

ANALISIS OPTIMASI PRODUKSI SUMUR GAS LIFT LAPANGAN AWILIGAR DENGAN PERBANDINGAN DESAIN ULANG DAN KONVERSI ESP

Armand Zachary Sukandar, Djoko Sulistiyanto
Program Studi Teknik Perminyakan – Universitas Trisakti

Abstrak

Sumur minyak yang berproduksi akan mengalami penurunan produksi dikarenakan turunnya tekanan formasi sehingga dibutuhkan pengangkatan buatan. Sumur – sumur pada Lapangan Awiligar sebagian besar berproduksi dengan pengangkatan buatan *gas lift*. Lapangan Awiligar bertujuan meningkatkan produksi harian, sehingga perlu dilakukan optimasi diantaranya optimasi sumur – sumur *gas lift*. Sumur *gas lift* yang dikaji adalah Sumur M-150, Sumur – M-155, Sumur M-160, dan Sumur M-165 karena *water cut* yang tidak terlalu tinggi diantara sumur *gas lift* lainnya dan produksi yang lebih tinggi dari sumur *gas lift* lainnya. Optimasi dilakukan dengan perbandingan antara menambah jumlah laju injeksi gas, mendesain ulang posisi katup, dan menkonversi menjadi *Electric Submersible Pump* (ESP) dimana skenario terbaik dilihat dari *lifting cost* terkecil. Hasil skenario terbaik untuk optimasi sumur kajian adalah dengan konversi menjadi ESP dikarenakan produksi yang lebih besar dan *lifting cost* yang lebih rendah dari *gas lift*. Kata Kunci : *Optimasi Gas Lift, Analisis Optimasi Sumur Gas Lift Lapangan Awiligar dengan Perbandingan Desain Ulang dan Konversi ESP, Artikel, Simposium, Nasional*

Pendahuluan

Lapangan Awiligar merupakan lapangan yang sumur – sumurnya banyak menggunakan metode pengangkatan buatan *gas lift* dikarenakan gas yang tersedia mencukupi untuk dilakukannya sistem tersebut. Lapangan Awiligar memiliki sasaran produksi minyak pada akhir tahun 2015 yaitu sebesar 13.932 BOPD, dan pada bulan Februari tercatat produksi Lapangan Awiligar adalah sebesar 8.341 BOPD. Guna mencapai sasaran tersebut maka perlu dilakukan optimasi sumur – sumur untuk menambah jumlah produksi dari lapangan ini. Dalam hal ini direncanakan optimasi untuk sumur – sumur *gas lift*. Sumur – sumur *gas lift* yang direncanakan untuk dioptimasi antara lain adalah Sumur M-150, Sumur M-155, Sumur M-160, dan Sumur M-165. Sumur tersebut dipilih untuk dioptimasi karena *water cut* dari setiap sumur ini masih dibawah 95 % dan produksinya diatas 300 BLPD. Untuk memenuhi keinginan meningkatkan laju produksi ini, maka direncanakan optimasi dengan menambah jumlah gas yang diinjeksikan, atau dengan melakukan desain ulang sistem *gas lift* secara *manual* pada sumur yang dikehendaki. Alternatif lain untuk meningkatkan laju produksi pada sumur *gas lift* adalah dengan mengubahnya menjadi sistem pengangkatan buatan menggunakan ESP (*Electric Submersible Pump*). ESP adalah metode pengangkatan buatan lainnya disamping *gas lift* yang dioperasikan di Lapangan Awiligar. Perhitungan optimasi ini dilakukan dengan perhitungan secara *manual*.

Skenario terbaik di antara optimasi *gas lift*, desain ulang *gas lift*, atau konversi ke ESP dapat dilihat dari perhitungan *lifting cost* yang dibutuhkan untuk masing - masing skenario.

Teori Dasar

A. Gas Lift

Sistem ini bekerja dengan cara menginjeksikan gas bertekanan tinggi kedalam *annulus* (ruang antara *tubing* dan *casing*), dan kemudian kedalam tubing produksi sehingga terjadi proses yang mengakibatkan berkurangnya berat kolom fluida dalam tubing, sehingga tekanan *reservoir* mampu mengalirkan fluida dari lubang sumur menuju permukaan. Syarat utama dari sistem ini adalah ketersediaan gas bertekanan tinggi yang digunakan untuk proses injeksi. Gas bertekanan tinggi tersebut dapat berasal dari sumur gas yang

masih memiliki tekanan tinggi, atau dari sistem kompresi gas dengan menggunakan kompresor.

Performa sebuah sumur *gas lift* sangat dipengaruhi oleh dua parameter penting yaitu kedalaman titik injeksi (*injection depth*) dan laju aliran gas yang diinjeksikan (*injection rate*).

B. Electric Submersible Pump

Electric Submersible Pump atau ESP adalah salah satu metode pengangkatan buatan (*artificial lift*) yang sering digunakan pada sumur-sumur minyak yang sudah tidak mampu memproduksi secara alami (*natural flow*). ESP merupakan pompa sentrifugal bertingkat (*multi stages*) yang ditenggelamkan ke dalam sumur minyak untuk membantu mengangkat fluida ke permukaan dimana pompa ini digerakkan oleh motor listrik. ESP bekerja dengan cara mengalirkan energi listrik dari *transformer* menuju *switchboard*. Pada *switchboard*, semua kinerja ESP dan kabel akan dikontrol atau dimonitor. Selanjutnya energi listrik dari *switchboard* akan diteruskan ke motor yang benamkan di dalam sumur melalui kabel yang diletakkan di sepanjang *tubing* mulai dari rangkaian ESP di bawah permukaan hingga ke *transformer*.

Kemudian melalui motor energi listrik akan dikonversi menjadi energi mekanik yaitu berupa tenaga putar. Putaran tersebut akan diteruskan ke *protector* dan pompa melalui *shaft* yang dihubungkan dengan *coupling*. Pada saat *shaft* dari pompa berputar, *impeller* akan ikut berputar dan mendorong fluida dengan aliran radial yang masuk melalui *pump intake* atau *gas separator* dengan kecepatan tinggi dan diarahkan kembali ke *impeller* berikutnya oleh *diffuser*. Fluida produksi akan melewati susunan-susunan *impeller* yang berurutan dan setiap tingkat akan mengembangkan tekanan atau *head*. *Head* total yang terjadi adalah jumlah masing-masing *head* yang terbentuk pada setiap *impeller*.

Hasil Analisis

Sumur M-150 pada kondisi awal memproduksi fluida sebesar 482 BLPD (48,2 BOPD) dari hasil tes terakhir pada tanggal 1 Februari 2015. Sumur ini menginjeksikan gas sebesar 0,47 MMSCFD dengan katup operasi pada kedalaman 5.449 ft. Lapangan Awiligar membatasi jumlah gas injeksi untuk optimasi sebesar 0,7 MMSCFD. Oleh karena itu, Skenario pertama untuk meningkatkan produksi sumur ini adalah menambah jumlah gas injeksi dilihat dari *gas lift performance curve*, dimana laju injeksi gas optimal pada sumur ini adalah sebesar 0,6 MMSCFD dengan produksi sebesar 493,05 BLPD (49,3 BOPD). Skenario kedua adalah melakukan desain ulang sistem *gas lift* pada Sumur M-150 dengan mengubah posisi katup. Katup yang digunakan sebanyak sembilan buah dengan katup operasi pada kedalaman 5.550 ft. Laju injeksi optimal dilihat dari *gas lift performance curve* pada desain baru ini adalah sebesar 0,6 MMSCFD dengan laju produksi sebesar 496,5 BLPD (49,65 BOPD).

Skenario ketiga adalah mengubah sistem *gas lift* menjadi ESP dengan target produksi yaitu 80 %, 85 %, dan 90 % dari Q_{Max} sebesar 881,988 BLPD. Dengan target laju produksi tersebut maka digunakan pompa REDA D1150N 60 Hz dengan efisiensi pompa antara 52 % – 56 %. Perhitungan ESP akan menggunakan 112 *stages*, 126 *stages*, dan 140 *stages* yang dipilih berdasarkan target laju produksi dan tidak terjadinya *gas lock* karena gas bebas yang terproduksi dibawah 10 % setelah menggunakan *Advanced Gas Handler* (AGH).

ESP dengan 112 *stages* mampu memproduksi sebesar 705,59 BLPD (70,56 BOPD) sekitar 80 % dari Q_{Max} dengan volume total fluida yang terproduksi sebesar 722,241 BPD. ESP 112 *stages* menggunakan *motor 456 series* dengan OD 4,56 inch 50 HP 955 volt 33 ampere, *Protector 325 std*, kabel 6 CU, *Transformer 75 KVA*, dan *Switchboard class 45*

MFH 1000 volt 70 HP 45 ampere. ESP dengan 126 *stages* mampu memproduksi sebesar 749,69 BLPD (74,97 BOPD) sekitar 85 % dari Q_{Max} dengan volume total fluida yang terproduksi sebesar 770,262. BPD ESP 126 *stages* menggunakan *motor 456 series* dengan OD 4,56 inch 60 HP 640 volt 59 ampere, *Protector 375 std*, kabel 4 CU, *Transformer 100 KVA*, dan *Switchboard class 120 MFH 1000 volt 160 HP 120 ampere*. ESP dengan 140 *stages* mampu memproduksi sebesar 793,79 BLPD (79,38 BOPD) sekitar 90 % dari Q_{Max} dengan volume total fluida yang terproduksi sebesar 821,772 BPD. ESP 140 *stages* menggunakan *motor 456 series* dengan OD 4,56 inch 60 HP 640 volt 59 ampere, *Protector 400 std*, kabel 4 CU, *Transformer 100 KVA*, dan *Switchboard class 120 MFH 1000 volt 160 HP 120 ampere*. Skenario terbaik dilihat dari *lifting cost* minyak pada masing – masing skenario. *Lifting cost* minyak pada skenario pertama yaitu optimasi laju injeksi gas dengan laju produksi sebesar 493,05 BLPD (49,3 BOPD) adalah 15,48 US\$/BBL, skenario kedua yaitu desain ulang dengan produksi sebesar 496,5 BLPD (49,65 BOPD) adalah sebesar 15,96 US\$/BBL, dan skenario ketiga yaitu konversi ESP 112 *stages* dengan produksi sebesar 705,59 BLPD (70,56 BOPD) adalah 4,615 US\$/BBL, ESP 126 *stages* dengan produksi 749,69 BLPD (74,97 BOPD) sebesar 4,724 US\$/BBL, dan ESP 140 *stages* dengan produksi 793,79 BLPD (79,38 BOPD) sebesar 4,513 US\$/BBL. Jadi skenario terbaik untuk optimasi Sumur M-150 adalah dengan mengkonversi sistem menjadi ESP 140 *stages*. Sumur M-155 pada kondisi awal memproduksi fluida sebesar 538 BLPD (156,02 BOPD) dari hasil tes terakhir pada tanggal 1 Februari 2015. Sumur ini menginjeksikan gas sebesar 0,73 MMSCFD dengan katup operasi pada kedalaman 4.358 ft. Lapangan Awiligar membatasi jumlah gas injeksi untuk optimasi sebesar 0,7 MMSCFD. Oleh karena itu sumur ini sudah tidak dapat dilakukan penambahan laju injeksi gas. Skenario pertama adalah melakukan desain ulang sistem *gas lift* pada Sumur M-155 dengan mengubah posisi katup. Katup yang digunakan sebanyak tujuh buah dengan katup operasi pada kedalaman 5.180 ft. Laju injeksi optimal dilihat dari *gas lift performance curve* pada desain baru ini adalah sebesar 0,6 MMSCFD dengan laju produksi sebesar 548,9 BLPD (159,18 BOPD). Skenario kedua adalah mengubah sistem *gas lift* menjadi ESP dengan target produksi yaitu 80 %, 85 %, dan 90 % dari Q_{Max} sebesar 758,43 BLPD. Dengan target laju produksi tersebut maka digunakan pompa REDA D1150N 60 Hz dengan efisiensi pompa antara 49 % – 53 %. Perhitungan ESP akan menggunakan 66 *stages*, 85 *stages*, dan 108 *stages* yang dipilih berdasarkan target laju produksi dan tidak terjadinya *gas lock* karena gas bebas yang terproduksi dibawah 10 % setelah menggunakan *Advanced Gas Handler (AGH)*. ESP dengan 66 *stages* mampu memproduksi sebesar 606,74 BLPD (175,96 BOPD) sekitar 80 % dari Q_{Max} dengan volume total fluida yang terproduksi sebesar 634,947 BPD. ESP 66 *stages* menggunakan *motor 456 series* dengan OD 4,56 inch 30 HP 785 volt 28 ampere, *Protector 325 std*, kabel 6 CU, *Transformer 75 KVA*, dan *Switchboard class 45 MFH 1000 volt 70 HP 45 ampere*. ESP dengan 85 *stages* mampu memproduksi sebesar 644,66 BLPD (186,95 BOPD) sekitar 85 % dari Q_{Max} dengan volume total fluida yang terproduksi sebesar 676,538 BPD. ESP 85 *stages* menggunakan *motor 456 series* dengan OD 4,56 inch 35 HP 365 volt 57 ampere, *Protector 325 std*, kabel 4 CU, *Transformer 75 KVA*, dan *Switchboard class DPH 2 600 volt 50 HP 100 ampere*. ESP dengan 108 *stages* mampu memproduksi sebesar 682,58 BLPD (197,95 BOPD) sekitar 90 % dari Q_{Max} dengan volume total fluida yang terproduksi sebesar 721,769 BPD. ESP 108 *stages* menggunakan *motor 456 series* dengan OD 4,56 inch 50 HP 955 volt 33 ampere, *Protector 325 std*, kabel 6 CU, *Transformer 75 KVA*, dan *Switchboard class 45 MFH 1000 volt 70 HP 45 ampere*. Skenario terbaik dilihat dari *lifting cost* minyak pada masing – masing skenario. *Lifting cost* minyak pada skenario kedua yaitu desain ulang dengan produksi sebesar 548,9 BLPD (159,18 BOPD) adalah sebesar 4,96 US\$/BBL, dan skenario ketiga yaitu konversi ESP 66 *stages* dengan produksi sebesar 606,74 BLPD (175,96 BOPD) adalah 1,583 US\$/BBL, ESP 85 *stages* dengan produksi 644,66 BLPD (186,95 BOPD) sebesar 1,436 US\$/BBL, dan ESP 108 *stages* dengan produksi 682,587 BLPD (197,95 BOPD) sebesar 1,641 US\$/BBL. Jadi skenario terbaik untuk optimasi Sumur M-155 adalah dengan mengkonversi sistem menjadi ESP 85 *stages*. Sumur M-160 pada kondisi awal

memproduksi fluida sebesar 365 BLPD (54,75 BOPD) dari hasil tes terakhir pada tanggal 1 Februari 2015. Sumur ini menginjeksikan gas sebesar 0,325 MMSCFD dengan katup operasi pada kedalaman 5.071 ft. Lapangan Awiligar membatasi jumlah gas injeksi untuk optimasi sebesar 0,7 MMSCFD. Oleh karena itu, Skenario pertama untuk meningkatkan produksi sumur ini adalah menambah jumlah gas injeksi dilihat dari *gas lift performance curve*, dimana laju injeksi gas optimal pada sumur ini adalah sebesar 0,6 MMSCFD dengan produksi sebesar 389,85 BLPD (58,48 BOPD). Skenario kedua adalah melakukan desain ulang sistem *gas lift* pada Sumur M-160 dengan mengubah posisi katup. Katup yang digunakan sebanyak delapan buah dengan katup operasi pada kedalaman 5.260 ft. Laju injeksi optimal dilihat dari *gas lift performance curve* pada desain baru ini adalah sebesar 0,6 MMSCFD dengan laju produksi sebesar 396,75 BLPD (59,51 BOPD). Skenario ketiga adalah mengubah sistem *gas lift* menjadi ESP dengan target produksi yaitu 80 %, 85 %, dan 90 % dari Q_{Max} sebesar 766,27 BLPD. Dengan target laju produksi tersebut maka digunakan pompa REDA D1150N 60 Hz dengan efisiensi pompa antara 49,5 % – 52,5 %. Perhitungan ESP akan menggunakan 105 *stages*, 123 *stages*, dan 142 *stages* yang dipilih berdasarkan target laju produksi dan tidak terjadinya *gas lock* karena gas bebas yang terproduksi dibawah 10 % setelah menggunakan *Advanced Gas Handler* (AGH).

ESP dengan 105 *stages* mampu memproduksi sebesar 613,014 BLPD (91,952 BOPD) sekitar 80 % dari Q_{Max} dengan volume total fluida yang terproduksi sebesar 633,676 BPD. ESP 105 *stages* menggunakan *motor 456 series* dengan OD 4,56 inch 50 HP 955 volt 33 ampere, *Protector 325 std*, kabel 6 CU, *Transformer 75 KVA*, dan *Switchboard class 45 MFH 1000 volt 70 HP 45 ampere*. ESP dengan 123 *stages* mampu memproduksi sebesar 651,328 BLPD (97,699 BOPD) sekitar 85 % dari Q_{Max} dengan volume total fluida yang terproduksi sebesar 676,3 BPD. ESP 123 *stages* menggunakan *motor 456 series* dengan OD 4,56 inch 50 HP 955 volt 33 ampere, *Protector 325 std*, kabel 6 CU, *Transformer 75 KVA*, dan *Switchboard class 45 MFH 1000 volt 70 HP 45 ampere*. ESP dengan 142 *stages* mampu memproduksi sebesar 689,641 BLPD (103,446 BOPD) sekitar 90 % dari Q_{Max} dengan volume total fluida yang terproduksi sebesar 722,284 BPD. ESP 142 *stages* menggunakan *motor 456 series* dengan OD 4,56 inch 60 HP 640 volt 59 ampere, *Protector 375 std*, kabel 4 CU, *Transformer 100 KVA*, dan *Switchboard class 120 MFH 1000 volt 160 HP 120 ampere*. Skenario terbaik dilihat dari *lifting cost* minyak pada masing – masing skenario. *Lifting cost* minyak pada skenario pertama yaitu optimasi laju injeksi gas dengan laju produksi sebesar 389,85 BLPD (58,48 BOPD) adalah 13,08 US\$/BBL, skenario kedua yaitu desain ulang dengan produksi sebesar 396,75 BLPD (59,51 BOPD) adalah sebesar 13,15 US\$/BBL, dan skenario ketiga yaitu konversi ESP 105 *stages* dengan produksi sebesar 613,014 BLPD (91,952 BOPD) adalah 3,565 US\$/BBL, ESP 123 *stages* dengan produksi 651,328 BLPD (97,699 BOPD) sebesar 3,365 US\$/BBL, dan ESP 142 *stages* dengan produksi 689,641 BLPD (103,446 BOPD) sebesar 3,447 US\$/BBL. Jadi skenario terbaik untuk optimasi Sumur M-160 adalah dengan mengkonversi sistem menjadi ESP 123 *stages*. Sumur M-165 pada kondisi awal memproduksi fluida sebesar 631 BLPD (44,17 BOPD) dari hasil tes terakhir pada tanggal 1 Februari 2015. Sumur ini menginjeksikan gas sebesar 0,405 MMSCFD dengan katup operasi pada kedalaman 5.431 ft. Lapangan Awiligar membatasi jumlah gas injeksi untuk optimasi sebesar 0,7 MMSCFD. Oleh karena itu, Skenario pertama untuk meningkatkan produksi sumur ini adalah menambah jumlah gas injeksi dilihat dari *gas lift performance curve*, dimana laju injeksi gas optimal pada sumur ini adalah sebesar 0,6 MMSCFD dengan produksi sebesar 648,3 BLPD (45,38 BOPD).

Skenario kedua adalah melakukan desain ulang sistem *gas lift* pada Sumur M-165 dengan mengubah posisi katup. Katup yang digunakan sebanyak sembilan buah dengan katup operasi pada kedalaman 5.910 ft. Laju injeksi optimal dilihat dari *gas lift performance curve* pada desain baru ini adalah sebesar 0,6 MMSCFD dengan laju produksi sebesar 660,3 BLPD (46,22 BOPD). Skenario ketiga adalah mengubah sistem *gas lift* menjadi ESP dengan target produksi yaitu 80 %, 85 %, dan 90 % dari Q_{Max}

sebesar 1.059 BLPD. Dengan target laju produksi tersebut maka digunakan pompa REDA D1150N 60 Hz dengan efisiensi pompa antara 57 % – 60 %. Perhitungan ESP akan menggunakan 118 *stages*, 133 *stages*, dan 147 *stages* yang dipilih berdasarkan target laju produksi dan tidak terjadinya *gas lock* karena gas bebas yang terproduksi dibawah 10 % setelah menggunakan *Advanced Gas Handler* (AGH). ESP dengan 118 *stages* mampu berproduksi sebesar 847,15 BLPD (59,3 BOPD) sekitar 80 % dari Q_{Max} dengan volume total fluida yang terproduksi sebesar 870,519 BPD. ESP 118 *stages* menggunakan *motor 456 series* dengan OD 4,56 inch 60 HP 640 volt 59 ampere, *Protector 325 std*, kabel 4 CU, *Transformer 100 KVA*, dan *Switchboard class 120 MFH 1000 volt 160 HP 120 ampere*. ESP dengan 133 *stages* mampu berproduksi sebesar 900,09 BLPD (63 BOPD) sekitar 85 % dari Q_{Max} dengan volume total fluida yang terproduksi sebesar 930,452 BPD. ESP 133 *stages* menggunakan *motor 456 series* dengan OD 4,56 inch 60 HP 640 volt 59 ampere, *Protector 325 std*, kabel 4 CU, *Transformer 100 KVA*, dan *Switchboard class 120 MFH 1000 volt 160 HP 120 ampere*. ESP dengan 147 *stages* mampu berproduksi sebesar 953,045 BLPD (66,713 BOPD) sekitar 90 % dari Q_{Max} dengan volume total fluida yang terproduksi sebesar 996,174 BPD. ESP 147 *stages* menggunakan *motor 456 series* dengan OD 4,56 inch 70 HP 540 volt 82 ampere, *Protector 375 std*, kabel 2 CU, *Transformer 150 KVA*, dan *Switchboard class DPH 2 600 volt 100 HP 135 ampere*. Skenario terbaik dilihat dari *lifting cost* minyak pada masing – masing skenario. *Lifting cost* minyak pada skenario pertama yaitu optimasi laju injeksi gas dengan laju produksi sebesar 648,3 BLPD (45,38 BOPD) adalah 16,82 US\$/BBL, skenario kedua yaitu desain ulang dengan produksi sebesar 660,3 BLPD (46,22 BOPD) adalah sebesar 17,14 US\$/BBL, dan skenario ketiga yaitu konversi ESP 118 *stages* dengan produksi sebesar 847,15 BLPD (59,3 BOPD) adalah 5,855 US\$/BBL, ESP 133 *stages* dengan produksi 900,09 BLPD (63 BOPD) sebesar 5,532 US\$/BBL, dan ESP 147 *stages* dengan produksi 953,045 BLPD (66,713 BOPD) sebesar 5,684 US\$/BBL. Jadi skenario terbaik untuk optimasi Sumur M-165 adalah dengan mengkonversi sistem menjadi ESP 133 *stages*.

Kesimpulan

1. Optimasi produksi pada Sumur M-150, Sumur M-155, Sumur M-160, dan Sumur M-165 dilakukan untuk meningkatkan produksi total pada Lapangan Awiligar dengan perbandingan skenario antara lain adalah meningkatkan jumlah laju injeksi gas, melakukan desain ulang untuk mengubah posisi katup, dan mengkonversi sistem *gas lift* menjadi pengangkatan dengan ESP. Skenario optimasi terbaik pada setiap sumur dilihat dari *lifting cost* yang terkecil.
2. Sumur M-150 berdasarkan data terakhir tercatat berproduksi sebesar 482 BLPD (48,2 BOPD) dengan injeksi gas sebesar 0,47 MMSCFD. Skenario terbaik untuk meningkatkan produksi pada sumur ini adalah dengan mengkonversi sistem *gas lift* menjadi pengangkatan menggunakan ESP 140 *stages* dengan laju produksi yang dihasilkan sebesar 793,79 BLPD (79,38 BOPD) dan *lifting cost* untuk optimasi ini adalah sebesar 4,513 US\$/BBL.
3. Produksi terakhir dari Sumur M-155 tercatat sebesar 538 BLPD (156,02 BOPD) dengan jumlah gas yang diinjeksikan pada sumur ini adalah 0,73 MMSCFD. Dengan batasan untuk optimasi adalah laju injeksi sebesar 0,7 MMSCFD setiap sumur, maka sumur ini sudah tidak dapat dilakukan penambahan laju injeksi gas. Skenario terbaik untuk meningkatkan produksi pada sumur ini adalah dengan melakukan konversi menjadi pengangkatan menggunakan ESP 85 *stages*. Laju produksi yang dihasilkan sebesar 644,66 BLPD (186,95 BOPD) dengan *lifting cost* 1,436 US\$/BBL.
4. Sumur M-160 terakhir tercatat berproduksi sebesar 365 BLPD (54,75 BOPD) dengan laju injeksi gas 0,325 MMSCFD. Skenario terbaik untuk mengoptimasi produksi sumur ini adalah dengan mengubah sistem menjadi pengangkatan dengan ESP 123

stages dengan laju produksi yang dihasilkan sebesar 651,328 BLPD (97,699 BOPD) dan *lifting cost* untuk optimasi ini sebesar 3,365 US\$/BBL.

5. Sumur M-165 terakhir tercatat berproduksi sebesar 631 BLPD (44,17 BOPD) dengan jumlah gas yang diinjeksikan adalah 0,405 MMSCFD. Skenario optimasi yang terbaik pada sumur ini adalah dengan mengkonversi sistem *gas lift* menjadi pengangkatan menggunakan ESP 133 *stages*. Laju produksi yang dihasilkan adalah 900,09 BLPD (63 BOPD) dengan *lifting cost* sebesar 5,532 US\$/BBL.

Daftar Pustaka

Brown, K.E., "The Technology of Artificial Lift Methods", Volume I, Penwell Publishing Co., The University of Tulsa, Oklahoma, 1984.

Brown, K.E., "The Technology of Artificial Lift Methods", Volume II A, Penwell Publishing Co., The University of Tulsa, Oklahoma, 1984.

Brown, K.E., "The Technology of Artificial Lift Methods", Volume II B, Penwell Publishing Co., The University of Tulsa, Oklahoma, 1984.

Brown, K.E., "The Technology of Artificial Lift Methods", Volume IV, Penwell Publishing Co., The University of Tulsa, Oklahoma, 1977.

Centrilift, "Nine Step Design ESP", A Baker Hughes Company, Claremore, Oklahoma, 1992.

Data Mekanis Sumur, PT Pertamina EP Asset 3, Jatibarang, 2015.

DKTS JTB, PT Pertamina EP Asset 3, Jatibarang, 2015.

Overview Jatibarang Field, PT Pertamina EP Asset 3, Jatibarang, 2015.

REDA Pump Performance Curve, 2011.

Rubiandini, Rudi, "Artificial Lift". Institut Teknologi Bandung, Bandung 2010.

Setiati, Rini, "Metode Penulisan Ilmiah", Universitas Trisakti, Jakarta, 2011