

**PENANGGULANGAN *LOST CIRCULATION* DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE *UNDER BALANCED DRILLING*  
PADA SUMUR Y, BLOK Z**

*Oleh :*

*Rizki Ananda Parulian, Abdul Hamid, dan Cahaya Rosyidan*

---

**Sari**

Proses pemboran merupakan tahapan dimana bertujuan untuk membentuk lubang sebelum dilakukannya proses produksi. Sumur "CT" dan Sumur "Y" berada di area yang sama yaitu Blok Z. Kedua sumur tersebut sama-sama sumur lepas pantai dengan trayek pemboran vertikal. Sumur "CT" dibor terlebih dahulu pada tahun 1971. Kemudian Sumur "Y" dilakukan pemboran pada tahun 2009.

Pada operasi pemboran Sumur "CT" terjadi kehilangan lumpur total pada trayek 12 ¼" di kedalaman 3798 ft ditanggulangi dengan pemompaan LCM (Loss Circulation Material) sebanyak 375 bbl dengan konsentrasi 300 ppb tetapi kehilangan lumpur tersebut tidak dapat teratasi secara keseluruhan. Kemudian kembali terjadi kehilangan lumpur total pada kedalaman 4433 ft dan 4545 ft yang ditanggulangi dengan pemompaan LCM dengan konsentrasi yang sama, namun karena tidak berhasil maka dilakukan blind drilling. Penanganan dengan metode ini memakan waktu sebanyak 17 hari.

Sedangkan di Sumur "Y" pada trayek 12 ¼" sempat dilakukan pemboran secara konvensional. Namun, ketika pemboran menyentuh kedalaman 2910 ft terjadi masalah kehilangan lumpur total. Berdasarkan pengalaman yang pernah terjadi pada Sumur "CT". Maka penanganan kehilangan lumpur total kali ini, dilakukan pemboran dengan menggunakan metode Under Balanced Drilling. Ketika menggunakan metode ini terbukti lebih cepat dan lebih efisien karena hanya memakan waktu sebanyak 8 hari.

**Abstract**

Drilling operation is process for creating a hole before production operation. "CT" Well and "Y" Well is located at same area which is Z Block. Those wells are vertical offshore wells. "CT" Well had been drilled on 1971 before "Y" Well was drilled on 2009.

While drilling "CT" Well occurred total loss circulation on 12 ¼" at 3928 ft and cured with injection of 375 bbl LCM (Loss Circulation Material) with concentration 300 ppb but the loss circulation still occurred. Then total loss circulation occurred again at depth 4343 ft and 4545 ft. It cured with the same method but it didn't succeed at all. Thus, using blind drilling method is the only option to anticipate the loss. This operation took 17 days using those methods.

Well "Y" on 12 ¼" was drilled conventionally. When it reached depth 2910 ft occurred total loss circulation. Based on "CT" Well, using Under Balanced Drilling Method is the best way to anticipate the total loss circulation. This method only took 8 days *Keywords : Grid Model Reservoir, Single Porosity, Grid Cell.*

## PENDAHULUAN

Pada industri perminyakan, tahap pemboran dilakukan setelah diketahui keberadaan hidrokarbon. Tujuan utama dilakukan kegiatan pemboran adalah membuat lubang untuk mengeluarkan minyak dan gas yang berada di bawah permukaan sampai ke atas permukaan sehingga dapat diproduksi. Tujuan pemboran dilakukan untuk membuat lubang hingga mencapai kedalaman tertentu dan yang harus diperhatikan adalah mempertahankan ukuran diameter lubang serta membawa serpihan batuan (cutting) ke permukaan. Namun, dalam pemboran suatu sumur sering juga dijumpai masalah-masalah yang biasa terjadi sehingga dapat menyebabkan berkelanjutan pada tahap produksi, dimana produksi hidrokarbon tidak maksimal sampai ke permukaan.

Identifikasi pada daerah pemboran merupakan hal yang harus dicermati agar operasi pemboran dapat berlangsung secara optimal. Hal ini bertujuan agar operasi pemboran dapat dilakukan secara efisien dan maksimal. Oleh karena itu, pemilihan metode pemboran harus sesuai dengan kondisi dimana operasi pemboran tersebut dilakukan.

Pada penelitian tugas akhir ini, akan membahas tentang keunggulan metode pemboran underbalanced pada zona kehilangan lumpur total atau kehilangan sirkulasi fluida pemboran. Pemboran underbalanced adalah metode pemboran dengan menggunakan fluida berdensitas rendah, sehingga tekanan hidrostatik kolom fluida pada lubang bor lebih kecil dibanding dengan tekanan formasi. Hal ini berlawanan dengan metode pemboran overbalanced dimana metode yang paling sering digunakan untuk operasi pemboran pada saat ini. Adapun alasan dipilihnya metode pemboran underbalanced karena mengacu pada rekam jejak sumur terdekatnya, dimana hanya berjarak 2 km, yang telah dilakukan pemboran pada tahun 1971. Pada rekam jejak sumur tersebut masalah utama yang ditemui adalah terdapat zona kehilangan lumpur total. Sehingga metode pemboran underbalanced dipertimbangkan untuk dilaksanakan berdasarkan dari segi teknik dan keekonomisan, antara lain kehilangan sirkulasi, kerusakan formasi, laju penetrasi pahat (ROP), efisiensi waktu yang berhubungan dengan efektivitas pemboran, dan peningkatan produktivitas.

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk evaluasi pencegahan pada zona kehilangan lumpur total dengan menggunakan metode pemboran underbalanced, dan mempertimbangkan alasan dilakukannya underbalanced drilling pada formasi tersebut. Pada kasus dalam tugas akhir ini, dilakukannya pemboran underbalanced karena

mengacu pada rekam jejak sumur terdekat yang sebelumnya telah dilakukan pemboran dengan metode overbalanced, dan masih dalam formasi yang sama. Oleh karena itu dilakukan pemboran underbalanced untuk mengoptimalkannya.

## TEORI DASAR

Kehilangan lumpur dapat didefinisikan sebagai hilangnya semua atau sebagian lumpur dalam sirkulasinya dan masuk ke formasi pada saat operasi pemboran. Peristiwa ini terjadi saat tekanan hidrostatik fluida pemboran lebih besar dari gradient tekanan formasi. Umumnya, pada kondisi pemboran konvensional, hilang sirkulasi merupakan risiko yang selalu dihadapi.

### 1. Jenis Kehilangan Lumpur

Berdasarkan laju kehilangannya, kehilangan lumpur dapat di bagi menjadi tiga kategori yang akan dijelaskan sebagai berikut ini:

#### a) Minor Lost

Minor Lost adalah sebuah kondisi dimana kehilangan lumpur terjadi secara bertahap dan tidak mengganggu kegiatan operasi pemboran, tetapi merupakan ciri-ciri kemungkinan terjadi kehilangan lumpur yang lebih besar di kedalaman berikutnya. Laju kehilangan lumpur berkisar antara 0.3 – 1 bpm.

#### b) Medium Lost

Medium Lost adalah sebuah kondisi dimana lumpur yang hilang hanya sebagian saja dan masih ada lumpur yang mengalir ke permukaan, kondisi di lapangan di tandai dengan turunnya volume pit secara perlahan. Laju kehilangan lumpur lebih besar dari 1 bpm.

#### c) Total lost

Total Lost adalah sebuah kondisi di mana masuknya seluruh fluida pemboran ke dalam formasi dan volume mud tank terus menurun. Ciri-ciri dari total lost adalah tekanan pompa berkurang dan berat pipa bertambah. Bila terjadi permasalahan ini, operasi pemboran harus segera dihentikan dan kehilangan lumpur harus segera diatasi untuk mencegah kerugian dalam kehilangan lumpur.

### 2. Faktor Penyebab Kehilangan Lumpur

Penyebab kehilangan lumpur adalah adanya celah terbuka yang cukup besar di dalam lubang bor, yang memungkinkan lumpur untuk mengalir kedalam formasi. Celah tersebut dapat terjadi secara alami dalam formasi yang cavernous, fracture, fissure, unconsolidated, atau dikarenakan tekanan hidrostatik melebihi tekanan rekah formasi. Kehilangan lumpur yang tidak teratasi akan menurunkan kolom fluida sehingga tekanan hidrostatik lebih kecil dari tekanan

formasi, jika hal tersebut terjadi maka akan menimbulkan Kick, bahkan Blow Out. Faktor penyebab kehilangan lumpur pada umumnya yaitu:

### 2.1 Kondisi Alami Formasi

Walau formasi yang menyebabkan kehilangan lumpur tidak di ketahui secara nyata, namun dapat dipastikan bahwa formasi tersebut memiliki lubang pori yang lebih besar dari ukuran partikel padat lumpur. Hal ini di tunjukan dalam kasus bahwa fasa solid dari lumpur, pada umumnya, tidak akan masuk ke pori dari formasi yang terdiri dari Clay Shale dan Sandstone dengan permeabilitas normal.

a) Coarse dan Gravel yang mempunyai variasi permeabilitas

Sebuah formasi memerlukan permeabilitas yang besar untuk di masuki lumpur. Permeabilitas yang besar ini dapat terjadi pada lapisan Gravel dan Coarse, namun lapisan ini cenderung tidak berkonsolidasi dengan baik sehingga dapat menyebabkan keguguran dinding sumur yang membentuk gua – gua, hal ini dapat terjadi karena adanya tekanan overburden dari berat rig.

b) Breksiasi

Breksiasi terjaid karena adanya gaya stress dari dalam formasi yang menghasilkan rekahan. Rekahan yang terjadi akan menyebabkan lost circulation

c) Cavernous atau Vugular Formation

Pada prinsipnya zona cavernous atau vugular adalah formasi yang memiliki porositas besar, umumnya terjadi pada formasi Limestone, zona vugular ini disebabkan oleh aliran kontinyu secara alami yang menghancurkan bagian dari matriks batuan menjadi encer dan larut. Ketika pemboran melewati zona ini, lumpur akan cepat hilang ke dalam formasi.

d) Cracked dan Fracture

Kehilangan lumpur juga dapat terjadi jika formasi cracked atau adanya fracture, selain itu dapat juga terjadi karena adanya zona depleted. Zona Depleted sangat berpotensi untuk terjadinya kehilangan lumpur, karena formasi produktifnya cenderung memiliki tekanan subnormal. Berat lumpur yang digunakan ketika memasuki zona depleted ini mungkin terlalu tinggi sehingga menyebabkan zona tersebut menjadi rekah dan mudah dimasuki lumpur.

### 2.2 Kehilangan Lumpur Karena Tekanan

Selain karena adanya formasi natural yang dapat menyebabkan kehilangan lumpur dapat juga terjadi karena kesalahan yang dilakukan pada saat operasi pemboran yang berkaitan dengan tekanan misalnya:

- Pemasangan casing yang tidak tepat sehingga tidak menutupi zona transisi yang berpotensi

mengakibatkan formasi rekah akibat berat lumpur yang terlalu tinggi sehingga terjadi kehilangan lumpur.

- Pelanggaran down hole pressure antara lain, mengangkat atau menurunkan pipa yang terlalu cepat, pipe whipping, slogging shale, peningkatan tekanan pompa yang terlalu cepat, atau lumpur yang berat sehingga tekanan hidrostatik lebih rendah dibandingkan dengan tekanan reservoir

- Tekanan hidrostatik (Equivalent Mud Weight) lumpur yang digunakan lebih besar dibandingkan tekanan pori dan tekanan rekah sehingga formasi pecah dan mengakibatkan lumpur hilang kedalam formasi.

### 3 Penanggulangan Lost Circulation

Lost circulation dapat menimbulkan beberapa masalah dan kerugian, misalnya:

- Hilangnya lumpur.
- Formation damage.
- Kehilangan waktu.
- Tidak diperolehnya cutting untuk sample log.
- Penurunan permukaan lumpur dapat menyebabkan blowout pada formasi berikutnya.

Untuk menghindari masalah-masalah yang timbul akibat terjadinya lost circulation, maka lost circulation harus dicegah atau ditanggulangi bila sudah terjadi. Beberapa metode yang dapat dipergunakan untuk menanggulangi lost circulation adalah:

#### 3.1 Mengurangi Tekanan Pompa

Terjadinya lost circulation dapat diketahui dari flow sensor, atau berkurangnya lumpur di mud pit. Bila berat lumpur normal dan tekanan abnormal bukanlah faktor penyebab, langkah pertama dan paling mudah dilakukan adalah mengatur tekanan pompa dan berat lumpur.

Tekanan sirkulasi lumpur berkisar antara 900 psi sampai 3000 psi. Fungsi dari tekanan ini adalah untuk menanggulangi kehilangan tekanan selama pengaliran lumpur. Keuntungan dari metode ini adalah dapat dilakukan dengan cepat.

#### 3.2 Mengurangi Berat Lumpur

Salah satu fungsi lumpur pemboran adalah untuk mengimbangi tekanan formasi. Semakin besar berat lumpur, semakin besar differensial pressure antara kolom lumpur dan formasi. Lumpur yang terlalu berat dapat menyebabkan pecahnya formasi. Pengurangan berat lumpur akan mengurangi differensial pressure antara lumpur dan fluida formasi, sehingga aliran lumpur yang hilang akan menurun

#### 3.3 Mengurangi Tekanan Surge Lubang Bor

Tekanan surge dihasilkan dari penurunan pipa kedalam lubang bor yang terlalu cepat. Kondisi ini dapat memecahkan formasi. Untuk itu drill string mesti diturunkan dengan lambat untuk mengurangi tekanan surge yang dapat memecahkan formasi.

### 3.4 Sealing Agent

Bila beberapa metode yang diuraikan sebelumnya gagal untuk mengatasi lost, biasanya ditambahkan Lost Circulation Material (LCM), bahan pengurang kehilangan lumpur.

Ada tiga cara additive LCM untuk mengatasi masalah lost circulation, yaitu:

- a. Menjaga agar tidak terjadi rekahan akibat penyemenan. Dalam hal ini tekanan hidrostatik harus kecil. LCM jenis ini antara lain adalah extenders.
- b. Mengatasi lost circulation dengan menempatkan material yang mampu menahan hilangnya semen/sumur. Material ini antara lain granular, flake dan fibrous.
- c. Kombinasi dari kedua cara diatas.

### 3.5 Cement Plug

Penggunaan semen untuk mengatasi hilang lumpur terutama didaerah yang banyak mengandung gerowong sebagaimana terdapat pada formasi karbonat merupakan langkah terakhir dimana hilang lumpur yang terjadi sudah tidak dapat diatasi dengan lumpur.

Cement plug adalah material (semen) yang dipompa ke dalam zona yang porous, dengan harapan bahwa material akan menutup pori dengan membentuk plastik yang kuat atau solid. Cement plug biasanya tidak cukup hanya dilakukan sekali, tetapi harus berkali-kali. Sebenarnya Cement plug sangat efektif untuk menutup ruang pori. Hanya saja penggunaan cement plug ini menimbulkan kendala karena semen lebih keras dari formasi, yang tentunya akan menurunkan laju penembusan.

Semen yang akan digunakan pada sumur-sumur minyak biasanya ditambahkan suatu aditif untuk mendapatkan karakteristik semen yang sesuai dengan kebutuhan. Berikut ini adalah jenis-jenis aditif yang biasanya digunakan:

#### a. Accelerator

Thickening time bubur semen (cement slurry) portland tergantung pada temperatur dan tekanan, sesuai dengan kekuatan tekanan (compressive strength) dari semen tersebut, yang juga tergantung pada temperatur dan tekanan. Suatu saat additive accelerator dapat ditambahkan untuk mempercepat tercapainya thickening time

#### b. Retarder

Retarder adalah zat kimia yang digunakan untuk memperlambat setting semen (kebalikan dari accelerator), yang diperlukan untuk mendapatkan waktu yang cukup dalam penempatan semen. Retarder yang tersedia dipasaran antar lain : salt (D44), lignosulfonate dan turunannya (D13, D81, D800, dan D801, turunan sellulosa (D8), dan polyhydroxy organik acid dan sugar additive (D25, D109).

#### c. Dispersant

Dispersant biasanya digunakan untuk mengontrol rheologi bubur semen agar pada pemompaan yang rendah menghasilkan aliran turbulen. Hal ini diperlukan untuk mengangkat sisa-sisa lumpur yang masih terdapat dalam kolom annulus. Selain itu dispersant juga dapat menurunkan kadar air dalam semen, sehingga akan menaikkan kekuatan semen tersebut.

#### d. Extenders

Extenders digunakan untuk menurunkan densitas bubur semen, sehingga tekanan hidrostatik dasar sumur relatif lebih kecil selama penyemenan. Material yang termasuk extenders antara lain bentonit, D-75, silicates, litepi D-124 dan lain-lain.

#### e. Zat Pemberat

Zat pemberat digunakan untuk menjaga tekanan hidrostatik, agar tekanan pori yang tinggi dapat diimbangi. Pada kondisi demikian biasanya berat lumpur yang digunakan berkisar antara 18 - 18,5 lb/gal. Material yang termasuk zat pemberat antara lain ilmenite, hematite, dan barite.

### 3.6 Semen Busa

Semen jenis ringan ini diperlukan terutama pada zona- zona lunak untuk mengurangi kerusakan formasi lebih lanjut akibat tekanan hidrostatik semen. Selain itu, jenis semen ini juga sangat baik untuk zona yang banyak mengandung rekahan atau gerowong.

Semen busa menggunakan gas N<sub>2</sub> (Nitrogen) sebagai extender yang berfungsi menurunkan densitas. Gelombang Nitrogen di dalam bubur semen tidak akan pecah jika tekanan hidrostatik naik. Gelembung-gelembung tersebut akan menyusut, sehingga memerlukan tambahan konsentrasi nitrogen untuk menjaga tekanan hidrostatik.

### 3.7 Drilling Blind

Drilling blind adalah pemboran yang dilakukan secara membabi buta, dimana sirkulasi lumpur tidak ada karena semua lumpur hilang ke formasi. Fluida umumnya membawa cutting masuk ke dalam zona loss, sehingga cutting ini dapat menutup formasi. Drilling blind sangat bahaya karena cutting yang tidak terangkat kepermukaan dapat menjepit pipa/stuck. Disamping itu, tidak diperolehnya cutting di permukaan menyebabkan log sample batuan tidak bisa dilakukan. Setelah zona lost dilalui, perlu dipasang casing untuk menghindari terjadinya lost lebih lanjut. Metode drilling blind biasanya dilakukan bila tekanan normal, dan air tersedia dalam jumlah yang banyak.

### 3.8 Aerated Drilling

Aerated drilling mud dilakukan dengan tujuan untuk menurunkan densitas lumpur. Metoda ini sangat cocok diterapkan untuk mengatasi lost circulation yang

dijumpai pada formasi yang cavernous, vug yang besar, khususnya pada bagian atas lubang bor. Bila lumpur yang digunakan mempunyai kadar solid yang rendah, dan tekanan formasi normal, mungkin tekanan formasi telah cukup untuk menempatkan fluida formasi masuk kedalam zona loss. Penanggulangan dengan semen sering kali mengalami kegagalan karena ukuran pori yang terbuka cukup besar dan adanya pengenceran dari campuran semen yang terjadi. Dalam hal ini penambahan udara ke dalam fluida pemboran biasanya dapat memecahkan masalah.

Metoda ini dilakukan dengan memompa campuran air dan udara kedalam lubang. Jumlah air yang dipompa ke dalam lubang dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Setelah daerah vugular dilewati, pipa dapat diset atau aerated water drilling dapat diteruskan.

#### 4. Under Balanced Drilling

Under balanced drilling didefinisikan sebagai operasi pemboran dimana tekanan hidrostatik fluida pemboran secara sengaja didesain agar lebih rendah dari tekanan formasi yang akan dibor. Keadaan ini dapat dilakukan dengan menambahkan gas seperti udara atau nitrogen ke dalam fasa cair fluida pemboran. Sebagai akibatnya, akan ada fluida formasi yang mengalir ke permukaan selama pemboran berlangsung.

Operasi pemboran under balanced dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu secara alami dan secara buatan. Secara alami dapat dilakukan bila zona-zona di bawah permukaan memiliki permeabilitas dan tekanan formasi yang cukup tinggi untuk mengalirkan fluida formasi ke dalam lubang bor ataupun menuju permukaan tekanan hidrostatik kolom fluida di dalam bor sampai di bawah tekanan formasi batuan yang ditembus. Secara buatan dapat dicapai dengan mensirkulasikan fluida berdensitas rendah ke dalam fluida pemboran untuk dapat menurunkan tekanan hidrostatik kolom fluida di dalam lubang bor menjadi lebih rendah dari tekanan formasi, sehingga aliran fluida formasi mengalir ke permukaan.

##### 4.1 Alasan dilakukan pemboran Under Balanced

Terdapat berbagai alasan mengapa dilakukannya pemboran under balanced, baik secara teknis atau ekonomis. Pada sisi teknis, pemboran under balanced drilling adalah metoda yang efektif dalam mencegah terjadinya lost circulation dan differential pipe sticking.

Sedangkan dalam sisi ekonomis, pencegahan kerusakan formasi, pertambahan ROP (Rate of Penetration) dari bit, umur bit yang lebih lama dan kemungkinan untuk tidak melakukan kerja stimulasi ulang setelah operasi pemboran selesai dilakukan

menjadi alasan untuk pengembangan-pengembangan lapangan-lapangan minyak kecil.

##### 4.2 Keunggulan Pemboran Under balanced

Dibandingkan dengan pemboran konvensional, under balanced drilling memiliki beberapa keunggulan, yaitu sebagai berikut:

a) Memperkecil kemungkinan kerusakan pada formasi, meningkatkan produksi dan mereduksi kebutuhan stimulasi.

Meningkatkan produksi dari reservoir merupakan salah satu keunggulan yang sangat penting dari UBD. Dengan UBD, permasalahan seperti formasi yang terkontaminasi, penurunan produksi, kerusakan pada reservoir dapat dicegah apabila operasi pemboran tetap pada kondisi under balanced. Jika fluida pemboran tidak menyebabkan kerusakan, maka kegiatan stimulasi bias diminimalisir.

Mengatasi kerusakan formasi, membutuhkan teknik stimulasi yang mahal seperti acidizing dan fracturing. Kerusakan formasi adalah masalah utama yang ditemui pada pemboran. Dengan memakai teknik UBD, invasi padatan dan fluida bias diminimalisir, sehingga bisa mereduksi kerusakan formasi dan mengoptimalkan produktivitas sumur.

b) Meningkatkan laju penembusan pahat

Dalam pemboran konvensional pada kondisi overbalanced, tekanan hidrostatik dari fluida pemboran menimbulkan tekanan melawan batuan yang dipenetrasi, dan memerlukan tenaga lebih untuk memindahkan batuan-batuan. Pada saat filter cake fluida pemboran menerima batuan (cutting) tersebut, bit harus mampu membersihkan cutting selama penetrasi formasi berlangsung.

Karena fluida UBD bebas dari padatan, maka fluida dapat digunakan kembali tanpa perlu didaur ulang. Selain itu apabila tekanan formasi lebih besar dari tekanan di lubang sumur, tenaga yang diperlukan untuk menghancurkan batuan pun akan lebih besar dari tekanan di lubang sumur, tenaga yang diperlukan untuk menghancurkan batuan pun akan besar, dan menghasilkan laju penetrasi pemboran (ROP) yang cukup signifikan dibandingkan pemboran konvensional.

c) Meningkatkan umur pahat

Masalah panas yang diakibatkan oleh gesekan pada pahat, disamping drill string dan lubang sumur, merupakan masalah yang harus dihadapi pada pemboran. Transportasi berupa sirkulasi fluida pemboran mengurangi panas dari pahat lebih efisien dalam operasi under balanced. Selama tidak ada gaya melawan formasi dan tetap di tempatnya, pahat tidak memerlukan gaya yang besar untuk menembus formasi. UBD juga membutuhkan beban yang kecil untuk

mendapatkan ROP yang tinggi, sehingga dapat mereduksi kerusakan pada bit dan meningkatkan umur pahat.

d) Ramah lingkungan

Pada operasi UBD, konsentrasi kimia serta bahan-bahan additive yang digunakan sangat rendah dan tidak beracun. Pada umumnya kandungan kimia yang di gunakan pada foaming agent dapat dihancurkan oleh alam. Sebagaimana gas, yang merupakan komponen terbesar dalam fluida pemboran, sangat kecil limbah yang dihasilkan dibanding fluida pada pemboran konvensional. Oleh karena itu, masalah limbah dapat diminimalisasi dengan mempertimbangkan jumlah dan jenis-jenis bahan berbahayanya.

e) Memperkecil Kemungkinan Differential Pressure Sticking

Differential pressure sticking disebabkan oleh tekanan hidrostatik lumpur yang lebih besar dari tekanan formasi, sehingga rangkaian pemboran cenderung terdorong ke dinding lubang bor, sehingga pada akhirnya rangkaian pemboran akan menempel ke dinding mud cake. Dengan tekanan hidrostatik lumpur yang rendah pada pemboran under balanced, perbedaan tekanan formasi dengan tekanan hidrostatik lumpur akan rendah, sehingga dapat memperkecil terjadinya differential pressure sticking.

f) Mempercepat Awal produksi

Pada pemboran konvensional (over balanced drilling), setelah sumur selesai dibuat dan siap untuk diproduksi, maka dilakukan terlebih dahulu tahap penghisapan untuk menyedot fluida formasi ke dalam lubang sumur. Pekerjaan ini dilakukan setelah dilakukannya tahap penyemenan, perforasi, dan pemasangan alat produksi di dalam sumur. Pada pemboran under balanced, fluida formasi akan langsung keluar dan menuju ke lubang sumur serta terbawa ke permukaan saat pemboran berlangsung. Jadi dengan menggunakan metode under balanced drilling, indikasi fluida minyak dan gas dalam lapisan produktif akan lebih cepat diketahui, dengan kata lain evaluasi lapisan produktif akan lebih cepat.

g) Meminimalisasi Hilang sirkulasi (Lost Circulation)

Hilang sirkulasi dapat didefinisikan sebagai hilangnya sejumlah lumpur dalam formasi. Peristiwa ini terjadi saat tekanan hidrostatik fluida pemboran lebih besar dari tekanan dari formasi. Bagian terbuka pada formasi sekitar 3 kali lebih besar dari partikel terbesar pada fluida pemboran. Pada kondisi fluida dalam konvensional, hilang sirkulasi merupakan risiko yang selalu dihadapi. Selama kondisi under balanced tetap terjaga maka hilang sirkulasi tidak akan terjadi, dimana

mengenai jenis-jenis dan penyebab lost circulation telah dijelaskan sebelumnya.

4.3 Kekurangan Pemboran Under balanced

Walaupun pemboran under balanced mempunyai kelebihan-kelebihan yang telah dijabarkan diatas, pemboran under balanced juga memiliki kekurangan, yaitu

- a) Kemungkinan akan terjadi Crooked Hole, apabila terdapat lapisan yang unconsolidated.
- b) Dengan gas nitrogen (N<sub>2</sub>) sebagai fluida pemboran, bisa terjadi Downhole Fire dan bahaya.
- c) Diperlukan peralatan khusus sebagai tambahan (mis: 4-phase separator, R-BOP).
- d) Masalah stabilitas dan konsolidasi lubang sumur.
- e) Kompatibilitas dengan system MWD konvensional.
- f) Berat rangkaian meningkat akibat berkurangnya gaya apung.
- g) Kemungkinan drag dan torsi meningkat.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tugas akhir ini wilayah kerja yang diteliti pada tugas akhir ini adalah Blok offshore Z yang berada pada Daerah Sibaru yang terletak di pada Cekungan Laut Jawa bagian Timur, dimana sebelah Timur Laut dari Pulau Madura, dan sebelah Selatan dari Banjarmasin, Kalimantan Selatan. Sumur ini terletak pada latitude 5° 37' 45,9759" S dan longitude 115° 31' 16,0546" E. .

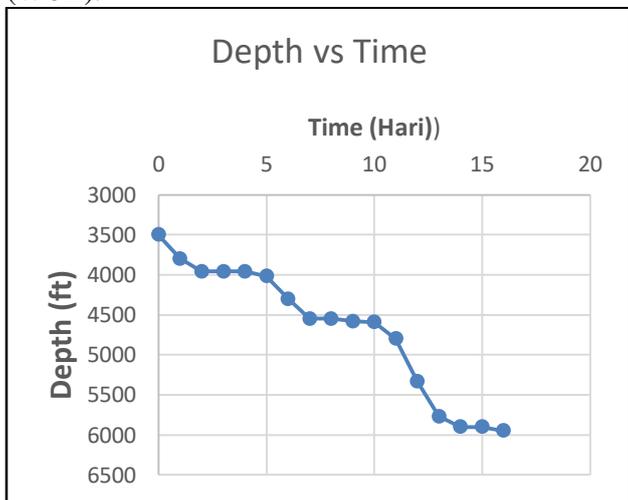
Sumur yang diamati pada Tugas Akhir ini adalah sumur eksplorasi "Y" yang berada pada bagian Utara dari Pulau Madura. Sumur sekitar yang menjadi referensi sumur "Y" ini adalah sumur "CT" (berjarak 2 km). Target formasi yang akan dicapai adalah Formasi Kujung yang diperkirakan sebagai batuan reservoir di daerah cekungan Sumatra Selatan ini. Batas atas dari formasi Kujung berada pada 5920 ft. Formasi Kujung menjadi perhatian khusus pada proses pemboran sumur "Y".

Kehilangan lumpur merupakan permasalahan pemboran yang sangat umum terjadi, dimana hilangnya lumpur pemboran dalam sirkulasinya dan masuk kedalam formasi. Kehilangan lumpur dalam skala kecil dapat diabaikan dan operasi pemboran tetap dilanjutkan. Namun untuk kehilangan lumpur dalam jumlah yang cukup besar harus dilakukan penanganan agar tidak memicu terjadinya permasalahan lainnya yaitu kick atau blowout. Kehilangan lumpur dideteksi dengan adanya "drilling break" yaitu dimana terjadi peningkatan ROP (Rate of Penetration) dan penurunan

WOB (Weight on Bit) secara tiba-tiba atau penurunan volume lumpur pada mud pit.

Pada Tugas Akhir ini yang berjudul “Penanggulangan Lost Circulation Dengan Menggunakan Metode Under Balanced Drilling Sumur ‘Y’ Blok Z”, Penulis ingin membandingkan baik dari segi efisiensi antara metode konvensional seperti sirkulasi Lost Circulation Material (LCM), cement plug, dengan metode Under Balanced Drilling (UBD).

Kehilangan lumpur dapat diakibatkan oleh beberapa faktor, seperti formasi yang sangat porous dan diduga terdapat caverness. Penyebab dari kehilangan lumpur ini dapat dianalisa melalui beberapa drilling parameter, seperti tekanan pori dan tekanan rekah formasi, Rate of Penetration (ROP), dan Weight on Bit (WOB).



Gambar 1

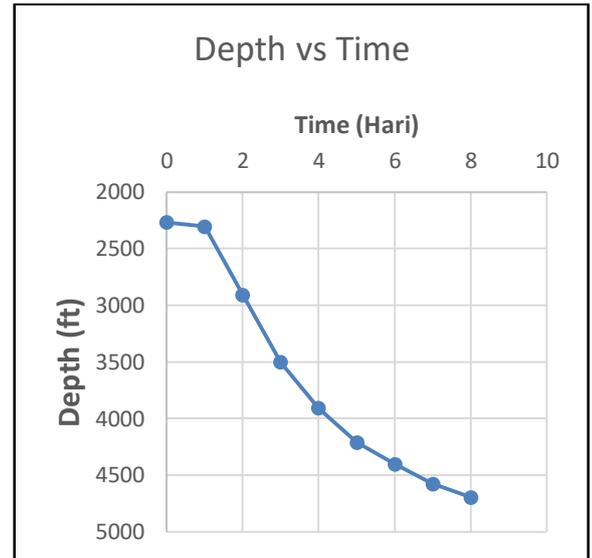
Grafik Kedalaman vs Waktu Metode Konvensional Sumur CT

Pada gambar 1 sumur “CT” yang merupakan offset well memiliki total kedalaman 6282 ft yang dilakukan dengan menggunakan pemboran konvensional (OBD) dimana terjadi empat zona loss pada trayek 12 ¼ “ dengan dua diantaranya merupakan total loss. Pertama kali mengalami total loss pada kedalaman 3957- 4005 ft (interval 8 ft) dan mengalami kembali total loss pada kedalaman 4545 – 4580 ft (interval 35 ft). Serta dua zona partial loss terjadi pada kedalaman 4040-4302 ft (interval 262 ft) dan partial loss yang terakhir pada kedalaman 4591 – 4800 ft (interval 209 ft).

Namun pada data ROP dan WOB pada zona kehilangan lumpur sumur “CT” ini ditemukan perbedaan. Pada zona kehilangan lumpur di kedalaman 3798 ft – 4591 ft TVD/MD, ROP menurun secara signifikan dengan nilai WOB yang meningkat. Dari data ini dapat dianalisa bahwa pada titik-titik

kehilangan lumpur tersebut, formasi yang ditembus oleh bit adalah porous atau vugular, sehingga dengan WOB yang kecil batuan tetap dapat dihancurkan dengan mudah (rapuh).

Jadi, dapat disimpulkan bahwa kehilangan lumpur pada sumur “CT” ini disebabkan oleh formasi Kujung yang sangat porous (cavernous) sehingga memungkinkan lumpur untuk masuk kedalam formasi, dan bukan karena formasi rekah akibat densitas lumpur yang terlalu besar.



Gambar 2

Grafik Kedalaman vs Waktu Metode UBD

Pada gambar 2 sumur “Y” memiliki total kedalaman 5920 ft yang dilakukan dengan menggunakan metode Under Balanced Drilling (UBD) dimana terjadi zona 3 loss pada trayek 12 ¼ “ dengan dua diantaranya merupakan total loss. Pertama kali mengalami total loss pada kedalaman 2910- 3502 ft (interval 592 ft) dan mengalami partial loss pada kedalaman 3502 – 3889 ft (interval 387 ft). Serta menemui kembali zona total loss terjadi pada kedalaman 3889-3910 ft (interval 21 ft) dan partial loss yang terakhir pada kedalaman 3910 – 4695 ft (interval 785 ft).

Metode Under Balanced Drilling (UBD) ini sangat efektif untuk diaplikasikan pada pemboran melalui zona kehilangan lumpur total. Metode UBD ini efektif karena metode ini melakukan pemboran sampai zona kehilangan lumpur selesai dibor, sehingga zona kehilangan lumpur tersebut diatasi bersamaan. Dan dengan menggunakan fluida 2 fasa yaitu air laut (saline water) gas Nitrogen, Rate of Penetration yang dihasilkan menjadi sangat tinggi sehingga pemboran dapat dilakukan lebih cepat. Total kedalaman yang

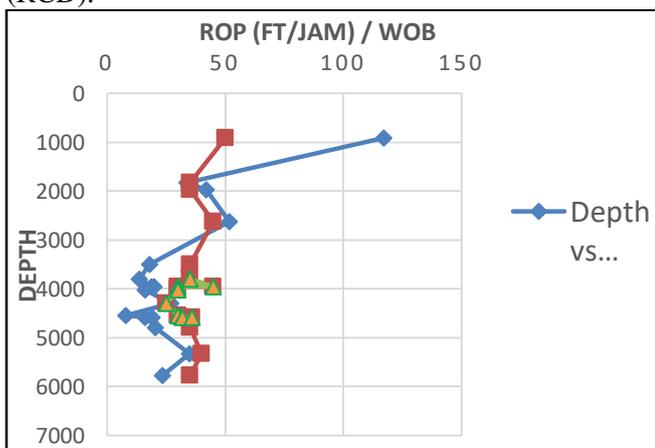
dibor menggunakan UBD adalah 2426 ft dalam waktu 8 hari (192 jam).

Metode yang dilakukan untuk mengatasi kehilangan lumpur pada sumur “Y” ini adalah metode Under Balanced Drilling dan sumur “CT” menggunakan metode konvensional. Kedua metode tersebut dibandingkan, baik dari segi efisiensi untuk direkomendasikan sebagai prosedur baku sumur-sumur selanjutnya ketika menghadapi permasalahan yang sama.

Dengan metode UBD ini, operasi pemboran dilakukan sampai semua zona kehilangan lumpur terlewati dan kemudian mengatasi zona-zona kehilangan lumpur tersebut secara bersamaan. Berbeda dengan metode konvensional, pada metode ini operasi pemboran akan dihentikan begitu menemui zona kehilangan lumpur dan mengatasi zona tersebut terlebih dahulu sebelum melanjutkan pemboran.

Pada kasus sumur “CT” ini, metode konvensional yang dilakukan antara lain yaitu 6 kali sirkulasi Lost Circulation Material (LCM) dengan total waktu 41,75 jam. Dengan perbandingan total waktu keseluruhan yang dihabiskan untuk melakukan operasi pemboran dengan waktu total Non Drilling Time berbanding 131,25 jam : 276 jam. Sehingga waktu yang diperlukan untuk menempuh kedalaman 2452 ft diperlukan waktu sebanyak 17 hari

Sedangkan dengan metode UBD, waktu yang dibutuhkan hanya 8 hari untuk melakukan pemboran melewati zona kehilangan sirkulasi di 2269- 4695 ft. Dan metode UBD ini juga mengurangi resiko terjadinya kick/blowout karena system pemboran yang dilakukan adalah pemboran tertutup oleh Rotating Control Device (RCD).

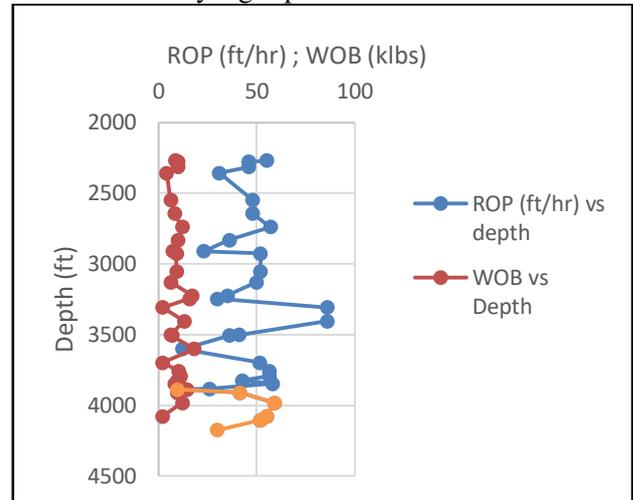


Gambar 3

Grafik Kedalaman vs ROP – WOB sumur “CT”

Kondisi normal pada gambar 1 adalah Rate of Penetration (ft/hr) akan meningkat ketika WOB (klbs) meningkat dan begitu juga sebaliknya. Namun dapat

dilihat terdapat penyimpangan pada kedalaman 3798 ft TVD/MD sampai 4591 ft TVD/MD dimana pada interval tersebut merupakan zona yang terjadi loss, ROP (ft/min) menurun drastis bersamaan dengan WOB (klbs) yang cenderung tidak menurun. Hal ini mengindikasikan bahwa terjadi kehilangan lumpur karena formasi yang rapuh.



Gambar 4.5

Grafik ROP – WOB metode *Under Balanced Drilling*

Dari data-data hasil pengamatan tersebut dapat disimpulkan bahwa dari segi efisiensi, metode Under Balanced Drilling (UBD) lebih unggul dibandingkan dengan metode konvensional.

Jadi, kesimpulan yang dapat diambil pada Tugas Akhir ini yaitu metode UBD lebih efisien untuk diterapkan pada sumur-sumur yang menghadapi permasalahan kehilangan lumpur total. Walaupun biaya yang dibutuhkan lebih mahal, metode UBD tetap lebih menguntungkan untuk diaplikasikan karena waktu pemboran yang dibutuhkan lebih singkat. Dengan demikian, dapat disarankan agar metode UBD menjadi metode baku (standard) untuk sumur-sumur lain di lapangan ini saat menghadapi masalah kehilangan lumpur total.

### KESIMPULAN

Dari penjelasan yang telah dijabarkan pada Bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kehilangan lumpur ditemukan ketika memasuki formasi Kudjung dan diperkirakan disebabkan oleh Formasi Kudjung yang cavernous

2. Pada data ROP dan WOB pada zona kehilangan lumpur sumur "CT" ini ditemukan perbedaan. Pada zona kehilangan lumpur di kedalaman 3798 ft – 4591 ft TVD/MD.

3. Metode UBD di sumur "Y" hanya diaplikasikan pada trayek pahat 12 ¼" dikarenakan terdapat zona cavernous

4. Metode UBD berhasil membor melalui zona kehilangan lumpur total sepanjang 2426 ft dalam waktu 192 jam (8 hari). Sedangkan sumur "CT" dengan metode konvensional membutuhkan 336 jam (17 hari) untuk membor sedalam 2452 ft.

5. Metode Konvensional mempunyai perbandingan Drilling Time dengan Non Drilling Time yaitu 101.25 jam : 234.75 jam

6. Metode Under Balanced Drilling mempunyai perbandingan Drilling Time dengan Non Drilling Time yaitu 108.7 jam : 83.7 jam

7. Metode Konvensional mempunyai laju bor 144.24 ft/hari dengan interval 2452 ft. Sedangkan metode Under Balanced Drilling mempunyai laju bor 303,25 ft/hari dengan interval 2526 ft.

8. Metode UBD jauh lebih menguntungkan untuk diaplikasikan pada sumur yang memiliki masalah kehilangan lumpur total

#### DAFTAR SIMBOL

A	= Luas (ft <sup>2</sup> )
F	= Gaya (Newton)
g	= Percepatan gravitasi m/s <sup>2</sup> )

h	= Ketinggian; Kedalaman (ft)
$\rho$	= Massa Jenis (gr/cc)
MD	= Measure depth (ft)
MW	= Mud Weight (ppg)
N <sub>2</sub>	= Nitrogen
P	= Tekanan (psia)
P <sub>f</sub>	= Tekanan Formasi (psia)
P <sub>h</sub>	= Tekanan Hidrostatik (psia)
ppg	= Pound Per Gallon
ROP	= Laju Penetrasi Bor (ft/jam)
TVD	= Kedalaman Vertikal Sumur (ft)
WOB	= Beban Pahat Bor (klbs)

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Lapeyrouse, Norton, "Formulas and Calculations for Drilling, Production, and Work-over", Gulf Professional Publishing : 2002
2. Mentari, Juliana, "Evaluasi Penanggulangan Masalah Kehilangan Lumpur Dengan Metode Pressurized Mud Cap Drilling di Sumur "X" Blok Sumatera Selatan-Tengah", Jakarta : 2015
3. Rabia, H., "Oil Well Drilling Engineering Principles and Practice", University of Newcastle Upon Tyne, Graham Trotman, 1985.
4. Rubiandini, R., "Teknik Pemboran dan Praktikum", Penerbit: ITB, Bandung, 2001.
5. Rubiandini, R., "Teknik Operasi Pemboran Vol:1", Penerbit: ITB, Bandung, 2009.
6. Rubiandini, R., "Teknik Operasi Pemboran Vol:3", Penerbit: ITB, Bandung, 2009.
7. "Under Balanced Drilling Manual", Baker Hughes, 1999