Journal of Science and Social Research ISSN 2615 – 4307 (Print)
Oct 2026, IX (5): 8111 – 8120 ISSN 2615 – 3262 (Online)
Available online at http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR

OPTIMASI KINERJA ESP PADA SUMUR DENGAN INFLUX TINGGI DI LIMAU FIELD

Muhammad Raja Ingan Sinulingga[1*], Ahmad Husni[2], Suhardiman Gumanti[3]
Universitas Prabumulih, Sumatera Selatan
e-mail: [1*]radja.regionz@gmail.com, [2]ahmadhusni0758@gmail.com, [3]suhardiman.sgc@hmail.com

Abstract: *Electric Submersible Pump (ESP) is one of the artificial lift methods used to lift production fluids from wells to the surface. ESP performance is strongly influenced by the compatibility between pump capacity, reservoir conditions, fluid characteristics, and actual operating parameters. This study aims to evaluate ESP operating conditions in a well with high influx in the Pertamina Hulu Rokan Limau Field working area and determine an operating strategy suitable for the actual well conditions. A descriptive-evaluative approach was applied using well condition data, Acoustic Well Sounding, pump depth, bottom-hole pressure, casing pressure, and electrical parameters of the motor and Variable Speed Drive (VSD). The evaluation indicates that the well is dominated by a water column with an estimated water column height of approximately 1,493 m, while the pump intake depth is 1,430.60 m and the formation depth is 1,589 m. This condition indicates a substantial fluid load on the artificial lift system. In the observed operating data, the ESP operated at a frequency of 57 Hz, with motor current of approximately 28 A and voltage of approximately 2.18 kV. Based on the evaluation, optimization should be conducted through gradual VSD frequency adjustment, assessment of pump capacity suitability to the actual fluid load, and continuous monitoring of liquid level, pressure, current, and operational stability. This study provides an operational evaluation basis for ESP operation under high-influx conditions; however, quantitative production improvement requires more complete before-and-after optimization data.*

Keywords: *Electric Submersible Pump, high influx, production optimization, Variable Speed Drive, water cut.*

Abstrak: Electric Submersible Pump (ESP) merupakan salah satu metode artificial lift yang digunakan untuk membantu mengangkat fluida dari sumur produksi menuju permukaan. Kinerja ESP sangat dipengaruhi oleh kesesuaian antara kapasitas pompa, kondisi reservoir, karakteristik fluida, serta parameter operasi aktual di lapangan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kondisi operasi ESP pada sumur dengan influx tinggi di wilayah kerja Pertamina Hulu Rokan Limau Field serta menentukan strategi pengoperasian yang sesuai dengan kondisi aktual sumur. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif-evaluatif dengan memanfaatkan data kondisi sumur, Acoustic Well Sounding, kedalaman pompa, tekanan dasar sumur, tekanan casing, serta parameter kelistrikan motor dan Variable Speed Drive (VSD). Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kondisi sumur didominasi oleh kolom air dengan tinggi kolom air sekitar 1.493 m, sedangkan kedalaman pump intake sebesar 1.430,60 m dan kedalaman formasi sebesar 1.589 m. Kondisi tersebut menunjukkan adanya beban fluida yang besar terhadap sistem pengangkatan buatan. Pada data operasi yang diamati, ESP bekerja pada frekuensi 57 Hz dengan arus motor sekitar 28 A dan tegangan sekitar 2,18 kV. Berdasarkan evaluasi, optimalisasi perlu dilakukan melalui pengaturan frekuensi VSD secara bertahap, evaluasi kesesuaian kapasitas pompa terhadap beban fluida aktual, serta pemantauan liquid level, tekanan, arus, dan kestabilan operasi secara berkala. Penelitian ini memberikan dasar evaluasi operasional ESP pada kondisi influx tinggi, namun peningkatan produksi secara kuantitatif memerlukan data pembanding sebelum dan sesudah optimasi yang lebih

lengkap.

Kata Kunci: Electric Submersible Pump, influx tinggi, optimasi produksi, Variable Speed Drive, water cut

PENDAHULUAN

Produksi fluida dari sumur minyak tidak hanya dipengaruhi oleh kemampuan reservoir dalam menyediakan fluida, tetapi juga oleh kemampuan sistem artificial lift dalam mengangkat fluida dari dasar sumur menuju permukaan. Salah satu metode artificial lift yang banyak digunakan pada sumur dengan kebutuhan pengangkatan fluida tinggi adalah Electric Submersible Pump (ESP). Sistem ESP menggunakan motor listrik submersibel yang menggerakkan rangkaian pompa sentrifugal bertingkat sehingga energi listrik dikonversi menjadi energi mekanis dan selanjutnya menjadi tekanan untuk mengangkat fluida melalui tubing. Prinsip tersebut juga menjadi dasar penggunaan ESP pada sumur yang menjadi objek penelitian ini.

Pada kondisi lapangan, kinerja ESP tidak selalu berada pada kondisi optimum. Perubahan kondisi reservoir, perubahan laju influx, perubahan karakteristik fluida, water production, serta perubahan tekanan dapat menyebabkan operating point pompa bergeser dari kondisi desain. Ketidaksesuaian antara kapasitas pompa dengan kondisi aktual sumur dapat menyebabkan pompa bekerja kurang optimal. Tugas akhir yang menjadi dasar penelitian ini secara khusus menempatkan kondisi influx tinggi sebagai permasalahan utama yang perlu ditangani melalui evaluasi kinerja dan strategi pengoperasian ESP.

Permasalahan tersebut menjadi penting karena sistem ESP harus mampu menangani volume fluida yang masuk ke sumur secara stabil. Apabila kemampuan pengangkatan tidak sesuai dengan kondisi aktual, dapat terjadi kondisi operasi yang tidak stabil dan berpotensi meningkatkan beban sistem. Oleh karena itu, evaluasi terhadap kedalaman pompa, kondisi fluida, tekanan sumur, serta parameter kelistrikan menjadi bagian penting dalam menentukan strategi optimasi.

Penelitian mengenai optimasi ESP telah banyak dilakukan dengan pendekatan evaluasi performa pompa, desain ulang, pemilihan jumlah stage, perubahan frekuensi operasi, dan evaluasi operating point. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penyesuaian desain dan parameter operasi ESP terhadap kondisi sumur dapat digunakan sebagai dasar untuk meningkatkan efektivitas sistem pengangkatan buatan. Namun, pendekatan optimasi tidak dapat diterapkan secara seragam pada seluruh sumur karena setiap sumur mempunyai kondisi reservoir, karakteristik fluida, kedalaman pompa, dan kapasitas produksi yang berbeda.

Pada penelitian ini, fokus diarahkan pada evaluasi kondisi aktual ESP pada Sumur X di Limau Field. Berdasarkan tugas akhir, wilayah penelitian dipilih karena kegiatan produksinya sangat bergantung pada sistem ESP dan mempunyai karakteristik influx tinggi. Data yang digunakan meliputi data umur kerja pompa serta data desain ESP yang tersedia di lapangan.

Research gap penelitian ini terletak pada kebutuhan untuk menghubungkan kondisi aktual sumur dengan parameter operasi ESP, bukan hanya melakukan evaluasi desain pompa secara teoritis. Dengan demikian, optimasi diarahkan pada penentuan strategi operasi yang mempertimbangkan kondisi fluida, liquid level, kedalaman pump intake, tekanan sumur, dan respons kelistrikan ESP.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja ESP pada Sumur X di Limau Field, mengidentifikasi kondisi operasi yang berkaitan dengan tingginya influx fluida, serta memberikan rekomendasi strategi pengoperasian ESP yang lebih stabil dan sesuai dengan kondisi aktual sumur. Secara praktis, penelitian diharapkan dapat menjadi dasar

dalam menentukan parameter operasi ESP dan meningkatkan keandalan sistem artificial lift.

METODE

Tahapan Penelitian

Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif-evaluatif. Tahapan penelitian meliputi observasi lapangan, pengumpulan data primer dan sekunder, pengolahan data, evaluasi karakteristik sumur, analisis parameter operasi ESP, serta penyusunan rekomendasi optimasi. Alur tersebut disusun agar hubungan antara kondisi influx, respons sistem ESP,dan pilihan strategi operasi dapat ditelusuri secara sistematis.

Lokasi Dan Objek Penelitian

Objek penelitian adalah sistem ESP pada sumur produksi di area kerja Pertamina Hulu Rokan Limau Field. Identitas sumur pada laporan sumber dituliskan sebagai Sumur X/xxx, sehingga pada artikel ini digunakan istilah "sumur penelitian" untuk menjaga konsistensi dengan sumber data. Fokus evaluasi adalah kondisi influx tinggi, karakteristik kolom fluida, tekanan sumur, parameter operasi ESP, dan kesesuaian kapasitas pompa dengan kondisi aktual sumur.

Data Primer & Sekunder

Data primer diperoleh melalui observasi lapangan dan pengukuran parameter operasi, meliputi waktu produktif pemasangan ESP, parameter genset dan VSD berupa arus motor, tekanan sumur pada titik pengukuran, serta pengamatan kondisi sumur dan influx. Data sekunder meliputi run life pompa ESP, parameter produksi, riwayat penggunaan dan rate pompa, data troubleshooting, well diagram, desain ESP, serta data ketersediaan pompa berdasarkan rate produksi.

Analisis Data

Analisis dilakukan dengan membandingkan kondisi aktual sumur terhadap prinsip operasi ESP dan data desain yang tersedia. Parameter utama yang dievaluasi meliputi frekuensi VSD, arus motor, tekanan intake, laju produksi, water cut, kedalaman intake, liquid level, formation depth, dan static bottom-hole pressure. Data acoustic well sounding digunakan untuk memperkirakan posisi liquid level dan menilai apakah intake pompa masih terendam. Evaluasi desain digunakan untuk mengarahkan rekomendasi pemilihan rate pompa dan pengaturan frekuensi operasi.

Pengujian Acoustic Well Sounding

Acoustic Well Sounding (AWS) digunakan sebagai data pendukung untuk menggambarkan kondisi fluida di dalam sumur. Parameter yang diperoleh mencakup acoustic velocity, liquid level, casing pressure, casing pressure buildup, pump intake depth, formation depth, dan static bottom-hole pressure. Interpretasi dilakukan dengan menghubungkan posisi liquid level terhadap kedalaman intake dan kondisi kolom fluida.

Tabel 1 Parameter Data Utama Sumur

Parameter	Nilai	Keterangan
Acoustic velocity	1.150 ft/s	Hasil acoustic well sounding
Liquid level	95,17 m	Kedalaman level fluida
Pump intake depth	1.430,60 m	Kedalaman intake ESP
Formation depth	1.589,00 m	Kedalaman formasi
Casing pressure	1,7 psi(g)	Saat pengujian
Casing pressure buildup	0,79 psi / 3 menit	Kenaikan tekanan selama uji
SBHP	2.228,5 psi(g)	Static bottom-hole pressure
Water column height	1.493 m	Kolom air
Oil column	0 m	Kolom minyak saat

height	pengujian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kondisi Sumur

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kondisi sumur penelitian ditandai oleh dominasi fluida air. Data acoustic well sounding memperlihatkan water column height sebesar 1.493 m, sedangkan oil column height tercatat 0 m pada saat pengujian. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa beban fluida yang harus diangkat oleh ESP pada saat pengukuran didominasi air. Dalam konteks operasi artificial lift, dominasi air perlu diperhatikan karena peningkatan total liquid rate dapat meningkatkan kebutuhan head dan beban pengangkatan meskipun laju minyak bersih tidak meningkat secara proporsional.

Liquid level hasil pengujian berada pada kedalaman 95,17 m, sedangkan pump intake berada pada kedalaman 1.430,60 m. Dengan demikian, berdasarkan data pengujian, intake berada jauh di bawah permukaan liquid level sehingga masih berada dalam kondisi terendam. Temuan ini penting karena ketersediaan fluida di sekitar intake menjadi salah satu syarat agar pompa tetap memperoleh suplai fluida dan tidak mengalami kondisi pump-off akibat kekurangan fluida di intake.

Formation depth tercatat 1.589,00 m, sehingga pump intake berada sekitar 158,40 m di atas kedalaman formasi yang dilaporkan. Posisi tersebut menunjukkan bahwa intake ditempatkan pada interval yang masih memungkinkan fluida dari formasi mencapai sistem pompa. Namun, posisi geometris saja belum cukup untuk menentukan titik operasi optimum; diperlukan evaluasi terhadap tekanan, kemampuan inflow, kapasitas pompa, dan perubahan water cut.

Karakteristik Kondisi Sumur

Observasi lapangan menunjukkan bahwa parameter yang perlu diperhatikan pada kondisi influx tinggi meliputi arus motor, tekanan intake, laju produksi fluida, dan kestabilan operasi. Laporan penelitian mengidentifikasi gejala operasional berupa over current, motor trip, peningkatan tekanan intake, vibrasi pompa, dan penurunan oil rate. Secara mekanistik, peningkatan total fluida dapat meningkatkan beban hidraulik yang harus diatasi pompa. Apabila titik operasi bergeser terlalu jauh dari daerah kerja yang diharapkan, efisiensi dan keandalan pompa dapat menurun.

Pada pengukuran yang terdokumentasi, frekuensi VSD sebesar 57 Hz. Arus pada sisi VSD berada pada sekitar 136–138 A, sedangkan arus motor berada pada kisaran 28,14–28,27 A. Tegangan motor sekitar 2,18 kV dan daya yang terbaca sekitar 61,21 kVA. Data ini memberikan gambaran kondisi kelistrikan saat pengukuran dan dapat digunakan sebagai baseline untuk monitoring berikutnya. Namun, satu titik pengukuran tidak cukup untuk membuktikan tren peningkatan atau penurunan beban; evaluasi tren memerlukan data time-series sebelum dan sesudah perubahan frekuensi atau kondisi influx.

Tabel 2 Parameter Kelistrikan pada Pengukuran VSD dan Motor

Parameter	Nilai	Interpretasi awal
Frekuensi VSD	57 Hz	Titik operasi saat pengukuran
Arus VSD Fase A	136,89 A	Arus sisi VSD
Arus VSD Fase B	137,53 A	Arus sisi VSD
Arus VSD Fase C	135,51 A	Arus sisi VSD
Arus motor Fase A	28,14 A	Arus motor
Arus motor Fase B	28,27 A	Arus motor
Arus motor Fase C	27,88 A	Arus motor
Tegangan motor	≈2.178 V	Tegangan antarfasa
Daya motor	≈61,21 kVA	Pembacaan monitor

Analisis Casing Pressure dan Static Bottom-Hole Pressure

Casing pressure pada saat acoustic well sounding tercatat 1,7 psi(g), dengan gas/liquid interface pressure sebesar 1,8 psi(g). Selama pengujian tiga menit, casing pressure buildup meningkat sebesar 0,79 psi, dari sekitar 1,7 psi(g) menjadi sekitar 2,49 psi(g). Kenaikan bertahap tersebut menunjukkan perubahan tekanan annulus selama periode pengamatan. Data ini dapat digunakan sebagai baseline untuk pemantauan tekanan dan evaluasi dinamika gas di annulus.

Static bottom-hole pressure (SBHP) tercatat sebesar 2.228,5 psi(g). Nilai tersebut merupakan tekanan dasar sumur pada kondisi statis dan menjadi salah satu parameter penting dalam evaluasi kemampuan reservoir serta sistem lifting. Akan tetapi, karena artikel ini tidak memiliki rangkaian data tekanan reservoir dan laju produksi lengkap, nilai SBHP tidak digunakan untuk menghasilkan perhitungan IPR baru. Pemanfaatannya dibatasi sebagai data pendukung interpretasi kondisi sumur.

Kesesuaian Kapasitas Pompa dan Titik Operasi

Riwayat penggunaan pompa pada laporan menunjukkan bahwa pemilihan kapasitas yang tidak sesuai dengan kemampuan sumur dapat menyebabkan kondisi overload maupun underload. Dalam kondisi influx tinggi, kecenderungan utama yang perlu dihindari adalah pemilihan pompa dengan kemampuan yang tidak seimbang terhadap volume fluida aktual. Pompa yang terlalu kecil dapat membatasi kemampuan pengangkatan, sedangkan pompa yang terlalu besar atau dioperasikan pada frekuensi yang tidak sesuai dapat menggeser titik operasi dan meningkatkan risiko operasi di luar daerah yang diharapkan.

Penelitian terdahulu mendukung pendekatan tersebut. Astuti dan Mulyono (2023) menggunakan evaluasi kinerja dan sensitivity test untuk menentukan penggunaan ESP. Talahaturuson et al. (2023) menunjukkan bahwa perubahan desain pompa dapat digunakan untuk mendekatkan produksi terhadap kemampuan sumur. Suprayitno et al. (2024) menegaskan perlunya re-optimasi ketika kondisi reservoir berubah. Sustiawan et al. (2025) dan Soeki dan Nirmala (2025) juga menunjukkan pentingnya pemilihan desain, jumlah stage, serta frekuensi operasi dalam mencapai kondisi kerja yang sesuai

Kesesuaian Kapasitas Pompa dan Titik Operasi

Berdasarkan integrasi data lapangan dan evaluasi literatur, strategi pertama adalah mengatur frekuensi VSD secara bertahap dengan mempertimbangkan respons arus motor, tekanan intake, dan laju produksi. Pengaturan frekuensi tidak seharusnya diarahkan semata-mata untuk meningkatkan laju produksi, tetapi untuk menjaga pompa tetap pada kondisi operasi yang stabil. Setiap perubahan frekuensi perlu diikuti pemantauan arus, tekanan, temperatur, dan respons produksi.

Strategi kedua adalah mengevaluasi kembali kapasitas dan desain pompa. Pemilihan rate pompa harus disesuaikan dengan kemampuan aktual sumur dan volume fluida yang harus diangkat. Apabila data IPR dan kurva pompa tersedia secara lengkap, titik perpotongan kurva inflow dan pump performance dapat digunakan untuk menentukan titik operasi yang lebih tepat. Pada penelitian ini, prinsip tersebut digunakan sebagai kerangka evaluasi, tetapi angka target baru tidak dihitung karena data kurva pompa dan IPR lengkap tidak tercantum pada naskah sumber.

Strategi ketiga adalah mempertahankan kecukupan submergence intake dan melakukan monitoring terhadap dinamika liquid level. Hasil AWS menunjukkan bahwa intake masih terendam, sehingga kondisi tersebut menjadi baseline yang perlu dipertahankan. Jika liquid level turun

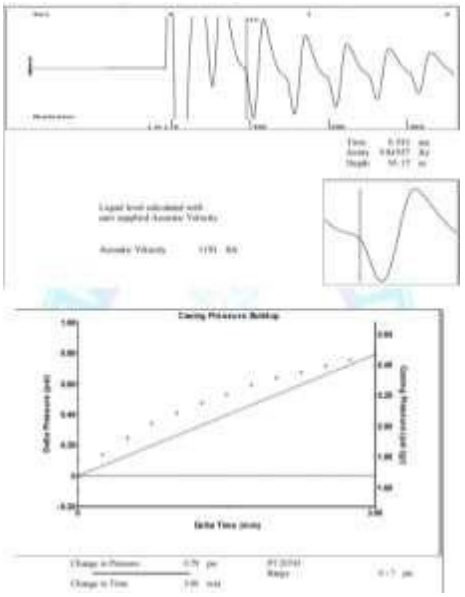
mendekati intake, risiko pump-off meningkat dan pengaturan frekuensi perlu dievaluasi kembali.

Strategi keempat adalah memperkuat monitoring berbasis tren. Parameter yang disarankan untuk direkam secara berkala adalah frekuensi VSD, arus motor, tekanan intake, casing pressure, laju fluida, oil rate, water cut, temperatur motor, serta kejadian trip atau vibrasi. Monitoring time-series akan memungkinkan operator membedakan perubahan normal dari indikasi penurunan performa. Pendekatan evaluasi energi juga relevan karena penelitian terbaru menunjukkan bahwa kehilangan energi pada komponen hidraulik dan kelistrikan dapat menjadi dasar optimasi ESP (Febrianto et al., 2026).

Sintesis Pembahasan

Secara keseluruhan, permasalahan pada sumur penelitian tidak hanya berkaitan dengan kapasitas pompa, tetapi merupakan interaksi antara kondisi fluida yang didominasi air, respons tekanan, kemampuan inflow, dan pengaturan sistem ESP. Hasil AWS memperlihatkan bahwa suplai fluida pada intake masih tersedia, sedangkan data operasi menunjukkan titik operasi berada pada frekuensi 57 Hz dengan beban listrik yang terdokumentasi. Oleh karena itu, pendekatan optimasi yang paling rasional adalah optimasi bertahap berbasis data, bukan perubahan parameter secara agresif.

Temuan tersebut sejalan dengan penelitian-penelitian mutakhir yang menempatkan evaluasi kondisi sumur dan desain ESP sebagai satu kesatuan. Penelitian pada sumur dengan water cut tinggi menunjukkan bahwa peningkatan produksi tidak dapat dilepaskan dari kesesuaian kapasitas pompa dengan kemampuan sumur, sedangkan evaluasi energi menunjukkan bahwa efisiensi sistem secara keseluruhan juga perlu diperhatikan. Dengan demikian, kontribusi artikel ini terletak pada penyusunan kerangka evaluasi operasional yang menggabungkan data AWS, parameter kelistrikan, kondisi kolom fluida, dan evaluasi desain ESP pada sumur penelitian di Limau Field.



Gambar 1 Hasil acoustic well sounding dan casing pressure buildup pada sumur penelitian



Gambar 2 Tampilan pengukuran VSD dan parameter motor pada kondisi operasi yang terdokumentasi

Sintesis Pembahasan

Hasil penelitian ini dapat ditempatkan dalam perkembangan kajian optimasi ESP di Indonesia yang cenderung bergerak dari sekadar pemilihan pompa menuju evaluasi sistem secara lebih menyeluruh. Astuti dan Mulyono (2023) menekankan evaluasi performa sumur dan sensitivity test untuk menentukan kebutuhan artificial lift. Pendekatan tersebut relevan karena pemilihan ESP harus mengikuti kemampuan inflow sumur, bukan hanya kapasitas nominal pompa. Pada penelitian Talahaturuson et al. (2023), evaluasi

dilakukan dengan menghubungkan laju produksi aktual, water cut, IPR, dan pilihan pompa. Kesamaan dengan penelitian ini terletak pada perhatian terhadap ketidaksesuaian antara kondisi sumur dan kemampuan pompa, sedangkan perbedaannya adalah penelitian ini menambahkan interpretasi acoustic well sounding untuk melihat kondisi kolom fluida dan submergence intake.

Suprayitno et al. (2024) menunjukkan bahwa desain ESP perlu dievaluasi terhadap perubahan kondisi reservoir pada masa mendatang. Implikasi bagi sumur penelitian adalah bahwa rekomendasi operasi tidak seharusnya dianggap sebagai kondisi tetap. Perubahan water cut, liquid level, tekanan, atau laju produksi dapat menggeser titik operasi sehingga frekuensi VSD dan pemilihan rate pompa perlu ditinjau kembali. Subiantoro et al. (2024) juga memperlihatkan bahwa IPR dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan laju alir optimal dan desain ESP. Dalam penelitian ini, prinsip tersebut digunakan sebagai kerangka evaluasi, sementara data IPR numerik yang lengkap tidak tersedia pada laporan sumber sehingga artikel tidak mengklaim nilai laju optimum baru.

Sustiawan et al. (2025) dan Soeki dan Nirmala (2025) memperkuat pentingnya pemilihan desain, jumlah stage, dan frekuensi operasi. Penelitian Soeki dan Nirmala juga menunjukkan bahwa kondisi operasi yang mendekati batas recommended operating range dapat menimbulkan risiko keandalan jangka panjang. Hal ini mendukung hasil penelitian bahwa optimasi frekuensi VSD harus mempertimbangkan kestabilan operasi dan bukan sekadar peningkatan rate. Sementara itu, Febrianto et al. (2026) menambahkan bahwa efisiensi energi dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja ESP. Dengan demikian, penelitian ini memiliki posisi pada aspek integrasi: kondisi fluida dan liquid level dibaca bersama dengan parameter kelistrikan dan desain ESP untuk menyusun strategi monitoring dan optimasi

Tabel 3 Posisi Penelitian terhadap Penelitian Terdahulu

Penelitian	Fokus	Pendekatan	Relevansi terhadap penelitian ini
Astuti & Mulyono (2023)	Optimasi produksi sumur A dan B	Evaluasi performa dan sensitivity test	Mendukung evaluasi kemampuan inflow dan kebutuhan ESP
Talahaturuson et al. (2023)	Optimasi ESP pada water cut tinggi	IPR dan evaluasi pompa	Menegaskan pentingnya kesesuaian pompa dengan kondisi sumur
Suprayitno et al. (2024)	Optimasi ESP kondisi masa depan	IPR dan evaluasi desain	Menunjukkan perlunya re-optimasi saat kondisi reservoir berubah
Subiantoro et al. (2024)	Evaluasi dan desain ESP	IPR Vogel dan desain pompa	Mendukung pemilihan rate dan titik operasi
Sustiawan et al. (2025)	Desain ESP untuk optimasi produksi	Pemilihan desain ESP	Mendukung evaluasi kapasitas pompa
Soeki & Nirmala (2025)	Evaluasi ESP dengan software	PI, IPR, stage, frekuensi	Mendukung evaluasi parameter operasi
Febrianto et al. (2026)	Efisiensi energi ESP	Analisis kehilangan energi	Memperluas evaluasi dari produksi ke efisiensi sistem

Implikasi Operasional

Data AWS memberikan informasi penting mengenai hubungan antara liquid level dan posisi intake. Dalam

pengoperasian ESP, keberadaan fluida di atas intake bukan sekadar indikator bahwa pompa masih dapat memperoleh suplai, tetapi juga dapat digunakan sebagai parameter proteksi operasional. Jika level fluida mengalami penurunan yang konsisten mendekati intake, operator perlu mengevaluasi apakah frekuensi pompa masih sesuai dengan kemampuan inflow. Sebaliknya, jika suplai fluida meningkat dan total liquid rate bertambah, perhatian perlu dialihkan pada kapasitas pompa, arus motor, dan kemampuan sistem mengangkat fluida tanpa memasuki kondisi beban yang tidak diinginkan.

Kenaikan water cut juga mempunyai konsekuensi terhadap interpretasi kinerja produksi. Peningkatan total liquid tidak selalu berarti peningkatan produksi minyak karena sebagian besar fluida dapat berupa air. Oleh sebab itu, indikator keberhasilan optimasi sebaiknya tidak hanya menggunakan gross liquid rate, tetapi juga mempertimbangkan oil rate, water cut, konsumsi energi, kestabilan arus motor, tekanan intake, dan run life. Pendekatan multi-parameter ini penting agar strategi optimasi tidak menghasilkan peningkatan liquid rate yang justru meningkatkan beban sistem tanpa memberikan peningkatan minyak yang sebanding.

Parameter kelistrikan pada pengukuran menunjukkan bahwa sistem beroperasi pada 57 Hz dengan arus motor sekitar 28 A. Nilai tersebut sebaiknya diperlakukan sebagai baseline, bukan sebagai batas optimum. Penentuan batas operasi membutuhkan data nameplate motor, rated current, kurva pompa, jumlah stage, head, serta batas operasi dari vendor. Karena informasi tersebut tidak lengkap pada laporan sumber, artikel ini menghindari penetapan angka frekuensi optimum baru. Secara metodologis, langkah yang tepat adalah melakukan perubahan frekuensi secara bertahap dan mengamati respons beberapa parameter secara bersamaan.

Dari sisi keandalan, gangguan seperti motor trip, over current, vibrasi, dan kenaikan tekanan intake perlu diperlakukan sebagai sinyal diagnostik. Setiap kejadian sebaiknya dikaitkan dengan kondisi frekuensi VSD, laju produksi, water cut, dan tekanan saat kejadian.

Pencatatan tersebut akan menghasilkan basis data kegagalan yang dapat digunakan untuk menentukan batas operasi aman secara empiris. Dengan demikian, optimasi ESP tidak berhenti pada pemilihan pompa, tetapi berkembang menjadi sistem pengelolaan performa berbasis kondisi aktual.

Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan utama penelitian berasal dari kelengkapan data kuantitatif yang tersedia dalam laporan tugas akhir. Beberapa bagian laporan menyebut analisis IPR dan hasil optimasi, tetapi kurva IPR, kurva performa pompa, data produksi time-series, serta perbandingan numerik sebelum dan sesudah optimasi tidak ditampilkan secara lengkap. Selain itu, identitas sumur dituliskan sebagai Sumur X/xxx.

Oleh karena itu, artikel ini mempertahankan data yang dapat diverifikasi dari laporan dan tidak menambahkan angka produksi atau persentase peningkatan yang tidak tersedia. Keterbatasan tersebut perlu diperhatikan apabila artikel akan digunakan sebagai dasar keputusan operasi lapangan.

Meskipun demikian, data AWS dan pengukuran VSD memberikan dasar empiris yang cukup untuk menyusun kerangka evaluasi awal. Pengembangan berikutnya dapat dilakukan dengan menggabungkan data produksi harian, pressure survey, PVT, IPR, pump curve, run life, dan histori trip. Dengan dataset tersebut, penelitian lanjutan dapat menguji hubungan kuantitatif antara perubahan frekuensi, perubahan liquid rate, beban motor, dan umur pompa sehingga rekomendasi optimasi dapat dinyatakan dalam bentuk rentang operasi yang terukur.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi, kondisi Sumur X di Limau Field menunjukkan beban fluida yang besar terhadap sistem artificial lift dan didominasi oleh kolom air dengan tinggi sekitar 1.493 m. Kedalaman pump intake sebesar 1.430,60 m dan kedalaman formasi sebesar 1.589 m menunjukkan posisi ESP terhadap interval sumur yang menjadi bagian penting dalam evaluasi kemampuan pengangkatan fluida. Parameter operasi yang tersedia menunjukkan ESP beroperasi pada frekuensi 57 Hz dengan arus motor sekitar 28 A dan tegangan sekitar 2,18 kV. Kondisi tersebut dapat dijadikan sebagai data dasar untuk pemantauan kestabilan sistem. Strategi optimasi yang direkomendasikan adalah melakukan penyesuaian frekuensi VSD secara bertahap dengan mempertimbangkan respons liquid level, tekanan, laju produksi, arus motor, dan parameter operasi lainnya. Selain itu, evaluasi kesesuaian kapasitas pompa terhadap kondisi inflow aktual perlu dilakukan untuk memperoleh operating point yang lebih tepat. Optimasi ESP pada kondisi influx tinggi sebaiknya tidak hanya berorientasi pada peningkatan laju produksi, tetapi juga pada kestabilan operasi, efisiensi energi, dan peningkatan keandalan serta umur kerja peralatan. Penelitian lanjutan dengan data produksi dan parameter operasi secara time series diperlukan agar pengaruh perubahan frekuensi VSD terhadap kinerja produksi dapat ditentukan secara kuantitatif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Prabumulih, Program Studi Teknik Pertambangan, serta pihak Pertamina Hulu Rokan Limau Field yang telah mendukung pelaksanaan penelitian dan penyediaan data yang diperlukan dalam penelitian ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing dan seluruh pihak yang telah memberikan arahan selama proses penyusunan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Astuti, W., & Mulyono, W. T. (2023). Production optimization in Well A and Well B using electric submersible pump (ESP). Journal of Earth Energy Engineering, 12(2s). https://doi.org/10.25299/jeee.2023.13957

Febrianto, A. R., Suranto, K. R. T. N. S., Rizki, M. N., Putra, R. M., & Kurniansyah, S. (2026). Evaluation of Electrical Submersible Pump (ESP) based on energy loss analysis at South-East Sumatra (SES) Block. Journal of Petroleum and Geothermal Technology, 7(1). https://doi.org/10.31315/jpgt.v7i1.16402

Herianto, H., & Helmy, M. (2021). Analisis upsizing electric submersible pump untuk optimasi produksi sumur minyak. Jurnal Teknik Perminyakan Indonesia, 3(2), 45–55.

Lea, J. F., & Nickens, H. V. (1999). Gas handling in electric submersible pumps. Society of Petroleum Engineers.

Melysa, R., Putra, D. F., Julianto, D., Yulianto, D., & Rosli, M. I. (2021). The evaluation and optimization of electrical submersible pump wells that have a high PI using variable speed drive with frequency above 60Hz in “X” Field “Y” Wells. Journal of Renewable Energy and Mechanics, 4(2). https://doi.org/10.25299/rem.2021.6910

Soeki, J. H., & Nirmala, G. S. (2025). Evaluasi kinerja electric submersible pump pada sumur produksi dengan software produksi. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi dan Mineral, 5(1). https://doi.org/10.53026/prosidingsntem.v5i1.654

Subiantoro, F. R., Adi, S., & Rosiani, D. (2024). Evaluasi electric submersible pump untuk optimasi produksi pada Sumur X. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi dan Mineral, 4(1), 304–311. https://doi.org/10.53026/prosidingsntem.v4i1.99

Sudjito, E. M., Jumardi, A., & Firdaus, F. (2021). Optimasi produksi sumur "ZL" dengan menggunakan artificial lift electrical submersible pump pada lapangan "YY". PETROGAS: Journal of Energy and Technology, 3(1).

Sucipto, H., Wiwaha, S. W., & Ridzki, I. (2018). Analisis kinerja electric submersible pump (ESP) pada sumur minyak. Jurnal Teknik Perminyakan.

Sustiawan, M. D., Nirmala, G. S., & Sukarno, M. (2025). Desain electric submersible pump untuk optimasi produksi pada Sumur X Lapangan Z PT. Pertamina EP Cepu. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi dan Mineral, 5(1). https://doi.org/10.53026/sntem2025.v5i1.592

Suprayitno, A., Ramadhan, M. F., & Afifah, R. S. (2024). Optimasi Electrical Submersible Pump (ESP) pada Sumur MFR-21 berdasarkan keadaan sumur di masa depan. Jurnal Offshore: Oil, Production Facilities and Renewable Energy, 8(1), 37–44. https://doi.org/10.30588/jo.v8i1.1888

Takacs, G. (2009). Electrical submersible pumps manual: Design, operations, and maintenance. Gulf Professional Publishing.

Talahaturuson, J. V., Purnomosidi, P., & Pelasula, B. P. (2023). Evaluasi dan optimasi pompa Electrical Submersible Pump di Sumur JVT-20 pada Lapangan X. Journal Mechanical Engineering, 1(2), 62–69. https://doi.org/10.31959/jme.v1i2.19

American Petroleum Institute. (2013). Recommended practice for electric submersible pump installations. API Publishing Services.