

**OPTIMASI *DRILLING* PROGRAM DENGAN
MENGUNAKAN METODE *BOURGOYNE AND YOUNG*
UNTUK MENDAPATKAN *EFISIENSI* PENGEBORAN PADA
SUMUR VERTIKAL DILAPANGAN TY**

TUGAS AKHIR

Di ajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

OLEH :

YOGI APRILIAN

133210426



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

2020

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini di susun oleh:

Nama : Yogi Aprilian
NPM : 133210426
Program Studi : Teknik Perminyakan
Judul Skripsi : Optimasi *Drilling* Program Menggunakan Metode
Bourgoyne and Young Untuk Mendapatkan *Efisiensi*
Pengeboran Pada Sumur Vertikal di Lapangan TY

Telah berhasil di pertahankan di hadapan Dewan Penguji dan di terima sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Hj.Fitrianti, ST., MT (.....)
Penguji : Idham Khalid, ST., MT (.....)
Penguji : Richa Melysa, ST., MT (.....)
Di tetapkan di : Pekanbaru
Tanggal :

Disahkan Oleh

DEKAN
FAKULTAS TEKNIK

SEKRETARIS PRODI
TEKNIK PERMINYAKAN

Dr. Eng. Muslim, MT

Tomi Erfando, ST., MT

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum di dalamnya baik yang di kutip maupun di rujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Saya bersedia dicabut gelar dan ijazah jika di temukan data atau plagiat dari penulis lain.

Pekanbaru, 12 Agustus 2020

Yogi Aprilian
NPM 133210426



KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah Subhanna wa Ta'ala karena atas Rahmat dan limpahan ilmu dari-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Islam Riau. Saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dan mendorong saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini serta memperoleh ilmu pengetahuan selama perkuliahan. Tanpa bantuan dari mereka tentu akan sulit rasanya untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik ini. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Hj, Fitrianti, ST., MT selaku dosen pembimbing, yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. PT. Asrindo Cintraseni Satria yang telah memberikan kesempatan untuk pengambilan data dan menyediakan tempat untuk pelaksanaan penelitian tugas akhir ini.
3. Adi Satria selaku pembimbing lapangan, yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dan motivasi dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Ketua program studi dan Pembimbing Akademik saya yaitu Ibu Novia rita ST.MT dan sekretaris program studi bapak Tomi Erfando, ST. MT serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
5. Orang tua yakni Mama Tati Yarni dan Papa Syaftiarnis serta kakak Lisa Armelia dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan penuh akan material maupun moral yang hingga saat ini mampu memberikan semangat untuk setiap langkah yang saya ambil.
6. Sahabat serta rekan seperjuangan yang membantu saya tanpa kenal waktu tanpa kenal lelah.

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

Pekanbaru, 12 Agustus 2020

Yogi Aprilian



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR SINGKATAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Proses Penghancuran Batuan Dalam Pemboran	4
2.2 Weight on Bit (WOB) dan Rotation Per Minute (RPM)	5
2.2.1 Weight ON Bit (WOB).....	5
2.2.2 Rotation Per Minute (RPM).....	6
2.3 Rate Of Penetration (ROP).....	8
BAB III METODELOGI PENELITIAN	10
3.1 Metode Bourgoyne And Young dan Cost Per Feet	10
3.2 Bagan Alir Penelitian.....	15
3.3 Pengolahan Data.....	16
3.4 Tempat Penelitian	16
3.5 Rencana Pelaksanaan Penelitian.....	16
3.6 Studi Lapangan.....	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1 Analisis litiologi batuan sumur TY.....	19
4.2 Analisis pengaruh beban diatas <i>bit</i> (WOB) dan kecepatan putar (RPM) pada kegiatan pemboran.....	21
4.3 Perencanaan peningkatan laju penembusan (ROP).....	22

5.3 Langkah-langkah perhitungan perencanaan peningkatan laju penembusan (ROP) dengan metode <i>Bourgoyne and young</i>	22
--	----

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....41

5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41

DAFTAR PUSTAKA.....42



DAFTAR GAMBAR

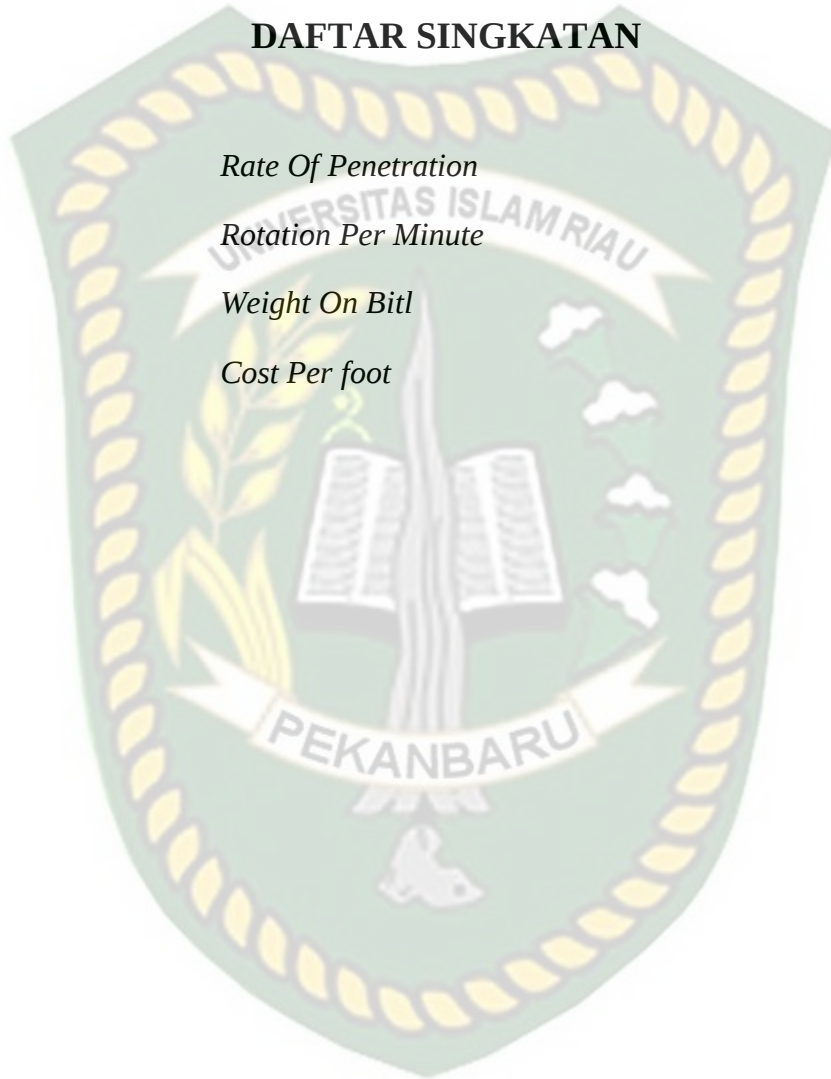
Gambar 4.1	Grafik penggunaan gigi <i>bit</i>	6
Gambar 4.2	Grafik WOB dan N RPM	10
Gambar 4.3	Grafik ROP actual dan ROP perencanaan	11
Gambar 4.4.	Grafik Perbandingan <i>Cost Per Foot</i> (CPF) Aktual dan Perencanaan.....	15

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Normal WOB & RPM (Adam, 1985).....	6
Tabel 2.2	Kekerasan Relatif Batuan Menurut Skala <i>Mohs</i> (Ma'aruf, 1999).....	7
Tabel 4.1	Lithologi Batuan pada sumur TY (<i>Facilities Engenering</i> , 2015).....	19
Tabel 4.2	Data <i>Bit</i> sumur TY (<i>Facilities Engenering</i> , 2015).....	20
Tabel 4.3	Data pemboran sumur TY (<i>Facilities Engenering</i> , 2015).....	21
Tabel 4.4	Waktu penggunaan gigi <i>bit</i>	24
Tabel 4.5	Waktu penggunaan bantalan <i>bit</i>	26
Tabel 4.6	Perbandingan waktu pemboran	27
Tabel 4.7	Perhitungan berat diatas <i>bit</i>	30
Tabel 4.8	Nilai konstanta a1 sampai a8 (Irawan & anwar, 2012).....	32
Tabel 4.9	Perhitungan ROP	35
Tabel 4.10	Hasil <i>Cost Per Foot</i> (CPF) actual (<i>Facilities Engenering</i> , 2015).....	37
Tabel 4.11	Hasil Perhitungan <i>Cost Per Foot</i> (CPF) Perencanaan.....	38
Tabel 4.12	Perbandingan CPF aktual dan CPF perencanaan.....	39

DAFTAR SINGKATAN

ROP	<i>Rate Of Penetration</i>
RPM	<i>Rotation Per Minute</i>
WOB	<i>Weight On Bitl</i>
CPF	<i>Cost Per foot</i>



OPTIMASI *DRILLING* PROGRAM DENGAN MENGUNAKAN METODE *BOURGOYNE AND YOUNG* UNTUK MENDAPATKAN *EFISIENSI* PENGEBORAN PADA SUMUR VERILKAL DILAPANGAN TY

YOGI APRILIAN
133210426

ABSTRAK

Dalam suatu kegiatan operasi pemboran peningkatan laju penembusan (ROP) merupakan sesuatu tujuan pemboran yang diharapkan. Laju penembusan dapat dinyatakan meningkat apabila waktu penyelesaiannya cepat dan tujuan pemboran tercapai dengan baik sesuai dengan rencana.

Pada tugas akhir ini untuk mendapatkan hasil yang diinginkan butuh analisis litologi batuan pada sumur TY. Lalu melakukan analisis *Weight on bit* (WOB) terhadap perencanaan peningkatan laju penembusan (ROP) pada sumur TY, dengan memperhitungkan pengaruh faktor mekanis berdasarkan metode *Bourgoyne and Young* dan memandingkannya dengan metode *Cost Per Foot* untuk membandingkan biaya pengeboran antara actual dan perhitungan optimasi

Diperoleh perbandingan peningkatan laju penembusan pada data aktual yang menunjukkan data 1 dari 66.70 ft/hr menjadi 95.3 ft/hr, data 2 dari 108.3 ft/hr menjadi 173.04 ft/hr, data 3 dari 75.50 ft/hr menjadi 120.11 ft/hr, data 4 dari 63.40 ft/hr menjadi 103.4 ft/hr data 5 dari 67.50 ft/hr menjadi 105.92 ft/hr, data 6 dari 58.50 ft/hr menjadi 91.19 ft/hr, data 7 dari 60.20 ft/hr menjadi 95.63 ft/hr, data 8 dari 53 ft/hr menjadi 82.42 ft/hr. Berdasarkan perencanaan peningkatan laju penembusan diperoleh nilai *Cost Per Foot* sebesar US\$ 1,916 yang menunjukkan terjadinya penurunan biaya total aktual sebesar US\$ 2,722.

Kata kunci: *Bourgoyne and Young*, *Rotation per minute*(RPM), *Weight on bit*(WOB), *Rate of Penetration*(ROP), *Cost per feet*

OPTIMIZING DRILLING PROGRAMS USING THE BOURGOYNE AND YOUNG METHOD TO GET EFFICIENCY OF DRILLING IN VERTICAL WELLS IN TY FIELD

YOGI APRILIAN
133210426

ABSTRACT

In a drilling operation, an increase in penetration rate (ROP) is an expected drilling objective. The rate of penetration can be stated to increase if the completion time is fast and the drilling objectives are properly achieved in accordance with the plan.

In this final project, to get the desired result, it needs rock lithology analysis in the TY well. Then perform a Weight on bit (WOB) analysis of the planned increase in penetration rate (ROP) at well TY, by calculating the effect of mechanical factors based on the Bourgoyne and Young method and comparing it with the Cost Per Foot method to compare drilling costs between actual and optimization calculations.

Obtained a comparison of the increase in the rate of penetration in the actual data showing data 1 from 66.70 ft / hr to 95.3 ft / hr, data 2 from 108.3 ft / hr to 173.04 ft / hr, data 3 from 75.50 ft / hr to 120.11 ft / hr, data 4 from 63.40 ft / hr to 103.4 ft / hr data 5 from 67.50 ft / hr to 105.92 ft / hr, 6 data from 58.50 ft / hr to 91.19 ft / hr, 7 data from 60.20 ft / hr to 95.63 ft / hr, data 8 from 53 ft / hr to 82.42 ft / hr. Based on the plan to increase the penetration rate, the Cost Per Foot value is obtained at US \$ 1,916 which indicates a decrease in the actual total cost of US \$ 2,722.

Keywords: Bourgoyne and Young, Rotation per minute(RPM), Weight on bit(WOB), Rate of Penetration(ROP), Cost per feet

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegiatan pemboran pada perusahaan minyak dan gas (Migas) merupakan salah satu rangkaian kegiatan yang dilakukan dalam rangka mendapatkan sumur minyak atau gas yang dapat berproduksi. Kegiatan pemboran dilakukan dalam standar keselamatan tinggi, pelaksanaan yang tepat waktu dengan biaya yang efisien. Perencanaan yang matang merupakan kunci sukses proyek pemboran. Perencanaan ini mencakup aspek teknis (*engineering*), aspek geologis, aspek fasilitas, aspek keselamatan kerja dan juga aspek sosial terhadap kehidupan masyarakat sekitar wilayah operasi (Rudi Rubiandini, 2012).

Kajian ekonomi pengeboran perlu dilakukan untuk mengetahui biaya total pengeboran yang telah dilakukan, sehingga dapat diketahui berapa pengeluaran dari proses pengeboran tersebut. Kajian biaya total pengeboran juga dapat menjadi sebagai dasar untuk estimasi biaya pengeboran rencana produksi berikutnya. Untuk menentukan estimasi biaya pengeboran diperlukan data hubungan antara kecepatan pengeboran dengan berbagai parameter teknis batuan utuh dan massa batuan. Oleh karena itu perubahan biaya pengeboran sebagai fungsi parameter batuan dapat diperkirakan (Rubiandini, 2012).

Untuk mendapatkan pengeboran yang lebih ekonomis dan lebih efisien, pada penelitian kali ini bertempat di sumur vertikal lapangan TY melakukan optimasi terhadap *drilling* program yang ada, diantara optimasi terhadap WOB agar memperoleh laju penembusan (*ROP*) yang baik, optimasi terhadap penggunaan mata bor agar menghindari keausan yang cepat dari mata bor, optimasi terhadap pemilihan *casing*, optimasi terhadap hidrolik lumpur pemboran agar penggunaan lumpur yang lebih efisien dalam proses pemboran di sumur *vertical* (Rashidi et al., 2008).

Dalam menentukan beban diatas *bit* (WOB) dan kecepatan putar (RPM) akan disesuaikan jika pahat rotating time berkurang maka akan semakin tahan lama didalam lubang bor. Dalam mendapatkan laju penembusan (*ROP*) yang optimum maka keduanya tidak dapat berdiri sendiri dimana antara berat beban

dias *bit* dan kecepatan putarnya dikombinasikan secara teknik. Optimasi yang dihasilkan akan didapatkan biaya per feet minimum diantaranya dengan cara metode *Bourgoyne-Young* (Alexandri, 2016).

1.2 Tujuan Penelitian

Ada pun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Optimasi *drilling* program menggunakan metode *bourgoyne and young* pada laju penembusan (ROP) dan berat diatas *bit* (WOB) disumur vertikal.
2. Menghitung biaya pemboran yang lebih murah dan efisien dari biaya yang telah diprogramkan terlebih dahulu dengan menggunakan metode cost per feet.

1.3 Manfaat Penelitian

Dengan melakukan penelitian ini bias membandingkan biaya pemboran yang tidak dilakukan optimasi dengan pemboran yang dilakukan optimasi, agar bisa menjadi bahan pertimbangan untuk pengerjaan sumur-sumur berikutnya di area yang sama.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini agar tidak minyampang dari tujuan, maka dari itu tulisan ini hanya membahas: “Optimasi *Drilling* Program Menggunakan Metode *Bourgoyne and Young* Untuk Mendapatkan Efisiensi Pengeboran Pada Sumur Vertikal di Lapangan TY”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Al-Qur'an sebagai sumber hukum Islam, secara tegas telah mengatur ketentuan tentang kepemilikan dalam Islam. Ke kepemilikan hakikatnya adalah, milik Allah SWT secara absolut. Dalam Al-Qur'an Surat Saba ayat 12 berbunyi "*wa asalnaa lahuu 'ainal qithr*". Jika kata "*qithr*" di sini di terjemahkan sebagai "*ter/tir*" yang merupakan "*minyak mentah*" maka tidak memerlukan tafsiran tambahan dengan kata "*yang meleleh*" seperti yang terdapat pada kitab-kitab tafsir dan Terjemah Al-Qur'an. Kalau kita teliti kembali ayat tersebut dengan seksama, ada dua kata yang menurut penulis sangat signifikan dalam mengkaji kebenaran akan ayat tersebut yaitu ASALNAA (kami alirkan) dan 'AIN (sesuatu yang di alirkan) secara bahasa biasanya berkaitan dengan benda cair. Dengan demikian QS Saba (34) ayat 12 lebih tepat terjemahannya adalah "*dan kami alirkan padanya (Nabi Sulaiman) sumur minyak (spiring of oil)*". Dari kutipan di atas dapat kita simpulkan, Sumur minyak yang pertama kalinya sudah ada sejak zaman Nabi Sulaiman AS. Di dalam hal ini di alirkannya minyak pada suatu tempat dapat menimbulkan munculnya suatu masalah pada produksinya di antara masalah yang dapat muncul di kemudian hari yaitu scale.

2.1 Proses Penghancuran Batuan Dalam Pemboran

Operasi pemboran bertujuan untuk membuat koneksi antara permukaan dengan formasi dibawah permukaan (reservoir), teknologi yang digunakan untuk membuat koneksi yaitu Bit. Bit adalah alat yang berfungsi untuk membuat lubang hingga tercipta koneksi antara permukaan dengan reservoir, jadi untuk pemboran saat ini maka bit merupakan salah satu komponen yang harus diperhatikan dan juga di perhitungkan untuk mendapatkan efisiensi kerja bit yang diinginkan sesuai dengan dengan jenis bit yang dipakai (DR, IR, Sudjati Rahmat, 2016).

Geometri pada gigi bit atau jenis bit yang digunakan sangat mempengaruhi laju penembusan (ROP), maka dari itu harus memperhatikan jenis bit yang dipakai sesuai dengan jenis kekerasan pada formasi di sumur tersebut untuk menghindari kesalan yang akan berdampak terhadap laju penembusan (ROP) (Alexandri, 2012)

Karakteristik pada formasi berpengaruh terhadap jenis bit yang akan digunakan karena melihat keras atau lunak nya formasi di daerah tersebut. Karakteristik juga mempengaruhi laju penembusan dan umur bit , perbedaan kedalaman dan jenis batuan yang dibor membuat laju penembusan dari suatu daerah dengan daerah yang lain menjadi bervariasi , karakteristik yang mempengaruhi kerja bit adalah kekerasan batuan dan juga keabrasifan batuan (Ma'aruf , 1999).

Bit merupakan bagian yang sangat penting dalam operasi pemboran karena berfungsi sebagai alat yang membuat dan juga membersihkan lubang bor. Bit tersedia dalam berbagai bentuk dan disesuaikan dengan formasi yang akan di bor, maka dari itu harus memperhatikan pemilihan bit dan perencanaan yang tepat untuk menghasilkan kecepatan penembusan(*penetration rate*), waktu pemboran (*drilling time*) yang kecil dan pemilihan jenis pahat yang tepat.(Adam,1985).

2.2 Weight on Bit (WOB) dan Rotation Per Minute (RPM)

2.2.1 Weight ON Bit (WOB)

Jika saat dilakukannya pemboran dan akan menembus formasi yang keras, biasanya akan dilakukan penambahan beban di atas bit yang akan mengakibatkan terjadinya *Drill Collar* dan akan mengalami *compression*, hal ini cenderung untuk melengkung dan membuat pantulan akan lebih besar pada kecepatan rotasi tertentudan akan menimbulkan masalah yang serius. Untuk menjaga lubang bor tetap pada keadaan lurus maka dilakukan penurunan WOB dan menaikkan kecepatan rotasi(Mensa-Wilmot & Fear, 2001).

Optimasi pengeboran sangat penting selama operasi pengeboran. Optimasi pengeboran dapat menghemat waktu dan biaya operasi dan meningkatkan keuntungan. Pengeboran optimasi bertujuan untuk mengoptimalkan variabel terkendali selama operasi pengeboran seperti *Weight On Bit* (WOB) dan kecepatan rotasi untuk mendapatkan tingkat pengeboran maksimum (ROP) (Irawan et al., n.d.). Dengan menentukan nilai WOB dan RPM akan mendapatkan waktu pemboran dan peningkatan laju penembusan. Hal ini akan berpengaruh terhadap estimasi keekonomisan pemboran.(Alexandri, 2012)

Menghitung WOB digunakan untuk mengetahui peninngkan pada ROP, dengan demikian pula dengan putaran meja setiap digunakan jenis maupun ukuran *bit* yang berbeda maka RPM yang diberikan akan berbeda pula. Ini disebabkan karena *bit* mempunyai batas maksimum dan minimum dari RPM yang diijinkan seperti yang terlihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Normal WOB & RPM (Adam, 1985)

NORMAL WEIGHT Lbs/in bit diameter	NORMAL ROTARY SPEED Rotation/minute
3.000 to 5.000	120 to 90
3.000 to 5.500	250 to 100
3.500 to 5.500	120 to 70
3.500 to 5.000	140 to 90
3.500 to 5.500	100 to 60
3.500 to 6.000	125 to 70
3.500 to 6.000	100 to 60
NORMAL WEIGHT Lbs/in bit diameter	NORMAL ROTARY SPEED Rotation/minute
3.500 to 6.000	100 to 40
4.000 to 8.000	80 to 45
6.000 to 8.000	70 to 50
4.500 to 8.000	80 to 45
8.000 to 1.500	60 to 40

Untuk hasil yang diinginkan dalam mendapatkan peningkatan pada ROP, kita harus memperhatikan hubungan antara WOB dan RPM, karena kedua hal tersebut tidak dapat dipisahkan dalam operasi pemboran. (Adam, 1985).

2.2.2 Rotation Per Minute (RPM)

RPM adalah pernyataan yang digunakan untuk menyatakan jumlah putaran dari meja putar dalam satu menit dan juga kecepatan putar dari *bit*. Putaran pada *bit* digunakan agar menghasilkan gaya horizontal terhadap permukaan batuan dan

jika yang dihasilkan melampaui *shear strength* maka batuan dapat dihancurkan dan ditembus. RPM sangat berpengaruh terhadap ROP karena ROP akan naik jika besar kecepatan putar bertambah, akan tetapi hal itu tidak selalu terjadi apabila RPM mencapai bilangan kritis dan ROP akan menurun akibat bertambahnya RPM. (Adam, 1985).

Kecepatan kritis pada RPM terjadi apabila RPM ditingkatkan sampai pada batas tertentu yang menyebabkan terjadinya vibrasi yang besar yang mengakibatkan *bit* tidak bekerja dengan baik dan dapat membuat ROP jadi menurun.

Lapisan batuan juga sangat berpengaruh terhadap kecepatan putar karena kekerasan batuan yang berbeda juga akan menghasilkan kecepatan putar yang berbeda juga seperti berikut :

1. Pada lapisan batuan yang lunak akan diberikan kecepatan putar yang besar dan memberikan beban pada bit yang kecil untuk menghindari terjadinya *baling up* serta meningkatkan kemampuan membersihkan *cutting* di dasar lubang.
2. Pada lapisan batuan yang keras diberikan kecepatan putar yang kecil agar mendapatkan kemampuan penembusan yang baik, oleh karena itu diberikan beban pada bit yang cukup besar untuk mencegah terjadinya *torsi* yang besar pula. Akan tetapi ROP yang dihasilkan baik hanya akan terjadi di permulaan yang dikarenakan terjadinya haus pada *bit* lebih cepat dari waktu yang seharusnya dan akan mengakibatkan menyimpangnya arah tujuan dari lubang dari tujuan yang diinginkan dan juga berkemungkinan *string* menjadi patah yang diakibatkan oleh torsi yang besar.

Tabel 2.2 Kekerasan Relatif Batuan Menurut Skala *Mohs* (Ma'aruf, 1999)

JENIS MINERAL	SKALA MOHS	JENIS BATUAN
<i>Talc</i>	1	Lunak
<i>Gypsum</i>	2	Lunak
<i>Calcite</i>	3	Lunak
<i>Florite</i>	4	Sedang
<i>Apatie</i>	5	Sedang
<i>Orthoclas</i>	6	Sedang

<i>Quartz</i>	7	Sedang
<i>Topaz</i>	8	Keras
<i>Corundum</i>	9	Keras
<i>Diamond</i>	10	Keras

2.3 Rate Of Penetration (ROP)

Laju penembusan yang besar dapat menyebabkan biaya pemboran menjadi lebih kecil dibandingkan laju penembusan yang kecil. Hal ini karena pada laju penembusan (ROP) yang besar membutuhkan waktu yang lebih cepat dibandingkan pada laju penembusan (ROP) yang kecil. Sehingga hal ini akan mempengaruhi besarnya biaya persewaan peralatan-peralatan pemboran. Laju penembusan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu karakteristik batuan, kombinasi WOB dan RPM, pahat (bit), fluida pemboran atau lumpur pemboran, serta hidrolika pemboran (Suharsono, 2008).

Menggabungkan beberapa model ROP dengan melakukan beberapa *experimental* dari beberapa kondisi operasi dan tingkat *penetrasi* yang dilakukan untuk mendapatkan hubungan matematis dengan menerapkan beberapa metode optimasi formal untuk memilih berat beban terbaik pada bit dan mendapatkan RPM yang sesuai sehingga mendapatkan biaya yang lebih ekonomis (Nygaard, et al. 2002).

Banyaknya parameter yang mempengaruhi operasi pengeboran, jika tidak disesuaikan dengan benar maka membuat operasi menjadi tidak ekonomis. Berat beban pada *bit* (WOB), kecepatan putar(RPM), sedikit hidrolik dan jenis bit yang digunakan, merupakan parameter yang mempengaruhi ROP dan berakibat pada ekonomi pengeboran. semua optimasi yang dilakukan dikatakan baik jika dapat menentukan waktu *run* terbaik dengan menggunakan metode *cost per foot*. (M. Ebrahimi, dan E. Noveiri. 2010).

Dalam Pemboran Faktor penting dilakukan yang berhubungan langsung dengan rig time maupun drilling cost yang diperhatikan yaitu laju pemboran. Dikarenakan agar laju pemboran yang diperoleh sesuai factor yang dikehendaki

dalam perhitungan faktor-faktor yang dapat dikontrol. Prosedur pemboran untuk peningkatan laju penembusan (ROP) dengan menggunakan metode *Bourgoyne and Young*.

Menurut perhitungan *Bourgoyne and Young* untuk dapat meningkatkan laju penembusan (ROP) harus melakukan perhitungan terhadap penggunaan gigi bit dan penggunaan bantalan *bit* dengan mengansumsikan WOB dan RPM (N RPM), hingga didapat waktu pemboran terkecil untuk ditetapkan sebagai waktu pemboran Tr. Dengan waktu pemboran terkecil dapat memperhitungkan beban di atas bit yang sesuai agar diperoleh peningkatan laju penembusan. (Alexandri, 2012).

Untuk mendapatkan ROP maka kita menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$ROP = 1,5 \frac{NF^2}{D^3 S^2}$$

Keterangan :

F = berat pada bit, lb(WOB)

N = laju putar, rpm

D = diameter pada lubang bor

S = rock strengt

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah suatu tahapan kerja yang dilakukan untuk mempermudah suatu proses pengumpulan data yang diperlukan dalam suatu kegiatan analisis permasalahan yang terjadi di lapangan tersebut, sehingga dalam penulisan bisa lebih sistematis dan jelas. Adapun metodologi penelitian yang digunakan diantaranya sebagai berikut.

3.1 Metode *Bourgoyne And Young* dan *Cost Per Feet*

Metode *Bourgoyne and Young* adalah metode perencanaan pemboran yang didasarkan pada kegiatan pemboran terakhir. Untuk alasan bahwa metode ini dianggap metode yang paling cocok untuk analisis terhadap sifat mekanis pemboran. Model yang diusulkan oleh *Bourgoyne and Young* telah direkomendasikan untuk proyek agar memperoleh persamaan untuk melakukan pemodelan ROP menggunakan data yang tersedia. Model ini telah dipilih karena dianggap sebagai salah satu model pengeboran dengan perhitungan yang lengkap berdasarkan parameter pemboran dan untuk jenis *roller cone bit* (Irawan & Anwar, 2012).

Prosedur pemboran untuk peningkatan laju penembusan (ROP) dengan menggunakan cara sebagai berikut :

1. Mengasumsikan harga RPM dan WOB
2. Menghitung waktu penggunaan gigi *bit*
 - a. Konstanta keabrasifan gigi *bit* (σ_H) rata-rata yang dijumpai selama pemboran berlangsung dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\sigma_H = \frac{T_r}{J_2(h_f + H_2 h_f^2 / 2)} \dots\dots\dots (1)$$

keterangan :

T_r = Waktu pemboran, jam

J_2 = Parameter ketumpulan gigi *bit*

h_f = Ketumpulan gigi *bit*

- b. Parameter ketumpulan gigi *bit* (J_2) merupakan fungsi WOB dan RPM dinyatakan sebagai :

$$J_2 = \frac{\left[\left(\frac{W}{d_b} \right)_m - \left(\frac{W}{d_b} \right) \right]}{\left[\left(\frac{W}{d_b} \right) - 4 \right]} \left[\frac{60}{N} \right]^{H_1} \left[\frac{1}{1 + H_2 / 2} \right] \dots \dots \dots$$

(2)

- c. Waktu penggunaan gigi *bit* (T_{rH}) sebagai berikut :

$$T_{rH} = J_2 \sigma_H (h_f + H_2 h_f^2 / 2) \dots \dots \dots (3)$$

3. Menghitung waktu penggunaan bantalan *bit*

Waktu penggunaan bantalan *bit*, menurut *Bourgoyne and Young* dipengaruhi oleh (Alexandri, 2012).

- a) Konstanta bantalan *bit* (σ_B) dihitung sebagai berikut :

$$\sigma_B = \frac{T_r}{J_3 b_f} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

b_f = Keausan bantalan *bit*

J_3 = Parameter keausan bantalan *bit*

- b) Parameter keausan bantalan *bit* (J_3) dinyatakan sebagai berikut :

$$J_3 = \left(\frac{N}{60} \right)^{B_1} \left(\frac{4d_b}{W} \right)^{B_2} \dots\dots\dots (5)$$

c) Waktu penggunaan bantalan *bit* (T_{rB}) sebagai berikut :

$$T_{rB} = J_3 \sigma_B b_f \dots\dots\dots (6)$$

Perhitungan waktu *bit* berdasarkan waktu pemakaian gigi *bit* dan bantalan *bit* mengupayakan biaya pemboran minimum. Dan waktu pemboran (T_r) merupakan variabel yang paling menentukan biaya pemboran. Perhitungan waktu pemakaian *bit* dipilih waktu yang singkat antara waktu pemakaian gigi *bit* dan waktu pemakaian bantalan *bit*. (Alexandri, 2012).

4. Bandingkan waktu yang digunakan, waktu yang terkecil digunakan sebagai waktu pemboran(T_r)

5. Mengitung beban di atas *bit* (WOB)

Untuk hasil yang diinginkan dalam mendapatkan peningkatan pda ROP, kita harus memperhatikan hubungan antara WOB dan RPM , karena kedua hal tersebut tidak dapat dipisahkan dalam operasi pemboran. (Adam, 1985)

$$\left(\frac{w}{d_b} \right)_{opt} = \frac{a_5 H_1 \left(\frac{w}{d_b} \right)_{max} + a_6 \left(\frac{w}{d_b} \right)_t}{a_5 H_1 + a_6} \dots\dots\dots (7)$$

6. Menghitung laju penembusan (ROP)

Laju penembusan (ROP) merupakan laju penembusan yang didapat dari melakukan perhitungan terhadap parameter pemboran, dengan persamaan pemodelan ROP menurut *Bourgoyne and Young* pada proses perhitungan (10). (Bataee, 2011)

$$ROP_{opt} = f_1 * f_2 * f_3 * f_4 * f_5 * f_6 * f_7 * f_8 \dots\dots\dots (8)$$

f_1 = Faktor kekuatan formasi

$$= e^{a_1} \dots\dots\dots (9)$$

$$f_2 = \text{Faktor kedalaman formasi} \\ = e^{a_2(1000-TVD)} \dots\dots\dots(10)$$

$$f_3 = \text{Faktor kompaksi formasi} \\ = e^{a_3 D^{0.69}(MW-67.41)} \dots\dots\dots(11)$$

$$f_4 = \text{Faktor perbedaan tekanan pada dasar lubang bor} \\ = e^{a_4 TVD^{0.69}(MW-ECD)} \dots\dots\dots(12)$$

$$f_5 = \text{Faktor diameter dan WOB} \\ = \left(\frac{\left(\frac{W}{d_b} \right) - \left(\frac{W}{d_b} \right)_t}{4 - \left(\frac{W}{d_b} \right)_t} \right)^{a_5} \dots\dots\dots(13)$$

$$f_6 = \text{Faktor kecepatan putar N RPM} \\ = \left(\frac{N}{60} \right)^{a_6} \dots\dots\dots(14)$$

$$f_7 = e^{-a_7 h}$$

$$f_8 = \text{Faktor hidrolika bit (Jet impact)} \\ = \left(\frac{F_j}{1000} \right)^{a_8} \dots\dots\dots(15)$$

7. Menghitung Cost Per Foot (CPF)

Langkah-langkah tersebut dilakukan secara berulang-ulang lalu memilih kombinasi antara RPM dan WOB untuk menghasilkan peningkatan laju penembusan (ROP) dan biaya pemboran yang minimum (Alexandri, 2012).

Kelebihan pada metode *Bourgoyne and young* dari metode yang lain karena metode ini menggunakan parameter parameter yang sangat banyak untuk menambah keakuratannya metode ini, parameter dan eksponennya adalah kekuatan dan kompaksi formasi, diameter pada bit, waktu menggunakan gigi *bit*

hidrolika *bit*, perbedaan tekanan pada dasar lubang bor, WOB, RPM, ROP, dan *Cost per feet*. Kekurangannya pada metode ini karena perhitungannya yang rumit yang disebabkan karena parameter yang digunakan sangat banyak. (Alexandri, 2016).

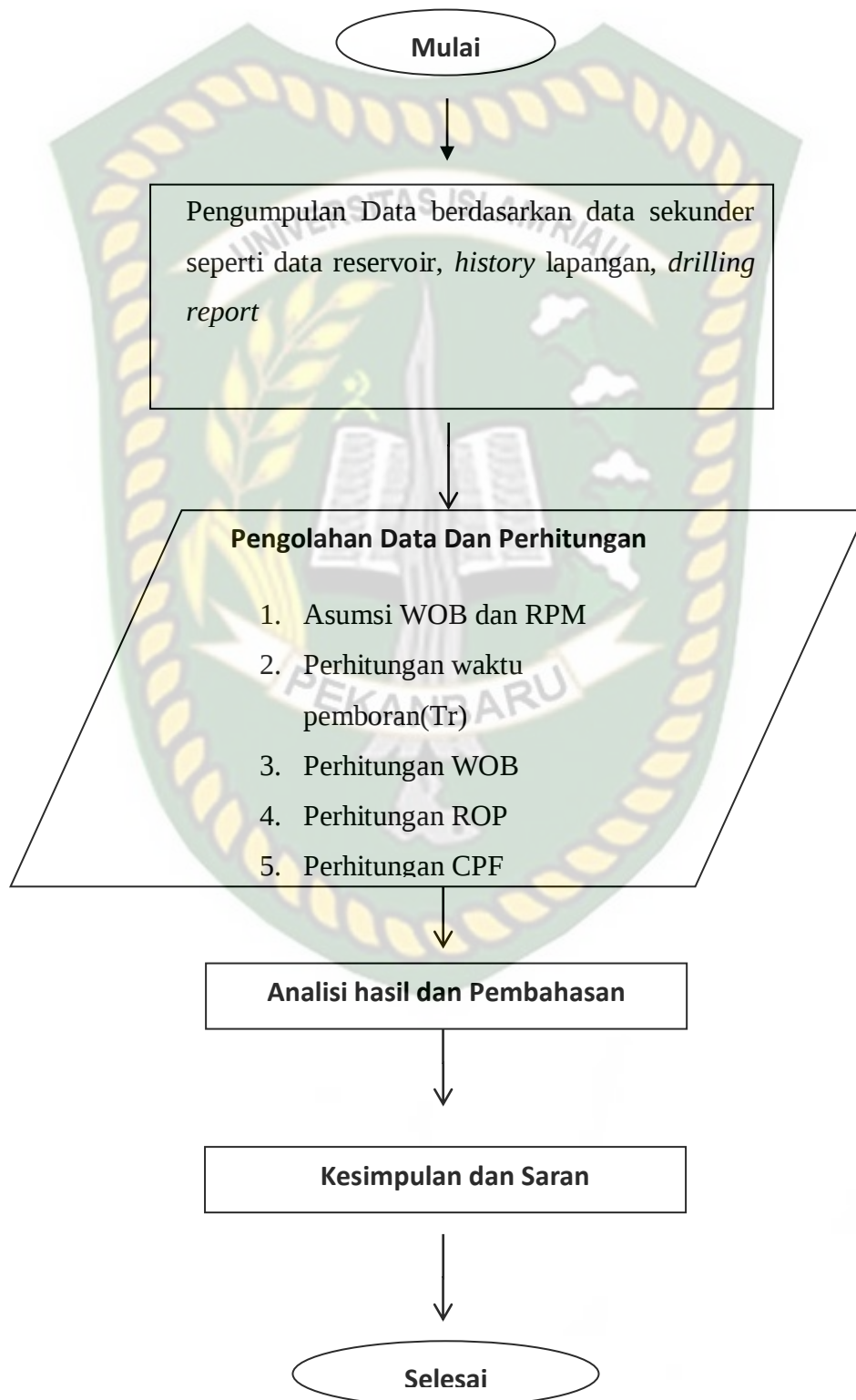
Cost Per Foot adalah suatu metode perhitungan pembiayaan pemboran berdasarkan kedalaman yang ditembus, yang biasa digunakan dalam menganalisis pemakaian *bit*. Dengan mengetahui *Cost Per Foot* dari *bit* yang telah digunakan, dan parameter yang mempengaruhi lainnya seperti pada persamaan (14) maka dapat mengetahui *bit* yang efisien dan ekonomis untuk digunakan pada pemboran selanjutnya. (Amjad, 2015)

$$CPF = \frac{C_B + C_R (T_r + T_c + T_t)}{\Delta D} \quad CPF = \frac{C_B + C_R (T_r + T_c + T_t)}{\Delta D} \quad \dots\dots\dots(16)$$

- CPF = *Cost Per Foot* (\$/ft)
 CB = Harga Pahat (\$)
 CR = Harga Rig per jam (\$/jam)
 Tr = Waktu Rotasi (hrs)
 Tc = Waktu Untuk Menyambung Rangkaian (jam)
 Tt = Waktu Masuk dan Cabut (jam)
 ΔD = Jarak tembus pemboran (ft)

Dalam teknik ini optimasi variabel pengeboran seperti *cost per foot*, dan tingkat penetrasi dilakukan. Bahwa pengeboran melibatkan jenis variabel yaitu variabel terkendali dan tak terkendali atau parameter diantaranya parameter terkendali seperti jenis *bit*, berat badan pada *bit*, ROP cenderung mempengaruhi *cost per foot*. Jadi perbandingan dibuat untuk ROP, biaya untuk sumur terakhir di setiap interval kedalaman yang membantu dalam penentuan parameter pengeboran yang selanjutnya digunakan untuk memperoleh dengan baik. (Amjad, 2015)

3.2 Bagan Alir Penelitian



3.3 Pengolahan Data

Merupakan tahap pengolahan dari data yang di peroleh baik dari lapangan maupun sumber refrensi lainnya, dimana data sekunder didapatkan dari PT.Asrindo Citraseni Satria dan refrensi menggunakan metode metode yang didapat dari beberapa jurnal.

Langkah-langkah perhitungan untuk meningkatkan laju penembusan dan mendapatkan biaya pemboran yang minimum sebagai berikut :

- Mengasumsikan harga RPM dan WOB
- Menghitung waktu penggunaan gigi *bit*
- Menghitung waktu penggunaan bantalan *bit*
- Bandingkan waktu yang digunakan, waktu yang terkecil digunakan sebagai waktu pemboran (T_r)
- Mengitung beban di atas *bit* (WOB)
- Menghitung laju penembusan (ROP)
- Menghitung *Cost Per Foot* (CPF)

Langkah-langkah tersebut dilakukan berulang-ulang untuk memilih kombinasi WOB dan RPM yang terbaik.

3.4 Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan Tugas akhir adalah kawasan PT.Asrindo Citraseni Satria dilapangan bangko duri yang yang di sesuaikan dengan materi yang akan di peroleh nantinya.

3.5 Rencana Pelaksanaan Penelitian

Kegiatan dan waktu pelaksanaan	Februari 2020				Maret 2020				april 2020			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Studi Literatur												

Studi Lapangan

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis melakukan penelitian di Asrindo Citraseni satria yang beralamat di Duri-Riau, dimana ini bergerak di bidang jasa rig drilling dan well service yang sebagai bisnis partner pengerjaan sumur-sumur lading minyak dalam pengawasan PT. Chevron Pacifik Indonesia (CPI).

Lapangan bangko merupakan salah satu lapangan minyak terletak di *Central Sumatra Basin* pada area wilayah kerja kontraknya akan berakhir pada 31 agustus 2021 dengan partisipasi 100% PT.Chevron Pacific Indonesia (PT.CPI). lapangan ini dibuka pada bulan januari tahun 1970 yang terdiri dari beberapa formasi pada lapangan tersebut.

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis melakukan penelitian di PT. Asrindo Citraseni satria yang beralamat di Duri-Riau, dimana perusahaan ini bergerak di bidang jasa rig drilling dan well service yang bekerja sebagai bisnis partner pengerjaan sumur-sumur lading minyak Negara dalam pengawasan PT. Chevron Pacifik Indonesia (CPI).

Total cadangan awal minyak dilapangan diperkirakan sebesar 1,338 MMSTB dengan *ultimate recovery factor* rata-rata sebesar 53% produksi minyak pertama kali terjadi pada bulan februari tahun 1972 dengan laju alir 2.375 BOPD, *water cut* sebesar 0,2% yang berasal dari formasi bekasap dan formasi duri, puncak produksi dicapai pada tahun 2002 sebesar 30,923 dengan 30% *watercut*.

Universitas Islam Riau

tahun 1938 disimpulkan bahwa struktur di Sumur minyak Bangko adalah antiklin. Pada tahun 1938 W.F. Krijen dari *Nederlandsche Pacific Maatschappij* (NPM), yang merupakan cikal bakal PT. Caltex Pacific Indonesia, dan mulai melakukan studi yang lebih detail mengenai antiklin Bangko. Dari hasil studi tersebut ditetapkan pemboran di dekat daerah sebelah selatan Bangko.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam suatu kegiatan pemboran, menganalisis litologi batuan merupakan salah satu faktor penting yang menjadi acuan dalam keberhasilan pemboran dan untuk mencapai peningkatan terhadap perencanaan laju penembusan (ROP). Dengan menganalisis litologi batuan dapat diketahui keadaan batuan yang akan ditembus oleh *bit* selama pemboran berlangsung. Dalam menganalisis karakteristik lapisan didapatkan jenis batuan pada setiap lapisan, jenis mineral dan tingkat kekerasan batuannya.

4.1 Analisis litiologi batuan sumur TY

Berdasarkan kegiatan pemboran yang telah dilakukan pada sumur TY dilakukan analisis litologi batuan dengan melakukan pembacaan terhadap *mud log*, dari pembacaan *mud log* diketahui jenis batuan yang telah ditembus oleh *bit* hal ini berguna untuk dapat merencanakan peningkatan (ROP) berdasarkan *bit* yang digunakan dan pengaruh beban di atas *bit* (WOB) serta kecepatan putar (N RPM) .

Tabel 4.1 Lithologi Batuan pada sumur TY (*Facilities Engenering*, 2015)

Sumur	Depth Ft	Jenis Batuan	Mineral	Skala Mohs
TY	0-500	Dominan <i>Claystone</i>	<i>Calcite</i>	3 (lunak)
	500-620	<i>Claystone</i> sisipan <i>limestone</i>	<i>Calcite</i>	3 (lunak)
	620-680	Dominan <i>claystone</i>	<i>Calcite</i>	3 (lunak)
	680-740	<i>Claystone</i> sisipan <i>sandstone</i>	<i>Calcite</i>	3 (lunak)
	740-830	Dominan <i>claystone</i>	<i>Calcite</i>	3 (lunak)
	830-920	<i>Claystone</i> sisipan <i>siltstone</i>	<i>Calcite</i>	3 (lunak)
	920-1840	<i>Claystone</i> sisipan <i>sandstone</i> dan <i>limestone</i>	<i>Quartz</i>	7 (sedang)
	1840-2000	<i>Sandstone</i> , sisipan	<i>Quartz</i>	7 (sedang)

		<i>claystone</i>		
--	--	------------------	--	--

Berdasarkan hasil analisis ditunjukkan pada tabel 4.1 merupakan jenis batuan dan tingkat kekerasan batuan pada sumur TY. Berdasarkan dari pembacaan *mud log* terdapat 923 ft lapisan dilihat dengan ketebalan interval 2-10 ft, dan didapatkan 702 ft merupakan lapisan *claystone* dengan 221 ft merupakan lapisan *sandstone*, tabel *mud log* untuk sumur TY dapat dilihat pada lampiran 1, sehingga didapat persentase lithologi batuan pada sumur TY adalah :

$$\text{Claystone} = \frac{702}{923} \times 100\%$$

$$= 76\%$$

$$\text{Sandstone} = \frac{221}{923} \times 100\%$$

$$= 24\%$$

Berdasarkan hasil analisis litologi batuan dengan pembacaan *mud log* pada sumur TY diketahui memiliki jenis batuan *claystone* dan *sandstone*, dari skala *mohs* menunjukkan jenis batuan ini memiliki tingkat kekerasan lunak hingga sedang, *bit* yang digunakan pada sumur TY merupakan jenis *roller cone bit*. Jenis *bit* yang mampu menembus batuan lunak hingga sedang. Jadi penggunaan *bit* pada sumur TY sesuai dengan spesifikasi penggunaan *bit* yang ditunjukkan pada table 4.2.

Tabel 4.2 Data *Bit* sumur TY (*Facilities Engenering*, 2015)

No Data	Depth ft	No Bit	Bit Run	Size	Model	IADC Kode	Bit Serial Number	Jenis Bit
1	0-200	1	New	17 ½	T 11	115	D182856	Roller Cone
2	208-641	2	RR-02	12 ¼	SKFX519S	S322	A204926	Roller Cone
3	641-943		RR-02	12 ¼	SKFX519S	S322	A204926	Roller Cone
4	943-1149		RR-02	12 ¼	SKFX519S	S322	A204926	Roller Cone
5	1149-1419		RR-02	12 ¼	SKFX519S	S322	A204926	Roller Cone
6	1419-1653		RR-02	12 ¼	SKFX519S	S322	A204926	Roller Cone
7	1653-1894		RR-02	12 ¼	SKFX519S	S322	A204926	Roller Cone
8	1894-2000		RR-02	12 ¼	SKFX519S	S322	A204926	Roller Cone

4.2 Analisis pengaruh beban diatas *bit* (WOB) dan kecepatan putar (RPM) pada kegiatan pemboran

Tabel 4.3 Data pemboran sumur TY (Facilities Engenering, 2015)

No Data	<i>Depth</i> <i>Start</i> (ft)	<i>Depth</i> <i>End</i> <i>MD</i> (ft)	<i>Drill</i> <i>Time</i> (hr)	<i>WOB</i> <i>Act</i> <i>1000</i> <i>lbft</i>	<i>N</i> <i>drills</i> <i>rpm</i>	<i>Int</i> <i>Depth</i> (ft)	<i>ROP</i> <i>Actual</i>
1	0.00	200	3	15	120	200	66.70
2	208	641	4	15	40	433	108.30
3	641	943	4	15	40	302	75.50
4	943	1,149	3.3	15	40	206	63.40
5	1,149	1,419	4	15	40	270	67.50
6	1,419	1,653	4	15	40	234	58.50
7	1,653	1,894	4	15	40	241	60.20
8	1,894	2,000	2	15	40	106	53.00

Setelah diketahui jenis batuan dan tingkat kekerasan batuan pada sumur TY serta penyusaian *bit* yang digunakan pada sumur TY, maka faktor mekanis pada kegiatan pemboran di sumur TY harus juga dilakukan analisis yaitu terhadap faktor beban di atas *bit* (WOB) dan kecepatan putar (N RPM). Hal ini bertujuan untuk perencanaan peningkatan terhadap laju penembusan (ROP), dari data aktual pemboran pada tabel 4.3 menunjukkan waktu pemboran dan laju penembusan (ROP) yang dipengaruhi oleh beban di atas *bit* (WOB) dan N RPM. Dengan memberikan (WOB) dan kecepatan putar yang berbeda dari aktual diharapkan terjadi peningkatan terhadap laju penembusan (ROP), dengan waktu pemboran yang singkat serta peningkatan laju penembusan (ROP) akan juga mempengaruhi pembiayaan pemboran.

4.3 Perencanaan peningkatan laju penembusan (ROP)

Perencanaan peningkatan laju penembusan (ROP) dilakukan dengan perubahan dari faktor mekanis yaitu dengan melakukan analisis terhadap beban di atas *bit* (WOB) dan kecepatan putar (N RPM) diharapkan setelah melakukan analisis dan perubahan didapat peningkatan (ROP). Untuk mendapatkan peningkatan (ROP) maka dilakukan perhitungan dengan metode *Bourgoyne and Young*, metode yang melakukan perhitungan untuk mendapatkan peningkatan (ROP) berdasarkan pengaruh faktor mekanis. Parameter pemboran yang harus dilakukan perhitungan seperti, beban di atas *bit* (WOB), penggunaan *bit*, kecepatan putar (N RPM), laju penembusan (ROP) dan *Cost Per Foot*. (Nasser, 2012)

5.3 Langkah-langkah perhitungan perencanaan peningkatan laju penembusan (ROP) dengan metode *Bourgoyne and young*

Untuk mendapatkan peningkatan laju penembusan menurut metode *Bourgoyne and Young* ada beberapa parameter yang mempengaruhi antara lain.

1. Mengasumsikan harga RPM dan WOB
2. Menghitung waktu penggunaan gigi *bit*
 - a. Parameter keausan gigi *bit*

$$J_2 = \frac{\left[\left(\frac{W}{d_b} \right)_m - \left(\frac{W}{d_b} \right) \right]}{\left(\frac{W}{d_b} \right) - 4} \left[\frac{60}{N} \right]^{H_1} \left[\frac{1}{1 + H_2 / 2} \right]$$

$$J_2 = \left[\frac{8.5 - 0.80}{8.5 - 4} \right] \left[\frac{60}{40.5} \right]^{1.84} \left[\frac{1}{(1 + 5) / 2} \right]$$

$$J_2 = 1.18337$$

- b. Konstanta keabrasifan gigi *bit*

$$\sigma_H = \frac{T_r}{J_2 (h_f + H_2 h_f^2 / 2)}$$

$$\sigma_H = \frac{3.0}{0.43945 * (0.234 + (5 * 0.234^2 / 2))}$$

$$\sigma_H = 6.83526 \text{ jam}$$

c. Waktu penggunaan gigi *bit*

$$T_{rH} = J_2 \sigma_H (h_f + H_2 h_f^2 / 2)$$

$$T_{rH} = 1,18337 * 6,83526 * (0.0234 + 5 * 0.234^2 / 2)$$

$$T_{rH} = 2.1$$

Untuk perhitungan perkedalaman selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.4

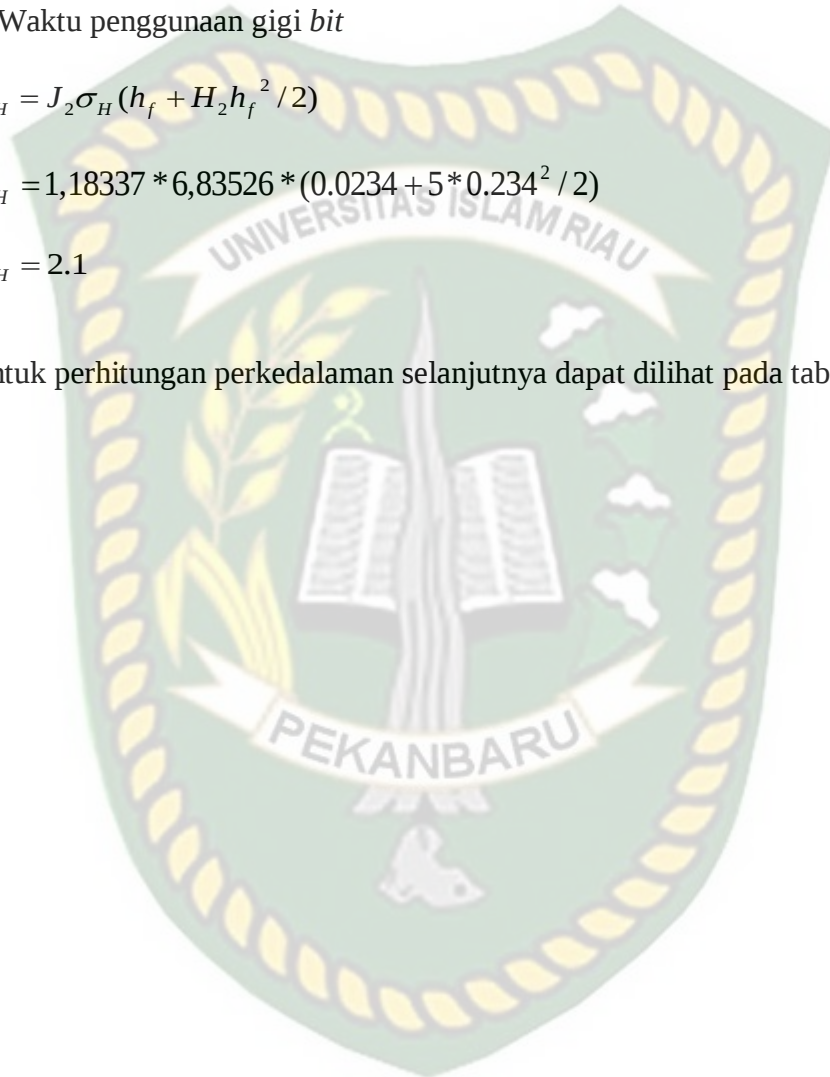


Table 4.4 Waktu penggunaan gigi *bit*



Dokumen ini adalah Arsip Mlik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

3. Menghitung waktu penggunaan bantalan *bit*

a. Parameter keausan bantalan *bit*

$$J_3 = \left(\frac{N}{60} \right)^{B_1} \left(\frac{4d_b}{W} \right)^{B_2}$$

$$J_3 = \left(\frac{40.5}{60} \right)^1 \left(\frac{4 * 17.5}{14.00} \right)^{1.2}$$

$$= 4.66$$

b. Konstanta keabrasifan bantalan *bit*

$$\sigma_B = \frac{3.0}{8.38 * 0.285}$$

$$\sigma_B = \frac{T_r}{J_3 b_f}$$

$$= 13.16 \text{ jam}$$

c. Waktu penggunaan bantalan *bit*

$$T_{rB} = J_3 \sigma_B b_f$$

$$T_{rB} = 8.05 * 13.16 * 0.285$$

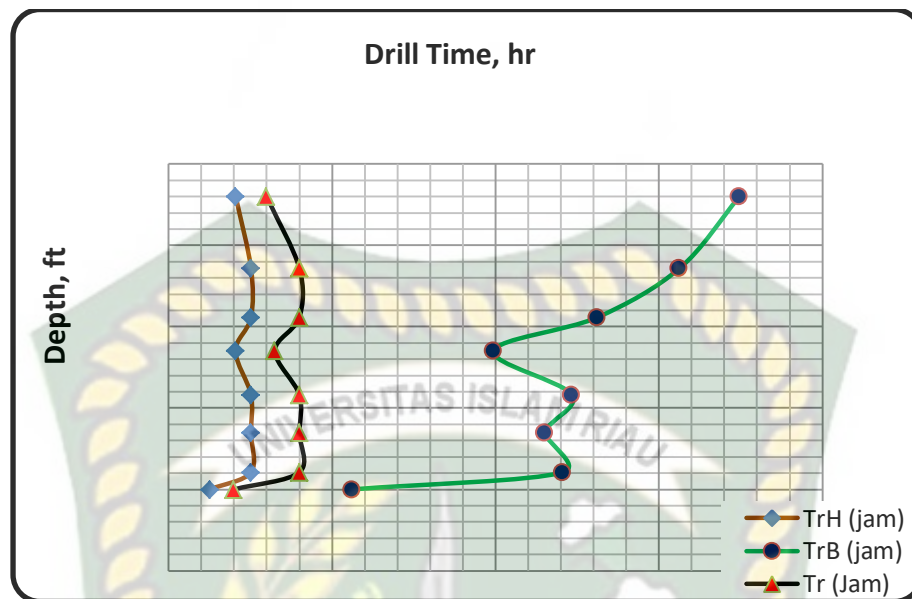
$$T_{rB} = 17.5 \text{ jam}$$

Untuk perhitungan perkedalaman selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.5

4.5 Waktu penggunaan bantalan *bit*.



Dokumen ini adalah Arsip Mlik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau



Gambar 4.1 Grafik penggunaan gigi *bit*

Pada gambar 4.1 menunjukkan perbandingan waktu penembusan berdasarkan kedalaman dengan penggunaan gigi dan bantalan *bit*. Trh merupakan proses pemboran dari hasil perhitungan dengan penggunaan gigi *bit*. Trb merupakan proses pemboran dari hasil perhitungan dengan penggunaan bantalan *bit*, sedangkan Tr merupakan hasil penggunaan gigi *bit* berdasarkan data aktual sumur TY. Dari perhitungan dengan menggunakan metode *Bourgoyne and Young* diperoleh waktu pemboran tersingkat pada Trh, maka Trh ditetapkan sebagai waktu pemboran. Nilai waktu pemboran yang singkat ini sangat mempengaruhi untuk mendapatkan beban di atas *bit* (WOB) yang sesuai digunakan untuk perencanaan peningkatan laju penembusan (ROP) berdasarkan metode *Bourgoyne and Young*.

4. Bandingkan waktu yang digunakan, waktu yang terkecil digunakan sebagai waktu pemboran(Tr)

Tabel 4.6 Perbandingan waktu pemboran

No Data	Depth ft	N rpm	WOB 1000 lbft	Tr table 27 jam	TrH (Tr) jam	TrB jam

1	200	40.5	14	3	2.1	17.5
2	641	57	14	4	2.5	15.6
3	943	47.81	14	4	2.5	13.1
No Data	Depth ft	N rpm	WOB 1000 lbft	Tr table 28 jam	TrH (Tr) jam	TrB jam
4	1,149	44.62	14	3.3	2.0	9.9
5	1,419	42	14	4	2.5	12.3
6	1,653	40	14	4	2.5	11.5
7	1,894	44	14	4	2.5	12.1
8	2,000	41	14	2	1.3	5.5
Total waktu				28.3hr	18 hr	100 hr

Berdasarkan table 4.6 yang merupakan perbandingan waktu pemboran yang sudah dilakukan perhitungan terhadap penggunaan gigi *bit* (TrH) dan penggunaan bantalan *bit* (TrB) dengan mengasumsikan harga WOB dan N RPM, dilakukan perhitungan hingga mendapatkan waktu pemboran terkecil. Waktu pemboran terkecil ditetapkan sebagai waktu pemboran. (menurut Alexandri, 2012) waktu terkecil adalah terletak pada TrH, dengan demikian waktu ini ditetapkan sebagai waktu pemboran (Tr). Berdasarkan waktu pemboran pada sumur TY dari kedalaman 0–2000 Ft diperoleh waktu pemboran table28 selama 28.3 hr tetapi dengan menggunakan metode *bourgoyne and young* didapat waktu pemboran selama 18 hr.

5. Mengitung beban di atas *bit* (WOB)

Perhitungan beban di atas *bit*

$$\left(\frac{w}{d_b}\right)_{Opt} = \frac{a_5 H_1 \left(\frac{W}{d_b}\right)_{\max} + a_6 \left(\frac{w}{d_b}\right) t}{a_5 H_1 + a_6}$$

$$\left(\frac{w}{d_b}\right)_{opt} = \frac{(0.37*1.8*15.0)+(1.97*14.0)}{(0.37*1.8)+1.97}$$

$$\left(\frac{w}{d_b}\right)_{opt} = 14,25 \left(\frac{1000lb}{ft}\right)$$

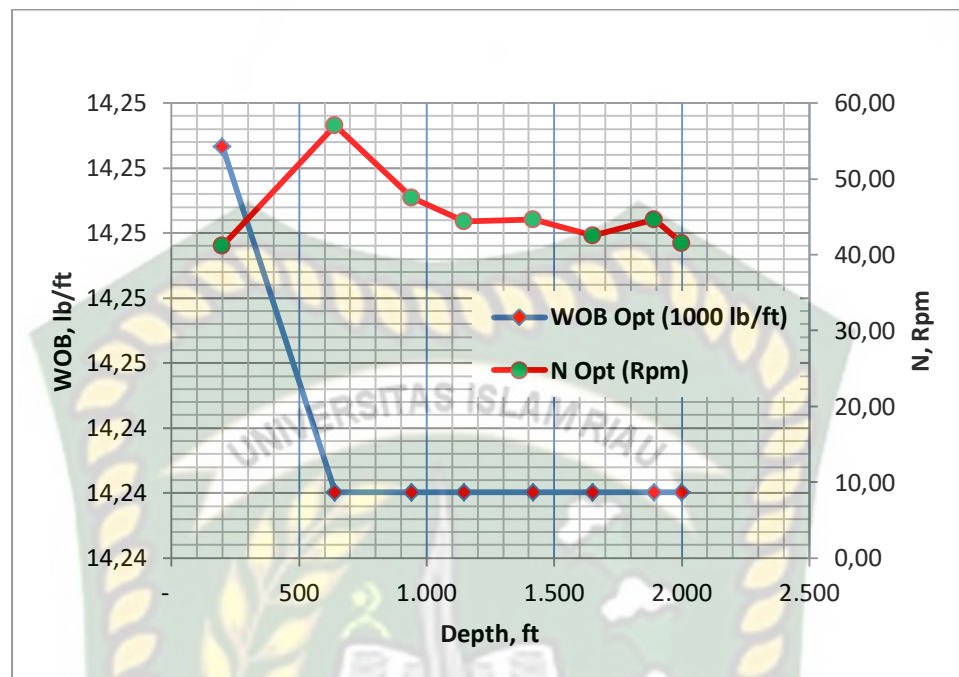
perhitungan beban di atas *bit* (WOB) selanjutnya dapat dilihat pada table 4.7



Tabel 4.7 Perhitungan berat diatas *bit*



Dokumen ini adalah Arsip Mlik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau



Gambar 4.2 Grafik WOB dan N RPM

Teknik untuk mendapatkan peningkatan laju penembusan (ROP) adalah dengan mengoptimalkan beban di atas *bit* (WOB) yang berhubungan dengan sistem pengangkatan serta memberikan putaran (RPM) dengan bantuan sistem putar (*rotary*). Untuk memperoleh peningkatan laju penembusan (ROP) harus memperhitungkan (WOB). Hal ini bertujuan untuk meningkatkan laju penembusan formasi dan untuk menjaga rangkaian pipa bor agar tetap tegang (*tension*). Untuk mendapatkan peningkatan laju penembusan, maka WOB dan RPM tidak dapat berdiri sendiri sehingga perlu dilakukan kombinasi antara WOB dan RPM. Pemilihan kombinasi tersebut dapat dilakukan dengan suatu perencanaan sehingga akan mendapatkan peningkatan terhadap laju penembusan dan dengan mendapatkan peningkatan terhadap laju penembusan akan berpengaruh juga terhadap biaya pemboran, maka setelah didapatkan peningkatan terhadap laju penembusan diharapkan mendapat biaya pemboran yang rendah.

6. Menghitung laju penembusan (ROP)

Berdasarkan tabel 4.6 nilai konstanta dari setiap *variable* menunjukkan parameter pemboran untuk mendapatkan perhitungan laju penembusan (ROP), nilai konstanta *variable* ditentukan berdasarkan metode *Bourgyne and Young* (Irawan, 2012).

Tabel 4.8 Nilai konstanta a1 sampai a8 (Irawan & anwar, 2012)

<i>Variable</i>	<i>Constant</i>	<i>Value</i>
<i>Formation Strength</i>	<i>a1</i>	3.91
<i>Normal Compaction</i>	<i>a2</i>	9.45E-05
<i>Under Compaction</i>	<i>a3</i>	6.86E-05
<i>Pressure Differential</i>	<i>a4</i>	7.64E-05
<i>Weight On Bit</i>	<i>a5</i>	0.37
<i>Rotary Speed</i>	<i>a6</i>	1.97
<i>Tooth Wear</i>	<i>a7</i>	0.025
<i>Jet Impact Force</i>	<i>a8</i>	0.71

Peningkatan laju penembusan (ROP) dapat ditentukan dengan persamaan :

$$ROP_{\text{perencanaan}} = f_1 * f_2 * f_3 * f_4 * f_5 * f_6 * f_7 * f_8$$

Menentukan harga f_1 s.d f_8 :

1. $f_1 = e^{a_1}$
 $f_1 = e^{3.91}$
 $f_1 = 49.90$
2. $f_2 = e^{a_2(10000-TVD)}$
 $f_2 = e^{9.45E-05*(10000-200)}$
 $f_2 = 2.252$
3. $f_3 = e^{a_3 D^{0.69}(MW-67.41)}$
 $f_3 = e^{6.86E-05*200^{0.69}(9.2-67.41)}$
 $f_3 = 0.972$
4. $f_4 = e^{a_4 TVD^{0.69}(MW-ECD)}$

$$f_4 = e^{7.64E-05 * 200^{0.69} (9.2 - 8.74)}$$

$$f_4 = 1.007$$

$$5. f_5 = \left(\frac{\left(\frac{W}{d_b} \right) - \left(\frac{W}{d_b} \right)_t}{4 - \left(\frac{W}{d_b} \right)_t} \right)^{a_5}$$

$$f_5 = \left(\frac{14.25 - 14.00_t}{4 - 14.00} \right)^{0.37}$$

$$f_5 = 1.6002$$

$$6. f_6 = \left(\frac{N}{60} \right)^{a_6}$$

$$f_6 = \left(\frac{40.50}{60} \right)^{1.97}$$

$$f_6 = 0.484$$

$$7. f_7 = e^{-a_7 h}$$

$$f_7 = e^{-0.025 * 0.00984}$$

$$f_7 = 0.99974$$

$$8. f_8 = \left(\frac{Fj}{1000} \right)^{a_8}$$

$$f_8 = \left(\frac{0.975}{1000} \right)^{0.71}$$

$$f_8 = 0.0073$$

$$ROP_{\text{perencanaan}} = f_1 * f_2 * f_3 * f_4 * f_5 * f_6 * f_7 * f_8$$

$$ROP_{\text{perencanaan}} = 49.90 * 2.252 * 0.972 * 1.007 * 1.60022 * 0.484 * 0.99974 * 0.0073$$

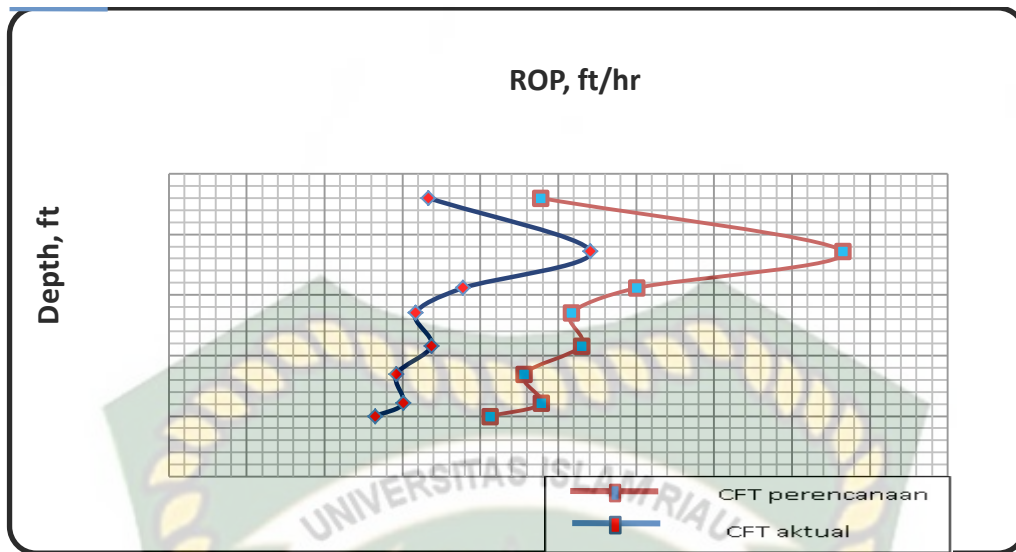
$$ROP_{\text{perencanaan}} = 95.39 \frac{ft}{hr}$$

Untuk hasil perhitungan perencanaan peningkatan laju penembusan (ROP) selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.9

Table 4.9 Perhitungan ROP



Dokumen ini adalah Arsip Mlik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau



Gambar 4.3 Grafik ROP Aktual dan ROP Perencanaan

Setelah mendapatkan hasil perhitungan terhadap faktor mekanis antara kombinasi beban di atas *bit* (WOB) dan kecepatan putar (N RPM) yang sesuai dengan metode *Bourgoyne and Young*, diperoleh perubahan dari jumlah beban di atas *bit* (WOB) dan kecepatan putar (N RPM). Parameter ini sangat mempengaruhi perencanaan peningkatan laju penembusan (ROP) dan setelah dilakukan perhitungan terhadap peningkatan (ROP) dengan metode *Bourgoyne and Young* diperoleh perbedaan laju penembusan (ROP) antara aktual dan perencanaan. Laju penembusan (ROP) perencanaan lebih tinggi dibanding laju penembusan (ROP) aktual, jadi pengaruh beban di atas *bit* (WOB) dan kecepatan putar (N RPM) menyebabkan peningkatan laju penembusan (ROP) perencanaan yang ditunjukkan pada gambar 4.3

7. Menghitung *Cost Per Foot* (CPF)

Cost Per Foot (CPF) Aktual

$$1 \text{ joint} = 31 \text{ ft}$$

$$C_b = 3,200 \text{ US\$}$$

$$C_r = 18,375 \text{ US\$}$$

$$T_r = 3 \text{ jam}$$

$$T_c = 3 \text{ menit/joint}$$

$$= (200 \text{ ft}/31 \text{ ft}) * 3 \text{ menit/joint} / 60$$

$$= 0.3225 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned}
 T_t &= 2.5 \text{ menit/joint} \\
 &= (200 \text{ ft}/31\text{ft}) * 2.5 \text{ menit/joint} / 60 \\
 &= 0.2688 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\Delta D = 200 \text{ ft}$$

$$CPF = \frac{C_b + C_r(T_r + T_c + T_t)}{\Delta D}$$

$$CPF = \frac{3,200 + \$18,375(3 + 0.3 + 0.3225 + 0.2688)}{200}$$

$$CPF = 345 \text{ US\$}$$

Untuk hasil perhitungan *cost per foot* selanjutnya dapat dilihat pada table 4.10

Tabel 4.10 Hasil *Cost Per Foot* (CPF) actual (*Facilities Engineering*, 2015)

No	Depth End MD ft	ΔD ft	Bit Size inch	Tr Jam	Tc jam	Tt jam	Cb US\$	Cr US\$	CPF aktual US\$
1	200	200	17.5	3	0.323	0.269	\$3,200	\$18,375	\$345
2	641	433	12.25	4	0.698	0.582	\$1,710	\$18,375	\$228
3	943	302	12.25	4	0.487	0.406	\$1,710	\$18,375	\$303
4	1,149	206	12.25	3.3	0.332	0.277	\$1,710	\$18,375	\$352
5	1,419	270	12.25	4	0.435	0.363	\$1,710	\$18,375	\$332
6	1,653	234	12.25	4	0.377	0.315	\$1,710	\$18,375	\$375
7	1,894	241	12.25	4	0.389	0.324	\$1,710	\$18,375	\$366
8	2,000	106	12.25	2	0.171	0.142	\$1,710	\$18,375	\$417
Jumlah total									\$ 2,722

Hasil Perhitungan *Cost Per Foot* perencanaan

Data:

$$1 \text{ joint} = 31 \text{ ft}$$

$$C_b = 3,200 \text{ US\$}$$

$$C_r = 18,375 \text{ US\$}$$

$$T_r = 2.1 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned}
 T_c &= 3 \text{ menit/joint} \\
 &= (200 \text{ ft}/31\text{ft}) * 3 \text{ menit/joint} / 60
 \end{aligned}$$

$$= 0.3225 \text{ jam}$$

$$T_t = 2.5 \text{ menit/joint}$$

$$= (200 \text{ ft}/31 \text{ ft}) * 2.5 \text{ menit/joint} / 60$$

$$= 0.2688 \text{ jam}$$

$$\Delta D = 200 \text{ ft}$$

$$CPF = \frac{C_b + C_r(T_r + T_c + T_t)}{\Delta D}$$

$$CPF = \frac{3,200 + \$18,375(3 + 0.3 + 0.3225 + 0.2688)}{200}$$

$$CPF = 259 \text{ US\$}$$

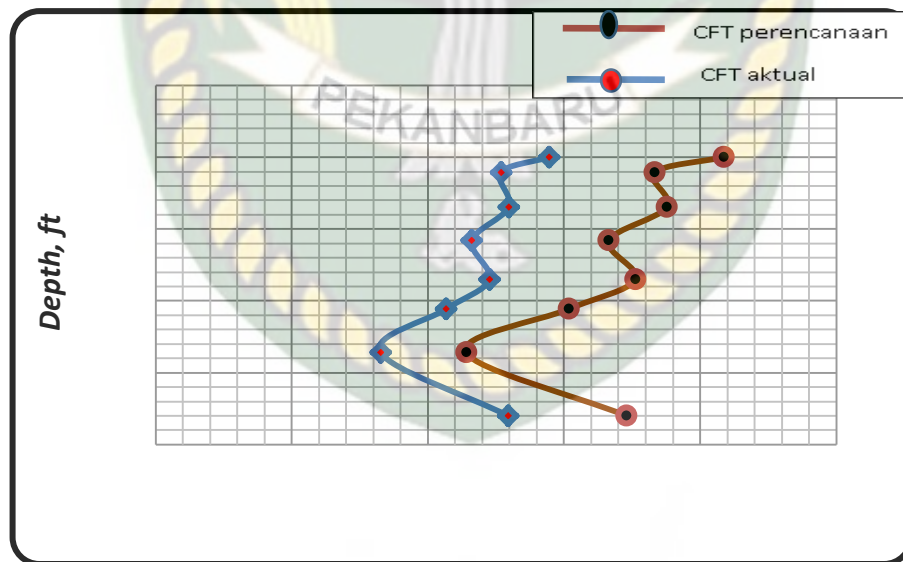
Untuk hasil perhitungan *cost per foot* perencanaan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.11

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan *Cost Per Foot* (CPF) Perencanaan

No	Depth End MD ft	ΔD ft	Bit Size inch	Tr Jam	Tc jam	Tt jam	Cb US\$	Cr US\$	CPF perencanaan US\$
1	200	200	17.5	2.1	0.323	0.269	\$3,200	\$18,375	\$259
2	641	433	12.25	2.5	0.698	0.582	\$1,710	\$18,375	\$165
3	943	302	12.25	2.5	0.487	0.406	\$1,710	\$18,375	\$213
4	1,149	206	12.25	2.0	0.332	0.277	\$1,710	\$18,375	\$245
5	1,419	270	12.25	2.5	0.435	0.363	\$1,710	\$18,375	\$232
6	1,653	234	12.25	2.5	0.377	0.315	\$1,710	\$18,375	\$259
7	1,894	241	12.25	2.5	0.389	0.324	\$1,710	\$18,375	\$253
8	2,000	106	12.25	1.3	0.171	0.142	\$1,710	\$18,375	\$288
Jumlah total									\$ 1,916

8. Perbandingan *Cost Per Foot* Aktual dan Perencanaan**Tabel 4.12** Perbandingan CPF aktual dan CPF perencanaan

No	Depth End MD (ft)	ΔD (ft)	Bit Size inch	Tr act ja m	Tr opt Ja m	Tc jam	Tt jam	Cb US\$	Cr US\$	CPF Aktu al US\$	CPF peren canaa n US\$
1	200	200	17.5	3	2.1	0.323	0.269	\$3,200	\$18,375	\$345	\$259
2	641	433	12.25	4	2.5	0.698	0.582	\$1,710	\$18,375	\$228	\$165
3	943	302	12.25	4	2.5	0.487	0.406	\$1,710	\$18,375	\$303	\$213
4	1,149	206	12.25	3	2.0	0.332	0.277	\$1,710	\$18,375	\$352	\$245
5	1,419	270	12.25	4	2.5	0.435	0.363	\$1,710	\$18,375	\$332	\$232
6	1,653	234	12.25	4	2.5	0.377	0.315	\$1,710	\$18,375	\$375	\$259
7	1,894	241	12.25	4	2.5	0.389	0.324	\$1,710	\$18,375	\$366	\$253
8	2,000	106	12.25	2	1.3	0.171	0.142	\$1,710	\$18,375	\$417	\$288
Jumlah total										\$2,722	\$1,916

**Gambar 4.5** Grafik Perbandingan *Cost Per Foot* (CPF) Aktual dan Perencanaan

Berdasarkan hasil perhitungan terhadap parameter pemboran berdasarkan metode *Bourgoyne and Young* menunjukkan perbandingan *Cost Per Foot* (CPF) antara aktual dan perencanaan setelah dilakukan perhitungan pada beban di atas

bit (WOB), kecepatan putar (N RPM), penggunaan gigi *bit* dan ROP. Di dapat penurunan biaya pemboran dari total aktualnya US\$ 2,722 menjadi US\$ 1,916.



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan analisis *Weight on bit* terhadap perencanaan peningkatan laju penembusan (ROP) pada sumur TY, dengan memperhitungkan pengaruh faktor mekanis berdasarkan metode *Bourgoyne and Young*, maka dapat disimpulkan :

1. Berdasarkan analisis pengaruh beban di atas *bit* (WOB) dari aktual 15,000 lb menjadi 14,250 digunakan pada kedalaman 0-200 ft dan 14,240 lb pada kedalaman 200-2,000 ft. Diperoleh perbandingan peningkatan laju penembusan pada data aktual yang menunjukkan data 1 dari 66.70 ft/hr menjadi 95.3 ft/hr, data 2 dari 108.3 ft/hr menjadi 173.04 ft/hr, data 3 dari 75.50 ft/hr menjadi 120.11 ft/hr, data 4 dari 63.40 ft/hr menjadi 103.4 ft/hr data 5 dari 67.50 ft/hr menjadi 105.92 ft/hr, data 6 dari 58.50 ft/hr menjadi 91.19 ft/hr, data 7 dari 60.20 ft/hr menjadi 95.63 ft/hr, data 8 dari 53 ft/hr menjadi 82.42 ft/hr.
2. Berdasarkan perencanaan peningkatan laju penembusan diperoleh nilai *Cost Per Foot* sebesar US\$ 1,916 yang menunjukkan terjadinya penurunan biaya total aktual sebesar US\$ 2,722.

5.2 Saran

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis memberikan saran kepada penelitian selanjutnya, dapat menganalisis dengan metode lain agar dapat merencanakan peningkatan laju penembusan dengan sumur yang lebih dalam dan memperkirakan *Cost per Foot* (CPF).

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, N. J., (1985). *Drilling Engineering A Complete Well Planning Approach*, Oklahoma: Penn Well Publishing Company
- Alexandri, A. (2016). *Perencanaan Rate of Penetration Pada Operasi Pemboran*. 2016(2).
- Amjad, B.Q., Waheed, S., & Jadon, M.S.K., (2015). *Drilling Optimation Of Kohat/Potohar Region by Mathematical Model(Using Matlab) and Comparative Method A Case Study*. peper presentased at the 2015 SPE/PAPG annual technical conference held in islamabad, Pakistan
- Bataee, M., & Mohseni, S., (2011). *Aplication of Artivicial intelligent systems in ROP optimization a case study in shadegan oil field*.peper presentased at the 2011 SPE midd Unconvensional Gas conference and Exhibition held in muscat, oman
- Bourgoyne. A.T, et al., (1986) *Applied Drilling Enginering*. Texas: SPE
- Caicedo, H.U., Calhoun, W.M. and Ewy, R.T.: “Unique ROP Predictor Using Bit-specific Coefficient of Sliding Friction and Mechanical Efficiency as a Function of Confined Compressive Strength Impacts Drilling Performance”, paper SPE/IADC 92576 presented at 2005 SPE/IADC Driling Conference, Amsterdam, Feb. 23-25
- Dupriest. FE, “Proses Komprehensif Bor-Rate Management Untuk Maksimalkan Tingkat Penetrasi”., Kertas SPE 102.210, dipresentasikan pada 2006 SPE tahunan Konferensi Teknis dan Pameran diadakan di San Antonio, Texas, Amerika Serikat, 24-27 September 2006. Dupriest. FE, dan William L. Koederitz, “Memaksimalkan Bor Tarif dengan Real-Time Facilities Engenering File., (2015). *Dapertemen Drilling* PT. ACS. Duri, (tidak di publikasikan)
- Graham Mensa-Wilmot *, GeoDiamond; Martyn J. Takut *, BP " Pengaruh Pembentukan Kekerasan, abrasivitas, Heterogenitas dan Lubang Ukuran pada Kinerja Bit PDC" , 2001
- Irawan, S., & Anwar. I., (2012). Optimamization Of weight On Bit during drilling Operation based on rate of penetration model. *Jurnal aptek* 4. No 1 55-64
- Langston, JV: “Sebuah Metode Memanfaatkan Informasi yang ada Optimalkan Drilling Prosedur”, kertas SPE 1262 disajikan pada Pertemuan Tahunan Jatuh 1965, Denver, 03-06 Oktober
- Ma'aruf, I., (1999) *Kristal Dan Mineralogi*. Pekanbaru: Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau

- M. Ebrahimi, dan E. Noveiri.2010)" Biaya-Per-Foot Pengurangan oleh Bit-Run Optimization: A Simulasi Study"
- Maruti Tiffany Adila, "Perencanaan Lintasan dan Analisis Pembebanan Pada Lubang 8-1/2", Sumur FA-12, Lapangan A" 2015
- Mensa-Wilmot, G., & Fear, M. J. (2001). *The Effects of Formation Hardness, Abrasiveness, Heterogeneity and Hole Size on PDC Bit Performance*.
<https://doi.org/10.2118/67698-ms>
- Nygaard, R, Hareland, H, Stene F. Terjesen, H. 2002. "Eight Years Experience with a Drilling Optimization Simulator in the North Sea"
- Nasser , Pervez Ahmed Sherrif . (2012) Real Time Rate Of Penetration , Prediction And Optimization During Drilling Operation.
- P. Macini, dan M. Magagni "Bagaimana Minimum Interval Konsep Dapat Meningkatkan Bit Evaluasi Kinerja " ,2006
- Pessier, RC, Takut, MJ: "Mengukur Masalah Pengeboran umum dengan Teknik Spesifik Energi dan Bit Spesifik Koefisien Sliding Gesekan" SPE 24.584, Oktober 1992
- Perrin, VP, Mensa-Wilmot, G., Alexander, WL: "Pengeboran Indeks - Pendekatan Baru untuk Bit Evaluasi Kinerja" SPE / IADC 37.595, Maret 1997
- Rabia, H. (1982). Spesifik Energy sebagai Kriteria untuk Bor Kinerja Prediksi. International Journal of Mekanika Rock and Sciences Pertambangan & Geomechanical Abstrak Vol. 19, hlm. 39-42.
- Rashidi, B., Hareland, G., Calgary, U., Nygaard, R., & Universitas, M. (2008). *Real-Time Drill Bit Wear Prediksi oleh Menggabungkan Batu Energi dan Pengeboran Kekuatan Konsep*.
- Rubiandini, R., (2009). Teknik pemboran 1. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Rubiandini, R. (2012). *Buku Teknik Pemboran*. ITB.
- Suharsono., "Manajemen Sumber Daya Mineral dan Energi Untuk Ketahanan Nasional" 2008