

EVALUASI PERBANDINGAN PENANGGULANGAN *WELL KICK* MENGGUNAKAN METODE *CONCURRENT* DAN DATA AKTUAL PADA SUMUR HE LAPANGAN G

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

HENDRA GUNAWAN

143210768



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**

2020

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh :

Nama : Hendra Gunawan

NPM : 143210768

Program Studi : Teknik Perminyakan

Judul Skripsi : Evaluasi Perbandingan Penanggulangan *Well Kick* Menggunakan Metode *Concurrent* Dan Data Aktual Pada Sumur HE Lapangan G

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Novrianti, ST., MT (.....)

Penguji I : Idham Khalid, ST., MT (.....)

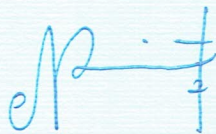
Penguji II : Richa Melysa, ST., MT (.....)

Ditetapkan di : Pekanbaru

Tanggal : 27 April 2020

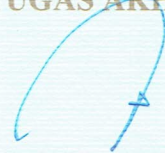
Disahkan Oleh:

KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN



NOVIA RITA, ST., MT

DOSEN PEMBIMBING
TUGAS AKHIR



NOVRIANTI, ST., MT

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum di dalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Jika terdapat unsur penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabut gelar yang telah saya peroleh.



Pekanbaru, 27 April 2020



Hendra Gunawan

143210768

KATA PENGANTAR

Rasa syukur kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala karena atas Rahmat dan limpahan ilmu dari-Nya, saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan. Universitas Islam Riau. Saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dan mendorong saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayah saya Nofrizal dan Ibu saya Ernawati, beserta adik-adik saya yang memberikan dukungan penuh secara material maupun morol selama penyelesaian tugas akhir ini.
2. Ibu Novrianti, ST.,MT selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Sutisman Puguh Kartika dan Bapak Romi Hendra selaku mentor di lapangan, yang telah membantu dan memberikan masukan dalam menyelesaikan kendala dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Ketua dan sekretaris prodi serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan, dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
5. Sahabat terbaik saya Andre Fauzan Zuhri, Dodi Muharomi S.T, Ikhsan Syawaludin, Mizi Juandra, Rozi Yahdiker. Yang telah membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga Allah memberikan balasan atas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, 27 April 2020

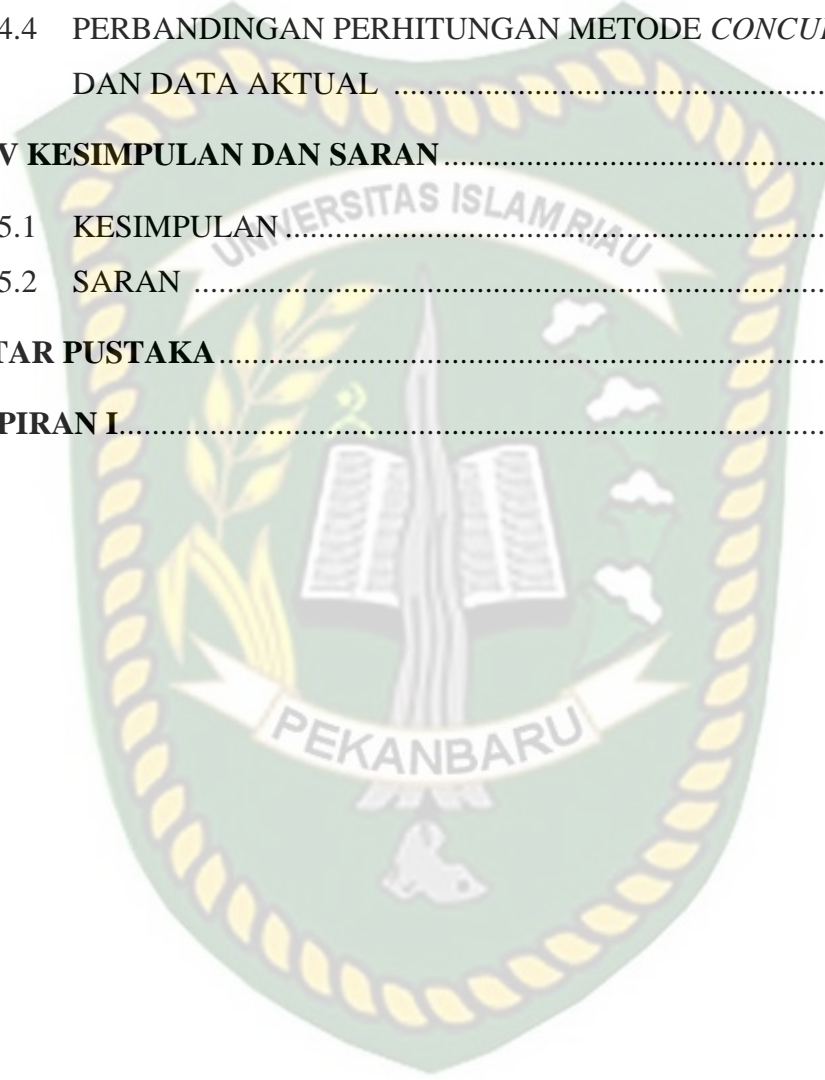
Hendra Gunawan

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	II
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	III
KATA PENGANTAR.....	IV
DAFTAR ISI.....	V
DAFTAR GAMBAR.....	VIII
DAFTAR TABEL.....	IX
DAFTAR LAMPIRAN.....	X
DAFTAR SINGKATAN.....	XI
DAFTAR SIMBOL.....	XII
ABSTRAK.....	XIII
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN.....	2
1.3 MANFAAT PENELITIAN.....	2
1.4 BATASAN MASALAH.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 PENCEGAHAN TERJADINYA <i>WELL KICK</i>	4
2.2 PENANGGULANGAN <i>WELL KICK</i>	5
2.3 PERHITUNGAN DALAM MENGENDALIKAN <i>WELL KICK</i>	8
2.3.1 Pengumpulan Data-data <i>Well Kick</i>	8
2.3.2 Perhitungan Penanggulangan <i>Well Kick</i>	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1 METODE PENELITIAN.....	19
3.2 ALUR PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
3.3 TEMPAT PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.

3.4	WAKTU PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
3.5	STUDI LAPANGAN.....	Error! Bookmark not defined.
2.5.1	Letak Geografis dan Sejarah Area BOB PT. BSP – Pertamina Hulu.....	22
2.5.2	Sejarah Lapangan G	24
2.5.3	Statigrafi Cekungan Sumatera	24
2.5.4	Kondisi Geologi Lapangan.....	25
2.5.5	Karakteristik Reservoir Lapangan	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		26
4.1	PROFIL SUMUR HE	26
4.2	KRONOLOGI TERJADINYA <i>WELL KICK</i> PADA SUMUR HE LAPANGAN G	Error! Bookmark not defined.
4.3	PERHITUNGAN DALAM MEMATIKAN <i>WELL KICK</i> DENGAN MENGUNAKAN METODE <i>CONCURRENT</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4.1	Data-data yang diperlukan.....	28
2.4.2	Menghitung Tekanan Hidrostatik	29
2.4.3	Menghitung Tekanan Formasi.....	29
2.4.4	Menentukan Berat Jenis Lumpur Yang Digunakan Untuk Mematikan <i>kick</i>	30
2.4.5	Menghitung Volume <i>Drill String</i>	30
2.4.6	Menghitung Kapasitas <i>Annulus</i>	31
2.4.7	Menentukan Volume Untuk Mencapai <i>Kill Mud Weight</i>	31
2.4.8	Menghitung Tinggi <i>Influx</i>	32
2.4.9	Menghitung Berat Jenis <i>Kick</i>	33
2.4.10	Rate Pemompaan	33
2.4.11	Menentukan <i>Initial Circulating Pressure</i>	33
2.4.12	Menentukan <i>Final Circulating Pressure</i>	34
2.4.13	<i>Pump Out Put</i>	34
2.4.14	Menentukan <i>Surface to Bit Stroke</i>	34
2.4.15	Menentukan <i>Bit to Surface Stroke</i>	34
2.4.16	Menentukan <i>Total Stroke One Circulation</i>	34

2.4.17	Menghitung Waktu Sirkulasi Lumpur	34
2.4.18	Total Waktu Untuk Satu Kali Sirkulasi	35
2.4.19	Penurunan Tekanan Per <i>Stroke</i>	35
2.4.20	Penurunan Tekanan Per Menit	35
2.4.21	Menentukan <i>Maximum Allowable Casing Pressure</i>	35
4.4	PERBANDINGAN PERHITUNGAN METODE <i>CONCURRENT</i> DAN DATA AKTUAL	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		37
5.1	KESIMPULAN	37
5.2	SARAN	37
DAFTAR PUSTAKA		38
LAMPIRAN I		40



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Grafik kelakuan tekanan <i>Drill Pipe</i> metode <i>Driller</i>	5
Gambar 2.2	Grafik kelakuan tekanan <i>Drill Pipe</i> metode <i>Wait and Weight</i>	6
Gambar 3.1	Diagram alir pnelitian	21
Gambar 3.2	Peta wilayah kerja BOB PT.BSP - Pertamina Hulu	23
Gambar 4.1	<i>Well Schematic</i> Sumur HE pada saat <i>kick</i>	26



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Data sebelum terjadi <i>kick</i>	19
Tabel 3.2	Data saat terjadi <i>kick</i>	20
Tabel 3.3	Waktu penelitian.....	22
Table 4.1	Data lapangan sumur HE	28
Table 4.2	Asumsi penentuan volume lumpur pemberat.....	32
Table 4.2	Perbandingan perhitungan metode <i>concurrent</i> dan data aktual	36



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I

Perhitungan Volume dan Pemompaan



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR SINGKATAN

BHCP	= <i>Bottom Hole Circulating Pressure</i>
ECD	= <i>Equivalent Circulating Density</i>
FCP	= <i>Final Circulating Pressure</i>
ICP	= <i>Initial Circulating Pressure</i>
KMW	= <i>Kill Mud Weight</i>
KRPP	= <i>Kill Rate Pupm Pressure</i>
LOT	= <i>Leak Off Test</i>
SICP	= <i>Shut In Casing Pressure</i>
SIDPP	= <i>Shut In Drill Pipe Pressure</i>
SPM	= <i>Stroke permenit</i>
TVD	= <i>True Vertical Depth</i>
MACP	= <i>Max Allowable Casing Pressure</i>
MAMW	= <i>Maximum Allowable Mud Weight</i>
OMW	= <i>Original Mud Weight</i>

DAFTAR SIMBOL

Cc	= Kapasitas Volume BHA, bbl/ft
Cp	= Kapasitas Volume <i>Drillpipe</i> , bbl/ft
ICP	= Tekanan Sirkulasi Awal, psi
ID	= <i>Inside</i> Diameter, inch
L	= Panjang
LCRP	= <i>Low Circulating Rate Pressure</i> , psi
KMW	= <i>Kill Mud Weight</i> , ppg
MD	= Kedalaman, ft
OD	= <i>Outside</i> Diameter, inch
OMW	= Berat Jenis Lumpur, ppg
Pc	= Tekanan Casing, psi
Pf	= Tekanan Formasi, psi
Ph	= Tekanan Hidrostatik, psi
Pk	= Berat Jenis <i>Kick</i> , ppg
Psi	= Tekanan <i>Standpipe</i> Statis, psi
Ps	= Tekanan <i>Standpipe</i> , psi
SICP	= <i>Shut In Casing Pressure</i> , psi
SIDPP	= <i>Shut In Drill Pipe Pressure</i> , psi
SPR	= <i>Slow Pump Rate</i> , psi
Vm	= Volume Lumpur, bbl
Vmt	= Volume Lumpur Total, bbl
TVD	= Kedalaman Tegak, ft
Vg	= <i>Pit Gain</i> , bbl

EVALUASI PERBANDINGAN PENANGGULANGAN *WELL KICK* MENGGUNAKAN METODE *CONCURRENT* DAN DATA AKTUAL PADA SUMUR HE LAPANGAN G

HENDRA GUNAWAN
143210768

ABSTRAK

Pemboran sumur HE di lapangan G direncanakan akan dibor hingga kedalaman terakhir mencapai 5200 ft (MD). Pada saat pemboran sumur HE terjadi problem *well kick* di kedalaman 4392 ft akibat pemboran menembus zona formasi bertekanan tinggi dengan adanya kandungan gas pada formasi. *Kick* di sumur HE ditandai dengan hadirnya gelembung-gelembung gas pada lumpur. Problem *well kick* ini harus diatasi dengan baik agar tidak terjadi *blow out*.

Langkah-langkah evaluasi penanggulangan *well kick* pada sumur HE di lapangan G dengan metode *concurrent* yaitu mengumpulkan data laporan pelaksanaan pemboran, melakukan analisa dengan perhitungan-perhitungan tekanan formasi saat terjadi *well kick*, tekanan hidrostatik lumpur saat terjadi *well kick*, lumpur baru (*kill mud weight*), jumlah *sack barite* yang ditambahkan, maksimum densitas lumpur baru yang diijinkan (*maximum allowable mud weight*), tekanan pompa untuk menanggulangi *kick* (*kill rate pressure*), jumlah *stroke* pompa yang diperlukan saat penanggulanagan *kick*, total waktu penanggulangan *well kick*, dan nilai *shut in drillpipe pressure* setelah penanggulangan *well kick*. Melakukan evaluasi dengan cara membandingkan hasil perhitungan dengan data pelaksanaan di lapangan, menyimpulkan hasil evaluasi.

Hasil evaluasi pelaksanaan penanggulangan *well kick* menggunakan metode *concurrent* didapatkan hasil nilai densitas lumpur baru (*kill mud weight*) sebesar 10.60 ppg. Jumlah *sack barite* yang ditambahkan untuk membuat lumpur baru sebesar 1369 *sack*. Total *stroke* pompa yang dibutuhkan untuk memompakan lumpur sebesar 2812 *strokes*, dengan lama pemompaan selama 46.88 menit. *Well kick* berhasil ditanggulangi yang ditandai dengan tidak adanya aliran di *annulus* pada saat pompa lumpur dimatikan dan harga SIDP yang menunjukkan nilai 0. Pelaksanaan penanggulangan *well kick* dengan menggunakan metode *concurrent* sudah optimum.

Kata kunci : *Well Kick*, Tekanan Hidrostatik, Tekanan Formasi, Metode *Concurrent*, *Kill Mud Weight*.

EVALUATION OF THE COMPARISON OF WELL KICK COUNTERMEASURES USING THE CONCURRENT METHOD AND THE ACTUAL DATA IN THE HE WELL FIELD G

HENDRA GUNAWAN
143210768

ABSTRACT

HE well drilling in field G is planned to be drilled until the final depth reaches 5200 ft (MD). At the time of HE well drilling there was a problem of well kick at a depth of 4392 ft due to drilling penetrating the high pressure formation zone in the presence of gas content in the formation. The kick in the HE well is marked by the presence of gas bubbles in the mud. This well kick problem must be addressed properly so that no blow out occurs.

The steps in evaluating well kick prevention in HE wells in G field with concurrent method are collecting drilling implementation report data, conducting analysis with calculations of formation pressure during well kick, mud hydrostatic pressure during well kick, new mud (kill mud weight), the number of sack barites added, the maximum allowable new mud weight (maximum allowable mud weight), the pump pressure to control the kill (kill rate pressure), the number of pump strokes needed during kick handling, the total time for well kick countermeasures, and the shut value in drillpipe pressure after handling well kicks. Conduct an evaluation by comparing the results of calculations with implementation data in the field, concluding the evaluation results.

The results of the evaluation of the implementation of well kick control using the concurrent method obtained the results of the new mud density (kill mud weight) of 10.60 ppg. The number of barite sacks added to make new mud is 1369 sacks. The total pump stroke needed to pump mud is 2812 strokes, with a pumping duration of 46.88 minutes. Well kick was successfully overcome which was marked by the absence of flow in the annulus when the mud pump was shut down and the SIDP price showed a value of 0. The implementation of well kick countermeasures using the concurrent method was optimum.

Keywords : *Well Kick, Hydrostatic Pressure, Formation Pressure, Concurrent Method, Kill Mud Weight.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Well Kick masuknya fluida formasi yang tidak diinginkan kedalam lubang sumur karena tekanan pada formasi lebih besar dari tekanan hidrostatik lumpur (Mitchell, 1995). Penanggulangan *kick* pada operasi pengeboran sangatlah penting karena hal ini akan menyebabkan kerugian yang sangat besar bagi perusahaan, seperti kerusakan lingkungan, hilangnya peralatan akibat terbakar, hilangnya fluida reservoir, hingga nyawa pekerja pun menjadi taruhannya. Dalam penanggulangan *kick* banyak data yang harus dicatat dan kemudian berdasarkan perhitungan tersebut biasanya diputuskan untuk memilih metode yang tepat untuk segera dilakukan pengendalian *kick* agar tidak terjadi semburan liar (Sofyan, Kodong & Zulfi, 2014).

Ada 3 metode yang umum digunakan dalam pengendalian *kick* pada operasi pemboran yaitu metode *driller*, metode *wait and weight* dan metode *concurrent*. Metode *driller* adalah teknik yang digunakan untuk mengatasi *kick* dengan menggunakan dua kali sirkulasi. Sirkulasi pertama menggunakan lumpur lama, sirkulasi kedua menggunakan lumpur yang telah diperberat. Metode *wait and weight* secara prinsip pelaksanaannya adalah setelah sumur ditutup, kemudian dilakukan pembuatan lumpur baru, setelah itu *kick* dikeluarkan dengan lumpur baru tersebut. Metode *concurrent* merupakan suatu metode dengan menaikkan densitas lumpur secara pelan atau sedikit demi sedikit hingga mencapai densitas yang diinginkan (Robert, 2003).

Pada proses pengeboran sumur HE yang terletak di lapangan G mengalami beberapa masalah yang diantaranya adalah terjadinya *kick* pada kedalaman 4392 ft. Hal tersebut terindikasi dari adanya gas *influx* yang tercatat oleh mud logger di permukaan, dengan total gas *influx* yang tercatat sebesar 770 unit. Selain tercatatnya gas *influx*, di mud pit juga tercatat adanya penambahan lumpur sebanyak 23 bbl. Kejadian tersebut terjadi pada saat menembus zona abnormal.

Setelah diketahui secara pasti kondisi ini, maka penanggulangan *well kick* tersebut dilakukan.

Terdapat beberapa metode untuk menanggulangi *well kick*, yakni metode *driller*, metode *wait and weight* dan metode *concurrent*. Metode *driller* membutuhkan waktu yang paling lama sedangkan metode *wait and weight* dan metode *concurrent* membutuhkan waktu yang lebih cepat. Akan tetapi dari hasil analisis kelebihan dan kekurangan ditetapkan bahwa metode *concurrent* lebih efektif dan efisien, karena metode *concurrent* ini hanya dilakukan sekali sirkulasi dan langsung mematikan *kick* (Hamid et. al., 2015).

Berdasarkan uraian permasalahan diatas maka peneliti tertarik untuk membandingkan hasil perhitungan penanggulangan *well kick* menggunakan metode *concurrent* dengan hasil penanggulangan *kick* yang telah dilakukan pada sumur HE lapangan G. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk pemilihan metode penanggulangan *well kick* yang sesuai dan ekonomis pada perusahaan BOB PT.BSP – Pertamina Hulu.

1.2 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan penelitian dari tugas akhir ini adalah:

1. Menentukan tinggi *kick*, berat jenis *kick*, berat jenis lumpur.
2. Menentukan tekanan sirkulasi dan total volume lumpur yang dipompakan untuk menanggulangi *kick* pada fasa-fasa metode *concurrent*.
3. Evaluasi perbandingan antara nilai *Kill Mud Weight* (KMW) lapangan dengan hasil perhitungan dengan metode *concurrent*.

1.3 MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat penelitian dari tugas akhir ini adalah :

1. Memberikan pengetahuan dan pemahaman penanggulangan *kick* sehingga dapat mencegah terjadinya semburan liar.
2. Memberikan pengetahuan dan pemahaman parameter-parameter yang diperlukan untuk perhitungan dalam mematikan *kick*.
3. Dapat dijadikan referensi bagi mahasiswa untuk melakukan penelitian selanjutnya.

1.4 BATASAN MASALAH

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini ialah membandingkan data actual lapangan yang terdiri dari panjang *kick*, berat jenis *kick*, berat jenis lumpur, nilai tekanan sirkulasi, total volume serta jumlah *barite* yang digunakan terhadap nilai perhitungan yang diperoleh dengan menggunakan metode *concurrent*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Sumber daya alam merupakan segala sesuatu yang diciptakan oleh Allah di bumi untuk dimanfaatkan oleh manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya. Sumber daya alam terdapat dimana saja seperti di air, udara, tanah dan sebagainya, maka manusia yang telah diciptakan oleh Allah sebagai khalifah di bumi memiliki kewajiban untuk memelihara, mengelola dan memanfaatkan semua sumber daya alam di bumi. Dalam firman Allah pada Q.S Al-An'am (6) 1-3 tentang siapa yang menciptakan langit dan bumi. Maka sudah kewajiban kita untuk bersyukur untuk segala sesuatu yang telah diberikan oleh Allah, Allah telah berjanji barang siapa yang mensyukuri nikmat yang telah aku berikan maka ditambah nikmat tersebut, tetapi apabila kufur terhadap nikmat yang aku berikan maka mendapatkan siksa yang sangat pedih. Dalam bentuk syukur manusia kepada Allah, maka manusia harus memelihara segala sumber daya alam yang telah diberikan.

2.1 PENCEGAHAN TERJADINYA *WELL KICK*

(Hadi Purnomo & Edwar ML Tobing, 2007) Menjelaskan terjadinya semburan liar pada kegiatan pemboran suatu sumur, merupakan bencana dimana memerlukan tenaga dan biaya yang sangat besar untuk menanggulangnya. Oleh karena itu kejadian semburan liar harus dapat dicegah. Untuk mencegah terjadinya semburan liar, tindakan yang paling awal dilakukan adalah mencegah terjadinya *well kick*. Dalam pelaksanaan suatu kegiatan pemboran harus dihindari hal-hal yang dapat menyebabkan terjadinya *well kick*, antara lain :

1. Penggunaan lumpur yang terlalu berat sehingga menimbulkan *loss circulation*.
2. Penggunaan peralatan, khususnya *blow out preventer* beserta kelengkapannya, dengan spesifikasi yang tidak cukup menahan tekanan pada waktu alat ini digunakan (ditutup) pada saat terjadi.
3. Pencabutan pipa dilakukan terlalu cepat sehingga terjadi efek *swabbing*.

- Pemasukan atau penurunan pipa dilakukan terlalu cepat sehingga terjadi efek *surging* yang dapat mengakibatkan pecahnya formasi dan hilangnya lumpur ke dalam formasi.

2.2 PENANGGULANGAN *WELL KICK*

Dalam penanggulangan *well kick* banyak data yang harus dicatat dan kemudian dihitung untuk menganalisis *kick* yang terjadi dan kemudian berdasarkan perhitungan tersebut biasanya diputuskan untuk memilih metode yang tepat untuk segera dilakukan pengendalian *kick* agar tidak terjadi semburan liar.

Pada Penelitian yang dilakukan oleh (Sofyan dan Sari, 2013) tentang penanggulangan *well kick*, ada beberapa cara dalam penanggulangannya yaitu :

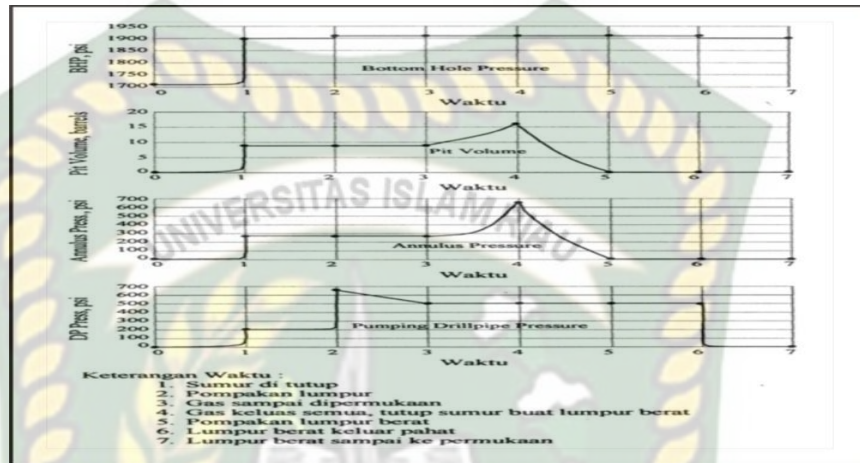
- Metode *driller*, yaitu metode penanggulangan *well kick* dengan menggunakan dua kali sirkulasi. Sirkulasi pertama bertujuan untuk mengeluarkan fluida *kick* dengan menggunakan lumpur yang lama, sedangkan pada sirkulasi yang kedua bertujuan untuk mematikan *kick* dengan membuat lumpur pemberat.



Gambar 2.1 Grafik Kelakukan Tekanan *Drill Pipe* Metode *Driller*.

Pada gambar grafik tekanan *drill pipe* di atas terlihat bahwa tekanan *drill pipe* tidak turun pada tahap sirkulasi pertama karena lumpur berat belum ditambahkan, sedangkan pada sirkulasi kedua terjadi penurunan tekanan *drill pipe* karena telah disirkulasikan lumpur berat. Tampak pada gambar tersebut bahwa tekanan pada *drill pipe* harus dijaga agar tetap konstan dengan mengatur *choke*.

2. Metode *wait and weight*, yaitu metode penanggulangan *well kick* dengan menggunakan satu kali sirkulasi menggunakan lumpur berat baru. Secara prinsip pelaksanaannya adalah, setelah sumur ditutup, dilakukan pembuatan lumpur baru, kemudian *kick* dikeluarkan dengan lumpur baru tersebut.



Gambar 2.2 Grafik Kelakuan Tekanan *Drill Pipe* Metode *Wait and Weight*.

3. Metode *concurrent*, yaitu metode penanggulangan *well kick* dengan menggunakan satu kali sirkulasi dengan memompakan lumpur lama, tetapi sambil memompakan lumpur tersebut, lumpur diperberat.

Pada penelitian lainnya (Grace, Robert D, 2003) penanggulangan *kick* dengan metode *bullhead*, dimana metode ini dilakukan dengan cara menekan kembali *influx* kedalam formasi tanpa merusak formasi. Metode ini dilakukan dengan memompakan lumpur baru, tetapi pemompaan dilakukan melalui *Annulus* bukan melalui *Drillpipe*, sehingga *influx* fluida formasi yang masuk kedalam lubang bor kembali dimasukkan kedalam formasi sehingga *kick* dapat teratasi.

(Joko Susilo, 2019) menggunakan metode *driller* dengan dua kali proses sirkulasi. Sirkulasi pertama bertujuan untuk mengeluarkan fluida *kick* dari dalam lubang bor dengan lumpur yang lama, sedangkan sirkulasi kedua bertujuan untuk mengamati lumpur lama dengan lumpur yang baru yang berat jenisnya sudah ditentukan berdasarkan dari data yang didapat pada saat penutupan sumur, untuk mengimbangi tekanan formasi. Waktu antara sirkulasi pertama dan sirkulasi kedua digunakan untuk membuat lumpur baru.

(Hadi Purnomo & Edward ML Tobing, 2007) menyatakan bahwa pada metode *concurrent*, penambahan berat jenis lumpur dilakukan bersamaan dengan berjalannya sirkulasi lumpur sehingga tidak ada waktu jeda untuk menunggu pembuatan lumpur baru karena yang disirkulasikan adalah lumpur lama bersamaan dengan ditambahkan bahan pemberat secara terus menerus, sampai kondisi lumpur yang diinginkan tercapai.

(Hadi Purnomo & Edward ML Tobing, 2007) menyatakan bahwa metode *volumetric* dikembangkan untuk mengontrol tekanan dasar sumur yang dalam pelaksanaannya adalah mengatur volume gas yang berada di *annulus* sesuai dengan posisi kedalamannya. Sebagai acuan awal dalam perhitungan penanggulangan digunakan tekanan penutupan pada casing (*shut in casing pressure*, SICP). Aplikasi metode ini hanya dimungkinkan jika pada lubang bor tidak ada rangkain pipa bor.

(Herianto, 2015) menyatakan prinsip penanggulangan *kick* dengan menggunakan metode *wait and weight*, yaitu melakukan *shut in well* sambil membuat lumpur berat, lalu setelah lumpur berat selesai dibuat, dilanjutkan dengan sirkulasi untuk menanggulangi *kick*. Pada aplikasinya metode ini dapat dilakukan apabila ketersediaan barite di lapangan mencukupi untuk membuat lumpur berat yang diinginkan. Keuntungan metode ini ialah ketika dilakukan sirkulasi kenaikan *annular pressure* paling kecil di antara menggunakan metode lainnya dan *kick* dapat ditanggulangi dengan sekali sirkulasi. Sementara kekurangan pada metode ini dibutuhkan lebih banyak perhitungan dibandingkan metode *driller*, waktu *shut in* tergantung dari pembuatan lumpur baru, dan memungkinkan adanya kenaikan *bottomhole pressure* serta *surface pressure* yang diakibatkan adanya migrasi gas selama *shut in*.

(Robert, 2003) menyatakan bahwa metode *concurrent* merupakan suatu metode dengan menaikkan desitas lumpur secara pelan atau sedikit demi sedikit hingga mencapai densitas yang diinginkan. Dalam hal ini pemompaan dilakukan dengan memompakan lumpur lama, tetapi sambil memompakan lumpur tersebut, lumpur diperberat. Cara ini lebih cepat, tetapi ada dua kegiatan yang mesti dikerjakan pada saat bersamaan ialah dengan memompakan lumpur dengan pola tertentu dan memperberat lumpur. Dua pekerjaan ini dalam kenyataanya sulit

dikerjakan secara bersamaan. Keuntungan menggunakan metode ini ialah hanya dilakukan sekali sirkulasi dan sekaligus langsung mematikan *kick*, selain itu fluida *kick* umumnya lebih sedikit. Sedangkan kerugian dengan menggunakan metode ini ialah perhitungannya lebih rumit, kemudian diperlukan operator yang benar-benar menguasai dengan metode ini dalam pengendalian *kick*.

2.3 PERHITUNGAN DALAM PENANGGULANGAN WELL KICK

2.3.1 Pengumpulan Data-data Well Kick

Sebelum melakukan perhitungan dalam penanggulangan *kick*, terlebih dahulu mengumpulkan data-data apa saja yang dibutuhkan, seperti data awal sebelum terjadinya *kick* dan data record setelah terjadi *kick* (Jorge, 1998).

1. Data awal sebelum terjadinya *kick*

Adapun data-data awal sebelum terjadinya *kick* adalah sebagai berikut :

a. *Original Mud Weight*

Original mud weight (OMW) adalah berat jenis atau densitas lumpur bor yang dipakai sebelum sumur mengalami *kick*. Densitas lumpur bor merupakan salah satu sifat lumpur yang sangat penting, karna perannya berhubungan langsung dengan fungsi lumpur bor sebagai menahan tekanan formasi.

b. *Slow Pump Rate*

Slow pump rate (SPR) adalah *rate* pemompaan secara lambat. Pemompaan lambat dilakukan dalam memompakan lumpur untuk mengeluarkan fluida *kick* dari dalam sumur. Cara ini dilakukan agar fluida *kick* di annulus dapat diangkat kepermukaan. Tekanan pemompaan dengan *slow pump rate* ini disebut dengan *low circulation rate pressure* (LCRP). Data ini diperlukan untuk menentukan tekanan sirkulasi pada *standpipe*.

c. *True Vertical Depth*

True vertical depth (TVD) adalah kedalaman dari tegak lurus formasi yang ditembus. TVD digunakan untuk kasus sumur bor di darat (*onshore*).

d. *Leak Off Test*

Leak off test (LOT) adalah suatu tes pecah formasi untuk memperkirakan tekanan dan berat jenis maksimum lumpur yang digunakan. Digunakan untuk menentukan batasan tekanan dan berat jenis lumpur maksimum yang boleh diterapkan selama penanggulangan *kick* berlangsung, tanpa mengakibatkan formasi rekah (*fracture*).

2. Data saat terjadi *kick*

Pada saat sumur mengalami *kick*, tercatat data di permukaan saat sumur ditutup. Adapun data-data saat terjadinya *kick* adalah sebagai berikut :

a. *Shut in drill pipe pressure*

Shut in drill pipe pressure (SIDPP) adalah tekanan bagian dalam rangkaian yang terbaca dipermukaan saat sumur ditutup. Harganya ditunjukkan oleh parameter yang terdapat pada kaki *stand pipe*, *shut in drill pipe pressure* SIDPP diperlukan untuk menentukan :

- 1) Tekanan formasi yang menimbulkan *kick*.
- 2) Berat jenis lumpur untuk mematikan *kick*.
- 3) Berat jenis *kick*.
- 4) Tekanan sirkulasi untuk mematikan *kick*.

b. *Shut in casing pressure*

Shut in casing pressure (SICP) adalah tekanan dikepala *casing* saat sumur ditutup. Data ini diperlukan untuk menentukan :

- 1) Pengontrolan tekanan pada saat mematikan *kick*.
- 2) Menentukan berat jenis fluida *kick*.

c. *Pit volume increase (pit gain)*

Pit gain adalah penambahan volume lumpur yang terdapat di tangki lumpur. Pertambahan volume tersebut berasal dari fluida formasi yang masuk kedalam lubang yang mendorong lumpur ke permukaan dan masuk kedalam tangki. Dengan kata lain permukaan lumpur di dalam tangki mengalami kenaikan.

2.3.2 Perhitungan Penanggulangan *Well Kick*

Setelah data yang diperlukan telah diketahui, maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan-perhitungan yang diperlukan untuk menanggulangi *kick*, agar tidak berlanjut menjadi *blow out* (Sofyan dan Sari, 2013).

1. Tekanan Formasi yang menimbulkan *kick*

Besarnya tekanan formasi yang menimbulkan *kick* dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P_f = \text{SIDP} + 0.052 \times \text{OMW} \times \text{TVD} \quad (1)$$

Dimana :

P_f = Tekanan formasi yang menimbulkan *kick*, psi

SIDP = *Shut in drill pipe pressure*, psi

OMW = Berat jenis lumpur saat sebelum *kick*, ppg

TVD = Kedalaman tegak saat terjadi *kick*, ft

2. *Kill Mud Weight*

Untuk mematikan *kick* perlu dibuat tekanan hidrostatik lumpur yang sama atau sedikit lebih besar dari tekanan formasi yang menimbulkan *kick*. Untuk itu perlu dibuat berat jenis lumpur yang memberikan tekanan hidrostatik yang sesuai.

Berat jenis lumpur yang dimaksud sering disebut *kill mud weight*, yang maksudnya adalah berat jenis lumpur untuk mematikan *kick*. Pada umumnya tekanan hidrostatik untuk mematikan *kick* diambil sama dengan formasi yang menimbulkan *kick*.

$$P_h = 0.052 \times \text{KMW} \times \text{TVD} \quad (2)$$

$$\text{KMW} = \frac{P_f}{0.052 \times \text{TVD}} \quad (3)$$

Dimana :

P_h = Tekanan hidrostatik lumpur untuk mematikan *kick*, psi

KMW = Berat jenis lumpur untuk mematikan *kick*, ppg

3. Perhitungan Tinggi *Influx* di Annulus

Untuk mendukung dalam perhitungan tinggi *influx* di annulus, sebelumnya perlu diperhatikan :

a. Volume annulus *drill collar* dengan lubang terbuka

Data yang harus di punyai adalah

- 1) *Outside diameter drill collar*
- 2) Panjang *drill collar*
- 3) Diameter lubang bor

Volume annulus *drill collar* dengan lubang terbuka dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Vol annulus DC} = 0.00097 \times (D_h^2 - OD_{dc}^2) \times L_{dc} \quad (4)$$

Dimana :

D_h = Hole diameter (diameter lubang terbuka)

L_{dc} = Panjang *drill collar*

OD_{dc} = *Outside diameter drill collar*

Data yang harus dimiliki dalam perhitungan ini :

- 1) *Out side diameter drill pipe*
- 2) Panjang *drill pipe* dalam lubang terbuka

b. Diameter lubang terbuka (*open hole*)

Volume annulus *drill pipe* dengan lubang terbuka dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut

$$\text{Volan DP} = \frac{\pi}{4} \times (D_h^2 - OD_{dp}^2) \times L_{dp} \quad (5)$$

Dimana :

D_h = Hole diameter (diameter lubang terbuka)

L_{dp} = Panjang *drill pipe*

OD_{dp} = *Outside diameter drill pipe*

Data yang diperlukan :

- 1) *Outside diameter drill pipe*
- 2) Panjang *drill pipe*
- 3) Diameter dalam casing

Volume annulus *drill pipe* dengan casing yang sudah terpasang, ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Vol an dc-csg} = 0.00097 \times (ID_{csg}^2 - OD_{dp}^2) \times L_{csg} \quad (6)$$

Dimana :

ID_{csg} = Diameter dalam casing

L_{csg} = Kedalaman casing

OD_{dp} = *Outside diameter drill pipe*

Untuk menentukan dimana puncak fluida *influx* berada, harus dihitung terlebih dahulu :

- 1) Volume annulus *drill collar* dengan lubang terbuka
- 2) Volume annulus *drill pipe* dengan lubang terbuka

Bila pertambahan lumpur di dalam tangki lebih besar dari volume annulus *drill collar*, berarti puncak fluida *influx* berada di annulus *drill pipe* dengan lubang terbuka, atau annulus *drill pipe* dengan *casing* yang sudah terpasang.

Bila pertambahan volume lumpur di dalam tangki lebih besar dari volume annulus *drill collar* dan lebih kecil dari volume annulus *drill collar* dan *drill pipe* dengan lubang terbuka, berarti puncak fluida *influx* berada di annulus *drill pipe* dengan lubang terbuka. Tinggi fluida *kick* di annulus adalah :

$$H_i = L_{dc} + \frac{\Delta V - Vol_{an\ DC}}{Cap_{an\ DP\ \&\ hole}} \quad (7)$$

Dimana :

- ΔV = Pertambahan volume didalam tangki
- Vol_{anDC} = Volume annulus *drill collar* dengan lubang terbuka
- H_i = Tinggi fluida *kick* di annulus
- L_{dc} = Panjang *drill collar*
- $Cap_{an\ DP/hole}$ = Kapasitas annulus *drill pipe* dengan terbuka

Bila pertambahan volume lumpur di dalam tangki lebih besar dari volume annulus *drill collar* dan volume annulus *drill pipe* dengan lubang terbuka, berarti puncak fluida *influx* berada di annulus *drill pipe* dengan *casing* yang sudah terpasang.

Tinggi fluida *kick* di annulus adalah :

$$H_i = L_{oh} + \frac{\Delta V - (Vol_{an\ dc} + Vol_{an\ dp})}{Cap_{an\ dp\ \&\ csg}} \quad (8)$$

Dimana :

- ΔV = Pertambahan volume di dalam tangki
- Vol_{anDc} = Volume annulus *drill collar* dengan lubang terbuka
- H_i = Tinggi fluida *kick* di annulus
- L_{oh} = Kedalaman lubang terbuka
- $CaanDp/hole$ = Kapasitas annulus *drill pipe* dengan lubang terbuka

Bila penambahan volume lumpur di dalam tangki lebih kecil dari volume annulus *drill collar* berarti puncak fluida *kick* berada di annulus *drill collar* dengan lubang terbuka.

Persamaan untuk menghitung tinggi fluida *kick* di annulus *drill collar* adalah :

$$H_i = \frac{\Delta V}{Cap.an\ dc} \quad (9)$$

4. Menentukan volume lumpur untuk mencapai (*Kill Mud Weight*) KMW

Untuk menentukan berapa banyak lumpur dengan harus dibuat untuk mencapai KMW tergantung pada :

- a. *Well capacity* (kapasitas sumur)
- b. *Mud tank capacity* (kapasitas tangki lumpur)

Dapat di tentukan dengan rumus :

$$KMW = \frac{Vol_{mud}}{Vol_{wtr}} \quad (10)$$

5. Berat jenis fluida *kick*

Berat jenis fluida *kick* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$M_i = OMW - \frac{(SICP - SIDP)}{0.052 \times Li} \quad (11)$$

6. Rate pemompaan

Rate pemompaan untuk mengeluarkan fluida *kick* dari dalam lubang dan mensirkulasikan lumpur yang sudah diperberat ke dalam lubang harus lebih rendah dari pada *rate* pemompaan lumpur pada saat melakukan pemboran.

Tujuan dilakukan dengan pemompaan lambat (biasanya dilakukan setengah dari *stroke* pemompaan normal) adalah agar pendorongan fluida *kick* dari dalam lubang lebih sempurna. Kalau tidak fluida *kick* akan tertinggal sebagian di dalam lubang sumur dan akan menurunkan berat jenis lumpur sehingga *kick* jadi mati.

Rate pemompaan lumpur untuk mengeluarkan fluida *kick* dari dalam lubang dan mensirkulasikan lumpur yang sudah diperberat kedalam lubang biasanya antara sepertiga sampai setengah dari pada *rate*

pemompaan lumpur pada saat melakukan pemboran. *Rate* ini sering dinamakan dengan istilah *slow pump rate* (SPR).

7. Tekanan awal sirkulasi

Tekanan awal untuk mensirkulasikan lumpur kedalam lubang lubang pada saat mematikan kick sering dinamakan dengan istilah *initial circulating pressure* (ICP).

$$ICP = SIDP + KRP \quad (12)$$

Dimana :

ICP = *Initial circulating pressure*, psi

SIDP = *Shut in drill pipe pressure*, psi

KRP = *Kill rate pressure*, psi

8. Kill Rate Pressure

Kill rate pressure adalah *pressure loss* pada sistem sirkulasi saat lumpur di pompakan dengan *slow pump rate*. Secara matematis harganya dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$KRP = P \times \left(\frac{SRP}{Q}\right)^{1.86} \quad (13)$$

Dimana :

KRP = *Kill rate pressure*, psi

SRP = *Slow pump rate*, gpm

P = Tekanan sirkulasi saat pemboran, gpm

Q = *Rate* sirkulasi saat pemboran, gpm

Untuk mempermudah perhitungan di lapangan, pangkat 1.86 biasanya diganti menjadi 2, sehingga persamaan di atas menjadi :

$$KRP = P \times \left(\frac{SRP}{Q}\right)^2 \quad (14)$$

Dari kedua persamaan di atas dapat diubah bentuknya dengan memakai parameter *stroke* pemompaan per menit.

$$KRP = P \times \left(\frac{SPMs}{SPM}\right)^{1.86} \quad (15)$$

Dimana :

SPMs = *Stroke* per menit pemompaan pada saat SPR

SPM = *Stroke* per menit pemompaan pada saat pemboran

Untuk mempermudah perhitungan di lapangan, pangkat 1.86 biasanya diganti menjadi 2, sehingga persamaan diatas menjadi :

$$KRP = P \times \left(\frac{SPMs}{SPM} \right)^2 \quad (16)$$

Secara umum kill rate pressure dicari secara pemboran, dimana percobaan ini dilakukan pada setiap :

- a. Perubahan harga berat jenis lumpur.
- b. Perubahan lapisan yang di tembus.
- c. Pergantian *crew*.

Caranya adalah dengan menjalankan pompa lumpur sebesar *slow pump rate*, dan catat tekanan sirkulasi sebagai *kill rate pressure*.

9. *Final Circulating Pressure*

Final circulating pressure (FCP) adalah tekanan akhir dari sirkulasi lumpur berat pada saat mematikan *kick*. *Final circulating pressure* dapat dicari dengan persamaan :

$$FCP = KRP \times \frac{KMW}{OMW} \quad (17)$$

Dimana :

- FCP = *Final circulating pressure*, psi
 KMW = *Kill mud weight*, ppg
 OMW = *Original mud weight*, ppg

Pada saat mematikan *kick*, tekanan awal saat mensirkulasikan lumpur berat kedalam lubang adalah sebesar ICP, dan tekanan sirkulasi saat lumpur berat sampai di bit adalah sebesar FCP. Tekanan sebesar FCP ini dipertahankan konstan mulai dari lumpur berat keluar dari bit sampai lumpur berat kembali mencapai permukaan.

Cara mempertahankan tekanan sirkulasi adalah dengan mengatur *choke* dipermukaan. Tujuan dari mempertahankan tekanan konstatn ini adalah untuk menjaga agar tekanan didasar lubang konstan.

10. *Surface To Bite Time*

Surface to bit time (SBT) adalah waktu yang diperlukan untuk lumpur berat mulai dari permukaan sampai ke *bit*. Harga dari *surface to bit time* ini dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$SBT = \frac{(Vol dp + Vol dc)}{SPR} \quad (18)$$

Dimana :

SBT = *Surface to bit time*

Vol dp = *Volume drill pipe*

Vol dc = *Volume drill collar*

SPR = *Slow pump rate*

11. *Bit To Surface Time*

Bit to surface time (BST) adalah waktu yang diperlukan oleh lumpur berat mulai dari *bit* sampai ke permukaan. Harganya dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$BST = \frac{(Vol an dp + Vol an dc)}{SPR} \quad (19)$$

Dimana :

BST = *Bit to surface time*

Vol andp = *Volume annulus drill pipe*

Vol andc = *Volume annulus drill collar*

12. *Surface To Bit Stroke*

Surface to bit stroke merupakan jumlah *stroke* pemompaan yang diperlukan oleh lumpur berat mulai dari permukaan sampai ke *bit*. Harga dari *surface to bit stroke* ini dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$SBS = \frac{(Vol dp + Vol dc)}{POP} \quad (20)$$

Dimana :

SBS = *Surface to bit stroke*

POP = *Pump out pump*

13. *Bit To Surface Stroke*

Bit to surface stroke (BSS) merupakan jumlah *stroke* pemompaan yang diperlukan oleh lumpur berat mulai dari dasar lubang (keluar dari *bit*) sampai permukaan. Harga dari *bit to surface stroke* ini dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$BSS = \frac{(Vol an dp + Vol an dc)}{POP} \quad (21)$$

Dimana :

BSS = *Bit to surface stroke*

14. Penurunan Tekanan

Penurunan tekanan pemompaan pada saat mulai memompakan lumpur untuk mematikan *kick* sampai lumpur tersebut tiba di *bit*, dapat dihubungkan dengan waktu yang diperlukan lumpur dari permukaan sampai ke *bit* atau *stroke* pemompaan yang diperlukan lumpur dari permukaan sampai ke *bit*.

a. Penurunan tekanan per menit

Untuk menghitung besarnya penurunan dalam setiap menit, dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\Delta P = \frac{ICP - FCP}{SBT} \quad (22)$$

b. Penurunan tekanan per *stroke*.

Untuk menghitung besarnya penurunan tekanan dalam setiap *stroke*, dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\Delta P = \frac{ICP - FCP}{SBS} \quad (23)$$

15. *Maximum Allowed Casing Pressure*

Maximum allowed casing pressure (MACP), tekanan maksimum yang diperolehkan di kepala *casing* pada saat penutupan sumur. Apabila tekanan di kepala casing pada saat penutupan sumur besarnya melebihi MACP, maka formasi dibawah *casing shoe* akan pecah, dan dapat menyebabkan timbulnya masalah besar, yaitu terjadi *underground blowout*. Rekahan tersebut ada kalanya berhubungan dengan permukaan, sehingga terjadi *blowout* di sekitar lokasi pemboran. Bila yang terjadi cukup besar, maka akan dapat meruntuhkan lokasi pemboran dan meruntuhkan peralatan pemboran dan barang-barang yang berada dilokasi pemboran.

Pada umumnya di lapangan, tekanan di kepala casing diambil hanya sekitar 90% dari harga MACP. Hal ini dilakukan untuk mencegah agar tekanan di kepala *casing* tidak melebihi MACP. Untuk menghitung besarnya MACP, dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$MACP = P_{fr} - 0.052 \times MW \times D \quad (24)$$

Dimana :

- MACP = *Maximum allowable casing pressure*, Psi
Pfr = Tekanan rekahan formasi, Psi
MW = Berat jenis lumpur di annulus, ppg
D = Kedalaman tegak *casing shoe*, ft



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Research* dimana data yang dipergunakan adalah data sekunder yang akan didapatkan dari perusahaan akan dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode *concurrent*. Hasil perhitungan tersebut akan dibandingkan dengan hasil aktual di lapangan pada saat pelaksanaan penanggulangan *kick* sumur HE dan akan dilakukan evaluasi terhadap perbandingan tersebut. Berikut metodologi dalam penelitian tugas akhir ini :

1. Menggumpulkan data yang berhubungan dengan penanggulangan masalah *well kick* berupa *paper*, jurnal dan hasil penelitian terdahulu yang mendukung pada hasil penelitian ini.
2. Menggumpulkan data-data untuk penanggulangan *well kick*, seperti data sebelum terjadinya *kick* dan saat terjadinya *kick*.

Tabel 3.1 Data sebelum terjadi *kick*

Parameter	
<i>Original Mud Weight (OMW)</i>	ppg
Pompa	spm
<i>Pump Out Put (POP)</i>	bbl/stroe
<i>True Vertical Depth (TVD)</i>	ft
<i>Measure Depth (MD)</i>	ft
<i>Casing Shoe TVD</i>	ft
<i>Leack of Test Mud Weight</i>	ppg
<i>Leack of Test Pressure</i>	psi
<i>Outside Diameter DC</i>	inch
<i>Inside Diameter DC</i>	Inch
<i>Total Length DC</i>	ft
<i>Outside Diameter DP</i>	Inch

<i>Inside Diameter DP</i>	inch
<i>Total Length DP</i>	ft
<i>Hole Diameter</i>	inch
<i>Outside Diameter Casing</i>	inch
<i>Inside Diameter Casing</i>	ft
<i>Total Length Casing</i>	ft

Tabel 3.2 Data saat terjadi *kick*

Parameter	
<i>Shut in Drill Pipe Pressure (SIDPP)</i>	psi
<i>Shut in Casing Pressure (SICP)</i>	psi
<i>Pit Volume Increase (Pit Gain)</i>	bbl

3. Mengolah data dengan studi kasus yang terjadi di lapangan dengan melakukan perhitungan sebagai berikut :
 - a. $Ph = (0.052 \times KMW \times TVD)$ (1)
 - b. $Pf = (0.052 \times OMW \times TVD) + SIDPP$ (2)
 - c. $KMW = SIDPP + (OMW / 0.052 \times TVD)$ (3)
 - d. Hitung Vol lumpur yang diperlukan = Vol string + Vol Annulus (3)
 - e. $ICP = SIDPP + KRPP$ (4)
 - f. $FCP = KRPP \times (KMW : OMW)$ (5)
 - g. Hitung total stroke = (SBS + BSS) (6)
 - h. Hitung lamanya waktu sirkulasi = $T_{SBS} + T_{BSS}$ (7)
4. Menarik suatu kesimpulan dari hasil penelitian ini.

3.2 ALUR PENELITIAN



Gambar 3.1 Flow chart tugas akhir

3.3 TEMPAT PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di BOB PT Bumi Siak Pusako – Pertamina Hulu. Yang disesuaikan dengan materi yang akan diperoleh nantinya.

3.4 WAKTU PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada 23 Januari – 23 Maret 2020.

Tabel 3.3 Waktu Penelitian

NO	Uraian Kegiatan	Weekly Schedule							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Studi Literatur								
2	Penelitian Lapangan								
3	Pengumpulan dan Perolehan Data								
4	Pengolahan Data								
5	Penyusunan Laporan								

3.5 STUDI LAPANGAN

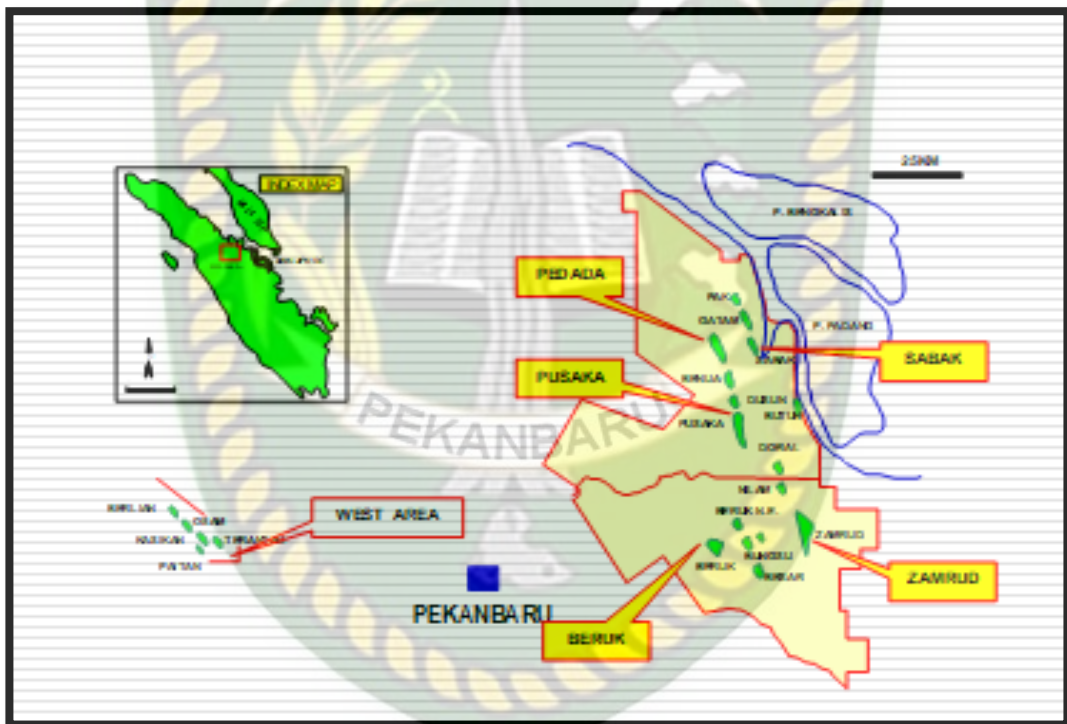
Badan Operasi Bersama PT. Bumi Siak Pusako – Pertamina Hulu terletak di Kabupaten Siak, Riau. Terdapat 26 lapangan produksi dan terbagi dalam tiga area, yaitu Zamrud area, Pedada area dan West area di wilayah kerjanya.

3.5.1 Letak Geografis dan Sejarah Area BOB PT. BSP – Pertamina Hulu

Badan Operasi Bersama PT. Bumi Siak Pusako-Pertamina Hulu merupakan peninggalan sekaligus warisan dari PT. Caltex Pacific Indonesia, yang sejarahnya dimulai pada tahun 1972 di Kasikan. Setelah itu mulailah ditemukan lagi sumur-sumur baru seperti sumur di Pedada yang ditemukan pada tahun 1973, berlanjut dengan ditemukannya sumur di Zamrud area pada tahun 1975, dan berlanjut ke sumur – sumur lainnya di berbagai lapangan. Badan Operasi Bersama PT. Bumi Siak Pusako - Pertamina Hulu terbentuk dari tumbuhnya kesadaran untuk memberikan porsi yang seimbang bagi pemerintah daerah untuk menikmati dan mengelola hasil sumber daya alam daerahnya. Kewenangan pengelolaan ini

diserahkan kepada PT. Bumi Siak Pusako dan PT. Pertamina Hulu dari pemerintah Republik Indonesia melalui BPMIGAS.

Secara geografis lapangan ini terletak di bagian Timur Cekungan Sumatera Tengah yang merupakan salah satu cekungan tersier di Pulau Sumatera. Kerangka tektonik Sumatera merupakan busur magmatik yang berhubungan dengan Lempeng Indo - Australia terhadap Lempeng Eurasia pada arah N 6°. Wilayah kerja BOB PT. Bumi Siak Pusako-Pertamina Hulu dengan luas sebesar 9.135,06 km² terletak di propinsi Riau yang tercakup dalam Kabupaten Siak, Bengkalis, Kampar Rokan Hulu. Lokasi-lokasi area produksi BOB PT. Bumi Siak Pusako - Pertamina Hulu digambarkan dalam gambar 3.2 berikut ini :



Gambar 3.2 Peta Wilayah Kerja BOB PT. BSP – Pertamina Hulu (BOB PT. BSP - Pertamina Hulu)

Pada umumnya struktur tanah di lapangan BOB PT. Bumi Siak Pusako - Pertamina Hulu adalah gambut, oleh karena itu setiap tahunnya ketinggian struktur tanah cenderung menurun. Pada sekitar tahun 1980, program pengembangan lapangan produksi dilakukan untuk mengembangkan lapangan dengan spasi 248 acre dilakukan pemboran 10 sumur pengembangan. Tahun

1981, sebanyak 4 sumur kembali dibor. Yang terdiri dari 2 sumur deliniasi dan 2 sumur infill (@ 62 acre). Metode produksi pada sumur di BOB PT. Bumi Siak Pusako-Pertamina Hulu semuanya adalah Artificial Lift, dengan pengelolaan operasi produksi zero discharge water dan sebagian besar menggunakan ESP (*Electric Submersible Pump*).

3.5.2 Sejarah Lapangan HG

Lapangan HG adalah salah satu lapangan minyak yang dikelola oleh BOB PT. BSP – Pertamina Hulu dengan sistem bagi hasil (*Production Sharing*) dengan pemerintah Indonesia. Lapangan ini merupakan salah satu aset lapangan didalam blok milik BOB PT.BSP-Pertamina Hulu. Secara Administrasi terletak di Kabupaten Siak Sri Indrapura,Provinsi Riau. Dulunya lapangan ini dikelola oleh PT Caltex Pasific Indonesia (2002). Lapangan ini bagian dari termasuk kedalam Blok Cekungan Sumatera Tengah. Lapangan ini ditemukan pada tahun 1978 yang mempunyai 2 formasi reservoir. HG diproduksi dimulai pada tahun 1984 dan memiliki 14 sumur produksi.

Produksi lapangan HE semuanya berasal dari lapisan *alva sand* dengan kedalaman berkisar antara 1771ft sampai 2025 ft. Sejak pertama ditemukan hingga sekarang jumlah sumur yang sudah dibor mencapai 27 sumur, dengan 27 sumur yang menghasilkan minyak sebesar 46.838 Mbo. Lapangan HE memiliki 27 sumur produksi, 2 sumur injeksi, 1 sumur disposal serta 1 *fasilitas Gathering Station* (GS). Total produksi fluida 55.072 BFPD (2017) dimana jumlah air yang terproduksinya mencapai 48.075 BWPD

3.5.3 Stratigrafi Cekungan Sumatera

Menurut Mertosono dan Nayoan, 1974 (dalam Heidrick and Aulia, 1993) unit Stratigrafi Tersier regional Cekungan Sumatra Tengah dibagi menjadi lima unit, yang berumur dari Kala Paleogen sampai Kuartar. Kelima kelompok tersebut yaitu Formasi Pematang, Kelompok Sihapas, Formasi Telisa, Formasi Petani dan terakhir Formasi Minas. Untuk lapangan HE, terdiri dari Kelompok Sihapas yaitu Formasi Bekasap dan Formasi Bangko.

1. Formasi Bekasap

Formasi ini diendapkan secara selaras di atas Formasi Bangko pada lingkungan *estuarine intertidal*, *inner-neritic* sampai *middle/outer neritic* (Dawson, et.al, 1997) dan mempunyai kisaran umur dari akhir N5 sampai N8. Litologi penyusunnya adalah batu pasir *glaukonitan* di bagian atas serta sisipan serpih, batu gamping tipis dan lapisan batu bara. Ketebalan formasi ini sekitar 1300 ft.

2. Formasi Bangko

Formasi ini diendapkan secara selaras di atas Formasi Menggala dan berumur N5 atau *Miosen Awal*. Lingkungan pengendapan Formasi ini adalah *open marine shelf* dipengaruhi oleh *intertidal* dan laut. Litologinya berupa serpih abu-abu bersifat gampingan, berselingan dengan Batupasir halus sampai sedang. Ketebalan formasi ini mencapai 300 ft.

3.5.4 Kondisi Geologi Lapangan

Dari sejarah Geologi dan struktur bumi lapangan minyak Alastor berada pada cekungan Sumatera Tengah. Disebelah barat daya cekungan tidak simetris dibatasi oleh sesar serta singkapan batuan pra-tercier yang terangkat sepanjang kaki pengunungan Bukit Barisan. Disebelah timur laut dibatasi oleh ketinggian lelung dan suatu dataran tinggi yang terletak sejajar dengan pantai timur Sumatera sedangkan sebelah utara dan barat laut dibatasi oleh tinggian Asahan, disebelah barat laut Pekanbaru cekungan ini dibatasi oleh batuan pra – terciar.

3.5.5 Karakteristik Reservoir Lapangan

Reservoir lapangan G termasuk kedalam Formasi Bekasap yang terjebak pada perangkat *faulted anticlinal structure*. Reservoir ini memiliki tenaga pendorong alamiah *water drive (strong water drive)* dengan *recovery factor (RF)* mencapai 36.8%. Setiap reservoir yang ada memiliki sifat-sifat yang berbeda. Hal ini tergantung kepada temperatur dan tekanan saat terbentuk hidrokarbon tersebut.

BAB IV

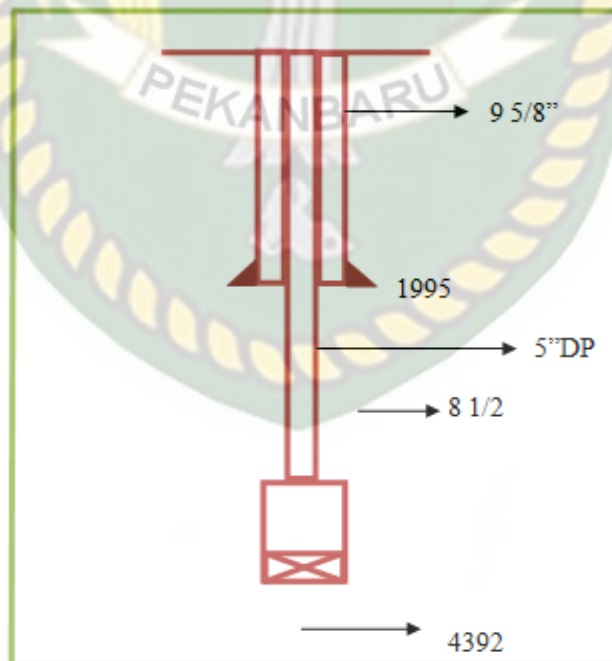
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, peneliti melakukan perhitungan untuk mengatasi *kick*, dimana data yang sudah diperoleh dari perusahaan akan dilakukan perhitungan penanggulangan *kick* dengan menggunakan metode *concurrent*. Hasil perhitungan tersebut akan dibandingkan dengan hasil aktual di lapangan pada saat pelaksanaan penanggulangan *kick* pada sumur HE lapangan G dan nantinya akan di evaluasi terhadap perbandingan tersebut.

4.1 PROFIL SUMUR HE

Sumur HE pada lapangan G melakukan operasi pemboran pada tanggal 25 Januari sampai 15 Februari 2010. Sumur HE merupakan sumur explorasi. Tipe sumur HE ini adalah *directional drilling*. Formasi yang dituju pada pemboran ini adalah formasi bekasap dengan total kedalaman 5200 ft.

4.2 KRONOLOGI TERJADINYA WELL KICK PADA SUMUR HE



Gambar 4.1 Well Schematic Sumur HE pada saat terjadi *kick*.

Dalam pembacaan data terjadinya *kick* yang termuat di *Daily Drilling Report* Sumur HE pada lapangan G yang merupakan sumur eksplorasi. *Kick*

terjadi pada tanggal 09 Februari 2010 pada kedalaman 4392 ft pada saat lubang *open hole* 8 ½ inch dan *casing shoe* untuk *conductor casing* terdapat pada kedalaman 110 ft dengan diameter 16” inch serta *casing shoe* untuk *surface casing* terdapat pada kedalaman 1995 ft dengan diameter 9 5/8” inch. Lumpur yang digunakan tipe KCL *polymer mud* dengan berat lumpur 9.40 ppg. Pada saat cabut rangkaian diemukan kenaikan cairan di *trip tank*, kemudian dilakukan stop putaran angkat *drill string* sampai *toll joint* dan *stop* pompa. Kemudian dilakukan observasi ditemukan gelembung gas pada lumpur didalam sumur. Berikut laporan kronologi pemboran saat terjadinya *kick* :

1. Tanggal 09 Februari 2010, Pukul 22.00 – 24.00
 - a. Pada saat sirkulasi di 4392 ft, tiba-tiba terjadi *well kick*.
 - b. Hentikan pemboran dengan menghentikan *rotary table*.
 - c. Matikan pompa lumpur dan periksa aliran pada *flowline*.
 - d. Angkat rangkaian sampai dengan *toll joint* berada diatas *rotary table* dan buka HCR kemudian tutup BOP pada annular.
 - e. Catat : *shut in drill pipe pressure* (SIDPP), *shut in casing pressure* (SICP) dan penambahan volume dalam tangki waktu shut in dilakukan.
2. Tanggal 10 Februari 2010, pukul 00.00 – 04.00
 - a. Persiapan dan membuat lumpur baru sejumlah 700 bbl (9,40 ppg).
3. Tanggal 10 Februari 2010, Pukul 04.00 – 06.00
 - a. Mematikan sumur dengan memompakan lumpur sejumlah 450 bbl (150% dari volume lumpur) secara *slow pump rate* 60 spm, tekanan 1000 - 1200 psi, sumur berhenti menyembur.

4.3 PERHITUNGAN DALAM MEMATIKAN WELL KICK DENGAN MENGGUNAKAN METODE *CONCURRENT*

4.3.1 Data-data Yang Diperlukan

Adapun data-data yang dibutuhkan dalam perhitungan mematikan *kick* dengan menggunakan metode *concurrent* adalah data awal sebelum terjadi *kick* dan data saat terjadi *kick*.

Tabel 4.1 Data lapangan sumur HE

Parameter	
<i>Original Mud Weight (OMW)</i>	9.40 ppg
<i>Kill Rate Pressure</i>	450 psi
Pompa	@ 60 spm
<i>Pump Out Put (POP)</i>	0.083 bbl/stroke
<i>True Vertical Depth (TVD)</i>	4308 ft
<i>Measure Depth (MD)</i>	4392 ft
<i>Casing Shoe TVD</i>	1995 ft
<i>Leack of Test Mud Weight</i>	39 ppg
<i>Leack of Test Pressure</i>	3074 psi
<i>Outside Diameter DP</i>	5.00 inch
<i>Inside Diameter DP</i>	4.28 inch
<i>Total Length DP</i>	3626 ft
<i>Outside Diameter DC</i>	6.750 inch
<i>Inside Diameter DC</i>	3.250 inch
<i>Total Length DC</i>	78 ft
<i>Hole Diameter</i>	8 ½ inch
<i>Outside Diameter Casing</i>	9 5/8 inch
<i>Inside Diameter Casing</i>	8.921 inch
<i>Total Length Casing</i>	2105 ft
<i>Shut In Drill Pipe Pressure (SIDPP)</i>	270 psi
<i>Shut In Casing Pressure (SICP)</i>	400 psi
<i>Pit Volume Increase (Pit Gain)</i>	10 bbl

4.3.2 Menghitung Tekanan Hidrostatik

$$P_h = 0.052 \times OMW \times TVD$$

$$P_h = 0.052 \times 9.40 \text{ ppg} \times 4308 \text{ ft}$$

$$P_h = 2105.75 \text{ psi}$$

Tekanan ini adalah tekanan hidrostatik saat terjadi *kick* yang harus ditangani dengan serius agar tidak terjadi semburan liar (*blow out*), pada kedalaman tekanan ini terjadi penurunan berat jenis lumpur.

4.3.3 Menghitung Tekanan Formasi

$$P_f = SIDPP + (0.052 \times OMW \times TVD)$$

$$P_f = 270 \text{ psi} + (0.052 \times 9.40 \text{ ppg} \times 4308 \text{ ft})$$

$$P_f = 270 \text{ psi} + 2105.75 \text{ psi}$$

$$P_f = 2375.75 \text{ psi}$$

Seharusnya tekanan hidrostatik lebih tinggi dari tekanan formasi agar tidak terjadi proses masuknya fluida *kick* pada lubang, namun tekanan formasi lebih tinggi dari tekanan hidrostatik sebesar 270 psi, kelebihan tekanan ini juga dapat dilihat pada *drill pipe pressure* saat lubang sumur tertutup.

4.3.4 Menentukan Berat Jenis Lumpur Yang Digunakan Untuk Mematikan *Kick* (Kill Mud Weight)

$$KMW = \frac{P_f}{(0.052 \times TVD)}$$

$$KMW = \frac{2375.75 \text{ psi}}{(0.052 \times 4308 \text{ ft})}$$

$$KMW = \frac{2375.75 \text{ psi}}{224.016 \text{ ft}}$$

$$KMW = 10.60 \text{ ppg}$$

Berat jenis lumpur baru yang digunakan untuk menanggulangi fluida *kick* pada lubang dengan memberikan tekanan hidrostatik lebih besar dari tekanan formasi

namun tidak melewati tekanan rekah formasi. Maka tekanan hidrostatik lumpur menjadi :

$$P_h = 0.052 \times KMW \times TVD$$

$$P_h = 0.052 \times 10.60 \text{ ppg} \times 4308 \text{ ft}$$

$$P_h = 2375.75 \text{ psi}$$

4.3.5 Menghitung Volume Drill String

a. Drill pipe

Dari data diatas untuk *drill pipe* dengan OD 5.00", ID = 4,28" dan panjang total *drill pipe* 3626 ft, maka dapat ditentukan kapasitas lumpur di *drill pipe* dengan persamaan :

$$V_{dp} = 0.00097 \times (ID_{dp})^2 \times L_{dp}$$

$$V_{dp} = 0.00097 \times (4.28 \text{ inch})^2 \times 3626 \text{ ft}$$

$$V_{dp} = 64.42 \text{ bbl}$$

b. Drill Collar

Untuk *drill collar* dengan OD = 6.750" dan ID 3.250" dan panjang total *drill collar* 78 ft, maka dapat dihitung kapasitas lumpur pada *drill collar* dengan persamaan sebagai berikut :

$$V_{dc} = 0.00097 \times (ID_{dc})^2 \times L_{dc}$$

$$V_{dc} = 0.00097 \times (3.250 \text{ inch})^2 \times 78 \text{ ft}$$

$$V_{dc} = 0.79 \text{ bbl}$$

Sehingga total kapasitas lumpur di dalam *drill string* adalah :

$$\text{Total } \textit{drill string} \text{ volume} =$$

$$= V_{dp} + V_{dc}$$

$$= 64.42 \text{ bbl} + 0.79 \text{ bbl}$$

$$= 65.21 \text{ bbl}$$

4.3.6 Menghitung Kapasitas *Annulus*

a. *Annulus drill collar* dengan *annulus*

$$Cap_{annDh - Dc} = 0.00097 \times (Dh^2 - OD dc^2) \times Ldc$$

$$Cap_{annDh - Dc} = 0.00097 \times \left(8\frac{1}{2} \text{ inch}^2 - 6.750 \text{ inch}^2\right) \times 78 \text{ ft}$$

$$Cap_{annDh - Dc} = 2.01 \text{ bbl}$$

b. *Annulus drill pipe* dengan *annulus*

$$Cap_{annDh - Dp} = 0.00097 \times (Dh^2 - OD dp^2) \times Ldp$$

$$Cap_{annDh - Dp} = 0.00097 \times \left(8\frac{1}{2} \text{ inch}^2 - 5.00 \text{ inch}^2\right) \times 3626 \text{ ft}$$

$$Cap_{annDh - Dp} = 166.18 \text{ bbl}$$

c. *Annulus drill pipe* dengan *casing*

$$Cap_{annDp/Csg} = 0.00097 \times (ID Csg^2 - OD dp^2) \times Lcsg$$

$$Cap_{annDp/Csg} = 0.00097 \times (8.921 \text{ inch}^2 - 5.00 \text{ inch}^2) \times 2105 \text{ ft}$$

$$Cap_{annDp/Csg} = 111.45 \text{ bbl}$$

Sehingga total kapasitas *annulus* adalah :

Total *annulus capacity* :

$$= Cap_{anDh - Dc} + Cap_{annDh - Dp} + Cap_{annDp - Csg}$$

$$= 2.01 \text{ bbl} + 166.18 + 111.45 \text{ bbl}$$

$$= 279.64 \text{ bbl}$$

4.3.7 Menentukan Volume Lumpur Untuk Mencapai *Kill Mud Weight*

Untuk menentukan volume lumpur yang harus dibuat untuk mencapai *kill mud weight* tergantung akan *well capacity* dan *mud tank capacity*.

Well Capacity = *Volume drill string* + *Annulus capacity*

$$Well Capacity = 65.21 \text{ bbl} + 279.64 \text{ bbl}$$

$$Well Capacity = 344.85 \text{ bbl}$$

Mud tank yang digunakan pada pemboran ini adalah 2 x 500 bbl. Untuk mengantisipasi *kick* susulan, maka kapasitas lumpur yang akan dibuat harus sama atau diatas dari *well capacity*.

$$KMW = \frac{Vol_{mud}}{Vol_{water}}, ppg$$

Dapat juga ditentukan dengan menggunakan asumsi untuk efisiensi penggunaan lumpur pemberat (*barite*) :

Tabel 4.2 Asumsi Penentuan Volume Lumpur Pemberat

KMW	Vol _{water} (bbl)	Vol _{water} (galon) 1 bbl = 42 galon	Vol _{mud} (pound) 1*3	Vol _{mud} (kg) 1 pound = 0.45359kg	Vol _{mud} (sak) 1 sak = 50 kg
1	2	3	4	5	6
10.60	345.0	14490	150696	68354	1367
10.60	345.5	14511	150914.4	68453	1369
10.60	346.0	14532	151132.8	68552	1371
10.60	346.5	14553	151351.2	68651	1373
10.60	347.0	14574	151788	68750	1375
10.60	347.5	14595	152006.4	68849	1377

Dari segi keekonomian dan keamanan, kita dapat menentukan berapa banyak *barite* yang bisa digunakan untuk membuat lumpur pemberat mencapai KMW. Berdasarkan table 4.2, maka kita menggunakan *barite* sebanyak 1369 sak.

4.3.8 Menghitung Tinggi *Influx*

$$Hi = Ldc + \frac{\Delta V - Vol_{an}Dc}{Cap_{an}DP/Hole}$$

$$Hi = 78 ft \frac{10 bbl - 2.01 bbl}{166.18 bbl}$$

$$Hi = 78.04 ppg$$

4.3.9 Menghitung Berat Jenis Kick

Dihitung dengan rumus :

$$Pk = OMW - \frac{(SICP - SIDP)}{(0.052 \times hk)}$$

Digunakan rumus diatas karna kapasitas annulus tidak sama, sehingga perlu dicari tinggi kick :

$$hk = \frac{Vg}{Ca}$$

Untuk annulus *drill collar* dengan annulus, telah terisi oleh kick semua sebab volume kick lebih besar dari volume annulus. Sehingga sisa volume kick yang masuk kedalam annulus *drill pipe* dengan annulus = 10 bbl – 2.01 bbl = 7.9 bbl, yang identik dengan :

$$h = \frac{Vg}{Ca} = \frac{7.9 \text{ bbl}}{0.0459 \text{ bbl/ft}}$$

$$h = 172.11 \text{ ft}$$

Sehingga tinggi kick total :

$$hk = SIDPP + h$$

$$hk = 270 \text{ psi} + 172.11 \text{ ft}$$

$$hk = 442.11 \text{ ft}$$

Maka berat jenis kick :

$$pk = OMW - \frac{(SICP - SIDP)}{(0.052 \times hk)}$$

$$pk = 9.40 \text{ ppg} - \frac{(400 \text{ psi} - 270 \text{ psi})}{(0.052 \times 442.11 \text{ ft})}$$

$$pk = 3.74 \text{ ppg}$$

4.3.10 Rate Pemompaan

Rate pemompaan untuk mensirkulasikan lumpur berat pada lubang digunakan setengah dari pemompaan saat pemboran yaitu 60 SPM, biasanya disebut slow pump rate (SPR) dan tekanannya disebut dengan *kill rate pressure* (KRP), digunakan pada 60 SPM agar dapat mengontrol tekanan *initial circulating pressure* pada kondisi *shut in drill pipe pressure* dalam kondisi konstan dengan maksud agar tekanan hidrostatik seimbang dengan tekanan formasi. Dimana nilai KRP yang didapatkan dari data 450 psi.

4.3.11 Menentukan *Initial Circulating Pressure*

$$ICP = KRP + SIDPP$$

$$ICP = 450 \text{ psi} + 270 \text{ psi}$$

$$ICP = 720 \text{ psi}$$

Tekanan awal sirkulasi ini digunakan untuk tekanan saat awal disirkulasikannya lumpur berat kedalam lubang mulai dari permukaan sampai ke *bit*.

4.3.12 Menentukan *Final Circulating Pressure*

$$FCP = \frac{(KRP \times KMW)}{OMW}$$

$$FCP = \frac{(450 \text{ psi} \times 10.60 \text{ ppg})}{9.40 \text{ ppg}}$$

$$FCP = 507.44 \text{ psi}$$

4.3.13 *Pump Out Put*

Dari data yang didapat nilai *pump out put* yaitu 0.083 bbl/stk

4.3.14 Menentukan *Surface to Bit Stroke*

$$SBT = \frac{Vol DP + Vol DC}{POP}$$

$$SBT = \frac{64.42 \text{ bbl} + 0.79 \text{ bbl}}{0.083 \text{ bbl/stroke}}$$

$$SBT = 785.66 \text{ stroke}$$

4.3.15 Menentukan *Bit to Surface Stroke*

$$BSS = \frac{Vol Ann DP + Vol Ann DC}{POP}$$

$$BSS = \frac{166.18 \text{ bbl} + 2.01 \text{ bbl}}{0.083 \text{ bbl/stroke}}$$

$$BSS = 2026.38 \text{ stroke}$$

4.3.16 Menentukan *Total Stroke One Circulation*

$$Total \text{ stroke} = SBT + BSS$$

$$Total \text{ stroke} = 785.66 \text{ stroke} + 2026.38 \text{ stroke}$$

$$Total \text{ stroke} = 2812.04 \text{ stroke}$$

Langkah pompa dalam satu sirkulasi atau perjalanan lumpur dari permukaan sampai kembali ke permukaan lubang pemboran itu sebesar 2812.04 langkah.

4.3.17 Menghitung Waktu Sirkulasi Lumpur

- a. Waktu perjalanan lumpur dari permukaan sampai di *bit*

$$T_{SBT} = \left(\frac{785.66 \text{ stroke}}{60 \text{ spm}} \right)$$

$$T_{SBT} = 13.09 \text{ menit}$$

- b. Waktu perjalanan lumpur dari *bit* sampai di permukaan

$$T_{BSS} = \left(\frac{2026.38 \text{ stroke}}{60 \text{ spm}} \right)$$

$$T_{BSS} = 33.77 \text{ menit}$$

4.3.18 Total Waktu Untuk Satu Kali Sirkulasi

$$T_{tot} = T_{SBT} + T_{BSS}$$

$$T_{tot} = 13.09 \text{ menit} + 33.77 \text{ menit}$$

$$T_{tot} = 46.86 \text{ menit}$$

Sirkulasi lumpur baru *kill mud weight* sebesar 10.60 ppg dengan *stroke* pemompaan lambat yaitu $\frac{1}{2}$ dari *stroke* pemompaan normal, dimana dalam kasus ini *stroke* pemompaan lambat adalah 60 spm.

4.3.19 Penurunan Tekanan Per Stroke

$$\Delta P = \frac{(ICP - FCP)}{S_{tot}}$$

$$\Delta P = \frac{(720 \text{ psi} - 507.44 \text{ psi})}{2812.04 \text{ stroke}}$$

$$\Delta P = 0.0755 \text{ psi/menit}$$

4.3.20 Penurunan Tekanan Per Menit

$$\Delta P = \frac{(ICP - FCP)}{T_{tot}}$$

$$\Delta P = \frac{(720 \text{ psi} - 507.44 \text{ psi})}{46.86 \text{ menit}}$$

$$\Delta P = 4.53 \text{ psi/menit}$$

4.3.21 Menentukan Maximum Allowable Casing Pressure

$$Max Mw = (Leak off test pressure : TVD : 0.052) + Leak off test Mud MW$$

$$Max Mw = (3074 \text{ psi} : 1995 \text{ ft} : 0.052) + 39 \text{ ppg}$$

$$Max Mw = 69.63 \text{ ppg}$$

$$MACP = (Max Mw - OMW) \times Shoe TVD \times 0.052$$

$$MACP = (68.63 \text{ ppg} - 9.40 \text{ ppg}) \times 1995 \text{ ft} \times 0.052$$

$$MACP = 6144.52 \text{ psi}$$

Dalam mengendalikan tekanan di *drill pipe* harus sambil memperhatikan tekanan di kepala *casing*, jangan sampai melebihi harga *maximum allowable casing pressure* karena jika tekanan kepala *casing* melebihi *maximum allowable casing pressure* maka akan dapat mengakibatkan formasi pecah. Perhitungan tekanan *maximum allowable casing pressure* dipengaruhi oleh tekanan rekah formasi.

4.4 PERBANDINGAN PERHITUNGAN METODE *CONCURRENT* DAN DATA AKTUAL

Dalam melakukan analisa yang semakin mendekati keberhasilan tentunya dibutuhkan sebuah pembanding untuk membuat pendekatan yang mampu digunakan untuk mendekati hasil yang efisien. Berikut adalah hasil perbandingan antara perhitungan dengan metode *concurrent* dan data aktual.

Tabel 4.3 Perbandingan Nilai Perhitungan dengan Metode *Concurrent* Dan Data Aktual.

Parameter	Data Aktual (Metode <i>Wait and Weight</i>)	Perhitungan Dengan Metode <i>Concurrent</i>
Total <i>Stroke</i>	3543 strokes	2812 strokes
Total Waktu	59.09 menit	46.86 menit
Jumlah Volume Lumpur	300 bbl	344 bbl

Maka dapat dilihat dalam table 4.3 dimana dari hasil perhitungan penanggulangan *well kick* dengan menggunakan metode *wait and weight* diperoleh bahwa, nilai perhitungan penanggulangan *well kick* dengan menggunakan metode *concurrent* tidak jauh berbeda dengan perhitungan dengan menggunakan metode *wait and weight*, hal ini terlihat dari hasil perhitungan total *stroke*, total waktu dan jumlah lumpur yang diperlukan untuk menanggulangi *kick* di sumur HE pada lapangan G.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Tinggi *kick* adalah 442.11 ft, berat jenis lumpur 3.74 ppg dan berat jenis lumpur untuk mematikan *kick* 10.60 ppg.
2. Pada saat sirkulasi *kill mud weight* untuk menanggulangi *kick* pada sumur HE dilakukan pembuatan lumpur sejumlah 700 bbl (9.40 ppg) dan untuk mematikan sumur tersebut dipompakan lumpur sejumlah 450 bbl (150% dari volume lubang) secara *slow pump rate* 60 spm dengan tekanan 1000 – 1200 psi, sehingga sumur berhenti menyembur.
3. Dari hasil yang didapatkan dari analisis dengan menggunakan metode *concurrent* dan data aktual maka dapat disimpulkan hasilnya yaitu dengan menggunakan metode *concurrent* didapatkan hasil total *stroke* pompa yang dibutuhkan untuk memompakan lumpur sebesar 2812 strokes, dengan lama pemompaan selama 46.86 menit dan jumlah lumpur yang diperlukan 344 bbl. Pada data aktual mendapatkan hasil total *stroke* pompa yang dibutuhkan untuk memompakan lumpur sebesar 3543 stroke, dengan lama pemompaan selama 60 menit dan jumlah lumpur yang diperlukan 300 bbl.

5.2 SARAN

Berdasarkan kesimpulan pada penelitian diatas, saran yang dapat diberikan kepada peneliti berikutnya adalah melakukan evaluasi penanggulangan *well kick* menggunakan metode *driller*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Mudhofir. (2003). *Teknik Pencegahan Semburan Liar Bagian 1*. Pusat Pengembangan Tenaga Perminyakan dan Gas Bumi. Cepu.
- Aberdeen Drilling School. (2002). *Well Control for The Rig-Site Drilling Team*. Aberdeen Drilling School Ltd. United Kingdom.
- Al-a'ameri, Naghham Jasim. (2015). Kick Tolerance Control During Well Drilling In Southern Iraqi Deep Wells. *Iraqi Journal of Chemical and Petroleum Engineering*. Vol.16 No.3 45-52.
- Alibasyah, Irham. (2013). Evaluasi Penanggulangan Kick Dengan Metode Bullhead Pada Sumur X Di Lapangan Y. *Seminar Nasional Teknik Perminyakan UPN "Veteran" Yogyakarta*.
- Baker Huger Inteq. (1995). *Drilling Engineering Workbook*. Texas : Author.
- Badu, Kaswir. (2007). *Well Control*. Pusat Pendidikan dan Latihan Minyak dan Gas Bumi. Cepu.
- Fertl H, Walter. (1976). *Advanced Formation Pressure*. New York : Elsevier Scientific Publishing Company.
- Fleckeinsten, W. W., & Mitchell, B.J. (1991). *Removal of a Kick With the Partition Method*. SPE/IADC 21969.
- Heidrick, T.L., Aulia, K., 1993. A Structural and Tectonic Model of The Coastal Plain Block, Central Sumatera Basin, Indonesia. *Indonesia Petroleum Assosiation, Proceeding 22th Annual Convention, Jakarta*, Vol. 1,p.285-316.
- Herianto. (2011). *Basic Drilling*. Yogyakarta : PT. Wish.
- Herianto. (2019). Analisa Well Integrity Pada Penyebab Terjadinya Kick dan Penanggulangannya Studi Kasus Sumur "TGW-001". *Seminar Nasional Informatika UPN "Veteran" Yogyakarta*.
- Jorge, H.B. (1998). *Drilling Engineering Fundamentals*. Texas : Gulf Publishing Company.
- Marbun, B.T.H., & Shidiq, A.M.I. *Esimation of Annulus Pressure Fluids Kick for Vertical Well Using Moore Method and Integrated Numerical Simulation*. SPE 164611.

- Miska, Stefan. *Computer Simulation of Reverse-Circulation Well Control For Gas Kicks*. SPE 21966
- Mitchell, Bill. (1995). *Advanced Oil Well Drilling Engineering*. Texas : The Society of Petroleum Engineers of the AIME.
- Pusdiklat Migas. (2008). *Training Manual Well Control*. Pusat Pendidikan dan Latihan Minyak dan Gas Bumi. Cepu.
- Grace, Robert D. (2003). *Blow Out and Well Control Handbook*. Gulf Professional Publishing. Paris.
- Rommetveit, R., Blyberg, A., & Lie Olsen, T. (1989). *The Effects of Operating Conditions, Reservoir Characteristics and Control Methods On Gas Kicks In Oil Based Drilling Muds*. SPE 19246.
- Rubiandini, Rudi, (2011). *Teknik Pemboran Lanjut*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Roy, Rana S. (2017). *Driller's Method vs Wait and Weight Method : One offers distinct well control advantages*. Drilling Contractor.
- Sofyan, H., Kodong, F.R., & Zulfi, M.F. (2014). Aplikasi Berbasis Android Pemilihan Metode Penanggulangan Well Kick. *Seminar Nasional Informatika UPN "Veteran" Yogyakarta*.
- Sofyan, Herry, & Sari, Rega Dian Naralia. (2013). Aplikasi Untuk Analisa Penanggulangan Well Kick. *Seminar Nasional Informatika UPN "Veteran" Yogyakarta*.
- Susilo, Joko. (2019). Simulasi Driller's Method sebagai Metode Penanganan Kick pada Operasi Pemboran Darat. *Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Migas*, 9 (2).
- Trikona Prima. (2016). *Drilling Well Control Manual*. Jakarta : Author.
- W.C. Goins Jr. & G.L. Ables. (1987). *The Causes of Shallow Gas Kicks*. SPE/IADC Drilling Conference. New Orleans.