

EVALUASI PENANGGULANGAN LOST CIRCULATION PADA SUMUR M-1 DAN M-2 LAPANGAN X PHE WMO

Marinna Ayudinni Nakasa
Jurusan Teknik Perminyakan Fakultas Teknologi Kebumihan Dan Energi
E-mail: marinnaayud@gmail.com

Abstrak

Sumur-sumur yang berada di lapangan X ini yaitu merupakan sumur vertical yang melewati formasi yang ditembus adalah formasi GL-MT, formasi OK, formasi Kujung, dan formasi Ngimbang. Pada lapangan X terdapat 2 sumur yaitu M-1 dan M-2 yang mengalami permasalahan hilang sirkulasi (Lost Circulation). Berdasarkan sumur-sumur yang telah dibor sebelumnya, formasi-formasi yang mengalami loss adalah formasi Upper Ok dan Kujung 1. Formasi-formasi tersebut merupakan formasi Limestone yang berpotensi partial sampai dengan total loss dan pada sumur M-1 formasi Kujung 1 terdapat juga patahan yang berpotensi sama. Untuk memastikan faktor penyebab Lost Circulation tersebut diamati dari keadaan formasi dan dilakukan perhitungan tekanan hidrostatik (Ph), tekanan formasi (Pf) dan tekanan rekah formasi (Pfr). Untuk metode penanggulangan yang dilakukan di lapangan adalah menggunakan LCM (Lost Circulation Material) dan penyemenan, di beberapa kedalaman penanganan yang dilakukan berhasil. Sedangkan di bagian zona lainnya loss yang terjadi tidak berhasil diatasi tetapi pemboran yang dilakukan pada sumur-sumur ini berhasil mencapai objektifnya yaitu formasi Ngimbang.

Kata kunci: Problema pemboran, Lost Circulation

Pendahuluan

Pemboran merupakan salah satu usaha untuk mendapatkan target yang telah direncanakan dan lumpur pemboran merupakan salah satu sarana untuk mencapai target tersebut. Dalam suatu kegiatan pemboran bisa dijumpai beberapa permasalahan salah satunya adalah penggunaan lumpur bor sebagai media sirkulasi. Hal ini perlu ditangani serius karena masalah tersebut merupakan penghambat jalannya kegiatan pemboran. Dengan menggunakan lumpur pemboran yang tepat dan baik maka diharapkan pemboran berjalan lancar sehingga diperoleh biaya pemboran yang optimal.

Salah satu masalah utama dalam lumpur pemboran adalah hilang sirkulasi, yang didefinisikan sebagai hilangnya sebagian atau seluruh fluida pemboran yang disirkulasikan ke dalam formasi. Biasanya hilang ke dalam gua-gua (*cave*), patahan (*fault*), rekah (*crack*) atau ke lapisan permeable yang berakibatagalnya sebagian atau seluruhnya lumpur untuk kembali ke permukaan sehingga jumlah lumpur berkurang dibandingkan yang telah disirkulasikan ke dalam lubang.

Hilangnya lumpur dapat diklasifikasikan menurut jumlah dan volume lumpur yang hilang, mulai dari *loss* ringan sampai *total loss* yang tergantung pada besar laju kehilangannya. Masalah ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu karena faktor formasi ataupun faktor mekanik.

Pada sumur M-1 dan M-2 lapangan N, formasi yang ditembus adalah formasi GL-MT, formasi OK, formasi Kujung, dan formasi Ngimbang. Dalam tugas akhir ini akan dibahas penanggulangan hilang sirkulasi pada formasi *Upper Ok* dan Kujung 1. Berdasarkan sifat litologinya formasi *Upper Ok* dan Kujung 1 sering terjadi hilang sirkulasi karena dua formasi ini lebih terekspos cuaca dibandingkan dengan formasi lainnya.

Maksud dan tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengevaluasi penanggulangan masalah hilang sirkulasi (*Lost Circulation*) pada sumur M-1 dan M-2 berdasarkan faktor-faktor penyebabnya, jenis loss yang terjadi di sumur tersebut dan dicari penanggulangan yang tepat untuk sumur tersebut.

Studi Pustaka

Lumpur pemboran merupakan salah satu faktor penting dalam melakukan operasi pemboran dimana kecepatan pemboran, efisiensi dan juga keselamatan operasi pemboran sangat bergantung pada lumpur pemboran yang digunakan. Lumpur pemboran akan mengangkat potongan-potongan batu yang dibuat oleh pahat atau yang disebut cuttings ke permukaan. Hal ini mencegah penumpukan serbuk bor di dasar lubang. Selama pemboran, lubang sumur selalu penuh terisi lumpur pemboran untuk mencegah mengalirnya fluida seperti air, gas atau minyak dari batuan bawah tanah ke lubang sumur. Pada saat ini ada 10 fungsi-fungsi dari lumpur pemboran, fungsi tersebut antara lain:

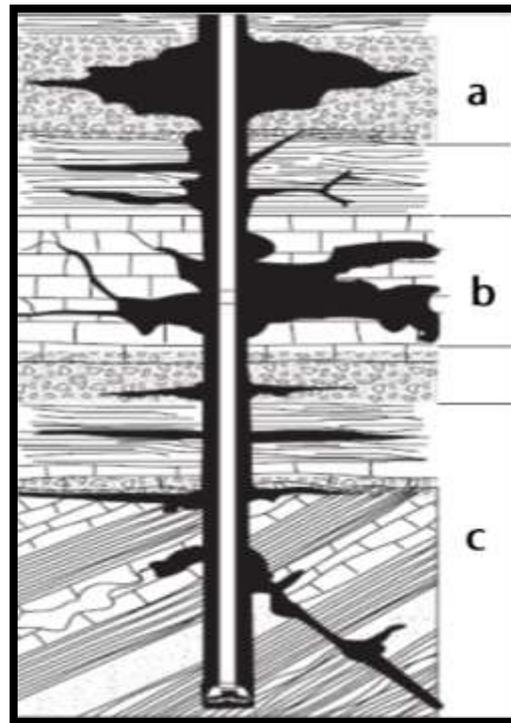
1. Pengangkatan Cutting ke Permukaan
2. Mendinginkan dan Melumas Bit dan Drill String
3. Membersihkan Dasar Lubang
4. Melindungi Dinding Lubang Agar Tetap Stabil
5. Mengontrol Tekanan Formasi
6. Menahan Serpih Bor dan Padatan Lainnya
7. Menghantarkan Daya Hidrolika Lumpur Ke Pahat
8. Membantu Menahan Beban Rangkaian Pemboran
9. Media Logging
10. Mencegah dan Menghambat Korosi

Salah satu permasalahan pemboran yaitu hilang sirkulasi, yang didefinisikan sebagai hilangnya sejumlah fluida pemboran yang masuk ke formasi, karena adanya ruang terbuka pada formasi yang melebihi ukuran diameter dari partikel lumpur atau disebabkan oleh tekanan lubang bor terlalu tinggi yang melebihi tekanan rekah formasinya. Formasi dengan ruang terbuka yang merupakan keadaan alam biasanya dijumpai pada formasi sand yang permeable dengan butiran kasar dan tidak terkonsolidasi dengan baik. Cave atau rongga- rongga terbuka dijumpai pada formasi yang kompak sedangkan rekahan (natural fracture) bisa dijumpai pada setiap lapisan batuan. Hilang sirkulasi adalah masalah serius dan mahal penanganannya. Masalah ini dapat terjadi pada, kedalaman, tipe batuan dan umur geologi batuan apapun.

Untuk faktor- faktor yang dapat menyebabkan Lost Circulation:

1. Lost Circulation Karena Jenis Formasi

Lost circulation dapat disebabkan oleh jenis formasinya, yaitu karena jenis porositas dan permeabilitas yang besar dan adanya gua – gua dan rekahan formasi. Ditinjau dari segi formasinya, maka hilang lumpur dapat terjadi pada Coarseley permeable formation (formasi dengan butiran kasar yang permeable), Cavernous formation (gua-gua terbuka), fissure, fracture, fault:



Gambar 1. Jenis-jenis Formasi Penyebab Lost Circulation

a) Coarsely Permeable Formation

Coarsely Permeable Formation adalah formasi permeable yang terdiri dari butir – butir penyusun yang kasar, dengan diameter pori – pori batuan formasi yang lebih besar dari diameter butiran padat dari lumpur dan tekanan hidrostatik lumpur lebih besar ($>$) 10 % dari tekanan formasi . Formasi ini menjadi sebab terjadinya loss, karena butir –butir penyusun yang kasar (menandakan adanya ruang pori yang sangat besar), maka kemampuan untuk menyerap lumpur juga lebih besar.

b) Cavernous Formation atau Vugular Formation

Cavernous Formation adalah formasi yang banyak terdapat reef, gravel, dan juga cavern (gua – gua), sehingga terdapat ruang pori yang cukup besar sebagai tempat mengalirnya fluida pemboran. Pada prinsipnya Zona cavernus atau vugular terjadi pada formasi limestone, vugs dihasilkan oleh aliran yang kontinu dari air alami yang menghancurkan bagian dari matriks batuan yang lunak menjadi encer dan larut. Ketika formasi ini ditembus pahat bor dan lumpur akan hilang ke formasi dengan cepat. Volume lumpur yang hilang tergantung pada derajat vug yang saling berhubungan. Sedangkan cavernous dapat terjadi karena pendinginan magma.

c) Fissure, Fracture, Faults

Jenis formasi ini merupakan retakan didalam formasi yang terjadi secara alamiah ataupun oleh sebab – sebab mekanis (induced fracture) seperti, tekanan pada waktu masuk pahat, kenaikan tekanan pompa yang lebih tinggi, lumpur yang terlalu berat, dan gel strength yang terlalu tinggi.

2. Lost Circulation Karena Tekanan

Pada kegiatan pemboran terdapat dua jenis tekanan yang perlu mendapatkan perhatian khusus yaitu tekanan formasi dan tekanan hidrostatik:

a) Tekanan Formasi

Tekanan formasi disebut juga sebagai Pore Pressure, tekanan reservoir atau tekanan yang diukur pada dasar lubang sumur dalam keadaan sumur tertutup maka tekanan formasi ini disebut juga sebagai tekanan dasar lubang sumur. Tekanan formasi disebabkan oleh fluida didalam formasi. Persamaan tekanan formasi adalah :

$$P_f = G_f \times D \quad (1)$$

Keterangan:

- P_f = Tekanan formasi, psi.
 G_f = Gradien tekanan formasi, psi/ft.
 D = Kedalaman tegak, ft.

b) Tekanan Hidrostatik

Tekanan hidrostatik adalah tekanan yang diakibatkan oleh beban kolom fluida yang berada di atasnya dalam keadaan statis. Untuk menjaga keadaan sumur agar tetap stabil, maka harus diperhatikan kesetimbangan antara tekanan hidrostatik dan tekanan formasi, dimana tekanan hidrostatik ideal seharusnya sedikit melebihi tekanan formasi. Untuk tekanan hidrostatik matematis dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut:

$$P_h = 0,052 \times \text{plumpur} \times D \quad (2)$$

Keterangan :

- P_h = Tekanan hidrostatik, psi.
 $0,052$ = Konstanta
 plumpur = Densitas lumpur, ppg.
 D = Kedalaman tegak, ft.

Hubungan antara tekanan hidrostatik dengan kedalaman disebut dengan gradien tekanan. Formasi yang memiliki tekanan gradien normal di antara 0.44 and 0.58 psi/ft. Formasi yang memiliki tekanan abnormal antara 0.58 dan 1.0 psi/ft. Gradien tekanan untuk fresh water adalah 0,433 psi/ft, sedangkan untuk water adalah 0,465 psi/ft . Pada saat keadaan statik, tekanan hidrostatik harus lebih besar sedikit dari tekanan formasi.

c) Tekanan Rekah Formasi

Tekanan rekah formasi adalah nilai tekanan yang diperlukan untuk membuat suatu formasi menjadi rekah. Persamaan tekanan rekah adalah sebagai berikut :

$$P_{fr} = G_{fr} \times D \quad (3)$$

Keterangan :

- P_{fr} = Tekanan rekah formasi, psi
 G_{fr} = Gradien tekanan rekah formasi,
 1. psi/ft.
 D = Kedalaman tegak, ft.

Tekanan rekah formasi di lapangan dapat diketahui dengan melakukan Leak Off Test. Leak Off Test dilakukan dengan cara mengebor kira – kira 10-15 ft dibawah casing shoe sampai dengan menemukan formasi baru yang tidak terkontaminasi semen. Dilakukan di bawah casing shoe karena formasi tersebut merupakan formasi terlemah, sedangkan formasi di atas shoe sudah ada casing. Untuk persamaan yang digunakan adalah :

- Berat lumpur maksimum
 $MW_{max} = P_{fr} / (0,052 \times D) \quad (4)$
- Gradien rekah formasi
 $G_{fr} = MW_{max} \times 0,052 \quad (5)$
- Gradien tekanan formasi
 $G_f = (3 G_{fr} - 1) / 2 \quad (6)$

Keterangan

MW = Berat lumpur, ppg.

D = Kedalaman tegak, ft.

MW max = Berat lumpur maksimum,
ppg.

Pfr = Tekanan rekah formasi,
psi.

Gfr = Gradien rekah formasi,
psi/ft.

Untuk terjadinya hilang sirkulasi lumpur dapat diklasifikasikan menurut jumlah atau volume lumpur yang hilang menjadi 3 yaitu:

Tabel 1. Classification for Lost circulation

Type of Losses	
Seeping	< 10 bbl (1,5m ³)/hr
Partial	10 to 500 bbl (1,5 to 75 m ³)/hr
Complete	Total, unable to keep the hole full

Metodologi Penelitian

Penulisan ini mengamati dari keadaan formasi-formasi yang dilewati pada saat operasi pemboran dan dilakukan juga perhitungan masalah hilang lumpur yang meliputi perhitungan tekanan hidrostatik lumpur saat terjadinya loss, tekanan formasi, dan tekanan rekah formasi. Ditambah dengan mengumpulkan data-data sumur offset atau sumur yang telah dibor sebelumnya dan litolog formasi saat terjadi hilang lumpur. Kemudian dari data analisa jenis formasi yang ditembus dan dari hasil perhitungan dapat diketahui penyebab hilang lumpur yang terjadi pada saat pemboran sumur M-1 dan M-2 serta metode penanggulangan yang tepat untuk sumur tersebut.

Hasil dan Pembahasan

Hilang Sirkulasi yang terjadi pada sumur M-1 terjadi sebanyak 3 kali. Dimulai dari hilang sirkulasi pada kedalaman 1360 feet MD, kehilangan lumpur yang di dapat 100 bph, dynamic loss lebih dari 200 bph. Densitas lumpur yang digunakan sebesar 9,2 ppg. Sumur ini memiliki nilai tekanan formasi 549,47 psia, tekanan hidrostatik yang di dapat adalah 650,62 psia dan tekanan rekah yang di dapat adalah 819,64 psia. Dari perhitungan yang didapat menunjukkan tekanan hidrostatik tidak melebihi tekanan rekah. Penanggulangan yang dilakukan pada kedalaman 1360 feet MD adalah dengan menambahkan 2 kali 60 bbls 40 ppb LCM ke sumur. Penanggulangan berhasil karena kehilangan lumpur berkurang menjadi 5 bph dan pemboran dilanjutkan.

Selanjutnya Pada kedalaman 1459 feet MD terjadi hilang sirkulasi dan masuk kategori total loss karena lumpur yang disirkulasikan tidak kembali ke permukaan. Pada saat pemboran di kedalaman ini digunakan densitas lumpur 9,2 ppg. Untuk menanggulangi total loss tersebut, maka BHA ditarik sampai kedalaman 1238 feet MD lalu dilakukan cement plug. Dilihat dari

hasil perhitungan tekanan hidrostatik 697,99 psia berada di bawah Tekanan rekah formasi 879,31 psia.

Pada saat melakukan pemboran di sumur M-1 formasi Kujung 1 pada kedalaman 3491 feet MD terjadi hilang sirkulasi total, penanganannya dengan menambahkan 60 bbls 80 ppb LCM karena penanganan loss tidak berhasil maka dilanjutkan cement job. Dari perhitungan yang didapat pada sumur M-1 ini tekanan hidrostatiknya sebesar 1670,09 psia tidak melebihi tekanan rekah formasinya sebesar 2900,88 psia. Pemboran pada formasi ini melewati patahan yang dimulai dari kedalaman 3497 feet MD - 3509 feet MD. Dikarenakan loss yang tidak dapat diatasi maka pemboran dilanjutkan dengan Managed Pressure Drilling (MPD) dengan variant Pressurized Mud Cap Drilling (PMCD), menggunakan Rotating Control Device (RCD).

Hilang sirkulasi yang terjadi pada sumur M-2 terjadi sebanyak 3 kali dengan tipe partial loss dan total loss. Dimulai pada kedalaman 1211 feet MD, di kedalaman ini terjadi hilang sirkulasi total dikarenakan fluida yang disirkulasikan tidak kembali ke permukaan. Penanggulangan yang dilakukan pada kedalaman ini tidak berhasil dikarenakan formasi Upper Ok rekahnya sangat besar. Berdasarkan perhitungan tekanan pada kedalaman ini tekanan hidrostatiknya berada di bawah tekanan formasi. Tekanan rekah formasi yang didapat 931,36 psia dan tekanan hidrostatiknya 579,34 psia.

Selanjutnya melanjutkan pemboran dengan pada M-2, terjadi Partial Loss di kedalaman 3394 feet MD, setelah melakukan pemboran pada Dolomitic Limestone (3394 feet MD - 3398 feet MD) nilai loss rate yang di dapat naik dari 60 bph menjadi 500 bph di kedalaman 3416 feet MD, pemboran dilanjutkan dan loss rate berkurang menjadi 80 bph. Untuk penanggulangannya dipompakan 30 bbls Hi-Vis LCM. Setelah dilakukan perhitungan nilai tekanan rekah yang di dapat 2609,49 psia dan tekanan hidrostatiknya 1623,21 psia.

Pada saat melakukan pemboran di lubang 12 ¼" kedalaman 3700 feet MD terjadi Partial Losses, penanganannya dengan menambahkan 2 kali 30 bbls LCM pills tetapi LCM ini tidak memberikan efek pada loss rate dan pemboran tetap dilanjutkan. Nilai tekanan rekah yang di dapat adalah 2842,17 psia dan tekanan hidrostatiknya adalah 1767,95 psia

Dilihat dari faktor-faktor penyebab terjadinya hilang sirkulasi, tekanan bukan penyebabnya karena berdasarkan hasil perhitungan kedua seumur ini, tekanan hidrostatik yang di dapat berada di bawah tekanan rekahnya. Hal ini menunjukkan aliran lumpur bukan penyebab dari terjadinya hilang sirkulasi pada lapangan X.

Berdasarkan keadaan formasi Upper Ok dan Kujung 1 sumur M-1 merupakan formasi porous dan terdapat patahan yang menjadi salah satu penyebab hilangnya sirkulasi pada sumur tersebut. Pada formasi Upper Ok dan Kujung 1 sumur M-2 merupakan formasi limestone, di formasi Upper Ok rekahnya besar. Formasi-formasi Upper Ok dan Kujung terdapat reefal facies atau yang disebut limestone yang mengalami perkembangan optimal yang disebabkan oleh tereksposnya cuaca, pada bagian ini fluida yang ada di lubang masuk ke porous yang rusak sehingga terjadi hilang sirkulasi pada formasi tersebut.

Kesimpulan

- a) Sumur M-1 dan M-2 dibor untuk mencapai target minyak yang berada pada formasi Ngimbang. Saat melakukan pemboran terjadi hilang lumpur di formasi Upper Ok dan Kujung 1, jenis loss yang terjadi pada sumur ini adalah partial loss dan total loss.
- b) Penanggulangan dengan LCM yang dilakukan pada sumur M-1 formasi Upper Ok kedalaman 1360 feet MD berhasil dilakukan, dibuktikan dari loss ratenya yang berkurang. Sedangkan penanggulangan sumur M-1 formasi Kujung 1 dengan cara LCM dan semen thixotropic tidak memberikan hasil.
- c) Pada sumur M-2 lubang 17 ½ " di formasi Upper Ok terjadi hilang sirkulasi total, untuk penanggulangannya menggunakan LCM (Lost Circulation Material), tetapi dikarenakan

keadaan formasi yang memiliki pori cukup besar atau disebut (Cavernous Formation) penanggulangan tidak berhasil dan dilakukan 4 kali cement plug. Di formasi Kujung 1 di kedalaman 3394 feet MD dan 3700 feet MD terjadi partial loss, untuk mengatasinya menggunakan LCM tetapi penanggulangan tidak berhasil.

- d) Formasi Upper Ok sumur M-1 dan M-2 merupakan formasi Limestone yang memiliki pori-pori besar sehingga fluida dapat mengalir ke dalam pori-pori tersebut. Untuk formasi Kujung 1 sumur M-1 terdapat zona patahan yang berda di kedalaman 3497 feet MD – 3509 feet MD. Sedangkan pada sumur M-2 formasi Kujung 1 tersusun dari Dolomitic Limestone.
- e) Berdasarkan hasil perhitungan pada sumur M-1 dan M-2 secara keseluruhan memiliki tekanan hidrostatik yang berada di bawah tekanan rekah formasinya, hal ini menunjukkan faktor penyebab hilang sirkulasi di kedua sumur ini merupakan faktor formasi.

Daftar Pustaka

B. Nelson, Erik. "Well Cementing". Netherlands: Elsevier Science Publishers B.V.1990

J. Murchison, William. "Lost Circulation For The Man On The Rig". Murchison Drilling Schools. Albuquerque. 2006

M. Gala, Deepak and Julmar Shaun Toalde "Managed Pressure Drilling 101: Moving Beyond It's Always Been Done That Way". Volume 7, Weatherford. 2011

Rabia H, "Oil Well Drilling Engineering Principles & Practice", Publish by Graham & Trotman Inc, London, UK, 1985.

Rudi Rubiandini RS., "*Teknik Operasi Pemboran*". Edisi 1 Volume 2, Penerbit ITB. 2012