

**PENANGGULANGAN MASALAH KEPASIRAN
DENGAN *GRAVEL PACK* METODE *SLOTTED LINER*
PADA SUMUR X LAPANGAN Y**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh:

HUSNI MUBAROK

NPM: 153201743



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**

2022

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh ;
Nama : Husni Mubarak
NPM : 153210743
Program Studi : Teknik Perminyakan
Judul Skripsi : Penanggulangan Masalah Kepasiran Dengan
Gravel Pack Metode Slotted Liner Pada Sumur X
Lapangan Y

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. H. Ali Musnal, ST., MT (.....)

Penguji : Neneng Purnamawati, S.T., M.Eng (.....)

Penguji : Richa Melysa, S.T., M.T (.....)

Diterapkan di : Pekanbaru

Tanggal : 11 Maret 2022

Disahkan Oleh:

**KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN**

Verifikasi 4 April 2022


Novia Rita, S.T., M.T

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum di dalam baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Jika terdapat unsur penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabut gelar yang telah saya peroleh.



Pekanbaru, 11 Maret 2022

Husni Mubarok
NPM 153210743

KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas Rahmat dan limpahan ilmu dari-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Islam Riau. Saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dan mendorong saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini serta memperoleh ilmu pengetahuan selama perkuliahan. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. H. Ali Musnal, ST., MT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini, memberikan nasihat, penyemangat selama menjalani perkuliahan di Teknik Perminyakan.
2. Kedua orang tua bapak Rustiar (Alm) dan ibu Asmaniar (Almh) yang tidak henti memberikan semangat dan mengirimkan doa serta memberikan bimbingan moral.
3. Kakak saya Rodhiatul Islamiah dan Nurul Hidayati yang tak henti memberikan semangat dan mengirimkan doa serta memberikan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir.
4. Teman – teman yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu atas segala dukungan serta memberikan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir.

Teriring doa saya, semoga Allah memberi balasan atas kebaikan semua pihak yang membantu. Semoga tugas akhir ini membawa manfaat bagi ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, 11 Maret 2022

Husni Mubarak

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR SIMBOL	vii
ABSTRAK	xi
ABSTRAK	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN	3
1.3 MANFAAT PENELITIAN	3
1.4 BATASAN MASALAH	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 MEKANISME KEPASIRAN	4
2.1.1 Faktor Penyebab Kepasiran	6
2.2 PENANGGULANGAN MASALAH KEPASIRAN	9
2.2.1 Penanggulangan Kepasiran Dengan <i>Gravel Pack</i> Metode <i>Slotted Liner</i> 9	
2.3 <i>STATE OF THE ART</i>	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 TAHAPAN <i>DESIGN SLOTTED LINER</i> DAN <i>GRAVEL PACK</i>	15
3.1.1 <i>Flowchart</i>	18
3.2 TEMPAT DAN JENIS PENELITIAN.....	19
3.3 DATA YANG DIBUTUHKAN	19
3.4 JADWAL PENELITIAN	21
BAB IV PEMBAHASAN.....	22
4.1 HASIL PERHITUNGAN <i>DESIGN GAVEL PACK</i> DAN <i>SLOTTED LINER</i> 22	
4.2 ANALISIS PERFORMA PRODUKSI SETELAH PEMASANGAN <i>GRAVEL PACK</i> DAN <i>SLOTTED LINER</i>	24
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	26

5.1	KESIMPULAN	26
5.2	SARAN.....	26
DAFTAR PUSTAKA.....		27
LAMPIRAN.....		30



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
 Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2 Pengaruh <i>water breakthrough</i> terhadap <i>sand production</i> (Morita & Boyd, 1991)	5
Gambar 2.3 Pengaruh <i>water breakthrough</i> terhadap <i>mineralogy</i> dan <i>rock strength</i> (Morita & Boyd, 1991)	6
Gambar 2.4 <i>Sand grains under triaxial loading</i> (Bergkvam, 2015).	7
Gambar 2.5 Prinsip kerja <i>gravel pack</i> dan <i>slotted liner</i> (Hisham, 2015)	10
Gambar 2.6 <i>Uniformity of grains distribution</i> (Roslan, et al., 2010)	11
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> penelitian	18
Gambar 3.2 Kumulatif distribusi ukuran butiran pasir Lapangan Y (Sawolo, Krueger, & Maly, 1983)	21
Gambar 4.1 Skema konfigurasi sumur Y setelah pemasangan <i>slotted liner</i> dan <i>gravel pack</i> (Zhang, et al., 2021).	23
Gambar 4.2 Perbandingan laju alir minyak sebelum dan sesudah pemasangan <i>slotted liner</i> dan <i>gravel pack</i>	25

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Yang Mempengaruhi Penyebab Kepasiran Secara Alamiah (Formasi) dan Secara Teknis (Kompleksi Sumur dan Aktifitas Produksi Sumur)	8
Tabel 2.2 <i>State of The Art</i>	12
Tabel 3.1 Data Profil Sumur X	19
Tabel 3.2 Data Batuan Reservoir dan PVT	20
Tabel 3.3 Data Produksi	20
Tabel 3.4 Jadwal Penelitian	21
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan <i>Design Gravel Pack</i>	22
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan <i>Design</i> Kebutuhan Volume <i>Gravel Pack</i>	22
Tabel 4.3 Ukuran <i>Screen Slotted Liner</i> Pada Berbagai Ukuran <i>Gravel Pack</i>	23
Tabel 4.4 Hasil <i>Design Slotted Liner</i> Berdasarkan Pada Data Katalog Product (<i>Slotted Liner</i>)	24
Tabel 4.5 Perbandingan Performa Produksi Sebelum dan Sesudah Pemasangan <i>Slotted Liner</i> dan <i>Gravel Pack</i>	25

DAFATAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A PERHITUNGAN *GRAVEL PACK*

LAMPIRAN B PERHITUNGAN PERFORMA SUMUR



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR SIMBOL

BA	= Batas atas ukuran gravel, US mesh
BB	= Batas bawah ukuran gravel, US mesh
BG	= Berat gravel, lb
BP	= Panjang pipa buta, ft
D	= Diameter butiran pasir, mm
D50	= Median diameter butiran pasir, US mesh, mm atau in.
GW	= Perbandingan gravel per gallon gel, lb/gal.
K1	= Kapasitas anulus lubang (selubung) - screen, cuft/ft
K2	= Konstanta volume gravel yang masuk ke perforasi, cuft/ft
Pf	= <i>Formation pressure</i> , psi
Ph	= <i>Hydrostatic pressure</i> , psi
PP	= Panjang selang perforasi, ft
PS	= Panjang pipa tapisan, ft
Φ	= Unit phi pada probability paper, tanpa dimensi = $-2\log D = -3.32225 \log D$
TPS	= Panjang pipa tapisan ditambah panjang pipa buta, ft
TVGEL	= Total volume gel yang dibutuhkan termasuk/postpad, bbl
VA	= Volume gravel yang akan mengisi anulus, cuft
VF	= Volume gravel yang akan mengisi lubang perforasi, cuft
VG	= Jumlah pemakaian gravel, cuft
VGEL	= Volume gel yang dibutuhkan, bbl
VS	= Volume akhir adonan gravel, bbl
ρ	= Densitas, ppg

PENANGGULANGAN MASALAH KEPASIRAN DENGAN *GRAVEL PACK* METODE *SLOTTED LINER* PADA SUMUR X LAPANGAN Y

HUSNI MUBAROK
NPM 153210743

ABSTRAK

Sand problem merupakan salah satu permasalahan yang sangat sering terjadi terutama pada *unconsolidated formation*. *Sand problem* dapat terjadi dikarenakan beberapa faktor seperti *drawdown pressure*, *water coning* dan pelemahan sementasi batuan, dampak yang ditimbulkan dapat menyebabkan kerusakan pada *downhole* dan *surface equipment*. Penelitian ini dilakukan di lapangan Y sumur X yang terletak di daerah Kalimantan Timur. Kompleksi sumur X berupa *open hole* dengan horizontal *well*, tujuan dari penelitian ini optimasi *design gravel pack* dikombinasikan dengan *slotted liner* metode ini dipilih dikarenakan pada metode sebelumnya yaitu *wire-wrapped screen* (WWS) tidak mampu menahan gugurnya formasi yang menyebabkan terjadinya kerusakan WWS sehingga penanggulangan *sand problem* tidak optimal. Oleh sebab itu penerapan *slotted liner* dapat dijadikan opsi pilihan karena memiliki kelebihan mampu menahan abrasi dari runtuhnya formasi. Akan tetapi metode *slotted liner* masih memiliki celah terproduksinya pasir yang berukuran halus maka oleh sebab itu perlu dikombinasikan dengan *slotted liner* dengan harapan partikel yang tidak dapat disaring oleh *slotted liner* dapat terfiltrasi oleh *gravel pack*. *Design* metode *gravel pack* dan *slotted liner* ini cukup sederhana pertama melakukan *sampling* batuan untuk mengetahui seberapa besar diameter pasir sebagai acuan pemilihan *gravel pack*. Berdasarkan ukuran rata-rata butiran pasir adalah 0.0045 Inch, maka dibutuhkan ukuran *gravel* sebesar 20/40, dan dibutuhkan volume *gravel* sebanyak 118.78 bbl untuk mengisi area horizontal sumur sepanjang 530 ft. Agar tidak terjadi *bridging* maka instalasi *gravel* menggunakan metode *reverse circulation*. Setelah dilakukan pemasangan *slotted liner* dan *gravel pack* terjadi penurunan PI sebesar 6.4%, dan laju produksi minyak dari 339.11 bbl/day menjadi 318.7 bbl/day.

Kata Kunci: *Sand Problem, Unconsolidated formation, Gravel Pack, Slotted Liner*

TROUBLESHOOTING SAND PROBLEMS WITH GRAVEL PACK METHOD AND SLOTTED LINER AT WELL X FIELD Y

HUSNI MUBAROK
NPM 153210743

ABSTRACT

The sand problem is one of the most common problems, especially in unconsolidated formations. Sand problems can occur due to several factors such as drawdown pressure, water coning and weakening of rock cementation, the impact caused can cause damage to downhole and surface equipment. This research was conducted in the field Y well X which is located in East Kalimantan. Well completion X is an open hole with a horizontal well, the purpose of this research is to optimize the gravel pack design combined with a slotted liner. This method was chosen because the previous method, namely the wire-wrapped screen (WWS) was not able to withstand the fall of the formation which caused damage to WWS so that sand prevention is needed. problem is not optimal. Therefore, the application of a slotted liner can be used as an option because it has the advantage of being able to withstand abrasion from formation collapse. However, the slotted liner method still has a gap in the production of fine-sized sand, therefore it is necessary to combine it with a slotted liner in the hope that the particles that cannot be filtered out by the slotted liner can be filtered by the gravel pack. The design of the gravel pack and slotted liner methods is quite simple. First, do a rock sampling to find out how big the sand diameter is as a reference for choosing a gravel pack. Based on the average grain size of 0.0045 Inch, a gravel size of 20/40 is required, and a gravel volume of 118.78 bbl is required to fill the horizontal area of a 530 ft long well. In order to avoid bridging, the gravel installation uses the reverse circulation method. After the slotted liner and gravel pack were installed, the PI decreased by 6.4%, and the oil production rate from 339.11 bbl/day to 318.7 bbl/day.

Key Word: *Sand Problem, Unconsolidated formation, Gravel Pack, Slotted Liner*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Sand problem merupakan salah satu tantangan utama dalam industri minyak dan gas khususnya di sektor hulu (Roslan, et al., 2010). Perusahaan migas menghabiskan jutaan dolar setiap tahun untuk mencegah dan mengatasi masalah produksi pasir dari *unconsolidated formation* yang menyebabkan kerugian produksi dan kerusakan pada *downhole equipment* (Hisham, 2015). Oleh sebab itu, dibutuhkan stimulasi sumur untuk mencegah *sand problem* sehingga produksi sumur dapat berjalan lancar (Herawati, Novrianti, & Suyandi, 2015).

Produksi pasir tidak diinginkan selama produksi hidrokarbon karena dapat menyebabkan banyak masalah yang berbeda baik di *surface facility* maupun *downhole equipment*. Produksi pasir biasanya terdapat pada formasi yang berasal dari reservoir tersier yang lebih muda seperti pasir berumur Miosen dan Pliosen. Pasir ini biasanya merupakan lapisan *unconsolidated sand* dan sangat rentan terhadap perubahan tekanan reservoir begitu juga dengan *water coning* yang menyebabkan *sand problem* (Bergkvam, 2015).

Adapun mekanisme yang menimbulkan masalah terproduksi pasir yaitu berawal dari laju produksi yang melebihi laju alir kritis sehingga menyebabkan terjadi *water breakthrough* (Ahmed, 2006). Pada zona produktif reservoir yang memiliki kompaksi batuan yang rendah dan memiliki ikatan maupun sementasi batuan yang buruk, sangat rentan apabila mengalami kontak dengan air formasi yang mengakibatkan kandungan *clay* mengembang dan melemah. Sehingga, ikatan antar butir batuan terlepas bersamaan dengan fluida reservoir selama produksi sumur berlangsung (Isehunwa & Farotade, 2010). Selain itu, penurunan tekanan reservoir juga dapat menyebabkan *sand problem* yang mana pada saat tekanan reservoir turun akan berpengaruh terhadap kenaikan *overburden pressure* dan menimbulkan pelemahan pada sementasi batuan (Mayokun A. O., 2011). Pada umumnya ada 2 cara mengatasi *sand problem* yaitu secara kimia dan secara mekanik (Jamil, 2011). Penanganan *sand problem* secara kimia yaitu dengan menginjeksikan *chemical* yang berfungsi memperbaiki ikatan sementasi batuan yang

lemah. Diharapkan dengan *treatment* ini dapat meningkatkan ikatan antar butir batuan sehingga tidak mudah lepas antar ikatannya akibat adanya *rock-stress* (Araki, 2018). Akan tetapi penggunaan metode ini relatif lebih mahal. Oleh sebab itu sebagai alternatif, peneliti melakukan penelitian penanggulangan *sand problem* secara mekanik. Adapun mekanisme dari metode ini yaitu dengan menggunakan *gravel pack* dan *slotted liner*.

Penanganan dengan metode *gravel pack* yaitu dengan memasang *gravel* (butiran pasir yang lebih besar) yang ditempatkan pada lubang perforasi sehingga dapat menghalangi butir pasir masuk ke dalam sumur produksi. Ukuran *gravel* yang dipilih harus sesuai dengan kondisi butir batuan. Maka oleh sebab itu dibutuhkan *design* yang tepat dalam menentukan ukuran *gravel* serta volume yang dibutuhkan. Sedangkan penggunaan *slotted liner* umumnya dipasang pada kompleksi sumur *open hole* (Syahrani, Dharmawan, Pinartjojo, & Popp, 2001). Penerapan *slotted liner* difungsikan pada formasi yang teridentifikasi akan terjadi *formation collapse* yang dapat menyebabkan gugurnya formasi. Kasus seperti terjadi akibat laju produksi sumur yang berlebihan dan karakteristik batuan reservoir yang *unconsolidated formation* (Mahmoudi, et al., 2018).

Pada penelitian ini menggunakan data sekunder. Sumber data yang digunakan berasal dari lapangan Y yang terletak di Kalimantan Timur. Karakteristik formasi reservoir pada lapangan Y berupa *unconsolidated formation*. Sumur X memiliki tipe kompleksi horizontal *well* dengan *wire wrapped screen* (WWS) dikarenakan laju alir produksi yang tinggi mengakibatkan kerusakan pada WWS sehingga menimbulkan kebocoran dan menyebabkan produksi pasir. Oleh sebab itu jika dilihat dari karakteristik formasinya dan tipe kompleksi sumur maka, sangat menarik minat peneliti mengkaji penerapan *slotted liner*. Penerapan metode *sand control* ini didasarkan pada kerusakan yang terjadi pada WWS yang menunjukkan ketidakmampuan peralatan ini menahan tekanan reservoir. Kelebihan dari *slotted liner* memiliki ketahanan yang kuat, akan tetapi pada kenyataannya sumur X masih teridentifikasi memproduksi pasir dengan *grain size* yang kecil (Syahrani, Dharmawan, Pinartjojo, & Popp, 2001). Oleh sebab itu penggabungan *gravel pack* dan *slotted liner* menjadi alternatif dalam penanggulangan masalah *sand problem*.

1.2 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan ukuran *screen* pada *slotted liner* dan *volume gravel pack* dalam mengatasi *sand problem*.
2. Analisis performa sumur dengan kompleksi *slotted liner* dan *gravel pack*.

1.3 MANFAAT PENELITIAN

Berdasarkan tujuan yang dikemukakan peneliti maka diharapkan penelitian ini memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Dapat dijadikan referensi untuk penelitian tahap lanjut
2. Dapat dijadikan publikasi ilmiah yang berskala nasional maupun internasional
3. Dapat dijadikan bahan pertimbangan serta acuan dalam penanganan *sand problem*

1.4 BATASAN MASALAH

Agar penelitian ini fokus terhadap tujuan yang dikemukakan maka terdapat beberapa batasan masalah, yaitu sebagai berikut:

1. Tidak melakukan perbandingan dengan metode yang lain dalam menangani masalah *sand problem*
2. Tidak menganalisis *geomechanics* dan *geochemistry* penyebab kepasiran
3. Tidak mempertimbangkan faktor keekonomian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Seiring dengan berjalannya waktu produksi minyak dan gas bumi Indonesia semakin menurun yang disebabkan beberapa kendala dan permasalahan yang terjadi seperti; *wax*, *kepasiran*, *water coning* dan lain-lain sehingga menimbulkan dampak berkurangnya pendapatan negara yang berasal dari minyak dan gas bumi. Dalam Al-qur'an surat Al-insyrah ayat 1-8 Allah SWT menerangkan bahwa setiap permasalahan yang dihadapi oleh manusia dapat diselesaikan tergantung bagaimana cara kita menyingkapi dan mengungkap akar permasalahan tersebut berikut firman Allah SWT (QS. Al-Insyirah, 1-8) yang artinya: (1) Bukankah Kami telah melapangkan dadamu (Muhammad)? (2) dan Kami pun telah menurunkan bebanmu darimu, (3) yang memberatkan punggungmu, (4) dan Kami tinggikan sebutan (nama)mu bagimu. (5) Maka sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan, (6) sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan, (7) Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain), (8) dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.

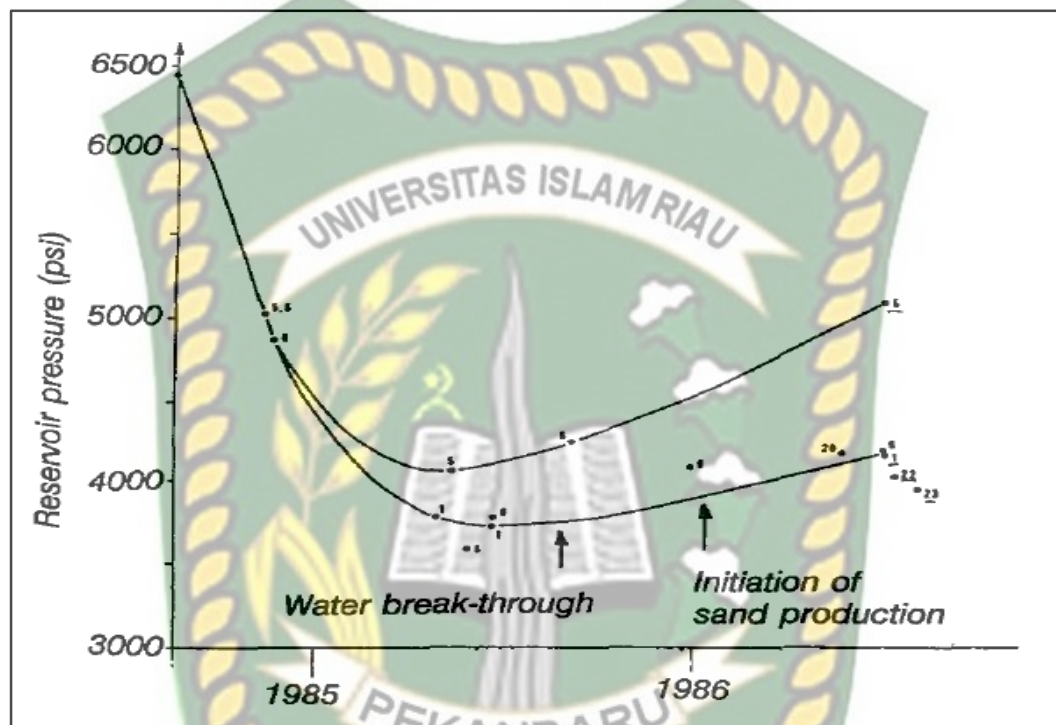
Dari ayat diatas dapat kita petik beberapa pelajaran bahwa Allah senantiasa tidak memberatkan hambanya atas sebuah pekerjaan asalkan kita kembali kepadanya (bertakwa) (Nauvilla, 2008). Begitupun dalam penelitian ini mudah – mudahan dapat memberikan manfaat dalam penyelesaian permasalahan *kepasiran* sehingga sumur produksi dapat memproduksi sesuai dengan potensialnya.

2.1 MEKANISME KEPASIRAN

Produksi pasir dapat terjadi secara alami sebagai akibat dari sifat formasi *unconsolidated* sehingga apabila sumur tersebut diproduksi maka akan terjadi pengikisan dan melemahkan ikatan pengikat (sementasi) antar butir batuan kemudian butiran tersebut terlepas dan masuk kedalam sumur (Ikporo & Sylvester, 2015).

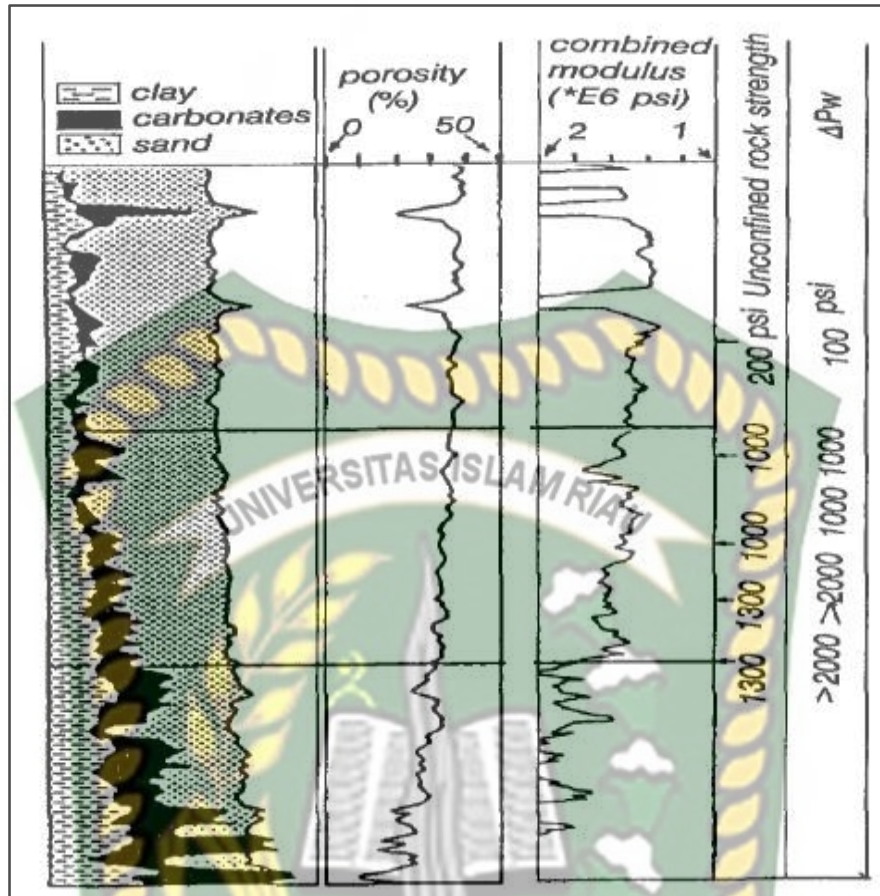
Pada gambar 2.1 memperlihatkan hubungan *water breakthrough* terhadap produksi pasir yang mana kemunculan masalah tersebut berawal dari laju produksi yang melebihi batas maksimum sehingga menyebabkan *drowdown pressure* yang

signifikan, kemudian menyebabkan terbentuknya *water coning* (Tananykhin & Saychenko, 2017). Air yang menerobos kedalam reservoir ini dapat melemahkan sementasi batuan dan melarutkan *clay* yang ada di lapisan produktif reservoir. Sehingga, ikatan antar butir batuan reservoir tersebut terlepas dan ikut terproduksi (Khomehchi, Kivi, & Akbari, 2014).



Gambar 2.2 Pengaruh *water breakthrough* terhadap *sand production* (Morita & Boyd, 1991)

Pada gambar 2.2 terlihat bahwa *rock strength* sangat berhubungan dengan besaran volume *clay*. Semakin tinggi volume *clay* yang terkandung maka *rock strength* akan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan pada lapisan dengan volume *clay* yang tinggi memiliki sementasi yang baik sehingga ikatan antar butir batuan akan semakin kuat dan berbanding terbalik dengan porositas, kehadiran volume *clay* yang tinggi dapat memperkecil porositas (Han & Dusseault, 2002).



Gambar 2.3 Pengaruh *water breakthrough* terhadap *mineralogy* dan *rock strength* (Morita & Boyd, 1991)

2.1.1 Faktor Penyebab Kepasiran

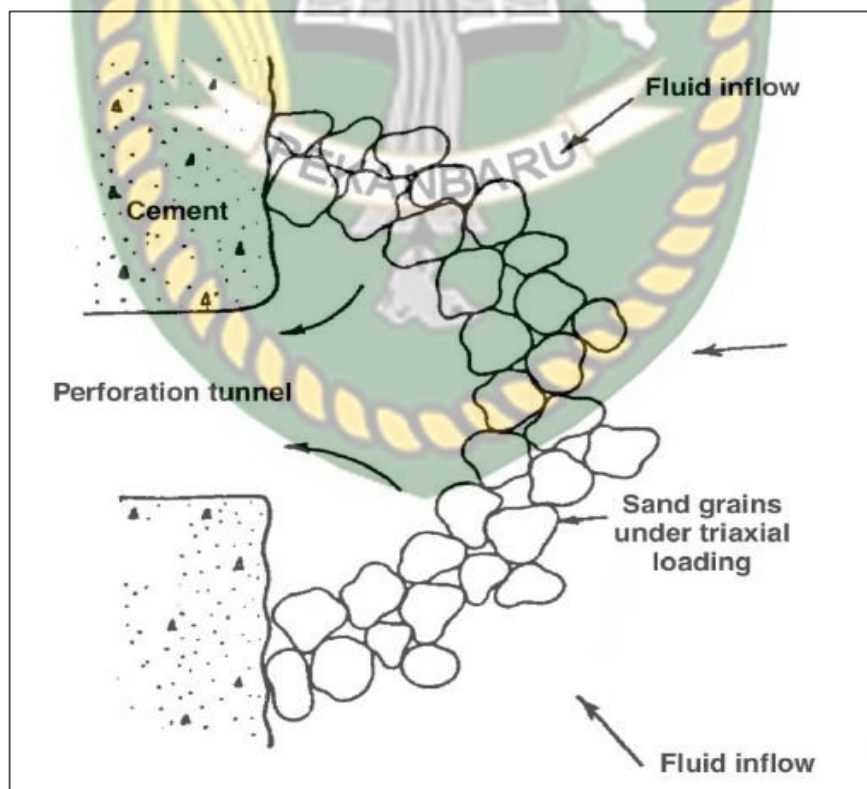
Berdasarkan hasil penelitian oleh Morita & Boyd, (1991) di North Sea Well, California. Terdapat 5 penyebab masalah kepasiran yaitu sebagai berikut;

1. *Poorly unconsolidated sand*
2. *Water breakthrough (intermediate strength formation)*
3. *Consolidated formation (reservoir pressure depletion)*
4. Adanya tekanan tektonik yang tinggi pada bidang horintal
5. Gradien tekanan yang tinggi

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Khamehchi & Reisi, (2015) beberapa parameter penyebab kepasiran yang dijelaskan pada tabel 2.1. Pada dasarnya batuan reservoir dipengaruhi oleh tegangan arah vertical dan horizontal akibat adanya pembebanan batuan di atasnya atau di sebut dengan *overburden pressure*. Karena, adanya gangguan pada reservoir yaitu proses produksi maka akan

terjadi deplesi dan merubah kekuatan batuan antar ikatan batuan sehingga, butiran penyusun batuan terlepas dan terproduksi bersamaan dengan fluida reservoir (Han G. , 2003). Selain itu, kedalaman reservoir juga sangat berpengaruh terhadap *sand problem* sebab tekanan formasi akan berbanding lurus dengan bertambahnya kedalaman. Besarnya tekanan reservoir akan berpengaruh terhadap *sand problem* terutama pada *unconsolidated* reservoir (Hisham, 2015). Menurut Welling, (1998) pemilihan jenis *well completion* yang tidak tepat merupakan salah satu penyebab terjadinya masalah *sand problem* seperti penerapan *open hole completion* pada zona yang tidak memiliki kompaksi batuan yang baik. Selain itu, untuk menentukan laju produksi sumur harus mempertimbangkan berbagai parameter seperti *water breakthrough*, *flow velocity* dan *drawdown pressure* (Isehunwa & Farotade, 2010).

Pada gambar 2.3 apabila *grains stress* menerima tekanan yang lebih besar dari *formation stress* maka akan terjadi pergeseran pada butir batuan sehingga akan terlepas ikatannya. Pada kasus seperti ini terjadi ketika laju produksi yang sangat besar.



Gambar 2.4 *Sand grains under triaxial loading* (Bergkvam, 2015).

Tabel 2.1 Parameter Yang Mempengaruhi Penyebab Kepasiran Secara Alamiah (Formasi) dan Secara Teknis (Kompleksi Sumur dan Aktifitas Produksi Sumur)

Formasi	Batuan	Kekuatan Batuan
		<i>Vertical and horizontal in-situ stresses</i> (perubahan deplesi tekanan akibat produksi)
		Kedalaman reservoir (<i>influences strength, stresses and pressures</i>)
		<i>Pore pressure</i> (perubahan deplesi tekanan)
		<i>Permeability fluid composition</i> (gas, oil, water)
Kompleksi Sumur	Tipe kompleksi sumur (<i>open hole/perforated</i>)	
	Bentuk dan Jenis perforasi (<i>height, size, density, phasing, underbalance or overbalance</i>)	
	<i>Sand control</i> (screen, gravel pack, chemical consolidation)	
	<i>Completion fluids, stimulation</i> (acid volume, acid type)	
	Ukuran tubular	
Produksi Sumur	Laju produksi	
	<i>Drawdown pressure</i>	
	<i>Flow velocity</i>	
	<i>Damage (skin)</i>	

Sumber: Khamehchi & Reisi, (2015)

2.2 PENANGGULANGAN MASALAH KEPASIRAN

Menurut Mayokun A. O., (2011) terdapat beberapa metode dalam penanganan masalah *sand problem* yaitu sebagai berikut:

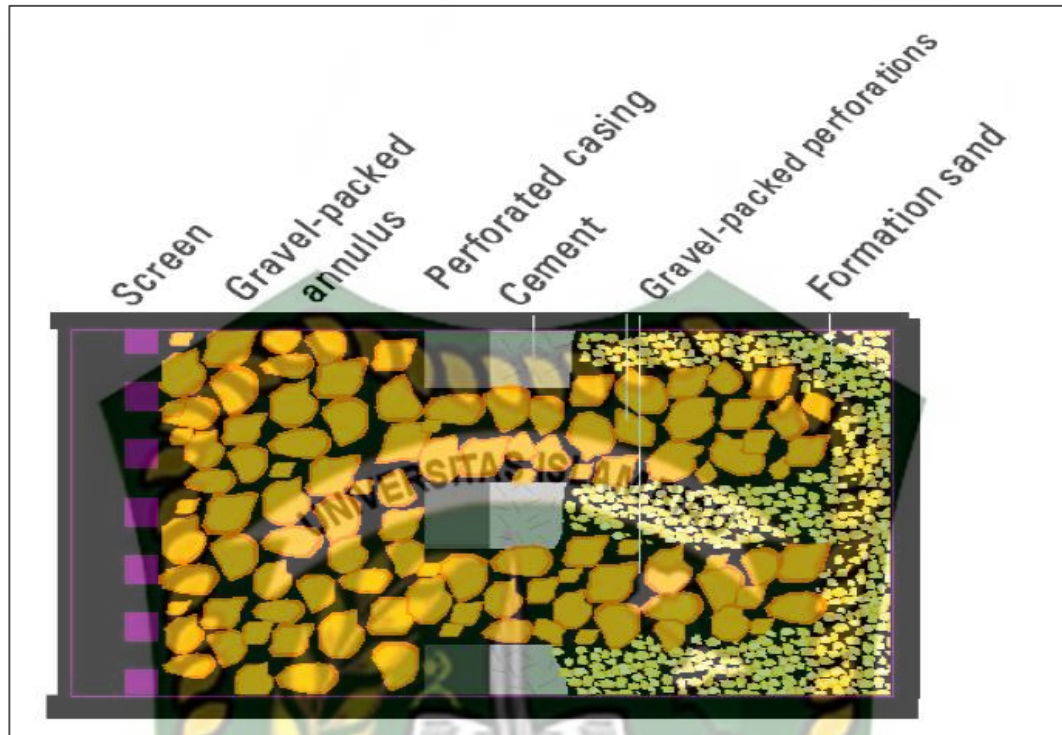
1. *Screens*
2. *Slotted Liner*
3. *Gravel pack*
4. *Frac pack*
5. *Chemical consolidation*

Pada penelitian kali ini peneliti akan melakukan kajian penanggulangan masalah *sand problem* dengan metode *gravel pack* karena dengan menggunakan metode ini butiran pasir yang halus dapat terfilter oleh *gravel* sehingga butiran pasir yang terlepas dari formasi tidak ikut terproduksi dan tertinggal di reservoir.

2.2.1 Penanggulangan Kepasiran Dengan *Gravel Pack* Metode *Slotted Liner*

Gravel pack merupakan salah satu metode sand control yang paling banyak digunakan sampai saat ini. Tujuan dari *gravel packing* adalah untuk mencegah produksi pasir dari formasi yang *unconsolidated* atau *weakly cemented* tetapi rate produksi dari sumur tersebut masih cukup besar.

Prinsip *gravel pack* adalah mencegah terproduksinya pasir dengan memasang *gravel* yang mempunyai permeabilitas yang tinggi tetapi tidak dapat dilewati oleh partikel pasir formasi. Supaya *gravel* dapat terlepas dari tempatnya maka dipasang *screen*, *slotted liner* atau *prepacked screen*. Untuk memaksimalkan produktivitas maka harus diusahakan sekecil mungkin tercampurnya pasir formasi dan gravel. Biasanya ukuran partikel pasir formasi lebih besar dari pori-pori yang dibentuk oleh butiran gravel sedangkan ukuran lubang *screen* dibuat lebih kecil dari ukuran butiran *gravel*.



Gambar 2.5 Prinsip kerja *gravel pack* dan *slotted liner* (Hisham, 2015)

Adapun aplikasi penggunaan *gravel pack* sangat cocok untuk formasi yang tebal, homogen dan halus. Adapun keuntungan penggunaan *gravel pack* antara lain:

1. Efektif diterapkan pada zona produksi dengan *drainage area* yang panjang
2. Sumur tua dan telah memproduksi pasir
3. Dapat diaplikasikan pada zona dengan *high permeability* dan mempunyai tingkat heterogenitas yang beragam.

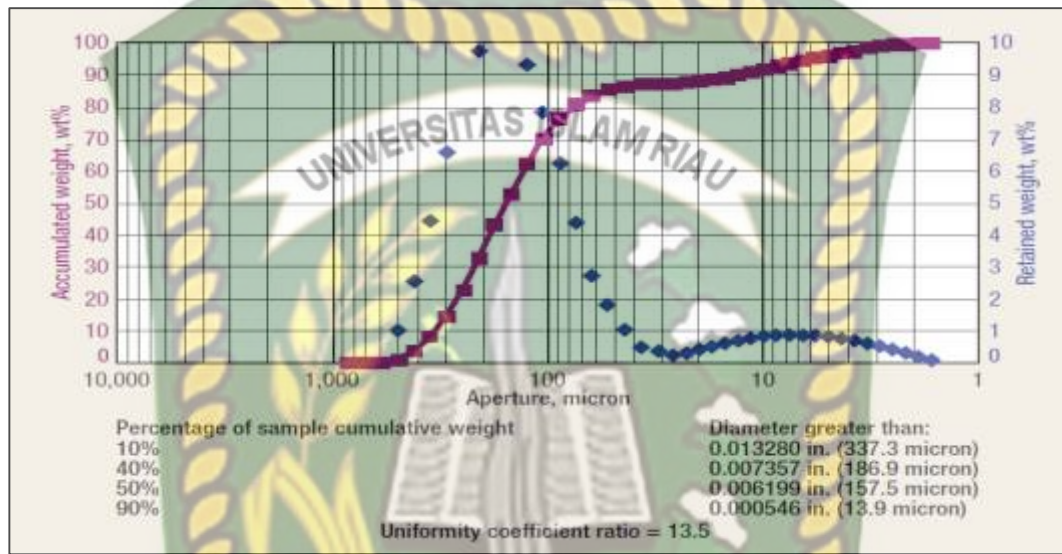
Kekurangan penerapan *gravel pack* sebagai upaya pencegahan terproduksinya pasir antara lain:

1. Mengecilnya diameter lubang sumur karena adanya *screen* dan menghambat laju produksi.
2. *Screen* yang digunakan harus tahan terhadap korosi dan erosi yang disebabkan oleh fluida produksi.

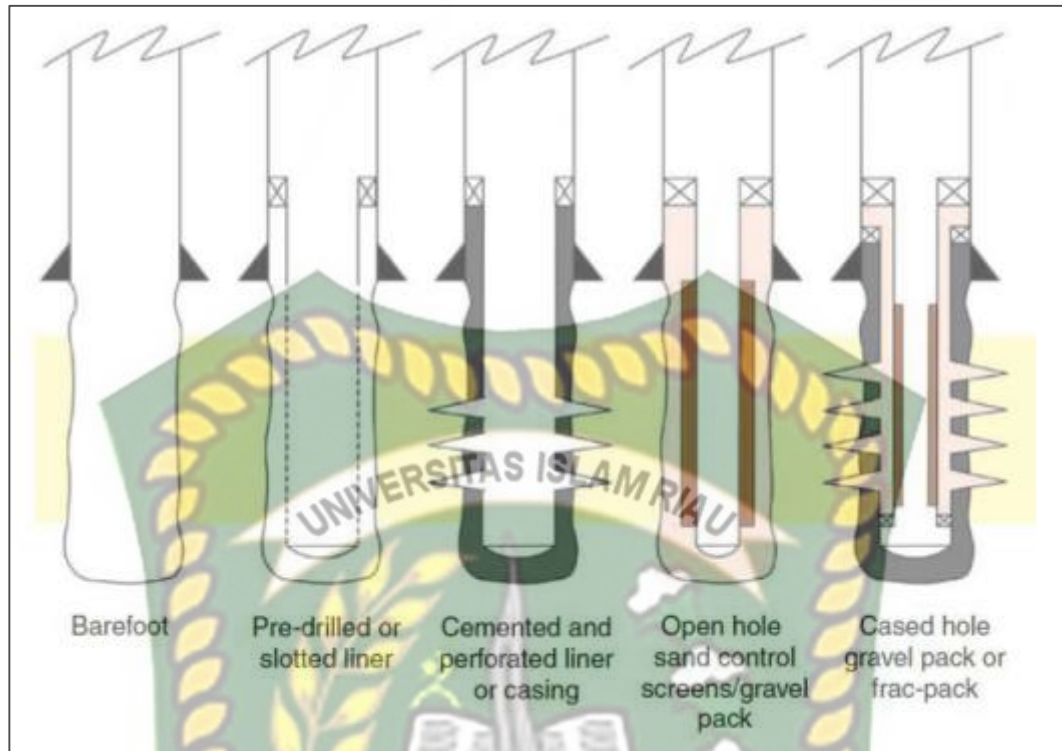
Stimulasi permasalahan *sand problem* dengan *gravel pack* merupakan *workover* yang terbaik pada tipe sumur *single completion* dengan zone produksi yang panjang. Pelaksanannya adalah sebagai berikut:

1. Pembersihan perforasi dengan *clean fluid* sebelum *gravel pack* dipasang.

2. Penentuan ukuran *gravel pack* sesuai dengan ukuran butiran pasir formasi
3. *Squeeze gravel pack* ke dalam lubang perforasi, digunakan *water wet gravel* jika digunakan *oil placement fluid*
4. Produksikan sumur dengan segera setelah packing, aliran produksi dimulai dengan laju produksi rendah kemudian dilanjutkan dengan kenaikan laju produksi sedikit demi sedikit.



Gambar 2.6 *Uniformity of grains distribution* (Roslan, et al., 2010)



Gambar 2.6 Gravel pack setting (Bergkvam, 2015)

2.3 STATE OF THE ART

Adapun penelitian ini berkaitan dengan penelitian terdahulu yang membahas tentang *sand problem* dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 State of The Art

No.	Deskripsi	
1.	<i>authors</i>	Elhaddad, (2019)
	<i>Title</i>	<i>Formation of sand production control in an oil field, Libya</i>
	<i>Objective</i>	Penanggulangan masalah kepasiran dengan menggunakan filter
	<i>Metodelogi</i>	Jenis penelitian bersifat <i>field experiment</i> yang dilakukan di Amal oil field Libya block NC12 50 km dari north Augia, Sirte Basin. Pendekatan yang digunakan dalam <i>design filter screen-prinsiples and sand deposition</i> .
	<i>Parameter</i>	<i>Grain size, uniformity of sand formation, granulation of gravel and size clearance of filter</i>

	<i>Results</i>	Berdasarkan percobaan yang dilakukan <i>sand problem</i> pada dasarnya dapat ditanggulangi dengan menggunakan filter dan dikombinasikan dengan <i>gravel pack</i> . Akan tetapi, pada kenyataannya <i>gravel pack</i> dapat menimbulkan kerusakan pada filter sehingga metode ini gagal dalam menanggulangi masalah kepasiran. Akan tetapi masalah kepasiran pada lapangan ini dapat diselesaikan dengan menggunakan filter dengan catatan <i>design</i> ukuran filter yang tepat berdasarkan pada <i>grain-size and uniformity of grain</i> .
2.	<i>Authors</i>	Jaimes, Quintero, & Martin, (2014)
	<i>Title</i>	<i>A review at the problem of sanding in colombia: Evolution and cases of evaluation for sand exclusion and management alternatives</i>
	<i>Objective</i>	<i>Sand exclusion management (SEM)</i>
	Metodelogi	Penelitian bersifat <i>laboratory, simulation and field experiment</i> data yang digunakan bersumber dari lapangan Casebe, Lisama, Llanito dan Bonanza. Lapangan ini berada di <i>basin of Middle Magdalena Valley, Colombia</i> . Metodologi yang diterapkan adalah <i>sand exclusion management (SEM)</i> yang meliputi analisis pengaruh laju produksi dan kompleksitas sumur. <i>Software</i> yang digunakan untuk <i>design</i> dan implementasi berupa ECOSEMPT. Adapun evaluasi dan implementasi metode SEM meliputi; (1) <i>Chemical consolidation</i> , (2) <i>Chemical treatment</i> , (3) <i>screen less frac</i> , (4) <i>Artificial lift experiences with sand production</i> , (5) <i>Acoustic monitoring</i> .
	Parameter	<i>Geomechanics analysis, impact of water injection, behavior of reservoir pressure and draw-down pressure.</i>
	<i>Results</i>	Analisis <i>probabilistic</i> dapat memberi kepastian yang lebih besar dalam pengambilan keputusan. Alternatif pemilihan metode yang tepat untuk menanggulangi <i>sand problem</i> . <i>Chemical consolidation</i> merupakan metode yang tidak dapat

		diterapkan untuk penanggulangan masalah kepasiran pada zona permeabilitas rendah. <i>Acoustic monitoring</i> merupakan metode yang tepat dalam diagnosa <i>sand problem</i> hasil yang diperoleh bersifat <i>real-time</i> .
3.	<i>authors</i>	Murphy, Richard, & Harjo, (2010)
	<i>Title</i>	<i>Thru tubing installation of gravel pack completion solves long term sanding problem in offshore Indonesia well</i>
	<i>Objective</i>	<i>Design, installation of tubing and gravel pack</i>
	Metodelogi	Peneletian ini dilakukan di <i>offshore North West Java area of Indonesia</i> . Sumur yang diteliti memiliki <i>artificial lift</i> berupa <i>gas lift</i> . Produksi sumur ini terdiri dari 4 zona dengan komposisi <i>commingle</i> . Instalasi <i>gravel pack</i> menggunakan metode <i>coil tubing</i> . <i>Design</i> ukuran <i>gravel pack</i> berdasarkan pada data <i>side wall core</i> .
	Parameter	<i>Gravel size, gamma ray diagnose, well completion data</i>
	<i>Results</i>	Adapun kesuksesan penanggulangan <i>sand problem</i> terlihat dari hasil uji produksi dengan tidak adanya pasir yang ikut terproduksi bersamaan dengan fluida reservoir. Ukuran <i>gravel pack</i> yang digunakan sebesar 40/60 dan ukuran <i>screen mesh</i> 125 micron.
4.	<i>authors</i>	Syahrani, Dharmawan, Pinartjojo, & Popp, (2001)
	<i>Title</i>	Aplikasi <i>slotted liner completion</i> sebagai metode <i>sand control</i> pada sumur - sumur horizontal lapangan Attaka UNOCAL Indonesia
	<i>Objective</i>	Optimasi pencegahan terproduksinya pasir dengan <i>slotted liner completion</i>
	Metodelogi	Analisis penelitian dilakukan dengan metode deskriptif dan prediktif. Data – data yang dikumpulkan seperti laju produksi, <i>completion history</i> dan ukuran partikel pasir yang terproduksi, dijadikan sebagai referensi untuk mendapatkan informasi apa yang sebenarnya terjadi didalam sumur. Analisis deskriptif ini bertujuan untuk mengetahui penyebab <i>sand</i>

		<i>problem</i> . Kemudian dihubungkan dengan analisis prediktif hal ini bertujuan untuk mengetahui apa yang akan terjadi dimasa depan dan tindakan apa yang harus dilakukan.
	Parameter	<i>Grain size, completion history, well performance, rock properties</i>
	Results	Berdasarkan hasil yang diperoleh dari lapangan Attaka UNOCAL Indonesia dengan tipe sumur horizontal, yang mana sumur tersebut menggunakan <i>wire wrapped screen</i> (WWS) berfungsi sebagai pencegah terproduksinya pasir. Namun, WWS tersebut tidak mampu menahan tekanan fluida reservoir yang masuk kedalam sumur produksi sehingga menyebabkan kerusakan pada WWS tersebut. Maka, sebagai alternatifnya penggunaan <i>slotted liner</i> menjadi rekomendasi terlebih pada lapangan ini memiliki formasi yang tidak kompak yang dapat menimbulkan <i>formation collapse</i> dan gugurnya formasi. Dengan penggunaan <i>slotted liner</i> diharapkan mampu mencegah produksi pasir dan menahan gugurnya formasi.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 TAHAPAN *DESIGN SLOTTED LINER* DAN *GRAVEL PACK*

Slotted liner suatu rangkaian pipa yang memiliki lubang yang sangat halus yaitu 0,02 – 0,03 Inch yang berfungsi menahan runtuhnya formasi akibat adanya penurunan tekanan reservoir setelah operasi pemboran maupun setelah *watered-out* (Syahrani, Dharmawan, Pinartjojo, & Popp, 2001). Adapun parameter *design slotted liner* tidak memiliki spesifikasi perhitungan khusus. Sedangkan untuk ukuran lubang *slotted liner* dapat disesuaikan dengan perhitungan *design gravel pack* yang artinya ukuran *slotted liner* harus lebih kecil dari *gravel pack* agar tidak terjadi *reverse circulation* pada saat produksi sedang berlangsung.

$$Pf = 0.465 \times \text{Depth, ft} \dots\dots\dots (1)$$

$$Ph = 0.052 \times \rho, \text{ ppg} \times \text{Depth, ft} \dots\dots\dots (2)$$

Setelah mendapatkan ukuran *slotted liner* kemudian melakukan *design gravel pack*. Adapun tahapan utama *design gravel pack* yaitu mendapatkan *sample* butiran pasir yang terproduksi atau dapat dilakukan dengan metode *sidewall core*, konvensional *core* atau metode lainnya.

Untuk menentukan ukuran *gravel pack* yang dibutuhkan maka akan dilakukan perhitungan sesuai dengan langkah berikut ini. Adapun tahapan ini diambil berdasarkan referensi dari (Pertamina, 2003):

1. Sampel butiran pasir yang diperoleh dibersihkan terlebih dahulu. Apabila masih tercampur dengan minyak akan dilakukan pemisahan.
2. Sampel butiran pasir dikeringkan dalam oven apabila masih ada yg belum terpisah akan digerus dengan mortar untuk melepaskan ikatan butir pasir yang masih menempel satu sama lain.
3. Untuk mengetahui seberapa besar ukurannya maka butiran pasir disaring (*sieve*) berdasarkan persen berat (*sieve analysis*).
4. Kelompokkan persentase berat pasir berdasarkan kumulatif.
5. Plot persentase berat kumulatif pada sumbu Y terhadap ukuran saringan di sumbu X dengan metode plot seperti di bawah ini:

- Plot pada kertas semi log dengan ukuran saringan pada skala log.
- Plot *probability paper* dengan Phi unit (Φ), di mana:

$$\begin{aligned}\Phi &= -2\log(D) \\ &= 3.3223 \log D = -10 \dots\dots\dots (2)\end{aligned}$$

- Setelah mengetahui persentase berat kumulatif tentukan diameter rata-rata gravel yaitu persen berat kumulatif 50 (D50).
- Tentukan besar ukuran gravel batas atas (BA) dan batas bawah (BB) dengan persamaan 3.

$$\begin{aligned}BA &= 4 \times D50 \quad BA = 5 \times D50 \\ BB &= 8 \times D50 \quad BB = 7 \times D50 \dots\dots\dots (3)\end{aligned}$$

- Apabila ukuran gravel tidak ada pada selang BA-BB maka pilih ukuran gravel yang lebih kecil.

Menghitung volume gravel dan *mixing* fluida yang di perlukan.

- Hitung *blind pipe* (BP) yaitu pipa tanpa saringan.
- $$BP = 1.5 \times PS \dots\dots\dots (4)$$

- Hitung panjang rangkaian tapisan (TPS)
- $$TPS = BP + PS \dots\dots\dots (5)$$

Hitung volume gravel yang akan mengisi anulus sepanjang TPS (VA, cuft)

$$VA = TPS \times K1 \dots\dots\dots (6)$$

K1 = kapasitas anulus selubung-tapisan atau kapasitas anulus lubang bor tapisan.

- Hitung volume gravel yang akan mengisi lubang perforasi (VF, cuft)
- $$VF = PP \times K2 \dots\dots\dots (7)$$

K2 = konstanta volume gravel yang masuk ke perforasi, sumur sudah lama produksi: 1 cuft/ft, perforasi sumur baru produksi: 0.5 cuft/ft perforasi.

- Hitung jumlah gravel yang dibutuhkan (VG, cuft)
- $$VG = VA + VF \dots\dots\dots (8)$$

5. Hitung berat gravel (BG , lb)

$$BG = VG \times 100 \dots\dots\dots (9)$$

100 = Pembulatan perkalian, lb/gallon $\times$ 7.46 gallon/cuft.

6. Hitung volume gel yang dibutuhkan ($VGEL$, bbl)

$$VGEL = \frac{BG}{GW \times 42} \dots\dots\dots (10)$$

GW = perbandingan gravel per galon gel.

7. Hitung total volume gel yang dibutuhkan ($TVGEL$, bbl)

$$TVGEL = VGEL + 6 \dots\dots\dots (11)$$

Berdasarkan *rule of thumb* diperlukan injeksi 3 bbl *prepad* sebelum injeksi gravel dan dilakukan injeksi 3 bbl *postpad* setelah injeksi gravel.

Volume akhir adonan gravel (VS , bbl)

$$VS = VGEL \times \{1 + (0.0456 \times GW)\} \dots\dots\dots (12)$$

Setelah mendapatkan *design gravel pack* yang sesuai, lakukan pengujian untuk memastikan gravel yang dipasang sudah sesuai dengan target yang direncanakan dengan cara memompakan fluida. Apabila respon tekanan yang diberikan turun dengan sangat cepat berarti kedudukan gravel kurang mampat begitupun sebaliknya apabila respon tekanan yang diperoleh penurunannya lambat artinya kedudukan atau kemampuan gravel sudah berhasil dipasang dengan baik. Jika hasil pengujian belum memuaskan maka tunggu beberapa jam dan ulangan pengujian kemampuan atau kerapatan gravel *pack*.

Menurut Zhou & Sun, (2016) pemasangan *gravel* dapat mempengaruhi performa sumur, yang dipengaruhi oleh permeabilitas *gravel* yang dapat dihitung dengan persamaan (13) berikut.

$$PI = 1.21521 \ln (\omega/d_{50}) + 1.6501 \dots\dots\dots (13)$$

Sedangkan PI sebelum dan sesudah pemasangan *slotted liner* dan *gravel pack* dapat dihitung dengan persamaan (14).

$$\Delta PI = \frac{PI_1 - PI_2}{PI_2} * 100\% \dots\dots\dots (14)$$

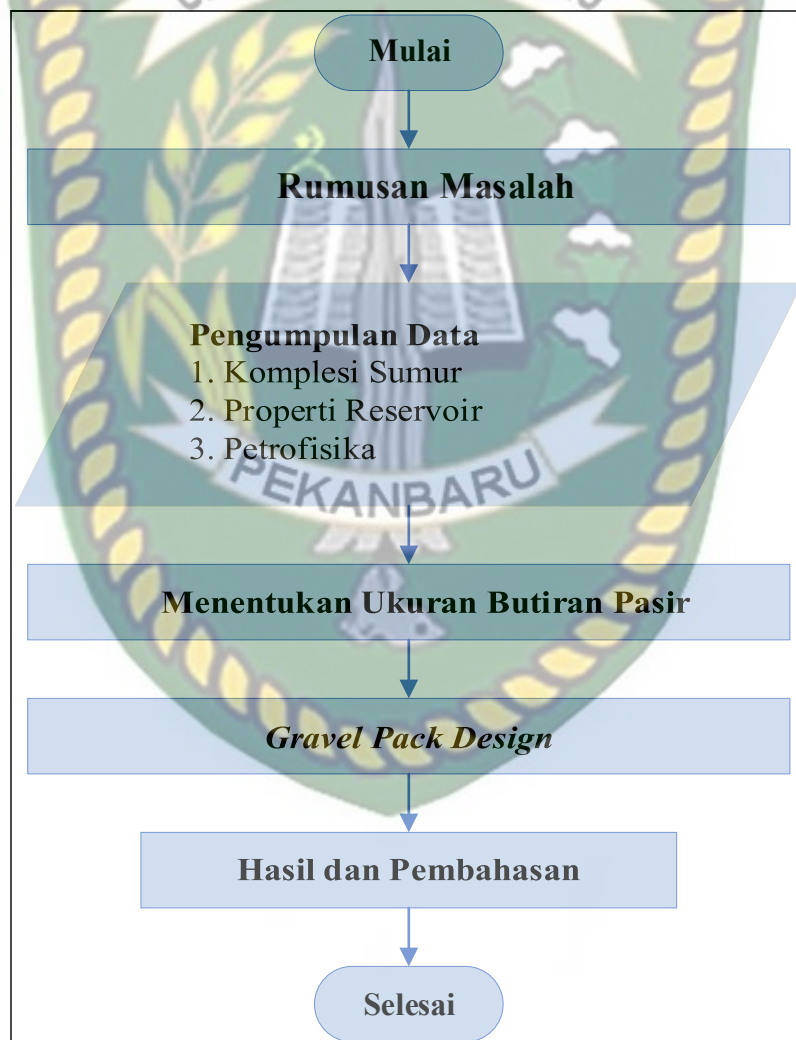
Berdasarkan berdasarkan persamaan Vogel dimana $P_s > P_b$ dan $P_{wf} > P_b$ maka laju produksi minyak dapat dihitung dengan persamaan (15).

$$Q_b = PI (P_s - P_b) \dots\dots\dots (15)$$

$$Q_{max} = Q_b + \left(\frac{Q_b * P_b}{(1.8 * (P_s - P_b))} \right) \dots\dots\dots (16)$$

$$Q_o = Q_b + \left((Q_{max} - Q_b) * \left(1 - 0.2 \left(\frac{P_{wf}}{P_s} \right) - 0.8 \left(\frac{P_{wf}^2}{P_s^2} \right) \right) \right) \dots\dots\dots (17)$$

3.1.1 Flowchart



Gambar 3.1 Flowchart penelitian

3.2 TEMPAT DAN JENIS PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Prodi Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau. Data yang digunakan berupa data sekunder yang diperoleh dari hasil penelitian sebelumnya seperti *thesis*, jurnal, *preceding* dan lain-lain yang dipublikasi oleh sumber terpercaya.

Jenis penelitian ini bersifat *field experiment*, untuk menunjang keberhasilan penelitian digunakan pendekatan deskriptif dan korelasional.

3.3 DATA YANG DIBUTUHKAN

Untuk menjawab permasalahan yang kemukakan pada latar belakang maka dibutuhkan data – data seperti *well profile* dengan mengetahui data ini penulis dapat mengetahui lapisan-lapisan mana saja yang di produksi oleh sumur X. Kemudian dibutuhkan data sampel batuan untuk mengetahui seberapa besar diameter butiran nya kemudian dikombinasikan dengan data *sonic log* maka dapat dilakukan identifikasi lapisan mana yang bermasalah dan memproduksi pasir. Adapun perkiraan data yang dibutuhkan secara detail dapat dilihat pada table 3.1.

Tabel 3.1 Data Profil Sumur X

Parameter	Nilai
<i>Well Name</i>	Sumur X
Ukuran <i>Casing</i> , Inch	7
<i>Open Hole</i> ID, Inch	6 1/8
Panjang <i>Open Hole</i> , ft	530
<i>Top Open Hole</i> MD, ft	3917
<i>Top Open Hole</i> TVD, ft	3430
<i>Bottom Open Hole</i> MD, ft	4444
<i>Bottom Open Hole</i> TVD, ft	3480
<i>Tubing size</i> ID, inch	2.441
<i>Tubing size</i> OD, inch	3.5
<i>Packer Inside</i> , ft	4166
Ukuran <i>Slotted Liner</i> , Inch	5
Maksimal <i>Dog Leg Severity</i> , deg/100ft	5

Sumber: Syahrani, et., al, 2001 & Lee, et., al, 2001)

Tabel 3.2 Data Batuan Reservoir dan PVT

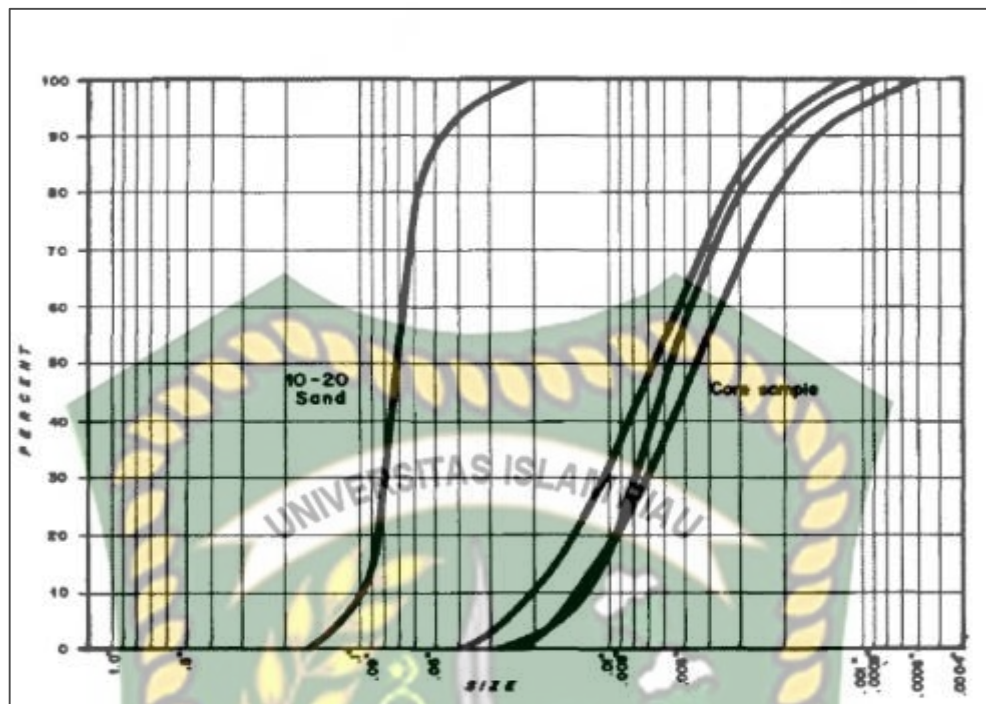
Parameter	Nilai
<i>Reservoir Name</i>	Shallow, 35-8
<i>Reservoir Depth, ft</i>	3000 - 6000
<i>Porosity, fraction</i>	0.28 - 0.35
<i>Grain Size, Inch</i>	0.0045
<i>Pressure, psi</i>	1300
<i>Temperature, degF</i>	156
API	40
GOR, scf/stb	340
SG Gas	0.65
Oil Viscosity, cp	0.46
FVF, rb/stb	1.28
P _b , Psi	1400.1

Sumber: Syahrani, et., al, 2001 & Lee, et., al, 2001)

Tabel 3.3 Data Produksi

Parameter	Nilai
<i>Initial Oil Production Rate, bopd</i>	640
<i>Water Cut, %</i>	1.2
<i>Last Oil Production Rate, bopd</i>	269
<i>Water Cut, %</i>	57

Sumber: Syahrani, et., al, 2001 & Lee, et., al, 2001)



Gambar 3.2 Kumulatif distribusi ukuran butiran pasir Lapangan Y (Sawolo, Krueger, & Maly, 1983)

3.4 JADWAL PENELITIAN

Schedule penelitian ini dilakukan selama 3 bulan yang dimulai dari pemahaman permasalahan serta mencari solusi yang tepat kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data, secara spesifik dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Jadwal Penelitian

No	Jenis Kegiatan	November, 2021				Desember, 2021				Januari, 2022			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Analisis Sistem												
2	Pengumpulan Data												
3	<i>Design gravel pack</i>												
4	Interpretasi												
5	Pengolahan Hasil												

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 HASIL PERHITUNGAN *DESIGN GAVEL PACK* DAN *SLOTTED LINER*

Berdasarkan hasil perhitungan desain *gravel pack* dimana diperoleh ukuran butiran rata-rata sebesar 0.0045 inch. Sehingga, dapat diperoleh ukuran *gravel pack* yang sesuai dengan ukuran sebesar 20/40 U.S Mesh dan ukuran *screen* 0.012 inch. Secara rinci hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan *Design Gravel Pack*

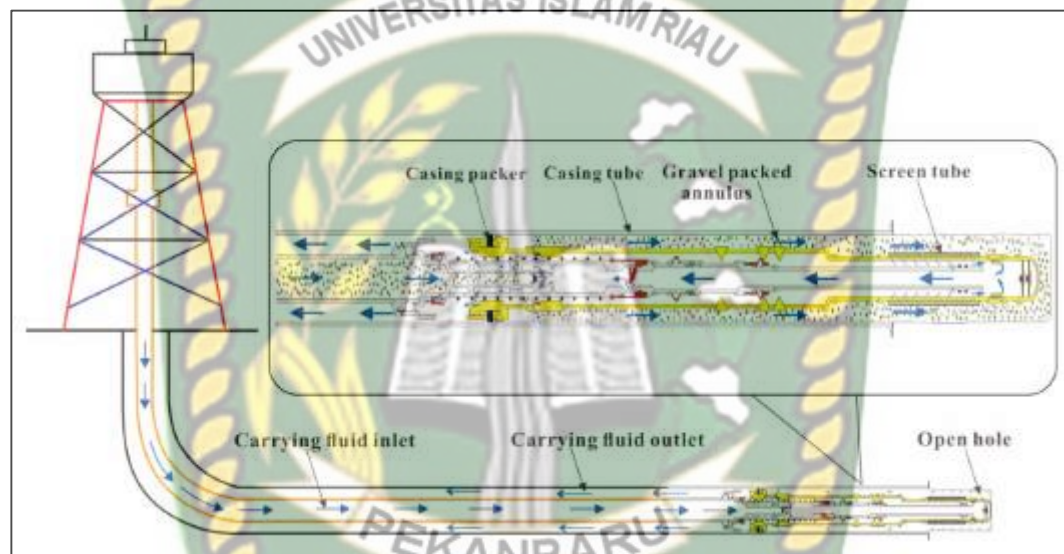
Parameter <i>Gravel Pack Design</i>	Nilai
d ₅₀ , inch	0.0045
Batas Atas (BA), Inch	0.018
Batas Bawah (BB), Inch	0.036
BA/BB, U.S MESH	20/40
<i>Screen Size</i> , Inch	0.012

Konfigurasi sumur Y merupakan sumur horizontal dengan tipe kompleksi *open hole*. Pada bagian horizontal sumur dilengkapi dengan *slotted liner* sepanjang 530 ft dengan diameter *slotted liner* sebesar 5 inch dan diameter *wellbore* 7 inch. Berdasarkan data tersebut diperoleh total volume *gravel pack* yang dibutuhkan adalah sebesar 178.26 bbl.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan *Design Kebutuhan Volume Gravel Pack*

<i>Design Volume Gravel</i>	Nilai
Jumlah pemakaian gravel, cuft	666.9
Volume gel yang dibutuhkan, bbl	105.86
Total volume gel yang dibutuhkan termasuk/postpad, bbl	111.86
Volume akhir adonan gravel, bbl	178.26

Setelah mengetahui volume *gravel pack* yang dibutuhkan, maka akan dilakukan injeksi *gravel* untuk menempatkan pada anulus *slotted liner*. Pada penelitian ini instalasi *gravel pack* menggunakan metode *reverse circulation* dimana *gravel* disirkulasikan melalui anulus. Menurut Pertamina, (2003), instalasi *gravel* dengan metode *wash-down* pada sumur horizontal dapat menyebabkan *bridging*, dan penumpukan *gravel* pada bagian ujung horizontal sumur. Untuk antisipasi permasalahan tersebut maka dipilih metode *reverse circulation* (Zhang, et al., 2021).



Gambar 4.1 Skema konfigurasi sumur Y setelah pemasangan *slotted liner* dan *gravel pack* (Zhang, et al., 2021).

Tabel 4.3 Ukuran *Screen Slotted Liner* Pada Berbagai Ukuran *Gravel Pack*

Pack Sand U.S. Mesh Size	Slot Width (inches)	Sand Screen Wirespacing (inches)
50 – 70	-	0.006
40 – 60	-	0.008
20 – 40	-	0.012
16 – 30	-	0.016
12 – 20	0.025	0.025
10 – 16	0.035	0.035
8 11 12	0.050	0.050

Sumber: Pertamina, (2003)

Ukuran *screen* pada *slotted liner* berfungsi sebagai penyekat dan menahan *gravel* agar tetap berada di anulus *slotted liner*, sehingga pemilihan ukuran *screen* harus lebih kecil dari ukuran *gravel*. Berdasarkan pada tabel 4.3 ukuran *screen* yang dipilih adalah sebesar 0.012 inch.

Tabel 4.4 Hasil *Design Slotted Liner* Berdasarkan Pada Data Katalog Product (*Slotted Liner*).

Parameter <i>Slotted Liner</i>	Nilai
<i>Slotted Name</i>	SCH 80
ID <i>Slotted Liner</i> , Inch	5
OD <i>Slotted Liner</i> , Inch	5.56
<i>Wall Thickness</i> , Inch	0.337
<i>Row of Slots (A)</i>	4
<i>Slot Length (B)</i> , Inch	1.55
<i>Slot Width (C)</i> , Inch	0.01
<i>Slot Row per Foot (D)</i>	134
<i>Total Open Area per Foot (A * B * C * D)</i> , Inch ² /ft	8.3

Sumber: Syahrani, et. al., (2001) & Atlantic Screen, Inc., (2022)

Berdasarkan ketersediaan ukuran *screen* yang dibutuhkan yaitu 0.012 Inch tidak tersedia dipasaran maka, ukuran 0.01 Inch dapat dijadikan alternatif pemilihan *slot*. Secara detail pemilihan *screen* pada *slotted liner* dapat dilihat pada lampiran A. Adapun kebutuhan panjang *slotted liner* adalah 530 ft.

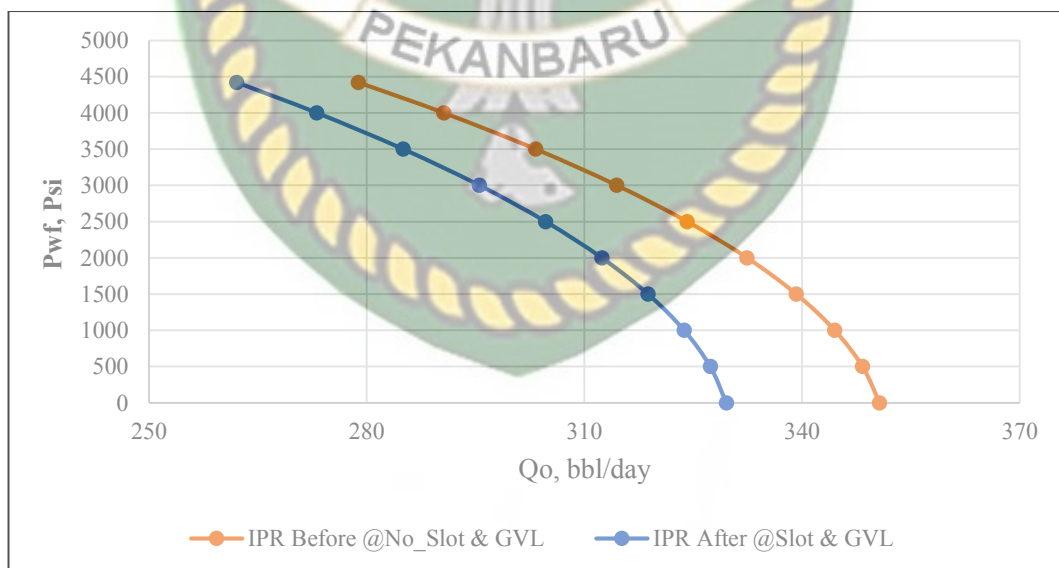
4.2 ANALISIS PERFORMA PRODUKSI SETELAH PEMASANGAN GRAVEL PACK DAN SLOTTED LINER

Setelah dilakukan analisis performa produksi dengan metode Vogel's dapat diperoleh laju produksi minyak, sebelum dan sesudah pemasangan *gravel pack* dimana setelah dilakukan pemasangan *gravel pack* terjadi penurunan laju produksi sebesar 6.4 %. Menurut Matanovic, Cikes, & Moslavac, (2012) hal ini disebabkan terjadinya akumulasi butiran pasir pada media *gravel pack* dan membentuk *skin*.

Tabel 4.5 Perbandingan Performa Produksi Sebelum dan Sesudah Pemasangan *Slotted Liner* dan *Gravel Pack*

IPR (Metode Vogel's)		
	Before	After
PI	0.092	0.087
ΔPI , %	6.4	
Qb, bbl/d	278.86	262.08
Qmax, bbl/d	350.69	329.58
Qo, bbl/d	339.11	318.70

Menurut Darcy kemampuan laju alir suatu sumur sangat dipengaruhi oleh laju penurunan tekanan (*pressure drop*) kasus seperti ini terjadi pada kondisi sumur yang memiliki *skin* bernilai positif. Namun dikarenakan keterbatasan data yang diperoleh, sehingga sangat sulit untuk dilakukan analisis dengan metode Darcy. Adapun laju produksi sebelum pemasangan *slotted liner* dan *gravel pack* diperoleh sebesar 339.11 bbl/day sedangkan setelah stimulasi diperoleh 318.7 bbl/day. Penurunan laju produksi ini disebabkan oleh adanya indikasi *skin* yang terbentuk pada sumur Y. Namun untuk mengetahui besaran nilai *skin* harus dilakukan pengujian sumur (*transient analysis*) (MacArthur, et al., 2001).



Gambar 4.2 Perbandingan laju alir minyak sebelum dan sesudah pemasangan *slotted liner* dan *gravel pack*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Setelah dilakukan serangkaian pembahasan *design slotted liner* dan *gravel pack* maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan ukuran rata-rata butiran pasir yang terakumulasi (d_{50}) yaitu sebesar 0.0045 Inch maka ukuran *gravel pack* yang cocok sebesar 20/40 U.S MESH, untuk mengisi area horizontal sumur sepanjang 530 ft dibutuhkan volume *gravel* sebanyak 118.78 bbl. Konfigurasi *slotted liner* dilengkapi dengan lebar *screen* 0.01 Inch, panjang *slot* 1.5 Inch dan *slot row per foot* sebanyak 134. Penempatan *gravel* dengan menggunakan metode *reverse circulation*.
2. Berdasarkan analisis performa produksi setelah dilakukan instalasi *slotted liner* dan *gravel pack* terjadi penurunan PI sebesar 6.4%. Hal ini disebabkan oleh adanya akumulasi butiran pasir pada media *gravel pack* sehingga aliran fluida reservoir menjadi terhambat, dan mengakibatkan penurunan laju alir produksi. Adapun laju alir minyak awal sebesar 339.11 bbl/day, dan setelah pemasangan *gravel pack* dan *slotted liner* sebesar 318.7 bbl/day.

5.2 SARAN

Adapun saran dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui laju produksi minyak setelah pemasangan *slotted liner* dan *gravel pack* yang lebih representatif dibutuhkan data yang lebih kompleks seperti nilai *skin*, radius pengurasan sumur dan data kehilangan tekanan pada media *gravel* dan *slotted liner*. Oleh sebab itu diperlukan observasi lapangan (*field experiment*).
2. Dari hasil analisis performa produksi menunjukkan terjadi penurunan laju produksi minyak oleh sebab itu perlu dilakukan analisis kelayakan untuk mengetahui keekonomisan penerapan metode ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, T. (2006). *Reservoir Engineering Handbook Third Edition*. Burlington: Elsevier.
- Araki, N. (2018). *Quantitative Analysis Of The Effect Of Perforation Interaction On Sand Production Using The Finite Element Method*. Texas: Texas A&M University.
- Bergkvam, R. (2015). *Parametric sensitivity studies of gravel packing*. Stavanger: Universitet i Stavenger.
- Cormack, D. (2017). *An Introduction to Well Control Calculations for Drilling Operations*. Aberdeen, UK: Springer International Publishing.
- Elhaddad, E. E. (2019). Formation of Sand Production Control in an Oil Field, Libya. *International Journal of Advanced Research in Engineering & Technology*, 81-85.
- Han, G. (2003). *Rock Stability under Different Fluid Flow Conditions*. Canada: University of Waterloo.
- Han, G., & Dusseault, M. (2002). Quantitative Analysis of Mechanisms for Water-Related Sand Production. *SPE International Symposium and Exhibition on Formation Damage Control*, 1-12.
- Herawati, I., Novrianti, & Suyandi, A. (2015). Evaluasi Peningkatan Produksi Pada Formasi Sandstone Sumur #H Dan #P Dengan Perencanaan Stimulasi Pengasaman Matriks (Studi Kasus Lapangan Falih). *JEEE*, 1-15.
- Hisham, F. B. (2015). *A Critical Review on Root Cause Analysis on Gravel Packing Design and Installation Issues*. Bandar Seri Iskandar: Universiti Teknologi Petronas.
- Ikpоро, B., & Sylvester, O. (2015). Effect of Sand invasion on Oil Well Production: A Case study of Garon Field in the Niger Delta. *The International Journal Of Engineering And Science (IJES)*, 64-72.
- Isehunwa, S., & Farotade, A. (2010). Sand Failure Mechanism and Sanding Parameters in Niger Delta Oil Reservoirs. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 777-782.
- Jaimes, M., Quintero, Y., & Martin, D. (2014). A Review at the Problem of Sanding in Colombia: Evolution and Cases of Evaluation for Sand Exclusion and Management Alternatives. *SPE Latin American and Caribbean Petroleum Engineering Conference*, 1-14.
- Jamil, N. F. (2011). *Production Enhancement From Sand Control Management*. Perak: Universiti Teknologi Petronas.
- Khamehchi, E., & Reisi, E. (2015). Sand production prediction using ratio of shear modulus to bulk compressibility (case study). *Egyptian Journal of Petroleum*, 113-117.

- Khamehchi, E., Kivi, R. I., & Akbari, M. (2014). A novel approach to sand production prediction using artificial intelligence. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 1-8.
- Lee, C., Darby, M., & Popp, T. (2001). Effective Thru Tubing Gravel Pack Methods in Attaka Field. *SPE Asia Pacific Improved Oil Recovery Conference held in Kuala Lumpur*, 1-15.
- MacArthur, J., Vo, D., Palar, S., Terry, A., Brown, T., Hariyadi, & May, R. (2001). Integrating Pressure Data From Formation Tester Tools and DSTs To Characterize Deepwater Fields, East Kalimantan, Indonesia. *SPE Reservoir Evaluation & Engineering*, 437-450.
- Mahmoudi, M., Roostaei, M., Fattahpour, V., Sutton, C., Fermaniuk, B., Zhu, D., . . . Luo, J.-L. (2018). Standalone Sand Control Failure: Review of Slotted Liner, Wire Wrap Screen, and Premium Mesh Screen Failure Mechanism. *SPE Annual Technical Conference and Exhibition*, 1-27.
- Matanovic, D., Cikes, M., & Moslavac, B. (2012). *Sand Control in Well Construction and Operation*. Croatia: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Mayokun, A. O. (2011). *Practical Approach To Effective Sand Prediction, Control And Management*. Abuja, Nigeria: African University of science and Technology.
- Mayokun, A. O. (2011). Practical Approach To Effective Sand Prediction, Control And Management. Abuja: African University of science and Technology.
- Morita, N., & Boyd, P. (1991). Typical Sand Production Problems: Case Studies and Strategies for Sand Control. *Society of Petroleum Engineers*, 801-812.
- Murphy, R., Richard, J., & Harjo, L. (2010). Thru Tubing Installation of Gravel Pack Completion Solves Long Term Sanding Problem in Offshore Indonesia Well. *IADC/SPE Drilling Conference and Exhibition*, 1-4.
- Nauvilla, I. (2008). *Surah Al-Insyirah dan Pemecahan Masalah* . Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Pertamina. (2003). *Penanggulangan Masalah Pasir Dengan Cara Mekanis*. Jakarta: Pertamina.
- Roslan, M. R., Deris, M. N., Hafiz, M., Saebi, S., Afendy, M. N., & Munoz, I. (2010). Rigless through-tubing gravel pack for sand control in Malaysia. *World Oil* .
- Sawolo, N., Krueger, R., & Maly, G. (1983). Case History of Yakin Field: Its Development and Sand Control. *Society of Petroleum Engineers of AIME*, 23-30.
- Syahrani, Dharmawan, A., Pinartjojo, D., & Popp, T. (2001). Aplikasi Slotted Liner Completion Sebagai Metode Sand Control Pada Sumur - Sumur Horizontal Dilapangan Attaka UNOCAL Indonesia. *Proceeding Simposiom Nasional IATMI 2001*.
- Tananykhin, D., & Saychenko, L. (2017). Sand control methods for the development of oil&gas fields with hard to recover reserves. *Revista Espacios*.

- Welling, R. W. (1998). Conventional High Rate Well Completions: Limitations of Frac&Pack, High Rate Water Pack and Open Hole Gravel Pack Completions. *SPE International Symposium on Formation Damage Control*, 1-15.
- Zhang, Z., Yang, J., Chen, S., Ou, Q., Zhang, Y., Qu, X., & Guo, Y. (2021). Numerical Simulation of Pulsed Gravel Packing Completion in Horizontal Wells. *energies*, 1-18.
- Zhou, S., & Sun, F. (2016). *Sand Production Management for Unconsolidated Sandstone Reservoirs*. Cina: Petroleum Industri Press - Wiley Blackwell.

