

MEMPREDIKSI KEADAAN SUMUR DIMASA DEPAN DENGAN MELAKUKAN OPTIMASI MENGGUNAKAN ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP PADA SUMUR “AD-96”

Muhammad Adnan¹, Rohima Sera Afifah², Yudiaryono^{2*}

Alumni Program Studi S1 Teknik Perminyakan Sekolah Tinggi Teknologi Migas
Balikpapan¹

Dosen S1 Teknik Perminyakan Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan²

Email: * ariyono.yudi@gmail.com

Abstract

The production capacity of an oil and gas well is a benchmark in planning production equipment and increases the flow rate of production. In order to increase the rate of oil production, optimization is done optimally using ESP and it is predicted that the production time will be several years ahead. The method used in the well "AD-96" is the Wiggins Method 3 Phase IPR curve to increase the optimal production flow rate by continuing to predict IPR Future through a gradual decrease in reservoir pressure (P_r) scenario. IPR Future in this case provides a development to know the wells in the future. The results of the calculation of Wiggins IPR curve on the well "AD-96" obtained a maximum production rate (Q_{max}) of 2469 bfpd. To estimate the optimal production rate obtained from a percentage of 80% x maximum flow rate of 1975 bpd, the well is advised to use the Electrical Submersible Pump design with the ESP REDA type pump type DN1800 Pump Performance Curve 60 Hz, 3500 rpm and a Horse Power of 29 HP. , efficiency 76% and IPR Future with water cut of 80% each carried out in the calculation of 4 scenarios at 2000 psia reservoir pressure, obtained a target production flow rate (Q_{target}) of 1326 bpd. It is known that the recommended production (recommended production) is between 1200-2400 bpd. Based on the IPR Future scenario, the result shows that ESP does not work at a pressure of 2000 psia.

Keywords: IPR curve, future IPR, optimization, artificial lift ESP design.

Abstrak

Kemampuan berproduksi suatu sumur minyak dan gas bumi merupakan tolak ukur dalam perencanaan peralatan produksi dan meningkatkan laju alir produksi. Dalam meningkatkan laju produksi minyak secara optimal dilakukan optimasi dengan menggunakan ESP dan diprediksi sampai waktu produksi beberapa tahun kedepannya. Metode yang digunakan pada sumur “AD-96” adalah kurva IPR 3 Fasa Metode Wiggins untuk meningkatkan laju alir

produksi secara optimal dengan dilanjutkan melakukan prediksi IPR Future melalui skenario penurunan tekanan reservoir (Pr) secara bertahap. IPR Future pada kasus ini memberikan suatu pengembangan untuk mengetahui sumur dimasa depan. Hasil perhitungan kurva IPR Wiggins pada sumur “AD-96” didapatkan laju produksi maksimum (Qmaks) sebesar 2469 bfpd. Untuk itu memperkirakan laju produksi optimal yang didapatkan dari persentase 80% x laju alir maksimum sebesar 1975 bpd sumur tersebut disarankan untuk menggunakan desain pompa Electrical Submersible Pump dengan jenis pompa ESP REDA Type DN1800 Pump Performance Curve 60 Hz, 3500 rpm dan Horse Power sebesar 29 HP, efficiency 76% dan IPR Future dengan water cut masing – masing 80% dilakukan dalam perhitungan 4 skenario pada tekanan reservoir 2000 psia didapatkan laju alir produksi target (Qtarget) sebesar 1326 bpd diketahui bahwa rekomendasi produksi (recommended production) antara 1200-2400 bpd. Berdasarkan skenario IPR Future yang dilakukan, diperoleh hasil bahwa ESP tidak bekerja pada tekanan 2000 psia.

Kata kunci : kurva IPR, future IPR, optimasi, desain artificial lift ESP

PENDAHULUAN

Pada proses produksi yang merupakan kondisi tekanan reservoir sumur minyak ,akan mengalami penurunan. Seiring berjalannya waktu, produksi minyak dan gas bumi yang dihasilkan akan menurun disebabkan beberapa sumur yang semakin tua atau (mature field) dan ketika tekanan reservoir semakin rendah akan mengakibatkan menurunnya kapasitas produksi formasi. Salah satu solusi untuk meningkatkan produksi sumur, adalah melakukan perencanaan pemasangan artificial lift dan mendesain electrical submersible pump.

Artificial Lift adalah metode pengangkatan buatan yang digunakan ketika tekanan reservoir sudah tidak mampu lagi mengangkat hidrokarbon secara alami (natural flow) (Brown, 1984). Metode artificial lift yang umum di gunakan adalah Gas Lift, Sucker Rod Pump, Electrical Submersible Pump, Jet Pump dan Progressive Cavity Pump.

Sumur “AD-96” merupakan sumur minyak yang pernah berproduksi menggunakan metode Natural Flow dengan laju produksi optimal sebesar 1.248 bfpd di lapangan Pendopo di mana sumur “AD-96” berada dalam wilayah kerja PT Pertamina EP Asset 2. Untuk itu pada tahap selanjutnya dilakukan perencanaan pemasangan artificial lift dan memperkirakan waktu berakhirnya produksi berdasarkan Future IPR . Untuk itu dilakukan perhitungan kemampuan produksi sumur untuk mendapatkan laju produksi alir maksimum pada sumur “AD-96” menggunakan Inflow Performance Relationship 3 fasa metode Wiggins.

Future Inflow Performance Relationship (IPR) digunakan untuk memprediksi sampai kapan penggunaan Electrical Submersible Pump. Future IPR merupakan prediksi melalui skenario beberapa penurunan tekanan reservoir (Pr) dengan mendapatkan hasil laju alir produksi secara optimal.

Produktivitas Index (PI) merupakan index yang digunakan untuk menyatakan kemampuan suatu formasi untuk berproduksi pada suatu tekanan tertentu atau merupakan perbandingan antara laju produksi yang dihasilkan formasi. Sebagai parameter untuk menentukan suatu formasi dalam memproduksi fluida dari bawah permukaan menuju permukaan.

Inflow Performance Relationship (IPR) suatu sumur adalah hubungan antara laju produksi dan tekanan dasar alir atau Kurva IPR adalah kurva yang menggambarkan kemampuan suatu sumur untuk berproduksi, yang dinyatakan dalam bentuk hubungan antara laju produksi (q) terhadap tekanan alir dasar sumur (P_{wf}). Untuk sumur minyak, sering diasumsikan bahwa laju aliran fluida sebanding dengan perbedaan antara tekanan reservoir dan tekanan sumur bor (Brown, 1984).

IPR metode Wiggins merupakan pengembangan dari metode Vogel dimana Wiggins menyetarakan metode dua fasa dari Vogel dengan metode tiga fasa, sehingga mendapatkan suatu metode tiga fasa yang lebih sederhana dari metode tiga fasa yang sudah ada. Metode Wiggins merupakan suatu pengembangan reservoir yang dapat memprediksi kinerja suatu sumur untuk menentukan skema produksi yang optimal dan memperkirakan produksi desain dan peralatan pengangkatan buatan agar mendapatkan operasi yang efisien (Wiggins, 1994).

Future Inflow Performance Relationship digunakan untuk memprediksi Inflow Performance Relationship di masa depan setelah menurunnya tekanan reservoir, serta laju alir akibat proses produksi. Future Inflow Performance Relationship 3 fasa dapat diprediksi dengan menggunakan metode Wiggins.

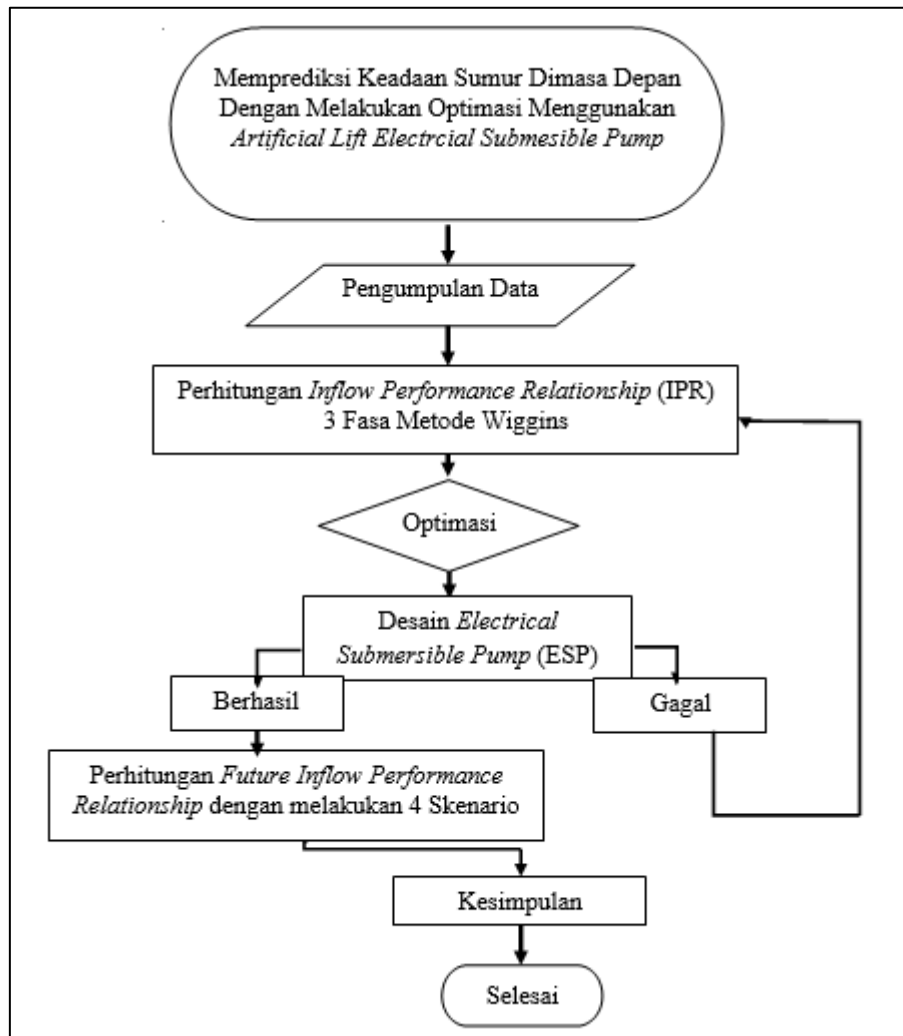
Dalam proses produksi dikenal dengan metode primary recovery, dimana primary recovery terbagi menjadi 2 jenis yaitu menggunakan Metode Sembur Alam (Natural Flow) dan yang kedua adalah Metode Pengangkatan Buatan (Artificial Lift). Metode pengangkatan buatan (Artificial Lift) dilakukan sesudah kondisi natural flow. Untuk itu salah satu solusi yang digunakan adalah metode artificial lift (Brown, 1977).

Di Sumur "AD-96" merupakan sumur minyak yang berproduksi menggunakan evaluasi ukuran diameter tubing untuk menentukan diameter tubing yang digunakan dalam laju produksi optimal dan sumur ini berproduksi sebesar 1.248 bfpd yang dilakukan di lapangan Pendopo pada sumur "AD-96" yang berada dalam wilayah kerja PT Pertamina EP Asset 2. Untuk itu pada tahap selanjutnya dilakukan untuk merencanakan untuk dilakukannya pemasangan artificial lift dan memperkirakan waktu produksi beberapa tahun kedepan. Sehingga harus dilakukan untuk merencanakan kemampuan produksi sumur untuk mendapatkan hasil laju produksi minyak secara optimal dengan menghitung laju alir maksimum pada sumur "AD-96" dengan menggunakan Inflow Performance Relationship 3 fasa menggunakan Metode Wiggins dan mengetahui Future Inflow Performance Relationship untuk memprediksi IPR setelah menurunnya tekanan reservoir maka dilakukan untuk menentukan optimasi menggunakan electrical submersible pump dengan mengskenario desain ESP. Untuk itu mendapatkan hasil laju alir produksi secara optimal.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan laju alir maksimal pada sumur "AD-96", mendesain Electrical Submersible Pump dengan menghitung laju alir optimum pada sumur "AD-96", dan membuat hasil Future Inflow Performance Relationship untuk memprediksi keadaan sumur "AD-96" di masa depan.

METODA PENELITIAN

Diagram alir penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini sebagaimana Gambar 1. Industri minyak dan gas bumi yang memiliki acuan untuk mengangkat fluida secara optimum dari bawah permukaan menuju permukaan, pada proses tersebut kondisi tekanan reservoir sumur minyak yang mengalami penurunan dan ketika tekanan reservoir akan semakin rendah maka mengakibatkan menurunnya kapasitas produksi. Untuk itu pada sumur “AD-96” merupakan sumur merupakan sumur yang berada di lapangan pendopo. Sumur “AD-96” adalah sumur yang tidak mampu lagi untuk memproduksi minyak dan gas bumi secara natural flow, sehingga untuk solusi dengan menggunakan perencanaan electrical submersible pump. Pada penelitian ini akan dilihat untuk memprediksi tekanan reservoir suatu sumur pada saat produksi diantaranya dengan mengontrol laju alir produksi yang optimum dengan menentukan laju alir maksimum (Q_{maks}), untuk mengetahui aliran dari reservoir ke bottom hole pressure dilakukan pembuatan grafik inflow performance relationship dan untuk meningkatkan laju alir pada sumur

“AD-96” dengan menggunakan skenario desain ESP. Data-data yang digunakan adalah data dari jurnal Evaluasi Ukuran Diameter Tubing Untuk Upaya Optimasi Laju Produksi Sumur A-28 Lapangan B Pertamina EP Asset 2 Pendopo Field, Volume 2, (Ramadhani et al., 2018). Metode analisis yang digunakan adalah menggunakan metode Wiggins dan Metode Future IPR.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam melakukan penelitian ini, data-data dikumpulkan dengan teknik pengumpulan data sekunder. Data-data tersebut akan digunakan untuk perhitungan optimasi produksi dan melakukan skenario untuk menentukan keadaan sumur dimasa depan pada sumur AD-96. Data yang dikumpulkan ditunjukkan oleh tabel 1, 2, dan 3.

Tabel 1. Data Reservoir sumur “AD-96”

Data	Nilai	Satuan
Pr	3200	Psia
Pwf	1831	Psia
BHT	180	°F
Api Oil	35.8	°API
SG oil	0.85	
SG gas	0.86	
SG water	1.07	
Gradien fluida	0.433	psi/ft

Tabel 1. Data fisik sumur “AD-96”.

Data	Nilai	Satuan
OD Tubing	2.875	in
ID Tubing	2.441	in
OD Casing	9.625	in
ID Casing	8.6	in
Depth	2470	ft
Wellhead Pressure	90	Psia
Top Perforation	2314	ft
Bottom Perforation	2322	ft

Tabel 3. Data hasil produksi sumur “AD-96”.

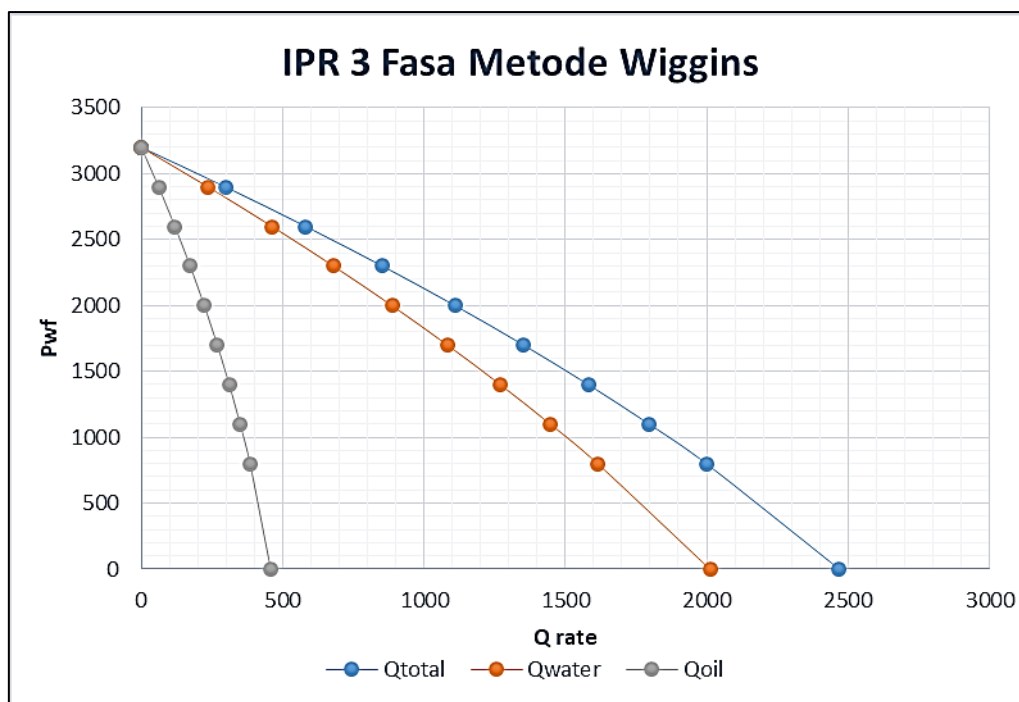
Data	Nilai	Satuan
OD Tubing	2.875	in
ID Tubing	2.441	in
OD Casing	9.625	in
ID Casing	8.6	in
Depth	2470	ft
Wellhead Pressure	90	Psia

Top Perforation	2314	ft
Bottom Perforation	2322	ft

Sumber: Evaluasi Ukuran Diameter Tubing Untuk Upaya Optimasi Laju Produksi Sumur A28 Lapangan B Pertamina EP Asset 2 Pendopo Field, Volume 2, (Ramadhani et al., 2018).

Inflow Performance Relationship

Gambar 2 menjelaskan tentang meningkatkan seberapa besar kemampuan sumur untuk berproduksi dan untuk menentukan inflow performance relationship 3 fasa menggunakan perhitungan tekanan aliran bawah lubang sumur (pwf) untuk laju cairan tertentu ketika tekanan lubang bawah sumur mengalir untuk water cut kurang dari 100% sebesar 1831 psia dan tingkat cairan kurang dari tingkat minyak maksimum sumur metode Wiggins didapatkan laju alir minyak maksimum (Qomaks) sebesar 458 bopd dengan laju alir air maksimum (Qwmaks) sebesar 2011 bwpd jadi didapatkan laju alir total (Qt) atau Qgross sebesar 2469 bfpd pada tekanan 3200 psia pada sumur sekarang.

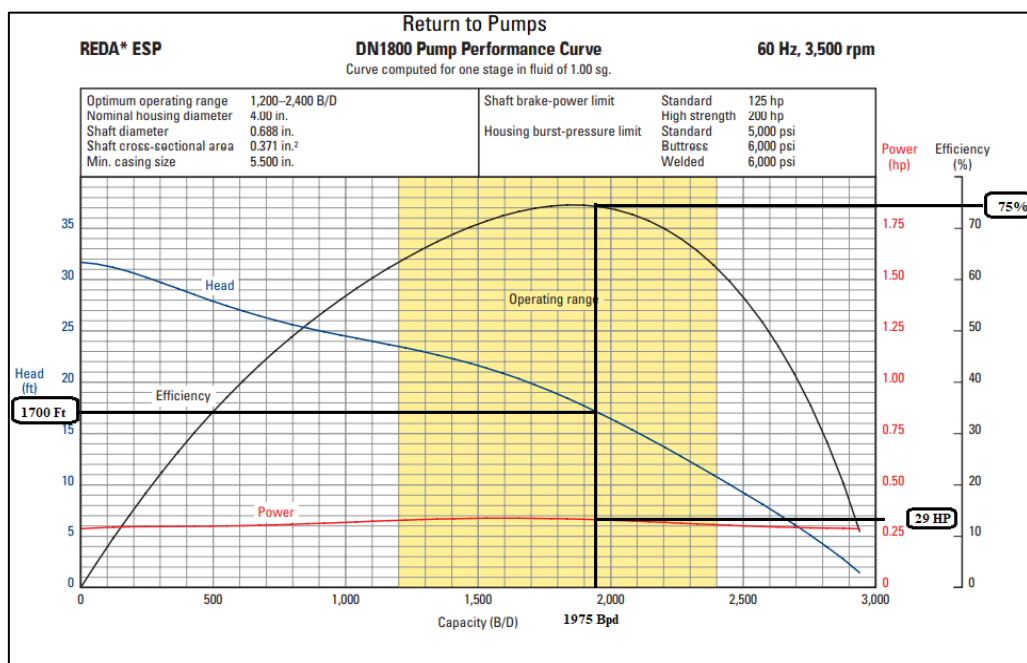


Gambar 2. Hubungan Laju alir minyak, air dan gas terhadap tekanan dasar sumur

Pada perhitungan IPR dilakukan maka langkah selanjutnya adalah future inflow performance relationship untuk menentukan penurunan tekanan reservoir dari persentase dikalikan laju alir maksimum setiap IPR untuk merecomendasikan rate dari terendah dari range pompa dan membandingkan dengan laju alir optimal dari future IPR maka dapat ditentukan pompa electrical submersible pump dapat diperkirakan bahwa pompa tidak bisa dioperasikan pada saat tekanan reservoir menurun.

Electrical Submersible Pump

Pada Gambar 3. dilakukan pemasangan electrical submersible pump tekanan 3200 psia didapatkan laju alir maksimum (Q_{maks}) sebesar 2469 bpd dan laju alir target (Q_{target}) sebesar 1975 bpd. Langkah pertama penulis untuk menghitung ESP dengan menentukan specific gravity rata – rata dan mendapatkan nilai sebesar 1.03, setelah itu menghitung gradient fluida didapatkan sebesar 0.44 psi/ft namun dikarenakan terdapat fasa gas maka diturunkan 10% menjadi 0.40 psi/ft, selanjutnya menentukan kedalaman pompa (HPIP) dimana motor harus diatas perforasi atas, biasanya pompa 100 ft diatas perforasi dan didapatkan sebesar 2214 ft, setelah itu menentukan rate minyak yang diproduksi dari total rate gross sebesar 1097 bpod, selanjutnya menghitung pump intake pressure (PIP) didapatkan sebesar 1205 psia, kemudian menghitung limit kerja pada cairan (Z_{fl}) yang didapatkan sebesar 483 feet.



Gambar 3. Pompa Reda jenis DN1800 Pump Performance Curve, 60 Hz, 3500 rpm (Schlumberger, 2007)

Selanjutnya untuk menentukan hilang tekanan sepanjang tubing dengan menggunakan gambar katalog friction loss kehilangan tekanan (HF) dan kehilangan tubing tekanan setiap 1000 feet dari gambar tersebut didapatkan pada laju target (Q_{target}) sebesar 1975 bpd didapatkan tubine 2 ½ in pada new dan kehilangan tekanan sebesar 28 psi/1000ft. Selanjutnya menghitung HF didapatkan sebesar 62 psia, kemudian menghitung total dynamic head didapatkan sebesar 770 feet, setelah itu untuk menentukan head capacity dan horse power motor dengan menggunakan gambar katalog reda yang didapatkan horse power motor sebesar 29 Hp/100 stage dan head capacity sebesar 1700 ft/100 stage, kemudian ditentukan total dynamic head yang jumlah stages yang dibutuhkan sebesar 45 stages.

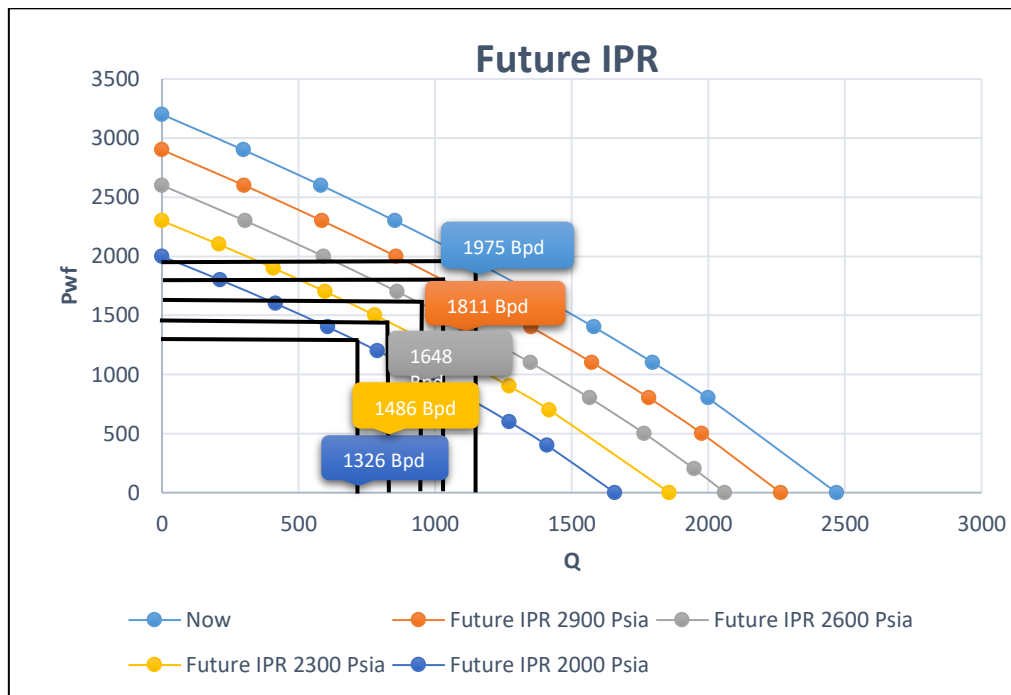
Untuk menentukan jenis motor dari gambar katalog motor 60 Hz yang didapatkan jenis motor dilihat dari casing OD yang merupakan 8.6 untuk itu yang mendekati angka tersebut dilihat dari tabel ada “7,30” OD dimana terdapat Horse Power (HP) yaitu 200 HP, dengan tenaga 2300 volts dan 58 Ampere pada motor jadi untuk OD motor terdapat 7 inch. Selanjutnya untuk menghitung kecepatan aliran dalam annulus motor (FV) dan didapatkan sebesar 1.2 ft/s, kemudian untuk menentukan tegangan drop ΔV dimana yang didapatkan pada tegangan drop sebesar 28 volts/1000ft dimana ditentukan melalui Gambar 3. dengan cara menentukan nilai 58 ampere pada sumbu x yang di tarik ke atas terus di tarik ke sumbu y untuk menentukan tegangan drop dan menggunakan 2 Aluminium pada Gambar 3. setelah itu menghitung ΔV Kabel sebesar 63.392 volts, menghitung V_{total} sebesar 2363 volts dan menghitung kilo volt ampere (KVA) sebesar 237.

Menentukan ukuran pada transformator dengan menggunakan tabel transformator dengan pemilihan yang disesuaikan dengan fasa yang mengalir dan didapatkan ukuran KVA 237, selain itu total transformator sebesar 600 kemudian menentukan switchboard dilihat dari tabel switchboard didapatkan kelas RPR.2 memilih tegangan maksimum 2400 volts dengan 700 ampere dan 360 Horse Power Switchboard dan menentukan perhitungan kebutuhan tegangan saat di mulai dan kehilangan tegangan saat mulai dan didapatkan sebesar kebutuhan tegangan saat mulai sebesar 805 volt dan kehilangan tegangan saat mulai 190.176 volts. Ternyata tegangan yang tersedia $2400 > (805 + 190)$. Kesimpulan semua peralatan yang telah dipilih dapat berjalan.

Pemilihan pompa jenis reda DN1800 dilihat dari syarat ukuran Outside Diameter atau ukuran dinding casing bagian luar dengan nomor series 400, 4.00 OD, inch. Pompa DN1800 memberikan Capacity Range 60 Hz, B/d rekomendasi sebesar 1200 – 2400 B/d.

Future Inflow Performance Relationship

Perbandingan antara laju alir optimum dengan rate pompa electrical submersible pump untuk memperkirakan bahwa ESP saat beroperasi dimana rate yang digunakan dibawah laju alir optimal dari future inflow performance relationship sumur yang sekarang.



Gambar 4. Future Inflow Performance Relationship (Brown, 1984)

Pada Gambar 4 dan Tabel 4. menjelaskan tentang tekanan reservoir mengalami penurunan sebesar 300 psi menjadi 2900 psia maka diketahui laju alir target atau laju aliran total sebesar 2264 bpd dan 2600 psi seiring berjalannya waktu dan nilai laju aliran fluida semakin menurun sebesar 2060 bpd dan memprediksi sumur dimasa depan tekanan reservoir 2000 psia dimana pompa range optimum sekitar 1200 sampai 2400 Bdp maka didapatkan laju alir maksimum sebesar 1657 bpd maka pompa ESP yang digunakan akan berhenti berproduksi pada tekanan 2000 psia.

Tabel 4. Perbandingan sumur sekarang dengan sumur dimasa depan (Brown, 1984)

Well	Tekanan Reservoir (Ps/Pr)	Satuan	Qmaks	Satuan	Qtarget/Qopt	Satuan
Now	3200	psia	2469	bpd	1975	bpd
Future IPR 1	2900	psia	2264	bpd	1811	bpd
Future IPR 2	2600	psia	2060	bpd	1648	bpd
Future IPR 3	2300	psia	1858	bpd	1486	bpd
Future IPR 4	2000	psia	1657	bpd	1326	bpd

KESIMPULAN

Hasil evaluasi untuk memprediksi keadaan sumur dimasa depan untuk melakukan optimasi menggunakan electrical submersible pump, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Dari hasil perhitungan metode Wiggins didapatkan laju alir minyak maksimal (Q_{maks}) didapatkan sebesar 458 bopd, laju alir air (Q_{wmaks}) maksimal sebesar 2011 bwpd dan laju alir produksi total (Q_{total}) sebesar 2469 bfpd
- Dari hasil desain Electrical Submersible Pump dengan laju alir optimal (Q_{opt}) sebesar 1975 bpd, didapatkan pompa Electrical Submersible Pump dengan jenis pompa ESP REDA Type DN1800 Pump Performance Curve 60 Hz, 3500 rpm dengan rekomendasi produksi (recommended production) antara 1200 – 2400 bpd didapatkan Horse Power sebesar 29 HP/100 stage, efficiency 76% dan tegangan yang butuhkan pompa sebesar 995volt untuk itu tegangan yang harus tersedia sebesar 2400 volt.
- Dari hasil Future Inflow Performance Relationship, maka peralatan Electrical Submersible Pump akan berhenti berproduksi pada tekanan reservoir sebesar 2000 psia dengan laju alir target (Q_{target}) atau ($Q_{optimal}$) sebesar 1975 bpd

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada pihak pihak yang telah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Brown, K. E. (1977). The Technology of Artificial Lift. Company 1421 S. Sheridan Tulsa.
- Brown, K. E. (1984). Artificial Lift Methods Kermit Brown vol 4.pdf. Company 1421 S. Sheridan Tulsa.
- Musnal, A. (2014). Perhitungan Laju Aliran Fluida Kritis Untuk Mempertahankan Tekanan Reservoir Pada Sumur Ratu Di Lapangan Kinantan. Journal of Earth Energy Engineering, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.22549/jeee.v3i1.934>
- Pertamina. (2003). Sistem Pengangkatan Buatan In Perencanaan dan Troubleshooting (ESP) (Vol. 31). Pertamina.
- Ramadhani, A. A., Anwar, U., & Herlina, W. (2018). Evaluasi Ukuran Diameter Tubing Untuk Upaya Optimasi Laju Produksi Sumur a-28 Lapangan B PT. Pertamina Ep Asset 2 Pendopo Field. JP Vol.2 No. 2 Mei 2018 ISSN 2549-1008, 2(2), 1–10.
- Schlumberger. (2007). Reda Electric Submersible Pump Technology, Esp Catalog. 548.
- Wiggins, M. L. (1994). Generalized inflow performance relationships for three-phase flow. SPE Reservoir Engineering (Society of Petroleum Engineers), 9(3), 181–182. <https://doi.org/10.2118/25458-pa>