

## Evaluasi Pengerjaan Bottom Up Circulation Trayek 8 ½ Pada Pemboran Berarah Sumur X Lapangan Y

Vandra Firmansyah Sukma<sup>1\*</sup>, Nugroho Marsiyanto, S.T., M.T<sup>1</sup>, Aly Rasyid, S.T., M.T<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Perminyakan, Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Bekasi, Indonesia

\*Korespondensi: [nugroho.marsiyanto@dsn.ubharajaya.ac.id](mailto:nugroho.marsiyanto@dsn.ubharajaya.ac.id)

---

### Abstract

The bottom up circulation process is a stage where drilling mud is pumped into the drill hole from the surface to the bottom of the hole, then flowed back up. This research aims to evaluate the execution of bottom up circulation in the 8 ½-inch section of Well X in Field Y, which is a directional Drilling Well. The main focus of the evaluation is to compare the theoretically calculated circulation time with actual field data, and to analyze the causes of any discrepancies. The data used include Well specifications, Drill string components, mud pump data, and actual field measurements.

The calculation results show that the theoretical circulation time is 28.6362 minutes with a total of 2,625.0910 strokes, while the actual recorded time is 33 minutes with 3,100 strokes. The difference in circulation time and volume indicates the presence of an overgauge hole. The main causes of this enlargement include suboptimal pump efficiency, unstable formation characteristics, and the potential occurrence of washout around the BHA.

Keywords: Bottom Up Circulation, Directional Drilling, Circulation Time, Borehole Enlargement, Pump Efficiency

### Abstrak

Proses bottom up circulation adalah tahapan di mana lumpur pemboran dipompa ke dalam lubang bor dari permukaan hingga ke dasar lubang, kemudian dialirkan kembali ke atas. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pelaksanaan sirkulasi bottom up pada Trayek 8 ½ inci Sumur X di Lapangan Y yang merupakan sumur pemboran berarah. Fokus utama evaluasi adalah membandingkan waktu sirkulasi hasil perhitungan teoritis dengan data aktual lapangan, serta menganalisis penyebab perbedaan yang terjadi. Data yang digunakan meliputi spesifikasi sumur, Drill string, pompa lumpur, dan data actual lapangan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa waktu sirkulasi teoritis sebesar 28,6362 menit dengan jumlah 2.625,0910 Stroke, sedangkan waktu aktual tercatat 33 menit dengan 3100 Stroke. Selisih waktu dan Volume sirkulasi tersebut mengindikasikan adanya pelebaran lubang bor (overgauge Hole), Penyebab utama pelebaran ini antara lain efisiensi pompa yang tidak optimal, karakteristik formasi yang tidak stabil, serta potensi terjadinya washout di sekitar BHA

Kata kunci: Bottom Up Circulation, Pemboran Berarah, Waktu Sirkulasi, Pelebaran Lubang Bor, Efisiensi Pompa

### 1. Pendahuluan

Lapangan Lumpur pemboran adalah campuran antara fluida seperti gas, minyak, atau air, dengan material padat. Berdasarkan jenis fluida yang digunakan, lumpur bor diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu lumpur berbasis air (water base mud), lumpur berbasis minyak (oil base mud), dan lumpur berbasis gas (gaseous Drilling fluids). Salah satu komponen kunci dalam

proses pemboran adalah sistem sirkulasi, yang berperan penting dalam memantau kondisi lubang bor melalui proses sirkulasi dari dasar lubang ke permukaan (bottom up circulation)(Agusman et al., 2025).

Proses bottom up circulation adalah tahapan di mana lumpur pemboran dipompa ke dalam lubang bor dari permukaan hingga ke dasar lubang, kemudian dialirkan kembali ke atas. Tujuan utama dari proses ini adalah untuk memastikan bahwa kondisi lubang bor tetap aman dan tidak mengalami kerusakan(Bhara et al., 2024). Salah satu tantangan utama dalam kegiatan pengeboran adalah memastikan lubang bor terbebas dari serpihan batuan (cutting) yang dihasilkan selama proses pengeboran berlangsung, agar tidak mengganggu kelancaran operasi. Penelitian Skripsi ini akan melakukan perhitungan “Evaluasi Pengerjaan Bottom up Circulation Trayek 8 ½” Pada Pemboran Berarah Sumur X Lapangan Y(Junianto, Rosyidan and Satyawira, 2017).

Metode dalam perhitungan perbandingan dan analisa bottom up sirkulasi yaitu dengan cara menganalisa perbedaan hasil yang didapatkan secara perhitungan kenyataan. Adapun perhitungan tersebut meliputi: perhitungan Volume Drill string dengan parameter penentu ID , L. Volume Annulus dengan parameter penentu ID, OD, OH, L. pump out put dengan parameter penentu D, L, e. lag Stroke dan lag time dengan parameter penentu Va, POP, SPM. Down Stroke dan down time dengan parameter penentu Vd, POP, SPM. Dengan membandingkan hasil yang didapat secara perhitungan dan kenyataan dapat mengetahui apakah terdapat masalah pada lubang bor sumur X lapanganY(Nugrasiswandono, 2017).

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh perlunya evaluasi terhadap pelaksanaan sirkulasi bottom up pada trayek 8 ½ inch di Sumur X, Lapangan Y. Berdasarkan hal tersebut, rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah: berapa waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses sirkulasi bottom up pada trayek 8 ½ inch, serta bagaimana hasil perbandingan antara waktu perhitungan teoritis dengan data aktual di lapangan, termasuk analisis penyebab apabila terdapat perbedaan antara keduanya.(Agusman, Prastio and Alfarizi, 2024).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu yang diperlukan dalam proses bottom up circulation pada trayek 8 ½ inch. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk membandingkan hasil perhitungan teoritis tersebut dengan data aktual yang diperoleh dari Sumur X di Lapangan Y, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan perbedaan antara hasil perhitungan dan data aktual di lapangan.(Romdon, 2019)

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang dirancang secara sistematis untuk memperoleh hasil evaluasi yang akurat. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari dokumen teknis perusahaan tempat pelaksanaan tugas akhir. Pengumpulan data dilakukan melalui studi pustaka guna mendukung landasan teori dan analisis. Data dianalisis menggunakan metode perhitungan teknis berdasarkan rumus-rumus yang diperoleh dari referensi ilmiah(Zakhrifady, 2018).

### Rumus Bottom Up Circulation

$$1. \text{ Volume Drillstring} = \frac{ID^2}{1029,4} \times L$$

$$2. \text{ Volume Annulus pada Open Hole} = \frac{OH^2 - OD^2}{1029,4} \times L$$

$$\text{Volume Annulus pada Cased Hole} = \frac{ID \text{ Casing}^2 - OD^2}{1029,4} \times L$$

$$1. \text{ Pump Output} = 0,000243 \times D^2 \times L \times e \text{ (bbls/Stroke)}$$

$$2. \text{ Down Stroke} = \frac{\text{Volume Drill String (bbls)}}{\text{POP (bbls/stroke)}}$$

$$\text{Down Time} = \frac{\text{Down Stroke (bbls)}}{\text{Rata Rata SPM}}$$

$$3. \text{ Lag Time} = \frac{\text{Lag Stroke (bbls)}}{\text{Rata Rata SPM}}$$

$$\text{Lag Stroke} = \frac{\text{Volume Annulus (bbls)}}{\text{POP (bbls/stroke)}}$$

## 2. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Perhitungan Volume Drill String

Volume Drill string adalah Volume fluida yang ada di dalam ruang pipa bor (Drill string) yang berisi lumpur saat pengeboran. Walaupun pada sirkulasi bottoms up fluida biasanya bergerak di Annulus, perhitungan Volume Drill string diperlukan untuk mengetahui total Volume fluida di sumur serta saat operasi perpindahan fluida, seperti spotting pill atau reverse circulation. (Yuhirman, 2019)

ID : inside diameter (inch)

L : Panjang pipa/komponen (inch)

Menghitung Volume Drill string dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Volume\ Drillstring = \frac{ID^2}{1029,4} \times L$$

Hasil Perhitungan Volume Drill String :

#### a. Menghitung Volume Float Sub

$$Volume\ Float\ Sub = \frac{2,8125^2}{1029,4} \times 1,96 = 0,0150\ bbls$$

#### b. Menghitung Volume String Stabilizer

$$Volume\ String\ Stabilizer = \frac{2,75^2}{1029,4} \times 6,66 = 0,0489\ bbls$$

#### c. Menghitung Volume Pony NMDC

$$Volume\ Pony\ NMDC = \frac{3,25^2}{1029,4} \times 9,87 = 0,1012\ bbls$$

#### d. Menghitung Volume Landing Sub

$$Volume\ Landing\ Sub = \frac{2,8125^2}{1029,4} \times 2,59 = 0,0199\ bbls$$

#### e. Menghitung Volume MWD

$$Volume\ MWD = \frac{3,25^2}{1029,4} \times 29,35 = 0,3011\ bbls$$

#### f. Menghitung Volume NMDC

$$Volume\ NMDC = \frac{3,25^2}{1029,4} \times 30,57 = 0,3136\ bbls$$

#### g. Menghitung Volume HWDP

$$Volume\ HWDP = \frac{3^2}{1029,4} \times 275,59 = 2,4094\ bbls$$

#### h. Menghitung Volume Drilling Jar

$$Volume\ Drilling\ Jar = \frac{2,75^2}{1029,4} \times 21,39 = 0,1571\ bbls$$

#### i. Menghitung Volume HWDP

$$Volume\ HWDP = \frac{3^2}{1029,4} \times 339,69 = 2,9698\ bbls$$

#### j. Menghitung Volume Drill Pipe

$$Volume\ Drill\ Pipe = \frac{4,276^2}{1029,4} \times 3520 = 62,5221\ bbls$$

Total Volume Drill String = 0,0150 + 0,0489 + 0,1012 + 0,0199 + 0,3011 + 0,3136 +

2,4094 + 0,1571 + 2,9698 + 62,522 = 68,8586 bbls

## 2. Perhitungan Volume Annulus

Volume Annulus adalah Volume fluida (lumpur) yang terdapat di ruang antara Drill string dan dinding lubang bor. Pada saat sirkulasi bottoms up, lumpur dari dasar sumur akan mengalir naik melalui Annulus ini menuju permukaan. Oleh karena itu, Volume Annulus menentukan jumlah fluida yang harus dipompa agar sirkulasi selesai dan lumpur dari dasar sumur sampai ke permukaan. (Novrianti, Mursyidah and Iqbal Ramadhan, 2015)

OH : diameter Open Hole (inch)

OD : outside diameter (inch)

L : Panjang pipa/ komponen (inch)

Note : pada saat cased Hole OH diganti ID casing (inch)

Menghitung Volume Annulus dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Volume Annulus pada Open Hole} = \frac{OH^2 - OD^2}{1029,4} \times L$$

$$\text{Volume Annulus pada Cased Hole} = \frac{ID \text{ Casing}^2 - OD^2}{1029,4} \times L$$

a. Menghitung Volume Float Sub

$$\text{Volume Float Sub} = \frac{8,5^2 - 2,8125^2}{1029,4} \times 1,96 = 0,1225 \text{ bbls}$$

b. Menghitung Volume String Stabilizer

$$\text{Volume String Stabilizer} = \frac{8,5^2 - 2,75^2}{1029,4} \times 6,66 = 0,4185 \text{ bbls}$$

c. Menghitung Volume Pony NMDC

$$\text{Volume Pony NMDC} = \frac{8,5^2 - 3,25^2}{1029,4} \times 9,87 = 0,5914 \text{ bbls}$$

d. Menghitung Volume Landing Sub

$$\text{Volume Landing Sub} = \frac{8,5^2 - 2,8125^2}{1029,4} \times 2,59 = 0,1618 \text{ bbls}$$

e. Menghitung Volume MWD

$$\text{Volume DC (x3)} = \frac{8,5^2 - 3,25^2}{1029,4} \times 29,354 = 1,7590 \text{ bbls}$$

f. Menghitung Volume NMDC

$$\text{Volume NMDC} = \frac{8,5^2 - 3,25^2}{1029,4} \times 30,57 = 1,8319 \text{ bbls}$$

g. Menghitung Volume HWDP

$$\text{Volume HWDP} = \frac{8,5^2 - 3^2}{1029,4} \times 275,59 = 16,9332 \text{ bbls}$$

h. Menghitung Volume Drilling Jar

$$\text{Volume Drilling Jar} = \frac{8,5^2 - 2,75^2}{1029,4} \times 21,39 = 1,3441 \text{ bbls}$$

i. Menghitung Volume HWDP

$$\text{Volume HWDP} = \frac{8,5^2 - 3^2}{1029,4} \times 339,69 = 20,8717 \text{ bbls}$$

j. Menghitung Volume Drill Pipe (Open Hole)

$$\text{Volume DP pada open hole} = \frac{8,5^2 - 5^2}{1029,4} \times 1525,59 = 70,0253 \text{ bbls}$$

k. Menghitung Volume Drill Pipe (Cased Hole)

$$\text{Volume DP pada cased hole} = \frac{6,276^2 - 5^2}{1029,4} \times 1994,41 = 27,8763 \text{ bbls}$$

$$\text{Total Volume Annulus} = 0,1225 + 0,4185 + 0,5914 + 0,1618 + 1,7590 + 1,8319 + 16,9332 + 1,3441 + 20,8717 + 70,0253 + 27,8763 = 141,9362 \text{ bbls}$$

### 3. Perhitungan Pump Output

Pump output adalah Volume lumpur yang dapat dipompa oleh pompa per satu siklus kerja (Stroke). Nilai ini penting untuk menentukan berapa banyak Stroke pompa yang dibutuhkan untuk memindahkan Volume lumpur tertentu dalam sumur, sehingga bisa menghitung durasi sirkulasi bottoms up secara tepat (Faaiziin, 2020).

D : diameter liner (inch)

L : panjang Stroke (inch)

e : efisiensi pompa (%)

Menghitung pump output dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Pump Output} = 0,000243 \times D^2 \times L \times e \text{ (bbls/Stroke)}$$

Hasil Perhitungan Pump Output :

a. Pompa I

$$\begin{aligned} \text{Pump Output} &= 0,000243 \times 6^2 \times 10 \times 0,95 \\ &= 0,0831 \text{ bbls/Stroke} \end{aligned}$$

b. Pompa II

$$\begin{aligned} \text{Pump Output} &= 0,000243 \times 6^2 \times 10 \times 0,95 \\ &= 0,0831 \text{ bbls/Stroke} \end{aligned}$$

c. Pompa III

$$\begin{aligned} \text{Pump Output} &= 0,000243 \times 6^2 \times 9 \times 0,95 \\ &= 0,0748 \text{ bbls/Stroke} \\ \text{Average Pump Output} &= \frac{0,0831 + 0,0831 + 0,0747}{3} \\ &= 0,0803 \text{ bbls/stroke} \end{aligned}$$

### 4. Perhitungan Down Stroke dan Down Time

Down Stroke atau waktu per Stroke adalah waktu yang diperlukan pompa untuk melakukan satu siklus Stroke penuh. Parameter ini menghubungkan jumlah Stroke dengan waktu sebenarnya, sehingga total waktu sirkulasi bottoms up dapat dihitung berdasarkan jumlah Stroke yang diperlukan (Akil Zulfatan, 2024).

Menghitung down Stroke/time dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Down Stroke} &= \frac{\text{Volume Drill String (bbls)}}{\text{POP (bbls/stroke)}} \\ \text{Down Time} &= \frac{\text{Down Stroke (bbls)}}{\text{Rata Rata SPM}} \end{aligned}$$

Hasil Perhitungan Down Stroke dan Down Time :

a. Down Stroke

$$\begin{aligned} \text{Down Stroke} &= \frac{68,8586}{0,0803} \\ &= 857,5168 \text{ stroke} \end{aligned}$$

b. Down Time

$$\begin{aligned} \text{Down Time} &= \frac{857,5168}{91,67} \\ &= 9,3543 \text{ menit} \end{aligned}$$

### 5. Perhitungan Lag Stroke dan Lag Time

Lag Stroke adalah jumlah Stroke pompa yang diperlukan agar fluida dari dasar sumur yang keluar melalui Bit dapat mencapai permukaan. Lag time adalah waktu yang dibutuhkan untuk fluida tersebut tiba di permukaan, dihitung dari lag Stroke dan kecepatan pompa (Stroke per

Sukma VF et.al  
 menit)(Ponggohong, Ir. Mulia Ginting, MT and Rizki Akbar, ST, MT, 2022).  
 Menghitung Lag Stroke/time dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Lag Stroke} = \frac{\text{Volume Annulus (bbls)}}{\text{POP (bbls/stroke)}}$$

$$\text{Lag Time} = \frac{\text{Lag Stroke (bbls)}}{\text{Rata Rata SPM}}$$

a. Lag Stroke

$$\text{Lag Stroke} = \frac{141,9362 \text{ bbls}}{0,0803}$$

$$= 1.767,5740 \text{ stroke}$$

b. Lag Time

$$\text{Lag Time} = \frac{1.767,5740}{91,67}$$

$$= 19,2819 \text{ menit}$$

Kemudian dihitung jumlah Stroke dan waktu yang dibutuhkan dalam satu kali sirkulasi bottom up dengan cara :

$$1 \text{ circle} = \text{Down Stroke} + \text{Lag Stroke (stroke)}$$

$$1 \text{ circle} = \text{DownTime} + \text{LagTime (menit)}$$

$$1 \text{ Circle} = 857,5168 \text{ stroke} + 1.767,5740 \text{ Stroke}$$

$$= 2.625,0910 \text{ Stroke}$$

$$1 \text{ Circle} = 9,3543 \text{ menit} + 19,2819 \text{ menit}$$

$$= 28,6362 \text{ menit}$$

Berdasarkan perhitungan sirkulasi bottom up, jumlah Stroke yang diperlukan untuk satu sirkulasi lumpur di Trayek 8,5 adalah 2.625,0910 Stroke, sedangkan untuk sirkulasi bottom up aktual adalah 3100 Stroke. Waktu yang diperlukan untuk satu siklus bottom up secara perhitungan adalah 28,6362 menit, sedangkan waktu aktualnya adalah 33 menit(Haryono, 2019).

Berdasarkan data yang diperoleh, analisis melalui perhitungan memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan analisis yang sebenarnya. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa terjadi pelebaran pada lubang bor(Fauzan, Nasution and Wahyuningrum, 2024).

#### 4. KESIMPULAN

Waktu sirkulasi bottom up berdasarkan perhitungan teoritis adalah 28,2362 menit, sedangkan waktu aktual yang tercatat di lapangan mencapai 33 menit. Selisih waktu tersebut menunjukkan adanya perbedaan antara volume sirkulasi aktual dengan volume teoritis, yang mengindikasikan terjadinya pelebaran lubang bor (overgauge hole)(Budirianto, 2023). Pelebaran ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain efisiensi pompa yang tidak optimal akibat keausan komponen atau adanya kebocoran internal pada pompa. Selain itu, karakteristik formasi yang tidak stabil, khususnya pada formasi yang lunak dan bereaksi terhadap lumpur pemboran, juga berkontribusi terhadap terjadinya pelebaran. Fenomena washout turut menjadi faktor penting, di mana terjadi erosi pada dinding lubang akibat aliran fluida pemboran yang terlalu agresif, terutama di sekitar komponen Bottom Hole Assembly (BHA)(Soesanto and Wahyuningrum, 2024)

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agusman, A.R. Et Al. (2025) Pengaruh Additif Xanthan Gum Terhadap Sifat Rheology Fluida Pemboran. Available At: [Http://Ejurnal.Ubharajaya.Ac.Id/Index.Php/BPE](http://ejournal.ubharajaya.ac.id/index.php/BPE).
- Agusman, A.R., Prastio, E. And Alfarizi, M. (2024) 'Pengaruh Build Up Angle Untuk Kestabilan Formasi Pada Proses Cabut Rangkaian BHA'. Available At: [Http://Ejurnal.Ubharajaya.Ac.Id/Index.Php/BPE](http://ejournal.ubharajaya.ac.id/index.php/BPE).
- Akil Zulfatan, H. (2024) 'PEMBENTUKAN CEKUNGAN GEOLOGI SUMATERA UTARA'.
- Bhara, J. Et Al. (2024) 'Analisa Trajectory Directional Drilling Pada Sumur Berarah MST-01'. Available At: [Http://Ejurnal.Ubharajaya.Ac.Id/Index.Php/BPE](http://ejournal.ubharajaya.ac.id/index.php/BPE).
- Budirianto, E. (2023) 'Optimasi Hidrolika Lumpur Pengeboran Pada Sumur Berarah "Z" Lapangan "L" Trayek 12 ¼', *Jurnal Offshore: Oil, Production Facilities And Renewable Energy*, 7(2), Pp. 89–95.
- Faaiziin, B.R. (2020) 'ANALISA HIDROLIKA PEMBORAN MENGGUNAKAN APLIKASI PADA SUMUR HOKYA LAPANGAN AMBYAR', *Jurnal [Preprint]*. Available At: *Jurnal Bhara Petro Energi Vol.4 No. 2 (November 2025)*

- [https://repository.itsb.ac.id/id/eprint/729/4/TA\\_Bima%20Rizal%20Faaiziin\\_124.15.003\\_JURNAL.Pdf](https://repository.itsb.ac.id/id/eprint/729/4/TA_Bima%20Rizal%20Faaiziin_124.15.003_JURNAL.Pdf) (Accessed: 9 July 2025).
- Fauzan, G.B., Nasution, M.M. And Wahyuningrum, C. (2024) 'Pengambilan Data Inklinasi Dan Azimuth Dalam Proses Measurement While Drilling (MWD) Menggunakan Metode Mud-Pulse Telemetry Pada Sumur X Lapangan Y', *Jurnal Bhara Petro Energi*, Pp. 1–4.
- Haryono, R. (2019) 'Evaluasi Laju Penembusan Pemboran (Rop) Melalui Hidrolika Pahat Dengan Konsep Jet Velocity Pada Lintasan 8 ½.' Available At: <https://repository.uir.ac.id/id/eprint/9236> (Accessed: 9 July 2025).
- Junianto, A., Rosyidan, C. And Satyawira, D.B. (2017) 'PERENCANAAN LUMPUR PEMBORAN BERBAHAN DASAR AIR PADA SUMUR X LAPANGAN Y', 4, P. 2017. Available At: <http://trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id/index.php/petro>.
- Novrianti, Mursyidah And Iqbal Ramadhan, M. (2015) 'Optimasi Hidrolika Lumpur Pemboran Menggunakan Api Modified Power Law Pada Hole 8½ Sumur X Lapangan Mir', *Journal Of Earth Energy Engineering [Preprint]*. Available At: <https://doi.org/10.22549/jeee.v4i2.635> (Accessed: 9 July 2025).
- Nugrasiswandono, K. (2017) 'Evaluasi Masalah Rangkaian Bha Lepas Pada Pemboran Berarah Di Sumur X Lapangan Y', *PETRO: Jurnal Ilmiah Teknik Perminyakan*, 6(3), Pp. 77–85.
- Ponggohong, F., Ir. Mulia Ginting, MT And Rizki Akbar, ST, MT (2022) 'EVALUASI HIDROLIKA LUMPUR PEMBORAN PADA PENGANGKATAN CUTTING DALAM TRAYEK 16 INCH SUMUR "F-03" LAPANGAN "X"', *PETRO: Jurnal Ilmiah Teknik Perminyakan*, 11(2). Available At: <https://doi.org/10.25105/petro.v11i2.14195>.
- Romdon, F.R. (2019) 'Perencanaan Hidrolika Pemboran', *Swara Patra: Majalah Ilmiah PPSDM Migas*, 9(2), Pp. 43–51.
- Soesanto, E. And Wahyuningrum, C. (2024) 'Analisa Trajectory Directional Drilling Pada Sumur Berarah MST-01', *Jurnal Bhara Petro Energi*, Pp. 7–18.
- Wahyuningrum, C., Prastio, E. And Daniswara, B. (2025) Perencanaan Hidrolika Pemboran Trayek 12-1/4" Dan 8-1/2" Pada Sumur NT Lapangan DZ. Available At: <http://ejurnal.ubharajaya.ac.id/index.php/BPE>.
- Yuhirman (2019) 'Perbandingan Secara Teoritis Dan Actual Analisa Bottom Up Circulation Trayek 17 1/2 Pada Pemboran Berarah Sumur YU Lapangan MAN'.
- Zakhrifady, F.M. (2018) 'Hidrolika Pemboran Dan Pengangkatan Cutting', *PETRO: Jurnal Ilmiah Teknik Perminyakan*, 7(1), Pp. 5–14.