

**EFISIENSI PERBANDINGAN *DRILLER'S METHOD*  
DENGAN *WAIT AND WEIGHT METHOD* PADA SUMUR X  
DALAM PENANGGULANGAN KICK**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan guna melengkapi syarat dalam menggapai gelar sarjana teknik*

**Oleh**

**ANGELINA OCTAVIA HUTABALIAN**

**NPM 163210304**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS ISLAM RIAU**

**PEKANBARU**

**2022**

**EFISIENSI PERBANDINGAN *DRILLER'S METHOD*  
DENGAN *WAIT AND WEIGHT METHOD* PADA SUMUR X  
DALAM PENANGGULANGAN KICK**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan guna melengkapi syarat dalam menggapai gelar sarjana teknik*

Oleh

**ANGELINA OCTAVIA HUTABALIAN**

**NPM 163210304**



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

**2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Angelina Octavia Hutabalian  
NPM : 163210304  
Program Studi : Teknik Perminyakan  
Universitas : Universitas Islam Riau

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul:

**EFISIENSI PERBANDINGAN *DRILLER'S METHOD* DENGAN *WAIT AND WEIGHT METHOD* PADA SUMUR X DALAM PENANGGULANGAN *KICK***

merupakan hasil karya saya sendiri , tidak terdapat karya atau pendapat atau diterbitkan oleh orang lain kecuali hanya untuk acuan atau kutipan sebagai tuntunan tata cara penulisan karya ilmiah yang telah lazim. Tanda tangan yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Pekanbaru, 10 Febuari 2022

Penulis



Angelina Octavia Hutabalian

NPM. 163210304

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan anugrah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “**Efisiensi Perbandingan *Driller’s Method* Dengan *Wait and Weight Method* Pada Sumur X Dalam Penanggulangan *Kick*”**. Penyusunan tugas akhir ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Islam Riau. Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa adanya pihak yang telah membantu, membimbing dan mendorong untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Maka pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng, Muslim selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
2. Bapak Idham Khalid, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan masukan dan arahan dalam penyusunan tugas akhir ini
3. Ibu Novia Rita, S.T., M.T. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan, nasihat, semangat selama menjadi perkuliahan di Teknik Perminyakan, Universitas Islam Riau.
4. Ketua dan sekretaris prodi serta dosen-dosen yang sangat membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
5. Keluarga saya, papi saya Albert Hutabalian, mami L. Siringo-ringo, abang Okto Franky Hutabalian, kakak Eva Yeni Hutabalian, dan adik Rizky Andreas Hutabalian yang selalu memberikan kasih sayang, doa, nasehat, serta kesabaran yang luar biasa dalam setiap langkah hidup saya.

6. Sahabat yang selalu mendengarkan curhatku yaitu Ester Srinawati Pandiangan, dan teman-teman seperjuangan selama perkuliahan yaitu Putri Nilam Sari, Dara Ayu Puspitasari, Rizaldi Wahyu.
7. Teman-teman angkatan 2016 terutama teman-teman petrolec yang sudah berjuang dari awal perkuliahan sampai sekarang.

Teriring doa saya, semoga Tuhan memberikan balasan atas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, 10  
Februari 2022  
Penulis



Anggita Nurhabib

## DAFTAR SINGKATAN

BTS	<i>Bit to surface time</i>
BSS	<i>Bit to surface stroke</i>
DC	<i>Drill collar</i>
DP	<i>Drill pipe</i>
FCP	<i>Final circulating pressure</i>
ICP	<i>Initial circulating pressure</i>
KMW	<i>Kill mud weight</i>
KRPP	<i>Kill rate pump pressure</i>
LOT	<i>Leak off test</i>
MACP	<i>Max allowable casing pressure</i>
MAMW	<i>Maximum allowable mud weight</i>
MD	<i>Measure Depth</i>
OMW	<i>Original mud weight</i>
POP	<i>Pump out put</i>
SCR	<i>Slow circulating rate</i>
SICP	<i>Shut in casing pressure</i>
SIDP	<i>Shut in drill pipe pressure</i>
SPM	<i>Stroke permenit</i>
TVD	<i>True vertical depth</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

## **DAFTAR LAMPIRAN**

**LAMPIRAN I. Stroke Time dan Pressure Drop**

**LAMPIRAN II. Grafik Stroke Time dan Pressure Drop**



**EFISIENSI PERBANDINGAN *DRILLER'S METHOD*  
DENGAN *WAIT AND WEIGHT METHOD* PADA SUMUR X  
DALAM PENANGGULANGAN KICK**

**ANGELINA OCTAVIA HUTABALIAN**

**163210304**

**ABSTRAK**

Dalam setiap operasi pemboran yang berlangsung, sering ditemui masalah-masalah sumur yang sering mengganggu bahkan merugikan operasi pemboran dan salah satunya adalah masalah *kick* yang terjadi pada sumur HE lapangan G. Pemboran pada sumur ini direncanakan akan dibor sampai mencapai kedalaman 5200 ft (MD), akan tetapi saat proses pemboran terjadi masalah *well kick* pada kedalaman 4392 ft yang disebabkan oleh pemboran yang menembus zona formasi bertekanan tinggi dan adanya kandungan gas yang terdapat pada formasi yang ditandai dengan munculnya gelembung-gelembung gas pada lumpur. Saat dilakukan sirkulasi *kill mud weight* penanggulangan *kick* pada sumur HE lapangan G dilakukan proses pembuatan lumpur sejumlah 700 bbl (9.40 ppg), untuk mematikan sumur tersebut dipompakan lumpur sejumlah 450 bbl (150% dari volume lubang) dan *slow pump rate* sebesar 60 spm dengan tekanan 1000 sampai dengan 1200 psi sampai sumur berhenti menyembur. Hasil yang diperoleh dari penelitian perbandingan menggunakan *driller's method* dengan *wait and weight method* maka dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode *driller's method* didapatkan hasil total *stroke* pompa yang dibutuhkan untuk memompakan lumpur sebesar 4839 *stroke* dengan lama pemompaan selama 127.53 menit, sedangkan saat menggunakan *wait and weight method* didapatkan hasil total *stroke* 2812 dengan lama pemompaan selama 93,75 menit.

**Kata Kunci :** *Kick, Driller's method, Wait and weight method, Kill Mud Weight, Slow Pump Rate*

**EFFICIENCY COMPARISON OF DRILLER'S METHOD  
WITH WAIT AND WEIGHT METHOD ON WELL X  
IN KICK PREVENTION**

**ANGELINA OCTAVIA HUTABALIAN**

**163210304**

**ABSTRACT**

In every drilling operation that takes place, well problems are often encountered which often interfere and even harm drilling operations and one of them is the *kick problem* that occurs in the HE well in field G. Drilling in this well is planned to be drilled to a depth of 5200 ft (MD). However, during the drilling process there was a *well kick problem* at a depth of 4392 ft which was caused by drilling that penetrated the high pressure formation zone and the presence of gas contained in the formation which was marked by the appearance of gas bubbles in the mud. When circulating the *kill mud weight* for *kick control* in the HE field G well, a mud production process of 700 bbl (9.40 ppg) was carried out, to turn off the well, 450 bbl (150% of the hole volume) was pumped and a *slow pump rate* of 60 spm with pressure 1000 to 1200 psi until the well stops gushing. The results obtained from the comparative study using the *driller's method* with the *wait and weight method* , it can be concluded that by using the *driller's method* , the total pump *stroke* required to pump mud is 4839 *strokes* with a pumping time of 127.53 minutes, while using the *wait and weight method* The total results obtained are 2812 *strokes* with pumping time of 93.75 minutes.

**Keywords :** *Kick, Driller's method, Wait and weight method, Kill Mud Weight, Slow Pump Rate*

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR SINGKATAN.....	iv
DAFTAR SIMBOL.....	v
DAFTAR LAMPIRAN.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    LATAR BELAKANG.....	1
1.2    TUJUAN PENELITIAN.....	2
1.3    MANFAAT PENELITIAN.....	2
1.4    BATASAN MASALAH.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1    KONSEP TEKANAN DALAM PENGENDALIAN SUMUR.....	4
2.1.1 Tekanan Formasi.....	4
2.1.2 Tekanan Hidrostatik ( <i>Hidrostatik Pressure</i> ).....	5
2.1.3 Tekanan Rekah.....	6
2.2    PENYEBAB <i>KICK</i> .....	7

2.3	TANDA-TANDA AWAL <i>KICK</i> .....	8
2.3.1	Adanya gelembung gas pada lumpur .....	8
2.3.2	Penurunan densitas lumpur .....	8
2.3.3	Kenaikan laju penetrasi secara tiba-tiba ( <i>drilling break</i> ) .....	8
2.3.4	Penurunan tekanan pompa .....	9
2.3.5	Bertambahnya volume lumpur .....	9
2.3.6	Bertambahnya berat rangkaian.....	9
2.3.7	Kenaikan <i>flow rate</i> .....	9
2.3.8	Kenaikan laju <i>stroke</i> pompa.....	10
2.3.9	Ukuran <i>cutting</i> .....	10
2.4	PENCEGAHAN <i>KICK</i> .....	10
2.5	METODE PENANGGULANGAN <i>KICK</i> .....	11
2.5.1	Metode <i>Driller</i> .....	11
2.5.2	Metode <i>Wait and Weight</i> .....	13
2.6	PERHITUNGAN PENANGGULANGAN <i>KICK</i> .....	14
2.6.1	Perhitungan Volume <i>Drill String</i> dan Total <i>Stroke</i> Pompa .....	15
2.6.2	Perhitungan Data Sumur .....	18
2.6.3	Persamaan Perhitungan Data Dengan <i>Wait &amp; Weight Method</i> .....	23
2.7	<i>STATE OF THE ART</i> .....	25
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>29</b>
3.1	METODOLOGI PENELITIAN .....	29
3.2	DIAGRAM ALIR.....	30
3.3.	TEMPAT PENELITIAN .....	31
3.4.	JADWAL PENELITIAN .....	31

3.5	STUDI LAPANGAN .....	32
3.5.1	Sejarah BOB PT. Bumi Siak Pusako – Pertamina Hulu .....	32
3.5.2	Letak Geografi BOB PT. Bumi Siak Pusako – Pertamina Hulu .....	32
3.5.3	Wilayah Operasi BOB PT. Bumi Siak Pusako – Pertamina Hulu .....	34
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>38</b>
4.1	PROFIL SUMUR DAN KRONOLOGI TERJADINYA <i>KICK</i> .....	38
4.2	PERHITUNGAN DALAM MEMATIKAN <i>WELL KICK</i> .....	39
4.2.1	Data-data yang diperlukan .....	40
4.2.2	Menghitung Tekanan Hidrostatik .....	41
4.2.3	Menghitung Tekanan Formasi .....	41
4.2.4	Menentukan Berat Jenis Lumpur Yang Digunakan Untuk Mematikan <i>Kick (Kill Mud Weight)</i> .....	42
4.2.5	Menghitung Volume <i>Drill String</i> .....	42
4.2.6	Menghitung Kapasitas <i>Annulus</i> .....	43
4.2.7	Menentukan Volume Lumpur Untuk Mencapai <i>Kill Mud Weight</i> .....	44
4.2.8	Menghitung Tinggi <i>Influx</i> .....	44
4.2.9	Menghitung Berat Jenis <i>Kick</i> .....	45
4.2.10	Rate Pemompaan.....	46
4.2.11	Menentukan <i>Initial Circulating Pressure</i> .....	46
4.1.12	Menentukan <i>Final Circulating Pressure (FCP)</i> .....	46
4.1.13	Menentukan <i>Pump Out Put</i> .....	46
4.1.14	Menentukan <i>Surface to Bit Stroke (SBT)</i> .....	47
4.1.15	Menentukan <i>Bit to Surface Stroke (BTS)</i> .....	47
4.1.15	Menentukan <i>Total Stroke One Circulation</i> .....	47

4.1.16	Menghitung Waktu Sirkulasi Lumpur .....	47
4.1.17	Total Waktu Untuk Satu Kali Sirkulasi .....	47
4.1.18	Penurunan Tekanan Per Menit .....	48
4.1.19	Penurunan Tekanan Per <i>Stroke</i> .....	48
4.1.20	Menentukan <i>Maximum Allowable Casing Pressure</i> .....	48
4.3	PERBANDINGAN PERHITUNGAN <i>DRILLER'S METHOD</i> DENGAN <i>WAIT AND WEIGHT METHOD</i> .....	49
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>50</b>
5.1	KESIMPULAN .....	50
5.2	SARAN.....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>51</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>54</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanisme <i>Driller's Method</i> .....	12
Gambar 2.2 Mekanisme <i>Wait &amp; Weight Method</i> .....	14
Gambar 3. 1 Diagram Alir penelitian ( <i>Flow Chart</i> ) .....	30
Gambar 3. 2 <i>Operation Map</i> BOB PT. BSP – Pertamina Hulu .....	33
Gambar 3. 3 Peta Lokasi & Struktur Lapangan BOB PT. BSP – Pertamina Hulu .....	34
Gambar 3. 4 <i>Well Information Zamrud Area</i> BOB PT. BSP – Pertamina Hulu .....	35
Gambar 3. 5 Peta Wilayah Kerja Zamrud Area BOB PT. BSP – Pertamina Hulu .....	35
Gambar 3. 6 <i>Well Information Pedada Area</i> BOB PT. BSP – Pertamina Hulu .....	36
Gambar 3. 7 Peta Wilayah Kerja Pedada Area BOB PT. BSP – Pertamina Hulu .....	36
Gambar 3. 8 Peta Wilayah Kerja West Area BOB PT. BSP – Pertamina Hulu .....	37
Gambar 4. 1 <i>well schematic</i> sumur HE saat terjadi <i>kick</i> .....	38

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Perbandingan metode <i>wait &amp; weight</i> dan <i>driller's Method</i> .....	29
Tabel 3.2 <i>Gantt Chart</i> .....	31
Tabel 4 .1 Data lapangan sumur HE .....	40
Tabel 4 .2 Data Asumsi Penentuan Volume Lumpur Pemberat .....	44
Tabel 4 .3 Perbandingan Nilai Perhitungan <i>Driller's Methot</i> dengan <i>Wait and Weight Method</i> .....	49



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Minyak dan gas bumi merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi dan peranan penting dalam kehidupan manusia dan dalam perekonomian Indonesia. Kegiatan pemboran merupakan suatu kegiatan yang membuktikan bahwa adanya hidrikarbon dalam bumi. Pengeboran dianggap sebagai proses utama dalam industri minyak dan gas bumi. Operasi pengeboran merupakan pekerjaan yang membutuhkan biaya yang besar atau padat modal, menggunakan teknologi tinggi dan beresiko tinggi (Pendidikan et al., n.d.). Pada setiap operasi pemboran berlangsung, tidak jarang ditemui masalah-masalah sumur yang mengganggu dan merugikan operasi pemboran. Karena hal tersebut maka perlu dilakukan perawatan pada sumur (*well service*) guna mengembalikan produksi sesuai dengan potensial yang dimiliki sumur dan mengurangi permasalahan-permasalahan yang dapat menurunkan produktivitas sumur seperti gangguan pada perforasi dan lapisan tersebut (Abdullah, 2003). Namun fakta yang terjadi pada perjalanannya, proses perawatan sumur (*well service*) sering tidak sesuai dengan yang diharapkan, masalah tersebut dapat terjadi sewaktu-waktu. Permasalahan yang harus diperhatikan dengan serius adalah permasalahan *kick*.

*Kick* adalah kondisi dimana tekanan formasi lebih besar dari pada tekanan hidrostatik lumpur atau kondisi pada saat formasi yang abnormal sehingga terjadilah *kick*. Lumpur pemboran adalah faktor yang penting dalam proses pemboran karena merupakan salah satu aspek penentu keberhasilan dari pemboran lapangan migas, selain itu kecepatan pemboran, keselamatan pemboran, efisiensi, dan biaya pemboran tergantung pada lumpur pemboran bahkan terjadinya *kick* dan *blowout* juga merupakan pengaruh dari lumpur pemboran (Rubiandini, 2010).

*Kick* ini dapat mengakibatkan tersitanya waktu operasi, aktifitas dalam rig semakin berbahaya karena adanya tekanan yang tinggi, dan kemungkinan rusaknya

peralatan. Dalam penanggulangan *kick* banyak data yang harus dicatat dan dihitung guna menganalisa *kick* yang terjadi, dan berdasarkan perhitungan tersebut biasanya dapat diambil keputusan metode yang tepat yang akan digunakan untuk menanggulangi *kick* agar tidak terjadi *blowout* (Badu, 20007) . Peristiwa *kick* dapat dilihat dari adanya beberapa indikasi, yaitu adanya penambahan volume dari lumpur di permukaan, perubahan bentuk serbuk bor, perubahan laju penetrasi pemboran, dan lainnya. Apabila tanda-tanda tersebut telah muncul pada kegiatan pemboran yang sedang berlangsung, maka dapat dipastikan telah terjadi *kick* dan harus segera dilakukan penutupan pada sumur, kemudian dilaksanakan langkah-langkah untuk mematikan sumur dengan metode yang telah disesuaikan dengan keadaan dilapangan. *Kick* dapat terjadi setiap waktu, untuk itu kita perlu memahami konsep mengenai *kick* (Aberdeen Drilling School, 2002).

## 1.2 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penulisan penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Memberikan gambaran dan penjelasan mengenai pentingnya *well control* dalam operasi pengeboran guna mencegah terjadinya *well kick* atau bahkan *blowout*.
2. Menganalisis hasil yang diperoleh dari *driller's method* dan *wait and weight method* yang digunakan dalam penanganan masalah *kick* pada sumur HE untuk pengembangan lapangan.
3. Untuk mengetahui parameter-parameter yang diperlukan untuk perhitungan dalam mematikan *kick*.

## 1.3 MANFAAT PENELITIAN

Metode penelitian tugas akhir ini meliputi:

1. Memberi wawasan penjelasan mengenai pentingnya dasar-dasar mekanisme pencegahan *well kick*.
2. Memberi penjelasan dan gambaran bagaimana pentingnya *well control* dalam operasi pengeboran untuk mencegah terjadinya *kick* bahkan terjadinya *blow out*.

3. Memberi pemahaman lebih mendalam terkait efisiensi penggunaan *driller's method* dan *wait and weight method* dalam penanggulangan masalah terjadinya *kick*.

#### **1.4 BATASAN MASALAH**

Agar penelitian tugas akhir ini lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan yang di inginkan, maka penulisan tugas akhir ini hanya akan membahas masalah penanggulangan sebelum terjadinya semburan liar (*blow out*) dan sedikit teori yang mendukung serta cara penanggulangan masalah *kick* dengan menggunakan *driller,s method* dan *wait and weight method*.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 KONSEP TEKANAN DALAM PENGENDALIAN SUMUR**

Tekanan merupakan gejala suatu alam yang terjadi pada setiap benda dipermukaan bumi ini dan merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi perencanaan *casing* pada suatu sumur (Grace, 2017). Tekanan-tekanan tersebut terbagi dari beberapa bagian, dan pada sub bab ini akan dibahas secara singkat mengenai tekanan-tekanan tersebut yang diantaranya adalah:

##### **2.1.1 Tekanan Formasi**

Tekanan formasi adalah hal yang sangat penting dalam eksplorasi ataupun eksploitasi minyak dan gas. Tekanan formasi juga dapat digunakan sebagai acuan dalam perhitungan rekayasa dan produktivitas reservoir (Pelaksana, Usaha, Minyak, Bumi, & Nasional, 2011). Tekanan formasi merupakan suatu gaya yang timbul karena adanya tekanan fluida yang terperangkap dalam formasi. Fluida tersebut diasumsikan berkesinambungan mulai dari permukaan sampai pada dasar sumur (Migas, 2008). Tekanan pada lapisan bawah akan terus bertambah seiring dengan penambahan lapisan dan tekanan di atasnya, sehingga pada setiap level formasi sampai bagian bawah sumur dapat diketahui besarnya tekanan formasi yang juga disebut sebagai tekanan reservoir (Berry, 2009).

Berdasarkan hal diatas, tekanan formasi terbagi menjadi tiga bagian yaitu:

##### **a. Tekanan Normal**

Tekanan normal merupakan besarnya tekanan yang diberikan oleh fluida yang mengisi rongga-rongga formasi secara hidrostatistik, untuk keadaan normal sama dengan tekanan fluida yang ada didalam formasi sampai ke permukaan. Tekanan formasi normal adalah tekanan yang memiliki gradien tekanan formasi antara 0.433 psi/ft sampai dengan 0.465 psi/ft.

## **b. Tekanan Abnormal**

Yang dimaksud dengan tekanan abnormal biasanya adalah tekanan formasi yang lebih besar dari yang diperhitungkan pada gradient hidrostatik yang disebabkan oleh kompaksi batuan sedimen yang berada di atasnya (Alexandri, 2016). Tekanan ini dapat merupakan salah satu penyebab terjadinya *kick* karena bila tekanan abnormal tidak dapat diidentifikasi, maka ketika pemboran memasuki daerah ini maka akan terjadi kenaikan tekanan secara tiba-tiba (Pramana, 2014). Tekanan formasi abnormal adalah tekanan yang mempunyai gradient tekanan formasi lebih besar dari 0.465 psi/ft. Formasi yang memiliki tekanan dalam golongan ini berkemungkinan besar dapat menimbulkan *kick*.

## **c. Tekanan Subnormal**

Tekanan formasi subnormal adalah tekanan yang ada di bawah tekanan normal yang memiliki gradient tekanan formasi lebih kecil dari 0.433 psi/ft. Formasi bertekanan subnormal ini sering mengalami hilangnya lumpur pemboran ke formasi (*mud loss*) (Amjad et al., 2015).

### **2.1.2 Tekanan Hidrostatik (*Hidrostatik Pressure*)**

Tekanan hidrostatik merupakan tekanan yang dipengaruhi oleh berat jenis fluida dalam suatu kolom terhadap kedalaman. Pengontrolan tekanan hidrostatik ini sangat penting untuk memperhitungkan besarnya densitas dari fluida pemboran ataupun lumpur pemboran yang berada didalam pipa bor (Wahyuni & Hendrajaya, 2016). Besarnya tekanan hidrostatik lumpur pemboran dihitung berdasarkan pada kedalaman terukur (*measured depth*), tekanan hidrostatik lumpur pemboran ini harus lebih besar dari pada tekanan pori formasi yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P_h = 0,052 \times MW \times D \quad (1)$$

Nilai 0.052 adalah nilai yang didapatkan dari hasil konversi satuan yang digunakan dalam dunia perminyakan. Untuk menghitung densitas lumpur yang digunakan, kita dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$OMW = \frac{P_h}{0,052 \times TVD} \quad (2)$$

Keterangan :

Ph	= Tekanan hidrostatik, psi
MW	= <i>Mud weight</i> , ppg
D/TVD	= Kedalaman, ft

Tekanan hidrostatik memiliki gradien tekanan, dimana pada umumnya gradien tekanan akan selalu dipengaruhi oleh kedalamannya. Semakin dalam posisi dari suatu formasi maka tekanan dan gradien tekanan juga akan semakin besar.

### 2.1.3 Tekanan Rekah

Tekanan rekah adalah tekanan formasi maksimum yang dapat ditahan pada saat formasi akan mengalami rekahan yang disebabkan oleh besarnya tekanan yang berasal dari lumpur lubang bor. Rekahan tersebut dapat menyebabkan masuknya lumpur pemboran kedalam formasi. Untuk mengantisipasi hal ini terjadi, harus diketahui nilai gradien tekanan rekah formasi tersebut (Marbun, B.T.H., & Shidiq, 2008). Gradien tekanan rekah formasi ini sangat berguna untuk menentukan kekuatan dasar selubung (*casing*) dan melakukan penyemenan untuk mencegah gangguan pada operasi pemboran yang disebabkan oleh rekahan formasi. Besarnya gradien tekanan rekah dipengaruhi oleh besarnya tekanan overburden, tekanan formasi, dan kekuatan batuan (Pelaksana et al., 2011).

Tekanan rekah dapat ditentukan dengan menggunakan prinsip *Leak Off Test*. *Leak Off Test* dapat dilakukan dengan cara memberikan tekanan sedikit-sedikit pada lumpur kedalam formasi dibawah *casings shoes* sampai lumpur tersebut merembes kedalam formasi (Filed, 2014). Persamaan untuk tekanan rekah formasi tersebut adalah sebagai berikut:

$$P_{LOT} = P_{surface} + (0,052 \times MW \times D) \quad (3)$$

Dimana :

Pfr	= Tekanan rekah formasi, psi
Psurface	= Tekanan permukaan, psi
MW	= Densitas lumpur yang digunakan pada saat <i>Leak Off Test</i> , ppg

D = kedalaman *Leak Off Test*, ft

## 2.2 PENYEBAB *KICK*

Dalam operasi proses pemboran yang aman, pengendalian *kick* wajib untuk kita ketahui. Hal tersebut diharuskan guna mencegah terjadinya semburan liar atau *blowout* yang disebabkan oleh perencanaan awal yang kurang matang maupun dari kelalaian dalam upaya penanggulangan *kick* (Lindi, 2017). Ada beberapa penyebab yang mengakibatkan *kick* pada saat operasi pemboran yaitu:

1. Penyebab *kick* yang paling sering terjadi adalah dimulai dengan kejadian *Lost Circulation*, dimana sebagian lumpur pemboran masuk kedalam formasi yang mengakibatkan kolom fluida didalam sumur turun dan akhirnya tekanan didalam sumur menjadi lebih kecil dari tekanan formasi, walaupun secara densitas equivalen lumpur yang digunakan sudah cukup berat (Novrianti, Ali Musnal, 2016).
2. Penyebab kedua adalah menembus zona abnormal, dimana tekanan yang dimiliki formasi jauh lebih besar dibandingkan lapisan sebelumnya dan melampaui tekanan hidrostatik yang dimiliki lumpur pemboran didalam lubang. Dalam kasus ini akan menjadi lebih sulit ketika zona abnormal tersebut mengandung gas.
3. Penyebab ketiga adalah terjadinya *swabbing* pada saat pipa pemboran ditarik kepermukaan, sama seperti sebuah suntikan yang sedang ditarik akan menghasilkan efek menyedot, sehingga seolah-olah tekanan hidrostatik lumpur berkurang sangat jauh, dan saat sudah lebih rendah dari tekanan formasi maka akan merangsang fluida dari formasi keluar menuju lubang sumur.

Dasar dari penyebab terjadinya *kick* adalah tekanan hidrostatik yang lebih kecil dibandingkan tekanan formasi (*underbalanced*) atau tekanan hidrostatik yang lebih besar dari pada tekanan rekah formasi

## **2.3 TANDA-TANDA AWAL *KICK***

Untuk melakukan operasi pemboran yang sukses dan aman, maka kita harus mengetahui tanda-tanda masalah yang terjadi saat proses pemboran, salah satu masalah yang sangat serius dalam proses pemboran adalah masalah *kick*. Tanda-tanda *kick* perlu diketahui agar dapat segera ditangani guna mencegah terjadinya semburan liar (*blowout*). Tanda-tanda atau indikasi terjadinya *kick* pada sumur pemboran pada saat pemboran sedang berlangsung adalah sebagai berikut:

### **2.3.1 Adanya gelembung gas pada lumpur**

Ditemukannya gelembung gas pada lumpur ini terjadi pada saat proses pemboran akan memasuki daerah lapisan *shale*, dimana gelembung-gelembung gas muncul dari lapisan *shale* yang ditembus oleh pahat bor (*bit*) dan gelembung gas tersebut banyak terdapat pada pori-pori lapisan *shale*.

### **2.3.2 Penurunan densitas lumpur**

Menurut (Astuti, Wardana, Sinaga, & Pertamina, 2019) lumpur pemboran merupakan faktor yang penting dalam pemboran, salah satu fungsi dari lumpur pemboran itu sendiri adalah untuk mengontrol tekanan formasi. Terjadinya penurunan densitas dari lumpur disebabkan oleh tercampurnya lumpur dengan fluida formasi. Dalam kondisi ini, jika setelah pengukuran densitas lumpur terdapat nilai yang lebih kecil dari pengukuran sebelumnya, maka dapat dipastikan bahwa telah terjadi *kick*.

### **2.3.3 Kenaikan laju penetrasi secara tiba-tiba (*drilling break*)**

*Drilling break* merupakan kondisi didalam proses pemboran pada saat laju penetrasi pemboran naik secara tiba-tiba tanpa sebab yang jelas yang terjadi diakibatkan karena perbedaan tekanan yang terjadi didasar sumur. Indikasi ini adalah tanda awal *kick* yang paling mudah diketahui, akan tetapi tidak semua *drilling break* menandakan adanya *kick*. bahkan *drilling break* pun dapat terjadi pada *bit* yang menembus formasi lunak atau *bit* yang menembus formasi yang rekah.



#### **2.3.4 Penurunan tekanan pompa**

Pada saat terjadinya *kick*, tekanan pompa juga dapat menurun. Hal ini disebabkan oleh penurunan tekanan hidrostatik lumpur di annulus yang telah terkontaminasi oleh fluida formasi. Keadaan ini dapat menandakan terjadinya *kick*, akan tetapi kebocoran pada sistem sirkulasi lumpur, *mud loss*, kerusakan pompa, atau kehilangan lumpur yang disebabkan masuknya lumpur ke dalam formasi juga dapat menyebabkan terjadinya penurunan tekanan pompa.

#### **2.3.5 Bertambahnya volume lumpur**

Selama proses pemboran berlangsung, lumpur pemboran harus terus disirkulasikan sampai kegiatan pemboran tersebut selesai dilakukan (Fitrianti, 2012). Bertambahnya volume pada lumpur di tangki (*mud gain*) tersebut berasal dari naiknya tekanan yang diberikan oleh formasi didasar sumur. Fluida formasi yang mendapat tekanan tinggi masuk ke dalam lubang bor dan mendorong lumpur menuju permukaan dan menyebabkan ketinggian kolom lumpur dalam tangki mengalami kenaikan. *Mud gain* adalah tanda awal yang mutlak mengindikasikan terjadinya *kick*.

#### **2.3.6 Bertambahnya berat rangkaian**

Nilai berat rangkaian pemboran berbanding terbalik dengan daya apung lumpur, dimana berat rangkaian pada operasi pemboran tergantung pada daya apung dari lumpur yang digunakan dalam pemboran. Jika daya apung lumpur menurun, maka berat dari rangkaian pemboran akan bertambah. Saat *kick* terjadi, maka *influx* akan masuk ke dalam annulus dan menurunkan densitas dari lumpur yang terdapat di dalam annulus tersebut. Dengan menurunnya densitas lumpur, maka daya apung lumpur juga akan menurun dan dapat menyebabkan bertambahnya berat rangkaian pemboran.

#### **2.3.7 Kenaikan *flow rate***

Kenaikan dari *flow rate* ini adalah kondisi rate aliran yang kembali dari dalam lubang bor dan pada *flow line* bertambah akan tetapi rate pompa tidak dinaikkan.

Keadaan tersebut disebabkan karena adanya *kick* sehingga fluida formasi mendorong lumpur dari dasar.

### **2.3.8 Kenaikan laju *stroke* pompa**

Terjadinya perubahan karakteristik lumpur pemboran menjadi penyebab dari kenaikan laju *stroke* pada pompa. Lumpur pemboran yang menjadi lebih ringan diakibatkan oleh kontaminasi lumpur dengan fluida formasi, sehingga pompa bekerja lebih ringan dan laju *stroke* pompa pun naik. Karena adanya indikasi tersebut, maka dapat diketahui bahwa telah terjadi *kick*.

### **2.3.9 Ukuran *cutting***

Pada kondisi pemboran normal, *cutting* yang naik keatas permukaan memiliki ukuran yang kecil, akan tetapi pada saat *bit* menembus formasi bertekanan tinggi, *cutting* yang terangkat kepermukaan memiliki ukuran yang jauh lebih besar dari kondisi normal. Hal ini terjadi karena *cutting* tersebut cepat terangkat kepermukaan akibat dari adanya tekanan tinggi didasar sumur. Kondisi tersebut menyebabkan *cutting* tidak tergilas oleh *bit* sehingga ukuran *cutting* tersebut masih berukuran cukup besar ketika naik kepermukaan.

## **2.4 PENCEGAHAN *KICK***

Pada saat pelaksanaan operasi pemboran, kita harus menghindari masalah-masalah yang akan menghambat jalannya proses pemboran yang salah satunya adalah terjadinya peristiwa *kick*. Dengan demikian kita sangat perlu untuk mengetahui langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam pencegahan *kick* agar dapat menjalankan proses pemboran dengan baik dan tepat waktu. Terdapat beberapa langkah-langkah yang dapat dilakukan guna mencegah terjadinya *kick*, yaitu sebagai berikut:

- a. Harus selalu menjaga karakteritik dari lumpur agar sesuai dengan yang telah direncanakan.

- b. Saat mencabut rangkaian pemboran dengan kedalaman tertentu, lubang bor harus tetap diisi dengan lumpur, hal tersebut dilakukan agar tinggi kolom lumpur tidak berkurang.
- c. Pada tangki lumpur lebih baik dilakukan pemasangan *pit level indicator* dan diberi alarm. Hal ini dilakukan guna memberi tanda apabila terjadi kenaikan permukaan lumpur didalam tangki.
- d. Saat menembus formasi yang mengandung gas, diharuskan adanya penggunaan *degasser* dan penambahan *barite* secara periodik.
- e. Pada *flow line* sebaiknya dilakukan pemasangan *flow sensor* dan diberi alarm yang akan memberi tanda apabila terjadi kenaikan aliran lumpur dari dalam lubang bor.

## **2.5 METODE PENANGGULANGAN *KICK***

Saat terjadi peristiwa *kick* pada operasi pemboran, hal yang harus dilakukan pertama adalah mengendalikan aliran sumur dengan cara menghentikan aliran tersebut, dan dalam usaha untuk mematikan aliran sumur tekanan hidrostatik harus dinaikkan agar melebihi tekanan formasi (Sofyan, H., Kodong, F.R., & Zulfi, 2014). Akan tetapi tekanan tersebut harus tetap berada dibawah tekanan rekah. Selanjutnya tekanan pada dasar lubang sumur harus dijaga tetap konstan, hal ini dilakukan agar pada saat proses mematikan sumur sedang dilakukan, fluida *kick* tidak kembali masuk kedalam lubang sumur.

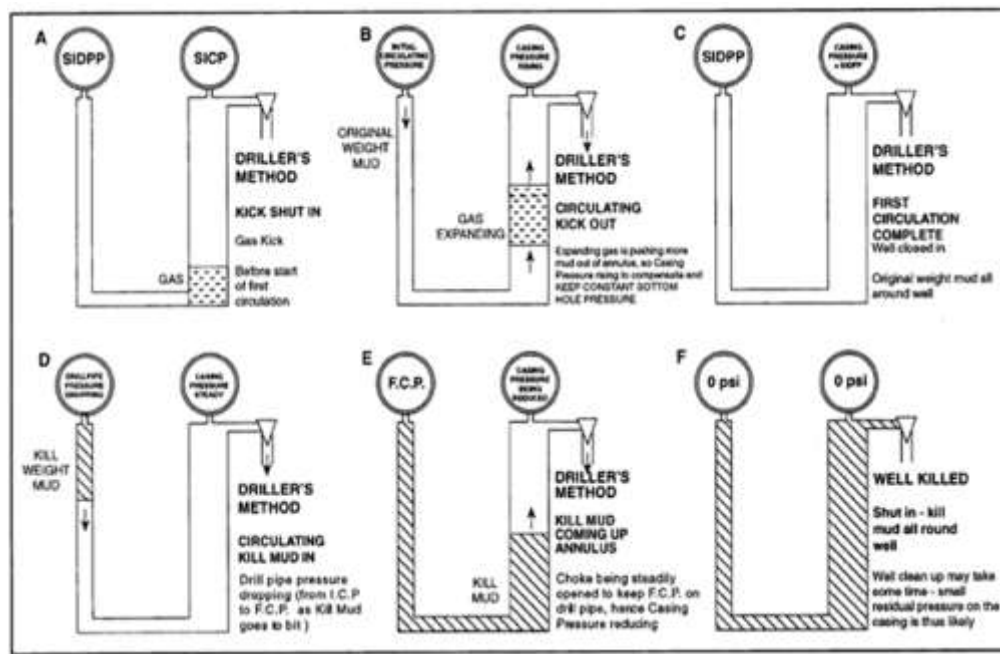
Dalam hal penanggulangan *kick* terdapat beberapa metode yang dapat digunakan, diantaranya adalah:

### **2.5.1 Metode *Driller***

Menurut (Sofyan, Dian, Sari, & Out, 2013), metode *driller* memerlukan dua kali proses sirkulasi, dimana sirkulasi yang pertama bertujuan untuk mengeluarkan fluida *kick* dengan menggunakan lumpur lama dan pada tahap sirkulasi kedua bertujuan untuk mematikan *kick* dengan menggunakan lumpur pemat (mud *kick*). Sementara waktu antara sirkulasi yang pertama dan yang kedua digunakan untuk membuat lumpur pemat (mud *kick*). metode *driller* ini juga sering disebut sebagai

“Two Circulation Method”. Prinsip pelaksanaan metode *driller* dalam mengatasi *kick* adalah sebagai berikut:

1. Sirkulasi pertama : Mengeluarkan fluida *kick* dari dalam lubang bor dengan menggunakan lumpur lama.
2. Sirkulasi kedua : Mengganti lumpur lama dengan memompakan lumpur baru yang memiliki berat jenis yang sudah ditentukan berdasarkan data yang didapatkan pada saat penutupan sumur guna mengimbangi tekanan formasi.



**Gambar 2.1** Mekanisme *Driller's Method*

pada tekanan *drill pipe* dalam metode *driller* terlihat bahwa tekanan *drill pipe* tidak turun pada tahap sirkulasi yang pertama, hal ini terjadi karena lumpur berat belum ditambahkan. Sedangkan pada sirkulasi yang kedua saat lumpur disirkulasikan, terjadi penurunan terhadap tekanan *drill pipe*. Dalam hal ini terlihat bahwa tekanan *drill pipe* harus dijaga agar tetap konstan, untuk menjaga tekanan tersebut dapat diperoleh dengan mengatur *choke*. Sementara itu cairan *kick* harus dibiarkan mengembang agar tekanan pada dasar lubang bor tidak terlalu besar, akan

tetapi pengembangan cairan *kick* ini juga berarti pengurangan volume lumpur, yang juga berarti pengurangan hidrostatis lumpur dan juga kenaikan tekanan pada *casing*.

Terdapat beberapa keuntungan dari metode *driller* tersebut, diantaranya yaitu:

1. Tidak memerlukan perhitungan yang rumit.
2. Dapat tetap dilakukan meskipun tidak tersedia *barrite* yang cukup untuk membuat *kill mud weight* sambil menunggu pengiriman *barrite*.
3. Tidak memerlukan waktu menunggu untuk membuat lumpur berat (MWD)
4. Lebih mengurangi tekanan mengejutkan saat memompakan lumpur baru karena diseluruh sistem sudah terisi lumpur lama tanpa *influx*.

Selain memiliki keuntungan, metode *driller* ini juga memiliki beberapa kerugian sebagai berikut:

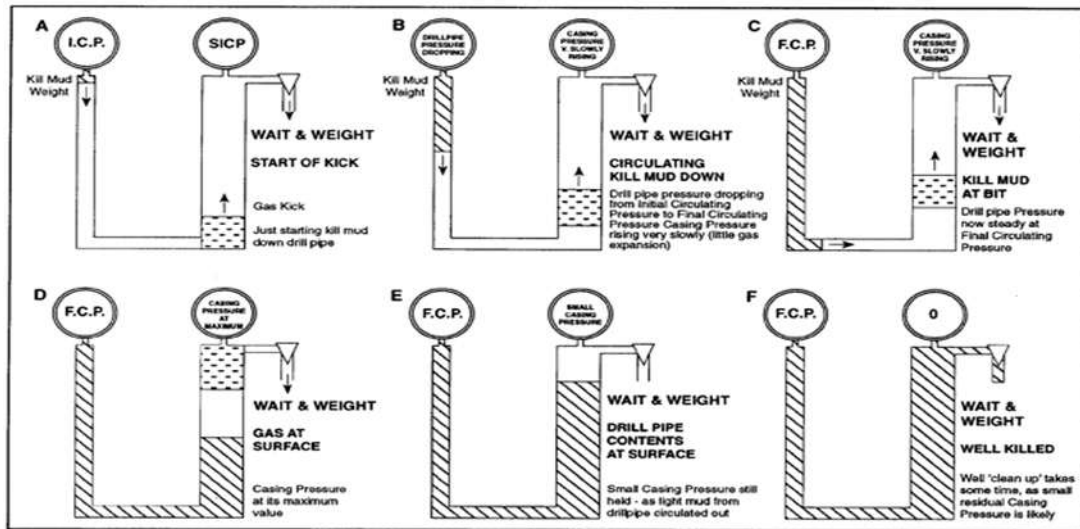
1. Membutuhkan dua kali sirkulasi sehingga waktu yang diperlukan akan lebih lama.
2. Jika penanganan yang lebih lama pada suatu kondisi tertentu maka dapat mempengaruhi ketahanan dari *preventer* dan kestabilan lubang bor.

### **2.5.2 Metode *Wait and Weight***

Metode *wait and weight* ini sering disebut dengan “*One Circulation Method*” atau “*Engineer Method*” yang intinya adalah:

1. “*Wait*” atau tunggu selama pembuatan lumpur berat.
2. Sirkulasikan cairan *kick* keluar dari lubang bor dengan lumpur berat.

Menurut (Panitia et al., 2017) perlu dicatat bahwa dalam hal ini tekanan di annulus berkurang dibandingkan dengan *driller’s method*, hal ini dikarenakan pada tahap kedua lumpur berat tersebut telah masuk kedalam annulus. Prinsip pelaksanaannya adalah dengan cara setelah penutupan sumur, dilakukan pembuatan lumpur baru yang kemudian *kick* dikeluarkan dengan lumpur baru tersebut. Metode *wait and weight* ini memerlukan waktu yang paling sedikit dan tetap menjaga tekanan dipermukaan lebih rendah dibandingkan dengan metode-metode yang lainnya.



**Gambar 2.2** Mekanisme *Wait & Weight Method*

Sama hal nya dengan metode-metode lainnya, metode *wait and weight* ini juga memiliki keuntungan dan kerugian. Keuntungan dari metode ini adalah sebagai berikut:

1. Hanya membutuhkan waktu yang lebih sedikit.
2. Hanya melakukan sekali sirkulasi yang sekaligus dengan lumpur berat.

Sementara itu kerugian dari metode ini adalah:

1. Hanya dapat dilakukan apabila waktu untuk membuat KMW tidak lama.
2. Memerlukan waktu menunggu atau “*wait*” untuk membuat lumpur berat (KMW), semakin lama pembuatan lumpur maka semakin lama waktu “*wait*” yang dapat menyebabkan semakin banyak *influx* yang masuk kedalam sumur.
3. Telah tersedianya *barrite* dilapangan dan diperlukannya peralatan dan tenaga yang cepat untuk membuat lumpur baru.

## 2.6 PERHITUNGAN PENANGGULANGAN *KICK*

Untuk upaya penanggulangan *kick* diperlukan data-data yang dapat mendukung penghentian aliran fluida formasi. Data-data tersebut diperoleh dari perhitungan yang menggunakan parameter-parameter dasar sumur dan gejala

terjadinya *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 et al., 2013). Berikut ini merupakan persamaan perhitungan yang digunakan dalam penanggulangan *kick*:

### 2.6.1 Perhitungan Volume *Drill String* dan *Total Stroke* Pompa

Penting untuk kita ketahui bahwa volume lumpur dalam lubang bor sangat diperlukan karena dapat mempengaruhi kemungkinan langkah-langkah yang akan dilakukan untuk menanggulangi *kick* (Lcm & Serbuk, 2018). Untuk mematikan sumur, volume lumpur yang akan dipompakan dihitung dengan cara menghitung *stroke* pompa, karena jumlah *stroke* penting untuk diketahui guna memompa lumpur sampai ke bit (Prima, 2016). Perhitungan volume *drill pipe*, *drill collar*, dan jumlah *stroke* *ti bit* atau jumlah *stroke* pompa sampai EOT dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

#### a. Menghitung Kapasitas *Drill Pipe*

$$C_{DP} = \frac{(ID_{DP})^2}{1029,4} \quad (4)$$

Dimana :

$ID_{DP}$  = Diameter bagian dalam *drill pipe*, Inch

1029,4= Konversi satuan dari (inch<sup>2</sup>) menjadi (bbl/ft)

#### b. Menghitung Volume *Drill Pipe*

$$V_{DP} = L_{DP} \times C_{DP} \quad (5)$$

Dimana :

$V_{DP}$  = Volume *Drill Pipe*, bbls

$L_{DP}$  = Panjang *Drill Pipe*, ft

$C_{DP}$  = Kapasitas *Drill Pipe*, bbls/ft

#### c. Menghitung Kapasitas *Drill Collar*

$$C_{DC} = \frac{(ID_{DC})^2}{1029,4} \quad (6)$$

Dimana :

$ID_{DC}$  = Diameter bagian dalam *drill collar*, Inch

**d. Menghitung Volume *Drill Collar***

$$V_{DC} = L_{DC} \times K_{DC} \quad (7)$$

Dimana :

$V_{DC}$  = Volume *drill collar*, bbl

$L_{DC}$  = Panjang *drill collar*, ft

$K_{DC}$  = Kapasitas *drill collar*, bbl/ft

**e. Kapasitas *Heavy Weight Drill Pipe (HWDP)***

$$C_{DP} = \frac{(ID_{DP})^2}{1029,4} \quad (8)$$

Dimana :

$ID_{DP}$  = Diameter bagian dalam *drill pipe*, inch

**f. Menghitung volume *Heavy Weight Drill Pipe (HWDP)***

$$V_{HWDP} = L_{HWDP} \times C_{HWDP} \quad (9)$$

Dimana :

$V_{HWDP}$  = Volume *Heavy Weight Drill Pipe (HWDP)*, bbl

$L_{HWDP}$  = Panjang *Heavy Weight Drill Pipe (HWDP)*, ft

$C_{HWDP}$  = Kapasitas *Heavy Weight Drill Pipe (HWDP)*, bbl/ft

**g. Kapasitas *Annulus Casing-DP***

$$C_{CSG-DP} = \frac{ID_{CSG}^2 - OD_{DP}^2}{1029,4} \quad (10)$$

Dimana :

$ID_{OH}$  = Diameter lubang bor pada kedalaman *open hole*, Inch

$OD_{DP}$  = Diameter bagian luar *drill pipe*, Inch

**h. Volume *Annulus Casing-Dp***

$$V_{CSG-DP} = C_{CSG-DP} \times L_{DP} \quad (11)$$



Dimana :

$C_{CSG-DP}$  = Kapasitas *annulus casing – drill pipe*, bbl/ft

$L_{DP}$  = Panjang *drill pipe*, ft

**i. Volume Annulus Lubang Sumur (*Open Hole*) – DP**

$$V_{OH-DP} = C_{OH-DP} \times L_{DP} \quad (12)$$

Dimana :

$C_{OH-DP}$  = Kapasitas *annulus open hole – drill pipe*, bbl/ft

$L_{DP}$  = Panjang *drill Pipe*, ft

**j. Volume Annulus Lubang Sumur (*Open Hole*) – DC**

$$V_{OH-DC} = C_{OH-DC} \times L_{DC} \quad (13)$$

Dimana :

$C_{OH-DC}$  = Kapasitas *annulus open hole – drill collar*, bbl/ft

$L_{DC}$  = Panjang *drill collar*, ft

**k. Volume Annulus Lubang Sumur (*Oprn Hole*) – HWDP**

$$V_{OH-HWDP} = C_{OH-HWDP} \times L_{HWDP} \quad (14)$$

Dimana :

$C_{OH-HWDP}$  = Kapasitas *annulus open hole- Heavy Weight Drill Pipe*, bbl/ft

$L_{HWDP}$  = Panjang *Heavy Weight Drill Pipe*, ft

**l. Kapasitas Annulus OH – DP**

$$C_{OH-DP} = \frac{ID_{OH}^2 - OD_{DP}^2}{1029,4} \quad (15)$$

Dimana :

$ID_{OH}$  = Diameter lubang bor pada keadaan *open hole*, Inch

$OD_{DP}$  = Diameter bagian luar *drill pipe*, Inch

**m. Kapasitas Annulus OH – DC**

$$C_{OH-DC} = \frac{ID_{OH}^2 - OD_{DC}^2}{1029,4} \quad (16)$$

Dimana :

$ID_{OH}$  = Diameter lubang bor pada kedalaman *open hole*, Inch

$OD_{DC}$  = Diameter bagian luar *drill collar*, Inch

**n. Kapasitas OH – HWDP**

$$C_{OH} = \frac{ID_{OH}^2 - OD_{HWDP}^2}{1029,4} \quad (17)$$

$ID_{OH}$  = Diameter lubang bor pada keadaan *open hole*, Inch

$OD_{HWDP}$  = Diameter bagian luar *Heavy Weight Drill Pipe* (HWDP), Inch

**o. Volume Total Lubang Bor**

$$\begin{aligned} V_{Total} &= V_{Drill\ string} + V_{Annulus} \\ &= (V_{DP} + V_{HWDP} + V_{DC}) + (V_{CSG-DP} + V_{OH-DP} + \\ &\quad (18) \\ &\quad V_{OH-HWDP} + V_{OH-DC}) \end{aligned}$$

Dimana :

$V_{Drill\ string}$  = Volume keseluruhan bagian dari dalam rangkaian bor, bbl

$V_{HWDP}$  = Volume *heavy weight drill pipe* (HWDP), bbl

$V_{DC}$  = Volume *drill collar*, bbl

$V_{CSG-DP}$  = Volume annulus *casing - drill pipe*, bbl

$V_{OH-DP}$  = Volume annulus *open hole – drill pipe*, bbl

$V_{OH-HWDP}$  = Volume *heavy weight drill pipe* (HWDP), bbl

$V_{OH-DC}$  = Volume *drill collar*, bbl

**2.6.2 Perhitungan Data Sumur**

Saat terjadi peristiwa *kick*, terdapat beberapa data sumur yang mengindikasikan *kick*. data-data tersebut sangat penting guna mendukung dalam

penentuan lumpur dengan karakteristik yang sesuai untuk digunakan. Berikut persamaan parameter-parameter sumur yang dapat digunakan:

**a. Tekanan Pada Formasi**

$$P_f = \text{SIDPP} + P_{h_{awal}} \quad (19)$$

Dimana :

$\text{SIDPP}$  = *Shut in drill pipe pressure*, psi

$P_{h_{awal}}$  = Tekanan hidrostatik lumpur awal, psi

**b. Tekanan Hidrostatik lumpur awal**

$$P_{h_{awal}} = 0,052 \times \text{TDV} \times \text{MW}_{awal} \quad (20)$$

Dimana :

$\text{TDV}$  = Kedalaman total sumur secara vertikal, ft

$\text{MW}_{awal}$  = Densitas lumpur awal, ppg

**c. Tekanan Rekah Pada Formasi Berdasarkan *Leak Off Test***

$$P_{Fract} = P_{surface_{LOT}} + P_{h_{LOT}} \quad (21)$$

Dimana :

$P_{surface_{LOT}}$  = Tekanan pada permukaan saat *leak off test*, psi

$P_{h_{LOT}}$  = Tekanan hidrostatik lumpur yang digunakan dalam *leak off test*, psi

**d. Densitas Ekuivalen Lumpur Berdasarkan Tekanan Formasi Saat *Leak Off Test***

$$\text{EMW}_{LOT} = \frac{P_{fract}}{0,052 \times \text{TDV}_{LOT}} \quad (22)$$

Dimana :

$P_{fract}$  = Tekanan rekah formasi berdasarkan *leak off Test*, psi

$\text{TDV}_{LOT}$  = Kedalaman vertikal saat *leak off test*, ft

**e. Gradien Tekanan Rekah**

$$\text{Grf} = \text{EMW}_{LOT} \times 0,052 \quad (23)$$

Dimana :

$EMW_{LOT}$  = Densitas ekuivalen lumpur berdasarkan formasi saat *leak off test*, ppg

**f. Tekanan Rekah Formasi yang Mengalami *Kick*.**

$$P_{fract} = Grf \times Depth_{kick} \quad (24)$$

Dimana :

Grf = Gradien tekanan rekah formasi, psi/ft

$Depth_{kick}$  = Kedalaman vertikal saat terjadi *kick*, ft

**g. Densitas Ekuivalen Lumpur Berdasarkan Tekanan Formasi saat Terjadi *Kick***

$$EMW_{kick} = \frac{P_{fract}}{0,052 \times TDV_{kick}} \quad (25)$$

Dimana :

$P_{fract}$  = Tekanan rekah formasi berdasarkan *leak off test*, psi

$TDV_{kick}$  = Kedalaman vertikal pada saat *leak off test*, ft

**h. Tekanan Maksimal *Casing***

$$MACP = Casing\ Burst \times 0,7 \quad (26)$$

Dimana :

*Casing Burst* = Tekanan rekah formasi berdasarkan *leak off test*, psi

**i. Densitas lumpur yang digunakan untuk mengatasi *kick***

$$KMW = \frac{SIDPP}{0,052 \times Depth_{kick}} + OMW \quad (27)$$

Dimana :

SIDPP = *Shut in drill pipe pressure*, psi

OMW = Densitas lumpur awal, ppg

$Depth_{kick}$  = Kedalaman vertikal saat *leak off test*, ft

**j. Debit alir pompa saat *Slow Circulating Pump* (SCR)**

$$Q_{slow} = 0,5 \times Q \quad (28)$$

Dimana :

Q = Kemampuan pompa untuk mengalirkan fluida,  
bbl/menit

**k. Tekanan pompa saat *Slow Circulating Pump* (SCR)**

$$P_{slow} = Pump\ Pressure \times \left(\frac{Q_{slow}}{Q}\right)^{1,86} \quad (29)$$

Dimana :

$Q_{slow}$  = Kemampuan pompa mengalirkan fluida saat *slow circulating pump* (SCR), bbl/menit

**l. Tekanan sirkulasi awal (*Initial Circulating Pressure*)**

$$ICP = SIDPP + P_{slow} \quad (30)$$

Dimana :

$P_{slow}$  = Tekanan pompa saat SCR, bpm

**m. Tekanan sirkulasi akhir**

$$FCP = \frac{P_{slow} \times KMW}{OMW} \quad (31)$$

Dimana :

KMW = Densitas lumpur yang digunakan untuk mengatasi  
*kick*, ppg

OMW = Densitas lumpur awal, ppg

**n. Volume total lumpur**

$$V_{Total\ lumpur} = V_{pit} + V_{well} \quad (32)$$

Dimana :

$V_{pit}$  = Volume lumpur didalam pit, bbl

$V_{well}$  = Volume lumpur didalam sumur, bbl

**o. Barite rate untuk mencapai KMW**

$$\text{Barite rate} = \frac{(\text{KMW} - \text{OMW}) \times 14,4}{(35 - \text{KMW})} \quad (33)$$

Dimana :

KMW = Densitas lumpur yang digunakan untuk mengatasi  
*kick*, ppg

OMW = Densitas lumpur awal, ppg

**p. Total barite yang digunakan**

$$\text{Total Barite} = V_{mud} \times \text{Barite rate} \quad (34)$$

Dimana :

$V_{mud}$  = Volume lumpur, bbl

$\text{Barite rate}$  = Rate pencampuran *barite* kedalam lumpur guna  
mencapai KMW, sak/bbl

**q. Total waktu untuk pencampuran barite dengan lumpur**

$$\text{Mixing time} = \frac{\text{Total sak barite}}{\text{Rate mix mud}} \quad (35)$$

Dimana :

$\text{Rate mix mud}$  = Rate pencampuran *barite* kedalam lumpur,  
sk/menit

**r. Jumlah stroke untuk sirkulasi dari bit kepermukaan**

$$\text{SBTS} = \frac{V_{annulus}}{\text{pump output}} \quad (36)$$

Dimana :

$V_{annulus}$  = Volume annulus rangkaian bor, bbl

$\text{pump output}$  = Kapasitas pompa, bbl/stroke

**s. Jumlah waktu sirkulasi dari bit kepermukaan**

$$\text{SSTB} = \frac{V_{annulus}}{Q_{slow}} \quad (37)$$

**t. Jumlah *stroke* untuk sirkulasi dari bit kepermukaan**

$$SSTB = \frac{V_{annulus}}{pump\ output} \quad (38)$$

**u. Jumlah waktu sirkulasi dari bit kepermukaan**

$$TSTB = \frac{V_{DS}}{Q_{slow}} \quad (39)$$

Dimana :

$V_{DS}$  = Volume bagian dalam rangkaian bor, bbl

$Q_{slow}$  = Kemampuan pompa mengalirkan fluida saar *slow circulating pump* (SCR), bbl/menit

**v. Total waktu satu sirkulasi**

$$Total\ time = TSTB + TBTS \quad (40)$$

Dimana :

TSTB = Total waktu sirkulasi dari permukaan ke bit, menit

TBTS = Total waktu sirkulasi dari bit kepermukaan, menit

### 2.6.3 Persamaan Perhitungan Data Dengan *Wait & Weight Method*

Persamaan-persamaan berikut merupakan persamaan yang digunakan dalam penanggulangan *kick* dengan metode menunggu & memperberat (*wait & weight method*):

**a. Total *stroke* dalam metode *wait & weight***

$$Total\ stroke\ (wait\ \&\ weight) = SSTB + SBTS \quad (41)$$

Dimana :

SSTB = Jumlah *stroke* untuk sirkulasi dari permukaan ke bit, menit

SBTS = Jumlah *stroke* untuk sirkulasi dari bit kepermukaan, menit

**b. Total waktu dalam metode *wait & weight***

$$Total\ time\ (wait\ \&\ weight) = (TSTB + TBTS) + mixing\ tim \quad (42)$$

Dimana :

TSTB = Jumlah waktu sirkulasi dari permukaan ke bit, menit

TBTS = Jumlah waktu sirkulasi dari bit ke permukaan, menit

*Mix time* = Total waktu yang digunakan dalam pencampuran barite dengan lumpur.

**c. Total biaya metode *wait & weight***

$$\text{Total cost} = \text{Total time} + \text{drilling cost} \quad (43)$$

Dimana :

*Drilling cost* = Biaya pemboran, USD/day

**2.6.4 Persamaan Perhitungan Data Dalam Metode *Driller (Driller's Method)***

Berikut ini merupakan persamaan yang digunakan dalam penanggulangan *kick* dengan metode *driller*:

**a. Total *stroke* pada metode *driller***

$$\text{Total stroke} = \text{SBTS} + (\text{SSTB} + \text{SBTS}) \quad (44)$$

Dimana :

SBTS = Jumlah *stroke* sirkulasi dari bit ke permukaan.

SSTB = Jumlah *stroke* sirkulasi dari permukaan ke bit.

**b. Total waktu**

$$\text{Total time} = \text{TBTS} + (\text{TSTB} + \text{TBTS}) + \text{mix time} \quad (45)$$

Dimana :

TBTS = Jumlah waktu sirkulasi dari bit ke permukaan, menit

TSTB = Jumlah waktu sirkulasi dari permukaan ke bit, menit

*Mix time* = Total waktu yang digunakan untuk pencampuran barite dengan lumpur.



**c. Total biaya pada metode *driller***

$$\text{Total cost} = \text{Total time (driller)} + \text{Drilling cost} \quad (46)$$

Dimana :

*Total Time (driller)* = Jumlah waktu dalam metode *driller*, day

*Drilling Cost* = Biaya sewa *rig*, USD/day

## **2.7 STATE OF THE ART**

Pada penelitian terdahulu (Susilo, n.d.) yang berjudul “**Simulasi *Driller’s Method* Sebagai Penanganan *Kick* pada Operasi Pemboran Darat**” dimana pada penelitian tersebut dikemukakan bahwa Penanganan masalah-masalah pemboran sangat bergantung pada kompetensi pelaku operasi pengeboran, oleh karenanya pengetahuan yang benar dan tepat sangatlah diperlukan. Masalah pemboran yang paling perlu diperhatikan dan ditangani dengan benar adalah "*Kick*", masalah ini jika tidak bisa ditangani akan berakibat masalah yang lebih besar yaitu "*Blowout*". Pada pembahasan ini, penulis mencoba memberi pengetahuan mengenai salah satu metode yang digunakan dalam mengatasi masalah *kick* yaitu *Driller’s Method*.

Tujuan dari kedalaman tertentu sesuai hasil studi dan pembahasan ini adalah evaluasi kondisi bawah tanah dari data seismik. Memberikan pengetahuan mengenai Pada saat operasi pemboran dilakukan akan prosedur penanganan *kick* dengan *driller’s* dijumpai masalah-masalah, masalah yang harus diperhatikan adalah masalah *kick*. Sirkulasi pertama bertujuan untuk mengeluarkan fluida *kick* dengan 2, dasar teori menggunakan lumpur lama dan pada tahap 2.1 penyebab terjadinya *Kick* sirkulasi kedua bertujuan untuk mematikan Masalah pemboran yang paling perlu dengan menggunakan lumpur baru (*Kill* diperhatikan dan ditangani dengan benar *Mud*). Waktu antara sirkulasi yang pertama dan adalah "*Kick*", masalah ini jika tidak bisa yang kedua digunakan untuk membuat lumpur ditangani akan berakibat masalah yang lebih baru (*Kill Mud*) besar yaitu "*Blowout*"

Prinsip mengakibatkan *kick* pada saat operasi pelaksanaan dari *Driller’s method* dalam pemboran. Penyebab *kick* yang paling sering mengatasi *wellkick* adalah

sebagai berikut : terjadi adalah dimulai dengan kejadian *lost*. Sirkulasi pertama mengeluarkan fluida sirkulasi, yaitu masuknya sebagian lumpur *kick* dari dalam lubang bor dengan lumpur pemboran ke dalam formasi yang lama. mengakibatkan kolom fluida di dalam sumur. Sirkulasi kedua mengganti lumpur lama turun dan akhirnya tekanan di dalam sumur dengan lumpur baru yang berat jenisnya menjadi lebih kecil dari tekanan formasi, sudah ditentukan berdasarkan dari data walaupun secara densitas ekuivalen lumpur yang didapat pada saat penutupan sumur, yang dipakai sudah cukup berat. untuk mengimbangi tekanan formasi. Penyebab kedua adalah menembus zona pada grafik tekanan *drillpipe* pada metode abnormal, dimana tekanan yang dimiliki *driller*, Terlihat bahwa tekanan formasi jauh lebih besar dari lapisan *drillpipe* tidak turun pada tahap sirkulasi sebelumnya dan melampaui tekanan pertama karena lumpur berat belum hidrostatik.

Kasus ini akan menjadi pertambahan terjadi penurunan tekanan *drillpipe* karena sulit ketika zona abnormal tersebut telah disirkulasikan lumpur berat. Studi pustaka Majalah Ilmiah Swara Patra 20 dilakukan dengan cara mengumpulkan Tekanan *drillpipe* yang dijaga ini dikenal literatur dan mengolah data dan informasi dari berbagai literatur tersebut. Besaran ICP Simulator untuk menggambarkan secara rinci adalah gabungan antara tekanan SIDPP dan mengenai proses penanganan *kick* dengan tekanan pompa pada kecepatan pompa yang menggunakan *Driller's Method*. digunakan (KRP). Sumur ditutup setelah berada pada *Kill Rate Speed* sampai fluida *kick* terjadi *kick* dan dicatat SIDPP, SICP, serta disirkulasikan keluar dari lubang sumur. Umumnya dinamakan mengenai penanganan *kick* menggunakan *kick expands*, yang akan mendesak lumpur *Driller's Method*. dan menjadikan kehilangan tekanan *Kill Rate Pressure Speed* sebesar 50 spm hidrostatik, yang akan diimbangi oleh *Kill Rate Pressure* sebesar 200 psi kenaikan tekanan *casing*. Perubahan yang besarnya kurang untuk menjaga tekanan *bottom hole*, untuk dari 50 psi biasanya tidak dipertimbangkan.

Dan pada penelitian terdahulu yang berjudul “**Aplikasi Untuk Analisa Metode Penanggulangan *Well Kick***” dimana pada penelitian tersebut dikemukakan

bahwa Dengan melaksanakan perawatan sumur (*well service*), permasalahan-permasalahan yang bisa menurunkan produktivitas sumur seperti kemacetan-kemacetan pada peralatan-peralatan yang tidak berfungsi serta gangguan pada perforasi dan lapisan tersebut, sumur akan diatasi dengan baik dengan baik.

Permasalahan yang harus diperhatikan dengan serius adalah permasalahan *kick*, di mana fluida yang tidak diinginkan masuk ke dalam sumur. Metode sirkulasi (*Reverse Circulation*) sering digunakan pada perawatan sumur (*well service*) terutama ketika *kick* terjadi pada saat *X-tree* masih terpasang. metode sirkulasi (*Reverse Circulation*) ini mudah dilakukan, oleh karenanya sering dipakai pada perawatan sumur (*well service*). Dengan memiliki pengetahuan tentang Metode sirkulasi (*Reverse Circulation*) yang digunakan pada perawatan sumur (*well service*) diharapkan pembaca memndapatkan dasar-dasar dalam menangani masalah *kick* yang terjadi.

Dalam tulisan ini, penulis membahas tentang penggunaan metode *reverse circulation* dalam menangani masalah *kick* pada perawatan sumur (*Well Service*). Ketika *reverse circulation*, sebagian besar tekanan pompa berada pada *annulus* saat sirkulasi dilakukan. Dalam pengeboran, formasi yang lemah mungkin tidak tahan terhadap penambahan tekanan. Dalam operasi perawatan sumur, casing yang lemah atau buruk dapat *fail*, atau jika *rate* pompa tinggi (menghasilkan tekanan tinggi) diberikan, *tubing* yang lemah dapat *collapse* karena adanya perbedaan tekanan. Perbedaannya tidak ada laju sirkulasi atau tekanan yang ditentukan sebelumnya.

Kecepatan pemompaan harus dinaikkan, tekanan *bottom hole* distabilkan dan tekanan sirkulasi ditetapkan. Mengganti penggunaan *back pressure* atau *choke pressure* dari casing, *back pressure* diberikan dari, dan *choke* dijalankan dari tabung. Dalam keadaan ini, perkiraan hidrostatis *gain* dalam *tubing* dapat dihitung, dan tekanan *choke* diturunkan sejumlah perhitungan tersebut. *Tubing pressure* dicatat selama sirkulasi normal, dan sampai sirkulasi melalui *chokeline*.

SCR diukur pada tiap interval kedalaman, pada saat perubahan sifat lumpur (densitas, viskositas), setelah perbaikan menyeluruh atau modifikasi pada sistem sirkulasi bertekanan tinggi, dll. Pengukuran ini dilakukan saat bersirkulasikan dengan laju sirkulasi konstan dan lambat, dan disesuaikan dengan kisaran kecil dari kemungkinan laju pembunuhan yang telah ditentukan sebelumnya (Susilo, 2020). Pertimbangan-Pertimbangan pada *reverse circulating*, *reverse circulating* memiliki beberapa perbedaan dengan penanganan *kick* menggunakan *forward circulation* (*Driller's & Engineer's Methods*) yang harus dipertimbangkan. Prosedur *reverse circulation* menimbulkan efek *frictional pressure* di dalam *tubing* tetapi *friction* di *annulus* diabaikan, seperti yang terjadi pada metode *forward circulating*. Untuk menjelaskan hal ini, saat memulai sirkulasi, *casing pressure* harus ditambah faktor keamanan yang cukup untuk mengimbangi kehilangan tekanan pada *annulus* tetapi tidak menyebabkan hilang sirkulasi (Pemakaian, Pada, & Intervalcasing, 2015). Faktor keamanan yang lebih besar diperlukan ketika sirkulasi pada pipa yang memiliki *Outside Diameter* (OD) besar, seperti *packer*, untuk mengimbangi penambahan *annular friction*.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

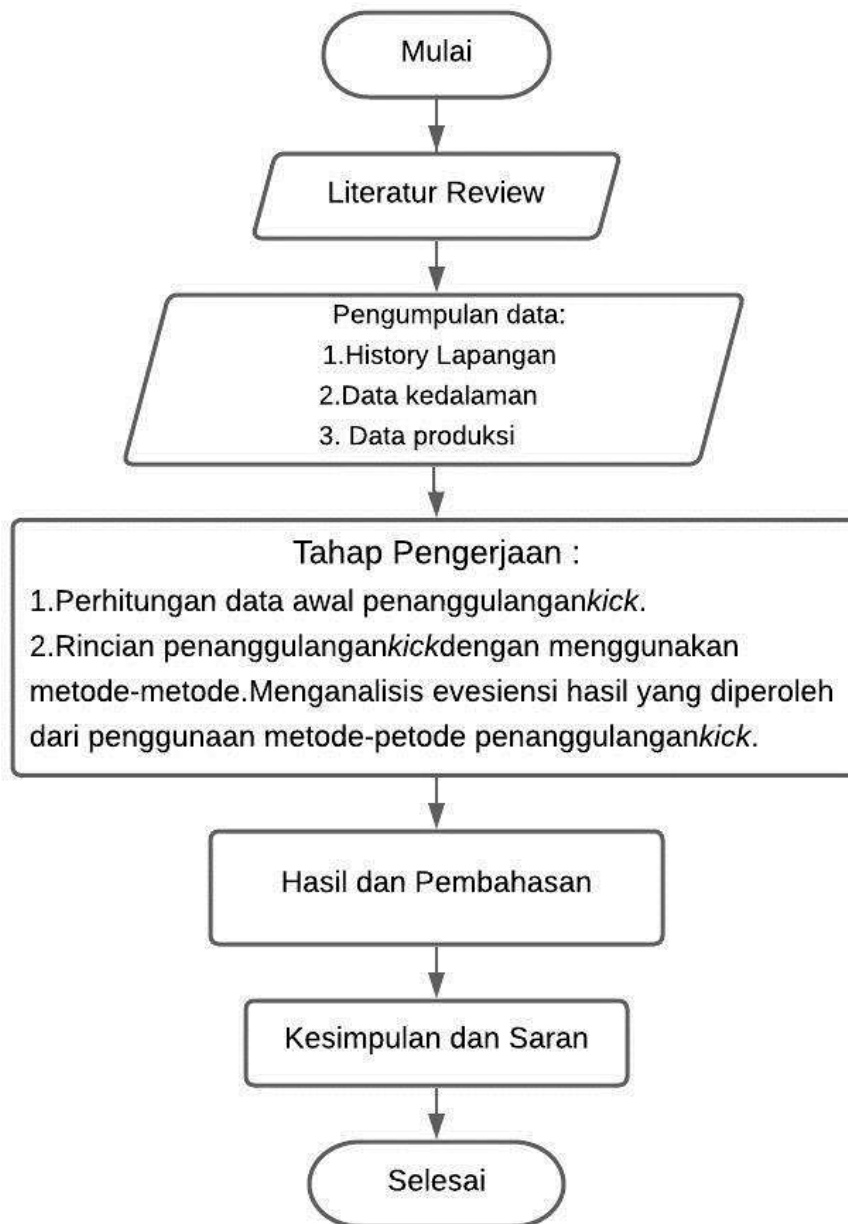
#### 3.1 METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan mengetahui besaran parameter pada pemboran, *leak of test*, dan analisa terhadap *shut in casing pressure* dan pompa (seperti kapasitas pompa, *stroke per minute*, *stand pump pressure*, panjang *stroke*, diameter pompa, dan *output* pompa). Kemudian dilakukan analisa tanda-tanda dan penyebab terjadinya *kick*, analisa pencegahan, dan perhitungan penanggulangan *kick*. metode penanggulangan *kick* pada penelitian ini menggunakan metode *wait and weight (engineer method)*, metode *driller*, dan metode *concurrent*. Metode-metode tersebut digunakan pada penelitian ini guna mengetahui metode mana yang lebih efisien dalam penanggulangan *kick* pada lapangan baik dari segi waktu maupun biaya yang dibutuhkan.

**Tabel 3.1** Perbandingan metode *wait & weight* dan *driller's Method*

Metode Menunggu & Memperberat ( <i>Wait &amp; Weight Method</i> )	Metode <i>Driller (Driller's Method)</i>
Dilakukan dengan 1 sirkulasi	Dilakukan dengan 2 sirkulasi
Membutuhkan waktu lebih singkat	Membutuhkan waktu relatif lebih lama
Memungkinkan terjadinya migrasi gas	Tidak memungkinkan terjadi migrasi gas
Perhitungan yang lebih rumit	Perhitungan sederhana
Tekanan permukaan dan sumur lebih kecil	Tekanan permukaan dan sumur lebih besar

### 3.2 DIAGRAM ALIR



**Gambar 3. 1** Diagram Alir penelitian (*Flow Chart*)

### 3.3. TEMPAT PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di BOB PT Bumi Siak Pusako – Pertamina Hulu, dan disesuaikan dengan materi yang akan diperoleh nantinya.

### 3.4. JADWAL PENELITIAN

Penelitian dilakukan kurang lebih dalam jangka waktu selama 6 bulan yang terhitung dari bulan oktober 2021 dengan perincian kegiatan yang dapat dilihat pada *gantt chart* pada tabel berikut:

**Tabel 3.2** *Gantt Chart*

No	Kegiatan	Waktu Pelaksanaan															
		Oktober 2021				Desember 2021				Januari 2022				April 2022			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur		■	■													
2	Pengumpulan Data				■	■											
3	Pengolahan Data						■	■									
4	Perhitungan Data								■	■	■						
5	Hasil											■	■	■	■	■	■

### **3.5 STUDI LAPANGAN**

#### **3.5.1 Sejarah BOB PT. Bumi Siak Pusako – Pertamina Hulu**

Badan Operasi Bersama PT. Bumi Siak Pusako - Pertamina Hulu terletak di Kabupaten Siak, Riau. Terdapat 26 lapangan produksi dan terbagi dalam 3 (tiga) area, yaitu: *Zamrud Area*, *Pedada Area*, dan *West Area* di wilayah kerjanya.

Badan Operasi Bersama PT. Bumi Siak Pusako - Pertamina Hulu merupakan peninggalan sekaligus warisan dari PT. Caltex Pacific Indonesia, yang sejarahnya dimulai pada tahun 1971 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 (BOB) PT. Bumi Siak Pusako (BSP) - 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 (BSP) dan PT. Pertamina Hulu dari pemerintah Republik Indonesia melalui BPMIGAS selaku badan resmi pemerintah dalam pengawasan usaha MIGAS di Indonesia. Penandatanganan Kontrak Kerja Sama (KKS) untuk pengelolaan Blok CPP dilaksanakan di Jakarta pada tanggal 6 Agustus 2002.

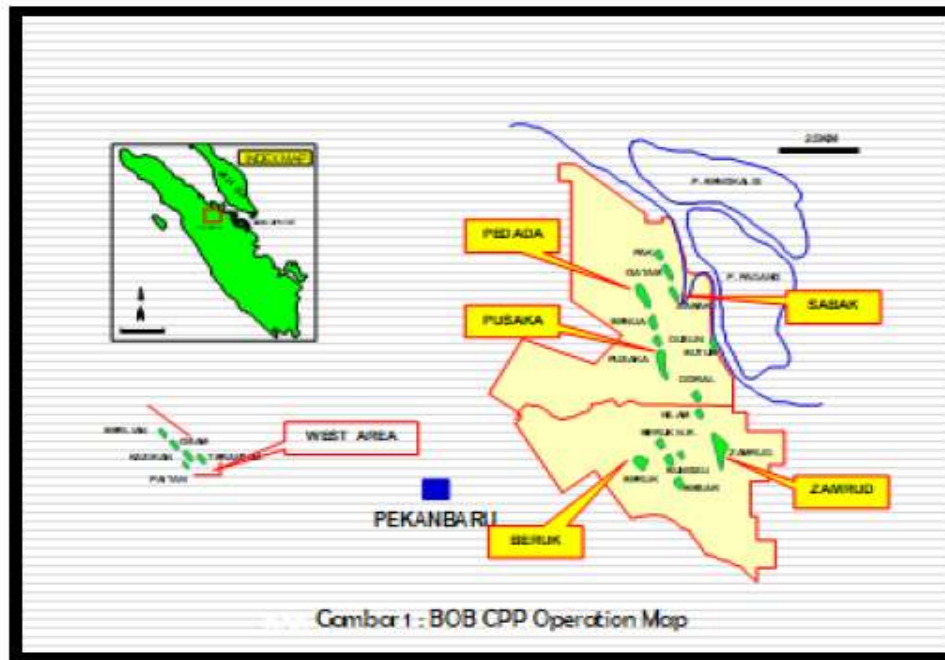
BOB PT. Bumi Siak Pusako – Pertamina Hulu mulai mengambil alih dan memproduksi sendiri sejak tanggal 19 Agustus 2002 yang sebelumnya di kelola oleh PT. Caltex Pacific Indonesia (PT.CPI).

#### **3.5.2 Letak Geografi BOB PT. Bumi Siak Pusako – Pertamina Hulu**

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 km<sup>2</sup> terletak di propinsi Riau yang tercakup dalam Kabupaten Siak, Bengkalis, Kampar dan Rokan

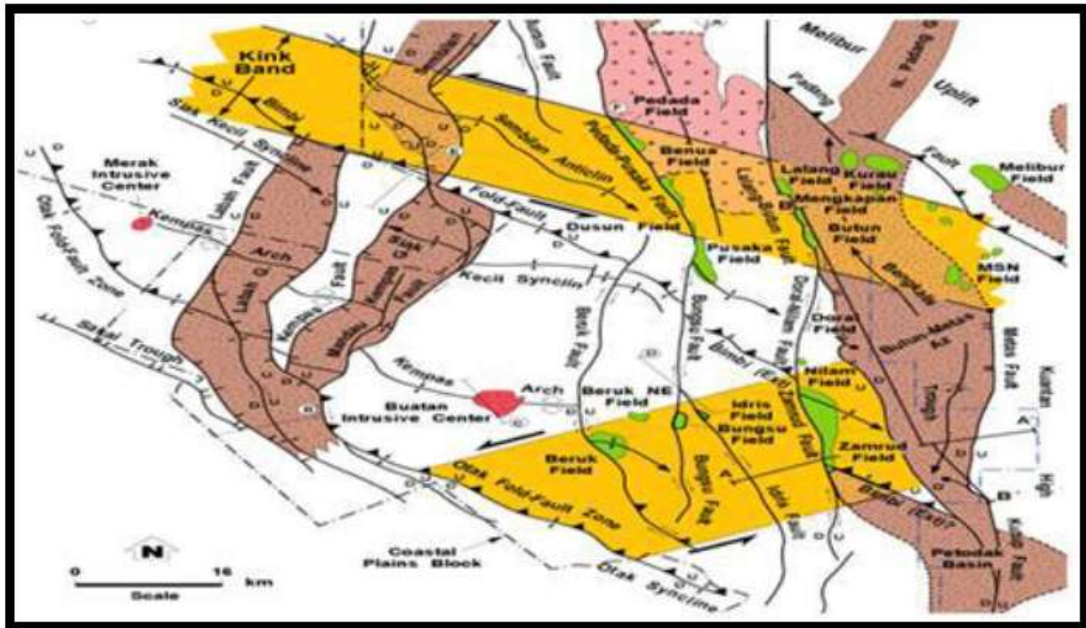


Hulu. Lokasi-lokasi area produksi BOB PT. Bumi Siak Pusako-Pertamina Hulu digambarkan dalam gambar berikut ini.



**Gambar 3. 2 Operation Map 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*). Peta lokasi area BOB PT. Bumi Siak Pusako - Pertamina Hulu secara luas dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3. 3 Peta Lokasi & Struktur Lapangan BOB PT. BSP – Pertamina Hulu

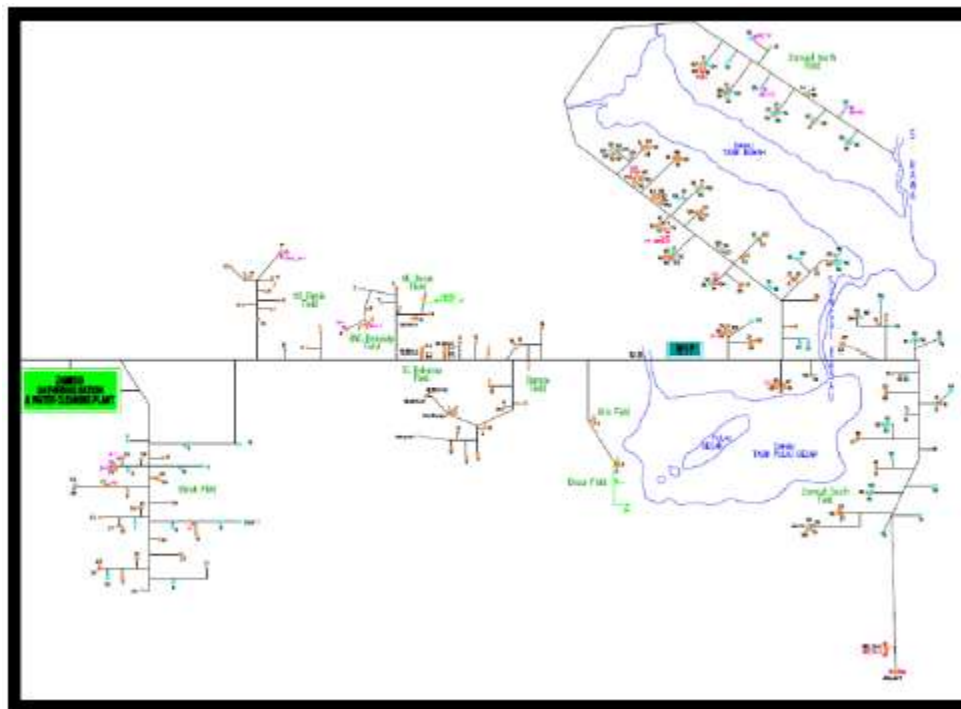
### 3.5.3 Wilayah Operasi BOB PT. Bumi Siak Pusako – Pertamina Hulu

#### 3.5.3.1 Zamrud Area

*Zamrud area* memiliki 175, dimana kebanyakan sumur pada *zamrud area* adalah sumur *directional*. *Directional drilling* yang dilakukan untuk mencapai *payzone* pada *zamrud area* rata-rata berjenis J-Type. *Target Depth* di wilayah ini termasuk dalam, yaitu antara 2000 ft hingga 3000 ft MD. Zona target area ini sama seperti di *pedada area*, yaitu terdapat pada formasi Bekasap. Pengeboran pada *zamrud area* menggunakan metode *Directional Drilling* karena *zamrud area* termasuk kedalam kawasan hutan lindung dan suaka margasatwa. Oleh karena hal tersebut, sulit untuk mendapatkan perizinan pembebasan lahan, sehingga *horizontal drilling* dan *directional drilling* adalah salah satu jalan untuk mendapatkan zona target hidrokarbon.

Well Information	
• Total Well	: 175 wells
• Well Production	: 120 wells
• Well Injector	: 49 wells
• Disposal	: 4 wells
• Dry hole	: 2 wells ( 1 P&A, 1 Suspended )
• Well Type	: Vertical , Directional & Horizontal
• Well Spacing	: Avg. 244 m

Gambar 3. 4 *Well Information Zamrud Area* BOB PT. BSP – Pertamina Hulu



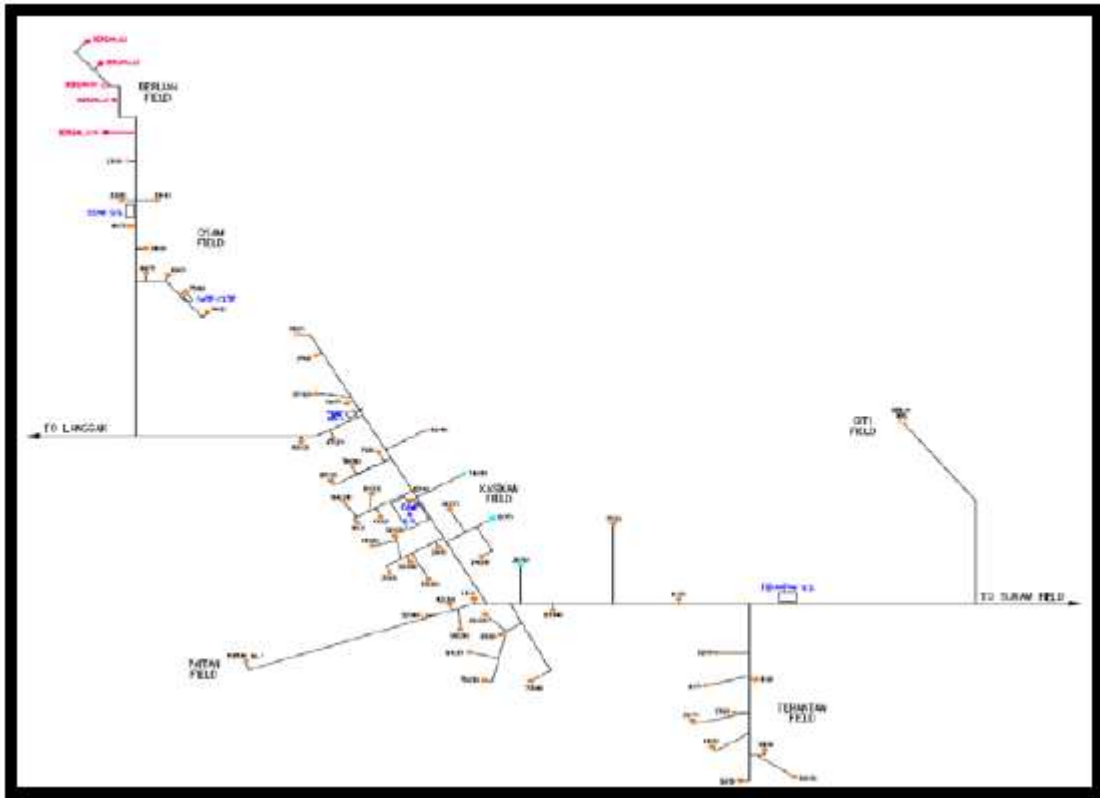
Gambar 3. 5 Peta Wilayah Kerja Zamrud Area BOB PT. BSP – Pertamina Hulu

### 3.4.3.2 Pedada Area

*Pedada area* memiliki 157. Sumur *vertical* banyak dijumpai pada *pedada area*, dimana area ini adalah sumur–sumur yang dangkal. *Target Depth* di *pedada area* berkisar antara 600 ft hingga 800 ft MD. *Payzone pedada area* terdapat pada formasi Bekasap, karena mayoritas *sandstone* ada pada zona Bekasap.



area juga dalam, yaitu sekitar 2000 ft hingga 4000 ft MD. Dan zona target pada daerah ini juga sama seperti *pedada area* dan *zamrud area*, yaitu ada pada formasi Bekasap.



**Gambar 3. 8 Peta Wilayah Kerja West Area BOB PT. BSP – Pertamina Hulu**

produksi atau *cummulative production* BOB PT. Bumi Siak Pusako - Pertamina Hulu dari tiga area tersebut fluktuatif, yaitu berkisar 13000-16000 BOPD

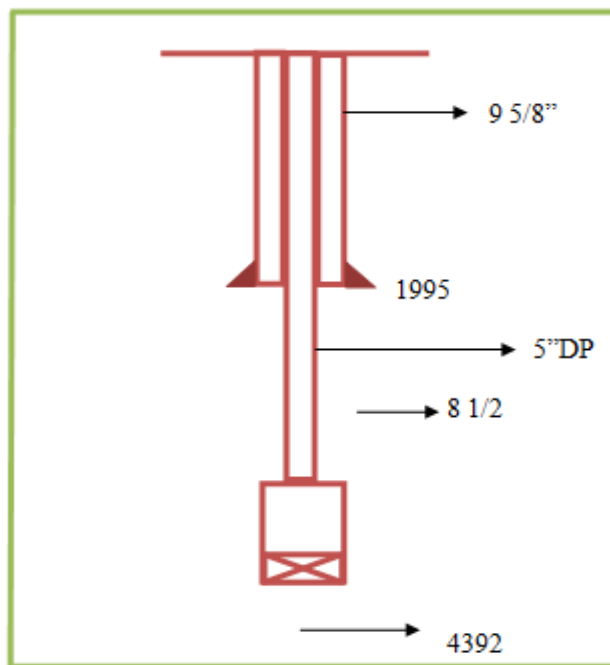
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian kali ini, peneliti akan melakukan perhitungan untuk menanggulangi masalah *kick*. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari perusahaan dan akan dilakukan perhitungan penanggulangan *kick* dengan menggunakan dua metode yaitu metode *drillers* dan metode *wait and weight*. Hasil yang diperoleh dari perhitungan setiap metode tersebut akan dibandingkan.

#### 4.1 PROFIL SUMUR DAN KRONOLOGI TERJADINYA *KICK*

Sumur HE lapangan G adalah lapangan yang nantinya akan dievaluasi terhadap perbandingan tersebut, dimana pada tanggal 25 Januari sampai 15 Februari 2010 sumur HE lapangan G melakukan operasi pemboran. Sumur HE itu sendiri merupakan sumur eksplorasi yang mempunyai tipe *directional drilling*. Formasi yang menjadi tujuan pada pemboran ini adalah formasi bekasap yang memiliki kedalaman 5200 ft.



**Gambar 4. 1** *well schematic* sumur HE saat terjadi *kick*

Sumur HE di lapangan G adalah sumur eksplorasi, pada saat pembacaan data terjadinya *kick* pada laporan pengeboran harian tercatat bahwa *kick* tersebut terjadi pada tanggal 09 Februari 2010 dikedalaman 4.392 ft saat lubang *open hole* 8½ inch, *casing shoe* untuk *conductor casing* sedalam 110 ft dan diameter 16", untuk *surface casing* terdapat *casing shoe* dikedalaman 1.995 dan diameter 9 5/8", dan menggunakan lumpur tipe KCL *polymer mud* dengan berat 9.40 ppg. Saat mencabut rangkaian, terjadi peningkatan fluida pada *trip tank*, kemudian dilakukan penghentian untuk mengangkat *drill string* hingga ke *toll joint* dan *stop* pompa. Kemudian diamati bahwa gelembung gas ditemukan di lumpur didalam sumur.

Pada 09 Februari 2010 pukul 22.00-24.00 dikedalaman 4.392 ft, tiba-tiba terjadi peristiwa *well kick*. Maka dilakukan penghentian pengeboran dengan menghentikan *rotary table*, mematikan pompa lumpur dan memeriksa aliran di *flowline*, mengangkat rangkaian sampai dengan *toll joint* berada di atas *rotary table* dan membuka HCR lalu tutup BOP pada Annular, dan catat tekanan penutupan pipa bor (SIDPP), tekanan penutupan annulus (SICP) dan peningkatan volume tangki selama *Shut in* dilakukan.

Pada 10 Februari 2010 pukul 00.00-06.00 dilakukan pembuatan lumpur baru sejumlah 700 bbl (9.40 ppg), dan mematikan sumur dengan memompakan 450 bbl (150%) dari volume lumpur secara *slow pump rate* 60 spm dengan tekanan 1000-1200 psi, dan lumpur berhenti menyembur.

#### **4.2 PERHITUNGAN DALAM MEMATIKAN WELL KICK**

Setelah *kick* benar-benar terjadi, dalam hal ini dengan melihat gejala-gejala terjadinya *kick* seperti terjadinya *drilling break* yang dapat dilihat pada ROP indikator, kemudian proses penutupan sumur dengan syarat mengikuti prosedur yang ada untuk mencegah terjadinya masalah yang baru dan catat harga SICP, SIDP, dan *pit gain*. Setelah data *kick* didapat maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan data-data dan parameter-parameter yang diperlukan dalam mengendalikan *kick*.

#### 4.2.1 Data-data yang diperlukan

Adapun data-data diperlukan dalam perhitungan untuk penanggulangan *kick* adalah data awal sebelum terjadinya *kick* dan data-data saat terjadinya *kick*.

**Tabel 4.1** Data lapangan sumur HE

Parameter	Satuan	
Original Mud Weight (OMW)	9.4	Ppg
Pompa	60	Spm
Kill Rate Pressure	450	Psi
Pump Out Put (POP)	0.083	bbl/stroke
Measure Depth (MD)	4392	Ft
True Vertical Depth (TVD)	4308	Ft
Casing Shoe TVD	1995	Ft
Leak of Test Mud Weight	39	Ppg
Leak of Test Pressure	3074	Psi
Outside Diameter DC	6.75	Inch
Outside Diameter DP	5	Inch
Inside Diameter DC	3.25	Inch
Inside Diameter DP	4.28	Inch
Total Length DC	78	Ft
Total Length DP	3626	Ft
Hole Diameter	8½	Inch
Outside Diameter Casing	9 5/8	Inch
Inside Diameter Casing	8.921	Inch
Total Length Casing	2105	Ft
Shut in Drill Pipe Pressure (SIDPP)	270	Psi
Shut in Casing Pressure (SICP)	400	Psi
Pit Volume Increase (Pit Gain)	10	Bbl



Drilling Cost	174.040.000	US\$
---------------	-------------	------

Dalam merencanakan lumpur pemboran untuk pencegahan terjadinya semburan liar, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah tekanan hidrostatik lumpur, untuk mengimbangi tekanan formasi maka digunakan tekanan hidrostatik lumpur yang mana semakin dalam formasi yang kita tembus maka tekanan hidrostatik lumpur semakin besar.

#### 4.2.2 Menghitung Tekanan Hidrostatik

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

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

$$P_h = 2105.7504 \text{ psi}$$

Tekanan ini merupakan tekanan hidrostatik saat terjadi peristiwa *kick* yang harus diatasi dengan serius agar tidak terjadi *blowout*, pada kedalaman tekanan ini terjadi penurunan berat jenis dari lumpur.

#### 4.2.3 Menghitung Tekanan Formasi

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

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

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

$$P_f = 2375.7504 \text{ psi}$$

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

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

$$KMW = \frac{P_f}{(0.052 \times TVD)}$$
$$KMW = \frac{2375.7504 \text{ psi}}{(0.052 \times 4308 \text{ ft})}$$
$$KMW = \frac{2375.7504 \text{ psi}}{224.016 \text{ ft}}$$
$$KMW = 10.61 \text{ ppg}$$

Berat jenis lumpur baru ini digunakan untuk menanggulangi fluida *kick* pada lubang dengan memberikan tekanan hidrostatik lebih besar dari tekanan formasi, akan tetapi tidak melewati tekanan rekah formasi. Maka tekanan hidrostatik dari lumpur menjadi:

$$P_h = 0.052 \times KMW \times TVD$$
$$P_h = 0.052 \times 10.61 \text{ ppg} \times 4308 \text{ ft}$$
$$P_h = 2375.7504 \text{ psi}$$

#### 4.2.5 Menghitung Volume *Drill String*

##### a. *Drill Pipe*

Dari data yang ada untuk *drill pipe* dengan OD = 5.00", ID = 4.28" serta panjang total *drill pipe* 3626 ft, maka dapat ditentukan kapasitas lumpur di *drill pipe* dengan persamaan:

$$V_{dp} = 0.00097 \times (ID_{dp})^2 \times L_{dc}$$
$$V_{dp} = 0.00097 \times (4.28 \text{ inch})^2 \times 3626 \text{ ft}$$
$$V_{dp} = 64.43 \text{ bbl}$$

##### b. *Drill Collar*

Dari data diatas untuk *drill collar* dengan OD = 6.750", dan ID = 3.250" dan total panjang *drill collar* 78 ft, maka dapat dihitung kapasitas lumpur pada *drill collar* dengan cara sebagai berikut:

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

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

$$V_{dc} = 0.80 \text{ bbl}$$

Sehingga total dari kapasitas lumpur didalam *drill string* adalah:

$$\begin{aligned} \text{Total } \textit{drill string} \text{ volume} &= V_{dp} + V_{dc} \\ &= 64.43 + 0.80 \\ &= 65.23 \text{ bbl} \end{aligned}$$

#### 4.2.6 Menghitung Kapasitas *Annulus*

a. *Annulus drill collar* dengan *annulus*

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

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

$$Cap_{ann} Dh - Dc = 2.02 \text{ bbl}$$

b. *Annulus drill pipe* dengan *annulus*

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

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

$$Cap_{ann} Dh - Dp = 166.19 \text{ bbl}$$

c. *Annulus drill pipe* dengan *casing*

$$Cap_{ann} Dp/Csg = 0.00097 \times (ID_{csg}^2 - OD dp^2) \times L_{csg}$$

$$Cap_{ann} Dp/Csg$$

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

$$Cap_{ann} Dp/Csg = 111.45 \text{ bbl}$$

Sehingga total dari kapasitas *annulus* adalah:

$$\begin{aligned} \text{Total } \textit{annulus} \text{ capacity} &= Cap_{ann} Dh - Dc + Cap_{ann} Dh - Dp \\ &\quad + Cap_{ann} Dp - Csg \\ &= 2.02 \text{ bbl} + 166.22 \text{ bbl} + 111.45 \text{ bbl} \\ &= 279.66 \text{ bbl} \end{aligned}$$

#### 4.2.7 Menentukan Volume Lumpur Untuk Mencapai *Kill Mud Weight*

Untuk menentukan volume lumpur yang harus dibuat untuk mencapai KMW bergantung pada *well capacity* dan *mud tank capacity*.

$$\begin{aligned} \text{Well Capacity} &= \text{Volume drill string} + \text{Annulus Capacity} \\ &= 65.23 \text{ bbl} + 279.66 \text{ bbl} \\ &= 344.89 \text{ bbl} \end{aligned}$$

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

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

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

**Tabel 4 .2** Data Asumsi Penentuan Volume Lumpur Pemberat

KMW	Volwtr (bbl)	Volwtr (Gln)	Volmud (pound)	Volmud (Kg)	Volmud (sak)
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
10.9	132.0	5.544	60.429.6	27410	548
10.9	132.5	5.565	60.658.5	27514	550
10.9	133.0	5.586	60.887.4	27618	552
10.9	133.5	5.607	61.116.3	27722	554
10.9	134.0	5.628	61.345.2	27826	557
10.9	134.5	5.649	61.574.1	27929	559
<b>10.9</b>	<b>135.0</b>	<b>5.670</b>	<b>61.803.0</b>	<b>28033</b>	<b>561</b>

Dari segi keamanan dan juga keekonomian, dapat kita tentukan berapa banyak *barite* yang dapat digunakan untuk membuat lumpur pemberat untuk mencapai KMW. Berdasarkan tabel 4.2 maka kita menggunakan *barite* sebanyak 561 sak.

#### 4.2.8 Menghitung Tinngi *Influx*

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

$$H_i = 78 \text{ ft} + \frac{10.9 \text{ bbl} - 2.02 \text{ bbl}}{166.19 \text{ bbl}}$$

$$H_i = 88.89 \text{ ppg}$$

#### 4.2.9 Menghitung Berat Jenis Kick

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

Digunakan rumus diatas karena kapasitas dari *annulus* tidak sama, sehingga perlu mencari tinggi *kick*:

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

Untuk *annulus drill collar* dengan *annulus*, semua sudah terisi oleh *kick*. Hal ini karena volume *kick* lebih besar dari volume *annulus*, sehingga sisa volume *kick* yang masuk kedalam *annulus drill pipe* dengan *annulus* = 10.9bbl - 2.02 bbl = 8.9 bbl yang identik dengan:

$$h = \frac{Vg}{Ca} = \frac{8.9 \text{ bbl}}{0.0459 \text{ bbl/ft}}$$

$$h = 193.46 \text{ ft}$$

Sehingga total tinggi *kick*:

$$hk = SIDP + h$$

$$hk = 270 \text{ psi} + 193.46 \text{ ft}$$

$$hk = 463.46 \text{ ft}$$

Maka berat jenis dari *kick* adalah:

$$pk = OMW - \frac{(SICP - SIDP)}{(0.051 \times hk)}$$

$$pk = 9.40 \text{ ppg} - \frac{(400 \text{ psi} - 270 \text{ psi})}{(0.052 \times 463.46 \text{ ft})}$$

$$pk = 4.01 \text{ ppg}$$

#### 4.2.10 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.

#### 4.2.11 Menentukan *Initial Circulating Pressure*

$$ICP = KRP + SIDP$$

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

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

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

#### 4.1.12 Menentukan *Final Circulating Pressure (FCP)*

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

$$FCP = \frac{(450 \text{ psi} \times 10.61 \text{ ppg})}{9.40 \text{ ppg}}$$

$$FCP = 507.70 \text{ psi}$$

Tekanan akhir pada sirkulasi ini menandakan bahwa lumpur berat sudah keluar dari *nozzel bit* serta ditandai dengan penurunan tekanan mulai dari awal sirkulasi.

#### 4.1.13 Menentukan *Pump Out Put*

Dari data yang tersedia, nilai dari *pump out put* (POP) adalah 0.083 bbl/stk.

#### 4.1.14 Menentukan *Surface to Bit Stroke* (SBT)

$$SBT = \frac{Vol_{DP} + Vol_{DC}}{POP}$$
$$SBT = \frac{64.43 \text{ bbl} + 0.80 \text{ bbl}}{0.083 \text{ bbl/stroke}}$$
$$SBT = 785.89 \text{ stroke}$$

#### 4.1.15 Menentukan *Bit to Surface Stroke* (BSS)

$$BSS = \frac{Vol_{annDP} + Vol_{annDC}}{POP}$$
$$BSS = \frac{166.19 \text{ bbl} + 2.02 \text{ bbl}}{0.083 \text{ bbl/stroke}}$$
$$BSS = 2026.60 \text{ stroke}$$

#### 4.1.15 Menentukan *Total Stroke One Circulation*

$$Total \text{ Stroke} = SBT + BSS$$
$$Total \text{ Stroke} = 785.89 \text{ stroke} + 2026.60 \text{ stroke}$$
$$Total \text{ Stroke} = 2812.49 \text{ stroke}$$

Langkah pompa dalam satu sirkulasi atau perjalanan lumpur dari permukaan sampai kembali ke permukaan lubang pemboran sebesar 2812.49 langkah.

#### 4.1.16 Menghitung Waktu Sirkulasi Lumpur

- a. Waktu perjalanan lumpur dari permukaan ke *bit*

$$T_{SBT} = \left( \frac{785.89 \text{ stroke}}{60 \text{ spm}} \right)$$
$$T_{SBT} = 13.10 \text{ menit}$$

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

$$T_{BSS} = \left( \frac{2026.60 \text{ stroke}}{60 \text{ spm}} \right)$$
$$T_{BSS} = 33.78 \text{ menit}$$

#### 4.1.17 Total Waktu Untuk Satu Kali Sirkulasi

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

$$T_{tot} = 13.10 \text{ menit} + 33.78 \text{ menit}$$

$$T_{tot} = 46.87 \text{ menit}$$

Sirkulasi lumpur baru *kill mud weight* sebesar 10.61 ppg dengan *stroke* pemompaan lambat yaitu  $\frac{1}{2}$  dari *stroke* pemompaan normal, dimana dalam hal ini *stroke* pemompaan lambat adalah 60 spm.

#### 4.1.18 Penurunan Tekanan Per Menit

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

$$\Delta P = \frac{720 \text{ psi} - 507.70 \text{ psi}}{46.87 \text{ menit}}$$

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

#### 4.1.19 Penurunan Tekanan Per Stroke

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

$$\Delta P = \frac{(720 \text{ psi} - 507.70 \text{ psi})}{2812.49 \text{ stroke}}$$

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

#### 4.1.20 Menentukan Maximum Allowable Casing Pressure

$$\text{Max Mw}$$

$$= (\text{Leak off test pressure} : \text{TVD} : 0.052)$$

$$+ \text{Leak off test Mud Mw}$$

$$\text{Max Mw} = (3075 \text{ psi} : 1995 \text{ ft} : 0,052) + 39 \text{ ppg}$$

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

$$\text{MACP} = (\text{Max Mw} - \text{OMW}) \times \text{ShoeTVD} \times 0.052$$

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

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



#### 4.3 PERBANDINGAN PERHITUNGAN *DRILLER'S METHOD* DENGAN *WAIT AND WEIGHT METHOD*

Dalam melakukan analisa yang semakin mendekati keberhasilan tentunya dibutuhkan sebuah perbandingan untuk membuat pendekatan yang mampu digunakan untuk mendekati hasil yang efisien. Berikut adalah hasil perbandingan antara perhitungan dengan *driller's method* dan *wait and weight method*.

**Tabel 4 .3** Perbandingan Nilai Perhitungan *Driller's Method* dengan *Wait and Weight Method*

Metode	Total Stroke	Waktu	Biaya
Wait and Weight	2812	93.75	16316.2
Driller's Method	3472	127.53	22194.69

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 *driller's* tidak jauh berbeda dengan perhitungan dengan menggunakan metode *wait and weight*, hal ini terlihat dari hasil perhitungan total *stroke*, total waktu dan biaya 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 dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada sumur HE lapangan G diperoleh tekanan hidrostatik sebesar 2105.7504 psi, ICP = 720 psi, FCP = 508 psi. tinggi *kick* adalah 463,46 ft, berat jenis dari lumpur 4,01 ppg, dan berat jenis lumpur yang digunakan untuk mematikan *kick* yaitu 10,9 ppg.
2. Saat dilakukan sirkulasi *kill mud weight* penanggulangan *kick* pada sumur HE lapangan G dilakukan proses pembuatan lumpur sejumlah 700 bbl (9.40 ppg), untuk mematikan sumur tersebut dipompakan lumpur sejumlah 450 bbl (150% dari volume lubang) dan *slow pump rate* sebesar 60 spm dengan tekanan 1000 sampai dengan 1200 psi sampai sumur berhenti menyembur.
3. Dari hasil yang diperoleh dari penelitian perbandingan menggunakan *driller's method* dengan *wait and weight method* maka dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode *driller's method* didapatkan hasil total *stroke* pompa yang dibutuhkan untuk memompakan lumpur sebesar 4839 *stroke* dengan lama pemompaan selama 127.53 menit, sedangkan saat menggunakan *wait and weight method* didapatkan hasil total *stroke* 2812 dengan lama pemompaan selama 93,75 menit.

#### **5.2 SARAN**

Berdasarkan dari kesimpulan pada penelitian diatas, saran yang dapat diberikan kepada peneliti selanjutnya adalah melakukan evaluasi penanggulangan *well kick* menggunakan metode *concurrent*, *driller's method*, dan *wait and weight method* menggunakan aplikasi atau *software*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. (2003). Teknik Pencegahan Semburan Liar Bagian 1. *Pusat Pengembangan Tenaga Perminyakan Dan Gas Bumi. Cepu., 1.*
- Aberdeen Drilling School. (2002). Well Control for The Rig-Site Drilling Team. *Aberdeen Drilling School Ltd. United Kingdom.*
- Alexandri, A. (2016). *Perencanaan Rate of Penetration. 06(2).*
- Amjad, Q. B., Taxila, O. U. E. T., Waheed, S., Uet, O., Buitems, T., & Khan, M. S. (2015). *SPE-181124-MS Drilling Optimization of Kohat / Potohar Region by Mathematical Model ( Using Matlab ) and CompArative Method-A Case Study.*
- Astuti, W., Wardana, R. S., Sinaga, J. F., & Pertamina, U. (2019). *Analisa prediksi tekanan pori formasi menggunakan persamaan eaton. VIII(3), 127–130.*
- Badu, K. (20007). Well Control. *Pusat Pendidikan Dan Latihan Minyak Dan Gas Bumi. Cepu.*
- Berry, A. (2009). *Estimasi Tekanan Formasi menggunakan Metode Tekanan Efektif dan Tekanan Minimum dengan Kalibrasi Data Log ( DST , RFT , FIT dan LOT ): Studi Kasus Lapangan NN #. 1–9.*
- Filed, H. (2014). *Sudan University of Science The Optimum Bit Selection for Hamra Filed* □□□□ □□□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□.
- Fitrianti. (2012). Influence Mud Drilling With Emulsion Oil To Formation Damage Of Clay Limestone ( Testing Laboratory Analysis ). *Jurnal of Eart, Energy, Engineering, 67–79.*
- Grace, R. D. (2017). *Blowout and Well Control Handbook.*
- Lcm, P., & Serbuk, B. (2018). *ANALISIS RHEOLOGI LUMPUR LIGNOSULFONAT DENGAN. 2(2), 33–42.*
- Lindi, O. (2017). *Analysis of Kick Detection Methods in the Light of Actual Blowout Disasters.* (August), 95. Retrieved from [https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2462636/17840\\_FULLTEXT.pdf?sequence=1](https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2462636/17840_FULLTEXT.pdf?sequence=1)
- Marbun, B.T.H., & Shidiq, A. M. I. (2008). *Esimation of Annulus Pressure Fluids*

- Kick for Vertical Well Using Moore Method and Integrated Numerical Simulation. *SPE 164611*.
- Migas, P. (2008). Training Manual Well Control. *Pusat Pendidikan Dan Latihan Minyak Dan Gas Bumi. Cepu*.
- Novrianti, Ali Musnal, F. R. S. (2016). *ANALISIS LOST CIRCULATION PEMOMPAAN GRAVEL SLURRY PADA SUMUR X BERDASARKAN WAKTU TUNGGU*. 1(Agustus).
- Panitia, S., Nasional, S., Xii, K., Sumber, O., Alam, D., Bangsa, K., ... Erwin, A. (2017). *ANALISA WELL INTEGRITY PADA PENYEBAB TERJADINYA KICK DAN PENANGGULANGANNYA STUDI KASUS SUMUR "TGW-001."*
- Pelaksana, S., Usaha, K., Minyak, H., Bumi, G., & Nasional, U. P. (2011). *teknik Reservoir : Teori dan Aplikasi*.
- Pemakaian, O., Pada, B. I. T., & Intervalcasing, P. (2015). *LAPANGAN BABAT-KUKUI*. 216–223.
- Pendidikan, D., Kejuruan, M., Jenderal, D., Dasar, P., Menengah, D. A. N., & Nasional, D. P. (n.d.). *No Title*.
- Pramana, H. W. (2014). Aplikasi Berbasis Android Pemilihan Metode Penanggulangan Well Kick. *Seminar Nasional Informatika*, 1(1), 214–223. Retrieved from <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/semnasif/article/view/1048>
- Prima, T. (2016). Drilling Well Control Manual. *Jakarta : Author*, (Jakarta).
- Rubiandini, R. (2010). Teknik Pemboran Aerasi. *Itb*, 1(2).
- Sofyan, H., Kodong, F.R., & Zulfi, M. . (2014). Aplikasi Berbasis Android Pemilihan Metode Penanggulangan Well Kick. *Seminar Nasional Informatika UPN "Veteran" Yogyakarta.*, (yogyakarta).
- Sofyan, H., Dian, R., Sari, N., & Out, B. (2013). *WELL KICK*. 2013(semnasIF), 81–90.
- Susilo, J. (n.d.). *Simulasi Driller's Method sebagai Metode Penanganan Kick pada Operasi Pemboran Darat*. 18–23.
- Susilo, J. (2020). *PENANGANAN MASALAH KICK DENGAN METODE*. 10(1), 25–30.

Wahyuni, W., & Hendrajaya, L. (2016). *ANALISIS PARAMETER FISIKA TERHADAP PENGENDALIAN TEKANAN LUMPUR PENGEBORAN STUDI KASUS : PREVENSI KICK DAN BLOWOUT. V, 23–28.*}

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Stroke Time dan Pressure Drop

Strokes (Times)	Pressure Drop (psi)
0	720
200	666
400	612
600	558
800	504
1000	450
1200	396
1400	342
1600	288
1800	234
2027	180

### Lampiran II Grafik Stroke Time dan Pressure Drop

