



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 4 No. 4 (2026) pp: 13534-13542

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Penentuan Kurva IPR dan Productivity Index Menggunakan Metode Vogel pada Sumur Flumping dan Setelah Flumping Stop

Resa Nur Pradini¹, Abdul Gafar Karim², Syafrizal³, Yuniarti⁴, Apriliono Alfa Kurmasela⁵

^{1,2,3,4,5}Teknik Perminyakan, Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan

Resanurpradini99@gmail.com

Abstrak

Umumnya sumur minyak berproduksi melalui tubing, namun pada kondisi tertentu fluida juga dapat mengalir melalui annulus yang dikenal sebagai flumping, terutama pada sumur dengan Gas Liquid Ratio (GLR) yang tinggi. Kondisi ini terjadi pada sumur SBR-30 yang berproduksi menggunakan Hydraulic Pumping Unit (HPU) dan flumping. Pada bulan Oktober 2022, sumur tersebut mengalami permasalahan ketika flumping berhenti sehingga produksi menjadi bersifat intermittent. Hal ini disebabkan oleh tingginya laju alir gas yang memicu terjadinya gas lock serta menurunnya submergence pompa. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perubahan performa produksi sumur pada kondisi flumping dan setelah flumping stop melalui analisis laju alir maksimum dan Productivity Index (PI), serta menilai kesesuaian kapasitas pompa terhadap kondisi sumur. Metode yang digunakan meliputi perhitungan Inflow Performance Relationship (IPR) menggunakan metode Vogel untuk kondisi aliran dua fasa, perhitungan PI, serta evaluasi Pump Displacement (PD) berdasarkan data produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju alir maksimum pada kondisi flumping sebesar 163,43 Bfpd dengan nilai PI 0,58 Bfpd/psi yang termasuk kategori sedang. Setelah flumping berhenti, laju alir maksimum menurun menjadi 112,62 Bfpd dengan nilai PI 0,32 Bfpd/psi yang termasuk kategori rendah. Selain itu, kapasitas pompa hasil perhitungan sebesar 107,21 bbl/day mendekati nilai laju alir maksimum setelah flumping stop, dengan efisiensi volumetrik sebesar 56%. Kondisi ini menunjukkan bahwa kapasitas pompa sudah mulai tidak optimum, sehingga diperlukan desain ulang pompa agar kinerja produksi sumur dapat lebih optimal dan efisien.

Kata kunci: Flumping, Hydraulic Pumping Unit (HPU), Inflow Performance Relationship (IPR), Pump Displacement (PD), dan Productivity Index (PI).

1. Latar Belakang

Dalam industri perminyakan, penurunan tekanan reservoir merupakan fenomena yang tidak terpisahkan dari proses produksi jangka panjang. Seiring dengan berkurangnya energi alami reservoir, kemampuan sumur untuk mengalirkan fluida ke permukaan secara sembur alam akan semakin menurun hingga akhirnya tidak lagi ekonomis untuk diproduksi tanpa bantuan tambahan. Kondisi ini mendorong penerapan metode pengangkatan buatan (*artificial lift*) guna mempertahankan dan mengoptimalkan laju produksi sumur [1], [2]. Berbagai metode *artificial lift* telah dikembangkan, antara lain sucker rod pump, electric submersible pump, gas lift, dan hydraulic pumping unit. Pemilihan metode yang tepat sangat dipengaruhi oleh karakteristik reservoir, fluida produksi, serta kondisi operasi sumur [3], [4]. Salah satu metode yang banyak digunakan pada sumur dengan kondisi tertentu adalah *Hydraulic Pumping Unit* (HPU), yaitu sistem pompa bawah permukaan yang digerakkan oleh fluida bertekanan tinggi (*power fluid*) dari permukaan. Metode ini dinilai mampu bekerja pada sumur dengan kandungan pasir dan gas tertentu serta memiliki fleksibilitas operasional yang baik [5], [6].

Sumur SBR-30 merupakan salah satu sumur yang dioperasikan menggunakan sistem HPU dan mengalami fenomena flumping, yaitu kondisi di mana sebagian fluida produksi mengalir tidak hanya melalui tubing tetapi juga melalui annulus. Flumping umumnya terjadi pada sumur dengan produktivitas tinggi dan tekanan dasar sumur yang relatif rendah, sehingga laju alir fluida dari reservoir melebihi kapasitas pompa yang terpasang [7]. Pada kondisi ini, kelebihan fluida akan mencari jalur aliran alternatif melalui annulus. Namun, pada bulan Oktober 2022, sumur SBR-30 mengalami permasalahan serius berupa berhentinya flumping yang menyebabkan produksi menjadi bersifat intermittent. Permasalahan ini dipicu oleh lonjakan laju alir gas yang cukup tinggi sehingga menimbulkan fenomena *gas lock* pada pompa dan menurunkan nilai submergence pompa secara signifikan [8],

[9]. Kondisi tersebut berdampak langsung terhadap kestabilan produksi dan menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara sistem pengangkatan buatan dengan karakteristik aliran sumur yang terus berubah.

Fenomena flumping sering dijumpai pada sumur dengan nilai *Gas Liquid Ratio* (GLR) yang tinggi, di mana tekanan alir dasar sumur (P_{wf}) menjadi sangat rendah sehingga kemampuan inflow reservoir meningkat secara signifikan [10]. Pada kondisi ini, laju alir fluida dari formasi dapat melampaui kapasitas pompa yang tersedia ($Q_{pompa} < Q_{formasi}$ pada P_{wf}), sehingga fluida berlebih akan mengalir melalui annulus. Meskipun flumping dapat meningkatkan laju produksi total dalam jangka pendek, kondisi ini juga berpotensi menimbulkan permasalahan operasional apabila tidak diimbangi dengan desain pompa yang sesuai [11]. Aliran gas yang berlebih dapat menyebabkan ketidakstabilan sistem pemompaan, menurunkan efisiensi volumetrik pompa, serta mempercepat kerusakan peralatan bawah permukaan [12]. Oleh karena itu, flumping tidak hanya perlu dipahami sebagai fenomena produksi, tetapi juga harus dievaluasi dari sisi keandalan sistem pengangkatan buatan.

Evaluasi kinerja sumur pada kondisi flumping dan setelah flumping stop memerlukan analisis menyeluruh yang didukung oleh data produksi dan data uji sonolog. Data produksi digunakan untuk mengamati perubahan laju alir fluida dan karakter produksi sumur dari waktu ke waktu, sedangkan data sonolog dimanfaatkan untuk menentukan *Static Fluid Level* (SFL) dan *Dynamic Fluid Level* (DFL) [2], [13]. Parameter SFL dan DFL tersebut menjadi dasar dalam perhitungan tekanan statik (P_s) dan tekanan alir dasar sumur (P_{wf}), yang sangat berpengaruh terhadap evaluasi kemampuan inflow reservoir. Selanjutnya, analisis *Inflow Performance Relationship* (IPR) dan *Productivity Index* (PI) digunakan untuk menggambarkan hubungan antara laju alir dan tekanan dasar sumur serta untuk mengidentifikasi perubahan performa produksi sumur pada kondisi operasi yang berbeda [14], [15]. Analisis ini juga berperan penting dalam mengevaluasi kesesuaian kapasitas pompa terhadap potensi produksi sumur.

Selain aspek inflow dan karakteristik reservoir, kinerja sistem pengangkatan buatan sangat dipengaruhi oleh kesesuaian desain pompa terhadap kondisi operasi sumur. Parameter seperti kapasitas pompa, *stroke length*, *stroke per minute* (SPM), serta efisiensi volumetrik memiliki peranan penting dalam menentukan stabilitas produksi dan umur peralatan. Ketidaksesuaian antara kapasitas pompa dengan kemampuan inflow sumur dapat menyebabkan pompa bekerja di luar titik operasi optimalnya. Pada kondisi tertentu, pompa dapat mengalami *overloading* atau sebaliknya bekerja pada kapasitas marginal, yang berdampak pada penurunan efisiensi dan peningkatan risiko kerusakan mekanis. Kondisi ini semakin kompleks pada sumur dengan kandungan gas tinggi, karena gas yang terperangkap dalam pompa dapat menurunkan volume fluida yang terpompa secara efektif. Oleh karena itu, evaluasi kapasitas pompa menjadi aspek krusial dalam memastikan keberlanjutan produksi sumur secara aman dan ekonomis.

Lebih lanjut, analisis keterkaitan antara kurva *Inflow Performance Relationship* (IPR) dan kapasitas pompa memberikan dasar teknis yang kuat dalam pengambilan keputusan optimasi produksi. Perubahan kurva IPR akibat flumping stop mencerminkan menurunnya kemampuan inflow sumur yang harus diimbangi dengan penyesuaian sistem pengangkatan buatan. Apabila kapasitas pompa mendekati atau bahkan melampaui laju alir maksimum sumur, maka sistem akan bekerja pada kondisi yang tidak stabil dan cenderung menghasilkan produksi intermitten. Dalam jangka panjang, kondisi tersebut tidak hanya menurunkan performa produksi tetapi juga meningkatkan biaya operasi dan perawatan. Oleh sebab itu, kajian evaluatif yang mengintegrasikan analisis IPR, *Productivity Index*, dan *Pump Displacement* sangat diperlukan sebagai dasar perancangan ulang pompa. Pendekatan ini diharapkan mampu menghasilkan sistem produksi yang lebih stabil, efisien, dan sesuai dengan kondisi dinamis sumur.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa perubahan kondisi operasi dari flumping ke flumping stop pada sumur SBR-30 berpotensi menimbulkan penurunan performa produksi dan efisiensi sistem pengangkatan buatan. Oleh karena itu, diperlukan suatu kajian yang komprehensif untuk mengevaluasi perubahan laju alir maksimum, nilai *Productivity Index*, serta kesesuaian kapasitas pompa terhadap kondisi sumur terkini. Hasil evaluasi ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengambilan keputusan terkait optimasi produksi maupun perancangan ulang sistem pompa HPU. Dengan demikian, penelitian ini memiliki peran penting dalam mendukung keberlanjutan produksi sumur dan peningkatan efisiensi operasi di lapangan perminyakan.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan menggunakan pendekatan kuantitatif dengan bantuan software Ms Excel untuk mencari nilai *Productivity index* dan menentukan laju alir maksimum berdasarkan kurva *Inflow Performance Relationship* (IPR) yang berasal dari data sonolog dan data produksi. Sumur ini tidak memiliki data statik sehingga asumsi SFL = 0 m (pendekatan pesimis) dengan SG minyak = 0,36. Dalam perhitungan kurva IPR digunakan rumus Vogel

dikarenakan sumur tersebut berada dalam kondisi dua fasa. Data yang digunakan pada sumur saat dalam keadaan flumping yaitu yaitu pada 31 Maret dan 26 September dan setelah flumping stop pada tanggal 06 Oktober dan 24 Oktober 2022, Kemudian, dilakukan perhitungan kapasitas pompa dengan menggunakan data produksi terakhir yaitu 14 November 2022

Penentuan laju alir sumur memerlukan data yang berasal dari uji sonolog dan data produksi. Hasil pengujian dari uji sonolog dicatat dengan hasil berikut:

Tabel 1. Data Sumur SBR-30

| Data Produksi & Uji Sonolog | Tanggal | | | | Satuan |
|-----------------------------|---------------|---------|-----------------------|--------|-------------|
| | Saat Flumping | | Setelah Flumping Stop | | |
| | 31 Maret | 26 Sept | 06 Okt | 24 Okt | |
| <i>Laju Alir Fluida</i> | 150 | 119 | 126 | 96 | <i>Bfpd</i> |
| <i>Dynamic Fluid Level</i> | 238,53 | 646,05 | 799,75 | 611,36 | <i>m</i> |
| <i>Water Cut</i> | 0,16 | 0,161 | 0,23 | 0,145 | <i>%</i> |
| <i>SG Oil</i> | 0,302 | 0,302 | 0,277 | 0,308 | - |
| <i>SG Water</i> | 0,069 | 0,070 | 0,100 | 0,063 | - |
| <i>Mid Perforasi</i> | 693 | 693 | 693 | 693 | <i>mMD</i> |

Berdasarkan tabel 1, terlihat adanya perubahan nilai laju alir fluida dan Dynamic Fluid Level (DFL) antara kondisi flumping dan setelah flumping stop. Data ini digunakan sebagai dasar dalam perhitungan tekanan statik (Ps), tekanan alir dasar sumur (Pwf), serta analisis laju alir maksimum dan Productivity Index (PI) untuk mengevaluasi perubahan performa produksi sumur SBR-30.

Selain itu untuk menghitung kapasitas pompa digunakan data produksi terakhir sebagai berikut:

Tabel 2. Data Produksi 14 November 2022

| Data Produksi | | Satuan |
|--------------------------|-----|-------------|
| <i>Pump Size</i> | 2 | <i>In</i> |
| <i>Stroke Length</i> | 100 | <i>In</i> |
| <i>Stroke Per Minute</i> | 3 | - |
| <i>Laju Alir Fluida</i> | 60 | <i>Bfpd</i> |

Berdasarkan tabel 2, nilai Pump Displacement (PD) dihitung dan dibandingkan dengan Qmax untuk mengevaluasi kesesuaian kapasitas pompa.

2.1 Menghitung PI dan IPR pada saat flumping dan saat flumping stop.

1. *Specific Gravity Oil*

$$SG_{oil} = \left(1 - \frac{\text{water cut}}{100}\right) \times SG_{oil} \quad (1)$$

2. *Specific Gravity Water*

$$SG_{water} = \left(\frac{\text{water cut}}{100}\right) \times SG_{water} \quad (2)$$

3. *Specific Gravity Mix*

$$SG_{Mix} = ((1 - Wc) \times SG_{oil}) + (Wc \times SG_{water}) \quad (3)$$

4. Gradien Fluida Campuran

$$GF = SG_{Mix} \times 0,433 \quad (4)$$

5. Menghitung *Pressure Static (PS)*

$$Ps = (\text{Mid Perforasi} - SFL) \times Gf \text{ Campuran} \times 3,281 \text{ ft/m} \quad (5)$$

6. Menghitung *Pressure Well Flow (PWF)*

$$Pwf = (\text{Mid Perforasi} - DFL) \times GF \text{ Campuran} \times 3,281 \text{ ft/m} \quad (6)$$

7. Menghitung Laju Alir Minyak

Laju alir minyak dapat dihitung dengan Langkah-langkah berikut:

Menghitung nilai productivity index (PI):

$$PI = \frac{Q}{Ps - Pwf} \quad (7)$$

Menghitung nilai laju alir minyak (Qo)

menghitung Qmax menggunakan rumus IPR dua fasa oleh Vogel:

$$\frac{Qo}{Qmax} = 1 - 0,2 \left(\frac{Pwf}{Pr}\right) - 0,8 \left(\frac{Pwf}{Pr}\right)^2$$
$$Qmax = \frac{Qo}{1 - 0,2 \left(\frac{Pwf}{Pr}\right) - 0,8 \left(\frac{Pwf}{Pr}\right)^2} \quad (8)$$

Menghitung Nilai Rata-rata

Dalam menghitung nilai rata-rata dari perhitungan tersebut diasumsikan bahwa data mula-mula yaitu tanggal 31 Maret dan hari ke-269 untuk tanggal 26 September pada saat flumping. Serta hari ke-279 untuk tanggal 06 Oktober dan hari ke-297 untuk tanggal 24 Oktober pada saat flumping stop. Adapun parameter yang akan dihitung rata-ratanya yaitu Qmax, oil content, SG Mix, Gross, Pwf, dan Ps. Dalam mendapat nilai rata-rata parameter tersebut dapat digunakan perhitungan sebagai contoh berikut:

8. Qmax rata-rata saat flumping =

$$\frac{(Q_{max\ initial} + Q_{max\ day\ 269})}{2} \quad (9)$$

Qmax rata-rata setelah flumping stop =

$$\frac{(Q_{max\ day\ 279} + Q_{max\ day\ 297})}{2} \quad (10)$$

9. Setelah dilakukan perhitungan rata-rata, dilanjutkan untuk menghitung nilai Qmax pada saat sumur flumping dan pada saat setelah flumping stop untuk mendapatkan nilai laju alir maksimum.

10. Lakukan perhitungan nilai Productivity Index kembali menggunakan nilai Gross rata-rata, PS dan PWF rata-rata untuk membandingkan nilai PI saat flumping dan setelah flumping stop.

2.2 Menghitung Kapasitas Pompa

$$V = (\text{Pump Size} - 0,25)^2 \times \text{Stroke Length} \times \text{SPM} \times 0,1167 \quad (11)$$

$$\text{Efisiensi Volumetrik Pompa (Ev)} = \frac{Q_{gross}}{v} \times 100\% \quad (12)$$

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Perhitungan Pressure Static (PS) dan Pressure Well Flowing (PWF)

Dalam menghitung Tekanan Statik (PS) digunakan data sonolog yaitu *Static Fluid Level* (SFL) dimana dalam sumur SBR-30 tidak memiliki data statik dikarenakan sumur tidak pernah di uji dalam keadaan sedang tidak berproduksi. Untuk tekanan alir dasar sumur (PWF) digunakan data *Dynamic Fluid Level* (DFL) dengan hasil perhitungan sebagai berikut:

Tabel 3. Data *Pressure Static* (PS) dan *Pressure Well Flow* (PWF)

| Indikator Perhitungan | <i>Flumping</i> | | <i>Flumping Stop</i> | | Satuan |
|--------------------------------|-----------------|----------------|----------------------|----------------|--------|
| | <i>Initial</i> | <i>Day 269</i> | <i>Day 279</i> | <i>Day 297</i> | |
| <i>SG Mix</i> | 0,372 | 0,372 | 0,377 | 0,371 | - |
| GF Campuran | 0,161 | 0,161 | 0,163 | 0,161 | Psi/ft |
| Tekanan Statik (PS) | 366,06 | 366,14 | 371,10 | 364,95 | psi |
| Tekanan Alir Dasar Sumur (PWF) | 240,07 | 24,81 | 0,000 | 42,99 | psi |
| Dynamic Fluid Level | 238.53 | 644.05 | 799.75 | 611.36 | m |

Berdasarkan hasil perhitungan tabel 3, terlihat adanya hubungan yang berbanding terbalik antara nilai *Dynamic Fluid Level* (DFL) dan tekanan alir dasar sumur (Pwf). Semakin dalam posisi DFL, maka kolom fluida di atas perforasi semakin berkurang sehingga tekanan hidrostatik yang bekerja di dasar sumur menurun. Kondisi ini menyebabkan nilai Pwf menjadi lebih kecil. Sebaliknya, ketika DFL berada pada posisi yang lebih dangkal, kolom fluida yang menekan dasar sumur menjadi lebih besar sehingga menghasilkan nilai Pwf yang lebih tinggi. Hubungan ini menunjukkan bahwa DFL merupakan parameter penting dalam penentuan tekanan alir dasar sumur dan secara langsung memengaruhi evaluasi performa inflow sumur [16].

3.2 Penentuan Nilai Productivity Index (PI)

Setelah melakukan penentuan nilai PWF dan PS sumur, dilakukan perhitungan nilai *productivity index* (PI) pada saat sumur mengalami flumping dan setelah flumping stop dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Nilai *Productivity Index* (PI)

| Kondisi sumur | waktu | Nilai PI | Satuan | Kategori PI |
|---------------|---------|----------|----------|-------------|
| Flumping | Initial | 1,19 | BFPD/psi | Sedang |
| Flumping | Day 269 | 0,35 | BFPD/psi | Rendah |
| Flumping Stop | Day 279 | 0,34 | BFPD/psi | Rendah |
| Flumping Stop | Day 297 | 0,30 | BFPD/psi | Rendah |

Hasil perhitungan *Productivity Index* (PI) menunjukkan bahwa pada kondisi awal *flumping*, sumur SBR-30 memiliki nilai PI sebesar 1,19 Bfpd/psi yang termasuk kategori sedang dan menandakan kemampuan *inflow* sumur yang masih cukup baik. Namun, seiring berjalannya waktu dan setelah *flumping stop*, nilai PI menurun hingga berada pada kategori rendah. Penurunan ini menunjukkan terjadinya perubahan kemampuan *inflow* sumur yang dapat disebabkan oleh meningkatnya gangguan gas, perubahan posisi *Dynamic Fluid Level* (DFL), serta meningkatnya ketidakstabilan aliran.

3.3 Hasil Perhitungan Laju Alir Maksimum (Q_{max})

Dalam perhitungan laju alir maksimum digunakan metode Vogel dikarenakan sumur dalam keadaan 2 fasa dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Laju Alir Maksimum (Q_{max})

| <i>Flumping</i> | | <i>Setelah Flumping Stop</i> | | Satuan |
|-----------------|----------------|------------------------------|----------------|--------|
| <i>Initial</i> | <i>Day 269</i> | <i>Day 279</i> | <i>Day 297</i> | |
| 285,83 | 121,09 | 126,00 | 99,45 | BFPD |

Berdasarkan perhitungan pada tabel 5 laju alir maksimum (Q_{max}) pada sumur SBR-30 menunjukkan bahwa nilai Q_{max} tertinggi terjadi pada kondisi *flumping* awal dan menurun setelah *flumping stop*. Penurunan ini mengindikasikan berkurangnya kemampuan *inflow* sumur akibat perubahan kondisi aliran, tekanan alir dasar sumur, serta meningkatnya gangguan gas, yang berdampak langsung pada penurunan potensi produksi sumur.

3.4 Hasil Perhitungan Rata-rata

Perhitungan nilai rata-rata dilakukan untuk memperoleh gambaran umum kondisi sumur yang lebih representative sebagai berikut:

Tabel 6. Nilai Rata-Rata

| Parameter Rata-Rata | <i>Flumping</i> | <i>Flumping Stop</i> | Satuan |
|---------------------|-----------------|----------------------|--------|
| <i>Water Cut</i> | 0,161 | 0,187 | % |
| <i>Oil Content</i> | 0,840 | 0,813 | % |
| <i>SG Mix</i> | 0,372 | 0,374 | - |
| <i>Gross</i> | 134,5 | 111 | Bfpd |
| PWF | 132,44 | 21,50 | Psi |
| PS | 366,10 | 368,02 | Psi |

Berdasarkan tabel 6, nilai *Water Cut*, *Oil Content*, dan *SG Mix* pada kondisi *flumping* dan setelah *flumping stop* tidak menunjukkan perbedaan signifikan, sehingga perubahan performa produksi tidak dipengaruhi oleh sifat fisik fluida. Namun, nilai *gross* produksi rata-rata menurun setelah *flumping stop*, yang menunjukkan berkurangnya kemampuan sistem pengangkatan dan meningkatnya fluktuasi produksi. Selain itu, tekanan alir dasar sumur (P_{wf}) mengalami penurunan signifikan akibat pendalaman DFL yang menyebabkan penipisan kolom fluida di atas perforasi, sementara tekanan statik (P_s) relatif konstan yang mengindikasikan tekanan reservoir tetap stabil selama periode pengamatan.

3.5 Menentukan Nilai Productivity Index (PI)

Perhitungan nilai *Productivity Index* (PI) pada penelitian ini digunakan untuk merepresentasikan kondisi sumur secara umum pada saat flumping dan setelah flumping stop dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 7. Nilai *Productivity Index* (PI)

| Kondisi Sumur | Nilai PI | Satuan | Kategori PI |
|----------------------|----------|----------|-------------|
| <i>Flumping</i> | 0,58 | BFPD/psi | Sedang |
| <i>Flumping Stop</i> | 0,32 | BFPD/psi | Rendah |

Berdasarkan tabel 7, nilai PI rata-rata pada kondisi *flumping* sebesar 0,58 Bfpd/psi dengan kategori sedang. Nilai ini menunjukkan bahwa pada saat *flumping*, sumur masih memiliki kemampuan yang cukup baik dalam mengalirkan fluida dari reservoir ke lubang sumur. Sementara itu, setelah *flumping stop* nilai PI rata-rata menurun menjadi 0,32 Bfpd/psi dan termasuk dalam kategori rendah.

3.6 Perbedaan Laju Alir Maksimum (Q_{max}) Saat Flumping Dan Setelah Flumping Stop

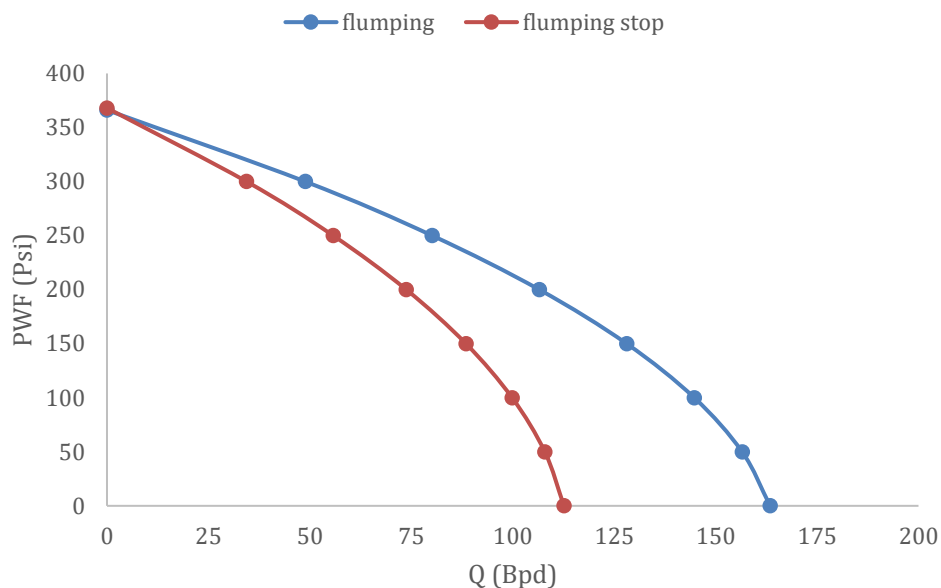
Setelah mengetahui nilai PI, selanjutnya dilakukan perhitungan kurva IPR untuk mengetahui nilai laju alir maksimum pada saat *flumping* dan setelah *flumping stop* dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 8. Nilai Q_{max} Pada Saat *Flumping* dan Setelah *Flumping Stop*

| <i>Flumping</i> | <i>Flumping Stop</i> | Satuan |
|-----------------|----------------------|--------|
| 163,43 | 112,62 | Bfpd |

Berdasarkan table 8 menunjukkan bahwa nilai laju alir maksimum (Q_{max}) pada kondisi *flumping* lebih besar dibandingkan setelah *flumping stop*. Nilai Q_{max} pada kondisi Hasil ini mengindikasikan penurunan kemampuan inflow sumur akibat perubahan kondisi operasi dan tekanan alir dasar sumur.

Evaluasi performa sumur dilakukan melalui analisis kurva IPR pada kondisi *flumping* dan setelah *flumping stop* dapat dilihat melalui grafik berikut:



Grafik 1. Kurva IPR Saat *Flumping* dan Setelah *Flumping Stop*

Berdasarkan grafik 1, kurva IPR pada kondisi *flumping* menunjukkan nilai laju alir maksimum (Q_{max}) yang lebih besar dibandingkan setelah *flumping stop*. Setelah *flumping stop*, kurva IPR bergeser ke bawah yang mengindikasikan penurunan potensi inflow sumur serta kondisi produksi yang kurang stabil. Selain itu, bentuk kurva yang awalnya linier dan kemudian melengkung menunjukkan adanya aliran multifasa, yaitu liquid dan gas.

3.7 Menghitung Pump Displacement

Selanjutnya, dilakukan evaluasi kapasitas pompa dengan menggunakan data produksi tanggal 14 November sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Pump Displacement} &= (\text{Pump Size} - 0,25)^2 \times \text{Stroke Length} \times \text{SPM} \\ &= (2 - 0,25)^2 \times 100 \times 3 \\ &= 918,75 \times 0,1167 \\ &= 107,21 \text{ bbl/day} \\ \text{Efisiensi Volumetrik Pompa (Ev)} &= \frac{Q_{\text{gross}}}{V} \times 100\% \\ &= \frac{60}{107,21} \times 100\% \\ &= 56\% \end{aligned}$$

Hasil perhitungan menunjukkan kapasitas pompa yang masih lebih kecil dari nilai Q_{max} setelah flumping stop sebesar 112,62 Bfpd, namun sudah mendekati nilai tersebut. Kapasitas pemompaan yang tidak sesuai dengan laju optimal sumur dapat menurunkan efisiensi pompa dan mempercepat kerusakan peralatan [17]. Perhitungan efisiensi volumetrik pompa menghasilkan nilai sebesar 56%, yang menunjukkan bahwa kapasitas pompa belum dimanfaatkan secara optimal akibat kondisi aliran yang tidak stabil, meningkatnya kandungan gas, serta terjadinya *gas lock*, sejalan dengan karakter produksi sumur yang bersifat *intermittent* setelah flumping stop.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan nilai laju alir maksimum dan analisis kurva *Inflow Performance Relationship* (IPR) menggunakan metode Vogel, diperoleh gambaran yang jelas mengenai perubahan kemampuan produksi sumur sebelum dan sesudah flumping stop. Pada kondisi sumur masih mengalami flumping, laju alir maksimum tercatat sebesar 163,43 Bfpd, yang menunjukkan kemampuan sumur dalam mengalirkan fluida masih relatif tinggi. Namun, setelah flumping stop, nilai laju alir maksimum mengalami penurunan menjadi 112,62 Bfpd. Penurunan ini menandakan terjadinya degradasi performa aliran dari reservoir ke sumur. Selisih antara kedua kondisi tersebut mencapai 50,81 Bfpd, yang menunjukkan penurunan signifikan pada kurva IPR. Perubahan bentuk kurva IPR ini mengindikasikan adanya peningkatan hambatan aliran atau perubahan karakteristik reservoir dan sumur. Kondisi tersebut dapat berdampak langsung terhadap kemampuan produksi sumur secara keseluruhan. Oleh karena itu, analisis kurva IPR menjadi dasar penting dalam mengevaluasi kinerja sumur pasca flumping stop. Selanjutnya, hasil perhitungan *Productivity Index* (PI) menunjukkan adanya penurunan produktivitas sumur yang cukup signifikan. Pada saat sumur berada dalam kondisi flumping, nilai PI tercatat sebesar 0,58 Bfpd/psi, yang termasuk dalam kategori sedang. Nilai ini menunjukkan bahwa sumur masih mampu merespons perubahan tekanan dengan baik terhadap laju alir fluida. Namun, setelah flumping stop, nilai PI menurun menjadi 0,32 Bfpd/psi dan masuk dalam kategori kecil. Penurunan nilai PI ini mengindikasikan berkurangnya efisiensi aliran fluida dari reservoir menuju lubang sumur. Kondisi tersebut dapat disebabkan oleh meningkatnya kerusakan formasi, perubahan tekanan reservoir, atau adanya penurunan permeabilitas efektif di sekitar sumur. Penurunan PI juga berdampak langsung pada kemampuan sumur untuk mempertahankan laju produksi yang optimal. Dengan demikian, nilai PI menjadi parameter penting dalam mengevaluasi kelayakan operasi produksi lanjutan. Berdasarkan perhitungan *Pump Displacement* (PD) dari data produksi terakhir, diperoleh nilai sebesar 107,21 bbl/day dengan efisiensi pompa sebesar 56%. Nilai efisiensi tersebut menunjukkan bahwa kinerja pompa belum bekerja secara optimal dalam mendukung produksi sumur. Hal ini disebabkan oleh kapasitas pompa yang sudah mendekati nilai laju alir maksimum sumur setelah flumping stop. Kondisi tersebut mengakibatkan pompa bekerja pada batas kemampuannya sehingga potensi kehilangan efisiensi semakin besar. Jika kondisi ini terus dibiarkan, maka dapat mempercepat keausan peralatan dan meningkatkan risiko kegagalan pompa. Selain itu, operasi pompa yang tidak optimum juga berdampak pada peningkatan biaya operasi dan penurunan umur peralatan. Oleh karena itu, diperlukan perancangan ulang pompa agar kapasitas yang digunakan sesuai dengan kondisi sumur terkini. Desain ulang ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi, memperpanjang umur pompa, serta mengoptimalkan laju produksi sumur.

Referensi

1. T. Ahmed, *Reservoir Engineering Handbook*, 3rd ed. Oxford, UK: Elsevier, 2006.
2. K. E. Brown and H. D. Beggs, *The Technology of Artificial Lift Methods*, vol. 1. Tulsa, OK, USA: PennWell Publishing Company, 1980.
3. Fitrianti, "Perencanaan pengangkatan buatan dengan sistem pemompaan berdasarkan data karakteristik reservoir," *Journal of Earth Energy Engineering*, vol. 2, no. 2, pp. 28–37, 2013.

DOI: <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i4.5957>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

4. Herawati, *Modul PKB Teknik Produksi Migas Grade G4*. Jakarta, Indonesia: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2016.
5. Musnal, "Optimasi perhitungan laju alir minyak dengan meningkatkan kinerja pompa hydraulic," *Jurnal Teknik Perminyakan*, vol. 4, no. 1, pp. 22–30, 2015.
6. E. Y. Kaesti and A. Satim, "Peningkatan produksi dengan metode flumping," in *Proceedings of the Earth Science International Seminar*, 2012, pp. 59–66.
7. Sopwan, A. S. Nata, and A. Supriatso, "Evaluasi dan optimasi produksi sucker rod pump dengan penggerak hydraulic pumping unit," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Perminyakan*, 2017, pp. 101–108.
8. Kamid and A. Ramadhan, "Perhitungan efisiensi hydraulic pumping unit (HPU) pada sumur minyak PT Pertamina EP Cepu," *Riset dan Review Jurnal (R2J)*, vol. 7, no. 3, 2025, doi: 10.38035/rj.v7i3.
9. G. S. Abarua, S. Bahri, and G. S. Nirmala, "Analisa perbandingan fluida pada sumur X dan sumur Z," *Jurnal Teknik Perminyakan*, vol. 6, no. 2, pp. 45–53, 2022.
10. M. U. S. R. Suhardi, "Analisis gelombang akustik terhadap pengaruh tekanan casing dan gas heterogen untuk menentukan liquid level sumur minyak," *JOM FMIPA*, vol. 1, no. 2, pp. 151–160, 2014.
11. N. Taryana, *Sonolog Test Sumur Minyak Menggunakan Alat Total Well Management Echometer*. Bandung, Indonesia: Laporan Teknis, 2014.
12. P. Sukarno, T. Ariadji, and R. Indhira, "Pengembangan peramalan kurva IPR dua fasa secara analitis," in *Proceeding Simposium Nasional IATMI*, 2001, pp. 85–92.
13. D. Pranondo and T. C. Sobli, "Analisis sumur dengan inflow performance relationship metode Vogel serta evaluasi tubing menggunakan analisis nodal," *Jurnal Teknik Patra Akademika*, vol. 11, pp. 33–42, 2020.
14. H. Hartono, E. Ibrahim, and M. Yusuf, "Evaluation of the use of sucker rod pump using sonolog and dynamometer data to increase production," *Jurnal Ilmu Teknik*, vol. 6, no. 1, pp. 55–63, 2023.
15. O. Sefilra Andalucia, M. R. Zakaria, and R. Sahputra, "The optimization of hydraulic pumping unit by redesigning pump capacity," *Journal of Contemporary Innovation*, vol. 5, no. 1, pp. 15–24, 2023.
16. O. Sefilra Andalucia, M. R. Zakaria, and R. Sahputra, "The optimization of pump type hydraulic pumping unit by redesigning well SB-02 at PT SMD Tampi Field," 2023. [Online]. Available: <http://bajangjournal.com/index.php/JCI>
17. A. Kamid and A. Ramadhan, "Perhitungan efisiensi hydraulic pumping unit (HPU) pada sumur yang menggunakan working barrel tipe tubing heavy wall barrel mechanical PT. Pertamina EP Cepu Regional 4 Zona 11 Cepu Field," *R2J*, vol. 7, no. 3, 2025, doi: 10.38035/rj.v7i3.