

ANALISA V SLIP PADA SUMUR BUNYU BSB DENGAN METODE MOORE

V SLIP ANALYSIS IN BSB BUNYU WELL USING THE MOORE METHOD

Sri Haryono¹, M. Sigit Cahyono², Wirawan Widya Mandala³

¹²³ Department of Petroleum Engineering, Universitas Proklamasi 45 Jalan Proklamasi No.1, Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281, Indonesia

¹Email corresponding: aafaga@gmail.com

²Email: cgitk41@gmail.com

³Email: : mandala_wirawan@yahoo.com

Cara Sitasi: S. Haryono, M. S. Cahyono, W. W. Mandala, "Analisa V slip pada Sumur Bunyu BSB dengan metode Moore," *Kurvatek*, vol. 7, no. 2, pp. 1-10, 2022. doi: [10.33579/krvtk.v7i2.3138](https://doi.org/10.33579/krvtk.v7i2.3138) [Online].

Abstrak — Tulisan ini menganalisis vslip di daerah Bunyu, Tarakan, Kalimantan Timur yang merupakan suatu daerah yang berada dalam cekungan hidrokarbon. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pengambilan data secara primer, yaitu pengamatan langsung dan diambil pada saat pemboran dan tertera dalam *log bore* termasuk *mud weight fluida*. Pada penelitian ini, sumur yang di evaluasi adalah sumur BSB, Lapangan Bunyu dengan menggunakan metode Moore. Variable terikatnya metode ini adalah dengan menghitung *slip velocity* (V_s) dengan korelasi Moore, yaitu dengan melihat hasil kesesuaian perhitungan vslip dengan menggunakan bilangan Reynold. Hasil analisa dari penelitian ini adalah pada kedalaman 5864 ft sampai 8708 ft, nilai rata-rata vslip lebih kecil dari v_a , v_c dan v_{cut} , hal ini menunjukkan bahwa *cutting* terangkat dengan baik dari dasar sumur kepermukaan, sehingga menghindari hal-hal yang tak diinginkan seperti *pipe sticking* (pipa terjebit).

Kata kunci: *Cutting*, Rheology, Reynold, Korelasi Moore

Abstract — This paper analyzes vslip in the Bunyu, Tarakan, East Kalimantan which is an area located in a hydrocarbon basin. The method used in this study is primary data collection, namely direct observation and taken at the time of drilling and listed in the log bore including the mud weight of the fluid. In this study, the well evaluated is the BSB well, Bunyu field using the Moore method. The dependent variable of this method is to calculate the slip velocity (V_s) with Moore's correlation, namely by looking at the results of the vslip calculation using the Reynolds number. The results of the analysis of this study are at a depth of 5864 ft to 8708 ft, the average value of vslip is smaller than v_a , v_c and v_{cut} , this indicates that the cutting is well lifted from the bottom of the well to the surface, thus avoiding unwanted things such as pipe sticking.

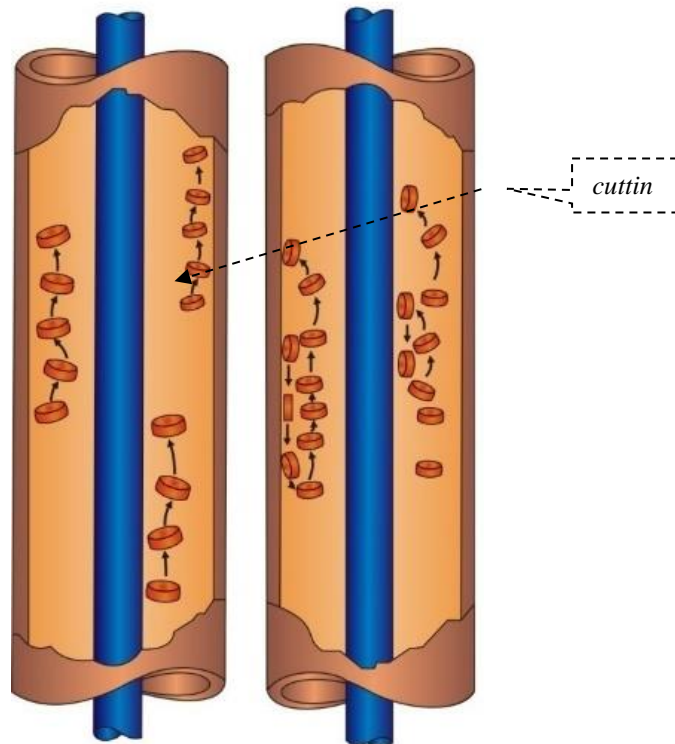
Keywords: *Cutting* Rheology.Reynold. Moore Corelation

I. PENDAHULUAN

Dalam operasi pemboran ada lima sistem pemboran yang saling berkaitan, khususnya sistem putar yang secara langsung menghasilkan *cutting* atau serbuk bor bisa berupa partikel butiran batuan, dan sirkulasi lumpur baru masuk lewat dalam pipa dan keluar ke permukaan lewat annulus sambil mengangkat *cutting* [1],[2]. Dalam operasi pemboran putar, baik fluida maupun fragmen batuan bergerak di dalam anulus. Situasi ini diperumit oleh fakta bahwa kecepatan fluida bervariasi dari nol di dinding hingga maksimum pada titik antara dinding luar pipa dan dinding lubang sumur. Selain itu, rotasi pipa bor memberikan gaya sentrifugal pada fragmen batuan, yang mempengaruhi lokasi relatifnya di anulus. Karena kompleksitas ekstrim dari perilaku aliran ini, personel pengeboran mengandalkan terutama pada pengamatan dan pengalaman untuk menentukan kemampuan mengangkat cairan pengeboran.

Dalam prakteknya, baik laju aliran atau viskositas efektif fluida meningkat, jika masalah yang berkaitan dengan penghilangan stek yang tidak efisien ditemui. Hasilnya adalah kecenderungan alami menuju lumpur tebal dan kecepatan annular tinggi. Namun, meningkatkan viskositas lumpur atau laju aliran dapat merusak tindakan pembersihan di bawah bit, dan menyebabkan penurunan laju penetrasi. Mungkin ada hukuman ekonomi yang cukup besar terkait dengan penggunaan laju aliran atau viskositas lumpur yang lebih tinggi dari yang diperlukan.

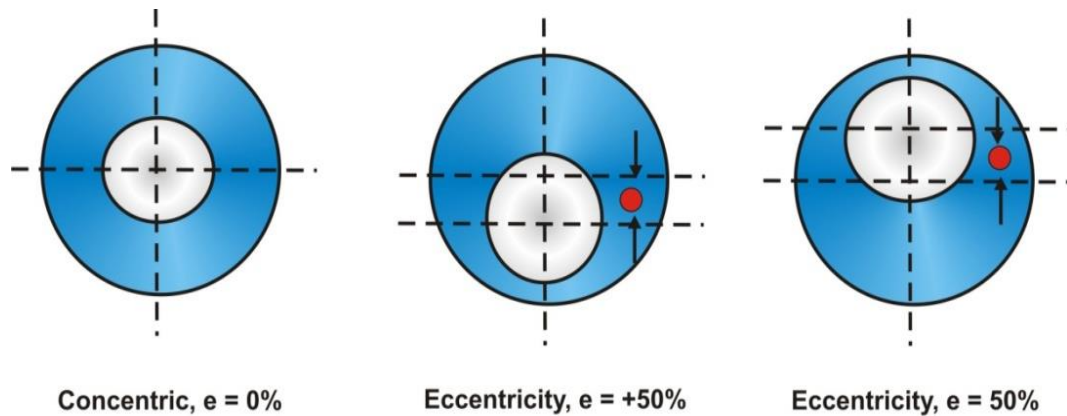
Meningkatkan kekentalan lumpur tidak serta merta meningkatkan efisiensi pengangkutan stek di bagian terarah dan horizontal juga. Biasanya, transportasi biasanya tidak menjadi masalah, jika sumurnya mendekati vertikal [3][4]. Penghapusan fragmen batuan yang dibor dari anulus adalah fungsi utama dari cairan pengeboran. Stek yang dibor, yang lebih berat dari lumpur, cenderung jatuh, atau tergelincir, ke bawah anulus. Prediksi laju pengendapan ini sulit karena kerapatan stek bervariasi, sifat lumpur berubah, dan rezim rendah di anulus jarang memiliki kecepatan yang seragam. Meskipun banyak persamaan yang tersedia untuk prediksi slip stek, hanya dua yang akan disajikan [5][6][7], Aliran lumpur *dianulus* umumnya laminar. Kapasitas angkat *cutting* dapat ditingkatkan dengan mengubah sifat lumpur sehingga kecepatan keseluruhan lamina lebih sama dari profil yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Cutting* pada Annulus [8]

Pada Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa *Cutting* akan tetap mengendap di dasar sumur apabila *cutting* tersebut tidak terangkat dengan baik sehingga akan dapat mengakibatkan beberapa masalah dalam pemboran [4],

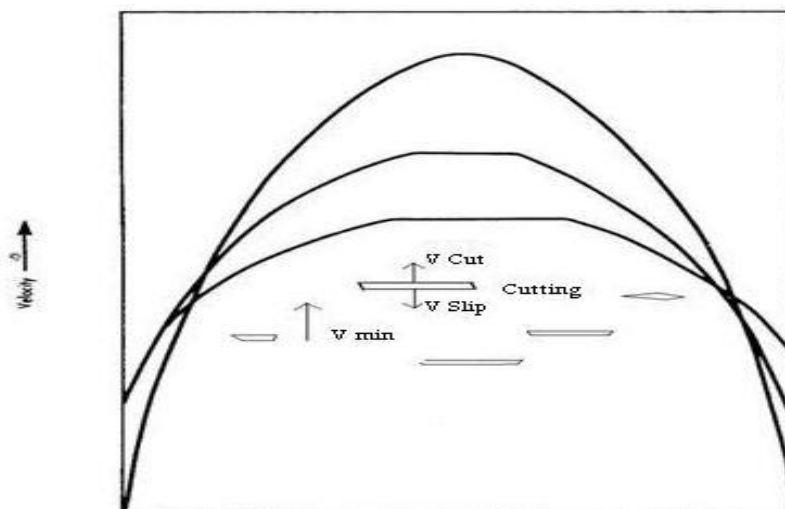
1. Pengaruh negatif apabila terdapat *cutting* tidak terangkat yaitu:
 - a. Apabila terjadi *regrinding* atau penggerusan *cutting* yang sebelumnya tidak dapat diangkat maka akan terjadi penurunan laju penetrasi.
 - b. Apabila terjadi peningkatan daya yang signifikan pada saat memutar *drill string*, maka akan terjadi peningkatan beban drag dan torsi.
 - c. Apabila terjadi penumpukan endapan *cutting* maka akan terjadi pipe sticking.
2. Faktor yang berpengaruh terhadap pengangkatan *cutting* antara lain :
 - a. Kecepatan aliran fluida yang terdapat pada annulus adalah fungsi dari luas area annulus dan pemberian *rate* pada pemompaan.
 - b. Kapasitas dalam menahan laju fluida yang merupakan fungsi dari *rheologi* lumpur pemboran antara lain jenis aliran laminar ataupun aliran turbulen, densitas lumpur, *viscosity*, dan lainnya.
 - c. Kecepatan penembusan yang dilakukan *drill bit* (*rate of penetration*).
 - d. Kecepatan rotasi pada pipa pemboran (RPM).
 - e. Eksentrisitas pipa pemboran yang merupakan letak relatif pipa pemboran terhadap lubang pemboran yang diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Eksentrisitas pipa pembiran [8]

3. Mekanisme pengangkatan cutting sangat bergantung terhadap beberapa parameter besaran yaitu:
 - a. Kecepatan *slip* (V_{slip}) merupakan kecepatan kritis ketika *cutting* mendarat di dasar lubang sumur bor
 - b. Kecepatan *cutting* (V_{cut}) merupakan kecepatan *cutting* ketika bergerak naik ke permukaan
 - c. Kecepatan *minimum* (V_{min}) merupakan kecepatan *slip* yang diakumulasi dengan kecepatan *cutting* sehingga *cutting* dapat bergerak naik ke permukaan tanpa terjadi penggerusan.

Hubungan antara kecepatan minimum, kecepatan *cutting* dan juga kecepatan *slip* dapat digambarkan sebagai grafik singgungan sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik hubungan *cutting*, v_{slip} dan v_{min} [8]

Dengan persamaan sebagai berikut:

$$V_{cut} = V_m - V_{sl} \quad (1)$$

Permukaan dinding lubang akan terdapat mud cake yaitu apabila terdapat selaput tipis pada dinding tersebut yang berguna untuk pelindung dinding yang belum tercasing [1][9]. Sehingga perlu laminer Agar selaput yang berguna tersebut tidak terkikis oleh aliran lumpur. Selain itu juga dibutuhkan nilai bilangan Reynold kurang dari 2000 agar aliran tetap laminer. Batas atas tersebut akan dijadikan rujukan untuk menentukan kecepatan kritis yaitu kecepatan maksimum di annulus [10].

Untuk menganalisa kecepatan slip pada tulisan ini digunakan beberapa persamaan sebagai perhitungan besaran laju jatuhnya *cutting* oleh Moore, persamaan – persamaan tersebut antara lain:

1. Menghitung kecepatan slip:

$$N = 3,32 \log \left(\frac{Rh600}{Rh300} \right) \quad (2)$$

$$K = \frac{510(Q300)}{(511)^n} \quad (3)$$

2. Menghitung annular *velocity* (V_a min)

$$V_{amin} = Q_{min} / \{2.488 (d_h^2 - d_p^2)\}$$

3. Mengitung Kecepatan Kritis (V_c)

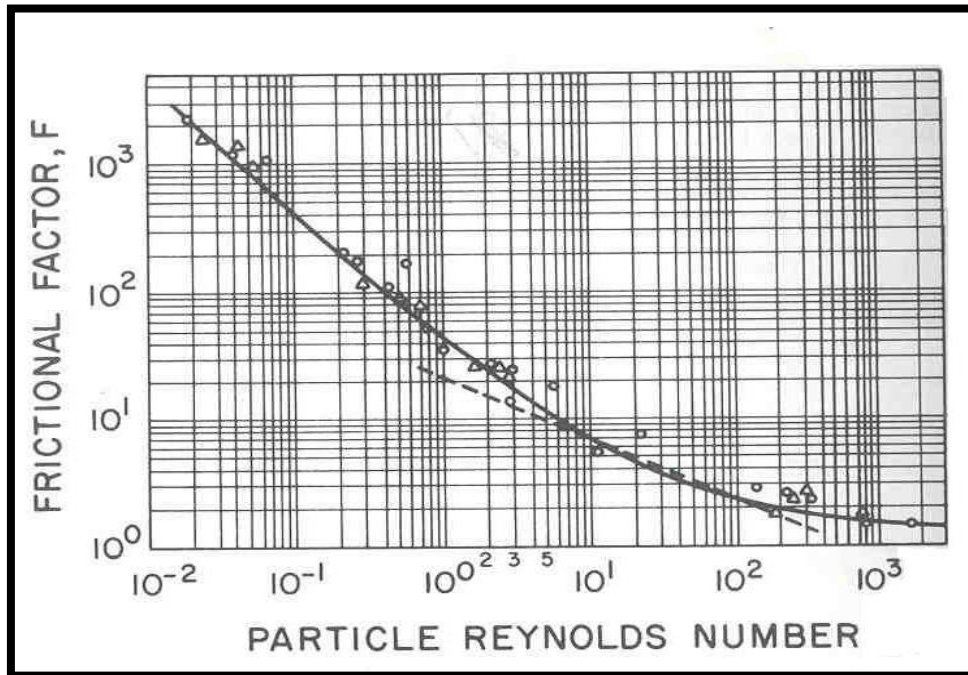
$$V_c = \frac{1.08 + 1.08 \sqrt{PV^2 + 9.256(d_h - d_{odp})^2 YP \rho_m}}{\rho_m(d_h - d_{odp})} \quad (4)$$

4. Mencari Reynold Number

$$Np = 928 \frac{\rho_f v_s D_s}{\mu} \quad (5)$$

$$\mu a = \frac{K}{144} \left(\frac{d_h - d_p}{V_{min}} \right)^{1-n} \left(\frac{2 + \frac{1}{n}}{0.0208} \right)^n \quad (6)$$

Selanjutnya untuk menentukan *friction factor* digunakan Reynold Number seperti pada Gambar 4 berikut :



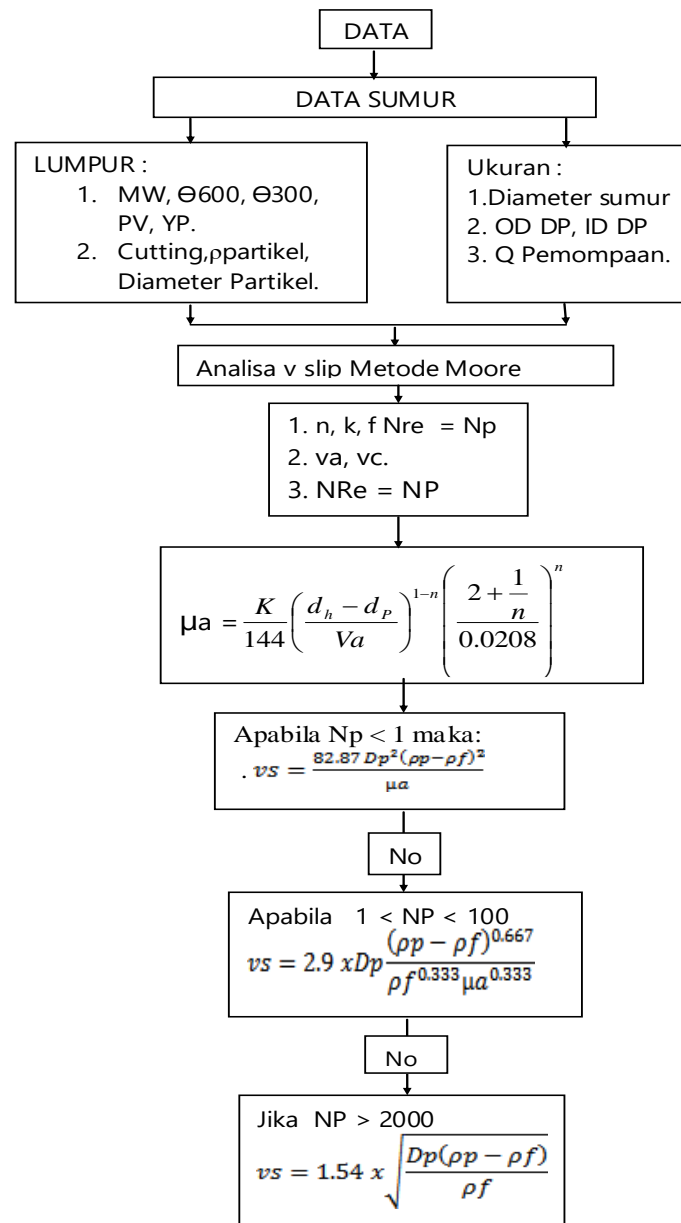
Gambar 4. Grafik Reynold Number [8]

Analisa *slip velocity* perhitungan yang merupakan fungsi dari sifat fisik lumpur, *Plastic viscosity* (PV), *yield point* (yp), dari pembacaan *Rheometer*, densitas lumpur, densitas partikel, diameter partikel *cutting*, rate pemompaan (Q), Diameter lubang sumur bor dan diameter *drill pipe*. Untuk menghitung *slip velocity* (vs) dengan korelasi Moore, di asumsikan suatu kondisi dan kemudian verifikasi hasilnya dengan persamaan Reynold Number, yang rumus slip velocity berbeda, dengan verifikasi dengan $Np < 1$, $1 < Np < 100$ dan $Np > 2000$ [11].

II. METODE PENELITIAN

Pada tulisan ini digunakan metode primer dalam pengambilan data. Data tersebut diambil dengan observasi langsung secara periodik di area lapangan pengeboran di daerah Buyung. Peralatan yang digunakan untuk pengambilan data antara lain alat mud balance yang digunakan untuk mendapatkan data *mud weight fluida* lumpur pemboran, manometer digunakan untuk pengambilan data tekanan dan rate pemompaan dan juga barometer pada pompa lumpur yang digunakan tercatat dalam *log bore*. Selain itu

juga digunakan beberapa parameter yaitu ukuran diameter lubang bor harus sesuai dengan diameter bit yang dipakai dan panjang dari pipa yang digunakan untuk pengeboran harus sama. Diagram alir analisa slip velocity pada sumur Bunyu BSB dengan metode Moore, dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir Analisa slip velocity pada sumur Bunyu BSB dengan metode Korelasi Moore

Pada penelitian ini, sumur yang dievaluasi adalah sumur BSB, Lapangan Bunyu dengan menggunakan metode analisisnya adalah menggunakan metode korelasi Moore. Variable terikatnya metode ini adalah dengan menghitung slip velocity (Vs) dengan korelasi Moore, diasumsikan suatu kondisi dan kemudian verifikasi hasilnya dengan persamaan Reynold Number [11].

Apabila : $N_p < 1$, maka persamaannya adalah:

$$V_{slip} = 82.27 D_p^2 (\rho_p - \rho_f) / \mu_a \tag{7}$$

Untuk $1 < N_p < 100$ maka persamaannya;

$$v_s = 2.9 \times D_p \frac{(\rho_p - \rho_f)^{0.667}}{\rho_f^{0.333} \mu_a^{0.333}} \tag{8}$$

Jika, $N_p > 2000$, korelasi Moore [11], persamaannya sebagai berikut:

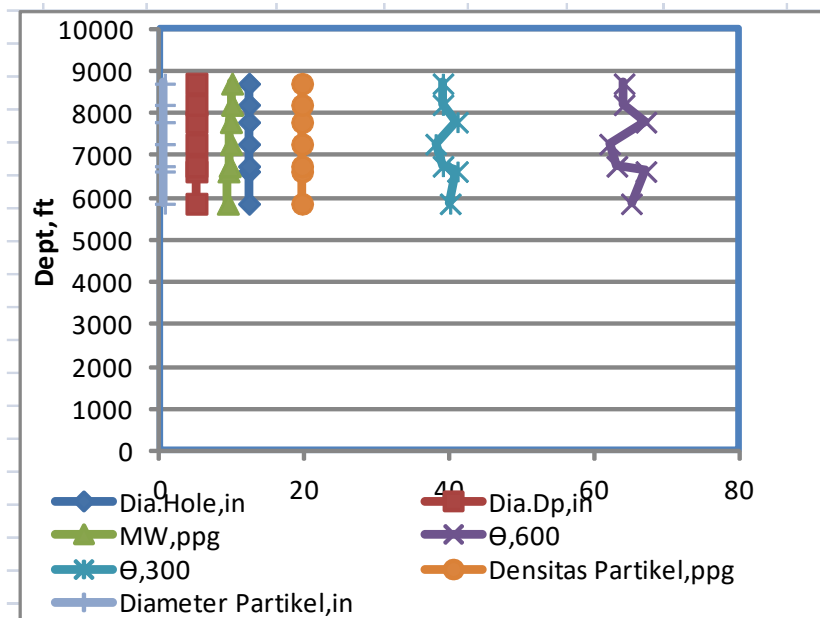
$$V_{sl} = 1,52 \sqrt{d_{cut} \left(\frac{(\rho_s - \rho_f)}{\rho_f} \right)} \quad (9)$$

III. HASIL DAN DISKUSI

Hasil pemboran berupa serbuk bor atau *cutting* sedangkan terangkat ataupun tidaknya kepermukaan tergantung dari ukuran diameter lubang sumur, pipa bor (*drillstring*), juga *rheology* lumpur dan partikel dari *cutting*, juga laju aliran dari pompa.

Tabel 1. Data Sumur BSB dan Rheology Lumpur

No	Depht (ft)	dia hole (in)	dia dp (in)	mw (ppg)	Ø600 (rpm)	Ø300 (rpm)	pv (lb/100ft ²)	yp (lb/100ft ²)	q pom (gpm)	densitas part (ppg)	diameter part (ppg)
1	5,864	12,25	5	9,32	65	40	25	15	466	19,575	0,625
2	6,628	12,25	5	9,41	67	41	26	15	467	19,575	0,625
3	6,753	12,25	5	9,58	63	39	24	15	467	19,575	0,625
4	7,276	12,25	5	9,75	62	38	24	14	467	19,575	0,625
5	7,796	12,25	5	9,75	67	41	26	15	445	19,575	0,625
6	8,206	12,25	5	9,91	64	39	25	14	442	19,575	0,625
7	8,708	12,25	5	9,91	64	39	25	14	450	19,575	0,625

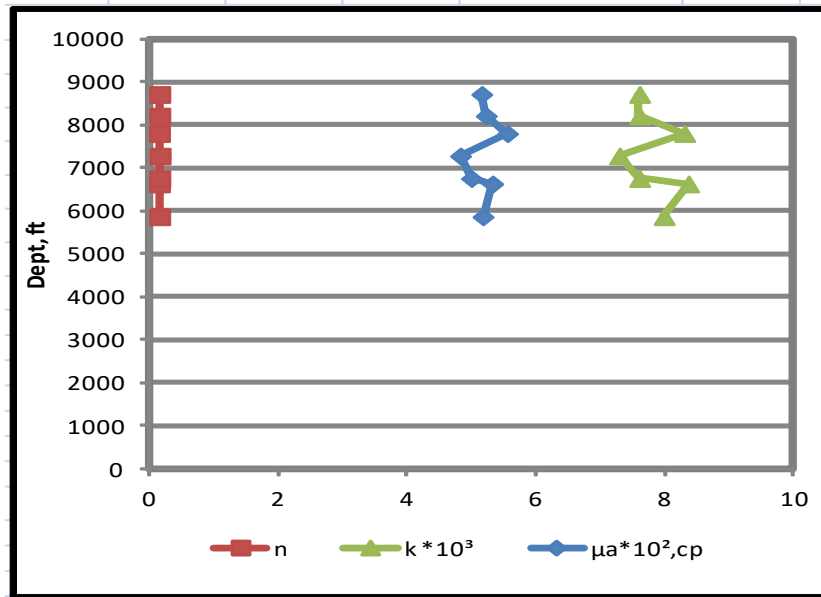


Gambar 6. Grafik Depth Vs data Sumur BSB

Pada Tabel 1 dan Gambar 6 grafik dari data sumur pemboran BSB Bunyu yang merupakan sumur eksplorasi vertikal, kedalaman target 5864 ft sampai 8708 ft. Dengan diameter lubang sumur 12,5 inci, Diameter luar *drill pipe* adalah 5 inci sedangkan laju alir pemompaan (Q) dari 442 gpm sampai dengan 467 gpm dan PV 24 sampai 25 cp atau lb/100ft², nilai Yp adalah 14 sampai 15, sedangkan densitas partikel 19.575 ppg pada diameter partikel 0,625 inci, data tersebut tersaji pada Tabel 1, dan Gambar 6 grafik yaitu depth versus data sumur BSB.

Tabel 2. Analisa Indeks kelakuan aliran dan viskositas, (cp) terhadap Depth (ft)

No	Depht (ft)	n	k*10 ³	µa*10 ² , cp
1	5864	0,15	7,98	5,17
2	6628	0,148	8,35	5,32
3	6753	0,153	7,6	4,99
4	7276	0,157	7,29	4,82
5	7796	0,148	8,3	5,55
6	8206	0,154	7,6	5,22
7	8708	0,154	7,6	5,15

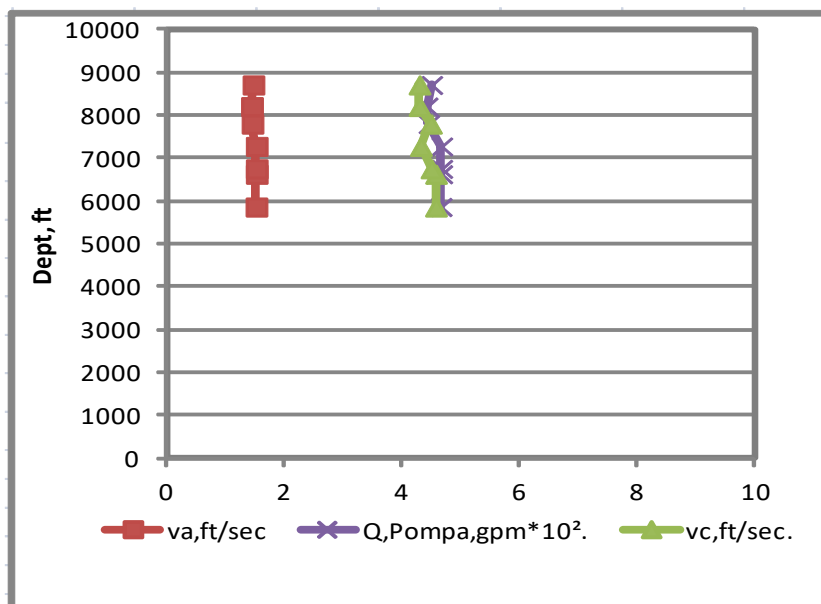


Gambar 7. Grafik Depth Versus n, k dan μa

Pada Tabel 2 dan Gambar 7 grafik depth versus indeks konsistensi aliran (n,k) dan viscositas (μa), terlihat data kedalaman sumur 5684 ft sampai 8708 ft, nilai n dari 0,148 sampai dengan 0,154 dan k nilainya 7,6*10³ sampai dengan 8,36*10³, untuk nilai viscositas (μa) 4,82*10² cp sampai dengan 5,55 *10²cp.

Tabel 3. Analisa laju alir pemompan (gpm). Kecepatan actual,(ft/sec) dan Kecepatan kritis,(ft/sec) terhadap Depth (ft)

No	Depht (ft)	q pompa (gpm)	va(ft/sec)	vc(ft/sec)
1	5864	4,66	1,52	4,57
2	6628	4,67	1,53	4,57
3	6753	4,67	1,53	4,49
4	7276	4,67	1,53	4,31
5	7796	4,45	1,45	4,48
6	8206	4,42	1,44	4,29
7	8708	4,5	1,47	4,29

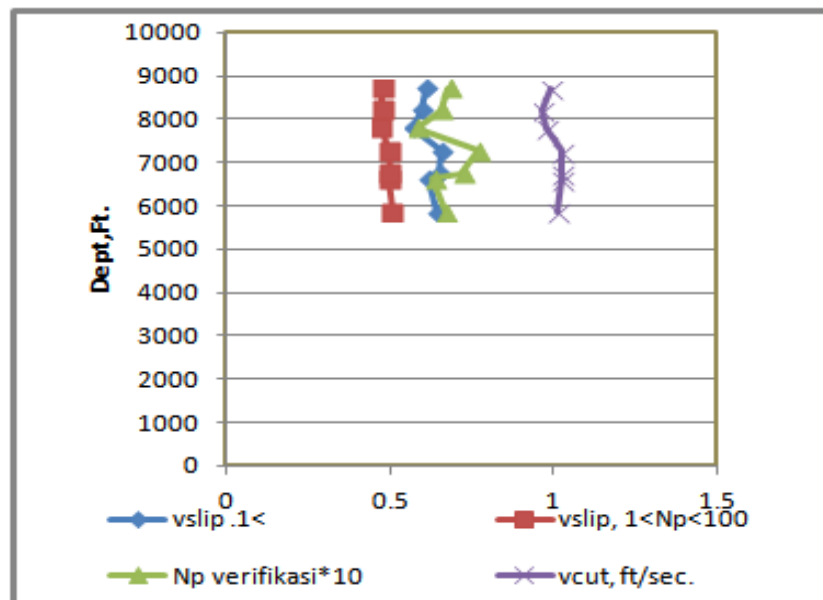


Gambar 8. Grafik Depth Vs Q pompa,(gpm), va,(ft/Sec) dan vc,(ft/sec)

Pada Tabel 3 dan Gambar 8 grafik depth versus laju alir pemompaan (gpm), kecepatan aktual (v_a) (ft/sec) dan kecepatan kritik (v_c) (ft/sec). Terlihat data kedalaman sumur 5684 ft sampai 8708 ft, nilai laju alir pemompaan (Q) dari $4,42 \times 10^2$ gpm sampai dengan $4,67 \times 10^2$ gpm sedangkan nilai kecepatan aktualnya (v_a) yaitu 1,44 ft/sec sampai dengan 1,53 ft/sec. Untuk nilai kecepatan kritik (v_c) dari 4,29 ft/sec sampai dengan 4,57 ft/sec. Terlihat rata-rata nilai kecepatan aktualnya (v_a) lebih kecil dari kecepatan kritik v_c . Ini menunjukkan aliran fluida lumpur diannulus adalah laminar. Aliran ini yang diharapkan, karena aliran tidak begitu cepat sehingga tidak merusak dinding lubang sumur terutama pada formansinya.

Tabel 4. Depht (ft/sec) versus $v_{slip,1<}$, $v_{slip, 1<Np<100}$, N_p verifikasi dan v_{cut} ft/sec

No	depht(ft)	$v_{slip,1<}$ (ft/sec)	$v_{slip, 1<Np<100}$ (ft/sec)	n_p verifikasi*10	v_{cut} (ft/sec)
1	5864	0,641848643	0,508285462	0,670835631	1,0138293
2	6628	0,617626315	0,49867379	0,632968644	1,0267073
3	6753	0,647276779	0,500784569	0,719357208	1,0245965
4	7276	0,658941905	0,498070279	0,771404106	1,0273108
5	7796	0,573264663	0,475495933	0,583845633	0,9780257
6	8206	0,598134376	0,476842865	0,657532858	0,9668797
7	8708	0,607283112	0,4792593324	0,677801213	0,990594

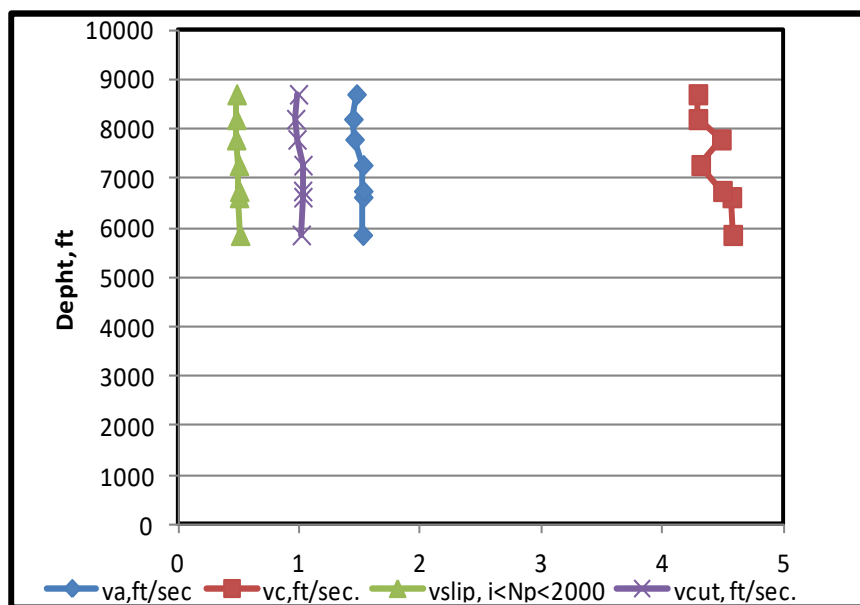


Gambar 9. Grafik Depth Versus v_{slip} , N_p dan V_{cut}

Pada tabel 4 dan gambar 9 grafik depth versus $v_{slip,1<}$, $v_{slip, 1<Np<100}$, N_p verifikasi dan v_{cut} ft/sec, terlihat nilai-nilai yang variasi, terlihat data kedalaman sumur 5684 ft sampai 8708 ft, v_{slip} yang valid dan telah diverifikasi dengan $1 < N_p < 100$ nilainya adalah dari 0.475 ft/sec sampai dengan 0.508 ft/sec, sedangkan v_{cut} nya adalah dari nilai 0.966 ft/sec. sampai dengan 1.027 ft/sec.

Tabel 5. Depth (ft) versus v_a (ft/sec), v_c (ft/sec), $v_{slip, 1<Np<100}$ dan v_{cut} ft/sec

No	depht(ft)	v_a (ft/sec)	v_c (ft/sec)	$v_{slip, 1<Np<100}$ (ft/sec)(valid)	v_{cut} (ft/sec)
1	5864	1,5221	4,5786	0,508285462	1,0138293
2	6628	1,5254	4,5714	0,49867379	1,0267073
3	6753	1,5254	4,4935	0,500784569	1,0245965
4	7276	1,5254	4,314	0,498070279	1,0273108
5	7796	1,4435	4,4847	0,475495933	0,9780257
6	8206	1,4437	4,2908	0,476842865	0,9668797
7	8708	1,4699	4,3908	0,4792593324	0,990594



Gambar 10. Grafik *Depth Versus* v_a (ft/sec), v_c (ft/sec), v_{slip} $1 < N_p < 100$, (ft/sec) dan v_{cut} (ft/sec)

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, perhitungan dan analisa dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada kedalaman 5864 ft, nilai kecepatan aktual (v_a) 1,5221 ft/sec., nilai kecepatan kritis (v_c) 4,5786 ft/sec, kecepatan slip 0,50828 ft/sec, dan kecepatan *cutting* (v_{cut}) 1,0138 ft/sec.
2. Pada kedalaman 8708 ft, nilai kecepatan aktual (v_a) 1,4699 ft/sec, nilai kecepatan kritis (v_c) 4,2908 ft/sec, kecepatan slip 0,479259 ft/sec, dan kecepatan *cutting* (v_{cut}) 0,99094 ft/sec.

Pada kedalaman 5864 ft sampai 8708 ft, nilai rata-rata v_{slip} lebih kecil dari v_a , v_c dan v_{cut} , hal ini menunjukkan bahwa *cutting* terangkat dengan baik dari dasar sumur ke permukaan, sehingga menghindari hal-hal yang tak diinginkan seperti *pipe sticking* (pipa terjebit).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Haryono and W. Widyawidura, "Optimasi Hidrolika Sumur X Lapangan Bunyu Kalimantan Timur dengan Metode Bit Hydraulic Impact," *J. Mek. Sist. Termal*, vol. 1, no. 3, pp. 87–91, 2016, [Online]. Available: <http://e-journal.janabadra.ac.id/index.php/JMST>
- [2] S. Haryono, "Optimasi Hidrolika Sumur 'SH' Lapangan 'U' Kalimantan Timur dengan Metode Bit Hydraulic Horse Power," *J. Offshore Oil, Prod. Facil. Renew. Energy*, vol. 2, p. 1, Dec. 2018, doi: 10.30588/jo.v2i2.399.
- [3] Ganjar Hermadi ST., "Analisis Perbandingan Efektifitas Model Fluida Bingham Dan Power Law Dalam Optimasi Flow Rate Pompa Dan Pengangkatan *Cutting*," *Forum Teknol.*, vol. 3, no. 3, pp. 10–28.
- [4] H. Al-Kayiem, N. Zaki, M. Asyraf, and M. Elfeel, "Simulation of the *Cutting* s Cleaning During the Drilling Operation," *Am. J. Appl. Sci.*, vol. 7, Jan. 2010, doi: 10.3844/ajassp.2010.800.806.
- [5] A. Saasen and G. Løklingholm, "The Effect of Drilling Fluid Rheological Properties on Hole Cleaning," Feb. 2002. doi: 10.2523/74558-MS.
- [6] W. Jiang, B. Han, M. A. Habibi, and H. D. Schotten, "The road towards 6G: A comprehensive survey," *IEEE Open Journal of the Communications Society*, vol. 2, pp. 334–366, 2021. doi: 10.1109/OJCOMS.2021.3057679.
- [7] A. Mirzaei-Paiaman, M. Al-Askari, B. Salmani, B. Al-Anazi, and M. Masihi, "Effect of Drilling Fluid Properties on Rate of Penetration," *NAFTA*, vol. 60, Jan. 2009.
- [8] F. R. Romdon, "Perencanaan Hidrolika Pemboran," *Maj. Ilm. Swara Patra*, vol. 9, no. 2, pp. 43–52,

- 2019.
- [9] Z. Guan, Y. Liu, Q. Li, Y. Xu, and H. Pang, “Drilling hydraulic parameters design method under the limited circulating system bearing capacity condition,” *J. Appl. Sci. Eng.*, vol. 18, pp. 303–308, Jan. 2015, doi: 10.6180/jase.2015.18.3.11.
- [10] Wittig, V., Bracke, R., and Hyun-ick, Y. Hydraulic DTH Fluid/Mud hammers with recirculation capabilities to improve rop and hole cleaning for deep, hard rock geothermal drilling. In *Proceedings World Geothermal Congress 2015*, pp. 19–25, 2015.
- [11] N. Adams and T. Charrier, *Drilling engineering: a complete well planning approach*. Tulsa: PennWell Books, 1985.



©2022. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).