

**ANALISA PENENTUAN *CASING SETTING DEPTH*
MENGUNAKAN METODE *BOTTOM UP* DENGAN
MEMPERHATIKAN FAKTOR *DRILLING HAZARD* DAN
PENENTUAN *KICK TOLERANCE* PADA SUMUR “HY-10”**

JURNAL ILMIAH

**HANIFAH YULIANTI
124.18.014**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
2022**

**ANALISA PENENTUAN *CASING SETTING DEPTH*
MENGUNAKAN METODE *BOTTOM UP* DENGAN
MEMPERHATIKAN FAKTOR *DRILLING HAZARD*
DAN PENETUAN *KICK TOLERANCE*
PADA SUMUR “HY-10”**

JURNAL ILMIAH

**HANIFAH YULIANTI
124.18.014**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada Program
Studi Teknik Perminyakan



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

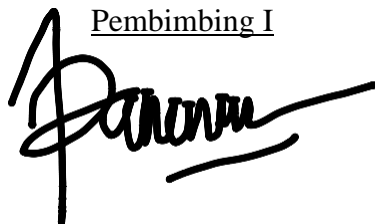
**ANALISA PENENTUAN *CASING SETTING DEPTH*
MENGUNAKAN METODE *BOTTOM UP* DENGAN
MEMPERHATIKAN FAKTOR *DRILLING HAZARD*
DAN PENENTUAN *KICK TOLERANCE*
PADA SUMUR “HY-10”**

JURNAL ILMIAH

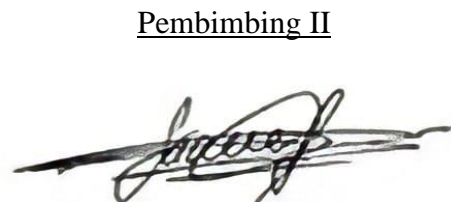
**HANIFAH YULIANTI
124.18.014**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Program Studi Teknik Perminyakan

Menyetujui,
Kota Deltamas, 08 Agustus 2022

Pembimbing I


Ganesha Rinku Darmawan, S.T., M. T.

Pembimbing II


Samuel Halomoan Silitonga, S.T

Mengetahui,
Kota Deltamas, 08 Agustus 2022
Kepala Program Studi Teknik Perminyakan
Institut Teknologi Sains Bandung



Ir. Aries Prasetyo, M.T
NIDN: 0414046806

ANALISA PENENTUAN *CASING SETTING DEPTH* MENGGUNAKAN METODE *BOTTOM UP* DENGAN MEMPERHATIKAN FAKTOR *DRILLING HAZARD* DAN PENENTUAN *KICK TOLERANCE* PADA SUMUR “HY-10”

Hanifah Yulianti

Teknik Perminyakan Institut Teknologi Sains Bandung

Email : Hanifahyulianti08@gmail.com

Pembimbing: Ganesha Rinku Darmawan, S.T., M.T & Samuel Halomoan Silitonga, S.T

Abstrak :

Perencanaan *casing setting depth* merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan sebelum kegiatan operasi pemboran berlangsung. Perencanaan *casing setting depth* dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi formasi sumur seperti: *pore pressure* dan *fracture gradient*, litologi batuan, dan *drilling hazard*, serta dilakukan penentuan *kick tolerance* di setiap *section*-nya untuk mengetahui maksimum *volume kick* yang dapat ditoleransi. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui kedalaman casing yang sesuai yang agar tidak merusak casing shoe serta mencapai kondisi pemboran yang aman pada sumur.

Sumur “HY-10” merupakan sumur pengembangan dari suatu lapangan, analisa penentuan *casing setting depth* sumur HY-10 dilakukan pada *section 17-1/2”* dengan casing 13-3/8”, *section 12-1/4”* dengan casing 9-5/8”, *section 8-1/2”* dengan casing 7”, dan *section 6”* dengan casing 4-1/2”. Pada analisa *casing setting depth* ini menentukan kedalam casing shoe yang sesuai dan sudah cukup aman atau tidak. Metode yang digunakan pada analisa ini adalah metode *bottom up* dengan memperhitungkan *kick tolerance*. Penentuan *casing setting depth* memberikan hasil kedalam casing shoe dan *kick tolerance* tiap *section* sebagai berikut untuk *surface casing*, *intermediate casing*, *production casing* dan *liner*. Berurutan-turut adalah 2096.5 ft; 8166 ft dengan *kick tolerance* 53.94 bbls; 10472.4 ft dengan *kick tolerance* 27.99 bbls; 11607.6 ft dengan *kick tolerance* 27.80 bbls.

Kata Kunci: *Casing setting depth, bottom up, casing shoe, drilling hazard, kick tolerance.*

Abstract :

Planning the *casing setting depth* is one of the factors that must be considered before the drilling operation takes place. Planning *casing setting depth* is carried out by considering well formation conditions such as: *pore pressure* and *fracture gradient*, rock lithology, and *drilling hazard*, as well as determining the *kick tolerance* in each *section* to determine the maximum *kick volume* that can be tolerated. It aims to determine the appropriate depth of the casing so as not to damage the casing shoe and achieve safe drilling conditions in the well.

The “HY-10” well is a development well from a field, the analysis of determining the *casing setting depth* of the HY-10 well is carried out in *section 17-1/2”* with casing 13-3/8”, *section 12-1/4”* with casing 9 -5/8”, *section 8-1/2”* case , and *section 6”* case 4-1/2” In analysis of the *casing setting depth* , it determines shoe casing the appropriate The method used in this analysis is the *bottom up* by taking into account *kick tolerance*. The determination of the *casing setting depth* gives the results of the casing shoe and *kick tolerance* each *section* as follows for *surface casing*, *intermediate casing*, *production casing* and *liner*. The row is 2096.5 ft; 8166 ft with *kick tolerance* of 53.94 bbls; 10472.4 ft with *kick tolerance* of 27.99 bbls; 11607.6 ft with a *kick tolerance* of 27.80 bbls.

Keywords: *Casing setting depth, bottom up, casing shoe, drilling hazard, kick toleranrace.*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Perencanaan pertama dalam desain sumur adalah pemilihan kedalaman di mana *casing* di-*run* sehingga perlu dilakukan penentuan *casing setting depth* sebelum kegiatan proses pemboran. Dalam penentuan *casing setting depth* harus mempertimbangkan kondisi geologi, seperti: tekanan formasi dan *fracture pressure*, litologi batuan, *hole problem*, dan *drilling hazard* agar tidak terjadi masalah ketika kegiatan pemboran dilaksanakan. Dalam penentuan kedalaman penempatan *casing* dapat dilakukan dengan metode *bottom up* atau *top bottom*.

Selama operasi pemboran berlangsung, sering terjadi masalah *lost circulation* akibat pecahnya formasi di bawah kaki *casing* yang merupakan akibat ditimbulkan oleh *underground blow out*. Masalah lain yang sering terjadi ialah terjepitnya rangkaian *casing* akibat pemakaian lumpur dengan densitas yang tinggi untuk mengimbangi tekanan formasi yang *abnormal* atau *overpressure*. Jika suatu formasi terindikasi adanya *swelling clay* dan *unconsolidated sandstone*, dapat terjadi *tight hole* dan *hole instability* yang menyebabkan *wellbore failure* masalah pada saat *logging wellbore* maupun saat operasi pemboran menjadi terhambat dengan adanya *stuck* pada alat maupun rangkaian pemboran. Kesalahan dari *casing setting depth* yang kurang tepat akan menyebabkan *failure* rangkaian *casing*, yang disebabkan *shoe depth* nya terlalu dalam atau terlalu dangkal, sehingga perlu memperhatikan faktor *drilling hazard* tersebut.

Penentuan *casing setting depth* yang tepat akan mengurangi resiko terjadinya *kick* dan *lost circulation* serta membuat lubang bor menjadi stabil. Selain menentukan *casing setting depth*, dalam perencanaan pemboran penentuan *kick tolerance* juga merupakan suatu hal penting untuk dilakukan, karena hal tersebut berhubungan dengan faktor keselamatan saat operasi pemboran berlangsung. Apabila volume *kick* melebihi batas nilai *kick tolerance*

akan menyebabkan terjadinya semburan liar (*blow out*) yang akan sulit untuk diatasi.

Pada studi penelitian ini dilakukan untuk menganalisa penentuan kedalaman penempatan *casing* berdasarkan analisa data PPFG serta data litologi batuan dengan mempertimbangkan faktor *drilling hazard* pada perencanaan *casing setting depth* dari kedalaman 29.5 ft sampai 11607.6 ft di sumur HY-10 dengan menggunakan metode *bottom up*. Metode ini ini dimulai dari kedalaman target dasar sumur hingga ke arah permukaan dengan menggunakan data *pore pressure* dan *fracture pressure* yang telah ditambah dengan nilai *safety factor* dalam mendesain sumur untuk menentukan kedalaman *casing shoe* yang dilakukan dari casing terakhir (*liner* atau *production casing*), metode ini digunakan pada penelitian ini karena sumur penelitian ini merupakan sumur pengembangan.

Serta dengan didapatkannya hasil perencanaan *casing setting depth* perlu dilakukannya penentuan *kick tolerance* disetiap *section*-nya untuk mengetahui batasan dari volume *kick* yang dapat disirkulasikan secara aman keluar dari dalam lubang sumur tanpa menimbulkan kerusakan pada *casing* sebelumnya dan juga pada formasi pada saat disirkulasikan dalam mencapai kondisi pemboran yang aman. *Kick Tolerance* juga dapat diartikan sebagai *maximum allowable pore pressure* atau *maximum mud weight* dari lumpur pengeboran yang dapat digunakan tanpa merusak *casing shoe* dalam perencanaan *casing setting depth* untuk berlangsungnya operasi pemboran.

1.2 Batasan masalah

Adapun batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini agar dapat lebih terarah, maka penulisan tugas akhir ini dibatasi hanya

melakukan penentuan *casing setting depth* menggunakan metode *bottom up* dengan mempertimbangkan *pore pressure*; *fracture pressure*; litologi batuan, *drilling hazard*; dan penentuan *kick tolerance*. Dalam studi penelitian ini tidak membahas masalah perhitungan keekonomian, desain *casing*, penanganan masalah *circulation out kick* untuk sumur “HY-10”.

1.3 Tujuan penelitian

Adapun tujuan penelitian dalam melakukan penentuan *casing setting depth* adalah sebagai berikut:

1. Menentukan *casing setting depth* berdasarkan data PPF (Pore Pressure and Fracture Gradient) dan litologi batuan dari kedalaman 29.5 ft sampai 11607.6 ft pada sumur “HY-10” dengan mempertimbangan faktor *drilling hazard*.
2. Menentukan *kick tolerance* di setiap *section*-nya berdasarkan hasil *casing setting depth* yang diperoleh pada sumur “HY-10” untuk mengetahui *kick* maksimum yang dapat ditoleransi agar tidak merusak *casing shoe* pada perencanaan *casing setting depth*.
3. Dapat membandingkan hasil *kick tolerance* yang optimum sesuai nilai minimum perusahaan

III. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Desain Penelitian

Penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui kedalaman *casing shoe* dalam penentuan *casing setting depth*. Serta penentuan *kick tolerance*, yang nantinya hasil dari *kick tolerance* akan menjadi parameter untuk dapat menentukan perencanaan *casing setting depth* secara efektif.

2.1.1. Peninjauan Data Lapangan

Peninjauan data lapangan dilakukan dengan mengumpulkan data data tekanan seperti *pore pressure* dan

fracture gradient, litologi batuan, dan parameter lainnya pada *drilling program*.

2.1.2. Penentuan Kedalaman Casing Shoe

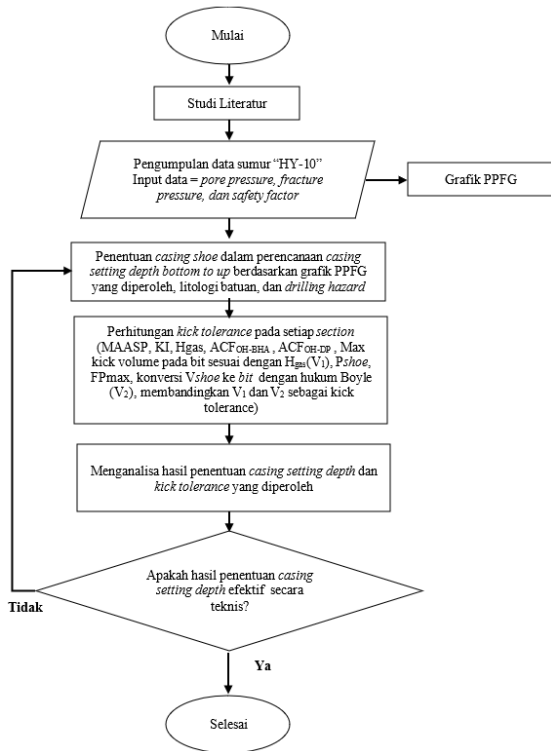
Dalam menentukan titik kedalaman *casing shoe* pada *casing setting depth* memerlukan parameter *pore pressure* dan *fracture pressure*. Serta memerlukan data litologi batuan pada sumur tersebut dan *drilling hazard* yang dijadikan sebagai pertimbangan dalam penempatan kedalaman *casing* dengan menggunakan metode *bottom up*.

2.1.3. Penentuan Kick Tolerance

Data yang didapat dari penentuan titik kedalaman *casing shoe* pada *casing setting depth*, kemudian dilakukan penentuan *kick tolerance* secara manual pada *Microsoft Excel* dengan menggunakan persamaan dari referensi buku (Lapeyrouse, 2002. *Formulas And Calculation For Drilling Production And Work Over*).

2.1.4. Analisa Penentuan Casing Setting Depth

Setelah mendapatkan hasil penentuan *casing point* atau titik kedalaman *casing shoe* dan *kick tolerance* pada tiap *section*-nya dibandingkan dengan nilai minimum *kick tolerance* yang sudah ditentukan oleh perusahaan dilaksanakannya tugas akhir ini sudah memenuhi nilai minimum serta sebagai pertimbangan dalam penentuan *casing setting depth* secara efektif.



Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

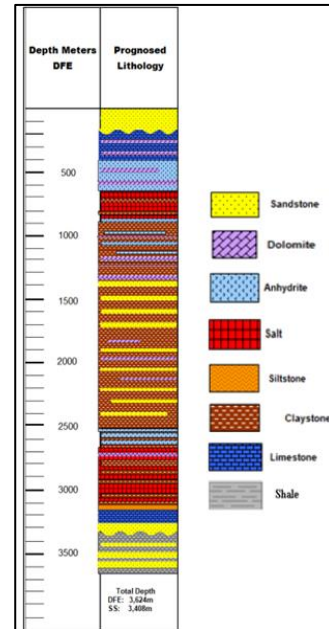
3.1 Data Sumur

Tabel 3.1 Data Pore Pressure

Data Pore Pressure				
True Vertical Depth		Pore Pressure		Pore Pressure
Depth (m)	Depth (ft)	(psi)	(ppg)	(psi/ft)
8.99	29.5	0	0	0
211	692.3	287.69	8	0.42
408.99	1341.9	557.66	8	0.42
638.98	2096.5	980.16	9	0.47
804.97	2641.1	1234.79	9	0.47
884.94	2903.5	1357.5	9	0.47
1085.95	3563	1665.81	9	0.47
1302.93	4274.9	1998.67	9	0.47
1344.93	4412.7	2063.09	9	0.47
1737.92	5702.1	2665.91	9	0.47
2018.9	6624	3096.94	9	0.47
2235.9	7336	3429.8	9	0.47
2488.88	8166	3817.87	9	0.47
2587.87	8490.8	3969.73	9	0.47
2645.87	8681.1	6313.52	14	0.73
2747.85	9015.7	6556.9	14	0.73
2993.84	9822.8	7654.15	15	0.78
3114.84	10219.8	4778.09	9	0.47
3191.83	10472.4	4896.2	9	0.47
3296.83	10816.9	5057.26	9	0.47
3537.82	11607.6	5426.93	9	0.47

Tabel 3.2 Data Fracture Gradient

Data Fracture Gradient				
True Vertical Depth		Fracture Pressure		Fracture Pressure
Depth (m)	Depth (ft)	(psi)	(ppg)	(psi/ft)
8.99	29.5	23.01	15	0.78
2565.86	8418.6	7784.5	17.8	0.9256
3117.86	10229.7	9937.37	18.7	0.9724
3427.83	11246.7	9815.31	16.8	0.8736



Gambar 3.1 Litologi Batuan

Tabel 3.3 Data Casing

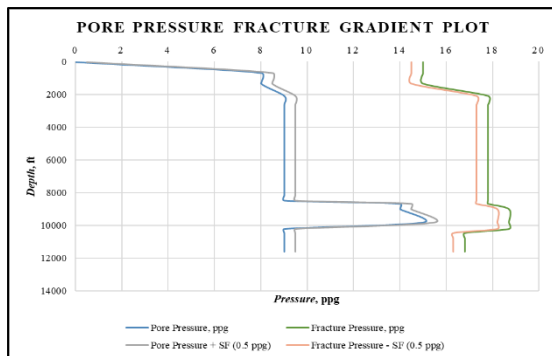
Casing	Hole Size (Inch)	Casing Size (Inch)
Conductor	24	18 5/8
Surface	17 1/2	13 3/8
Intermediate	12 1/4	9 5/8
Production	8 1/2	7
Liner	6	4 1/2

3.1 Hasil Pengolahan Data dan Pembahasan

3.1.1 Penentuan Kedalaman Casing

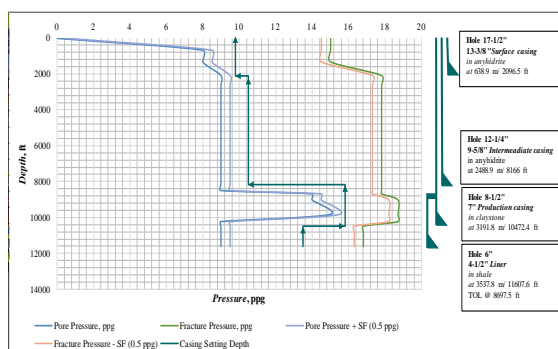
Setelah memiliki *pore pressure* dan *fracture pressure gradient*, langkah pertama untuk mendesain kedalaman *casing* yaitu dengan penambahan *safety factor*. Penggunaan *margin safety factor* berdasarkan data perusahaan yaitu 0.5 ppg diatas prediksi *pore pressure* dan 0.5 ppg dibawah prediksi tekanan rekah (*fracture pressure*). Penambahan *safety factor* ditentukan sebagai *trip margin* dalam penentuan *casing setting depth* agar aman dan optimal, dengan cara *convert*

calculation yaitu *pore pressure* + *safety factor* (0.5 ppg) dan *fracture pressure* – *safety factor* (0.5 ppg). Sehingga didapatkan hasil grafik PPFG sebagai berikut ini:



Gambar 3.2 PPFG (Pore Pressure and Fracture Gradient) dengan penambahan safety margin

Selanjutnya grafik tersebut digunakan sebagai analisa dalam menentukan *casing point* atau titik kedalaman *casing shoe* pada perencanaan *casing setting depth* dengan menggunakan metode *bottom up*.



Gambar 3.3 Casing setting depth

Pada *conductor casing* tidak dilakukan analisa dengan grafik PPFG di karenakan *conductor casing* masih ada pada kedalaman *shallow*. Namun, *conductor casing* ini dipasang berdasarkan data perusahaan yang diketahui pada *offsite well* lainnya. Pada *section* ini dengan *hole size* 24” dan *set conductor casing size* 18-5/8”, titik kedalaman *conductor casing* sebagai *casing shoe* pada kedalaman 240 ft.

Surface casing

Pada *section surface casing* dengan *hole size* 17-1/2” dan *set casing size* 13-3/8” penempatan titik kedalaman *surface casing* sebagai *casing shoe* yang telah diperoleh yaitu pada kedalaman 2096.5 ft dengan *equivalent mud weight plan* yaitu 10 ppg. Pada penempatan *casing shoe* yang telah dilakukan dapat dilihat (**Gambar 3.3**) plot PPFG (*pore pressure and fracture gradient*) masih aman namun perlu di *adjust mud weight* dengan penurunan densitas *mud weight* pada saat operasi pemboran hal ini karena terdapat adanya *pottensial losses* karena pada kedalaman *section* ini adanya kandungan *sand* (*sand* berporos besar dan tidak berstruktur) pada formasi tersebut sehingga dimana formasi tersebut memiliki kecenderungan *loss*. Sehingga penempatan titik kedalaman *surface casing shoe* yang telah diperoleh pada kedalaman 2096.5 ft masih aman dan pada kedalaman 405 – 695 m atau 1330 – 2280 ft tersebut terdapat interval dari batuan anhidrit (*anhydrite*) yang dimana pada kedalaman itu merupakan *hard formation* sehingga *casing shoe* di set pada kedalaman 2096.5 ft dapat dilakukan.

Intermediate casing

Pada *section intermediate casing* dengan *hole size* 12-1/4” dan *set casing size* 9-5/8”, penempatan titik kedalaman *intermediate casing* sebagai *casing shoe* yang telah diperoleh yaitu pada kedalaman 8166 ft dengan *equivalent mud weight plan* yaitu 10.5 ppg. Pada (**Gambar 3.3**) plot PPFG (*pore pressure and fracture gradient*) setelah dianalisa untuk penempatan *casing shoe* pada kedalaman tersebut masih aman karna *pore pressure value*-nya *normal pressure* serta *fracture pressure* 17.8 ppg masih aman untuk melakukan *set casing* pada kedalaman tersebut, dan terdapat interval dari batuan anhidrit (*anhydrite*) dilihat pada data litologi dari kedalaman 2485 – 2655 m atau 8152 – 8710.6 ft merupakan *hard formation* sehingga *casing*

shoe dapat di set pada kedalaman tersebut yaitu 8166 ft. Dan dengan pertimbangan adanya *drilling report*, terdapat *drilling hazard* yang diketahui pada *section intermediate* ini yaitu adanya *tight hole*. *Tight hole* terjadi pada kondisi saat operasi pemboran melewati *clay layer* yang bereaksi dengan air sehingga menyebabkan *swelling clay* atau pembengkakan pada *clay* yang ada di formasi tersebut dan terjadi penyempitan pada lubang bor sumur yang menjadi lebih kecil atau disebut juga sebagai *tight spot*, dengan itu dapat menyebabkan tersangkutnya rangkaian pemboran. Namun *tight hole* ini dapat diatasi dengan *increase mud salinity* dengan *increase K⁺*. Sehingga penempatan *casing shoe* harus terletak dibawah *clay layer* ini, yaitu pada batuan sudah mulai keras sehingga *casing shoe* di set pada kedalaman tersebut.

Production casing

Pada *section production casing* dengan *hole size 8-1/2"* dan set *casing size 7"*, penempatan titik kedalaman *production casing* sebagai *casing shoe* yang telah diperoleh yaitu pada kedalaman 10472.4 ft dengan *equivalent mud weight plan* yaitu 15.8 ppg. Pada (**Gambar 3.3**) plot PPF (pore pressure and fracture gradient) setelah dianalisa penempatan *casing shoe* pada kedalaman 10472.4 ft tersebut aman karna *pore pressure value*-nya *normal pressure*. Dan dilihat dari data litologi formasi sumur pada kedalaman 3094 – 3199 m atau 10150.9 – 10495.4 ft merupakan interval dari batu lempung (*claystone*). Batuan tersebut merupakan *soft medium to hard formation*, penempatan *casing shoe* pada kedalaman tersebut di interval *claystone formation* menghindari panjangnya interval dan ada dimungkinkan dibawah harus *set liner untuk pay zone*. Sehingga dengan formasi tersebut penempatan *casing shoe* di set pada kedalaman 10472.4 tidak masalah, namun dengan pertimbangan data PPF-nya dengan *fracture gradient* di 16.8 ppg berarti

masih aman *set casing* pada kedalaman tersebut. Sehingga *casing shoe* di set pada kedalaman tersebut yaitu 10472.2 ft.

Pada (**Gambar 3.3**) plot PPF (pore pressure and fracture gradient) setelah dianalisa pada kedalaman 8681.1 – 9822.8 ft terdapat kenaikan tekanan pori (*pore pressure*) yang meningkat sangat signifikan dikarenakan adanya gas dari batuan formasi yang masuk kedalam *annulus* dan *drillstring* sehingga menyebabkan indikasi terjadinya *kick*, kondisi ini disebut sebagai *overpressure*. Dengan adanya kenaikan tekanan formasi perlu meningkatkan densitas lumpur dengan maksud agar lumpur dapat menahan tekanan formasi pada zona *overpressure*.

Dan dengan pertimbangan adanya *drilling report*, terdapat *drilling hazard* yang diketahui pada *section* ini yaitu adanya *possibility salt water* dan *possibility swelling* saat operasi pemboran pada *section* ini yang melewati formasi yang mengandung *clay reactive*. Pada saat adanya *possibility salt water* ini harus diatasi pada saat melakukan *cementing*, apabila *cementing*-nya kurang bagus pada zona tersebut maka akan menyebabkan *casing* korosi akibat NaCl dengan kerusakan pada *casing* akan berdampak pada kualitas *casing* yang semakin menipis akibat korosi tersebut dan semakin turun resisten *burst value* pada *casing*. Dengan adanya *possibility salt water* juga dapat menyebabkan *swelling clay* akan terserap masuk kedalam formasi yang mengandung *clay* sehingga terjadi pembengkakan (*swelling*) dari partikel-partikel *clay* tersebut dan terjadi penyempitan pada lubang bor sumur yang menjadi lebih kecil atau disebut juga sebagai *tight spot*, dengan itu dapat menyebabkan tersangkutnya rangkaian pemboran. Sehingga pada saat operasi pemboran *drilling hazard* tersebut sebagai *reminder* yang perlu diperhatikan dalam melakukan *set production casing* dengan penempatan *casing shoe* pada kedalaman 10472.4 ft.

Liner casing

Liner casing ini dipasang di karenakan yang pertama untuk menghemat biaya *cost* dan sebagai faktor keselamatan jika adanya perubahan *pore pressure* pada formasi produktif maka digunakan *liner* untuk mengisolasi zona produktif, serta pertimbangan jika *set production casing* hingga interval bawah itu tidak memungkinkan bila dilihat berdasarkan data *pressure* nya. Pada *set liner casing* ini dipasang secara *liner hanger* dengan *Top of Liner* (TOL) menggantung pada bagian dalam *production casing* mulai dari kedalaman 8697.5 ft dengan *hole size 6"* dan *set casing size 4-1/2"*, penempatan titik kedalaman *casing* sebagai *casing shoe* yang telah diperoleh pada kedalaman 11607.6 ft dengan *equivalent mud weight plan* yaitu 13.5 ppg. Pada (**Gambar 3.3**) plot PPFG (*pore pressure and fracture gradient*) setelah dianalisa penempatan *casing shoe* pada kedalaman 11607.6 ft tersebut aman karna *pore pressure value*-nya *normal pressure* serta dengan *fracture pressure* 16.8 ppg masih aman untuk melakukan *set casing* pada kedalaman tersebut. Dan dilihat dari data litologi formasi sumur pada kedalaman 3534 – 3605 m atau 11594.5 – 11872.4 ft merupakan interval dari batu serpih (*shale*) dimana merupakan *hard formation*, sehingga penempatan *casing shoe* pada kedalaman 11607.6 ft dapat di *set*.

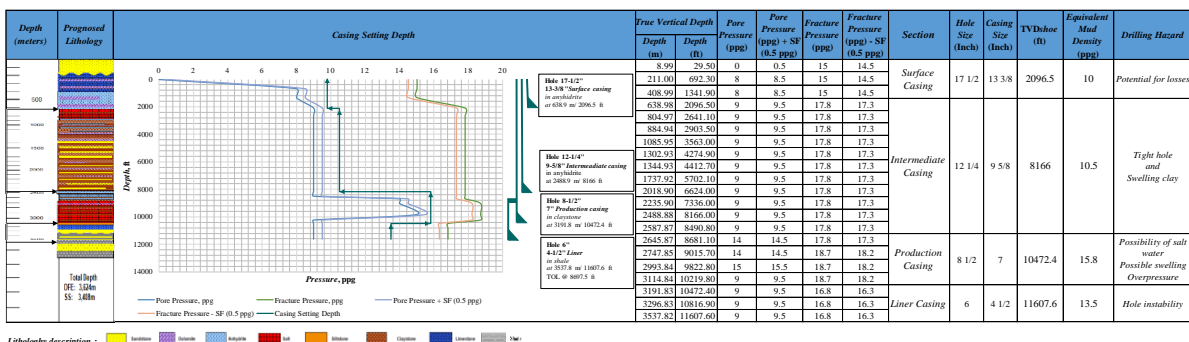
Dan dengan pertimbangan adanya *drilling report*, terdapat *drilling hazard* yang diketahui pada *section intermediate* ini yaitu adanya *hole instability*.

Hole instability terjadi karena terdapat lapisan *sandstone* yang bersifat *unconsolidate* pada *section* ini sehingga terjadinya *wellbore failure* yang menyebabkan lubang tidak stabil (*hole instability*) sehingga menyebabkan masalah pada saat *logging wellbore* maupun saat operasi pemboran menjadi terhambat dengan adanya *stuck* pada alat maupun rangkaian pemboran. Terjepitnya rangkaian disebabkan karena batuan formasi, *cuttings* (serbuk bor) atau *cavings* (runtuhan) yang jatuh kebawah lubang, mengendap disekitar *drillpipe* dan menutup *annulus*. Namun hal tersebut dapat diatasi dengan salah satunya yaitu memperhatikan aliran sirkulasi densitas pada lumpur. Sehingga pada saat operasi pemboran *drilling hazard* tersebut sebagai *reminder* yang perlu diperhatikan dalam melakukan *set liner casing* dengan penempatan *casing shoe* pada kedalaman 11607.6 ft.

Berdasarkan hasil penentuan *casing setting depth* dengan menggunakan metode *bottom up* pada (**Gambar 3.5**) setelah dilakukan analisa berdasarkan data PPFG (*Pore Pressure and Fracture Gradient*) dan litologi batuan dengan mempertimbangkan *drilling hazard*. Berikut tabel dibawah ini merupakan hasil penentuan *casing setting depth* dengan menggunakan metode *bottom up* pada Sumur "HY-10".

Tabel 3.4 Hasil titik kedalaman casing shoe dalam penentuan casing setting depth

Casing	Depth Range (ft)	Hole Size (Inch)	Casing Size (Inch)	Casing Shoe (ft)
Conductor	0 - 240	24	18 5/8	240
Surface	0 - 2906.5	17 1/2	13 3/8	1341.9
Intermediate	0 - 8166	12 1/4	9 5/8	8490.8
Production	0 - 10472.4	8 1/2	7	10219.8
Liner	8697.5 - 11607.6	6	4 1/2	11607.6



Gambar 3.5 Hasil Penentuan Casing Setting Depth dengan Metode Bottom Up

3.1.2 Penentuan Kick Tolerance

Pada sumur “HY-10” saat dilakukan operasi pemboran pada setiap *section* yang akan dibor perlu dilakukan perhitungan *kick tolerance* di tiap *section*-nya untuk mengetahui *kick* maksimum yang dapat ditoleransi tanpa merusak *casing shoe* yang telah didapat pada penentuan kedalaman *casing* di setiap *section*-nya. Penentuan *kick tolerance* untuk sumur “HY-10” dilakukan dengan menggunakan persamaan dari referensi buku (Lapeyrouse, 2002. *Formulas And Calculation For Drilling Production And Work Over*). Berikut tahapan perhitungan dari masing-masing *section* pada tabel di atas sebagai berikut:

Section I

Hole size	:	12-1/4	inch
TVD _{shoe@p}	:	2096.5	ft
<i>revious</i>	:		
TVD	:	8166	ft
KI (<i>Kick Intensity</i>)	:	0.5	ppg
LOT	:	17.8	ppg
(<i>Leak Off Test</i>)	:		
Mud Weight	:	10.5	ppg
OD _{BHA}	:	9.63	inch
OD _{DP}	:	5	inch

Kalkulasi *kick tolerance* pada *casing* 9-5/8” dengan hole size 12-1/4”, adalah sebagai berikut :

- Maximum Allowable Annular Surface Pressure* (MAASP), psi

$$\text{MAASP} = 0.052 \times \text{TVD}_{\text{shoe}} \times (\text{LOT} - \text{CMW})$$

$$\text{MAASP} = 0.052 \times 2096.5 \times (17.8 - 10.5)$$

$$\text{MAASP} = 795.83 \text{ psi}$$
- Kick Intensity* (KI), psi

$$\text{KI} = 0.052 \times \text{KI (ppg)} \times \text{TVD}$$

$$\text{KI} = 0.052 \times 0.5 \times 8166$$

$$\text{KI} = 212.32 \text{ psi}$$

- Tinggi Gas (H_{Gas}), ft

$$H_{\text{gas}} = \frac{\text{MAASP} - \text{KI}}{(0.052 \times \text{CMW})} - 0.1$$

$$H_{\text{gas}} = \frac{795.83 - 212.32}{(0.052 \times 10.5)} - 0.1$$

$$H_{\text{gas}} = 1068.61 \text{ ft}$$

- Annular Capacity Factor between Open Hole and BHA* (ACF_{OH-BHA}) dan *Annular Capacity Factor between Open Hole and Drill Pipe* (ACF_{OH-DP}), bbl/ft

- Annular Capacity Factor between Open Hole and BHA*

$$\text{ACF}_{(\text{OH}-\text{BHA})} = \left(\frac{\text{Dh}^2 - \text{OD}_{\text{BHA}}^2}{1029.4} \right)$$

$$\text{ACF}_{(\text{OH}-\text{BHA})} = \left(\frac{(12.25)^2 - (9.63)^2}{1029.4} \right)$$

$$\text{ACF}_{(\text{OH}-\text{BHA})} = 0.056 \text{ bbl/ft}$$

- Annular Capacity Factor between Open Hole and Drill Pipe*

$$\text{ACF}_{(\text{OH}-\text{DP})} = \left(\frac{\text{Dh}^2 - \text{OD}_{\text{DP}}^2}{1029.4} \right)$$

$$\text{ACF}_{(\text{OH}-\text{DP})} = \left(\frac{(12.25)^2 - (5)^2}{1029.4} \right)$$

$$\text{ACF}_{(\text{OH}-\text{BHA})} = 0.121 \text{ bbl/ft}$$

- Maksimum V_{kick} pada *Bit*, bbls

$$V_1 = H_{\text{gas}} \times \text{ACF}_{\text{OH}-\text{BHA}}$$

$$V_1 = 1068.61 \times 0.056$$

$$V_1 = 59.51 \text{ bbls}$$

- Maksimum V_{Shoe} pada *Shoe*, bbls

$$V_{\text{shoe}} = H_{\text{gas}} \times \text{ACF}_{\text{OH}-\text{DP}}$$

$$V_{\text{shoe}} = 1068.61 \times 0.121$$

$$V_{\text{shoe}} = 129.83 \text{ bbls}$$

- Tekanan pada *Shoe* (P_{Shoe}), psi

$$P_{\text{shoe}} = 0.052 \times \text{LOT} \times \text{TVD}_{\text{shoe}}$$

$$P_{\text{shoe}} = 0.052 \times 17.8 \times 2096.5$$

$$P_{\text{shoe}} = 1940.52 \text{ psi}$$

- Tekanan Formasi Maksimum (Fp_{max}), psi

$$FP_{\max} = KI \text{ (psi)} \\ + (0.052 \times CMW \\ \times TVD)$$

$$FP_{\max} = 212.32 \\ + (0.052 \times 10.5 \\ \times 8166)$$

$$FP_{\max} = 4670.95 \text{ psi}$$

- i. Mengkonversi hasil V_{shoe} ke kondisi *bit* dengan menggunakan Hukum *Boyle* sebagai hasil V_2 , bbls

$$V_2 = V_{\text{shoe}} \times \frac{P_{\text{shoe}}}{FP_{\max}}$$

$$V_2 = 129.83 \times \frac{1940.52}{4670.95}$$

$$V_2 = 53.94 \text{ bbls}$$

- j. Membandingkan volume-volume *kick* V_1 dan V_2 menggunakan metode Boyle serta memilih angka yang lebih rendah.

Berdasarkan hasil V_{kick} pada *Bit* (V_1) = 59.51 bbls dan konversi V_{shoe} ke kondisi *bit* (V_2) = 53.94 bbls

$$V_1 = 59.51 \text{ bbls} > V_2 = 53.94 \text{ bbls}$$

Maka $V_2 = 44.64$ bbls adalah *kick tolerance* pada kedalaman 8166 ft.

Section II

Hole size	:	8-1/2	inch
TVD _{shoe@previous}	:	8166	ft
TVD	:	10472.4	ft
KI (<i>Kick Intensity</i>)	:	0.5	ppg
LOT (<i>Leak Off Test</i>)	:	18.3	ppg
Mud Weight	:	15.8	ppg
OD _{BHA}	:	6.5	inch
OD _{DP}	:	5	inch

Kalkulasi *kick tolerance* pada casing 7” dengan *hole size* 8-1/2”, adalah sebagai berikut :

- a. *Maximum Allowable Annular Surface Pressure* (MAASP), psi

$$MAASP = 0.052 \times TVD_{\text{shoe}} \\ \times (LOT - CMW)$$

$$MAASP = 0.052 \times 8166 \\ \times (18.3 - 15.8)$$

$$MAASP = 1061.58 \text{ psi}$$

- b. *Kick Intensity* (KI), psi

$$KI = 0.052 \times KI \text{ (ppg)} \times TVD$$

$$KI = 0.052 \times 0.5 \times 10472.4$$

$$KI = 272.28 \text{ psi}$$

- c. Tinggi Gas (H_{Gas}), ft

$$H_{\text{gas}} = \frac{MAASP - KI}{(0.052 \times CMW)} - 0.1$$

$$H_{\text{gas}} = \frac{1061.58 - 272.28}{(0.052 \times 16)} - 0.1$$

$$H_{\text{gas}} = 960.58 \text{ ft}$$

- d. *Annular Capacity Factor between Open Hole and BHA* ($ACF_{\text{OH-BHA}}$) dan *Annular Capacity Factor between Open Hole and Drill Pipe* ($ACF_{\text{OH-DP}}$), bbl/ft

- *Annular Capacity Factor between Open Hole and BHA*

$$ACF_{\text{(OH-BHA)}} = \left(\frac{Dh^2 - OD_{\text{BHA}}^2}{1029.4} \right)$$

$$ACF_{\text{(OH-BHA)}} = \left(\frac{(8.5)^2 - (6.5)^2}{1029.4} \right)$$

$$ACF_{\text{(OH-BHA)}} = 0.029 \text{ bbl/ft}$$

- *Annular Capacity Factor between Open Hole and Drill Pipe*

$$ACF_{(OH-DP)} = \left(\frac{Dh^2 - OD_{DP}^2}{1029.4} \right)$$

$$ACF_{(OH-DP)} = \left(\frac{(8.5)^2 - (5)^2}{1029.4} \right)$$

$$ACF_{(OH-DP)} = 0.046 \text{ bbl/ft}$$

- e. Maksimum V_{kick} pada *Bit*, bbls

$$V_1 = H_{gas} \times ACF_{OH-BHA}$$

$$V_1 = 960.58 \times 0.029$$

$$V_1 = 27.99 \text{ bbls}$$

- f. Maksimum V_{shoe} pada *Shoe*, bbls

$$V_{shoe} = H_{gas} \times ACF_{OH-DP}$$

$$V_{shoe} = 960.58 \times 0.046$$

$$V_{shoe} = 44.09 \text{ bbls}$$

- g. Tekanan pada *Shoe* (P_{shoe}), psi

$$P_{shoe} = 0.052 \times LOT \times TVD_{shoe}$$

$$P_{shoe} = 0.052 \times 18.3 \times 8166$$

$$P_{shoe} = 7770.77 \text{ psi}$$

- h. Tekanan Formasi Maksimum (FP_{max}), psi

$$FP_{max} = KI \text{ (psi)}$$

$$+ (0.052 \times CMW \\ \times TVD)$$

$$FP_{max} = 272.28$$

$$+ (0.052 \times 15.8 \\ \times 10472.4)$$

$$FP_{max} = 8876.41 \text{ psi}$$

- i. Mengkonversi hasil V_{shoe} ke kondisi *bit* dengan menggunakan Hukum *Boyle* sebagai hasil V_2 , bbls

$$V_2 = V_{shoe} \times \frac{P_{shoe}}{FP_{max}}$$

$$V_2 = 44.09 \times \frac{7770.77}{8876.41}$$

$$V_2 = 38.60 \text{ bbls}$$

- j. Membandingkan volume-volume *kick* V_1 dan V_2 menggunakan metode Boyle serta memilih angka yang lebih rendah.

Berdasarkan hasil V_{kick} pada *Bit* (V_1) = 24.67 bbls dan konversi V_{shoe} ke kondisi *bit* (V_2) = 33.60 bbls

$$V_1 = 27.99 \text{ bbls} < V_2 = 38.60 \text{ bbls}$$

Maka $V_1 = 27.99$ adalah *kick tolerance* pada kedalaman 10472.4 ft.

Section III

Hole size	:	6	inch
TVD _{shoe@previous}	:	10472.4	ft
TVD	:	11607.6	ft
KI (<i>Kick Intensity</i>)	:	0.5	ppg
LOT (<i>Leak Off Test</i>)	:	16.8	ppg
Mud Weight	:	13.5	ppg
OD _{BHA}	:	4.75	inch
OD _{DP}	:	3.5	inch

Kalkulasi *kick tolerance* pada casing 4-1/2" dengan hole size 6", adalah sebagai berikut :

- a. *Maximum Allowable Annular Surface Pressure* (MAASP), psi

$$MAASP = 0.052 \times TVD_{shoe} \\ \times (LOT - CMW)$$

$$MAASP = 0.052 \times 11607.6 \\ \times (16.8 - 13.5)$$

$$MAASP = 1797.06 \text{ psi}$$

- b. *Kick Intensity* (KI), psi

$$KI = 0.052 \times KI \text{ (ppg)} \times TVD$$

$$KI = 0.052 \times 0.5 \times 11607.6$$

$$KI = 301.80 \text{ psi}$$

c. Tinggi Gas (H_{Gas}), ft

$$H_{\text{gas}} = \frac{\text{MAASP} - KI}{(0.052 \times \text{CMW})} - 0.1$$

$$H_{\text{gas}} = \frac{1797.06 - 301.80}{(0.052 \times 13.5)} - 0.1$$

$$H_{\text{gas}} = 2129.91 \text{ ft}$$

d. *Annular Capacity Factor between Open Hole and BHA* ($\text{ACF}_{\text{OH-BHA}}$) dan *Annular Capacity Factor between Open Hole and Drill Pipe* ($\text{ACF}_{\text{OH-DP}}$), bbl/ft

- *Annular Capacity Factor between Open Hole and BHA*

$$\text{ACF}_{(\text{OH-BHA})} = \left(\frac{D_h^2 - \text{OD}_{\text{BHA}}^2}{1029.4} \right)$$

$$\text{ACF}_{(\text{OH-BHA})} = \left(\frac{(6)^2 - (4.75)^2}{1029.4} \right)$$

$$\text{ACF}_{(\text{OH-BHA})} = 0.013 \text{ bbl/ft}$$

- *Annular Capacity Factor between Open Hole and Drill Pipe*

$$\text{ACF}_{(\text{OH-DP})} = \left(\frac{D_h^2 - \text{OD}_{\text{DP}}^2}{1029.4} \right)$$

$$\text{ACF}_{(\text{OH-DP})} = \left(\frac{(6)^2 - (3.5)^2}{1029.4} \right)$$

$$\text{ACF}_{(\text{OH-DP})} = 0.023 \text{ bbl/ft}$$

e. Maksimum V_{kick} pada *Bit*, bbls

$$V_1 = H_{\text{gas}} \times \text{ACF}_{\text{OH-BHA}}$$

$$V_1 = 2129.91 \times 0.013$$

$$V_1 = 27.80 \text{ bbls}$$

f. Maksimum V_{Shoe} pada *Shoe*, bbls

$$V_{\text{shoe}} = H_{\text{gas}} \times \text{ACF}_{\text{OH-DP}}$$

$$V_{\text{shoe}} = 2129.91 \times 0.023$$

$$V_{\text{shoe}} = 49.14 \text{ bbls}$$

g. Tekanan pada *Shoe* (P_{Shoe}), psi

$$P_{\text{shoe}} = 0.052 \times \text{LOT} \times \text{TVD}_{\text{shoe}}$$

$$P_{\text{shoe}} = 0.052 \times 16.8 \times 10472.4$$

$$P_{\text{shoe}} = 9148.69 \text{ psi}$$

h. Tekanan Formasi Maksimum ($F_{p_{\text{max}}}$), psi

$$F_{p_{\text{max}}} = KI \text{ (psi)}$$

$$+ (0.052 \times \text{CMW} \times \text{TVD})$$

$$F_{p_{\text{max}}} = 3703.04$$

$$+ (0.052 \times 13.5 \times 11607.6)$$

$$F_{p_{\text{max}}} = 8450.33 \text{ psi}$$

i. Mengkonversi hasil V_{Shoe} ke kondisi *bit* dengan menggunakan Hukum Boyle sebagai hasil V_2 , bbls

$$V_2 = V_{\text{shoe}} \times \frac{P_{\text{shoe}}}{F_{p_{\text{max}}}}$$

$$V_2 = 49.14 \times \frac{9148.69}{8450.33}$$

$$V_2 = 53.20 \text{ bbls}$$

j. Membandingkan volume-volume *kick* V_1 dan V_2 menggunakan metode Boyle serta memilih angka yang lebih rendah.

Berdasarkan hasil V_{kick} pada *Bit* (V_1) = 34.13 bbls dan konversi V_{Shoe} ke kondisi *bit* (V_2) = 67.73 bbls
 $V_1 = 27.80 \text{ bbls} < V_2 = 53.20 \text{ bbls}$
Maka $V_1 = 27.80$ adalah *kick tolerance* pada kedalaman 10472.4 ft.

Dapat dilihat pada tabel dibawah ini merupakan hasil *kick tolerance* pada setiap *section casing* di sumur "HY-10".

Tabel 3.6 Hasil Penentuan Kick Tolerance

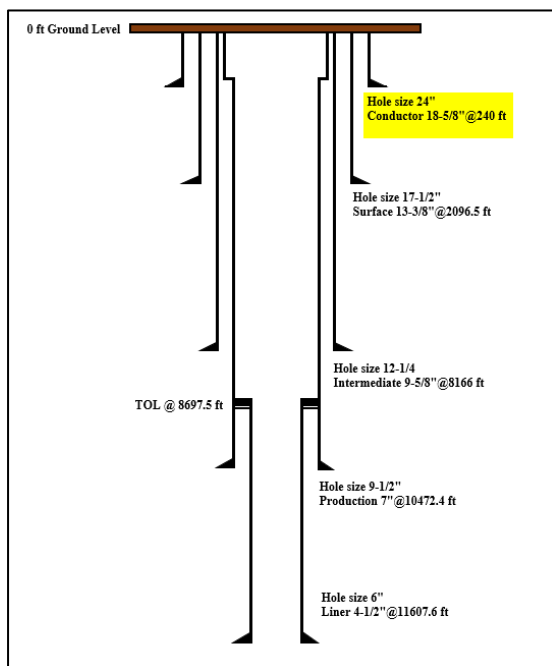
Section	Hole Size (inch)	Casing	Depth (ft)	Mud Weight (ppg)	LOT (ppg)	Kick Intensity (ppg)	Kick Tolerance (bbls)
I	12-1/4"	Intermediate Casing 9 5/8"	8166	10.5	17.8	0.5	53.94
II	8-1/2"	Production Casing 8 1/2"	10472.4	15.8	18.3	0.5	27.99
III	6"	Liner 4 1/2"	11607.6	13.5	16.8	0.5	27.80

Dapat disimpulkan berdasarkan hasil *kick tolerance* yang telah diperoleh kalkulasi *kick tolerance* pada *section* 12-1/4", *section* 8-1/2", dan *section* 6" tersebut sudah memenuhi standar nilai minimum perusahaan. Dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.7 Hasil Perbandingan Nilai Kick Tolerance Yang Didapat Dengan Nilai Minimum Standart Kick Tolerance Perusahaan

Nilai Minimum Kick Tolerance	Hole Size (inch)	Kick Tolerance (bbls)
> 12-1/4" hole min. 50 bbls	12-1/4"	53.94
< 8-1/2" hole min. 25 bbls	8-1/2"	27.99
	6"	27.8

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan analisa pada studi yang telah dilakukan dengan penentuan titik kedalaman casing shoe dan penentuan kick tolerance, diperoleh casing setting depth pada sumur "HY-10" dari kedalaman 29.5 ft sampai 11607.6 ft, dapat dilihat pada (Gambar 3.4) merupakan well schematic pada sumur "HY-10".



Gambar 3.4 well schematic pada sumur "HY-10".

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

1. Penentuan titik kedalaman casing berdasarkan grafik pore pressure dan fracture pressure, litologi batuan dan

faktor drilling hazard pada penentuan casing setting depth di sumur "HY-10" dengan metode bottom up didapatkan hasil pada hole size 24" dan set casing size 18-5/8" penempatan titik kedalaman conductor casing sebagai casing shoe yang telah diperoleh yaitu pada kedalaman 240 ft; hole size 17-1/2" dan set casing size 13-3/8" penempatan titik kedalaman surface casing sebagai casing shoe yang telah diperoleh yaitu pada kedalaman 22096.5 ft; hole size 12-1/4" dan set casing size 9-5/8" penempatan titik kedalaman intermediate casing sebagai casing shoe yang telah diperoleh yaitu pada kedalaman 8166 ft; hole size 8-1/2" dan set casing size 17" penempatan titik kedalaman production casing sebagai casing shoe yang telah diperoleh yaitu pada kedalaman 10472.4 ft; hole size 6" dan set casing size 4-1/2" penempatan titik kedalaman liner sebagai casing shoe yang telah diperoleh yaitu pada kedalaman 11607.6 ft.

2. Berdasarkan Perencanaan penentuan casing setting depth yang diperoleh, dilakukan penentuan kick tolerance di setiap section-nya untuk mengetahui kick maksimum yang dapat ditoleransi agar tidak merusak casing shoe pada perencanaan casing setting depth sumur "HY-10". Didapat hasil penentuan kick tolerance pada casing setting depth di tiap section yaitu pada section 12-1/4" pada kedalaman 8166 ft yaitu 53.94 bbls; section 8-1/2" pada kedalaman 10472.4 ft yaitu 27.99 bbls; dan section 6" pada kedalaman 11607.6 ft yaitu 27.80 bbls.
3. Hasil kick tolerance sudah optimum dengan nilai minimum standar kick tolerance perusahaan pada tiap sectionnya, dimana nilai minimum kick tolerance pada hole size >12-1/4" yaitu min. 50 bbls; dan hole size <8-

1/2" yaitu min. 25 bbls. Pada penelitian yang dilakukan hasil penentuan *kick tolerance* pada tiap *section* pada hole size 12-1/4" yaitu 53.94 bbls; *hole size* 8-1/2" yaitu 27.99; dan *hole size* 6" yaitu 27.80 bbls. Dapat disimpulkan ketiga *section* tersebut memenuhi nilai minimum standar *kick tolerance* perusahaan.

4.2 Saran

Setelah studi ini dilakukan, saran untuk penelitian selanjutnya yaitu dalam penentuan *casing setting depth* dan *kick tolerance* yang telah diperoleh dapat dijadikan sebagai acuan dilakukan analisis perbandingan dalam segi keamanan dan keekonomian menggunakan *manual calculation* dan *software* agar saat operasi pemboran berlangsung dan penempatan *casing* yang digunakan dapat lebih dipertimbangkan untuk mencegah terjadinya masalah sehingga bisa lebih aman dan menghemat *drilling cost*. Serta juga dapat dilakukan evaluasi mengenai *circulation out kick* atau metode penanganan masalah *kick*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, Neal. J. (1985). *Drilling Engineering A Complete Well Planning Approach*. Pen Well Publishing Company, Tulsa, Oklahoma.
- Azadpour, M.R., Manaman, N. S., Ilkhchi, A. K. & Sedghipour. (2015). *Pore Pressure Prediction and Modelling Using WellLogging Data in One of The Gas Fields in South of Iran,*" J. Pet.Sci. Eng. Elsevier.
- Darmawan, Ganesha R., Hanafi, Machmud, Hermawan, Wawan, & Zulfa, Husna. (2017). *Basic Drilling & Completion Engineering*. Bekasi: Institut Teknologi Sains Bandung.
- Drilling Handbook of Wellbore Instability*. Amoco.
- Heriot Watt University. *Drilling Engineering*. Glossary of Terms, Edinburgh, UK.
- Lapeyrouse, N. J. (2002). *Formulas And Calculation For Drilling Production And Work Over*. Boston: Gulf Professional Publishing.
- Neal Adams. (1985). *Drilling Engineering*. Pen Well Publishing Company, Oklahoma.
- Pradiko, Z.H, A.Hamid.MT, dan Puri Wijayanti. (2017). *Analisa Penyebab Hilang Sirkulasi Lumpur Pada Pemboran Sumur X Lapangan Y*. Jurnal Petro, DOI: 10.25105/petro.v6i3.4277.
- Rabia, Hussain. (2002). *Well Engineering and Construction*. Entrac Consulting, Australia.
- R.S, Rubiandini. (2009). *Teknik Pemboran 1*. Bandung: Jurusan Teknik Perminyakan ITB.
- R.S, Rubiandini. (2012). *Teknik Pemboran 2*. Bandung: Jurusan Teknik Perminyakan ITB