* apa saja pengaruhnya terhadap hidrolika pemboran, cari persamaan yang berhubungan dengan HHP. Tuliskan persamaan tersebut ke dalam **LK 004**

Aktifitas Pembelajaran 4 (Hidrolika Pemboran)

Dalam kegiatan pemboran dapat sangat penting di pelajari hidrolika pemboran karena menentukan keberhasilan pengangkatan cutting ke permukaan, membersihkan cutting di bit, membersihkan lubang pemboran. Anda diskusikan bersama kelompok bagaimana pengaruh hidrolika pemboran terhadap keberhasilan penembusan batuan dan pembuatan lubang yang *smooth*, isikan ke dalam **LKS 005**

Aktifitas Pembelajaran 5 Drilling Problem (Masalah Pemboran)

Permasalahan pemboran wajib di hindari, karena langsung berhubungan dengan faktor keselamatan kerja dan biaya, tetapi harus siap diantisipasi dan diatasi jika terjadi ada beberapa masalah yang mungkin saja terjadi, diantaranya :

1. Problem Well Control yang berhubungan dengan kick/blow out,
2. Loss sirkulasi
3. Stuck pipe
4. Shale Problem
5. Benda asing Jatuh
6. Aliran Plastis batuan
7. H₂S problem

Silahkan anda dan rekan kelompok anda melakukan kajian terhadap masalah-masalah tersebut, apa saja penyebab dari setiap masalah tersebut, apa saja tanda-tandanya saat terjadi, serta bagaimana cara mengatasi masalah tersebut. Uraikan hasil kajian dan diskusi saudara kemudian uraikan ke dalam **LK 006**.

Aktifitas Pembelajaran 6 Drilling Problem (Masalah Pemboran)

MONITORING PEMBORAN

Pengamatan dan pencatatan semua parameter drilling baik saat *drilling* ataupun *reaming*, tiap 5 menit atau jika terjadi perubahan parameter. Hal ini untuk mengetahui lebih cepat bila terjadi perubahan parameter atau memudahkan pencarian data bila sewaktu-waktu terjadi pertanyaan. Adapun parameter yang perlu di catat/diamati (waktu, jam, mnt) ,depth, RPM, WOB, ROP, Flow rate (gpm), SPP, Torque ,hook load, gas, total pit volume,G/L) pencatatan dalam bentuk tabulasi.

Cocokkan semua parameter dengan *rig floor*

Perubahan WOB yang significant, konfirmasikan dengan *rig floor*

ROP cepat (drilling break) maupun ROP lambat (reverse break) spot sample dan perhatikan gas setelah *bottom up*.

SPP >>kemungkinan *nozzle plug*/buntu sebagian, annulus penuh *cutting*, atau *surface line problem*. SPP <<wash pipe, pipa putus/bit lepas, atau *surface line*.

Perubahan Flow rate berhubungan dengan SPM dan SPP atau terjadi loss/gain (flow rate << />>)

SENSOR DEPTH (RATE OF PENETRATION)

ROP (feet/hours, minutes/meter)

HOOK POSITION (feet/meter)

DESKRIPSI	KEMUNGKINAN YG TERJADI	YG PERLU DI CHECK	AKSI/INFORMASI
DRILLING BREAK (Naiknya ROP)	-Formasi yang lunak -Formasi porous -Zona Reservoir -Isyarat Palsu	Check Sample/Spot sample Check Sensor/kabel	Lapor ke Geologist atau Co.Man, minta check flow saat koneksi pipa masuk ke zona reservoir.
REVERSE DRILLING BREAK (Penurunan ROP)	Worn Bit Balled Bit Perubahan Formasi Sensor Stuck	Torque Naik Torque turun Lihat cutting Check Sample	Lapor ke Co.Man Lapor ke Geologist

SENSOR PIT LEVEL (barrels, M3)

SAAT DRILLING (INCREASE)

DESKRIPSI	KEMUNGKINAN YG TERJADI	YG PERLU DI CHECK	AKSI/INFORMASI
Pelandaan reguler (3s/d 20 bbl/hrs)	Penambahan lumpur atau air di permukaan Influk dari water, oil atau gas yg bersal dari formasi	Mud pits Pembacaan ROP, gas dan mud flow.	Tanya ke Mud Eng Lapor driller dan Co.man, minta untuk flow check.
Cepat tetapi dalam skala kecil (6-20 bbl)	Water, gas atau oil inflow	Flow Rate diturunkan Gas readings naik Mud density turun Bila gas inflow pump pressure turun.	Lapor driller dan Co.man, minta untuk flow check. Lapor ke geologist
Cepat dalam skala besar (>20 bbl)	Pompamati Transfer lumpur Water, gas atau oil inflow	Pump dan pressure off Mud pits Flow Rate diturunkan Gas readings naik Mud density turun Bila gas inflow pump pressure turun.	Tanya ke Mud Eng Lapor driller dan Co.man, minta untuk flow check. Lapor ke geologist

Dari pengamatan kasus, data dan tabel diatas lakukan pembuatan paper tentang pentingnya monitoring saat kegiatan pemboran guna meminimalisir terjadinya permasalahan pada operasi pemboran, lalu persentasikan perkelompok masing-masing.

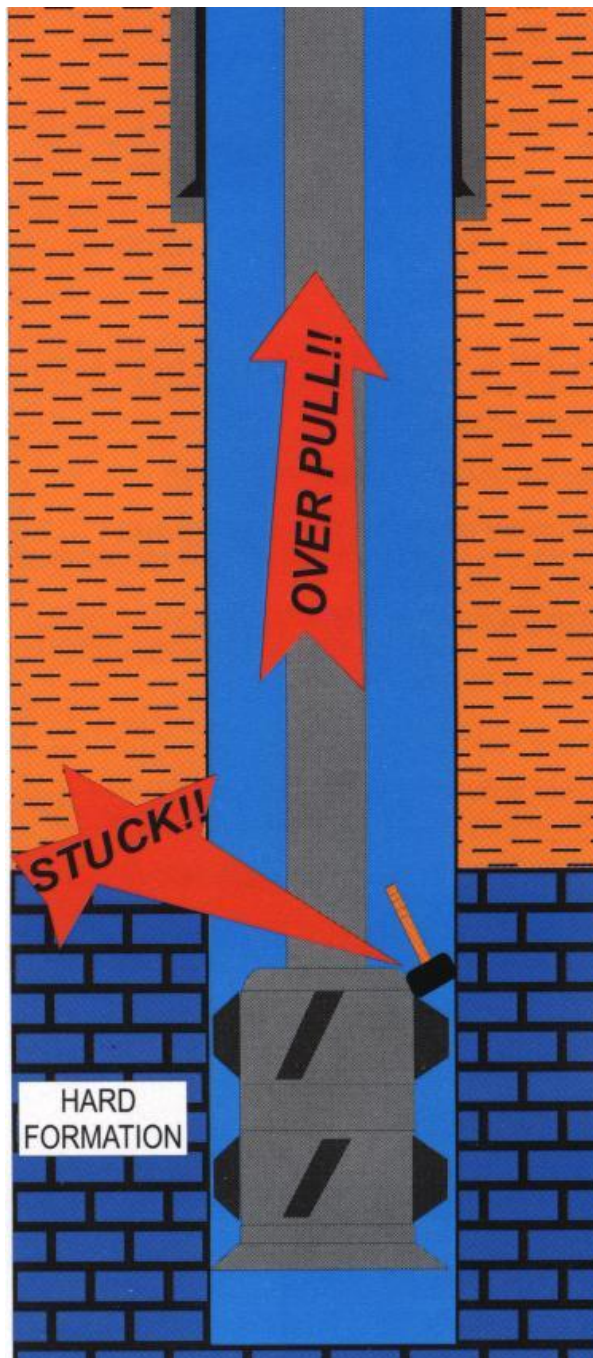
E. LATIHAN :

STUDI KASUS 1

Amati gambar 9 berikut ini kemudian apa yang terjadi dengan lubang bor tersebut, lalu amati bersama kelompok saudara dan Bagaimana cara menanggulanginya.

STUDI KASUS 2

Dalam pemboran section zona produksi dengan formasi pasir terjadi loss, dan setelah di observasi laju kecepatan loss adalah 30 bbl/jam, termasuk jenis loss apakah kasus tersebut serta bagaimana cara penanggulangannya.



GAMBAR SOAL

F. EVALUASI

TES.1

EMW dapat dihitung sbb. :

EMW = (Tekanan Permukaan : 0,052 : Kedalaman tegak) + bj lumpur)

Berapakah berat jenis equivalent (EMW) lumpur untuk zona dengan kedalaman MD 5220' dan TVD 5000', saat sumur ditutup tekanan permukaan 375 psi yang tercatat pada manometer casing. Bila berat jenis lumpur 8,8 ppg :

TES 2

Berapakah tekanan hidrostatik didasar lubang yang mempunyai berat jenis fluida 9.2 ppg dan kedalaman sumur / measure depth (MD) = 6750 ft. Dan true vertikal depth (TVD) = 6130 ft :

TES 3

Dinding lubang bor runtuh (caving, sloughing) biasa terjadi pada formasi shale, dan masalah ini sering di sebut sebagai "shale problem". Hal ini terutama berkaitan dengan stabilitas lubang bor selama pengeboran. Tidak stabil nya lubang bor ini selanjutnya dapat mengakibatkan masalah-masalah lain, apa penyebab terjadinya masalah ini, apa saja gejala-gejalanya, jelaskan akibat yang ditimbulkan dari masalah tersebut serta bagaimana cara mengatasinya :

TES 4

Dalam proses pengeboran sering lumpur hilangmasuk kedalam formasi, kehilangan lumpur ini dapat hanya sedikit (seepage loss), hilang sebagian (partial loss) atau bahkan lumpur sama sekali tidak mengalir keluar (total/ass). Jelaskan apa saja penyebabnya, kemudian bagaimana gejala-gejalanya, bagaimana cara pencegahannya serta akibat yang dapat ditimbulkannya :

TES 5

Kick didefinisikan masuknya fluida formasi kedalam lubang bor secara terkendali. Tanda-tanda atau gejala-gejalanya dapat diketahui dari perubahan-perubahan parameter dipermukaan. Kecepatan dalam mengambil tindakan apabila ada tanda-tanda atau gejala-gejala kick diperlukan untuk mencegah terjadinya kick yang tidak terkontrol (blow out).

Jelaskan tanda-tanda atau gejala-gejala kick saat pengeboran, jabarkan jawaban secara rinci :

JAWAB TES.

Jawaban Tes 1 :

$$\begin{aligned}\text{EMW} &= (\text{Tekanan Permukaan} : 0,052 : \text{Kedalaman tegak}) + \text{berat jenis lumpur} \\ &= (375 : 0,052 : 5000) + 8,8 \\ &= 1,44 + 8,8 \\ &= 10,24 \text{ ppg}\end{aligned}$$

Jawaban Soal Tes 2 :

$$\begin{aligned}\text{Ph} &= 0,052 \times \text{berat jenis} \times \text{kedalaman (TVD)} \\ &= 0,052 \times 9.2 \times 6130 \\ &= 2933 \text{ psi.}\end{aligned}$$

Jawaban Tes 3

Masalah pembersihan lubang

- Lubang bor membesar, karenah runtuh,
- Biaya lumpur bertambah besar,
- Penyemenan kurang baik.
- Pipa bor sering terjepit, dan dapat mengakibatkan:
 - Masalah pemancingan,
 - Pengeboran samping (sidetracking),

- Penutupan sumur (abandonment),

Jenis dan sifat shale

- Shale adalah batuan endapan(sedimentary rock)
- Pengendapan terjadi di dalam marine basin,
- Tersusun dan compacted mud silt,clays,

Kandungan mineral yang ada didalam shale antara lain :

- Montmorillonite (endapan dangkal,menghisap air/swelling),
- Illitic clay minerals (lebih dalam, tidak menghisap air),
- Chlorite, kaolinite.

Sebab shale tidak stabil

Dari formasi:

- Tekanan overburden besar,
- Tekanan formasi besar,
- Gerakan tektonik.
- Pengaruh penyerapan air.

Dari pengaruh operasi pengeboran :

- Erosi,kecepatan lumpur dianulus terlalu besar,
- Gesekan pipa bor pada lubang bor,
- Pengaruh penekanan dan penyedotan (pressure surge dan swabbing, pada operasi cabut dan masuk pahat),
- Garam yang larut kedalam lumpur.

Gejala shale problem

- Tekanan pompa naik,
- Torsi naik,
- Hambatan waktu cabut atau masuk pahat (bridge dan fill-up),
- Gumpalan pada pahat (bit balling).

Perubahan sifat-sifat lumpur :

- Berat lumpur naik,
- Viskositas lumpur naik,
- Air filtrasi naik,

- Serbuk bor bertambah.

Usaha untuk mengatasi masalah shale

- Pendekatan dengan drilling parameter :
Mengurangi kemungkinan gesekan pipa bor pada lubang bor, dengan menambah tegangan pipa bor atau mengurangi beban pada pahat serta mengurangi kecepatan putaran meja.
- Pendekatan dengan lumpur bor :
 - pada pemakaian water-base mud perlu diperhatikan agar :
 - berat lumpur cukup, mungkin bahkan ditambah.
 - Air filtrasi serendah mungkin, dapat dengan penambahan thinner.
 - pH lumpur cukup
 - pemakaian polymer mud
 - pemakaian oil emulsion mud.

Jawaban Tes 4

Sebab-sebab hilang lumpur antara lain :

- formasi yang porous dan permeable (sand, gravel)
- formasi yang bergua (cavernous formation: limestone, dolomite)
- adanya rekahan ,retaken atau patahan (fissure, fracture, fault)
- tekanan ini dapat alamiah (natural) ataupun karena pengaruh dari luar.

Gejala hilang lumpur

Gejala yang tampak jelas pada waktu pengeboran :

- volume lumpur di tanki berkurang.
- Arus lumpur di flowline berkurang.

Waktu cabut pahat, volume lumpur untuk mengisi lubang lebih besar dari volume pipa, waktu masuk pahat volume lumpur yang keluar lebih sedikit dari volume pipa.

Pencegahan

- Pemakaian lumpur yang ringan, tetapi cukup untuk menahan tekanan formasi,

- Tekanan pompa rendah, serta drilling practice yang baik.

Akibat hilang lumpur

Akibat yang mungkin terjadi :

- Caving atau dinding lubang bor runtuh,
- Pipa bor terjepit,
- Well kick, semburan liar.

Usaha untuk mengatasi hilang lumpur

- Kurangi berat lumpur,
- Kurangi tekanan pompa,
- Pemakaian bahan penyumbat dalam lumpur,
- Penyumbatan sumur.

Bahan penyumbatan dalam lumpur

Contoh bahan penyumbat (lost circulation material)

Bentuk ukuran	Kasar	Sedang	halus
Granular	Wall nut shell	Wall nut shell	
Fibrous	Rumput, akar wangi batang padi	Serbuk gergaji, kulitpadi, ampas tebu	Catton, asbest
Flake			Mica

Bahan penyumbat (LCM) ini disebabkan oleh perusahaan penyedia dengan nama dagang yang berbeda. Bahan penyumbat diaduk dengan lumpur, di pompakan kedalam tempat yang di perkirakan sebagai tempat masuk nya lumpur, dan bersifat sementara. Penyumbatan secara ini umum nya tidak cukup kuat, sehingga setelah sirkulasi berhasil diupayakan agar supaya di perkuat dengan casing dan di semen.

Ada bahan dan cara penyumbatan yang lain :

- Bentonite - diesel oil plug (BDO plug)
- Bentonite - diesel - cement plug (BDOC plug)
- Cement plug

Jawaban Tes 5

1. DRILLING BREAK

Drilling break adalah bertambahnya kecepatan laju pengeboran (ROP) secara mendadak, karena bit menembus formasi yang lunak, porous, bertekanan abnormal, begoa-goa serta rekahan-rekahan. Terjadinya drilling break tidak selalu menandakan telah terjadinya kick di dalam lubang bor, walaupun demikian drilling break harus diwaspadai dan dilakukan langkah-langkah serta pengamatan lebih lanjut.

2. KECEPATAN ALIRAN LUMPUR BERTAMBAH

Perubahan kecepatan aliran di flow line disebabkan masuknya fluida formasi kedalam lubang bor karena tekanan hidrostatik lebih kecil dari tekanan formasi. Perubahan kecepatan aliran dideteksi melalui flow sensor yang terpasang di flow line.

3. VOLUME LUMPUR DI TANGKI BERTAMBAH

Bertambahnya volume lumpur di tangki, menunjukkan bahwa fluida formasi sudah masuk ke dalam lubang bor. Peralatan untuk mengamati perubahan volume lumpur yang dipasang pada tangki lumpur adalah mud volume totalizer (PVT).

4. BERAT JENIS LUMPUR TURUN

Masuknya fluida formasi kedalam lubang bor akan menyebabkan turunnya berat jenis lumpur pengeboran dan akan menurunkan tekanan hidrostatik.

5. STROKE PEMOMPAAN LUMPUR BERTAMBAH

Masuknya fluida formasi kedalam lubang bor dan bercampur dengan lumpur di annulus akan menahan dorongan pompa akan berkurang. Dengan demikian karena yang didorong ringan maka stroke pemompaan bertambah.

6. TEKanan SIRKULASI LUMPUR TURUN

Masuknya fluida formasi di annulus, akan mengakibatkan berat jenis lumpur tekanan hidrostatik akan turun. Dengan demikian tekanan sirkulasi akan turun juga karena tekanan yang diperlukan untuk mendorong lumpur di annulus makin ringan.

7. TEMPERATUR LUMPUR

Naiknya temperatur lumpur pada flowline dapat pula menunjukkan kemungkinan adanya formasi tekanan tinggi (abnormal pressure). Pada kondisi normal, kenaikan temperatur mengikuti pola yang normal sesuai dengan kedalaman (gradien temperatur). Bila kita menjumpai kenaikan temperatur yang tidak mengikuti pola tersebut berarti mungkin akan menjumpai formasi dengan tekanan tinggi (abnormal pressure). Perubahan temperatur ini adakalanya tampak jelas, adakalanya tidak. Pada pengeboran di laut dalam perbedaan temperatur ini dapat berkurang oleh pengaruh pendinginan lumpur oleh air laut selama melewati pipa riser.

8. GAS CUT MUD

Adanya gas di dalam lumpur atau sering disebut sebagai “Gas Cut Mud” merupakan suatu pertanda bahwa terjadi suatu yang tidak normal di dalam lubang bor. Gas ini dapat mengurangi berat lumpur dan tidak selalu berbahaya, tergantung asal dan jumlah gas tersebut.

9. GAS DALAM LUMPUR

9.1 Pengeboran Menembus Formasi Yang Mengandung Gas (Back Ground Gas)

Back Ground Gas berasal dari formasi yang menembus bit, meskipun berat lumpur cukup. Jumlah gas tergantung dari ukuran lubang bor. Kecepatan pengeboran, porositas. Saturasi gas, tekanan formasi dan tekanan hidrostatik lumpur. Bila kita menembus formasi gas dengan ROP tinggi, gas yang terlepas dari serbuk bor akan semakin banyak, sehingga pada saat pompa berhenti terjadi aliran. Peristiwa ini biasa diikuti dengan runtuhnya dinding lubang bor. Adakalanya dalam shale ini di jumpai lensa-lensa pasir yang mengandung gas bertekanan.

9.2 Connection Gas

Pada penyambungan pipa (cabut masuk rangkaian pipa bor) sering terdapat gas atau udara yang terjebak di dalam sistim sirkulasi. Walaupun jumlahnya sedikit, perlu tetap di waspadai. Connection gas ini akan muncul dipermukaan pada akhir suatu sirkulasi. Hal ini tidak terlalu berpengaruh pada masalah overbalance, meskipun lumpur yang keluar menjadi lebih ringan. Jumlah gas yang keluar harus sama dengan back ground gas. Bila ternyata konsentrasi tetap tinggi atau bahkan naik, ini berarti telah terjadi kondisi underbalance. Connection gas ini biasa dicegah bila overbalance cukup, atau mencabut pipa jangan terlalu cepat.

9.3 Gas Dari Formasi

Ini dapat terjadi bila kita menembus formasi yang mengandung gas, dan dalam kondisi tekanan hidrostatik lumpur lebih kecil daripada tekanan formasi ($P_H < P_F$). Dalam hal ini lumpur akan tetap mengalir dari lubang bor meskipun pompa sudah mati.

TES SOAL ADJECTIVE

1. Suatu lubang bor vertical mengalami hilangnya lumpur sebahagian (partial loss), sebagai Rig Superintendent apa yang harus dilakukan :

- a. Menutup BOP
- b. Dibiarkan saja
- c. Menurunkan densitas lumpur, kemudian menambahkan LCM ke dalam lumpur pemboran
- d. Naikkan berat jenis lumpur

2. Salah satu penyebab terjadinya bit balling adalah :

- a. Menembus batuan keras
- b. cutting shale menempel pada bit
- c. bit terjatuh
- d. nozzle bit tersumbat

3. Hambatan dalam pemboran, salah satunya adalah differential pressure sticking, penyebabnya adalah :

- a. Dinding lubang bor runtuh
- b. Key seat
- c. formasi porous dan permeable
- d. sirkulasi normal

4. Dibawah ini yang bukan penyebab terjadinya stuck pipe adalah :

- a. dinding lubang bor runtuh
- b. key seat
- c. roustobout tidur
- d. diffetensial pressure sticking

5. Sebutkan influx yang terbawa oleh tekanan saat terjadi semburan liar:

- a. air, lumpur, gas
- b. air, minyak

- c. lumpur, minyak
- d. semua betul

6. Sebutkan bagaimana bentuk dari key seat :

- a. seperti lubang kunci
- b. seperti lubang bor
- c. seperti lubang pipa
- d. semua salah

7. Apakah penyebab terjadinya kick ?

- a. Masuknya bit
- b. lumpur kotor
- c. dinding formasi runtuh
- d. pembuatan lumpur yang terlalu ringan

8. Apa yang menyebabkan terjadinya loss circulation,

- a. tekanan hidrostatik lebih besar dari tekanan formasi
- b. bit balling
- c. stuck pipe
- d. key seat

9. Dalam operasi pemboran, sering terjadinya masalah, salah satunya dinding lubang runtuh, Penyebabnya adalah :

- a. Tidak stabilnya dinding lubang bor
- b. lumpur kental
- c. cutting tdk naik
- d. kick

10. Sebutkan dua penyebab ketidakstabilan shale :

- a. Secara mechanic dan kimia
- b. Secara magnetik dan non magmagnetik
- c. Secara elektronik dan kimia
- d. Secara magnetik dan elektronik

JAWABAN :

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

G. STUDI KASUS “Well Control Engineering” :

1. Bila gradient tekanan formasi adalah 0.6 psi/ft, maka formasi tersebut dikatakan bertekanan :
 - a. **Abnormal.**
 - b. Normal.
 - c. Subnormal.
2. Untuk memeriksa aliran dari dalam sumur dalam rangka mematikan adanya kick, urutan langkah yang harus dikerjakan adalah sbb:
 - a. Mematikan pompa, angkat rangkaian sampai tool joint berada diatas rotary table, pasang slip, matikan rotary table, dan periksa aliran.
 - b. **Mematikan rotary table, angkat kelly sampai tool joint berada diatas rotary table, matikan pompa dan periksa aliran.**
 - c. Angkat rangkaian sampai tool joint berada diatas rotary table, matikan rotary table , matikan pompa dan periksa aliran.
3. Bila menembus formasi shale bertekanan abnormal, cuttings yang tertampung pada shale shaker adalah :
 - a. *Lebih besar dari normal, pipih dan bersudut tajam.*
 - b. **Lebih besar dari normal dan berbongkah.**
 - c. Lebih halus dari normal.
4. Bila menembus formasi shale bertekanan abnormal, gambaran lotting bulk density batuan akan :
 - a. Tetap seperti sebelumnya.
 - b. **Lebih besar dari sebelumnya.**
 - c. Lebih kecil dari sebelumnya.
5. Kalau saudara sedang drilling dan mengalami drilling break, saudara dapat menyimpulkan :
 - a. *Mungkin bit menembus batuan yang lebih lunak.*
 - b. **Pasti kick.**
 - c. **Nozzel bit lepas.**
6. Berat jenis lumpur untuk pill (slug dalam string) tidak boleh terlalu tinggi, hal ini disebabkan karena :
 - a. *Tekanan hydrostatic didasar lubang dapat naik terlalu besar.*
 - b. **Viscositas lumpur pill akan terlalu tinggi.**
 - c. **Kedua jawaban a dan b salah.**
7. Bila volume lumpur yang diisikan kedalam sumur saat mencabut rangkaian pipa bor, lebih banyak dari hasil perhitungan :
 - a. Merupakan gejala biasa.
 - b. Merupakan gejala mud lost (hilang lumpur).
 - c. **Merupakan keadaan yang normal terjadi.**

8. Bila volume lumpur yang diisikan kedalam sumur saat mencabut rangkaian pipa bor lebih sedikit dari displacement pipa :
 - a. **Merupakan tanda-tanda terjadi swab effect.**
 - b. Merupakan gejala operasi pencabutan rangkaian pipa bor yang normal.
 - c. Merupakan tanda-tanda dinding lubang gugur.

9. Apabila diketahui ada tanda-tanda swab effect, terjadi setelah dilakukan pemeriksaan pada lubang bor tidak terjadi aliran keluar lubang, maka langkah selanjutnya yang harus diambil adalah :
 - a. **Melanjutkan mencabut rangkaian pipa bor.**
 - b. *Memasukan kembali rangkaian pipa bor sampai dasar lubang.*
 - c. **Point a dan b sama-sama benar, terseleh perintah tool pusher atau companyman.**

10. Pada operasi pemboran dipasang Float Sub diatas pahat. Pengukuran tekanan pada pipa bor (Shut In Drill Pipe Pressure / SIDP) dilaksanakan dengan jalan :
 - a. *Menjalankan pompa pelan-pelan, sampai ada perubahan penunjukan tekanan pada choke.*
 - b. **Menjalankan pompa cepat dengan membuka choke lebar.**
 - c. **Menjalankan pompa dengan kecepatan sama pada Kill Rate Pressure test dan membuka choke lebar.**

11. Saat penutupan sumur waktu terjadi kick, Hydraulic Choke line valve (HCR valve) dibuka terlebih dahulu sebelum BOP ditutup, alasannya adalah :
 - a. *Untuk menghindari kejutan tekanan pada lapisan dibawah casing shoe.*
 - b. **Untuk menghindari terkikisnya BOP oleh aliran lumpur.**
 - c. Untuk membuang sebagian tekanan agar memudahkan penutupan BOP.

12. Setelah BOP ditutup, menutup choke adalah :
 - a. Pelan-pelan / bertahap sampai choke tertutup rapat.
 - b. **Secepat mungkin dan jaga tekanan casing tidak melebihi tekanan maksimum yang diijinkan.**
 - c. Tidak ditutup penuh, karena akan dipakai untuk sirkulasi.

13. Besarnya volume kick dan besarnya tekanan tutup drill pipe serta tekanan tutup casing diperlukan untuk :
 - a. *Menentukan jenis fluida formasi yang masuk kedalam lubang.*
 - b. **Menentukan tekanan annulus tertinggi yang diizinkan.**
 - c. **Kedua jawaban a dan b benar.**

14. Ditinjau dari tingkat bahaya terjadinya pecahn formasi atau hilang sirkulasi pada saat mematikan sumur, maka kondisi kick yang paling berbahaya adalah apabila :
 - a. **Volume kick besar dan berupa minyak dan gas bercampur.**
 - b. *Volume kick besar dan berupa gas.*
 - c. **Volume kick besar dan berupa minyak.**
15. Suatu pemboran dapat disimpulkan sedang menembus formasi bertekanan abnormal, “de”-exponent akan menunjukan :
 - a. **Tetap sama.**
 - b. *Semakin mengecil (menurun).*
 - c. **Semakin membesar.**
16. Hasil plotting (penggambaran) harga “de”-exponent selama sedang membor dapat dipergunakan untuk :
 - a. **Menetapkan kecepatan penembusan (rate of penetration) yang normal.**
 - b. *Mendeteksi formasi bertekanan tidak normal, tetapi tidak dapat untuk menghitung besarnya tekanan formasi tersebut.*
 - c. **Menetapkan besarnya tekanan formasi yang dihadapi.**
17. Dari hasil penggambaran (plotting) temperatur lumpur yang keluar dari lubang bor adalah dipergunakan untuk :
 - a. **Mendeteksi adanya formasi bertekanan abnormal, tetapi tidak dapat untuk menentukan besarnya tekanan formasi tersebut.**
 - b. *Mendeteksi adanya formasi bertekanan tidak normal dan sekaligus dapat untuk memperkirakan / menghitung besarnya tekanan yang dihadapi.*
 - c. *Kedua jawaban a dan b salah.*
18. Lumpur yg keluar dari lubang bor mengandung gas (background gas) dengan jumlah yang relatif tetap selama membor :
 - a. **Merupakan gejala biasa akibat temperatur bumi yang tinggi didasar lubang.**
 - b. *Tidak merupakan gejala terjadi kick.*
 - c. **Merupakan gejala terjadi kick dari formasi gas.**
19. Gas yang keluar bersama lumpur sewaktu sedang membor dideteksi dan dianalisa dengan gas chromatograph di mud logging unit. Hasil analisa ini berguna untuk :
 - a. *Untuk memperkirakan jenis isi reservoir yang sedang ditembus.*
 - b. **Memperkirakan tingkat bahaya adanya blow-out.**
 - c. **Menentukan besarnya tekanan formasi yang dihadapi.**

20. Besarnya over balance adalah :
- a. Sebesar equivalent kehilangan tekanan di annulus saat sirkulasi.*
 - b. Sebesar mungkin asal tidak terjadi hilang lumpur.*
 - c. Kedua jawaban a dan b salah.*
21. Pada suatu pemboran ukuran bit 12 1/4", Drillpipe 4 1/2", 16,6 lbs/ft, kapasitas DP 0.01393 bbl/ft, displacement DP 0.00633 bbl/ft, kapasitas annulus 0.125 bbl/ft, panjang DP satu stand 90 ft.
Berapa volume lumpur yang harus diisikan kedalam lubang bor apabila cabut basah (pull wet) setiap 5 stand DP ?
- a. 749 bbls.
 - b. 6.2685 bbls.
 - c. 9.117 bbls.**
- $$\text{Vol} = 5 \text{ stand} \times 90\text{ft} \times (0.00633 + 0.01393) = 9.117 \text{ bbls}$$
22. Berhubung dengan soal no. 22, bila berat jenis lumpur 10 ppg, maka penurunan tekanan hydrostatic didasar lubang saat sebelum dilakukan pengisian lumpur kedalam lubang adalah :
- a. 749 psi.
 - b. 26 psi.
 - c. 38 psi.**
- $$\begin{aligned} P \text{ didasar} &= \text{Vol} ; 0.125 = 9.117 : 0.125 = 72.5 \text{ ft} \\ &= 72.5 \text{ ft} \times 0.052 \times 10 = 37.9 \text{ psi} \end{aligned}$$
23. Cara yang paling baik untuk mengetahui gejala swab sewaktu mencabut drill stem adalah :
- a. Dengan mengisi lubang memakai pompa lumpur secara terus menerus sambil mencabut drill steem.*
 - b. Dengan mengontrol pengisian lubang dengan pompa lumpur setiap mencabut sejumlah stand drillpipe*
 - c. Dengan mengontrol pengisian lubang dengan trip tank aktif (trip tank yang dilengkapi pompa sentrifugal).*
24. Kemungkinan besar terjadinya swab adalah saat mencabut rangkaian pipa bor :
- a. Dari saat mencabut bit melewati casing shoe.*
 - b. Dari saat bit akan mendekati casing shoe.*
 - c. Saat bit dari lubang sampai beberapa stand (lima stand pertama).*
25. Pada proses pemboran sering diadakan pengetesan tekanan sirkulasi pada kecepatan pompa rendah (Slow Pump Rate test). Kegiatan ini bertujuan untuk :
- a. Mengetahui kehilangan tekanan (pressure loss) pada sistem sirkulasi.*
 - b. Mengetahui tekanan maksimum yang diizinkan dicasing shoe.*
 - c. Mengetahui tekanan maksimum yang diizinkan di choke manifold.*
26. Hasil pemeriksaan tekanan pompa pada kecepatan rendah (Slow Pump Rate test) diperlukan untuk :
- a. Menentukan waktu sirkulasi, untuk mengeluarkan cairan formasi dari lubang bor.*

b. Menentukan tekanan sirkulasi untuk mengeluarkan cairan formasi dari dalam lubang bor

c. **Menentukan tekanan dasar lubang bor.**

27. Pada pengetesan tekanan sirkulasi (Slow Pump Rate test) menunjukkan tekanan pompa 600 psi pada lumpur dengan berat 10 ppg. Apabila lumpur yang dipakai sekarang beratnya 11 ppg, maka tekanan sirkulasi yg baru akan menunjukkan sekitar :

a. **660 psi.**

b. 600 psi.

c. 700 psi.

$$\begin{aligned} FCP &= (KMW/OMW) \times SPR \\ &= (11/10) \times 600 \\ &= 660 \text{ psi.} \end{aligned}$$

28. Langkah pertama operasi diverter yang harus dilakukan setelah menghentikan pemboran dan mengangkat kelly sampai tool joint diatas meja putar adalah :

a. **Buka diverter line, kemudian tutup bag type preventer / diverter dan selanjutnya tutup diverter line pelan-pelan.**

b. Tutup bag type preventer / diverter, kemudian buka diverter line yang ujungnya searah dengan arah angin.

c. **Buka diverter line yang ujungnya searah dengan arah angin kemudian tutup bag type preventer / diverter.**

29. Setelah diverter ditutup sempurna, maka langkah selanjutnya adalah :

a. **Pompakan lumpur atau air dengan debit yang setinggi-tingginya kedalam lubang bor.**

b. Membuat lumpur dengan berat jenis yang diperlukan untuk mematikan.

c. Mengamati dan mencatat tekanan tutup drill pipe (SIDP) dan tekanan tutup casing (SICP).

30. Methoda mematikan kick yg mempergunakan prinsip dasar dengan memelihara tekanan dasar lubang tetap adalah :

a. **Metoda “driller”, “wait and weight” dan “Low choke method”.**

b. **Hanya metoda driller dan metoda wait and weight.**

c. **Metoda “Driller”, metoda “Wait and weight” dan metoda “Concurrent”.**

31. Prosedur tahap awal memulai menjalankan pompa agar tekanan dasar lubang tetap, maka tindakan yang harus dilakukan adalah :

a. **Mengatur pembukaan choke pelan-pelan dan memelihara tekanan casing tetap sebesar tekanan tutup casing (SICP).**

b. **Mengatur pembukaan choke pelan-pelan dan memelihara tekanan pomp sama dengan sirkulasi (= KPR + SIDP).**

c. **Mengatur pembukaan choke dan memelihara jangan sampai tekanan pompa naik mengejut.**

32. Diantara methoda-methoda mematikan kick yg memiliki resiko kehilangan lumpur (mud loss) terbesar adalah :
- a. Driller method.*
 - b. Wait and Weight method.***
 - c. Concurrent method.***
33. Alasan utama “Driller method” dipilih untuk mematikan kick adalah :
- a. Prosedur kerjanya sederhana dan tidak banyak diperlukan perhitungan-perhitungan.*
 - b. Bila jenis influx (fluida kick) adalah gas maka kick akan dapat teratasi dengan cepat.***
 - c. Metoda ini paling baik untuk menjaga tekanan di Casing Shoe agar formasi tidak pecah.***
34. Dalam proses kerja mematikan kick memakai “methoda driller”, saat sirkulasi mengeluarkan fluida influx dari sumur, maka tekanan yang dijaga tetap adalah :
- a. Tekanan casing sebesar tekanan tutup casing.***
 - b. Tekanan sirkulasi di stand pipe.*
 - c. Tekanan di choke manifold sebesar tekanan Kill rate (KRP).***
35. Untuk menetapkan besarnya tekanan tutup drill pipe (SIDP) yang benar apabila terdapat problem gas bermigrasi adalah :
- a. Dengan membandingkan tekanan casing dan tekanan drill pipe.***
 - b. Sambil mensirkulasi dengan menjaga tekanan casing konstan dan hasilnya tekanan pompa dikurangi tekanan kill rate adalah tekanan tutup drill pipe.*
 - c. Dengan plotting (menggambar) perubahan tekanan menurut waktu.***
36. Pencatatan tekanan pipa bor (SIDP) pada waktu terjadi Well kick diperlukan untuk :
- a. Menghitung tekanan tertinggi di choke saat sirkulasi.***
 - b. Mengitung penambahan berat lumpur.*
 - c. Mengetahui kekuatan / tekanan pecah (fracture pressure) pada sepatu casing.***
37. Pada pemboran terjadi kick dan setelah ditutup diperoleh data SIDP = 400 psi, SICP = 750 psi. Apabila kedua pompa sirkulasi tidak dapat dijalankan (tidak ada sumber tenaga), sedang gas diannulus diketahui bermigrasi keatas, maka tindakan yang harus diambil adalah :
- a. Menjaga tekanan casing tetap 850 psi dengan membuang lumpur apabila diperlukan melalui choke.***
 - b. Menjaga tekanan tutup casing jangan sampai melebihi tekanan maksimum annulus yang diizinkan.*
 - c. Menjaga tekanan drill pipe tetap sebesar 500 psi dengan membuang lumpur apabila diperlukan melalui choke.***

38. Apabila diperkirakan bahwa tekanan tutup drill pipe (SIDP) adalah tidak benar karena diperkirakan adanya gas migrasi yang tidak dikontrol, maka untuk menetapkan besarnya tekanan tutup drill pipe yg benar tanpa menambah influx baru didalam lubang adalah :
- Membuang tekanan drill pipe melalui standpipe manifold dan tutup kembali untuk melihat tekanan drill pipe yang baru.**
 - Membuang lumpur dicasing secara bertahap dengan volume tertentu dan tekanan drill pipe kemudian diamati.
 - Membuang tekanan casing sampai tampak tidak mau turun dan segera tutup lagi dan amati tekanan.**
39. Apabila hasil leak off test ternyata jauh lebih rendah dari tekanan yang diperkirakan, maka kemungkinan penyebabnya :
- Casing bocor.**
 - Menembus lapisan abnormal
 - Hasil penyemenan jelek.
40. Pada proses pemboran sering diadakan pengetesan tekanan sirkulasi pada kecepatan pompa rendah (Slow pump rate test). Kegiatan ini dilaksanakan :
- Hanya setiap selesai ganti/memasukkan pahat dan setiap akan mencabut pahat.**
 - Hanya setiap ganti pahat, setiap ganti/merubah kekentalannya (viscositasnya).**
 - Setiap ganti periode kerja (tour/aplusan) dan setiap ganti pahat dan berat jenis lumpur dinaikkan 0.3 ppg atau lebih setiap penggantian sifat lumpur.
41. Tahap sirkulasi membuang influx dikatakan berhasil dalam proses mematikan kick dengan methoda driller dapat ditandai dari :
- SIDP lebih kecil dari SICP.
 - SIDP lebih besar dari SICP.
 - SIDP sama dengan SICP.**
42. Pada tahap awal sirkulasi untuk mengeluarkan gas influx (pada methoda driller) sampai gas influx mulai muncul dan terbuang dipermukaan, maka pada keadaan yang normal jumlah volume lumpur ditangki akan :
- Turun (berkurang).**
 - Tetap.**
 - Naik (bertambah).

43. Pada tahap sirkulasi mengeluarkan gas influx saat mematikan kick dengan metoda driller, maka tekanan di choke manifold yang paling tinggi akan terjadi pada saat :
- a. Gas di dalam sumur hampir terbuang habis***
 - b. Gas mulai muncul dipermukaan.*
 - c. Gas mulai memasuki casing shoe.***
44. Pada tahap semua gas / fluida influx telah melewati casing shoe sampai tahap gas/ fluida influx tersebut terbuang semua dipermukaan, maka tekanan yang terjadi pada casing shoe akan :
- a. Berubah turun apabila tekanan casing turun.**
 - b. Bertambah naik apabila tekanan casing naik.*
 - c. Tetap besarnya meskipun tekanan casing naik ataupun turun.*
45. Pada tahap sirkulasi pemompaan lumpur berat (KMW) mulai dari permukaan sampai ke pahat (bit) dengan metoda driller maka untuk mengendalikan tekanan dasar agar tetap, yang harus dilakukan adalah :
- a. Menjaga tekanan stand pipe tetap sebesar tekanan awal sirkulasi (ICP).*
 - b. Menjaga tekanan casing tetap sebesar SICP**
 - c. Menjaga tekanan stand pipe tetap sebesar tekanan akhir sirkulasi (FCP).*
46. Pada tahap sirkulasi memompakan lumpur berat (KMW) dimana lumpur tersebut mulai keluar dari nozzle pahat (untuk metoda driller), maka yang harus dilakukan agar tekanan dasar lubang tetap sama / konstan adalah :
- a. Menjaga tekanan stand pipe tetap sebesar FCP (tekanan akhir sirkulasi) atau tetap sebesar tekanan stand pipe saat lumpur berat mulai keluar dari nozzle pahat.**
 - b. Menjaga tekanan dichoke tetap sebesar tekanan tutup casing terakhir (SICP).*
 - c. Menjaga tekanan stand pipe sebesar ICP + SIDP.*
47. Apabila tahap sirkulasi memompakan lumpur berat (KMW) dari permukaan sampai muncul di choke manifold berhasil dengan baik, maka apabila sirkulasi dihentikan tekanan yang ditunjukkan di :
- a. Pipa bor lebih kecil dari casing..*
 - b. Pipa bor lebih besar dari casing.*
 - c. Pipa bor sama dengan casing.**
48. Apabila sewaktu melakukan sirkulasi untuk mematikan kick, terjadi (tampak) gejala yang tidak normal, maka langkah pertama terbaik yang harus diambil adalah :
- a. Tutup choke dan teruskan pemompaan tetapi kecepatan pompa dikurangi.*
 - b. Teruskan sirkulasi, tetapi naikan kecepatan pompa dan buka choke lebih besar.*
 - c. Stop pemompaan dan tutup choke.**

49. Kita sedang memompakan lumpur berat untuk mematikan kick dan lumpur berat sudah keluar dari pahat. Tekanan akhir seharusnya 1100 psi dan kecepatan pompa 60 spm. Terjadi sbb : Tekanan pompa naik menjadi 1350 psi dan kecepatan pompa turun menjadi 57 spm. Apa yang terjadi ?
- a. Terjadi wash out pada tool joint drill stem.
 - b. Choke aus terkikis pasir.
 - c. Salah satu nozzle pahat buntu.**
50. Pada sirkulasi mengeluarkan gas kick dalam volume yang besar, maka kemungkinan besar terjadi loss circulation (hilang lumpur) pada saat :
- a. Lumpur mematikan kick mulai keluar dari bit.**
 - b. Gas tidak melewati casing shoe.
 - c. Gas mencapai permukaan tanah.

LEMBAR KERJA

Lembar Kerja KB 2

LK 001

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran Hidrolika dan Masalah Pemboran ? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LK 002

2. Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LK 003

3. Jelaskan.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LK 004

4. Jelaskan..

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LK 005

5. Jelaskan?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LK 006

6. Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LK 007

7. Jelaskan.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LK 008

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

H.UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

1. Jelaskan bagaimana kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan?
2. Apakah hasil pembelajaran dapat di implementasikan di lingkungan kerja saudara
3. Jika belum bisa diterapkan di sekolah saudara, apa yang perlu ditingkatkan agar indikator pencapaian kompetensi dapat tercapai?
4. Inventarisir permasalahan yang terjadi jika peralatan praktek tidak terdapat pada sekolah saudara, lalu bagaimana solusinya
5. Diskusikan dengan kelompok saudara permasalahan yang terjadi pada pembelajaran dan bagaimana cara meningkatkan motivasi pembelajaran?
6. Bagaimana cara meningkatkan sistem pembelajaran agar tercapai kualitas yang baik?
7. Diskusikan setiap permasalahan pembelajaran yang terjadi, saat kesulitan memahami bahan ajar ?

I.RANGKUMAN

1. Setelah mempelajari modul ini diharapkan peserta dapat mengetahui, memahami hidrolika pemboran, mengetahui pengaruh hidrolika pemboran dalam keberhasilan pembuatan lubang.
2. Dalam pembuatan lubang bor perlu memahami permasalahan yang mungkin terjadi saat pembuatan lubang bor.
3. Pada pekerjaan pemboran harus diantisipasi masalah yang kemungkinan terjadi, mengetahui gejala-gejalanya, mengetahui akibat dari permasalahan pemboran
4. Permasalahan pemboran harus dapat diatasi dengan mengikuti prosedur yang telah ditetapkan

BAB IV PENUTUP

Demikian Modul Diklat Guru Pembelajar Kelompok Kompetensi H ini disusun. Modul ini disusun sebagai acuan bagi semua pihak yang terkait dalam pelaksanaan kegiatan pelatihan dan PKB bagi guru dan tenaga kependidikan (GTK). Melalui Modul Diklat Guru Pembelajar Kelompok Kompetensi H selanjutnya semua pihak terkait dapat menemukan kemudahan dalam melaksanakan UKG kelanjutan dan menambah pengetahuan dan wawasan pada bidang dan tugas masing-masing.

Modul Diklat Guru Pembelajar Kelompok Kompetensi H bagi Guru pasca UKG ini disusun ini merupakan bahan pelajaran atau materi yang harus dipelajari oleh guru pasca UKG. Semoga modul diklat guru pembelajar pasca UKG ini dapat bermanfaat dan bisamengarahkan dan membimbing peserta diklat terutama para guru dan widyaiswara/fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan diklat pengembangan keprofesian berkelanjutan.

Glosarium

Abnormal Pressure. Tekanan formasi pada kedalaman tertentu yang lebih tinggi atau lebih rendah dari tekanan normal; gradien tekanan normal adalah 0,465 psi per kaki kedalaman; tekanan normal pada kedalaman 10.000 kaki adalah 4650 psi

Annulus. Ruang antara dua dinding silinder yang garis tengahnya berbeda

Blow Out. Semburan gas, minyak, atau fluida lain secara tak terkendali dari dalam sumur ke udara

Cutting. Kepingan batuan yang terjadi karena gerusan mata bor pada batuan formasi pada waktu pengeboran

Directional Drilling. Pengeboran miring yang direncanakan menuju satu titik sasaran

Drill String. Rangkaian yang terdiri atas soket putar, pipa bor, penyambung pipa, pipa kemudi/leher bor dan pahat bor; bersambung dengan kepala putar di dalam menara bor dan diputar oleh meja putar

Fracture. Diskontinuitas pada badan batuan disebabkan oleh retak atau pecah karena tegangan geser atau tarik

Kick. Kenaikan tekanan secara mendadak pada kolom lumpur pengeboran yang disirkulasikan karena tekanan yang lebih tinggi dalam formasi yang sedang dibor; harus cepat dikuasi untuk mencegah semburan liar.

Gel Strength. Ukuran kemampuan dispersi koloidal untuk mempertahankan bentuk gel; ukuran tersebut pada lumpur pengeboran menentukan kemampuan menahan zat padat dalam *keadaan suspensi*.

Mud Cake. Lapisan padatan yang melekat pada dinding lubang bor, dan terbentuk dari lumpur pengeboran yang memadat

Pressure Loss. Berkurangnya tekanan didalam pipa, akibat kecepatan alir fluida, tegangan geser fluida, serta konfigurasi pipa

Rotary Drilling. Pengeboran dengan memutar mata bor yang dirangkai dengan pipa bor dan menghasilkan serbuk dan pecahan lapisan yang dibawa ke permukaan oleh lumpur pengeboran

Stuck Pipe. Pipa bor, selubung ataupun pipa sembur yang terjepit di dalam sumur pada waktu pengeboran atau perawatan sumur

Washover. Teknik untuk melepaskan dan mengangkat pipa bor yang tertinggal di dalam lubang bor dengan menggunakan pipa berdiameter besar yang diselubungkan ke pipa yang tertinggal dan memompakan lumpur pengeboran untuk membersihkan lubang bor dari serpihan yang tertinggal

Weight on bit. Beban pahat efektif yang menyebabkan serbuk bor terlepas dari pecahan formasi sewaktu pahat diputar

DAFTAR PUSTAKA

Arifin & Zainal. 2009. *Evaluasi Pembelajaran*, Bandung : PT. Remaja Rosdakarnya.

Achmad Mudofir, Materi Diklat “Basic Drilling Mud”, 2007

Achmad Mudofir, “Hole Problem dan Pemancangan”, 2005

Adam, Neal, J.: “Drilling Engineering, Complete Well Planning Approach”,
PennWell Publishing Company, Tulsa, Oklahoma, 1985.

Budi Susetyo. 2015. *Prosedur Penyusunan & Analisis Tes untuk Penilaian Hasil Belajar Bidang Kognitif*. Bandung : Rafika Aditama

Daryanto. 2008. *Evaluasi Pendidikan*, Jakarta: Rineka Cipta.

Kaswir Badu, “Drilling Fluids and Hydraulic”, Diktat Advanced Drilling,
Pusdiklat Migas, 2008

Mimin. 2009. *Model Dan Teknik Penilaian Pada Tingkat Satuan Pendidikan*.
Jakarta: Gaung Persada Press.

Muri Yusuf. 2015. *Asesmen dan Evaluasi Pendidikan*. Jakarta : Prenada media

Majid, Abdul. 2011. *Perencanaan Pembelajaran*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.

Purwanto, *Evaluasi hasil Belajar*, Yogyakarta: pustaka pelajar, 2009 Haryati.

Rabia, H., “*Oil Well Drilling Engineering Principles and Practice*”, University of New Castle, UK, 1985.

Well Control Manual, Pusdiklat Migas Cepu, 2005

