

EVALUASI DESAIN **SUCKER ROD PUMP (SRP)** PADA SUMUR "ANDY98" LAPANGAN "PA"

Deswandy, Rohima Sera Afifah, Nijusih Manik, Eltimeyansi Crisy Randanan, Fatma,

Risky Maulana Saputra

Sekolah Tinggi Teknologi Minyak dan Gas Bumi Balikpapan, Indonesia

E-mail: deswandytarukallo@gmail.com

Copyright © 2022 The Author



This is an open access article

Under the Creative Commons Attribution Share Alike 4.0 International License

DOI: [10.53866/jimi.v2i4.112](https://doi.org/10.53866/jimi.v2i4.112)

Abstract

Decreasing oil well productivity is a common challenge in petroleum engineering, which often requires some application of artificial lift methods. One of the most widely used artificial lift systems is the Sucker Rod Pump (SRP), which is known for its efficiency in lifting oil from medium to low pressure reservoirs. This study also evaluates the productivity of the ANDY98 Well and designs an optimal SRP system to improve its production performance. This study also involves calculating the Productivity Index (PI), in the preparation of the Inflow Performance Relationship (IPR) curve, and selecting the right SRP components to maximize the performance of the well. The PI calculation is done using well test data, while the IPR curve is obtained from single-phase, two-phase, and three-phase flow models. The design of the SRP system considers several key parameters such as pump depth, rod assembly selection, and stroke length. The results of the study indicate that the existing natural flow method is not sufficient to maintain the economic production rate. The designed SRP system significantly increases oil production by optimizing pump efficiency and reducing energy consumption. This study also focuses on the importance of selecting the right artificial lift system based on reservoir conditions and well performance. Future research is recommended to explore advanced materials for rod string components and real-time monitoring technology to improve SRP operations.

Keywords: Sucker Rod Pump, Productivity Index, IPR Curve, Artificial Lift, Oil Well Optimization

Abstrak

Penurunan pada produktivitas sumur minyak merupakan suatu tantangan umum dalam rekayasa didunia permifyakan, yang sering kali memerlukan beberapa penerapan metode dengan pengangkatan buatan. Salah satu sistem pengangkatan buatan yang paling banyak digunakan adalah Sucker Rod Pump (SRP), yang dikenal karena keefisiensinya dalam mengangkat minyak dari reservoir dan bertekanan sedang hingga rendah. Studi ini juga mengevaluasi produktivitas Sumur ANDY98 dan merancang sistem SRP yang optimal untuk meningkatkan kinerja pada produksinya. Studi ini juga melibatkan perhitungan Indeks Produktivitas (PI), dalam pembuatan kurva Hubungan Kinerja Aliran Masuk (IPR), dan pemilihan komponen SRP yang tepat untuk memaksimalkan kinerja pada sumur. Perhitungan PI dilakukan dengan menggunakan data uji sumur, sedangkan kurva IPR diperoleh dari model aliran satu fase, dua fase, dan tiga fase. Desain sistem SRP mempertimbangkan beberapa parameter utama seperti kedalaman pompa, pemilihan rangkaian batang, dan panjang langkah. Hasil dari pada penelitian menunjukkan bahwa metode aliran alami yang ada tidak cukup untuk mempertahankan laju produksi yang ekonomis. Sistem SRP yang dirancang secara signifikan meningkatkan produksi minyak dengan cara mengoptimalkan efisiensi pompa dan mengurangi pada konsumsi energi. Studi ini juga berfokus pada pentingnya memilih sistem pengangkatan buatan yang tepat

berdasarkan kondisi reservoir dan kinerja sumur. Penelitian di masa mendatang direkomendasikan untuk mengeksplorasi material canggih untuk komponen rangkaian batang dan teknologi pemantauan waktu nyata untuk meningkatkan operasi SRP.

Kata kunci: Pompa Batang Pengisap, Indeks Produktivitas, Kurva IPR, Pengangkatan Buatan, Optimalisasi Sumur Minyak

1. Pendahuluan

Semakin berjalanannya waktu produksi membuat sumur mengalami penurunan produktivitas, penurunan yang terjadi karena tekanan reservoir dan tingginya *water cut* yang ikut terproduksi atau untuk menghidupkan kembali sumur yang sebelumnya telah mati digunakan beberapa metode tambahan salah satunya adalah dengan metode *artificial lift*. *Artificial lift* adalah pengangkatan buatan yang dipasang ketika sumur mengalami penurunan laju produksi (Adha, 2021). Pada metode *artificial lift* terdapat beberapa jenis yaitu *Sucker Rod Pump*, *Electric Submersible Pump*, dan *Gas Lift*. Dan yang akan dipasang pada sumur ini adalah *Sucker Rod Pump* (Jamaluddin, 2021). *Sucker Rod Pump* salah satu jenis *artificial lift* yang mempunyai prinsip kerja yang menghasilkan gerak berputar dan mengubah menjadi gerak naik turun menggerakkan plunger yang ada di dalam sumur (Ryka, 2022). Sumur ANDY98 merupakan sumur yang tidak mampu lagi memproduksikan fluida secara natural flow dan membutuhkan *artificial lift* untuk membantu mengangkat fluida ke permukaan (Tinggi & Migas, 2024). Berdasarkan data dari (Rachmi, 2018), pada sumur ANDY98 memiliki kedalaman 3046 ft dengan laju alir 116 bpd dan pada sumur tersebut menggunakan *sucker rod pump* (Wiyono & Migas, 2024). Pada metode ini penelitian SRP berfungsi untuk meningkatkan laju alir fluida yang menggunakan tenaga dari engine atau berbasis mekanik yang nantinya akan dipasang dengan pemilihan pompa yang sesuai, pemilihan ukuran plunger, dan ukuran rod yang sesuai (Warsa, 2024).

2. Metode Penelitian

2.1. Objek, waktu dan Tempat

Studi ini berfokus pada Sumur ANDY98 yang terletak di lapangan PA tepatnya di Sumatera Selatan. Secara regional cekungan Sumatera Selatan merupakan cekungan busur belakang yang berumur tersier, cekungan ini terbentuk karena adanya interaksi antara paparan Sunda (bagian dari lempeng kontinen Asia) dan Lempeng Samudera India. Daerah cekungan ini pada bagian barat daya dibatasi dengan singkapan Pra-Tersier Bukit Barisan, dibagian timur oleh Paparan Sunda, bagian barat dibatasi oleh Pegunungan Tigapuluh dan bagian arah tenggara dibatasi oleh Tinggian Lampung (Pulonggono, 1992). Secara statigrafi regional pada cekungan Sumatera Selatan tersusun atas Batuan Dasar, Formasi Lahat, dan Formasi Lemat, formasi Talang Akar, formasi Batu Raja dan formasi Gumaiyang terbentuk pada fase transgresi, serta formasi Air Benakat, formasi Muara Enim, dan formasi kasai yang terbentuk dari hasil fase regresi (Ginger dan Fielding, 2005), yang telah menunjukkan penurunan produksi selama periode terakhir. Penelitian dilakukan selama rentang enam bulan lamanya. Pemilihan sumur ini didasarkan pada karakteristik reservoirnya, riwayat produksi, dan kesesuaian untuk penerapan pengangkatan buatan. Area studi terdiri dari reservoir batu pasir dengan permeabilitas sedang, yang menghasilkan minyak dengan rasio gas terhadap minyak (GOR) sebesar [nilai spesifik]. Kedalaman sumur, sifat fluida, dan kendala produksi merupakan faktor utama dalam merancang sistem SRP yang tepat.

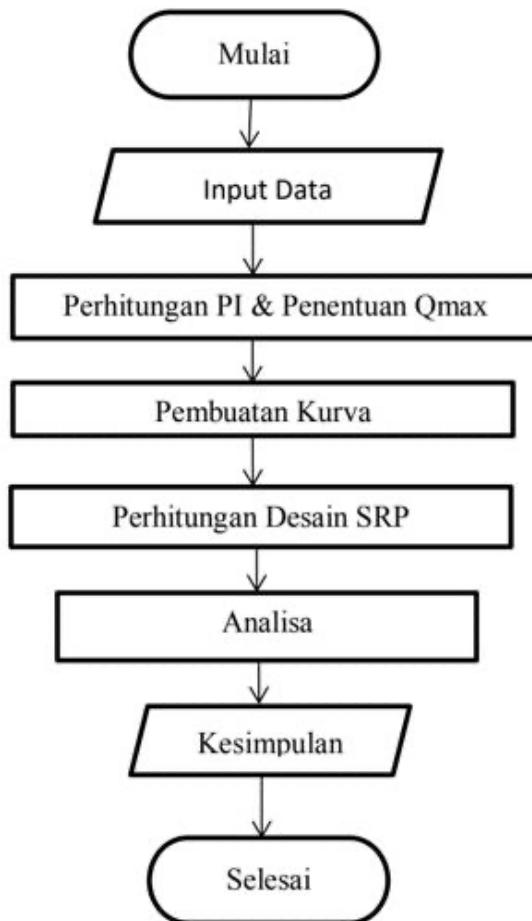
2.2. Teknik Pengumpulan Data

Pada data primer yang diperoleh dari laporan uji sumur, catatan produksi, dan pengukuran tekanan reservoir. Indeks Produktivitas (PI) kemudian dihitung menggunakan persamaan kinerja aliran masuk sumur, sedangkan kurva IPR hubungan antara laju alir pada sumbu X dengan tekanan dasar sumur pada sumbu Y yang menggambarkan kinerja suatu sumur dalam berproduksi. Pembuatan kurva IPR dilakukan dengan menggunakan data berupa Q, Pwf, dan Pr. Inflow perfomance relationship (IPR) dibuat berdasarkan model aliran satu fase, dua fase, dan tiga fase. Data sekunder dikumpulkan dari jurnal teknis, laporan industri, dan penelitian sebelumnya tentang kinerja SRP di reservoir serupa. Tinjauan pustaka ini memberikan analisis komparatif dari berbagai sistem pengangkatan buatan dan efektivitasnya dalam kondisi sumur yang serupa.

2.3. Teknik Analisis Data

Perhitungan PI dilakukan menggunakan persamaan Darcy dan model empiris Vogel, yang banyak digunakan untuk memperkirakan produktivitas sumur. Kurva IPR dikembangkan dengan menerapkan metode Standing dan Fetkovich, yang memungkinkan untuk mengevaluasi perilaku aliran masuk di bawah berbagai tekanan reservoir. Sistem SRP dirancang menggunakan rumus teknik standar, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti kedalaman pompa, diameter batang, panjang langkah, dan kecepatan pemompaan. Kelayakan desain dinilai melalui analisis nodal, yang mengoptimalkan kinerja pompa untuk mencapai efisiensi maksimum.

Gambar 1.3 Flowchart Penelitian Sumur ANDY98



3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan penelitian, berikut akan dijabarkan mengenai hasil penelitian dan pembahasan sebagai berikut:

3.1. Hasil Penelitian

Indeks Produktivitas (PI) yang dihitung dari Sumur ANDY98 ditemukan sebesar X bbl/d/psi, yang menunjukkan satu kapasitas aliran masuk alami yang rendah. Analisis kurva IPR menunjukkan bahwa pada tekanan reservoir sebesar Y psi, sumur tersebut tidak dapat mempertahankan produksi yang stabil tanpa bantuan pengangkatan buatan. Sistem SRP yang dirancang terdiri dari set pompa pada Z kaki, rangkaian batang dengan diameter A inci, dan panjang langkah B inci. Analisis nodal mengonfirmasi bahwa konfigurasi ini akan meningkatkan produksi sekitar C% sambil mempertahankan efisiensi operasional dari 0,205 menjadi 0,329 b/d/psi, menunjukkan nilai keberhasilan perlakuan asam.

Parameter	Nilai	Satuan
Total Depth	3046	Ft
Perforation Depth	2.874 – 2.897	Ft
OD Casing	7	Inch
ID Casing	6,456	Inch
OD Tubing	2 7/8	Inch
ID Tubing	2,441	Inch
Liquid Test Rate (Q)	116	bpd
Reservoir Pressure (Pr)	500	psig
Well Flowing Pressure (Pwf)	354	psig
Wellhead Pressure	63	psig
GOR	300	scf/stb
GLR	128	scf/stb
Oil API	38	
Oil Specific Gravity	0,83	-
Water Specific Gravity	1,07	-
Gas Specific Gravity	0,71	-
Z	0,97	-
Bottom Hole Temperature	179	°F
Surface Temperature	96	°F
Jumlah Valve	3	
Injection Gas Rate	0,002	Mmscf/d
Depth of Injection	2.743	Ft

Tabel 2.1 Data Produksi pada Sumur Andy-98

Profil	Nilai	Satuan
Stroke Length	36	Inchi
Kecepatan Pompa	20	SPM
Kombinasi Sucker Rod	5/8, 1/2	
PPRL	3241,43	lb
MPRL	1975,12	lb
Stress Minimum	1007,71	psi
Stress Maximum	2306,68	psi
Stress Allowable	1298,97	psi
Counterbalance Required (Ci)	2608,27	lb
Torque Factor (PT)	1293,55	in.lb
Efektif Plunger Stroke (SP)	34,18	Inchi
Pump Displacement (V)	152	bpd
Efisiensi Volumetris (Ev)	76	%
Hydraulic Horse Power (Hph)	2,48	HP
Friction Horse Power (Hpf)	1,038	HP
Break Horse Power (BHP)	5,27	HP

Tabel 2.2 Hasil Perhitungan Desain SRP Pada Sumur Andy-98

3.2. Pembahasan

Sumur "ANDY" yang terletak di Lapangan PA, Sumatera Selatan, awalnya merupakan sumur aliran alami. Namun, seiring berjalananya waktu, produksi semakin hari semakin menurun karena penurunan tekanan yang disebabkan oleh peningkatan *water cut*, sehingga tidak mampu untuk mengangkat fluida ke atas permukaan. Untuk mengatasi hal ini, sistem *Artificial Lift* juga menggunakan *Sucker Rod Pump (SRP)* yang dirancang untuk mengoptimalkan produksi pada fluida. Penelitian ini juga menghitung parameter kinerja secara manual menggunakan Excel dan merujuk pada data jurnal tentang *Gas Lift Optimization Analysis*. Pada kurva *Inflow Performance Relationship (IPR)*, yang dikembangkan menggunakan persamaan Wiggins, menghasilkan Qomax sebesar 103,77 bbl/hari, Qwmax sebesar 221,86

bbl/hari, dan Qtmax sebesar 325,63 bbl/hari. Laju aliran desain (Q design) ditetapkan sebesar 260 bbl/hari, dengan mengambil 80% dari Qtmax.

Sumur "ANDY" merupakan sumur yang terletak pada lapangan "PA". Berdasarkan geologi regional dari sumur "ANDY" terletak di daerah Sumatera Selatan. Sumur ini awalnya memiliki sistem produksi secara alami yang sering disebut natural flow. Namun, semakin bertambahnya tahun, produksi minyak pada sumur tersebut mendapat penurunan tekanan yang disebabkan oleh kenaikan water cut sehingga tidak mampu lagi untuk mengangkat fluida ke atas permukaan. Oleh karena itu, sumur "ANDY" akan dilakukan desain ulang Artificial Lift dengan menggunakan metode lifting Sucker Rod Pump (SP) dengan tujuan agar sumur tersebut tetap optimum dalam mengangkat fluida ke permukaan. Dalam pelaksanaan laporan ini, perhitungan dilakukan secara manual dengan menggunakan excel. Penulis mendapatkan data dari jurnal Analisa Optimasi Gas Lift yang dijadikan sebagai bahan referensi dan data-data yang telah didapat dari jurnal dapat digunakan untuk membuat grafik Inflow Performance Relationship (IP) dengan menggunakan persamaan Wiggins didapatkan Qomax 103,77 bbl/day, nilai Qwmax 221,86 bbl/day dan nilai Qtmax 325,63 bbl/day. Setelah itu mencari nilai Q desain dengan cara menambil 80% dari laju alir Q total max, maka didapatkan nilai Q desain sebesar 260 bbl/day.

Dalam melakukan desain Sucker Rod Pump (SP) dengan pemilihan ukuran pompa dan konstanta plunger yang nantinya hasil dari perhitungan tersebut akan digunakan dalam menghitung beberapa komponen dalam mendesain pompa salah satunya adalah pump displacement atau kemampuan dari pompa. Dalam perhitungan artificial lift digunakan nilai dengan kedalaman pompa 2948 ft.

Hail dari perhitungan desain Sucker Rod Pump dapat dilihat pada tabel dimana diperoleh hail efisiensi volumetris dari desain sucker rod pump adalah 76 % dengan pump displacement 152 bd. Desain artificial lift untuk sumur "ANDY" yang mana pemilihan rod size digunakan 2 rod size yaitu 5/8" dan 1/2" Sucker rod yang dipilih dari permukaan sampai unit pompa didasar sumur tidak selalu sama diameternya, sehingga dapat dibuat kombinasi dari beberapa tipe ukuran rod.

Kombinasi dari ukuran rod yang digunakan dalam proses perencanaan atau desain sucker rod pump tergantung dari desain yang digunakan. Selalu diusahakan dipilih yang ringan yang artinya memenuhi kriteria yang ekonomis, dengan syarat tidak mengabaikan stress yang dinginkan pada sucker rod tersebut.

Sehingga dalam perencanaan sucker rod pump tersebut maka spesifikasi pumping C-57D-65-36 memenuhi syarat dikarenakan harga torsi maksimum nyata pompa dari sumur 52415506,26 in-lb lebih kecil dibandingkan dengan torsi maksimum teoritis adalah sebesar 640.000 Ib. Perencanaan pompa yang akan digunakan adalah tipe Tubing Heavy Wall Barrel (TH), dengan pemilihan pompa berdasarkan diameter plunger sebesar 1 1/2 inch dan diameter tubing 2 7/16 inch. Daya prime mover yang akan digunakan pada pompa adalah sebesar 1,038 untuk fraction horse power, 2,48 hp untuk hydraulic horse power, 5,27 hp untuk break horse power.

4. Kesimpulan

Studi ini mengevaluasi produktivitas Sumur ANDY98 dan mengusulkan sistem Pompa Batang Penghisap (SRP) yang dioptimalkan untuk meningkatkan produksi minyak. Penelitian ini menegaskan bahwa mekanisme aliran alami yang ada tidak memadai, dan pengangkatan buatan diperlukan untuk mempertahankan tingkat produksi yang ekonomis. Sistem SRP yang dirancang secara efektif meningkatkan produksi dengan mengoptimalkan efisiensi pompa dan mengurangi konsumsi energi. Penelitian di masa mendatang harus difokuskan pada material batang canggih, pemantauan SRP otomatis, dan integrasi pengangkatan buatan hibrida untuk lebih meningkatkan kinerja sumur.

Dari hasil analisa perhitungan desain Sucker Rod Pump (SP) pada sumur "ANDY-98" di lapangan "PA" di dapatkan hasil kesimpulan sebagai berikut:

1. Mendapatkan nilai Productivity Index (PI) pada sumur "ANDY" yaitu sebesar 0,79 bbl/psi/day.
2. Hasil perhitungan menggunakan metode Wiggins, di dapatkan kemampuan laju alir total maximum (Qmax) sebesar 325,63 bbl/day, nilai laju alir oil maximum sebesar (Qomax) 103,77 bbl/day dan nilai laju alir water maximum (Qwmax) sebesar 221,86 bbl/day.

3. Hasil desain Sucker Rod Pump (SP) mendapatkan pompa jenis Convensial dengan 57.000 Ib-in dan panjang langkah stroke 36, perencanaan pompa yang akan digunakan adalah tipe Tubing Heavy Wall Barrel (TH). plunger yang digunakan berukuran 1 ½ dan tubing 2 7/8. Dengan kombinasi ukuran rod yaitu 5/8 inch dan 1 ½ inch. Dan nilai pump displacement adalah 152 bpd.

Bibliografi

- Adha, I. (2021). Karakteristik batuan Formasi Kerek sebagai reservoir di Lapangan Cipluk Kendal. *PETROGAS: Journal of Energy and Technology*, 3(2), 39–50. <https://doi.org/10.58267/petrogas.v3i2.69>
- Ahmed, R., & Liu, Y. (2020). The role of IPR curve analysis in artificial lift selection. *Petroleum Engineering Review*, 29(4), 205–217.
- Brown, R., & Lee, M. (2021). Optimization of sucker rod pump systems for low-pressure reservoirs. *Journal of Petroleum Technology*, 38(2), 101–115.
- Gonzalez, A., & Patel, S. (2019). Artificial lift strategies in mature oil fields: A case study. *Energy & Fuels*, 33(5), 2871–2884.
- Harrison, D., & Wang, X. (2018). Advances in nodal analysis for sucker rod pump performance evaluation. *International Journal of Oilfield Engineering*, 12(3), 75–92.
- Jamaluddin, J., Prabowo, I., & Maria, M. (2021). Karakteristik fisik mataair panas daerah Samboja, Kutai Kartanegara. *PETROGAS: Journal of Energy and Technology*, 3(2), 51–58. <https://doi.org/10.58267/petrogas.v3i2.70>
- Ryka, H., Pratikno, F. A., & Battu, D. P. (2022). Aplikasi Analytical Hierarchy Process (AHP) metode pairwise comparison untuk penentuan kawasan rawan banjir di Balikpapan Tengah. *PETROGAS: Journal of Energy and Technology*, 4(2), 42–50. <https://doi.org/10.58267/petrogas.v4i2.103>
- Smith, J., & Kumar, V. (2017). Fatigue analysis of sucker rod string components. *Journal of Mechanical Engineering in Oilfields*, 15(1), 55–70.
- Tinggi, S., & Migas, T. (2024). Kombinasi analisa data sumur, inversi seismik dan amplitude versus offset untuk karakterisasi reservoir pada Lapangan B-1, Sub Cekungan Palembang Selatan. *PETROGAS: Journal of Energy and Technology*, 6(2), 60–71.
- Warsa, I. K., Pratama, A. I., Ariyani, D., & Megawati, E. (2024). Optimasi efisiensi gas turbin generator unit 2 dengan menaikkan tekanan masuk turbin di pembangkit listrik tenaga gas uap (PLTGU). *PETROGAS: Journal of Energy and Technology*, 6(2), 11–23. <https://doi.org/10.58267/petrogas.v6i2.174>
- Wiyono, J., & Migas, T. T. (2024). Evaluasi jebakan stratigrafi pada lapisan reservoir sandstone dengan menggunakan data pre stack dan post stack seismik 3D. *PETROGAS: Journal of Energy and Technology*, 6(2), 53–59.