

## EVALUASI PENANGGULANGAN TERJADINYA HILANG LUMPUR

### PADA PEMBORAN SUMUR “FAZ-32” LAPANGAN “FAZ”

*Farisah Asmarani, Abdul Hamid, dan Listiana Satiawati*

*Program Studi Teknik Perminyakan-FTKE, Universitas Trisakti*

*Kampus A, Jl. Kyai Tapa No.1 Jakarta 11440*

*Email: farisahasmarani@gmail.com*

#### Sari

Pemboran sumur “FAZ-32” lapangan “FAZ” merupakan sumur pengembangan yang bertujuan untuk menambah titik serap pada formasi Tuban. Masalah yang terjadi pada operasi pemboran di sumur “FAZ-32” lapangan “FAZ” adalah terjadinya hilang lumpur (*mud loss*). Hilang lumpur yang terjadi pada sumur “FAZ-32” terjadi pada saat menembus Formasi Ngrayong dan Formasi Tuban. Pada saat pemboran sumur “FAZ-32” trayek lubang bor 12-1/4 terjadi hilang lumpur di kedalaman 7150 ft. Kemudian pada trayek 8-1/2 terjadi hilang lumpur di kedalaman 7536 ft, 7560 ft dan 7641 ft. Permasalahan pada pemboran sumur “FAZ-32” pertama apakah yang menyebabkan terjadinya hilang lumpur, kedua apakah penanggulangan hilang lumpur sudah tepat.

Metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi penanggulangan hilang lumpur (*mud loss*) yaitu : melakukan pengumpulan data-data (data lumpur, data pemboran dan data pompa), melakukan perhitungan (tekanan hidrostatik lumpur saat *loss*, tekanan rekah formasi, tekanan formasi, ECD dan BHCP), membandingkan Ph, Pf, BHCP dan Pfr untuk mengetahui penyebab terjadinya hilang lumpur dan melakukan evaluasi penanggulangan hilang lumpur yang telah dilakukan di lapangan.

Penanganan hilang lumpur yang dilakukan pada sumur “FAZ-32” lapangan “FAZ” di beberapa zona *loss* secara keseluruhan telah dilakukan dengan baik dan telah tercapai target kedalaman yang diinginkan (zona produktif).

*Kata kunci: Pemboran, Hilang Lumpur, Formasi, Tekanan*

#### Abstract

“FAZ-32” well drilling on “FAZ” field is a development well which aims to increase the absorption point in Tuban formation. The problem occurs in drilling operations at “FAZ-32” well on “FAZ” field are the mud loss. Mud loss which happens on “FAZ-32” well that is occurs when penetrating Ngrayong Formation and Tuban Formation. Afterwards of drilling the “FAZ-32” well, stretch drill holes 12-1/4 lost circulation occurred at a depth of 7150 ft. Then in the stretch 8-1/2 mud loss occurred at a depth of 7536 ft, 7560 ft and 7641 ft. The problems in drilling wells “FAZ-32”, firstly, what is the cause of lost circulation. Secondly, whether the countermeasure of mud loss are appropriate or not.

The methodology used to evaluate response of mud loss are collecting data (data of mud, data drilling, and data pump), make the calculations (mud hydrostatics pressure during loss, formation pressure, formation fracture pressure, equivalent circulating density (ECD) and bottom hole circulation pressure (BHCP), comparing Ph, Pf, BHCP and Pfr to determine the cause of mud loss and evaluating countermeasure of mud loss that has been done in field.

Handling mud loss problem at “FAZ-32” well on “FAZ” field is well applied in some loss zone and has reached the desired target depth (productive zone).

*Keywords: Drilling, Mud Loss, Formation, Pressure*

## 1. PENDAHULUAN

Pemboran merupakan salah satu usaha untuk mendapatkan target tertentu. Untuk mencapai reservoir, pahat bor akan menembus berbagai batuan yang ada di atas reservoir tersebut yang masing – masing memiliki karakteristik yang berbeda. Suatu pemboran dalam kenyataannya tidak selalu berjalan lancar, macam-macam hambatan sering terjadi, yang biasanya disebut sebagai “*Hole Problem*” yaitu salah satunya terjadinya hilang lumpur (*mud loss*).

Pada umumnya hilang lumpur terjadi jika tekanan hidrostatik lumpur naik hingga melebihi tekanan rekah formasi yang akan mengakibatkan adanya *frac* (rekahan) yang memungkinkan lumpur (fluida) mengalir ke dalamnya. Kerugian akibat terjadinya hilang lumpur ini adalah akibat hilangnya lumpur tersebut, penurunan permukaan lumpur didalam lubang bor yang dapat mengakibatkan terjadinya semburan liar pada formasi lain yang bertekanan tinggi, tidak didapatinnya serbuk bor (*cutting*) untuk sample log, bahaya terjepitnya pipa bor, kehilangan waktu dan biaya serta menimbulkan kerusakan formasi.

Pada penulisan Tugas Akhir ini dimaksudkan untuk mengevaluasi hilang lumpur yang terjadi selama operasi pemboran pada Sumur “FAZ-32” dengan tujuan untuk mengetahui penyebab terjadinya hilang lumpur dan cara penanggulangannya serta mengevaluasi apakah penanggulangan hilang lumpur pada operasi pemboran Sumur “FAZ-32” telah tepat.

Metode yang digunakan dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mencari dan mengumpulkan data-data yang berhubungan dengan problem hilang lumpur, seperti data lumpur (densitas lumpur, PV, YP), data pemboran (diameter lubang bor, diameter pipa, kedalaman), data pompa (laju alir pompa).
2. Melakukan analisa, antara lain :  
Analisa perhitungan lumpur pemboran saat hilang Sirkulasi, meliputi:
  - Perhitungan tekanan rekah formasi
  - Perhitungan tekanan formasi
  - Perhitungan tekanan hidrostatik lumpur saat lost
  - Perhitungan *equivalen circulating density* (ECD) dan *bottom hole circulating pressure* (BHCP)
3. Dari hasil analisa yang dilakukan maka dapat diketahui penyebab terjadinya hilang lumpur

yang terjadi pada pemboran sumur “FAZ-32” dan penanggulangan yang tepat.

## 2. TEORI DASAR

### 2.1 Hilang Lumpur

Salah satu masalah yang dihadapi karena penggunaan lumpur yang tidak sesuai dengan formasi yang tembus adalah hilang lumpur (*mud loss*). Hilang lumpur didefinisikan sebagai hilangnya fluida pemboran yang bisa terjadi sebagian atau seluruh fluida yang masuk ke dalam formasi selama proses pemboran berlangsung. Peristiwa hilang lumpur terjadi karena rekahan pada dinding pemboran, baik rekahan secara alami maupun *secondary*. Hilang sirkulasi secara alami terjadi karena formasi yang ditembus mempunyai tahanan rekah yang lemah serta tingginya nilai permeabilitas yang dimiliki, seperti pada saat pemboran menembus formasi yang memiliki pori-pori ukuran besar. Hal ini akan mempermudah terjadinya rekahan dan fluida-fluida pemboran secara otomatis akan masuk ke dalam formasi.

Sedangkan *secondary lost* terjadi ketika proses pemboran memberikan tekanan dimana tekanan ini melebihi tekanan rekah formasi sehingga formasi merekah dan lebih sulit untuk ditangani dibanding *natural lost*. Kerugian akibat terjadinya hilang lumpur ini adalah penurunan permukaan lumpur di dalam lubang bor yang dapat menyebabkan terjadinya semburan liar pada formasi lain yang bertekanan tinggi, tidak diperoleh serbuk bor untuk sample log, bahaya terjepit pipa bor, kehilangan waktu dan biaya serta menimbulkan kerusakan pada formasi.

### 2.2 Faktor-faktor Penyebab Hilang Lumpur

Penyebab hilang lumpur (*mud loss*) adalah adanya celah terbuka yang cukup besar di dalam lubang bor, yang memungkinkan lumpur untuk mengalir ke dalam formasi, dan tekanan di dalam lubang lebih besar dari tekanan formasi. Celah tersebut dapat terjadi secara alami dalam formasi yang *cavernous, fracture, fissure, unconsolidated* atau tekanan di dalam lubang bor yang terlalu besar.

### 2.3 Penanggulangan Hilang Lumpur

Hilang lumpur (*mud loss*) terjadi karena beberapa sebab, yaitu kurang akuratnya teknik pemboran yang dilaksanakan. Oleh karena itu dalam membuat program pemboran harus diperhitungkan sedetail mungkin agar

dapat menghindari resiko saat pemboran berlangsung contohnya menghindari terjadinya hilang lumpur.

Beberapa cara untuk menanggulangi hilang lumpur.

#### 1. Penanggulangan Hilang Lumpur dengan Lost Circulation Material (LCM)

Penanggulangan dengan cara menggunakan LCM digunakan untuk *loss* yang kecil seperti *seepage loss* dan *partial loss*. LCM tidak efektif untuk formasi yang mengandung rekahan yang cukup besar atau bergua-gua.

#### 2. Penanggulangan Hilang Lumpur dengan Teknik Penyemenan

Apabila dengan menggunakan bahan penyumbat zona *loss* tidak dapat diatasi, maka dilakukan sumbat semen untuk setiap jenis zona *loss*.

#### 3. Blind Drilling

Operasi pemboran ada kalanya akan menembus formasi dengan tekanan yang rendah, bahkan berada di bawah tekanan hidrostatik air. Usaha yang dapat dilakukan antara lain pemboran dengan lumpur yang sangat ringan, misalnya *aerated mud* atau *mist drilling* sampai mencapai formasi yang cukup keras untuk diturunkannya casing dan semen, hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan pemboran *blind drilling*. Namun hal ini sangat berbahaya sehingga harus disiapkan dulu segala sesuatunya untuk menutup sumur untuk menghindari *blow out* atau semburan liar.

#### 4. Underbalanced Drilling

*Underbalanced drilling* (UBD) adalah metode pemboran dimana tekanan kolom fluida pemboran yang dipakai lebih kecil atau lebih ringan dari tekanan formasi, sehingga akan ada aliran gas, hidrokarbon dan air formasi ke dalam sumur serta terus menerus. Untuk mencapai kondisi *underbalanced* pada saat mengebor, perlu adanya peralatan yang menunjang operasi pemboran ini terlaksana.

#### 5. Casing Drilling

*Casing drilling* terutama didesain untuk suatu kondisi yang mengharuskan operator segera memasang casing setelah membor, sehingga kemungkinan terjadinya masalah formasi dapat dikurangi. Dengan segera menurunkan dan

memasang casing pada lubang bor, masalah formasi yang disebabkan oleh runtuhnya formasi shale pada saat memasang casing dapat dicegah.

### 3. ANALISA DATA DAN PERHITUNGAN

Formasi yang menjadi target dari pemboran ini adalah lapisan batu karbonat Formasi Tuban. Terdapat satu sumur yang dievaluasi, yaitu sumur "FAZ-32". Pada saat pemboran, sumur "FAZ-32" mengalami kendala hilang lumpur di beberapa kedalaman.

#### 3.1 Pelaksanaan Pemboran dan Masalah Pemboran

Pada pemboran sumur "FAZ-32" ini menembus 5 formasi yaitu Formasi Lidah, Formasi Kawengan, Formasi Wonocolo, Formasi Ngrayong dan Formasi Tuban. Formasi yang menjadi target pemboran ini berada pada Formasi Tuban.

Pada pelaksanaan pemboran sumur "FAZ-32", drilling program membagi casing designnya menjadi empat trayek. Pada trayek casing 20", sumur dibor dengan menggunakan pahat TCB ukuran 26", casing terpasang sampai kedalaman 913 ft. Pada trayek ini tidak ditemukan masalah pada saat pemboran.

Pada trayek casing 13-3/8", sumur dibor dengan menggunakan pahat PDC berukuran 17-1/2, casing terpasang sampai kedalaman 3845 ft. Pada trayek ini tidak ditemukan masalah pada saat pemboran.

Pada trayek casing 9-5/8", sumur dibor dengan menggunakan pahat PDC berukuran 12-1/4, casing terpasang sampai kedalaman 7135 ft. Pada trayek ini terjadi hilang lumpur sebanyak satu kali.

Pada trayek casing 7", sumur dibor dengan menggunakan pahat PDC berukuran 8-1/2", casing terpasang sampai kedalaman 7641 ft. Pada trayek ini terjadi hilang lumpur sebanyak tiga kali. Satu diantaranya merupakan *total loss*.

Pada sumur "FAZ-32" di kedalaman 913 ft dengan trayek pahat 26" digunakan jenis lumpur Water Base Mud (WBM), kemudian di kedalaman 3845 ft dengan trayek pahat 17-1/2" digunakan jenis lumpur Oil Base Mud (OBM), untuk trayek pahat dan jenis lumpur pada kedalaman selanjutnya dapat dilihat dari tabel 3.1 dibawah ini:

Tabel 3.1

Jenis Lumpur yang Digunakan Pada Sumur "FAZ-32" Lapangan "FAZ"

Kedalaman MD (ft)	Kedalaman MD (m)	Formasi	Trayek (inch)	Jenis Lumpur
913	299.56	Lidah	26"	WBM
3845	1261.54	Kawangan	17-1/2"	OBM
7135	2340.99	Wonocolo dan Ngrayong	12-1/4"	OBM
7641	2507.01	Tuban	8-1/2"	WBM

### 3.2 Data Hasil Pemboran Terjadinya Hilang Lumpur Pada Sumur "FAZ-32" Lapangan "FAZ"

Pada sumur "FAZ-32" ini terdapat permasalahan yaitu beberapa kali mengalami hilang lumpur (*mud loss*), hal ini disebabkan karakteristik formasi batuan diperkirakan memiliki rekah atau adanya gua-gua yang dapat menimbulkan *loss*. Informasi hilang lumpur

sumur "FAZ-32" dapat dilihat dari tabel 3.2 dibawah ini:

Tabel 3.2

Data Terjadinya Hilang Lumpur Pada Sumur "FAZ-32" Lapangan "FAZ"

Data Terjadinya Hilang Lumpur					
Kedalaman (ft MD)	Kedalaman (m MD)	Kedalaman (ft TVD)	Besar Lost (BPM)	Jenis Lost	Mud Weight (ppg)
7150	2179.21	6101	3.31	Partial	13.4
7536	2296.86	6400	1	Partial	8.8
7560	2304.18	6428	2.8	Partial	8.8
7641	2328.86	6481	Tidak ada aliran ke permukaan	Total Loss	8.8

Pada sumur "FAZ-32", hilang lumpur terjadi pada trayek lubang pemboran, yaitu:

1. Trayek Lubang 12-1/4"

Pada saat pemboran trayek 12-1/4" terjadi satu kali *partial loss*, yaitu pada kedalaman 7150 ft dengan besar *lost* 3.31 BPM.

2. Trayek Lubang 8-1/2"

Pada saat pemboran trayek 8-1/2" terjadi tiga kali *lost*. Satu diantaranya merupakan *total loss*. *Total loss* terjadi pada kedalaman 7641 ft. Kemudian *partial loss* yang pertama pada kedalaman 7536 ft dengan besar *lost* 1 BPM dan kedua pada kedalaman 7560 ft dengan besar *lost* 2.8 BPM.

### 3.3 Identifikasi dan Analisa Tipe Hilang Lumpur

Penyebab hilang lumpur (*mud loss*) adalah adanya celah terbuka yang cukup besar di dalam lubang bor, yang memungkinkan lumpur untuk mengalir kedalam formasi, dan tekanan hidrostatik lumpur lebih besar dari tekanan formasi. Jadi tekanan hidrostatik seharusnya dapat mengimbangi tekanan formasi. Analisa dan perhitungan dalam penanggulangan hilang lumpur pada sumur "FAZ-32" ini meliputi perhitungan tekanan hidrostatik lumpur pemboran, tekanan rekah formasi, tekanan formasi dan perhitungan densitas lumpur baru.

#### 3.3.1 Perhitungan Tekanan Hidrostatik Lumpur Saat Loss

Tekanan hidrostatik didapatkan dari pengaruh densitas, kedalaman sumur bor dan faktor gravitasi. Hal ini mempunyai tujuan agar lumpur yang disirkulasikan dapat memberikan tekanan sehingga akan menahan tekanan fluida formasi agar kedua tekanan tersebut dapat seimbang. Pada tabel 3.3 di bawah ini adalah perhitungan tekanan hidrostatik lumpur dengan menggunakan rumus:

$$P_h = 0.052 \times \rho_m \times D^{(6)}$$

Tabel 3.3

Tekanan Hidrostatik Lumpur

Tekanan Hidrostatik Lumpur Saat Loss				
Kedalaman MD (ft)	Kedalaman MD (m)	Kedalaman TVD (ft)	Densitas Lumpur Saat Loss (ppg)	P <sub>h</sub> Saat Loss (psi)
7150	2179.21	6101	13.4	4251.177
7536	2296.86	6400	8.8	2928.640
7560	2304.18	6428	8.8	2941.453
7641	2328.86	6481	8.8	2965.706

Dari tabel di atas tekanan hidrostatik pada kedalaman 7150 ft lebih besar dibandingkan dengan tekanan hidrostatik pada kedalaman 7536 ft, hal ini disebabkan oleh densitas lumpur yang berbeda yaitu 13.4 ppg pada kedalaman 7150 ft dan 8.8 ppg pada kedalaman 7536 ft. Setelah tekanan hidrostatik menurun, tekanan hidrostatik mulai naik di kedalaman 7560 ft dan 7641 ft, hal ini disebabkan oleh kedalaman yang sudah mulai dalam dari kedalaman sebelumnya.

**3.3.2 Perhitungan Tekanan Formasi dan Gradien Formasi**

Densitas lumpur saat loss pada sumur “FAZ-32” di kedalaman 7150 ft adalah 13.4 ppg. Tekanan formasinya ( $P_f$ ) adalah 4123.177 psi. Sedangkan densitas lumpur saat loss di kedalaman 7536 ft yaitu 8.8 ppg memiliki tekanan formasi sebesar 2800.640 psi. Gradien formasinya untuk kedalaman 7150 ft adalah 0.78 psi/ft. Untuk kedalaman 7536 ft memiliki formasi gradien sebesar 0.78 psi/ft. Untuk perhitungan pada kedalaman selanjutnya dapat dilihat pada tabel 3.5:

Tabel 3.5

Perhitungan Tekanan Formasi dan Gradien Formasi Pada Sumur “FAZ-32”

Perhitungan Tekanan Formasi dan Formasi						
Kedalaman MD (ft)	Kedalaman MD (m)	Kedalaman TVD (ft)	Densitas Lumpur Saat Loss (ppg)	$P_f$ (psi)	EMW (ppg)	$G_{fr}$ (psi/ft)
7150	2179.21	6101	13.4	4123.177	15	0.78
7536	2296.86	6400	8.8	2800.640	15	0.78
7560	2304.18	6428	8.8	2813.453	15	0.78
7641	2328.86	6481	8.8	2837.706	15	0.78

Dari tabel di atas tekanan formasi pada kedalaman 7150 ft lebih besar dibandingkan dengan tekanan hidrostatik pada kedalaman 7536 ft, hal ini disebabkan oleh densitas lumpur yang berbeda yaitu 13.4 ppg pada kedalaman 7150 ft dan 8.8 ppg pada kedalaman 7536 ft. Setelah tekanan formasi menurun, tekanan formasi mulai naik di kedalaman 7560 ft dan 7641 ft, hal ini disebabkan oleh perbedaan kedalaman yang sudah mulai dalam dari kedalaman sebelumnya.

**3.3.3 Perhitungan Tekanan Rekah Formasi dan Gradien Rekah Formasi**

Densitas lumpur saat loss pada sumur “FAZ-32” di kedalaman 7150 ft adalah 13.4 ppg. Tekanan maksimum yang dapat ditahan oleh formasi atau formasi mulai retak ( $P_{fr}$ ) adalah 4623.177 psi. Gradien formasi

mulai retak ( $G_{fr}$ ) adalah 0.78 psi/ft. Untuk perhitungan Tekanan Rekah Formasi pada kedalaman selanjutnya dapat dilihat pada tabel 3.6 dibawah ini dengan rumus:  $P_{fr} = (0.052 \times \rho_{mud} \times D) + P_{LOT}$ , psi<sup>(6)</sup>

Tabel 3.6

Perhitungan Tekanan Rekah Formasi dan Gradien Rekah Formasi Pada Sumur “FAZ-32”

Perhitungan Tekanan Rekah dan Gradien Rekah Formasi						
Kedalaman MD (ft)	Kedalaman MD (m)	Kedalaman TVD (ft)	Densitas Lumpur Saat Loss (ppg)	$P_{fr}$ (psi)	EMW (ppg)	$G_{fr}$ (psi/ft)
7150	2179.21	6101	13.4	4623.177	15	0.78
7536	2296.86	6400	8.8	3300.640	15	0.78
7560	2304.18	6428	8.8	3313.453	15	0.78
7641	2328.86	6481	8.8	3337.706	15	0.78

Dari tabel di atas tekanan rekah formasi pada kedalaman 7150 ft lebih besar dibandingkan dengan tekanan hidrostatik pada kedalaman 7536 ft, hal ini disebabkan oleh densitas lumpur yang berbeda yaitu 13.4 ppg pada kedalaman 7150 ft dan 8.8 ppg pada kedalaman 7536 ft. Setelah tekanan rekah formasi menurun, tekanan rekah formasi mulai naik di kedalaman 7560 ft dan 7641 ft, hal ini disebabkan oleh perbedaan kedalaman yang sudah mulai dalam dari kedalaman sebelumnya.

**3.4 Evaluasi Penggunaan Lumpur Pemboran**

Di bawah ini akan dibahas kehilangan lumpur bor dan evaluasi penggunaan lumpur bor pada kedalaman tertentu.

**3.4.1 Hilang Lumpur Pada Kedalaman 7150 ft**

Kehilangan lumpur pada kedalaman 7150 ft menggunakan lumpur dengan berat jenis 13.4 ppg. Lumpur yang digunakan pada kedalaman ini adalah Oil Base Mud. Viskositas lumpur sebesar 112/107 sec/qt. PV sebesar 45 cp dan YP sebesar 24 lb/100ft<sup>2</sup>. Kehilangan lumpur pada kedalaman ini adalah sebesar 3.31 BPM dengan jenis *partial loss*.

Kemudian dilakukan perhitungan berat jenis ekivalen (*Equivalent Circulating Density*) atau biasa disebut dengan ECD. Dengan demikian dapat dihitung tekanan dinamik (BHCP) pada kedalaman tersebut, sehingga dapat diketahui apakah formasi pada kedalaman tersebut rekah secara alamiah ataukah ada faktor kegiatan pemboran yang menyebabkan formasi pada kedalaman tersebut rekah. Berat jenis ekivalen (ECD) dan tekanan dinamik (BHCP) pada hilang lumpur (*mud loss*) 7150 ft ini adalah 14.260 ppg dan 4524.128 psi.

**3.4.2 Hilang Lumpur Pada Kedalaman 7536 ft**

Kehilangan lumpur pada kedalaman 7536 ft menggunakan lumpur dengan berat jenis 8.8 ppg. Lumpur yang digunakan pada kedalaman ini adalah KCl Polymer. Viskositas lumpur sebesar 42/40 sec/qt. PV sebesar 13 cp dan YP sebesar 19 lb/100ft<sup>2</sup>. Kehilangan lumpur pada kedalaman ini adalah sebesar 1 BPM dengan jenis *partial loss*.

Kemudian dilakukan perhitungan berat jenis ekivalen (*Equivalent Circulating Density*) atau biasa disebut dengan ECD. Dengan demikian dapat dihitung tekanan dinamik (BHCP) pada kedalaman tersebut, sehingga dapat diketahui apakah formasi pada kedalaman tersebut rekah secara alamiah ataukah ada faktor kegiatan pemboran yang menyebabkan formasi pada kedalaman tersebut rekah. Berat jenis ekivalen (ECD) dan tekanan dinamik (BHCP) pada hilang lumpur (*mud loss*) 7536 ft ini adalah 12.279 ppg dan 4086.467 psi.

**3.4.3 Hilang Lumpur Pada Kedalaman 7560 ft**

Kehilangan lumpur pada kedalaman 7560 ft menggunakan lumpur dengan berat jenis 8.8 ppg. Lumpur yang digunakan pada kedalaman ini adalah KCl Polymer. Viskositas lumpur sebesar 42/40 sec/qt. PV sebesar 13 cp dan YP sebesar 19 lb/100ft<sup>2</sup>. Kehilangan lumpur pada kedalaman ini adalah sebesar 2.8 BPM dengan jenis *partial loss*.

Kemudian dilakukan perhitungan berat jenis ekivalen (*Equivalent Circulating Density*) atau biasa disebut dengan ECD. Dengan demikian dapat dihitung tekanan dinamik (BHCP) pada kedalaman tersebut, sehingga dapat diketahui apakah formasi pada kedalaman tersebut rekah secara alamiah ataukah ada faktor kegiatan pemboran yang menyebabkan formasi pada kedalaman tersebut rekah. Berat jenis ekivalen (ECD) dan tekanan dinamik (BHCP) pada hilang lumpur (*mud loss*) 7560 ft ini adalah 12.266 ppg dan 4100.071 psi.

**3.4.4 Hilang Lumpur Pada Kedalaman 7641 ft**

Kehilangan lumpur pada kedalaman 7641 ft menggunakan lumpur dengan berat jenis 8.8 ppg. Lumpur yang digunakan pada kedalaman ini adalah KCl Polymer. Viskositas lumpur sebesar 42/40 sec/qt. PV sebesar 13 cp dan YP sebesar 19 lb/100ft<sup>2</sup>. Jenis hilang lumpur (*mud loss*) pada kedalaman ini adalah *total loss* karena tidak ada aliran ke atas permukaan pada kedalaman ini.

Kemudian dilakukan perhitungan berat jenis ekivalen (*Equivalent Circulating Density*) atau biasa disebut dengan ECD. Dengan demikian dapat dihitung tekanan dinamik (BHCP) pada kedalaman tersebut, sehingga dapat diketahui apakah formasi pada kedalaman tersebut rekah secara alamiah ataukah ada faktor kegiatan pemboran yang menyebabkan formasi pada kedalaman tersebut rekah. Berat jenis ekivalen (ECD) dan tekanan dinamik (BHCP) pada hilang lumpur (*mud loss*) 7641 ft ini adalah 12.246 ppg dan 4126.992 psi.

**3.5 Pelaksanaan Penanggulangan Hilang Lumpur Pada Sumur “FAZ-32” Lapangan “FAZ”**

Penanggulangan yang dilakukan di lapangan untuk mengatasi hilang lumpur (*mud loss*) pada setiap kedalaman adalah dengan dilakukan spot LCM dan *blind drilling*. Spot LCM digunakan untuk mengatasi *partial loss*, karena LCM tidak efektif untuk formasi yang mengandung rekahan yang cukup besar atau bergua-gua, sedangkan *blind drilling* digunakan untuk mengatasi formasi yang bergua-gua besar yang dapat mengakibatkan *total loss*. Pada tabel 3.6 di bawah ini adalah penanggulangan hilang sirkulasi pada setiap kedalaman:

Tabel 3.6

Penanggulangan Hilang Lumpur Pada Sumur “FAZ-32” Lapangan “FAZ”

Kedalaman (ft MD)	Kedalaman (ft TVD)	Penanggulangan Loss
7150	6101	Spot LCM
7536	6400	Spot LCM
7560	6428	Spot LCM
7641	6481	Blind Drilling

**3.5.1 Perhitungan Jumlah LCM Yang Dibutuhkan Untuk Menanggulangi Zona Loss**

Perhitungan jumlah sak LCM yang dibutuhkan sangat penting dilakukan karena sebagai perhitungan *mixing* dalam penanggulangan *loss*. Pada tabel 4.7 di bawah ini adalah hasil perhitungan jumlah sak LCM yang dibutuhkan untuk setiap zona *loss*:

Tabel 3.7

Perhitungan Jumlah LCM

Kedalaman LCM (ft MD)	Densitas LCM (ppb)	Volume (bbl)	Jenis LCM	Jumlah LCM (sak)
7150	50	50	CaCO <sub>3</sub>	100
7536	60	50	CaCO <sub>3</sub>	120
7560	60	50	CaCO <sub>3</sub>	120

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemboran sumur “FAZ-32” merupakan pemboran berarah (*Directional Drilling*) yang merupakan sumur pengembangan yang berada di wilayah Kabupaten Tuban. Sumur “FAZ-32” memiliki total kedalaman 7641 ft. Sumur ini diset menggunakan Conductor casing yang di set pada kedalaman 80 ft. Surface casing pada kedalaman 913 ft. Intermediet casing pada kedalaman 3845 ft dan 7135 ft.

Lumpur yang digunakan pada pemboran sumur “FAZ-32” adalah menggunakan OBM dan KCl Polymer. Densitas lumpur yang digunakan pada saat terjadinya hilang lumpur (*mud loss*) antara lain 13.4 ppg digunakan pada kedalaman 7150 ft , 8.8 ppg pada kedalaman 7536 ft, 8.8 ppg pada kedalaman 7560 ft dan 8.8 ppg pada kedalaman 7641 ft.

Masalah yang terjadi pada pemboran sumur ini adalah hilang lumpur (*mud loss*). Hilang lumpur adalah hilangnya sebagian lumpur atau seluruh lumpur pemboran yang masuk ke dalam formasi yang sedang di bor. Hilang lumpur yang terjadi berlangsung empat kali dengan jenis *loss* yaitu *partial loss* dan *total loss*. *Partial loss* terjadi pada kedalaman 7150, 7536 dan 7560 ft. Sedangkan *total loss* terjadi pada kedalaman 7651 ft.

Tekanan rekah dicari untuk mengetahui besarnya tekanan yang dapat menyebabkan formasi rekah. Dengan demikian bisa diketahui apakah tekanan hidrostatik lumpur yang kita gunakan saat pemboran menyebabkan formasi tersebut menjadi rekah. Dari hasil perhitungan didapatkan tekanan rekah formasi untuk

setiap kedalaman terjadinya *loss*. Pada kedalaman 7150 ft didapatkan tekanan rekah sebesar 4623.177 psi, kedalaman 7536 ft di dapatkan tekanan rekah sebesar 3300.640 psi, kedalaman 7560 ft di dapatkan tekanan rekah sebesar 3313.453 psi dan kedalaman 7641 ft di dapatkan tekanan rekah sebesar 3337.706 psi.

Tekanan formasi dicari untuk merencanakan densitas lumpur pemboran dengan baik agar dapat menahan tekanan formasi tersebut. Dari hasil perhitungan, pada kedalaman 7150 ft didapat tekanan formasi sebesar 4123.177 psi, kedalaman 7536 ft di dapatkan tekanan formasi sebesar 2800.640 psi, kedalaman 7560 ft di dapatkan tekanan formasi sebesar 2813.453 psi dan kedalaman 7641 ft di dapatkan tekanan formasi sebesar 2837.706 psi.

Densitas lumpur saat sirkulasi atau *Equivalent Circulating Density* (ECD) dan tekanan lumpur saat sirkulasi atau *Bottom Hole Circulating Pressure* (BHCP) dicari guna untuk mengetahui hilang lumpur yang terjadi akibat dari tekanan hidrostatik atau adanya rekahan. Dari hasil perhitungan yang dilakukan, pada kedalaman 7150 ft didapat ECD dan BHCP sebesar 14.260 ppg dan 4524.128 psi, kedalaman 7536 ft didapat ECD dan BHCP sebesar 12.279 ppg dan 4086.467 psi, kedalaman 7560 ft didapat ECD dan BHCP sebesar 12.266 ppg dan 4100.071 psi dan kedalaman 7641 ft didapat ECD dan BHCP sebesar 12.246 ppg dan 4126.992 psi.

Analisa yang dilakukan untuk menentukan penyebab terjadinya hilang lumpur yaitu dengan membandingkan tekanan hidrostatik, tekanan formasi, tekanan rekah formasi dan BHCP. Jika  $P_f < P_{fr} < BHCP$  , maka hilang sirkulasi disebabkan oleh *induced fracture*, jika  $P_f < BHCP < P_{fr}$ , maka hilang lumpur terjadi karena *natural fracture*. Dari hasil perhitungan yang dilakukan, penyebab *loss* pada kedalaman 7150 ft yaitu *natural fracture*. Penyebab *loss* pada kedalaman 7536 ft yaitu *induced fracture*. Penyebab *loss* pada kedalaman 7560 ft yaitu *induced fracture*. Penyebab *loss* pada kedalaman 7641 ft yaitu *induced fracture*.

Penanggulangan yang dilakukan untuk mengatasi hilang lumpur yang terjadi pada sumur “FAZ-32” ini adalah dengan menggunakan LCM. Jenis LCM yang digunakan adalah CaCO<sub>3</sub>, karena CaCO<sub>3</sub> biasanya digunakan untuk menghilangkan kapur-kapur yang ada pada dinding formasi. Alternatif lain untuk menanggulangi hilang lumpur adalah dengan menggunakan *blind drilling* untuk menembus formasi yang bergua-gua besar. *Blind drilling* dilakukan dengan menggunakan air, karena sengaja cutting agar dapat masuk ke dalam zona.

Secara keseluruhan, penanggulangan hilang lumpur yang dilakukan pada sumur "FAZ-32" dapat dikatakan berhasil. Keberhasilan penanggulangan ini dapat dilihat dari semua zona-zona yang mengalami *loss* berhasil ditutup dan *rate loss* berkurang secara signifikan.

## 5. KESIMPULAN

Dari analisa yang dilakukan pada Tugas Akhir ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Lumpur yang digunakan pada Sumur "FAZ-32" Lapangan "FAZ" berbeda-beda tergantung pada kedalaman masing-masing. Pada saat pemboran trayek 12-1/4 di kedalaman 7150 ft menggunakan Oil Base Mud. Sedangkan pada saat pemboran trayek 8-1/2 di kedalaman 7536 ft, 7560 ft dan 7641 ft menggunakan KCl Polymer.
2. Hilang lumpur (*mud loss*) yang terjadi pada Sumur "FAZ-32" adalah sebanyak empat kali, 3 kali merupakan *partial loss* pada kedalaman 7150 ft, 7536 ft, dan 7560 ft. Satu kali merupakan *total loss* pada kedalaman 7641 ft.
3. Berdasarkan hasil perhitungan  $Pf < BHCP < Pfr$ , maka hilang lumpur (*mud loss*) pada kedalaman 7150 ft terjadi oleh *natural fracture*. Kemudian berdasarkan hasil perhitungan  $Pf < Pfr < BHCP$ , maka hilang lumpur pada kedalaman 7536 ft, 7560 ft, dan 7641 ft disebabkan oleh *induced fracture*.
4. Penanggulangan yang dilakukan untuk mengatasi hilang lumpur yang terjadi pada Sumur "FAZ-32" Lapangan "FAZ" adalah dengan menggunakan LCM dan *blind drilling*.
5. Metode yang digunakan untuk menanggulangi *loss* pada kedalaman 7150 ft, 7536 ft, dan 7560 ft adalah penyumbatan dengan menggunakan LCM jenis  $CaCO_3$  (*Calcium Carbonat*) 50 ppb pill, dan 60 ppb pill.  $CaCO_3$  digunakan untuk *partial loss* pada kedalaman tersebut.
6. Pada kedalaman 7614 ft terjadi *total loss* dimana tidak ada sirkulasi yang kembali ke permukaan sehingga dilakukan metode *blind drilling* dengan menggunakan air, karena agar cutting dapat masuk ke dalam zona. Setelah di *blind drilling* dilakukan *cement plug* untuk menyumbat formasi yang *loss*.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

1. Adam, N.J., "Drilling Engineering A Complete Well Planning Approach", PenWell Publishing Company, Tulsa, Oklahoma, 1985.
2. Bourgoyne, A.T. et.al., "Applied Drilling Engineering", First Printing Society Of

- Petroleum Engineers, Richardson, Texas, 1986.
3. Datwani, Ali., "Review Of Lost Circulation Mechanism With The Focus On Loss To Natural and Drilling Induced Fractures", Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, 2012.
4. Mitchell, Bill., "Advanced Oil Well Drilling Engineering", Mitchell Engineering, Lakewood, USA, 1974.
5. Moore, P.L., "Drilling Practices Manual", PenWell Publishing Company, Second Edition, Tulsa, Oklahoma, 1986.
6. Rabia, H., "Well Engineering & Construction", 2002.
7. Rubiandini, Rudi., "Teknik Pemboran dan Praktikum", HMTM Patra Institut Teknologi Bandung, Bandung, 1995.
8. \_\_\_\_\_, "Laporan Harian Pemboran Sumur "FAZ-32" Lapangan "FAZ"", JOB Pertamina – Petrochina East Java.
9. \_\_\_\_\_, "Prevention and Control of Lost Circulation": Best Practise, Reference Manual, February 1999.
10. \_\_\_\_\_, "Proposal Pemboran Sumur "FAZ-32" Lapangan "FAZ"", JOB Pertamina – Petrochina East Java.