

**Penerapan *Sand Consolidation Treatment* sebagai Upaya Pencegahan Produksi Pasir:
Studi Laboratorium Formasi *Unconsolidated* Sumur BYP-5**

**Penerapan *Sand Consolidation Treatment* sebagai Upaya Pencegahan
Produksi Pasir: Studi Laboratorium Formasi *Unconsolidated*
Sumur BYP-5**

Valentino Manda Tandiassang¹, Nurul Aulia Dewi¹, Bagus Yusuf Prabu Sinambela¹

¹ Program Studi Teknik Perminyakan, Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan, Balikpapan, Indonesia

Corresponding author: valenmnda@gmail.com

Abstract

Unconsolidated formations are prone to sand production issues that can damage production facilities and increase operational costs. The sand consolidation method is a preventive solution that involves injecting a special fluid into the formation, requiring an optimal shut-in time to ensure maximum curing. This study was conducted using a laboratory experimental method through curing test, crush test, and regained permeability testing on core samples from the unconsolidated formation of Well BYP-5. This research aims to determine the optimal shut-in time to maximize curing strength and regained permeability in order to protect the formation while maintaining well productivity. The result show a regained permeability of 79%, meeting the client's quality standard (60-80%). Based on the curing time and crush test, the optimal shut-in time is 11 days, where the core is able to withstand a reservoir pressure of up to 1,227 psi. The 11-day shut-in period is considered the best compromise between technical and cost efficiency, particularly for unconsolidated formation such as Well BYP-5.

Keywords: *Sand Consolidation, Shut-in Time, Curing Strength, Regained Permeability, Unconsolidated Formation.*

Abstrak

Formasi *unconsolidated* rentan terhadap masalah *sand production* yang dapat merusak fasilitas produksi dan meningkatkan biaya operasi. Metode *sand consolidation* merupakan solusi preventif dengan menginjeksi fluida khusus ke formasi, yang memerlukan waktu *shut-in* optimal agar proses *curing* berjalan maksimal. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode eksperimen laboratorium melalui pengujian *curing test*, *crush test*, dan *regained permeability* terhadap sampel *core* formasi *unconsolidated* sumur BYP-5. Penelitian ini bertujuan menentukan waktu *shut-in* optimal untuk memaksimalkan *curing strength* dan *regained permeability* guna melindungi formasi sekaligus mempertahankan produktivitas sumur. Hasil penelitian menunjukkan *regained permeability* sebesar 79%, memenuhi standar kualitas *client* (60-80%). Berdasarkan *curing time* dan *crush test*, waktu *shut-in* optimal adalah 11 hari, dimana *core* mampu menahan tekanan *reservoir* hingga 1,227 psi. Waktu *shut-in* 11 hari dinilai sebagai kompromi terbaik antara efisiensi teknis dan efisiensi biaya, khususnya pada formasi *unconsolidated* seperti sumur BYP-5.

Kata kunci: *Sand Consolidation, Waktu Shut-In, Curing Strength, Regained Permeability, Formasi Unconsolidated.*

I. PENDAHULUAN

Produksi pasir merupakan salah satu permasalahan utama yang umum dijumpai pada sumur produksi dengan formasi *unconsolidated*. Fenomena ini terjadi akibat lemahnya ikatan antar butiran pasir yang disebabkan oleh tegangan dan aliran fluida yang melampaui laju alir kritis. Dampak yang ditimbulkan cukup serius, mulai dari erosi *tubing* dan *casing*, akumulasi pasir di dasar sumur, hingga keruntuhan formasi yang dapat menghentikan produksi secara permanen. Kondisi ini tidak hanya mengancam integritas sumur, tetapi juga menimbulkan biaya operasional yang signifikan akibat kegiatan perbaikan dan penanganan pasir di permukaan (Tronvoll et al., 1997).

Berbagai metode pengendalian pasir telah dikembangkan, seperti *gravel pack* dan *screen liner*. Namun, metode-metode tersebut membutuhkan investasi yang cukup tinggi, terutama untuk sumur dengan umur ekonomis pendek. *Sand consolidation* muncul sebagai alternatif preventif yang lebih efisien, bekerja dengan cara menginjeksikan resin khusus ke dalam formasi untuk mengikat butiran pasir di sekitar zona perforasi. Metode ini memungkinkan produksi tetap berjalan tanpa mengorbankan akses penuh terhadap lubang sumur (Hasmin et al., 2022; Chaloupka et al., 2010; Andrieu et al., 2018).

Keberhasilan *sand consolidation* sangat ditentukan oleh durasi *shut-in*, yaitu waktu yang dibutuhkan agar resin mengeras secara optimal. Waktu *shut-in* yang terlalu singkat berisiko menghasilkan kekuatan ikatan yang tidak memadai, sementara waktu yang terlalu panjang berdampak pada kerugian produksi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan waktu *shut-in* yang paling optimal melalui analisis *curing test*, *crush test*, dan *regained permeability* pada sampel *core*, khususnya pada formasi *unconsolidated* sumur BYP-5 (Halliburton Company, 2016; Halliburton Company, 2012).

Pengujian laboratorium terhadap fluida *sand consolidation* umumnya dilakukan melalui tiga tahap utama, yaitu *curing test* untuk menentukan komposisi resin dan waktu pengerasan optimal, *crush test* untuk mengukur kekuatan tekan sampel terhadap tekanan *reservoir*, serta pengukuran *regained permeability* untuk memastikan kemampuan alir formasi tidak mengalami penurunan signifikan setelah dilakukan pengujian (Halliburton Company, 2016). Pendekatan pengujian ini telah banyak digunakan dalam studi lapangan sebelumnya untuk memvalidasi efektivitas fluida *sand consolidated* sebelum diaplikasikan secara actual di sumur produksi (Chaloupka et al., 2010; Vena Sasmita et al., 2021).

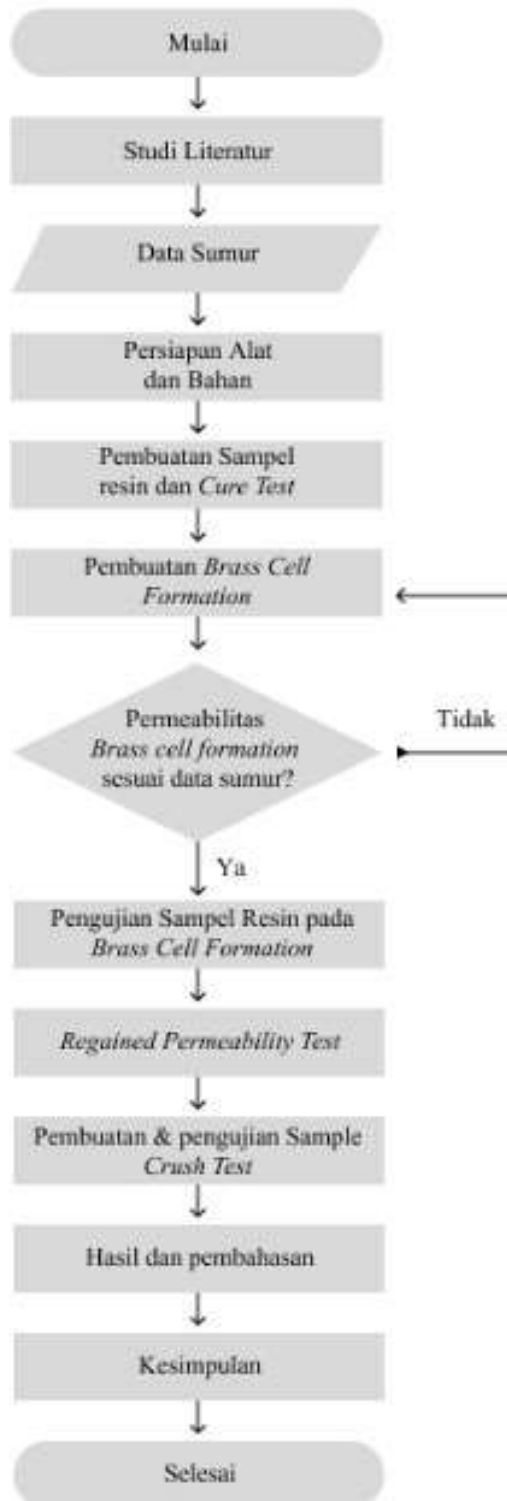
II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan pada periode Oktober hingga Desember 2024 dengan menggunakan metode eksperimen. Metode ini dipilih untuk memperoleh data empiris melalui pengujian langsung di laboratorium terhadap sampel formasi *unconsolidated* dari sumur BYP-5. Tujuan dari penelitian adalah untuk menganalisis pengaruh variasi waktu *shut-in* terhadap keberhasilan proses *sand consolidation*, meliputi nilai *curing strength*, *regained permeability*, dan kekuatan tekan hasil *crush test*.

Rancangan metodologi meliputi penentuan waktu dan lokasi penelitian serta penyusunan prosedur penelitian secara sistematis. Tahapan penelitian diawali dengan studi literatur dan pengumpulan data sumur, meliputi nilai permeabilitas awal, tekanan, kedalaman, dan temperatur *reservoir*. Selanjutnya dilakukan pembuatan sampel resin dengan memvariasikan komposisi resin dan *hardener*, kemudian dilakukan *curing test* untuk mengevaluasi tingkat pengerasan pada masing-masing variasi. Sampel

Penerapan *Sand Consolidation Treatment* sebagai Upaya Pencegahan Produksi Pasir: Studi Laboratorium Formasi *Unconsolidated* Sumur BYP-5

brass cell formation dibuat dan diverifikasi nilai permeabilitasnya agar mendekati data aktual sumur sebelum pengujian dilanjutkan. Data yang diperoleh dianalisis untuk mengevaluasi efektivitas waktu *shut-in* dalam mengoptimalkan kekuatan ikatan resin terhadap butiran pasir serta kemampuan formasi dalam mempertahankan permeabilitas setelah penerapan *sand consolidation*.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Alat dan Bahan

Berikut ini merupakan alat-alat yang dipergunakan dalam proses penelitian:

Tabel 1. Alat yang digunakan

No.	Nama Alat	Fungsi Alat
1	<i>Sand Consolidation Equipment</i>	Menginjeksikan fluida resin ke dalam formasi
2	Oven	Memanaskan dan mengeringkan sampel resin pada proses curing
3	<i>Digital Compressive Strength Tester</i>	Mengukur kekuatan tekan sampel hasil <i>crush test</i>
4	<i>Brass Cell</i>	Membentuk sampel formasi pasir batuan
5	Timbangan Digital	Menimbang bahan yang akan digunakan
6	Peralatan Laboratorium	Menunjang proses pembuatan dan pengujian sampel

Berikut ini merupakan bahan-bahan yang dipergunakan dalam proses penelitian:

Tabel 2. Bahan yang digunakan

No.	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1	Pasir Silika / <i>Frac Sand</i>	-	75 gram
2	Pasir Proppant	-	2.500 gram
3	Resin	Fluida <i>Sand Consolidation</i>	25 ml
4	Hardener	Katalisator resin	52 ml
5	Diesel	<i>Spacer</i> / Pembilas	2 liter

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Cure Test

Cure test dilakukan untuk menentukan komposisi optimal campuran resin dan *hardener* berdasarkan parameter suhu dan waktu pengerasan. Pengujian dilakukan dengan metode *trial and error* pada 5 variasi komposisi di dalam oven bersuhu 66°C. Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3, komposisi yang memenuhi target *curing time* 10 jam adalah resin LTA 50%, *hardener* LTB 24%, dan HTB 26% dengan waktu pengerasan 10 jam 5 menit.

Tabel 3. Hasil *Cure Test*

No.	Resin LTA	Hardener LTB	Hardener HTB	Curing Time	Suhu (°C)	Hasil
1	50%	28%	22%	3 jam 45 menit	66	X
2	50%	26%	24%	5 jam 13 menit	66	X
3	50%	24%	26%	10 jam 5 menit	66	✓
4	50%	22%	28%	16 jam 15 menit	66	X
5	50%	20%	30%	21 jam 20 menit	66	X

2. Regained Permeability

Pengukuran *regained permeability* dilakukan setelah proses injeksi fluida *sand consolidation* selesai dan sampel didiamkan selama 10 jam. Hasil pengujian menunjukkan nilai permeabilitas awal

Penerapan *Sand Consolidation Treatment* sebagai Upaya Pencegahan Produksi Pasir: Studi Laboratorium Formasi *Unconsolidated* Sumur BYP-5

sebesar 2.399 mD dan permeabilitas akhir sebesar 1.895 mD, sehingga diperoleh nilai *regained permeability* sebesar 79%. Nilai ini berada dalam rentang standar kualitas yang ditetapkan sebesar 60–80% (Halliburton Company, 2016), yang mengindikasikan bahwa fluida *sand consolidation* berhasil mengikat butiran pasir tanpa mengorbankan kemampuan alir formasi secara signifikan (Vena Sasmita et al., 2021).

Tabel 4. Hasil *Regained Permeability*

Parameter	Nilai
<i>Initial Permeability</i>	2.399 mD
<i>Final Permeability</i>	1.895 mD
<i>Regained Permeability</i>	79%

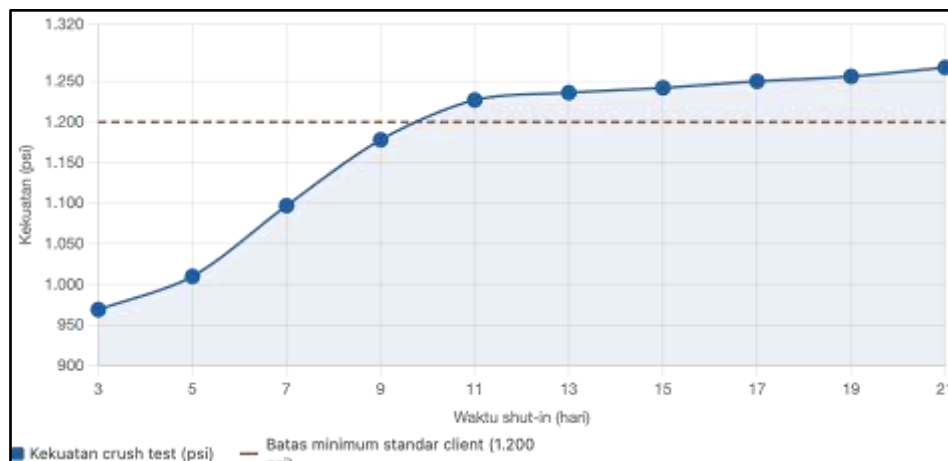
3. *Crush Test*

Crush test dilakukan untuk mengevaluasi kekuatan ikatan resin terhadap butiran pasir pada berbagai variasi waktu pemanasan dalam oven. Pengujian dilakukan pada 10 sampel dengan rentang waktu 3 hingga 21 hari menggunakan alat *Digital Compressive Strength Tester*.

Tabel 5. Hasil *Crush Test*

No.	Waktu (Hari)	Kekuatan (lbs)	Kekuatan (psi)
1	3	760	969
2	5	792	1.010
3	7	861	1.097
4	9	924	1.178
5	11	963	1.227
6	13	969	1.236
7	15	975	1.242
8	17	981	1.250
9	19	986	1.256
10	21	994	1.267

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kekuatan meningkat seiring bertambahnya waktu pemanasan. Peningkatan paling signifikan terjadi antara hari ke-3 hingga ke-11, di mana kekuatan mencapai 1.227 psi dan telah memenuhi batas minimum standar *client* sebesar 1.200 psi untuk formasi *unconsolidated* (Halliburton Company, 2016; Halliburton Company, 2012). Setelah hari ke-11, peningkatan kekuatan mulai melambat dan mendekati titik jenuh. Oleh karena itu, waktu *shut-in* selama 11 hari ditetapkan sebagai waktu optimal yang paling efisien secara teknis maupun ekonomi dalam penerapan *sand consolidation* pada sumur BYP-5 (Abidiy et al., 2020).



Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Kekuatan Crush Test

Pengujian ini menunjukkan pola pengerasan resin yang khas, yaitu fase peningkatan cepat (*rapid curing phase*) pada hari ke-3 hingga ke-11, diikuti fase stabil (*plateau phase*) setelah hari ke-11 dengan peningkatan kekuatan kurang dari 5% per dua hari. Pola ini mengindikasikan bahwa reaksi cross-linking antara resin dan hardener telah mendekati titik jenuh, sehingga perpanjangan waktu *shut-in* lebih lanjut tidak memberikan tambahan kekuatan yang signifikan secara teknis maupun ekonomis.

IV. KESIMPULAN

Penerapan metode *sand consolidation* terbukti efektif dalam mengendalikan masalah kepasiran pada formasi *unconsolidated* sumur BYP-5. Nilai *regained permeability* yang diperoleh sebesar 79% memenuhi standar kualitas yang ditetapkan sebesar 60–80%, mengindikasikan bahwa formasi masih mampu mempertahankan kemampuan alir fluida secara optimal setelah proses konsolidasi dilakukan. Selain itu, berdasarkan hasil *curing test* dan *crush test*, waktu *shut-in* selama 11 hari terbukti menjadi periode optimal dengan kekuatan ikatan resin mencapai 1.227 psi dan telah memenuhi batas minimum standar untuk formasi *unconsolidated*. Peningkatan kekuatan setelah hari ke-11 tidak menunjukkan kenaikan yang signifikan, sehingga perpanjangan waktu *shut-in* di luar periode tersebut tidak memberikan manfaat teknis yang berarti namun berpotensi menimbulkan kerugian produksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua atas doa dan dukungan yang telah diberikan selama proses penelitian dan penulisan artikel ini. Terima kasih juga kepada STT Migas Balikpapan yang telah memberikan izin penggunaan laboratorium dan peralatan *sand consolidation* sehingga penelitian dapat terlaksana dengan baik.

**Penerapan *Sand Consolidation Treatment* sebagai Upaya Pencegahan Produksi Pasir:
Studi Laboratorium Formasi *Unconsolidated* Sumur BYP-5**

REFERENSI

- Abidiy, I., Aulia, R., Rizky, M., Ismail, T., Setiawan, H., Jamal, M., & Sobirin, M. (2020). Sand Consolidation Operation Strategy for Boosting Production while Performing Cost Optimization. IATMI Professional Technical Paper 2020.
- Andrieu, J., Kutzky, B., Schackmann, B., Ag, G., Mahardhini., Abidiy, I., & Poitrenaud, H. (2018). Tunu: From Lab to Field Application with a New Hybrid Inorganic-Organic Sand Consolidation Fluid as Primary Treatment on Shallow Reservoirs. SPE-189548. Society of Petroleum Engineers.
- Chaloupka, V., Riyanto, L., Tran, Q.-B., Rayne, A., Kristanto, T., & Haekal, M. (2010). Remedial Sand Consolidation: Case Study from Mahakam Delta, Indonesia. Society of Petroleum Engineers.
- Haghshenas, A., & Cuthbert, A. (2015). Probabilistic Bullheading Analysis is a Unique Risk Assessment Tool for Drilling and Completion Equipment Selection for Critical HP/HT Wells. SPE 74728. Society of Petroleum Engineers.
- Halliburton Company. (2012). Halliburton Technology Bulletin FDP-S826-06 Arctic Expedite 225 Resin System. Halliburton Energy Services.
- Halliburton Company. (2016). Halliburton Technology Bulletin SandTrap 350 Formation Consolidation Services. Halliburton Energy Services.
- Hasmin, M., Jeffry, S., Tusimin, F., Cheol, H., Anand, S., Zeidan, A., Kamaruddin, N., Karim, N., & Omar, M. (2022). Application of Resin Sand Consolidation as Primary Sand Control: Case Study of a New Development Well in Offshore Sarawak. SPE 211561. Society of Petroleum Engineers – ADIPEC 2022.
- Tronvoll, J., Papamichos, E., Skjærstein, A., & Sanfilipo, F. (1997). Sand Production in Ultra-Weak Sandstones: Is Sand Control Absolutely Necessary? SPE 39042. Petroleum Engineering Conference and Exhibition, Rio de Janeiro, Brazil.
- Vena Sasmita, A., Sisworini, S., & Pratiwi, R. (2021). The Successful Use of Sand Consolidation at Tunu Field. Jurnal Eksakta Kebumian. Universitas Trisakti.