

Desain Standalone Screen untuk Mengatasi Kepasiran Sumur PAL-S4 Lapangan PAL-S

Haris Sukamto^{1*}, Nur Suhascaryo², dan Dedy Kristanto³

¹ Program Studi Teknik Perminyakan, Institut Teknologi Petroleum Balongan; haris_sukamto@yahoo.com

² Program Studi Magister Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta; nur.suhascaryo@upnyk.ac.id

³ Program Studi Magister Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta; dedykris.upn@gmail.com

* Penulis korespondensi: Haris Sukamto

Abstract: Sand production is a common problem in unconsolidated sandstone reservoirs and may cause equipment erosion, production interruptions, and reduced well performance. PAL-S4 is a development gas well located in the PAL-S Field, Tarakan Offshore Block, North Kalimantan, Indonesia, targeting the Top Santul 7000 Formation, which is characterized by unconsolidated sandstone. This study aims to design a standalone screen as a sand control method to mitigate sand production and maintain sustainable gas production. The research methodology consisted of formation sanding potential analysis, particle size distribution (PSD) analysis using sieve analysis, screen selection, and well performance evaluation. The formation evaluation indicated a cementation exponent of 1.26, clay content of 25%, formation strength of 0.425×10^{12} psi², and a critical flow rate of 20.21 MMSCFD, indicating a potential sanding problem. PSD analysis showed grain sizes ranging from 0.009 mm to 0.250 mm with relatively uniform and well-sorted characteristics. Based on the screen selection analysis, a Shrouded-Metal Mesh Screen (SMMS) with a mesh size of 100 and a screen opening of 149 μ m was selected and designed for installation using the thru-tubing method. Well performance evaluation showed that the gas production rate decreased from 23 scf/min to 16 scf/min after screen installation due to additional flow resistance. However, the proposed design effectively controls sand production while maintaining acceptable production performance. Therefore, the standalone screen design is considered technically feasible and suitable for mitigating sand production in the PAL-S4 well.

Keywords: Standalone sand screen; Shrouded metal mesh screen; Thru-tubing; Coil tubing unit; Pay out time.

Abstrak: Produksi pasir merupakan salah satu permasalahan yang umum terjadi pada reservoir batupasir tidak terkonsolidasi dan dapat menyebabkan erosi peralatan, gangguan produksi, serta penurunan kinerja sumur. PAL-S4 merupakan sumur pengembangan gas yang berada di Lapangan PAL-S, Tarakan Offshore Block, Kalimantan Utara, Indonesia, dengan target reservoir Formasi Top Santul 7000 yang memiliki karakteristik batupasir tidak terkonsolidasi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang standalone screen sebagai metode sand control guna mengatasi permasalahan kepasiran dan menjaga keberlanjutan produksi gas. Metode penelitian meliputi analisis potensi kepasiran formasi, analisis particle size distribution (PSD) menggunakan sieve analysis, pemilihan screen, serta evaluasi kinerja sumur. Hasil analisis menunjukkan nilai derajat sementasi sebesar 1,26, kandungan lempung sebesar 25%, kekuatan formasi sebesar $0,425 \times 10^{12}$ psi², dan laju alir kritis sebesar 20,21 MMSCFD yang mengindikasikan adanya potensi kepasiran. Analisis PSD menunjukkan ukuran butir pasir berada pada rentang 0,009 mm hingga 0,250 mm dengan karakteristik relatif seragam dan tersortasi baik. Berdasarkan hasil screen selection, dipilih Shrouded-Metal Mesh Screen (SMMS) dengan ukuran mesh 100 dan bukaan screen sebesar 149 μ m yang dirancang untuk dipasang menggunakan metode thru-tubing. Evaluasi kinerja sumur menunjukkan bahwa laju produksi gas menurun dari 23 scf/min menjadi 16 scf/min setelah pemasangan screen akibat tambahan hambatan aliran. Namun demikian, desain yang diusulkan mampu mengendalikan produksi pasir dengan tetap mempertahankan kinerja produksi pada tingkat yang dapat diterima. Oleh karena itu, desain standalone screen yang diusulkan dinilai layak secara teknis untuk diterapkan pada Sumur PAL-S4.

Kata kunci: Standalone sand screen; Shrouded metal mesh screen; Thru-tubing; Coil tubing unit; Pay out time.

Diterima: May 18, 2026
Direvisi: May 26, 2026
Diterima: May 29, 2026
Diterbitkan: July 2, 2026
Versi sekarang: July 12, 2026



Hak cipta: © 2026 oleh penulis.
Diserahkan untuk kemungkinan publikasi akses terbuka berdasarkan syarat dan ketentuan lisensi Creative Commons Attribution (CC BY SA) (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

1. Pendahuluan

Produksi pasir (sand production) merupakan salah satu permasalahan utama yang sering dijumpai pada reservoir batupasir tidak terkonsolidasi (unconsolidated sandstone reservoir). Fenomena ini terjadi ketika butiran pasir formasi ikut terproduksi bersama fluida reservoir

akibat ketidakmampuan batuan untuk mempertahankan integritas mekaniknya selama proses produksi. Produksi pasir yang tidak terkendali dapat menyebabkan erosi peralatan bawah permukaan dan fasilitas produksi, penurunan produktivitas sumur, penyumbatan pada tubing maupun flowline, serta meningkatkan biaya operasi dan perawatan sumur [1]. Selain itu, kondisi drawdown yang tinggi juga dapat mempercepat terjadinya kegagalan formasi sehingga meningkatkan potensi produksi pasir selama masa produksi sumur [2].

Masalah kepasiran berkaitan erat dengan karakteristik reservoir, sehingga upaya pencegahan maupun penanggulangannya harus mempertimbangkan sifat batuan reservoir, distribusi ukuran butir, serta karakteristik fluida yang diproduksi. Suatu metode sand control dapat dinyatakan berhasil apabila mampu mengurangi laju produksi pasir, menghasilkan ukuran butir pasir yang lebih kecil dibandingkan sebelum dilakukan penanggulangan, mempertahankan atau meningkatkan produktivitas sumur, serta tidak menyebabkan penyumbatan pada sistem produksi [3]. Oleh karena itu, pemilihan metode sand control yang tepat menjadi faktor penting dalam menjamin keberlangsungan produksi hidrokarbon dari reservoir unconsolidated.

Berbagai metode sand control telah dikembangkan dan diaplikasikan pada industri perminyakan, seperti gravel pack, frac pack, slotted liner, serta standalone screen [4]. Di antara berbagai metode tersebut, standalone screen (SAS) menjadi salah satu alternatif yang banyak digunakan karena memiliki desain yang relatif sederhana, biaya instalasi yang lebih rendah, serta mampu memberikan produktivitas yang baik pada reservoir dengan karakteristik tertentu [5]. Keberhasilan penerapan standalone screen sangat dipengaruhi oleh proses pemilihan ukuran screen yang sesuai dengan distribusi ukuran butir formasi sehingga mampu menahan pasir tanpa mengurangi kapasitas aliran fluida secara signifikan [6]. Oleh karena itu, desain screen yang tepat menjadi aspek penting dalam keberhasilan implementasi sand control pada sumur produksi.

Perkembangan penelitian mengenai standalone screen menunjukkan bahwa desain screen harus mempertimbangkan karakteristik geomekanika reservoir, ukuran butir pasir, tingkat uniformitas formasi, serta target produktivitas sumur. Pemilihan ukuran screen yang tidak sesuai dapat menyebabkan terjadinya plugging ataupun kegagalan screen dalam menahan pasir formasi [7]. Selain itu, optimasi sand retention precision dapat meningkatkan efektivitas screen dalam menahan migrasi pasir sekaligus mempertahankan performa produksi sumur [8]. Oleh karena itu, analisis distribusi ukuran butir dan pemilihan ukuran bukaan screen menjadi tahapan yang sangat penting dalam desain standalone screen.

Sumur PAL-S4 merupakan sumur pengembangan yang dibor untuk membuktikan potensi hidrokarbon gas yang telah diindikasikan oleh data seismik dengan mengacu pada keberhasilan sumur PAL-S1 yang telah membuktikan keberadaan hidrokarbon gas pada Lapangan PAL-S. Selain bertujuan untuk mengonfirmasi potensi reservoir, pemboran sumur PAL-S4 juga ditujukan untuk meningkatkan kapasitas produksi gas Lapangan PAL-S yang saat ini hanya diproduksi melalui satu sumur produksi, yaitu PAL-S1. Lapangan PAL-S merupakan prospek onshore yang berada pada wilayah kerja Tarakan Offshore Block Manhattan Kalimantan Investment Pte. Ltd., Kalimantan Utara. Sumur PAL-S4 direncanakan sebagai sumur vertikal yang berlokasi sekitar 2,7 km di sebelah selatan sumur PAL-S1.

Target reservoir pada sumur PAL-S4 berada pada Formasi Top Tabul dan Top Santul 7000 dengan kedalaman total sekitar 8.500 feet. Formasi Top Santul 7000 merupakan reservoir batupasir yang memiliki karakteristik unconsolidated sehingga berpotensi mengalami permasalahan kepasiran selama masa produksi. Kondisi tersebut menuntut adanya metode sand control yang mampu menjaga stabilitas produksi sekaligus meminimalkan risiko kerusakan peralatan akibat produksi pasir. Mengingat proyek pengembangan Lapangan PAL-S memiliki target untuk memenuhi volume produksi gas sesuai perjanjian jual beli gas dengan pembeli, maka diperlukan desain sand control yang efektif dan andal untuk menjamin keberlangsungan operasi produksi.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk merancang desain standalone screen pada multiple layer Sumur PAL-S4 sebagai metode pengendalian pasir yang sesuai dengan karakteristik reservoir. Desain standalone screen yang dihasilkan diharapkan mampu mengatasi permasalahan kepasiran, mempertahankan produktivitas reservoir, serta mendukung pencapaian target produksi gas Lapangan PAL-S secara optimal.

PAL-S4 merupakan sumur pengembangan dengan objektif untuk membuktikan potensi yang ditunjukkan oleh seismik dengan mengacu pada sumur PAL-S1 yang telah terbukti adanya hidrokarbon gas, serta untuk meningkatkan produksi gas lapangan PAL-S dari satu sumur produksi yakni PAL-S1, adapun trajectory sumur PAL-S4 adalah sumur vertikal. Lapangan PAL-S merupakan daerah prospek On-shore dalam wilayah kerja Tarakan Offshore Block

Manhattan Kalimantan Investment Pte. Ltd di Tarakan Kalimantan Utara. Lokasi sumur PAL-S4 berada dalam prospek S di sebelah selatan sumur PAL-S1 radius 2,7 km. Formasi prospek pada lapangan PAL-S merupakan formasi Top Tabul dan Top Santul 7000 dengan kedalaman total 8500 feet, formasi Top Santul 7000 merupakan reservoir batupasir dengan karakteristik batuan unconsolidated. Adapun tujuan proyek ini adalah untuk dapat memproduksi sebesar volume gas yang merupakan bagian dari perjanjian jual beli gas terhadap buyer

Desain dari standalone screen akan diterapkan pada sumur PAL-S4, adapun hasil menggunakan metode standalone screen diharapkan dapat mengatasi permasalahan kepasiran, sehingga dapat produksi dengan maksimal.

2. Tinjauan Literatur

Kajian pustaka pada penelitian ini difokuskan pada konsep sand production, metode sand control, serta desain standalone screen sebagai dasar dalam menentukan ukuran screen yang sesuai dengan karakteristik reservoir. Pemahaman terhadap aspek-aspek tersebut diperlukan untuk menghasilkan desain sand control yang mampu mengendalikan produksi pasir tanpa mengurangi produktivitas sumur.

2.1. Produksi Pasir dan Sand Control

Sand production merupakan fenomena terukutnya butiran pasir formasi bersama fluida reservoir yang umumnya terjadi pada reservoir batupasir tidak terkonsolidasi (unconsolidated sandstone reservoir). Produksi pasir dapat menyebabkan erosi peralatan produksi, penyumbatan sistem aliran, serta penurunan produktivitas sumur [1]. Menurut Han dan Produksi pasir dipengaruhi oleh perubahan tegangan di sekitar lubang sumur akibat penurunan tekanan reservoir selama proses produksi [9]. Selain itu, drawdown pressure yang tinggi dapat meningkatkan risiko kegagalan formasi dan mempercepat terjadinya migrasi pasir ke dalam sumur [2].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, berbagai metode sand control telah dikembangkan, seperti gravel pack, frac pack, slotted liner, dan standalone screen. Pemilihan metode sand control harus mempertimbangkan karakteristik reservoir, distribusi ukuran butir pasir, target produksi, dan aspek keekonomian operasi [4]. Suatu metode sand control dinyatakan berhasil apabila mampu mengurangi produksi pasir tanpa menurunkan produktivitas sumur secara signifikan [3].

2.2. Standalone Screen dan Pemilihan Screen

Standalone screen (SAS) merupakan metode sand control yang menggunakan screen sebagai media penyaring tanpa penambahan gravel pack. Metode ini banyak diterapkan karena memiliki desain yang sederhana, biaya instalasi yang lebih rendah, serta mampu mempertahankan produktivitas sumur apabila dirancang dengan tepat [5]. Keberhasilan penerapan standalone screen sangat dipengaruhi oleh proses screen selection yang didasarkan pada karakteristik ukuran butir pasir formasi. Pemilihan ukuran bukaan screen yang tidak sesuai dapat menyebabkan lolosnya pasir ke dalam sumur atau terjadinya plugging yang menghambat aliran fluida reservoir [7].

Desain screen harus didasarkan pada hasil analisis distribusi ukuran butir sehingga diperoleh keseimbangan antara kemampuan screen dalam menahan pasir dan kemampuan mengalirkan fluida reservoir [6]. Optimasi sand retaining precision juga terbukti dapat meningkatkan efektivitas screen dalam mengendalikan migrasi pasir tanpa mengurangi performa produksi secara signifikan [8]. Selain itu, distribusi ukuran butir, tingkat keseragaman pasir, dan kondisi produksi merupakan faktor-faktor penting yang memengaruhi keberhasilan penerapan standalone screen [10].

3. Metode

Penelitian ini dilakukan untuk merancang standalone screen sebagai metode sand control pada multiple layer Sumur PAL-S4 Lapangan Gas PAL-S. Perancangan standalone screen memerlukan pemahaman yang komprehensif terhadap karakteristik reservoir, kondisi sumur, serta parameter produksi yang memengaruhi potensi terjadinya sand production. Oleh karena itu, tahap awal penelitian difokuskan pada pengumpulan dan evaluasi data yang relevan sebagai dasar dalam proses perancangan.

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data aktual Sumur PAL-S4 yang diperoleh dari hasil kegiatan pemboran, evaluasi formasi, dan studi reservoir. Pengumpulan data dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik reservoir serta menentukan parameter yang diperlukan dalam proses desain standalone screen. Data yang dikumpulkan meliputi data produksi, data reservoir, data completion sumur, dan data petrofisika. Data-data tersebut merupakan parameter utama yang digunakan dalam analisis sistem produksi dan perencanaan completion sumur [11], [12].

Data produksi digunakan untuk mengevaluasi target produksi serta kondisi operasi sumur yang dapat memengaruhi kinerja sand control. Data reservoir digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik lapisan produktif, tekanan reservoir, dan sifat batuan yang berhubungan dengan potensi produksi pasir. Data completion sumur digunakan untuk menentukan konfigurasi completion yang akan diterapkan pada Sumur PAL-S4. Sementara itu, data petrofisika digunakan untuk mengevaluasi karakteristik reservoir dan menentukan interval produktif yang akan dipasang standalone screen.

Setelah seluruh data terkumpul, dilakukan analisis karakteristik reservoir dan evaluasi distribusi ukuran butir formasi sebagai dasar dalam proses screen selection. Tahapan analisis meliputi perhitungan derajat sementasi, kandungan clay (Vclay), kekuatan formasi, dan laju alir kritis kepasiran untuk menentukan tingkat risiko sand production. Evaluasi parameter tersebut diperlukan karena ketidaksesuaian karakteristik formasi dengan desain sand control dapat meningkatkan risiko kegagalan screen selama operasi produksi [1].

Selanjutnya dilakukan analisis particle size distribution (PSD) menggunakan data sieve analysis untuk memperoleh distribusi ukuran butir pasir formasi. Hasil analisis PSD digunakan sebagai dasar dalam pemilihan ukuran bukaan screen dan penentuan jenis standalone screen. Keberhasilan sistem screen-only completion sangat dipengaruhi oleh kesesuaian antara karakteristik pasir formasi dan ukuran screen yang digunakan [13].

Tahap berikutnya adalah pemilihan metode sand control yang paling sesuai berdasarkan karakteristik reservoir, kondisi completion, serta aspek operasional sumur. Evaluasi dilakukan terhadap beberapa alternatif metode sand control sebelum ditentukan desain akhir standalone screen. Pendekatan ini mempertimbangkan kondisi reservoir dan kebutuhan operasi dalam menentukan metode pengendalian pasir yang optimal [14].

Adapun data aktual yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Karakteristik Sumur PAL-S1

Parameter	Unit	PAL-S1
Data Sumur		
<i>Total Depth (TD)</i>	ft	10,000
<i>Mid Perforation Depth</i>	ft	8,500
<i>Bottom Hole Temperature (BHT)</i>	°F	185
<i>Casing Size</i>	in	7.0
<i>Tubing Size</i>	in	3.5
<i>Casing Pressure (Pc)</i>	psi	140
<i>Tubing Pressure (Pt)</i>	psi	100
<i>Reservoir Pressure (Pr)</i>	psi	3,100
<i>Flowing Bottom Hole Pressure (Pwf)</i>	psi	2,500
<i>Gas Production Rate (qg)</i>	MMSCFD	12.496
<i>Oil Production Rate (qo)</i>	BOPD	221
Karakteristik Fluida		
<i>Oil Gravity</i>	°API	61.60
<i>Gas Specific Gravity (SGg)</i>	-	0.620
Karakteristik Reservoir		
<i>Porosity (ϕ)</i>	%	18
<i>Permeability (k)</i>	mD	320
<i>Formation Water Resistivity (Rw)</i>	ohm-m	0.26
<i>True Formation Resistivity (Ro)</i>	ohm-m	0.854

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Analisis Potensi Kepasiran Formasi

Analisis potensi kepasiran dilakukan untuk mengevaluasi kestabilan reservoir dan menentukan kebutuhan penerapan sand control pada Sumur PAL-S4. Parameter yang digunakan meliputi derajat sementasi batuan, kandungan lempung (Vclay), kekuatan formasi, dan laju alir kritis kepasiran. Hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Potensi Kepasiran Formasi

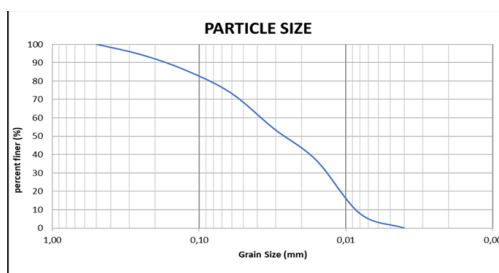
Parameter	Nilai
Derajat Sementasi (m)	1.26
Kandungan Lempung (Vclay)	25%
Kekuatan Formasi	$0.425 \times 10^{12} \text{ psi}^2$
Laju Alir Kritis	20.21 MMSCFD

Nilai derajat sementasi sebesar 1.26 menunjukkan bahwa reservoir termasuk dalam kategori slightly cemented. Nilai tersebut lebih rendah dari batas umum reservoir yang stabil, sehingga ikatan antarbutir batuan relatif lemah dan berpotensi mengalami pelepasan pasir selama produksi. Selain itu, kandungan lempung sebesar 25% menunjukkan keberadaan material lempung yang cukup signifikan dan dapat menurunkan kestabilan mekanik reservoir.

Evaluasi kekuatan formasi menghasilkan nilai sebesar $0.425 \times 10^{12} \text{ psi}^2$ yang mengindikasikan bahwa formasi termasuk kategori tidak stabil. Kondisi ini memperkuat indikasi bahwa reservoir memiliki kecenderungan mengalami sand production. Sementara itu, hasil perhitungan laju alir kritis menunjukkan nilai sebesar 20.21 MMSCFD, sedangkan laju produksi aktual berada pada kisaran 12.5 MMSCFD. Meskipun laju produksi masih berada di bawah laju kritis, kombinasi nilai sementasi yang rendah, kandungan lempung yang relatif tinggi, dan kekuatan formasi yang rendah menunjukkan bahwa reservoir tetap memiliki risiko kepasiran selama periode produksi jangka panjang.

4.2. Desain Standalone Screen

Desain standalone screen dilakukan berdasarkan karakteristik ukuran butir pasir hasil sieve analysis. Analisis ini bertujuan untuk menentukan ukuran screen yang mampu menahan migrasi pasir tanpa menimbulkan hambatan aliran yang berlebihan.



Gambar 1. Kurva Particle Size Distribution (PSD) Formasi PAL-S4

Hasil analisis PSD menunjukkan bahwa ukuran butir pasir berada pada rentang 0.009 mm hingga 0.250 mm. Nilai persentil ukuran butir dan parameter distribusi ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Parameter Distribusi Ukuran Butir Pasir

Parameter	Nilai
D10	0.009 mm
D40	0.061 mm
D90	0.125 mm
D95	0.250 mm
Uc	0.488
Sc	0.036

Nilai U_c dan S_c menunjukkan bahwa sampel pasir memiliki distribusi ukuran yang relatif seragam (uniform) dan tersortasi dengan baik (well sorted). Karakteristik ini mendukung penerapan standalone screen karena pembentukan sand bridge di sekitar screen dapat berlangsung lebih efektif dibandingkan formasi dengan distribusi ukuran butir yang sangat heterogen.

Pemilihan metode sand control dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik reservoir, ukuran butir pasir, serta keterbatasan operasi sumur. Hasil evaluasi metode sand control ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Evaluasi Metode Sand Control

Metode Sand Control	Hasil Evaluasi
Slotted Liner	Tidak Direkomendasikan
Gravel Pack	Tidak Dipilih
Standalone Screen	Dipilih

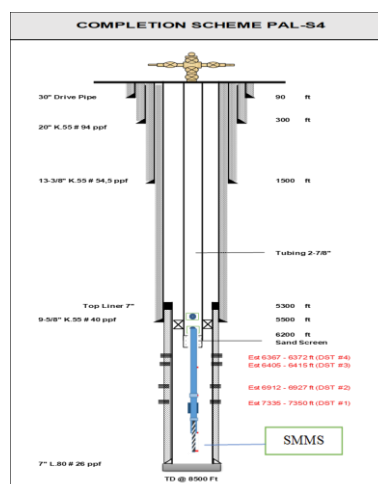
Slotted liner tidak direkomendasikan karena ukuran butir pasir yang relatif halus berpotensi menyebabkan lolosnya pasir maupun plugging. Gravel pack tidak dipilih karena memerlukan operasi well killing dan penggunaan rig yang tidak sesuai dengan kondisi operasional sumur. Oleh karena itu, standalone screen dipilih sebagai metode yang paling sesuai untuk Sumur PAL-S4.

Berdasarkan hasil screen selection, jenis screen yang dipilih adalah Shrouded-Metal Mesh Screen (SMMS). Spesifikasi desain akhir ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Desain Akhir Standalone Screen

Parameter	Value
Jenis Screen	Shrouded-Metal Mesh Screen
Ukuran Mesh	100
Bukaan Screen	149 μm
Diameter Luar (OD)	2.126 in
Diamter Dalam (ID)	1.25 in
Panjang Screen	6.9 ft
Metode Instalasi	Thru-Tubing Sand Screen

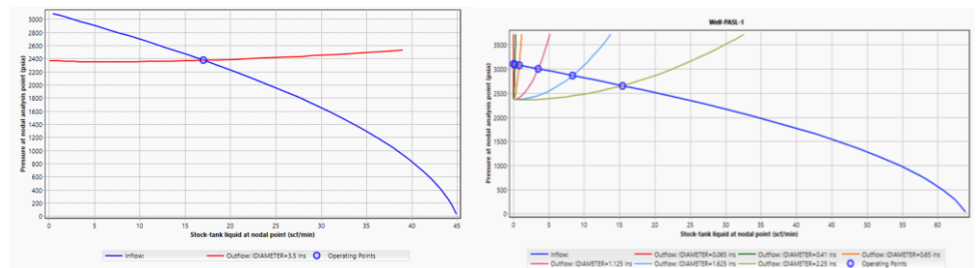
Pemilihan mesh 100 dengan ukuran bukaan 149 μm didasarkan pada hasil metode Gillespie yang memberikan keseimbangan antara kemampuan menahan pasir dan mempertahankan produktivitas sumur. Selain itu, penggunaan SMMS memberikan perlindungan tambahan terhadap kerusakan mekanik akibat kondisi lingkungan sumur.



Gambar 2. Desain Instalasi Thru-Tubing Standalone Screen pada Sumur PAL-S4

4.3. Evaluasi Kinerja Sumur

Evaluasi performa sumur dilakukan menggunakan analisis nodal untuk membandingkan kondisi sebelum dan sesudah pemasangan standalone screen. Hasil analisis menunjukkan bahwa titik operasi sumur mengalami perubahan setelah pemasangan screen akibat adanya tambahan hambatan aliran pada sistem produksi.



Gambar 3. Analisis Nodal Sebelum dan Sesudah Pemasangan Standalone Screen

Perbandingan performa sumur sebelum dan sesudah pemasangan standalone screen ditunjukkan pada Tabel 6.

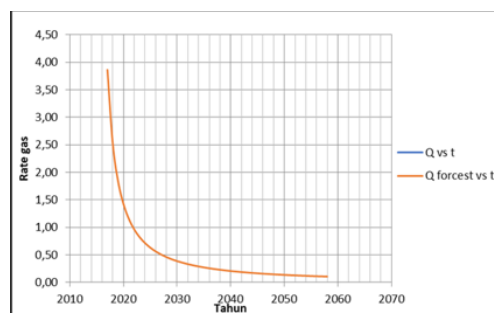
Tabel 6. Perbandingan Kinerja Sumur

Parameter	Sebelum SAS	Sesudah SAS
Well Gas Production Rate	23 scf/min	16 scf/min
Mid Perforation Depth	Open Flow	With Screen

Terjadi penurunan laju produksi setelah pemasangan standalone screen. Namun demikian, penurunan tersebut merupakan konsekuensi normal dari pemasangan media filtrasi yang berfungsi untuk mengendalikan produksi pasir. Dengan mempertimbangkan risiko kerusakan peralatan dan gangguan produksi akibat sand production, penurunan laju produksi tersebut masih dapat diterima secara operasional.

4.4. Prediksi Produksi dan Analisis Plugging

Analisis Decline Curve Analysis (DCA) dilakukan untuk memprediksi performa produksi jangka panjang Sumur PAL-S4. Hasil prediksi menunjukkan bahwa sumur masih memiliki potensi produksi hingga tahun 2058 dengan laju produksi sekitar 0.11 MMSCFD pada akhir periode prediksi.



Gambar 4. Prediksi Produksi Menggunakan Decline Curve Analysis (DCA)

Beberapa hasil prediksi produksi ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Ringkasan Prediksi Produksi

Tahun	Laju Produksi Prediksi (MMSCFD)
2017	3.86
2022	0.96
2033	0.31
2058	0.11

Selain performa produksi, potensi plugging juga dianalisis pada area perforasi dan di depan standalone screen. Hasil evaluasi ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Evaluasi Potensi Plugging

Lokasi	Estimasi Waktu Terjadinya Plugging
Lubang Perforasi	2.17 - 4.75 tahun
Standalone Screen	1.86 - 5.50 tahun

Hasil analisis menunjukkan bahwa plugging berpotensi terjadi dalam rentang waktu sekitar 2–5 tahun setelah produksi. Oleh karena itu, diperlukan program monitoring dan tindakan pencegahan seperti Coiled Tubing Unit (CTU) atau kegiatan pembersihan sumur secara berkala untuk menjaga produktivitas sumur dalam jangka panjang.

5. Perbandingan

5.1. Perbandingan Metode Sand Control

Pemilihan metode sand control dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik reservoir, distribusi ukuran butir pasir, kondisi completion, serta aspek operasional pada Sumur PAL-S4. Beberapa metode sand control yang umum digunakan pada reservoir batupasir tidak terkonsolidasi meliputi slotted liner, gravel pack, dan standalone screen. Penggunaan slotted liner telah berhasil diterapkan pada beberapa sumur horizontal karena memiliki desain yang sederhana dan biaya instalasi yang relatif rendah. Namun, efektivitas metode ini sangat dipengaruhi oleh ukuran butir pasir formasi sehingga kurang sesuai untuk reservoir dengan distribusi ukuran pasir yang halus [15]. Perbandingan beberapa metode sand control ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan Metode Sand Control pada Sumur PAL-S4

Kriteria	Slotted Liner	Gravel Pack	Standalone Screen
Kemampuan Menahan Pasir	Rendah	Tinggi	Tinggi
Membutuhkan Rig	Tidak	Ya	Tidak
Membutuhkan Killing Well	Tidak	Ya	Tidak
Kompleksitas Instalasi	Rendah	Tinggi	Sedang
Risiko Plugging	Tinggi	Rendah	Sedang
Kesesuaian untuk PAL-S4	Rendah	Sedang	Tinggi

Berdasarkan hasil evaluasi, standalone screen memiliki tingkat kesesuaian yang lebih tinggi dibandingkan metode lainnya. Slotted liner kurang sesuai karena ukuran pasir formasi PAL-S4 relatif halus, dengan nilai D10 sebesar 0,009 mm dan D95 sebesar 0,250 mm, sehingga meningkatkan risiko lolosnya pasir maupun terjadinya plugging. Sementara itu, gravel pack memiliki kemampuan sand retention yang baik, tetapi membutuhkan operasi killing well dan penggunaan rig yang meningkatkan kompleksitas serta biaya operasi [4].

Metode standalone screen dipilih karena mampu memberikan pengendalian pasir yang efektif tanpa memerlukan intervensi besar pada sumur. Selain itu, pemasangan menggunakan metode thru-tubing memungkinkan proses instalasi dilakukan dengan lebih efisien dibandingkan metode gravel pack konvensional. Hasil ini sejalan dengan pendekatan pemilihan metode sand control yang mempertimbangkan karakteristik reservoir dan aspek operasional untuk memperoleh desain yang optimal [14].

6. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang standalone screen sebagai metode pengendalian pasir pada Sumur PAL-S4 Lapangan Gas PAL-S. Hasil analisis menunjukkan bahwa Formasi Top Santul 7000 memiliki potensi mengalami permasalahan kepasiran yang ditunjukkan oleh nilai derajat sementasi sebesar 1,26 yang mengindikasikan batuan slightly cemented, kandungan lempung (Vclay) sebesar 25%, serta kekuatan formasi sebesar $0,425 \times 10^{12}$ psi² yang menunjukkan kondisi formasi tidak stabil. Selain itu, hasil particle size distribution menunjukkan ukuran butir pasir berada pada rentang 0,009–0,250 mm dengan karakteristik uniform dan well sorted.

Berdasarkan hasil screen selection, metode Standalone Screen dipilih sebagai metode sand control yang paling sesuai untuk Sumur PAL-S4. Desain yang direkomendasikan adalah Shrouded-Metal Mesh Screen (SMMS) dengan ukuran mesh 100 dan bukaan screen sebesar 149 μm yang dipasang menggunakan metode thru-tubing sand screen. Hasil evaluasi kinerja sumur menunjukkan bahwa pemasangan standalone screen menyebabkan penurunan laju produksi dari 23 scf/min menjadi 16 scf/min akibat adanya tambahan hambatan aliran. Meskipun demikian, desain yang diusulkan mampu memberikan pengendalian pasir yang lebih baik serta mengurangi risiko kerusakan peralatan produksi akibat sand production.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan standalone screen pada reservoir batupasir tidak terkonsolidasi dapat menjadi solusi yang efektif untuk mengendalikan produksi pasir dengan tetap mempertahankan produktivitas sumur pada tingkat yang dapat diterima. Selain itu, penggunaan metode thru-tubing memberikan keuntungan operasional karena dapat dilakukan tanpa intervensi rig dan tanpa kegiatan killing well, sehingga berpotensi menurunkan biaya dan kompleksitas operasi. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi dalam perencanaan sand control pada sumur gas dengan karakteristik reservoir yang serupa.

Penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena desain standalone screen disusun berdasarkan data reservoir, analisis distribusi ukuran butir, dan evaluasi performa secara prediktif tanpa verifikasi melalui implementasi lapangan dalam jangka panjang. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan evaluasi pasca-instalasi (post-installation evaluation) guna menilai efektivitas standalone screen terhadap produksi pasir, perubahan produktivitas sumur, serta perkembangan plugging selama masa operasi. Selain itu, kajian lebih lanjut mengenai optimasi ukuran screen dan analisis keekonomian secara terintegrasi juga perlu dilakukan untuk memperoleh desain sand control yang lebih optimal.

Kontribusi Penulis: Konseptualisasi: Haris Sukamto dan Nur Suhascaryo; Metodologi: Haris Sukamto dan Nur Suhascaryo; Perangkat Lunak: Haris Sukamto; Validasi: Nur Suhascaryo dan Dedy Kristanto; Analisis Formal: Haris Sukamto; Investigasi: Haris Sukamto; Sumber Daya: Haris Sukamto; Kurasi Data: Haris Sukamto; Penulisan—Persiapan Draf Asli: Haris Sukamto; Penulisan—Peninjauan dan Penyuntingan: Nur Suhascaryo dan Dedy Kristanto; Visualisasi: Haris Sukamto; Supervisi: Nur Suhascaryo dan Dedy Kristanto; Administrasi Proyek: Haris Sukamto; Akuisisi Pendanaan: Tidak berlaku. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir naskah yang diterbitkan.

Pendanaan: Penelitian ini tidak menerima pendanaan eksternal.

Pernyataan Ketersediaan Data: Data yang mendukung hasil penelitian ini tersedia dari penulis korespondensi berdasarkan permintaan yang wajar. Data tidak tersedia secara publik karena mengandung informasi teknis dan operasional yang berkaitan dengan perusahaan pengelola lapangan migas yang menjadi objek penelitian.

Ucapan Terima Kasih: Penulis menyampaikan terima kasih kepada Institut Teknologi Petroleum Balongan serta Program Studi Magister Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta atas dukungan akademik yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada pihak yang telah memberikan akses terhadap data teknis yang digunakan dalam penelitian.

Konflik Kepentingan: Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan. Pendana tidak memiliki peran dalam desain studi; dalam pengumpulan, analisis, atau interpretasi data; dalam penulisan naskah; atau dalam keputusan untuk menerbitkan hasil.

Referensi

- [1] S. Hamid and S. A. Ali, “Causes of Sand Control Screen Failures and Their Remedies,” in *SPE European Formation Damage Conference*, SPE, Jun. 1997. doi: 10.2118/38190-MS.
- [2] D. L. Tiffin, M. H. Stein, and X. Wang, “Drawdown Guidelines for Sand Control Completions,” in *SPE Annual Technical Conference and Exhibition*, SPE, Oct. 2003. doi: 10.2118/84495-MS.
- [3] B. Kuncoro, B. Ulumuddin, and S. Palar, “Sand Control for Unconsolidated Reservoirs,” in *Proceedings Simposium Nasional LATMI*, Yogyakarta, Indonesia, 2001.
- [4] E. Khomehchi, O. Ameri, and A. Alizadeh, “Choosing an optimum sand control method,” *Egyptian Journal of Petroleum*, vol. 24, no. 2, pp. 193–202, Jun. 2015, doi: 10.1016/j.ejpe.2015.05.009.

- [5] R. A. Chanpura, R. M. Hodge, J. S. Andrews, E. P. Toffanin, T. Moen, and M. Parlar, "State of the Art Screen Selection for Standalone Screen Applications," in *SPE International Symposium and Exhibition on Formation Damage Control*, SPE, Feb. 2010. doi: 10.2118/127931-MS.
- [6] A. M. Mathisen, G. L. Aastveit, and E. Alterås, "Successful Installation of Stand Alone Sand Screen in more than 200 Wells—The Importance of Screen Selection Process and Fluid Qualification," in *European Formation Damage Conference*, SPE, May 2007. doi: 10.2118/107539-MS.
- [7] N. A. Ahad, M. Jami, and S. Tyson, "A review of experimental studies on sand screen selection for unconsolidated sandstone reservoirs," *J. Pet. Explor. Prod. Technol.*, vol. 10, no. 4, pp. 1675–1688, Apr. 2020, doi: 10.1007/s13202-019-00826-y.
- [8] C. DONG, Q. ZHANG, K. GAO, K. YANG, X. FENG, and C. ZHOU, "Screen sand retaining precision optimization experiment and a new empirical design model," *Petroleum Exploration and Development*, vol. 43, no. 6, pp. 1082–1088, Dec. 2016, doi: 10.1016/S1876-3804(16)30126-4.
- [9] G. Han and M. B. Dusseault, "Quantitative Analysis of Mechanisms for Water-Related Sand Production," in *Proceedings of International Symposium and Exhibition on Formation Damage Control*, Society of Petroleum Engineers, Feb. 2002. doi: 10.2523/73737-MS.
- [10] J.-N. Furgier, B. Viguerie, E. Aubry, and P. Rivet, "Stand Alone Screens: What Key Parameters are Really Important for a Successful Design?," in *SPE European Formation Damage Conference & Exhibition*, SPE, Jun. 2013. doi: 10.2118/165170-MS.
- [11] M. J. Economides, A. D. Hill, C. Ehling-Economides, and D. Zhu, *Petroleum Production Systems*. New Jersey: Prentice-Hall PTR, 1994.
- [12] B. Tjondoro, *Well Completion and Workover*. Bandung: Program Studi Teknik Perminyakan ITB, 2007.
- [13] R. M. Hodge, R. C. Burton, V. Constien, and V. Skidmore, "An Evaluation Method for Screen-Only and Gravel-Pack Completions," in *International Symposium and Exhibition on Formation Damage Control*, SPE, Feb. 2002. doi: 10.2118/73772-MS.
- [14] M. . Parlar, R. J. Tibbles, B. . Gadiyar, and B. . Stamm, "A New Approach for Selecting Sand-Control Technique in Horizontal Openhole Completions," *SPE Drilling & Completion*, vol. 31, no. 01, pp. 004–015, Mar. 2016, doi: 10.2118/170691-PA.
- [15] A. D. Syahrani, D. Pinartjojo, and T. R. Popp, "Aplikasi Slotted Liner Completion Sebagai Sand Control pada Sumur-sumur Horizontal di Lapangan Attaka UNOCAL Indonesia," in *Proceedings Simposium Nasional LATMI*, Yogyakarta, Indonesia, 2001.