



LPPM UPN "VETERAN" YOGYAKARTA 2024

PERMASALAHAN KEPASIRAN DAN GAS INTERFERENCE



Penulis :

Dr. Suranto, S.T., M.T.

Dr. Ir. Boni Swadesi, S.T., M.T.

**Dr. Ir. Dedy Kristanto, M.T. IPU., ASEAN Eng.,
APEC Eng**

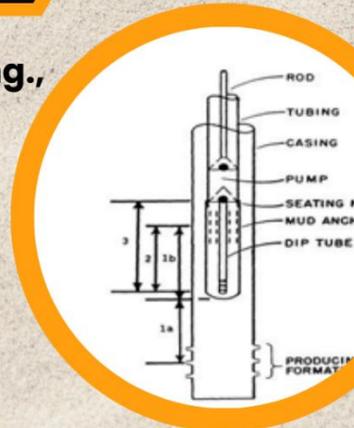
Dr. Herlina Wijayanti

Aris Widodo, M.T.

Azhar Faari Fatahillah

Brian Tony, S.T., M.T.

Indah Widiyaningsih, S.T., M.T.



**PERMASALAHAN KEPASIRAN DAN
*GAS INTERFERENCE***

Penulis :

Dr. Suranto, S.T., M.T.

Dr. Ir. Boni Swadesi, S.T., M.T.

Dr. Ir. Dedy Kristanto, M.T. IPU., ASEAN Eng., APEC Eng

Dr. Herlina Wijayanti

Aris Widodo, M.T.

Azhar Faari Fatahillah

Brian Tony, S.T., M.T.

Indah Widiyaningsih, S.T., M.T.

Publikasi Oleh :

LPPM UPN Veteran Yogyakarta

2024

PERMASALAHAN KEPASIRAN DAN *GAS INTERFERENCE*

Penulis :

Dr. Suranto, S.T., M.T.

Dr. Ir. Boni Swadesi, S.T., M.T.

Dr. Ir. Dedy Kristanto, M.T. IPU., ASEAN Eng., APEC Eng

Dr. Herlina Wijayanti

Aris Widodo, M.T.

Azhar Faari Fatahillah

Brian Tony, S.T., M.T.

Indah Widiyaningsih, S.T., M.T.

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik elektronik maupun mekanik, termasuk fotokopi, rekaman, atau sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis.

Desain Sampul dan Penyuntingan: Azhar Faari Fatahillah

Diterbitkan oleh LPPM UPN Veteran Yogyakarta

Edisi Pertama, 2024

ISBN: 978-623-389-448-7



Diterbitkan dan Dicitak oleh:

Penerbit LPPM UPN Veteran Yogyakarta

Jl. Padjajaran 104 (Lingkar Utara), Condongcatur, Yogyakarta,
55283

Telp. (0274) 486188, 486733, Faks. (0274) 486400

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang dengan rahmat, taufik, dan kekuatan-Nya, sehingga penyusunan buku ini dapat diselesaikan. Buku "Permasalahan Kepasiran dan *Gas Interference*" disusun sebagai salah satu buku yang diterbitkan oleh LPPM Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta. Buku ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak yang telah banyak membantu. Penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi perbaikan dalam penulisan selanjutnya. Akhirnya, penulis berharap buku ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan serta pengalaman yang bermakna bagi penulis dan siapa pun yang membacanya.

Yogyakarta, Oktober 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
BAB I PERMASALAHAN KEPASIRAN	1
BAB II DAMPAK PRODUKSI KEPASIRAN.....	19
BAB III PENANGGULANGAN KEPASIRAN	24
BAB IV GAS INTERFERENCE.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....	62

BAB I PERMASALAHAN KEPASIRAN

Kepasiran adalah masalah utama bagi industri minyak dan gas, terutama di sektor hulu. Terproduksinya pasir merupakan permasalahan yang tidak diinginkan dalam eksploitasi minyak bumi, permasalahan ini menyebabkan terjadinya kerusakan pada fasilitas di atas permukaan dan di downhole peralatan. Pasir yang terangkat berasal dari reservoir tersier yang lebih muda, seperti pasir Miosen dan Pliosen. Pada reservoir tersebut memiliki lapisan pasir yang *unconsolidated* dan rawan terhadap perubahan tekanan reservoir dan aliran air sehingga mendukung terjadinya masalah kepasiran (Ratuarat & Nirmala, 2022; Saputra, 2016). Masalah kepasiran terjadi ketika partikel pasir dari formasi reservoir terbentuk bersama dengan fluida (gas atau minyak). Kondisi ini dapat menyebabkan berbagai masalah, seperti kerusakan peralatan produksi dan penurunan efisiensi sumur.

Permasalahan yang disebabkan dari terangkatnya pasir dipermukaan ini dapat dipengaruhi oleh beberapa dampak diantaranya :

- Kerusakan peralatan produksi (pipa, katup, pompa, dll.).
- Penyumbatan pipa dan peralatan produksi.
- Penurunan produktivitas sumur.
- Peningkatan biaya perawatan dan perbaikan.
- Mengurangi kapasitas produksi drastis akibat naiknya butiran pasir tersuspensi dalam fluida produksi.
- Pembengkokan selubung atau liner akibat terbentuknya rongga-rongga di sekitar lubang perforasi karena pasir terproduksi terus-menerus ke permukaan.

Dalam permasalahan kepasiran dapat disebabkan oleh faktor-faktor yang mempengaruhi kepasiran antara lain (Hamid, 2016):

1. Kekuatan Formasi

Kemampuan batuan reservoir untuk menahan gaya dan tekanan disebut kekuatan formasi. Kekuatan formasi menentukan seberapa mudah partikel pasir terlepas dari matriks batuan dan terbawa oleh aliran fluida dalam konteks kepasiran. Ketahui kekuatan formasi untuk mengetahui kestabilannya dan kecenderungannya untuk menghasilkan pasir dari formasi. Kriteria Tixier menentukan kekuatan

formasi berdasarkan perbandingan Shear Modulus (G) dan Bulk Modulus (Cb) menjadi dua kriteria:

- $G/C_b < 0.8 \times 10^{12} \text{ psi}^2$ adalah formasi kompak (tidak stabil)
- $G/C_b > 0.8 \times 10^{12} \text{ psi}^2$ adalah formasi kompak (stabil)

Untuk melakukan perhitungan kekuatan formasi, data primer seperti kandungan lempung (V_{clay}), waktu transit (t), dan densitas batuan (b) diperlukan. Formasi lemah lebih rentan terhadap kepasiran. Kekuatan bentuk reservoir yang terdiri dari batuan sedimen, seperti batupasir, bervariasi. Kekuatan ini bergantung pada seberapa kuat butiran pasir terikat satu sama lain. Jika kekuatan formasi kurang, butiran pasir akan mudah terlepas ketika fluida (gas atau minyak) mengalir melalui pori-pori batuan. Faktor seperti jenis batuan, sementasi, dan tekanan *Overburden* memengaruhi kekuatan formasi.

Kekuatan Formasi Mempengaruhi Kepasiran

• Formasi yang Lemah

Formasi yang lemah dengan kekuatan kohesi dan sudut geser dalam yang rendah lebih rentan terhadap kepasiran. Pada

saat tekanan *drawdown* meningkat akibat produksi minyak bumi hal ini menyebabkan terjadinya gaya gesek fluida dapat dengan mudah mengatasi kekuatan ikatan antar partikel dan menyebabkan partikel-partikel mudah terlepas.

- **Perubahan Tegangan**

Perubahan pada distribusi tegangan di dalam formasi berubah karena penurunan tekanan reservoir karena produksi fluida. Perubahan ini dapat menyebabkan batuan runtuh dan pelepasan pasir. Karena tekanan formasi menurun, kekuatan formasi juga menurun. Dalam reservoir, batuan mengalami tegangan yang berbeda. Ini termasuk tegangan *Overburden*, yang disebabkan oleh berat batuan di atasnya, dan tegangan pori, yang disebabkan oleh tekanan fluida di dalam pori-pori. Perubahan tegangan ini dapat berdampak pada stabilitas formasi.

- **Kekuatan Kohesi**

Kekuatan kohesi adalah gaya tarik-menarik antar partikel-partikel batuan. Jika kekuatan kohesi rendah, batuan mudah hancur dan partikelnya mudah terlepas.

- **Zona Lemah**

Formasi seringkali memiliki zona-zona lemah akibat rekahan, sesar, atau variasi litologi. Zona-zona ini lebih rentan terhadap kepasiran karena kekuatan ikatannya yang lebih rendah.

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kekuatan Formasi

- **Jenis Batuan**

Jenis batuan yang di batu pasir tidak terkonsolidasi dengan baik memiliki kekuatan yang lebih rendah daripada batu pasir yang tersedimentasi dengan kuat.

- **Sementasi**

Sementasi yang baik meningkatkan kekuatan kohesi batuan.

- **Kandungan Lempung**

Lempung dapat mempengaruhi kekuatan batuan, tergantung pada jenis dan distribusinya.

- **Tekanan *Overburden***

Pada tekanan *Overburden* yang tinggi dapat meningkatkan kekuatan batuan, tetapi juga dapat menyebabkan kegagalan jika perubahan tekanan terlalu besar.

- **Sudut Geser Dalam (*Angle of Internal Friction*)**

Sudut geser dalam adalah ukuran resistensi batuan terhadap geseran. Sudut geser dalam yang rendah menunjukkan bahwa batuan mudah mengalami deformasi dan kegagalan.

2. Sementasi Batuan

Sementasi batuan merupakan proses pengikatan butiran-butiran mineral dalam batuan sedimen oleh material pengikat yang mengendap di antara pori-pori batuan. Kandungan pada sementasi batuan biasanya berupa kalsit, silika, atau lempung.

Pada kekuatan batuan yang baik dengan kekuatan yang tinggi, akan menyebabkan butiran-butiran pasir sulit terlepas dan ikut terproduksi. Begitu juga sebaliknya, sementasi yang buruk atau tidak merata menyebabkan batuan menjadi lemah dan mudah hancur, sehingga meningkatkan risiko kepasiran. Komposisi pada semen dengan jenis dan jumlah mineral semen mempengaruhi kekuatan ikatan antar butiran. Pada distribusi komponen sementasi yang merata memberikan kekuatan yang lebih baik daripada sementasi yang tidak merata. Adanya porositas dan permeabilitas dengan pori-pori

yang besar dan permeabilitas yang tinggi memungkinkan fluida mengalir lebih mudah, tetapi juga meningkatkan risiko kepasiran jika sementasi lemah. Perubahan tekanan dan temperatur reservoir dapat melarutkan semen batuan.

Dampak yang mempengaruhi dalam problem kepasiran yaitu butiran-butiran pasir yang tidak terikat kuat akan mudah terlepas dan ikut terproduksi bersama fluida. Adanya kerusakan pada peralatan produksi yang terproduksi dapat mengikis dan merusak peralatan produksi seperti pipa, katup, dan pompa. Penurunan produktivitas dari penumpukan pasir di dalam sumur dapat menghambat aliran fluida dan mengurangi produktivitas sumur. Analisis dari sementasi batuan menilai kualitas sementasi batuan, para ahli teknik perminyakan menggunakan berbagai metode, antara lain:

- **Analisis petrografi**

Pemeriksaan sampel batuan menggunakan mikroskop untuk mengidentifikasi jenis dan distribusi semen.

- **Analisis inti batuan**

Analisis inti batuan yang mengukur kekuatan ikatan antar butiran, dilakukan di laboratorium.

- **Log geofisika**

Penggunaan alat geofisika untuk mengukur sifat batuan di dalam sumur seperti kekuatan dan porositas.

Beberapa metode untuk mencegah kepasiran yang disebabkan oleh sementasi yang buruk dapat digunakan untuk mencegah kepasiran, seperti: bungkus pasir, yang merupakan pemasangan kerikil di sekitar lubang sumur untuk menyaring butiran pasir; konsolidasi pasir, yang merupakan penyuntikan bahan kimia ke dalam formasi untuk memperkuat ikatan antar butiran pasir.

- *Gravel Pack* yaitu pemasangan kerikil di sekitar lubang sumur untuk menyaring butiran pasir.
- Konsolidasi pasir yaitu penyuntikan bahan kimia ke dalam formasi untuk memperkuat ikatan antar butiran pasir.
- Pengendalian laju produksi yaitu mengurangi laju produksi untuk mengurangi tekanan pada formasi dan meminimalkan produksi pasir.

Sementasi yang buruk menyebabkan partikel-partikel pasir mudah terlepas dari matriks batuan. Faktor sementasi yang kecil menyebabkan formasi menjadi lebih rentan terhadap kepasiran.

3. Laju Produksi

Parameter formasi produktif adalah nilai laju alir kritis kepasiran (Q_z), yang menentukan apakah suatu sumur akan memproduksi pasir atau tidak. Laju alir kritis kepasiran adalah laju aliran fluida maksimum reservoir, yang akan memproduksi pasir jika harga tersebut terlampaui.

Dengan menggunakan persamaan berikut, luas kelengkungan butir pasir pada saat pengamatan (A_z) dan luas kelengkungan butir pasir pada kondisi tes (A_t) masing-masing memiliki nilai yang sama, dan faktor volume formasi air formasi adalah 1 bbl/STB dan viskositas air formasi adalah 1 cP. Laju produksi yang tinggi dapat menyebabkan kepasiran. Pasir juga terproduksi karena laju produksi yang tinggi. Tekanan *drawdown*, yang merupakan perbedaan tekanan antara sumur dan reservoir, meningkat ketika laju produksi fluida dari sumur menjadi terlalu tinggi. Peningkatan tekanan *drawdown* ini dapat menyebabkan gaya gesek yang lebih besar antara fluida dan butiran pasir, meningkatkan risiko kepasiran. Laju produksi yang tinggi (lebih tinggi dari laju produksi kritis) menyebabkan pasir ikut terproduksi. Laju produksi merujuk pada volume fluida (gas atau minyak) yang diproduksi dari sumur.

Laju produksi yang tinggi dapat menyebabkan peningkatan tekanan *drawdown*, yang dapat memicu kepasiran. Laju produksi yang besar (lebih besar dari laju produksi kritis) menyebabkan pasir ikut terproduksi. Ketika laju produksi fluida dari sumur terlalu tinggi, tekanan *drawdown* (perbedaan tekanan antara reservoir dan sumur) akan meningkat. Peningkatan tekanan *drawdown* ini dapat menyebabkan gaya gesek yang lebih besar antara fluida dan butiran-butiran pasir, sehingga meningkatkan risiko kepasiran. Laju produksi yang besar (lebih besar dari laju produksi kritis) menyebabkan pasir ikut terproduksi. Laju produksi merujuk pada volume fluida (minyak atau gas) yang diproduksi dari sumur per satuan waktu. Laju produksi yang terlalu tinggi dapat memicu permasalahan kepasiran melalui beberapa mekanisme:

- **Tekanan *Drawdown***

Terjadi penurunan tekanan di sekitar lubang sumur ketika fluida dihasilkan dari sumur. Laju produksi yang tinggi menyebabkan tekanan *drawdown* yang lebih besar; gaya gesek yang lebih tinggi antara fluida dan partikel pasir dapat menyebabkan kepasiran. Penurunan tekanan ini dikenal sebagai tekanan *drawdown*.

- **Kecepatan Aliran**

Laju produksi yang tinggi menyebabkan kecepatan aliran fluida yang lebih tinggi di dalam pori-pori batuan. Kecepatan aliran yang lebih tinggi dapat menyebabkan matriks batuan rusak dan mengeluarkan partikel pasir.

- **Laju Produksi Kritis**

Laju produksi kritis adalah laju produksi maksimum yang dapat dicapai tanpa menyebabkan kepasiran di setiap formasi reservoir. Jika laju produksi melebihi laju produksi kritis, risiko kepasiran akan meningkat secara signifikan. Laju produksi mempengaruhi kepasiran dengan beberapa cara:

- Gaya Gesek yaitu ketika fluida melalui pori-pori batuan, terjadi gaya gesek antara fluida dan permukaan partikel pasir.
- Turbulensi Aliran yaitu laju produksi yang tinggi dapat menyebabkan aliran fluida menjadi turbulen, yang dapat menyebabkan fluktuasi tekanan.
- Perubahan Tegangan yaitu laju produksi yang tinggi dapat menyebabkan perubahan tegangan yang cepat di sekitar lubang sumur. Perubahan tegangan ini dapat menyebabkan batuan runtuh dan partikel pasir dilepaskan.

4. Karakteristik Fluida

Viskositas dan densitas fluida dapat memengaruhi kemampuan fluida untuk membawa partikel-partikel pasir. Karakteristik fluida reservoir, seperti viskositas dan densitas, sangat penting untuk masalah kepasiran. Fluida dengan viskositas rendah dan densitas tinggi memiliki kemampuan yang lebih besar untuk membawa partikel pasir. Karakteristik fluida reservoir, seperti viskositas dan densitas, memainkan peran penting dalam permasalahan kepasiran.

a) Viskositas

Viskositas adalah ukuran seberapa tahan fluida terhadap aliran. Fluida dengan viskositas rendah, seperti gas atau minyak ringan, lebih mudah mengalir, tetapi juga lebih mudah membawa partikel pasir. Fluida dengan viskositas tinggi, seperti minyak berat, lebih sulit mengalir, tetapi juga lebih sulit membawa partikel pasir.

b) Densitas

Densitas adalah massa fluida per satuan volume. Fluida dengan densitas tinggi, seperti air formasi, memiliki

kapasitas yang lebih besar untuk mengangkat dan membawa partikel pasir.

c) **Kecepatan Aliran**

Gaya gesek yang terjadi pada partikel pasir dipengaruhi oleh kecepatan aliran fluida di dalam pori-pori batuan; kecepatan aliran yang tinggi dapat menyebabkan partikel pasir terlepas.

Faktor utama yang menyebabkan kepasiran adalah gaya gesek fluida antara partikel pasir dan fluida.

- Besar gaya gesek ini dipengaruhi oleh viskositas dan kecepatan aliran fluida. Fluida dengan viskositas rendah memiliki gaya gesek yang lebih besar.
- Kemampuan fluida untuk mengangkat dan membawa partikel pasir dipengaruhi oleh densitasnya; fluida dengan densitas tinggi memiliki kapasitas pengangkutan pasir yang lebih besar.
- Perubahan karakteristik fluida adalah ketika ada perubahan karakteristik fluida di reservoir, seperti penurunan viskositas atau peningkatan kecepatan aliran, risiko kepasiran dapat meningkat. Meningkatnya

produksi air memiliki potensi untuk melarutkan material penyemen dan mengurangi gaya kapiler yang mengikat butiran pasir.

Faktor-faktor yang mempengaruhi karakteristik fluida

- **Komposisi Fluida**

Komposisi fluida reservoir (misalnya, rasio minyak, gas, dan air) menentukan viskositas dan densitas fluida.

- **Tekanan dan Temperatur**

Tekanan dan temperatur reservoir mempengaruhi viskositas dan densitas fluida.

- **Produksi Air**

Produksi air yang meningkat dapat mengubah karakteristik fluida dan meningkatkan risiko kepasiran.

5. Kandungan *Clay*

Jumlah lempung yang ada pada formasi. Mineral lempung sering ditemukan dalam formasi reservoir, terutama batupasir, dan dapat memengaruhi stabilitas formasi dan risiko kepasiran melalui beberapa mekanisme.

- **Jenis dan Jumlah Lempung**

Berbagai jenis lempung memiliki karakteristik yang berbeda. Komposisi lempung dapat mengembang saat bersentuhan dengan air, yang dapat melemahkan formasi. Selain itu, jumlah lempung yang tinggi dapat meningkatkan risiko kepasiran, terutama jika lempung tersebar tidak merata.

- **Interaksi antara lempung dan fluida**

Lempung dapat mengubah sifat mekanik formasi karena interaksinya dengan fluida reservoir, seperti air formasi. Pembengkakan lempung, misalnya, dapat menyebabkan kekuatan kohesi batuan berkurang.

- **Pengaruh Lempung pada Porositas dan Permeabilitas**

Lempung dapat mengisi pori-pori batuan, yang dapat mengurangi porositas dan permeabilitas. Perubahan dalam porositas dan permeabilitas dapat berdampak pada aliran fluida dan risiko kepasiran.

Pengaruh Kandungan Lempung

Pembengkakan atau dispersi lempung karena interaksi dengan fluida dapat melemahkan formasi dengan mengurangi kekuatan kohesi antar partikel batuan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengaruh lempung terhadap kepasiran yaitu :

- Migrasi lempung dapat bermigrasi di dalam pori-pori batuan karena aliran fluida. Ini dapat menyebabkan penyumbatan pori-pori dan perubahan permeabilitas, yang dapat mempengaruhi stabilitas formasi.
- Perubahan tegangan lempung dapat mempengaruhi distribusi tegangan di dalam formasi, yang dapat menyebabkan kegagalan batuan dan pelepasan partikel pasir.

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pengaruh Lempung terhadap Kepasiran

- **Jenis Lempung**

Jenis lempung yang dominan dalam formasi mempengaruhi sifat mekanik dan interaksi dengan fluida.

- **Distribusi Lempung**

Distribusi lempung yang merata atau tidak merata mempengaruhi stabilitas formasi.

- **Komposisi Fluida**

Komposisi fluida reservoir mempengaruhi interaksi lempung dengan fluida.

- **Perubahan Tekanan dan Temperatur**

Perubahan tekanan dan temperatur reservoir mempengaruhi stabilitas lempung.

6. Tekanan Reservoir

Tekanan fluida di dalam pori-pori batuan reservoir dikenal sebagai tekanan reservoir. Tekanan ini memainkan peran penting dalam menentukan stabilitas formasi dan risiko kepasiran. Tekanan pori yang tinggi membantu matriks batuan menopang dan mencegah butiran pasir terlepas. Tekanan *Overburden* adalah tekanan yang diberikan oleh berat batuan di atas formasi reservoir. Tekanan efektif adalah perbedaan antara tekanan *Overburden* dan tekanan pori. Perubahan tekanan yang dihasilkan oleh fluida menyebabkan tekanan reservoir menurun, yang mengubah distribusi tekanan di dalam formasi. Kepasiran dan ketidakstabilan formasi dapat terjadi sebagai akibat dari perubahan tekanan yang cepat.

Ketika tekanan reservoir menurun, tekanan efektif meningkat, yang dapat menyebabkan pemadatan batuan dan pelepasan butiran pasir. Jika tekanan reservoir cepat menurun, ini dapat menyebabkan kegagalan batuan dan kepasiran.

- Perubahan gradien tekanan yaitu gradien tekanan di sekitar lubang sumur dihasilkan oleh produksi fluida. Gradien tekanan yang tinggi dapat menyebabkan gaya gesek yang lebih besar pada partikel pasir, yang meningkatkan risiko kepasiran.
- Ketidakstabilan formasi yaitu perubahan tekanan reservoir dapat menyebabkan ketidakstabilan formasi dan memicu kepasiran, terutama di daerah yang lemah seperti rekahan atau sesar. Pergerakan batuan dan pelepasan partikel pasir dapat disebabkan oleh perubahan tekanan di dalam reservoir, terutama penurunan tekanan yang cepat.

Perubahan Tekanan dalam produksi fluida menyebabkan penurunan tekanan reservoir, yang mengubah distribusi tekanan di dalam formasi. Perubahan tekanan yang cepat dapat menyebabkan ketidakstabilan formasi dan memicu kepasiran.

BAB II DAMPAK PRODUKSI KEPASIRAN

Dampak dari produksi kepasiran berdasarkan dari beberapa sumber yaitu (Daryanto, 2019; Mubarok, 2022) :

a. Adanya akumulasi diperalatan permukaan

Pasir akan terjebak di separator, heater treater, dan pipa alir produksi jika kecepatan produksi cukup besar untuk membawa pasir ke permukaan melalui pipa. Untuk meningkatkan produksi sumur, pembersihan diperlukan jika pasir yang terjebak cukup besar. Untuk mencapai hal ini, sumur harus ditutup, peralatan permukaan dibuka, dan pasir dibersihkan secara manual. Dalam proses ini, biaya pembersihan dan kehilangan produksi selama penutupan sumur harus diperhitungkan.

b. Adanya akumulasi dibawah permukaan

Pasir akan terbentuk di tubing atau mengisi bagian dalam casing jika kecepatan produksi tidak cukup besar untuk membawa pasir ke permukaan. dimana pasir akan mengisi interval produksi, mengurangi produksi sampai pasir dibersihkan dari sumur. Dalam keadaan seperti ini, operasi ulang diperlukan untuk membersihkan sumur dan mengembalikan produksi. Satu

cara untuk membersihkannya adalah dengan menggunakan bailer dengan slickline untuk membersihkan pasir; namun, dengan cara ini, hanya sedikit pasir yang akan dibawa ke permukaan pada waktu yang sama.

Salah satu metode tambahan adalah dengan memasukkan pipa berputar ke area di mana pasir terakumulasi dan kemudian mensirkulasikannya bersamaan dengan fluida sirkulasi. Untuk mencegah terakumulasinya pasir di bawah permukaan, yang dapat menyebabkan kehilangan produksi sumur dan meningkatkan biaya perawatan sumur, prosedur ini harus dilakukan secara teratur.

c. Pengikisan peralatan bawah permukaan dan permukaan

Pada sumur yang sangat produktif, aliran fluida dengan kecepatan tinggi yang membawa pasir dapat mengikis peralatan baik di atas maupun di bawah permukaan. Produksi akan terhenti karena kerusakan peralatan jika hal ini terjadi dalam jangka waktu yang lama. Untuk memperbaiki kerusakan alat tersebut, perlu dilakukan perbaikan atau penggantian.

d. Formasi Runtuh

besarnya jumlah pasir yang mungkin dikeluarkan dari formasi secara bersamaan dengan fluida produksi. Selama pasir terproduksi dengan laju yang cukup tinggi dan berkelanjutan dalam jangka waktu yang lama, area kosong di sekitar casing akan terus meningkat selama proses tersebut. Shale overlay atau formasi pasir di atas ruang kosong akan runtuh menuju ruang kosong. Ketika runtuh terjadi, butiran pasir akan terbentuk menjadi bagian terpisah yang memiliki permeabilitas yang lebih rendah daripada permeabilitas awal formasi. Hal ini akan terjadi pada formasi yang memiliki banyak *clay* atau jarak ukuran butir yang lebar. Hal ini akan menyebabkan penurunan produksi yang signifikan. Runtuhnya formasi akan sangat berpengaruh pada proses mengisi lubang *tunnel*. Karena itu, kehilangan tekanan di antara formasi dekat lubang sumur akan meningkat, yang berdampak pada laju produksi.

Produksi kepasiran dalam teknik perminyakan dapat menimbulkan berbagai dampak negatif, baik dari segi teknis maupun ekonomis. Berikut adalah beberapa dampak utama produksi kepasiran:

e. Kerusakan peralatan produksi

Abrasi partikel pasir dapat mengikis dan merusak peralatan produksi seperti pipa, katup, pompa, dan peralatan bawah permukaan lainnya. Abrasi ini dapat menyebabkan kebocoran, penurunan efisiensi, dan kegagalan peralatan. Penyumbatan pasir yang terakumulasi dapat menyumbat pipa dan peralatan produksi, menghambat aliran fluida, dan mengurangi kapasitas produksi. Pasir yang berlebihan dapat menyebabkan rongga di sekitar lubang perforasi, yang dapat menyebabkan sumur tidak stabil atau bahkan runtuh.

f. Penurunan produktivitas sumur

Penurunan produktivitas sumur akibat dari penyumbatan pasir yang masuk ke dalam pori-pori batuan dapat mengurangi permeabilitas formasi, menghambat aliran fluida, dan menurunkan produktivitas sumur. Pasir yang berlebihan dapat menyebabkan tekanan reservoir menurun dengan cepat, yang dapat mengurangi laju produksi dan perolehan minyak atau gas secara keseluruhan.

g. Peningkatan biaya operasi

Biaya Perawatan dan Perbaikan Peralatan produksi yang rusak karena kepasiran memerlukan banyak biaya perawatan dan perbaikan. Teknik seperti pembungkus pasir, konsolidasi pasir, dan pengendalian laju produksi sangat mahal. Produksi sumur yang menurun dan waktu henti produksi karena kepasiran dapat menyebabkan kehilangan pendapatan yang signifikan.

h. Dampak lingkungan

Kebocoran pipa dan peralatan produksi karena kepasiran dapat mencemari lingkungan. Untuk mengurangi dampak ini, pembuangan pasir produksi juga harus dilakukan dengan benar. Risiko kecelakaan kerja dapat meningkat jika peralatan produksi rusak atau sumur tidak stabil karena kepasiran.

BAB III PENANGGULANGAN KEPASIRAN

Penanggulangan problem kepasiran biasanya mengatasi masalah kepasiran pada sumur, penanggulangan secara mekanik pemasangan kotak pasir dan lapisan pasir harus dilakukan sebelum menentukan ukuran pasir dan lapisan yang digunakan untuk mengatasi masalah kepasiran. Untuk mengetahui tingkat pemilihan, analisis distribusi ukuran pasir dilakukan. Berdasarkan literatur teori yang ada (*BARU - Brown, K. E. and Beggs, H. D. - The Technology of Artificial Lift Methods.Pdf*, n.d.; *Brill, J. P. and Mukherjee, H.- Multiphase Flow in Wells.Pdf*, n.d.; *Pdf-Brown-k-e-and-Beggs-h-d-the-Technology-of-Artificial-Lift-Methods-Voll_compress.Pdf*, n.d.)yaitu :

1. *Gravel Pack*

Gravel ditempatkan pada fomasi produktif di sekitar *casing*. Ini dilakukan sehingga pasir membentuk barrier di belakang dan ditahan oleh *screen*. Saat ini, metode *Gravel Pack* adalah yang paling banyak digunakan untuk menangkal kepasiran. Hampir semua sumur dapat menggunakan metode *Gravel Pack* karena kefleksibilitasnya dalam berbagai situasi.

Namun, metode *Gravel Pack* tidak dapat diterapkan pada sumur yang tidak memiliki penyelesaian tubing karena penerapannya tidak memungkinkan menggunakan peralatan konvensional. Akibatnya, metode ini sangat kurang efektif pada penyelesaian tubingless. Pemasangan *Gravel Pack* dimaksudkan untuk menghentikan pergerakan pasir formasi dan memungkinkan peningkatan kapasitas produksi. Meskipun *Gravel Pack* dapat menghentikan pergerakan pasir, operasinya tidak meningkatkan kapasitas produksi. Kegagalan ini terjadi karena permeabilitas yang lebih rendah di depan zona produktif karena partikel halus bercampur dengan pasir. Percampuran ini dapat terjadi saat proses pembungkus pasir sedang berjalan atau sesudahnya.

Gravel Pack terdiri dari dua bagian: satu di dalam dan satu yang terbuka. Di dalam, pasir ditempatkan antara saringan dan casing, dengan zona produktif lebih dari satu. Di dalam, pasir ditempatkan pada annulus antara saringan dan dinding lubang bor yang telah diperbesar, yang memungkinkan sumur tersebut dikompleksi secara luas. *Gravel Pack* juga dapat digunakan untuk sumur horizontal dan miring. Karena penempatan *Gravel Pack* biasa (vertikal) memungkinkan *Gravel* membentuk tumpukan pada puncak liner, sehingga *Gravel* tidak sampai pada tempat yang diinginkan, penempatan *Gravel Pack* dalam

situasi ini memerlukan perawatan khusus. Proses perencanaan metode, seperti penerapan dan pemilihan ukuran saringan dan pasir yang sesuai dengan distribusi ukuran butir pasir yang dihasilkan dari analisis *sieve*, memainkan peran penting dalam keberhasilan pengendalian produksi pasir dengan *Pack Gravel*. Kelebihan dari metode *Gravel Pack* sebagai upaya penanggulangan masalah kepasiran adalah sebagai berikut :

- Umum dipakai statistik paling sukses dan bisa diterapkan pada segala kondisi sumur dan keadaan reservoir kecuali sumur dengan diameter kecil.
- Untuk interval perforasi yang panjang.
- Tidak banyak mengurangi produktivitas sumur.

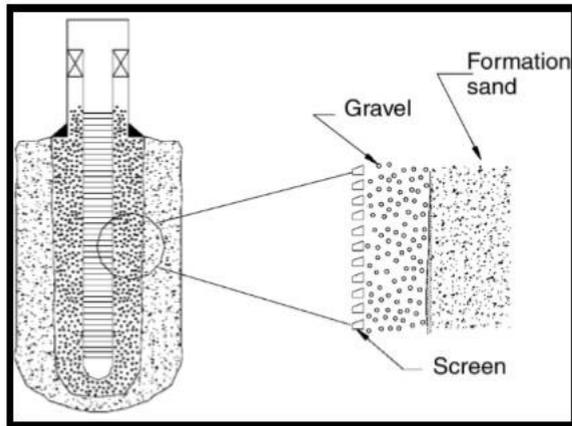
Sedangkan kekurangan dari metode ini adalah sebagai berikut :

- Fluida tidak mengalir dengan diameter penuh.
- Biaya pemasangannya lebih mahal dibandingkan *Liner Completion*.
- Tidak cocok untuk sumur berdiameter kecil dan sumur dengan *Tubingless Completion*.
- *Screen* yang digunakan harus tahan terhadap korosi dan erosi yang disebabkan oleh fluida produksi.

a. *Open Hole Gravel Pack* (OHGP)

Gravel Pack Open Hole biasanya digunakan dalam kondisi lubang terbuka jika karakteristik formasi memenuhi persyaratan kompleks lubang terbuka dan instalasi kontrol kepasiran mampu mengalirkan fluida reservoir sebanyak mungkin. Metode ini dilakukan dengan menempatkan pasir di antara *screen* liner dan formasi di dalam lubang bor yang telah diperbesar (*underreamed*), sedangkan casing ditempatkan di atas zona produktif. Tujuan dari perbesaran lubang bor (*underreamed*) ini adalah untuk mengurangi tahanan alir dan mengurangi kotoran yang dihasilkan dari proses pemboran yang berlangsung. Metode ini dapat diterapkan pada sumur-sumur yang masih baru tanpa mengalami kesulitan yang signifikan. Namun, untuk sumur-sumur yang lebih tua, akan ada banyak masalah teknis yang harus diatasi. Metode ini sulit diterapkan pada sumur-sumur di mana batas atas zona produksinya tidak jelas. Prinsip Pack Pasir adalah untuk mencegah pasir terbentuk dengan memasang pasir, atau pasir yang memiliki permeabilitas tinggi tetapi tidak dapat dilewati oleh partikel pasir formasi. *Screen, slotted liner*, atau *prepacked screen* dipasang supaya pasir formasi tidak terlepas dari tempatnya. Untuk meningkatkan produktivitas, usahakan untuk mencampur pasir

formasi dan *Gravel* sekecil mungkin. Biasanya, ukuran partikel pasir formasi lebih kecil dari ukuran pori-pori yang dibentuk oleh butiran *Gravel*, dan lubang *screen* lebih kecil dari ukuran butiran *Gravel*.

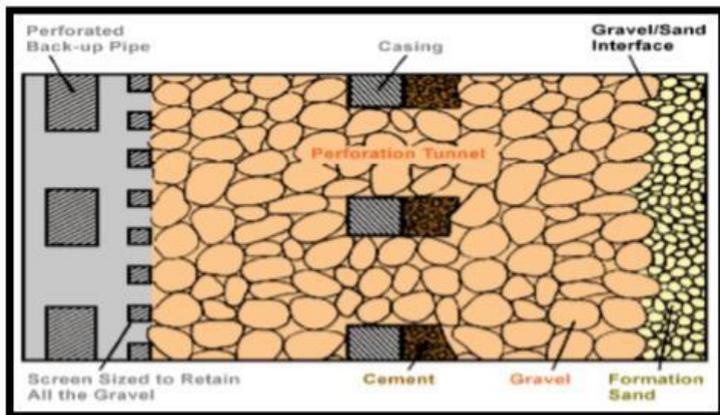


Gambar 1. *Open Hole Gravel Pack Schematic*
(Benipal N.S., 2004)

b. *Inside Gravel Pack (Cased Hole Gravel Pack)*

Jenis *Pack Gravel* digunakan untuk lubang bor yang ter-casing dan terperforasi. *Gravel* ditempatkan di antara liner dan casing. Untuk formasi dengan interval produksi yang panjang, metode cased hole (internal) *Gravel Pack* dapat digunakan. Namun, untuk formasi berlapis-lapis, yang diharapkan dapat dilakukan melalui satu rangkaian pipa produksi, konsolidasi

pasir (Sand) tidak dapat dilakukan. Dalam cased hole *Gravel Pack* ini, hal terpenting yang harus diperhatikan adalah pembersihan lubang perforasi dengan fluida kompleks sebelum *Gravel* dimasukkan ke dalam lubang formasi atau sumur. Ini akan mencegah sumbatan di alur dan lubang perforasi. Pengoperasian *Gravel* dengan konsentrasi tinggi akan memberikan hasil yang baik karena fluida kental yang dihasilkan oleh konsentrasi tinggi dapat mengurangi pencampuran antara pasir formasi dan butiran *Gravel*.



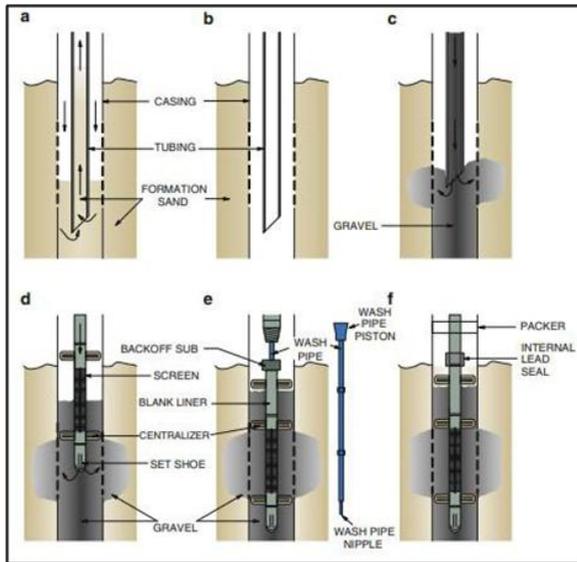
Gambar 2. Posisi *Gravel* Pada *Cased Hole Gravel Pack* (Economides, 1993)

Mekanisme Penempatan *Gravel Pack*

Terdapat tiga metode penempatan *Gravel Pack*, yaitu *Washdown Method*, *reverse circulation method*, dan *crossover method*.

1. *Washdown Method*

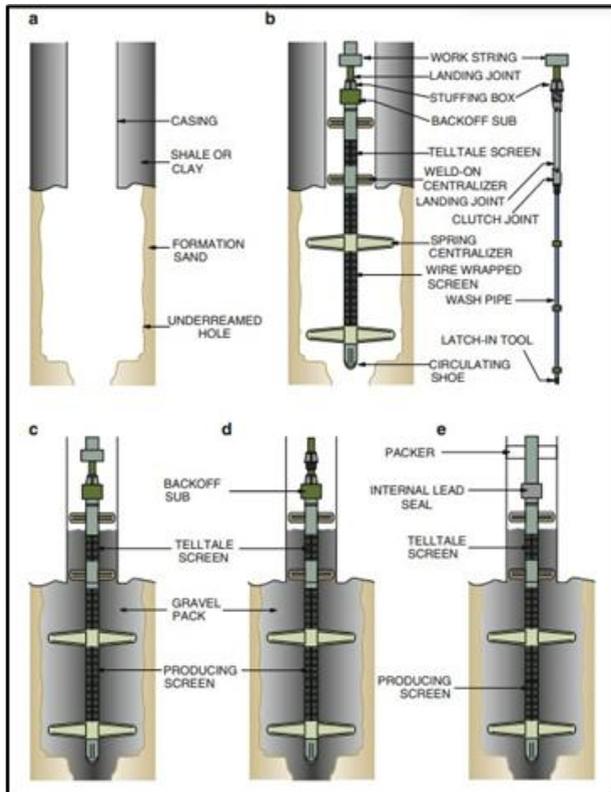
Metode ini bekerja dengan cara bahwa bubuk *Gravel* dialirkan ke target melalui pipa cuci dan keluar melalui tubingshoe, mengisi seluruh lubang perforasi. Di sisi lain, fluida pembawa *Gravel* disirkulasikan melalui annulus casing. Saat *screen* dan tubing mencapai dasar sumur (*packer*), sirkulasi bubuk *Gravel* akan dihentikan, memungkinkan pembuatan fluida formasi. Metode ini sangat cocok untuk sumur dengan interval perforasi yang pendek (± 30 kaki) dan pasir formasi yang sangat mudah runtuh.



Gambar 3. Metode Washdown
(Davorin, 2012)

2. Reverse Circulation Method

Pada metode sirkulasi terbalik ini, adonan/larutan pasir *Gravel* juga dipompakan melalui rangkaian dan keluar ke annulus melalui alat pembungkus pasir *Gravel* (GPT) yang dipasang antara rangkaian liner dan rangkain kerja. Sementara bahan pengaduk dasarnya (KCl-water) keluar melalui rangkaian liner dan kemudian diarahkan oleh alat pembungkus pasir *Gravel* (GPT) yang digunakan pada metode sirkulasi terbalik ini.



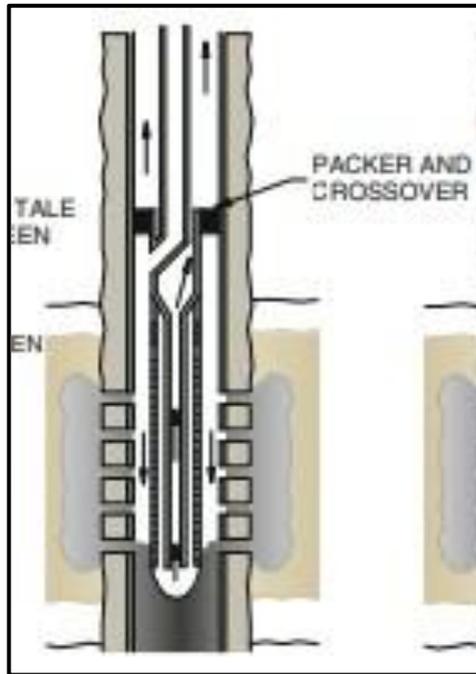
Gambar 4. Metode Reverse Circulation
(Davorin, 2012)

3. Crossover Method

Mensirkulasikan *Gravel* melalui pipa dengan bantuan pompa melewati *packer* dan pipa *cross-over* sebelum kembali ke permukaan melalui annulus antara casing dan *screen*. Selama proses ini, *Gravel* dimampatkan ke dalam lubang perforasi dan

area di sekitar *screen*. Keuntungan dari metode *crossover* termasuk:

1. Bubur *Gravel* dipompakan melalui tubing, maka kerak yang terdapat pada casing tidak akan ikut tercampur dengan bubur *Gravel*.
2. Volume tubing jauh lebih kecil dari volume annulus antara tubing dan casing, maka untuk laju pemompaan yang sama kecepatan fluida yang lebih besar didalam akan mengurangi waktu penempatan *Gravel* dan akan memungkinkan untuk membentuk pengepakan *Gravel* secara efektif.
3. Metode ini memberikan kontrol yang tepat antara volume bubur *Gravel* yang dipompakan dan penempatan butiran *Gravel* di dalam annulus.



Gambar 5. Crossover Method
(Davorin, 2012)

Perencanaan dan Penerapan *Gravel Pack*

Untuk memaksimalkan hasil penanggulangan masalah kepasiran dengan metode *Gravel Pack* ini, perencanaan harus dilakukan berdasarkan data sampel pasir formasi. Ini akan memungkinkan untuk menentukan ukuran pasir formasi dan *screen* yang tepat untuk menahan atau menyaring pasir formasi tanpa mengurangi produktifitas sumur.

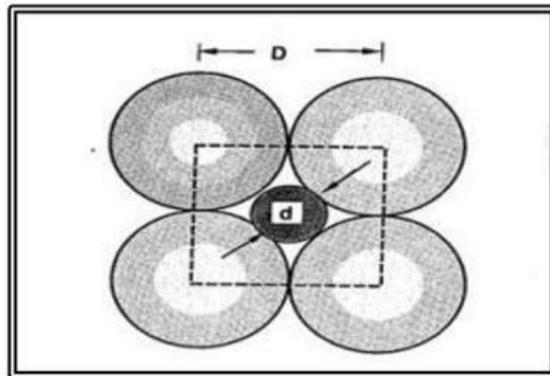
a. Analisa Sampel Formasi

Jenis analisis yang dapat digunakan untuk menilai pasir formasi bergantung pada jenis pengendalian pasir yang biasa digunakan. Jenis analisis mekanik adalah yang paling umum. Jika mekanik digunakan, analisis ayakan adalah tes yang sangat penting. Sebelum tes dilakukan, sampel harus dibersihkan, dikeringkan, dan dipisahkan menjadi potongan kecil. Potongan-potongan ini harus dipisah dengan hati-hati, dan kemudian diperiksa di bawah mikroskop untuk memastikan bahwa setiap potongan adalah unik. Karena jika tidak, ujian akan gagal. Analisa sieve digunakan untuk merencanakan ukuran.

b. Ukuran *Gravel Pack*

Untuk memastikan bahwa pasir formasi dapat ditahan, ukuran pasir formasi harus dipilih berdasarkan sampel pasir produksi yang diperoleh. Susunan pengepakan butiran yang dihasilkan sangat terkait dengan ukuran butir *Gravel*. Karena ukuran potongan pasir formasi terlalu besar akan memungkinkan pasir formasi melewati celah yang dibentuk oleh potongan pasir, sedangkan ukuran potongan pasir terlalu kecil akan menyebabkan material halus terperangkap dan menyumbat pori-pori yang dibentuk oleh susunan potongan pasir. Suatu

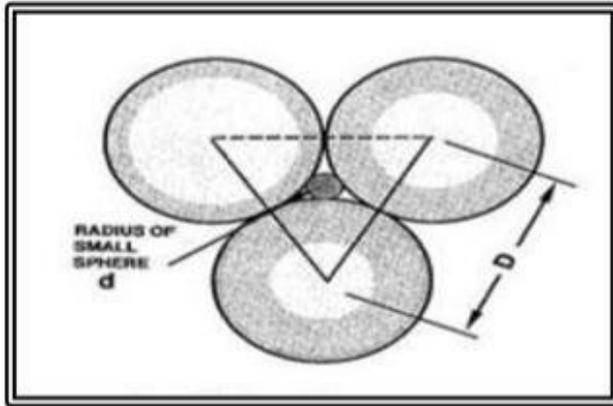
susunan pengepakan akan terbentuk antara butir *Gravel*. Pengepakan mengacu pada penyusunan unit padatan di mana unsur-unsurnya ditunjang, ditahan, dan ditempatkan melalui gaya gravitasi Bumi sehingga susunannya membentuk sudut kontak yang berhubungan satu sama lain. Tiga bentuk utama penyusunan adalah kubus, heksagonal, dan rhombohedral. Dalam pengepakan kubus, jajaran (susunan) butiran bola bagian atas dan bawah sama.



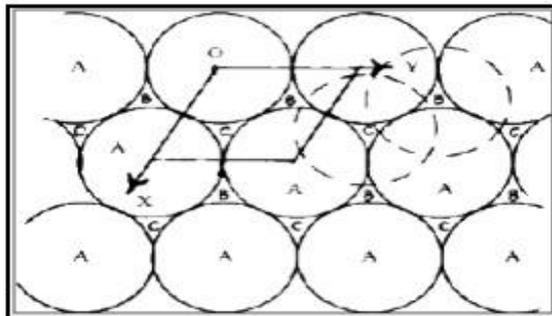
Gambar 6. Pengepakan Kubus
(Schechter, 1992)

Pada hexagonal packing, susunan butiran bola bagian atas bergeser satu radius jari-jari butiran ke arah atas bergeser sebesar satu radius jari-jari butiran ke arah kiri atau kanan

terhadap susunan butiran bola bagian bawah. Gambar *hexagonal packing* dapat dilihat pada bawah ini.



Gambar 7. Pengepakan Hexagonal (Schechter, 1992)



Gambar 8. Pengepakan Rhombohedral (Schechter, 1992)

Dalam pengepakan rhombohedral, susunan butiran bola bagian atas bergerak ke kiri atau kekanan sebanding dengan susunan butiran bola bagian bawah. Mereka juga bergerak ke depan atau ke belakang sebesar satu radius.

Eksperimen yang dilakukan oleh Coberly dan Wagner menunjukkan bahwa butiran berbentuk bola cenderung mendekati jenis pembungkus heksagonal. Ada dua jenis celah antara butiran: subquadrilateral (empat sisi) dan subtriangular (tiga sisi). Jika ukuran butiran pasir formasi lebih besar dari diameter celah pengepakan, pasir formasi akan tertahan di dalam celah pengepakan, tetapi jika ukuran butiran pasir lebih kecil dari diameter celah pengepakan, pasir formasi akan keluar dari celah pengepakan dan bahkan dapat menyebabkan rongga tersumbat di sistem pengepakan.

Produksi dipengaruhi secara tidak langsung oleh sistem pengepakan. Sistem pengepakan kubus akan memiliki produktivitas yang lebih tinggi daripada sistem pengepakan hexagonal karena harga permeabilitas mereka lebih tinggi, serta besarnya porositas mereka.

Sample diambil dan dianalisis untuk menentukan ukuran pasir formasi. Analisa saringan adalah teknik dan proses pengayakan sampel yang telah dibersihkan dengan menggunakan beberapa tingkatan saringan yang memiliki ukuran tertentu (skala mesh) dan bukaan saringan.

Sample pertama-tama dibersihkan, kemudian ditumbuk, dicuci, dan kemudian dikeringkan. Sieve adalah rangkaian saringan yang disusun secara vertikal, dengan ukuran saringan terbesar diletakkan paling atas dan ukuran saringan lainnya semakin kecil ke bawah. Sample formasi diletakkan pada bagian atas, yang merupakan ukuran lubang *screen* terbesar, sebelum diletakkan pada alat pengguncang. Timbang butiran pasir yang tersisa pada masing-masing ukuran saringan, lalu cari persen berat totalnya. Kemudian diplot antara berat kumulatif terhadap diameter batuan. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar di bawah ini, semakin seragam atau baik pemilihan sampel, semakin tegak bentuk kurvanya. Selain itu, koefisien keseragaman (C), yang menunjukkan keseragaman ukuran butir, dapat dihitung dari grafik tersebut. Koefisien ini sebanding dengan berat kumulatif pasir 90 persen dan berat kumulatif pasir 40%.

Di atas, dapat dilihat bahwa jika rasio G-S kurang dari 5, pengepakan pasir akan kehilangan permeabilitas karena pengepakan pasir terlalu kecil untuk mengontrol pasir. Jika rasio G-S antara 6 dan 10 naik, pengepakan pasir akan kehilangan permeabilitas efektif, dan jika rasio G-S lebih dari 10 naik, pasir formasi akan melewati pengepakan pasir tanpa celah. Rasio G-S ideal adalah antara 5 dan 6. Ini karena fungsi penah terlihat. Selain mempengaruhi produktivitas sumur, pengukuran pasir yang tepat akan mempengaruhi kinerja *Pack Gravel* dalam menahan butiran pasir. Permeabilitas sistem *Gravel Pack* adalah salah satu yang terkena dampak. Tidak ada ketentuan yang pasti tentang permeabilitas *Gravel*, tetapi setiap perusahaan biasanya memiliki standar ukuran. Ukuran *screen* yang baik adalah yang dapat menahan butiran *Gravel* dan memberikan luas aliran yang cukup. Ukuran lebar celah *screen* ini adalah yang paling sedikit yang dapat mencegah tersumbatnya celah tersebut.

2. *Slotted liner*

Pipa dengan lubang di dinding disebut *slotted liner*. Terdapat dua jenis celah: vertikal dan horizontal. Untuk celah horizontal, lebar celah berkisar antara 0,012 dan 0,500 inci. Menurut coberly, struktur celah dapat sejajar atau tidak sejajar, yang berarti bahwa partikel yang berukuran satu atau setengah kali ukuran celah cenderung terhenti di dalamnya. membentuk bridging yang kuat dan menyumbat celah. Untuk mengatasi masalah ini, celah yang menyempit pada bagian luar pipa memungkinkan fluida yang dihasilkan untuk membersihkannya.

Meskipun lebih murah, *slotted liner* memiliki beberapa kekurangan dalam penggunaan karena luas celah relatif lebih kecil dibandingkan dengan layar berkabel, yang berarti kapasitas produksinya lebih sedikit.

a. *Wire-Wrapped Screen*

Pipe-wrapped screen adalah pipa saringan yang dibuat dengan melilitkan kawat di sekitar lubang atau pipa slot. Lubang di antara lilitan kawat yang dilas atau di solder pada pipa menentukan ruang lilitan, tetapi lebar lubang pipa hanya 0,030 inchi. Kawat lilitan tersebut dibuat dari baja tahan karat yang

terbentuk dengan batu cincin sehingga dapat dibersihkan saat fluida dihasilkan. Keuntungan dari kaca terbungkus adalah lebih tahan terhadap korosi dan erosi dan memiliki kapasitas aliran yang lebih besar daripada kaca terbungkus. Hanya saja, kaca terbungkus lebih mahal daripada kaca terbungkus. Saringan yang terbuat dari bahan campuran khusus, seperti baja karbon rendah, baja tahan karat, monel, dan inconel, biasanya digunakan di lingkungan yang rentan terhadap korosif tinggi, seperti kebakaran.

b. Fluida Kompleksi

Setelah sumur dibor, di-casing, dan disemen, fluida kompleks sangat penting untuk membantu kinerja operasi bawah permukaan atau kontak dengan formasi produktif. Fluida ini digunakan untuk melakukan fungsi tertentu, seperti membersihkan setelah pekerjaan. Tidak dimaksudkan untuk meninggalkan lubang sumur atau memasuki formasi. Bagaimanapun, tidak mungkin mencegah kehilangan. Kerugian permeabilitas formasi disebabkan utama oleh penyumbatan mekanik.

Dengan beberapa pengecualian, brine ini sangat aman untuk digunakan dan mudah dibersihkan. Penggunaan brine ini harus

sesuai dengan persyaratan kedalaman, densitas, kompatibilitas dengan matrik batuan formasi dan fluida formasi, dan temperatur pengkristalan. Ini akan memastikan kondisi operasi yang ideal dan penyimpanan yang optimal.

c. Fluida Pembawa *Gravel*

Untuk operasi penempatan *Gravel* ke dalam lubang sumur antara casing dan *screen* serta lubang perforasi, Fluida Pack *Gravel* diperlukan. Proses ini tidak mengganggu kondisi formasi atau batuan. Fluida *Gravel* Pack harus bersih dan tidak mengandung material yang mudah larut atau bersifat melarutkan. Brine, minyak, diesel, gel crosslinked, clarified xanthumgum XC polymer, dan hydroxyl-ethylcel-luse (HEC) gel dan foam adalah beberapa fluida yang dapat digunakan sebagai pembawa *Gravel* untuk operasi pembungkus *Gravel*. Yang paling umum digunakan adalah brine dan HEC gel.

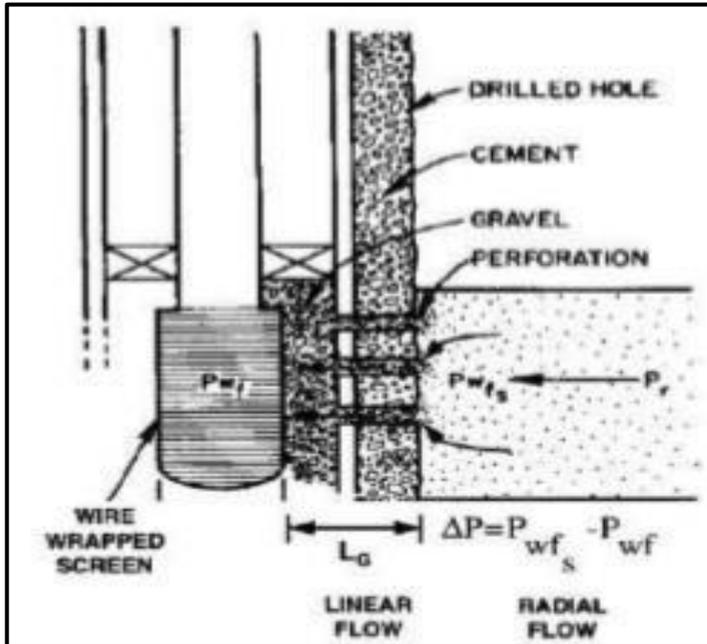
d. Pengaruh *Gravel Pack* Terhadap Permeabilitas Pengepakan Penempatan *Gravel* di sekitar lubang perforasi, akan mempengaruhi sistem porositas dan permeabilitas batuan atau formasi disekitar perforasi yang berbeda dengan kondisi sebelum dilakukannya *Gravel Pack*.

Permeabilitas pengepakan adalah permeabilitas yang terbentuk antara butiran *Gravel* dengan pasir formasi, yang mana pembentukannya dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain :

1. Permeabilitas pasir formasi
2. Permeabilitas butiran *Gravel*
3. Ukuran relatif antara pasir formasi dengan butiran *Gravel*
4. Ukuran lubang bor, *screen*, perforasi serta volume butiran *Gravel* yang ditempatkan diluar casing.

Dengan adanya pencampuran antara butiran *Gravel* dengan pasir formasi, maka akan menyebabkan menurunnya produktivitas sumur atau formasi, dikarenakan adanya perubahan antara permeabilitas formasi dan permeabilitas pengepakan.

Pengaruh Kehilangan Tekanan Di Sekitar *Gravel Pack* untuk mengurangi jumlah pasir yang dihasilkan oleh sumur, butiran *Pack Gravel* dipasang sehingga menyebabkan hambatan aliran. Hambatan aliran ini berdampak pada kehilangan tekanan di sekitar *Pack Gravel*, yang mencakup kehilangan tekanan pada daerah permukaan batuan formasi yang tertutup dengan butiran *Pack*, pada lubang perforasi, pada media *Pack Gravel* itu sendiri, dan di sepanjang alur lubang perforasi.



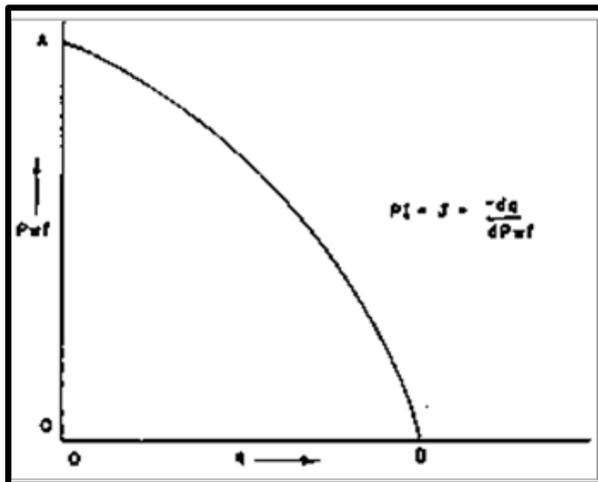
Gambar 11. Daerah Kehilangan Tekanan Pada Sistem *Gravel Pack* (Brown K., 1984)

Pengaruh Pack *Gravel* Terhadap Produktivitas Sumur Minyak Jones Blount dan Glaze mengembangkan persamaan kehilangan tekanan untuk alur perforasi yang diisi oleh *Gravel* yang diusulkan oleh Saucier. Persamaan ini digunakan untuk menghitung kehilangan tekanan pada sistem Pack *Gravel* dengan hasil yang cukup baik untuk sumur minyak.

Karena akan mempengaruhi perubahan pada kondisi dasar sumur dan laju alir yang signifikan, penerapan *Gravel*

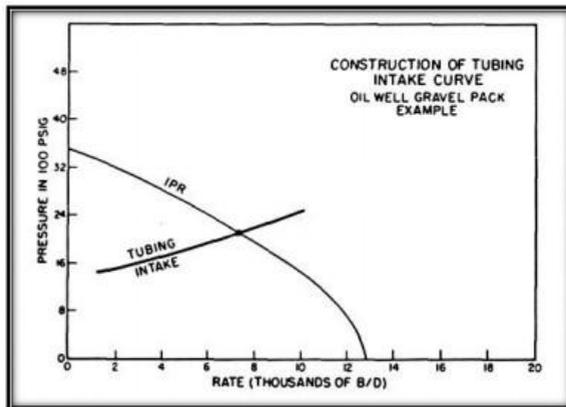
Pack pada sumur akan berdampak besar pada produktifitas sumur. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui bagaimana pengaruh penerapan *Gravel Pack* terhadap parameter-parameter tersebut dan bagaimana fungsinya selama proses produksi sumur. Untuk melakukan evaluasi dan perencanaan metode *Gravel Pack*, tindakan berikut diambil:

1. Membuat kurva IPR dengan menggunakan persamaan Pudjo Sukarno.



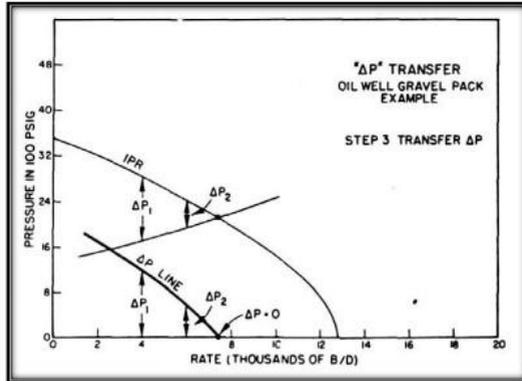
Gambar 12. Kurva IPR Untuk Aliran Dua Fasa
(Brown K, 1980)

2. Membuat kurva *tubing intake* yang diplot pada kurva IPR dengan menggunakan grafik *pressure traverse* sesuai dengan ukuran *tubing* yang digunakan dan laju alir tertentu.



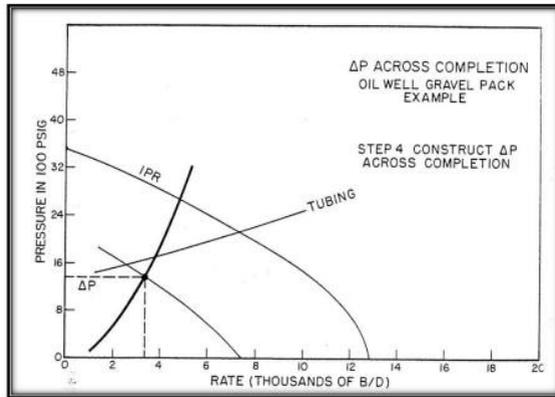
Gambar 13. Tubing Intake pada Kurva IPR
(Brown K, 1980)

3. Membuat kurva $\Delta P_{\text{transfer}}$ dengan cara menghitung selisih tekanan antara kurva IPR dengan *tubing intake*.



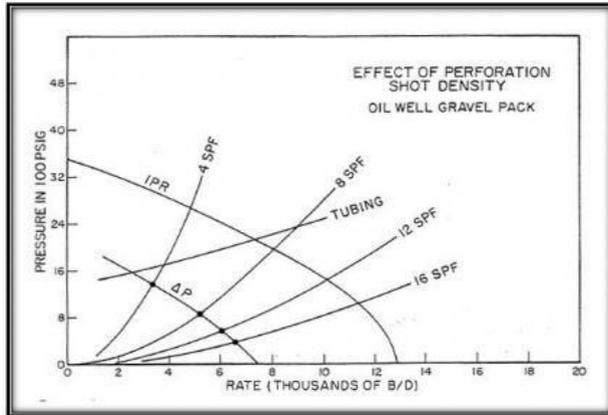
Gambar 14. ΔP Transfer pada Kurva IPR
(Brown K, 1980)

4. Menentukan kehilangan tekanan pada sistem *Gravel Pack* dengan menggunakan persamaan yang dikemukakan oleh Jones, Blount dan Blaze seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.
5. Setelah menentukan besar kehilangan tekanan pada berbagai harga laju alir asumsi, maka dapat diplot pada kurva IPR sebelumnya. Kemudian dari perpotongan kurva $\Delta P_{\text{transfer}}$ dan ΔP_{Gravel} tersebut, maka dapat diketahui besarnya kehilangan tekanan (ΔP) yang terjadi pada system *Gravel Pack* serta besar laju alir optimumnya.



Gambar 15. Pressure Drop (ΔP) dan Q_{opt} pada Metode *Gravel Pack* (Brown K, 1980)

6. Dan terakhir, membuat kurva ΔP_{Gravel} untuk beberapa harga densitas perforasi. Maka akan terlihat besar kehilangan tekanan dan laju alir optimum pada densitas perforasi yang berbeda, yang mana batas besar kehilangan tekanan yang baik adalah dibawah 200 psi.



Gambar 16. Pressure Drop (ΔP) dan Q_{opt} pada Densitas Perforasi yang Berbeda (Brown K, 1980)

3. Hydraulic Pump Unit

Salah satu jenis pompa sucker rod adalah pompa hidrolis (HPU) (Li et al., 2007). Pompa ini digunakan sebagai alternatif sistem lift buatan jika tidak ada gas yang cukup di lapangan sehingga sistem gas lift tidak dapat digunakan. Sumur dengan laju produksi sangat rendah (Low) hingga menengah (Moderate) adalah tempat yang ideal untuk HPU untuk mengangkut minyak dari dasar sumur ke permukaan. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa unit pipa hidrolis (HPU)

memiliki kemampuan untuk membentuk *drawdown* yang sangat besar di sekitar lubang bor.

Prinsip kerja dari instalasi HPU (Hydraulic Pumping Unit) yaitu :

1. Fluida hidrolik bertekanan tinggi dari tangki daya dipompakan ke jack hidrolik untuk mentransmisikan tekanan dari fluida hidrolik menjadi gerakan naik turun pada jack hidrolik.
2. Gerakan hidrolik ini kemudian diteruskan oleh rod yang dipoles terus ke sucker rod dan ke plunger, sehingga plunger bergerak turun naik, yang merupakan gerakan langkah dari pompa.
3. Apabila plunger bergerak ke atas (up-stroke), maka tekanan di bawah plunger akan turun, sehingga tekanan dasar sumur lebih besar dari tekanan dalam pompa, keadaan ini menyebabkan standing valve terbuka dan fluida masuk kedalam pompa.
4. Pada akhir stroke naik, volume cairan di bawah plunger penuh. Saat plunger bergerak ke bawah (downstroke), standing valve tertutup karena fluida menekan plunger. Pada saat yang sama, fluida menekan traveling valve, sehingga fluida keluar dari plunger dan masuk ke tubing.

Selanjutnya, proses ini berulang kali terjadi, sehingga fluida di tubing naik ke permukaan dan mengalir menuju separator melalui jalur aliran.

Keuntungan dari Hydraulic Pumping Unit

- Tidak memerlukan pondasi, sehingga mudah untuk berpindah dari satu sumur ke sumur lain dan sederhana untuk dipasang.
 - Pengoptimalan sumur dengan HPU dapat dilakukan dengan mudah dan tepat karena parameter kecepatan dan langkah pompa dapat diubah setiap saat dengan waktu yang lebih cepat, sehingga mengurangi kehilangan produksi.
 - Penentuan SPM (stroke per menit) dan panjang langkah (stroke length) lebih mudah karena tidak memerlukan penggantian pulley atau penggantian crank pin. Pemasangan, pemindahan, dan pengaturan yang dilakukan lebih cepat akan mengurangi kehilangan produksi.
 - Penempatan hydraulic jack lebih dekat ke pusat mengurangi kemungkinan kebocoran stuffing box.
 - Biaya sewa pompa angguk lebih murah.
- Kekurangan Unit Pompa Hidrolik (HPU): Kedalaman

sumur terbatas (<1500 m) dan tidak cocok untuk produksi besar sekitar 150-500 bpd.

Kerusakan pada hydraulic pump unit disebabkan oleh adanya problem pasir, karat, dan gas. Adapun bagian - bagian yang mengalami kerusakan antara lain adalah :

- Plunger, adanya pasir atau skala pada plunger yang menyebabkan stuck dengan barrel kerja.
- Bola berbentuk oval (tidak bulat) karena benturan antara pasir, skala, dan bola dengan dinding cage.
- Barel kerja menjadi kempot.
- Kotak penyimpanan bocor karena ketidaklurusan saat mengatur HPU atau pompa unit.
- Rod putus karena fluida korosif.

BAB IV GAS INTERFERENCE

Kondisi di mana gas ada dalam reservoir atau sumur produksi yang secara signifikan menghambat atau mengurangi efisiensi produksi minyak disebut gas interference (Guo, Boyun; Lyons, William; Ghalambor, 2007). Gas dapat masuk ke dalam peralatan produksi atau terbentuk kantong gas di sekitar sumur.

Perubahan tekanan reservoir produksi dapat menurunkan tekanan reservoir, menyebabkan gas yang terlarut dalam minyak keluar dari larutan dan membentuk gas bebas. Rasio Gas-Minyak (GOR) Tinggi adalah reservoir dengan GOR tinggi memiliki kandungan gas yang lebih tinggi, sehingga rentan terhadap gas interference. Permeabilitas Reservoir yang Tidak Merata permeabilitas yang tidak merata dapat menyebabkan gas yang terlarut dalam minyak keluar dari larutan dan membentuk gas bebas.

Penggunaan alat pengangkat buatan seperti ESP (Pompa Submersible Listrik) dapat menyebabkan masalah kunci gas

jika tidak dioptimalkan. Ada tiga tahap proses gas interference:

- a. Gas dilepaskan ketika tekanan reservoir turun, mengeluarkan gas yang terlarut dalam minyak dari larutan dan membentuk gelembung gas.
- b. Gas Bermigrasi Gelembung gas ini bergabung dan bermigrasi ke daerah dengan tekanan yang lebih rendah, seperti di sekitar sumur produksi.
- c. Gas Terakumulasi membentuk kantong gas di sekitar sumur, menghambat aliran gas.

Faktor-faktor berikut dapat mempengaruhi operasi produksi gas oleh gangguan gas:

- Penurunan Produksi Minyak Gangguan gas dapat mengurangi laju produksi minyak dan total perolehan minyak;
- Peningkatan Rasio Gas-Minyak (GOR) Gangguan gas dapat meningkatkan GOR, yang dapat meningkatkan biaya pemrosesan gas;

- Korosi, erosi, dan kerusakan mekanis dapat terjadi pada peralatan produksi gas.

Untuk menangani gangguan gas, ada beberapa teknik yang dapat digunakan:

- Pengendalian Laju Produksi Menurunkan laju produksi dapat membantu menjaga tekanan reservoir dan mengurangi liberasi gas.
- Optimasi Kompleksi Sumur Teknik kompleks yang tepat dapat mencegah gas masuk ke zona gas ke zona minyak.
- Penggunaan Alat Pengangkat Buat yang Tepat Pemilihan dan pengoperasian alat pengangkat buatan yang tepat dapat membantu mengatasi gangguan gas.

Termodinamika memengaruhi perilaku gas dalam reservoir, terutama hubungan antara tekanan, temperatur, dan komposisi fluida. Diagram fasa fluida reservoir sangat penting untuk memahami kapan dan bagaimana gas akan keluar dari larutan minyak. Tekanan reservoir akan turun ke tekanan gelembung (bubble point pressure).

Aliran Multifasa adalah Interferensi gas melibatkan aliran multifasa (minyak dan gas) di dalam media berpori, atau reservoir. Fenomena seperti segregasi gravitasi, di mana gas cenderung naik ke bagian atas reservoir, disebabkan oleh perbedaan densitas dan viskositas antara minyak dan gas. Permeabilitas relatif antara minyak dan gas berubah seiring dengan saturasi gas, yang berdampak pada kemampuan aliran keduanya.

Pengaruh pada Artificial Lift digunakan untuk meningkatkan produksi sumur ketika tekanan reservoir tidak cukup untuk mendorong minyak ke permukaan. Gas interference dapat menyebabkan masalah serius pada sistem artificial lift, terutama pada pompa ESP (Electric Submersible Pump). Gas lock adalah kondisi di mana gas terakumulasi di dalam pompa, mengurangi efisiensi atau bahkan menghentikan pompa.

Simulasi reservoir digunakan untuk memprediksi perilaku reservoir dan mengoptimalkan produksi. Model simulasi harus memperhitungkan efek gas interference seperti liberasi gas, migrasi gas, dan perubahan permeabilitas relatif. Simulasi juga dapat membantu dalam menentukan zona yang rentan terhadap gas interference dan membuat strategi produksi yang

tepat.

Strategi penanggulangan yang lebih mendalam, teknik kompleksitas yang lebih baik, kompleksitas selektif dapat digunakan untuk menghasilkan minyak dari wilayah yang kurang rentan terhadap gas interference. Penggunaan akhir interval yang tepat

Injeksi gas atau air dapat mempertahankan tekanan reservoir dan mendorong minyak ke sumur produksi, mengurangi migrasi gas. Injeksi air juga dapat mempertahankan tekanan dan menggantikan volume minyak yang diproduksi. Penggunaan gas separator bawah permukaan, juga dikenal sebagai gas separator bawah permukaan, dapat digunakan di dalam sumur untuk membedakan gas dari minyak sebelum masuk ke pompa.

Optimasi laju produksi yaitu analisis nodal dapat digunakan untuk menentukan laju produksi ideal yang memaksimalkan produksi minyak sambil mengurangi gas interference. Penggunaan Bahan Kimia: Bahan kimia dapat membantu mengurangi tegangan permukaan sehingga gas yang keluar dari larutan minyak tidak mudah bergabung.

Peran dalam Pengembalian Minyak yang Ditingkatkan (EOR) untuk metode EOR seperti injeksi gas, pemahaman tentang gas interference sangat penting untuk mengoptimalkan efektivitas injeksi. Distribusi gas yang tidak merata atau pembentukan kantong gas dapat mengurangi efisiensi proses EOR, dan pemodelan dan simulasi reservoir yang akurat diperlukan untuk memprediksi dan mengendalikan perilaku gas selama operasi EOR.

Pengelolaan gas interference yang efektif sangat penting untuk keberhasilan ekonomi proyek produksi minyak karena gas interference dapat memiliki dampak ekonomi yang signifikan. Ini dapat menyebabkan penurunan produksi, kerusakan peralatan, dan biaya perawatan yang meningkat, yang pada gilirannya dapat mengurangi profitabilitas bisnis. Untuk mengidentifikasi dan mengawasi gas interference, pengawasan terus-menerus terhadap tekanan, laju produksi, dan rasio gas-minyak (GOR) sangat penting. Teknik diagnostik seperti analisis nodal dan pemodelan reservoir dapat membantu menemukan penyebab dan tingkat keparahan gas interference. Pemantauan dan diagnosis yang tepat memungkinkan operator untuk segera mengambil

tindakan korektif untuk meminimalkan efek gas interference. Industri perminyakan sedang mengembangkan teknologi baru untuk mengatasi gas interference.

Sensor bawah permukaan, sistem pemantauan real-time, dan teknik simulasi canggih meningkatkan pemahaman operator tentang perilaku gas dalam reservoir. Perkembangan dalam kimia juga sangat membantu. Secara keseluruhan, memahami dan menangani gas interference sangat penting dalam operasi produksi minyak modern. Dengan menggunakan praktik pengelolaan reservoir yang baik dan memanfaatkan teknologi yang tepat, operator dapat meminimalkan efek gas interference dan mencapai produksi minyak yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- BARU - Brown, K. E. and Beggs, H. D. - The Technology of Artificial Lift Methods.pdf.* (n.d.).
- Brill, J. P. and Mukherjee, H.- Multiphase Flow in Wells.pdf.* (n.d.).
- BROWN_4.PDF.* (n.d.).
- Daryanto. (2019). Evaluasi Masalah Kepasiran Dan Water Coning Pada Sumur Minyak Vertikal, Lapangan “Id”, Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Perminyakan*, 1(3), 1–5.
- Guo, Boyun; Lyons, William; Ghalambor, A. (2007). ISBN: 0750682701 • Publisher: Elsevier Science & Technology Books • Pub. Date: February 2007 (Issue February).
- Hamid, A. (2016). *Petro sudah di index oleh Google Scholar dan ipi DAFTAR ISI.* v.
- Li, G., Ma, R., & Wang, J. (2007). *Design and Analysis of Hydraulic Pumping Units. Volume 4: Design, Analysis, Control and Diagnosis of Fluid Power Systems*, 55–58. <https://doi.org/10.1115/IMECE2007-42798>
- Mubarok, H. (2022). *Penanggulangan Masalah Kepasiran dengan Gravel Pack Metode Slotted Liner pada Sumur X Lapangan Y.* 1–42.
- pdf-brown-k-e-and-beggs-h-d-the-technology-of-artificial-lift-methods-vol1_compress.pdf.* (n.d.).
- Ratuarat, Y. R., & Nirmala, G. (2022). Penentuan Alat Penanggulangan Masalah Kepasiran Di Sumur Y Lapangan Kalrez Petroleum (Seram) Ltd. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi Dan Mineral*, 2(1), 163–171. <https://doi.org/10.53026/sntem.v2i1.913>

Saputra, W. (2016). *Problem Encountered When Producing Carbonate Sand Reservoir*. May.

ISBN 978-623-389-448-7



9

786233

894487