
**PERANCANGAN M-FIN VERTICAL SURFACE SEBAGAI ALAT FILTRATION UNTUK
MENURUNKAN KOMPOSISI AIR FORMASI PADA LAPANGAN S-07**

Oleh

Sefilra Andalucia¹, Aldo Setiawan², Westen Tera Kiranda³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Eksplorasi Produksi Migas Politeknik Akamigas
Palembang, 30257, Indonesia

E-mail: ¹andalucia@pap.ac.id, ²daldo.setiawan.eng@gmail.com,

³westenkiranda@gmail.com

Article History:

Received: 11-12-2024

Revised: 09-01-2025

Accepted: 18-01-2025

Keywords:

M-FIN, Filtration, Scale
Index, Total Suspended
Solid, Total Dissolved
Solid, NTU (Turbidity),
Cl⁻, Fe³⁺, pH

Abstract: M-FIN is a filtration device functioning to filter or separate impurities contained in formation water which can cause scale. In addition, using M-FIN which has filter media in form of coal, zeolite, silica sand and pumice it is expected reduce the composition of formation water in form of ions which will be formation water which has been tested for filtration. It can be used as injection water that meets specifications. Prior to designing the tool, a test was carried out on formation water in form of filtration using filter media (coal, zeolite, silica sand and pumice) on a lab scale. In this lab test, in addition to filtration, a titration is carried out to read the ion value or the composition of the formation water whether the formation water sample changes in the composition of the formation water before filtration without filter media and after using filter media which aimed to identify whether the formation water was suitable or not used as injection water. The test results for formation water samples before filtering without filter media did not meet the Good Water Injection Requirements specifications, namely the parameters SI, TSS, TDS, NTU (Trbidity), Cl, Fe³⁺, and pH. Therefore, a second filtration was carried out using filter media (coal, zeolite, silica sand, and pumice). From the results of the sarnple test, it indicated a change namely a decrease (sample B) in the SI parameter by 100%, TSS by S6%, TDS decreasing by 69%, NTU decreasing from 56 to a value of 21, for C1- from a value of 4.8 decreased to 3.1 while Fe³⁺ from 0.018 to 0.011 and the pH decreased to 8.

PENDAHULUAN

Pada lapangan migas yang ada di Indonesia seringkali terdapat penghambat aktivitas produksi tepatnya pada jalur pendistribusian yang berupa endapan (*Scale*). *Scale* adalah kumpulan endapan yang menjadi kerak dan dapat menutupi lubang, tabung produksi dan katup sehingga menyumbat aliran fluida. Dimana *scale* ini merupakan hasil pengendapan mineral yang berasal dari air formasi yang terproduksi bersama minyak dan gas (Musmuliadi, 2021).

Air Injeksi merupakan air formasi yang telah di *treatments* denga cara filtrasi yang

nantinya akan memisahkan air dari zat pengotor. Jadi disini penulis mencoba untuk berinovasi berupa alat filtrasi bernama M-FIN yang diharapkan dapat menyaring air formasi dan menurunkan nilai komposisi air formasi.

Filtrasi atau penyaringan adalah suatu proses untuk menghilangkan zat padat tersuspensif diukur dengan kekeruhan dari air melalui media berpori. Penyaringan melalui media berpori terjadi dengan cara menghambat partikel-partikel ke dalam ruang pori sehingga terjadi pengumpulan dan tumpukan partikel tersebut pada permukaan butiran media. Dengan tumpukan partikel yang melekat pada butiran media ini akan membuat air tidak keruh dan menjadi lebih bersih. (Ahmad Mashadi, 2018).

Adapun perencanaan material filtrasi yang akan digunakan berupa batubara selaku karbon aktif, di karenakan pada proses filtrasi batubara berfungsi sebagai salah satu media yang menyerap zat-zat yang berbahaya di dalam air. Menurut Arrizky Putra Noordiansyah (2017), Batubara adalah salah satu bahan bakar fosil yang terbentuk dari endapan, batuan organik yang terdiri dari karbon, hidrogen, dan oksigen. Batubara dibedakan berdasarkan tingkat proses pembentukannya yang dikontrol oleh tekanan, panas, dan waktu. Terdapat lima kelas batubara yaitu Antrasit yang memiliki unsur karbon sekitar 86% - 96%, Bituminous sekitar 68% - 86% unsur karbon (C), Sub-Bituminous berkisar 42% - 52% unsur karbon (C), Lignit merupakan kelas batubara yang sangat lunak karna mengandung air 35% - 75% dari beratnya, dan Gambut memiliki kadar air diatas 75% serta nilai kalori yang paling rendah.

Material berikutnya adalah pasir silika. (*Quartz sands*) juga dikenal dengan nama pasir putih atau pasir silika (*silica sand*) merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama, seperti kuarsa dan feldspar. Hasil pelapukan kemudian tercuci dan terbawa oleh air atau angin yang terendapkan di tepi-tepi sungai, danau, atau laut. Pasir kuarsa adalah bahan galian yang terdiri atas kristal-kristal silika (SiO_2) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir kuarsa mempunyai komposisi gabungan dari SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , dan K_2O , berwarna putih bening atau warna lain tergantung pada senyawa pengotornya, kekerasan 7 (skala Mohs), berat jenis 2,65, titik lebur 17-150 C, bentuk kristal hexagonal, panas spesifik 0,185 (Mary Selintung, 2012) dan manfaat pasir silika sebagai material filtrasi air formasi yaitu pada bentuk ukuran butir yang seragam pada pasir silika yang akan menghasilkan filtrasi yang efisien untuk menghilangkan kontaminasi pada air formasi (Flysh Geost, 2016).

Material ketiga yang akan digunakan adalah zeolite, zeolit merupakan material berstruktur hidrat alumunium silikat dengan luas permukaan spesifik yang tinggi sehingga memiliki potensi yang besar untuk digunakan sebagai bahan penyerap (*Absorbent*).

Material keempat adalah batu apung, batu apung atau *pumice* adalah batuan dengan ciri-ciri utama berwarna terang serta sangat berpori. Batu apung ini untuk media filtrasi berfungsi sebagai penyerap kotoran micro yang berada pada molekul air (Flysh Geost, 2016).

Material kelima adalah *sponge*, yang dimana sponge ini berfungsi sebagai material filter untuk menyaring komponen yang berukuran lebih besar yang terikut pada saat produksi. Setelah proses filtrasi dilakukan menggunakan material diatas air formasi yang sudah difiltrasi akan dilakukan *sample test* untuk mengetahui apakah air formasi tersebut sudah memenuhi *Good Water Injection Requirements*.

Untuk menurunkan efek *scaling* maka diperlukan penanganan dengan cara membuat atau menambah peralatan untuk memfilter air yang mengandung komponen-komponen yang nantinya dapat menghambat kinerja peralatan terutama pada jalur pendistribusian dan juga untuk memenuhi spesifikasi *Good Water Injection Requirements* maka dari itu dalam penelitian ini akan membahas mengenai Inovasi M-Fin *Vertical Surface* Sebagai Alat *Filtration* Untuk Menurunkan Komposisi Air Formasi Pada Lapangan S-07.

Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu penggunaan Alat M-FIN diharapkan dapat membantu filtrasi yang sudah ada untuk menurunkan *scale* dan dapat menjadi rancangan alat filtrasi untuk menurunkan komposisi air formasi menggunakan media filter (Batubara, Batu Zeolit, Pasir Silika dan Batu Apung).

Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kemampuan dari media filter *injection* berbahan material (batubara, batu zeolit, pasir silika dan batu apung) dalam pengujian sampel analisis air formasi.
2. Untuk mengetahui identifikasi masalah air formasi dalam memenuhi spesifikasi *Good Water Injection Requirements*.
3. Mendesain alat filtrasi injeksi sebagai tempat media material injeksi pada proses filtrasi.

Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini sebagai berikut

1. Penulis dapat mengetahui kemampuan dari media filter *injection* berbahan material (batubara, batu zeolit, pasir silika dan batu apung) dalam pengujian sampel analisis air formasi.
2. Penulis dapat melakukan identifikasi masalah air formasi dalam memenuhi spesifikasi *Good Water Injection Requirements*.
3. Penulis dapat Mendesain alat filtrasi injeksi sebagai tempat media material injeksi pada proses filtrasi.

LANDASAN DASAR

Air Formasi

Air formasi merupakan air yang ikut terproduksi pada saat proses pemboran berlangsung, pada air formasi ini ada juga kandungan minyak maupun gas yang terikut. Menurut Septian Elsyia Putra (2020), Air formasi merupakan air yang ikut terproduksi bersama minyak dan gas. Dalam proses pemisahannya di *Gathering Station*, air dan minyak akan masuk ke dalam *wash tank* sedangkan gas akan menuju *flare* untuk dilakukan pembakaran. Mekanisme pembentukan *scale* berkaitan dengan komposisi kimia dari air formasi, air formasi secara umum mengandung ion positif (kation) dan ion negatif (anion). Yang termasuk kation adalah Calcium, Magnesium, Ferrum, Barium, Natrium, Strontium. Anion dari air formasi adalah Chloride, Carbonat, Bicarbonat, dan Sulfat.

Scale

Scale atau biasa disebut endapan yang diakibatkan oleh proses penumpukan pada jalur produksi maupun fasilitas produksi lainnya sehingga dapat menghambat sebuah proses produksi yang nantinya menurunkan nilai laju alir. Menurut Musmuliadi (2020), *scale* adalah kumpulan endapan yang menjadi kerak dan dapat menutupi lubang, tabung produksi dan katup sehingga menyumbat aliran fluida. Yang dimana *scale* ini merupakan hasil

pengendapan mineral yang berasal dari air formasi yang terproduksi bersama minyak dan gas.

Water Treatment

Water Treatment merupakan salah satu fasilitas yang berfungsi untuk mengolah air limbah yang dimana air limbah ini berasal dari hasil produksi sumur. Menurut Nanang Yulistio (2021), *Water Treatment* adalah unit yang berfungsi dalam pengolahan air yang digunakan untuk mendukung kegiatan produksi, antara lain seperti memenuhi keperluan air bersih dan air minum. Namun dalam penelitian kali ini air yang akan dikelola merupakan air formasi yang nantinya hasil dari pengolahan air ini, Air tersebut dapat digunakan kembali dalam penginjeksian pada kegiatan industri minyak dan gas.

Filtrasi

Filtrasi merupakan proses pemisahan dari suatu kandungan yang terdapat didalam air yang pisahkan berdasarkan ukuran dari zat padat yang terkandung didalam air. Menurut Ahmad Mashadi (2018), Filtrasi atau penyaringan adalah suatu proses untuk menghilangkan zat padat tersuspensi diukur dengan kekeruhan dari air melalui media berpori. Penyaringan melalui media berpori terjadi dengan cara menghambat partikel-partikel ke dalam ruang pori sehingga terjadi pengumpulan dan tumpukan partikel tersebut pada permukaan butiran media. Dengan tumpukan partikel yang melekat pada butiran media ini akan membuat air tidak keruh dan menjadi lebih bersih

Media Filtrasi

Media filtrasi merupakan sebuah bahan atau material yang akan melakukan proses pemisahan didalam proses filtrasi dengan cara memisahkan kandungan yang terikat pada air berdasarkan butir ukuran zat dan juga menyerap kandungan zat yang melewati pori dari media filtrasi. Media filtrasi yang digunakan ada 5 material yaitu:

Analisa Parameter

Berikut adalah parameter yang akan di analisa dalam penelitian ini yaitu:

- a. pH adalah suatu tingkat keasaman pada suatu larutan yang banyak mengandung ion-ion dari hidrogen, sedangkan untuk pOH adalah suatu tingkat kebasahan pada suatu larutan yang banyak mengandung ion - ion dari hidroksida.
- b. *Dissolved Oxygen* adalah sejumlah oksigen terlarut dalam air yang berasal dari fotosintesa dan udara. Apabila ada kandungan oksigen dalam air formasi tersebut maka akan timbul bau yang menyengat.
- c. *SI (Scale Index)*. adalah suatu metode atau cara yang digunakan untuk mengatasi permasalahan yang disebabkan oleh perubahan tekanan, suhu dan pH sehingga keseimbangan ion-ion akan melebihi kelarutannya dan membentuk endapan atau padatan baik itu di *reservoir*, formasi produktif ataupun sepanjang pipa alir produksi, cara penanggulangan *scale* yang umum di lapangan adalah penginjeksian *chemical scale inhibitor* dan pengasaman.
- d. *Turbidity* adalah suatu indikator yang menunjukkan tingkat kejernihan air injeksi.
- e. *Specific Gravity* adalah massa jenis suatu zat terhadap massa jenis bahan referensi tertentu.
- f. *Total Suspended Solid* adalah suatu padatan yang terdapat didalam air injeksi seperti minyak, endapan, *micro organisme*, tanah liat, dan bahan kimia yang tidak larut.

g. *Total Dissolved Solid* adalah suatu fisik indikator yang menyatakan kadar air injeksi tersebut mengandung bakteri, chemical, dan solid.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

PT Pertamina Hulu Rokan Regional 1 Zona 4 Limau Field ini dilaksanakan kurang lebih satu bulan terhitung sejak tanggal 02 Mei s.d 02 Juni 2023.

Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan Penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Perancangan M-Fin *Vertical Surface* Sebagai Alat *Filtration* Untuk Menurunkan Komposisi Air Formasi Lapangan WT-95” di PT Pertamina Hulu Rokan Regional 1 Zona 4 Limau Field yaitu dengan cara studi literatur dan pengamatan secara langsung di lapangan.

Jenis Penelitian

Jenis penelitian digunakan pada penelitian ini merupakan metode penyaringan di Laboratorium Pertamina Limau Field. Melalui ini peneliti memperoleh data hasil yang akan dicapai dengan melaksanakan percobaan secara langsung di laboratorium. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Air Formasi
2. Karbon Batubara
3. Zeolit
4. Batu Apung
5. Pasir silika

Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Oven
2. Erlenmeyer
3. Botol Duran
4. Gelas Ukur
5. Corong
6. Neraca digital
7. Spectrometer UV-VIS
8. Oakton pH 150
9. Pompa Air Mini
10. Cawan Porselin

Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan pada penelitian dimulai dari persiapan material, pengujian sample air formasi sebelum filtrasi, pengujian sample dengan filtrasi, pengujian sample sesudah filtrasi.

1) Persiapan Material

Media filter yang disiapkan dalam penelitian ini terdiri dari atas batubara, batu zeolit, pasir silika dan batu apung sebagai berikut:

- a. Batubara dan zeolit dihaluskan terlebih dahulu menggunakan wadah penggerus.

- b. Kemudian semua bahan media filter dicuci sampai bersih.
- c. Batubara dan zeolit masing-masing di saring dan dicuci dengan aquades, kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 100 °C selama 1 jam.
- d. Pasir silika dikeringkan dengan cara dijemur dibawah matahari.

2) Pengujian Filtrasi Sampel Air Formasi Tanpa Media Filter

1. Cara kerjanya yaitu dimulai dengan memasukan *filter paper* sebagai media pembatas.
2. Sampel air terproduksi dimasukan kedalam penampung lalu dipompakan dengan debit aliran yang konstan kedalam filter
3. Air yang sudah keluar dari output diukur lagi konsentrasinya.
4. Lakukan kembali pengukuran titrasi pada air formasi.

3) Pengujian Filtrasi Sampel Air Formasi dengan Media Filter

1. Cara kerjanya yaitu dimulai dengan memasukan *filter paper* sebagai media pembatas agar batubara, zeolit, pasir silika dan batu apung tidak ikut larut dalam air terproduksi.
2. Menyusun unit media filter yang terdiri batubara, batu zeolit, pasir silika dan batu apung, kedalam corong sebagai media percobaan filter.
3. Sampel air terproduksi dimasukan kedalam penampung lalu dipompakan dengan debit aliran yang konstan kedalam filter
4. Air yang sudah keluar dari output diukur lagi konsentrasinya.
5. Lakukan kembali pengukuran titrasi pada air formasi.

4) Pengujian Sampel Setelah Filtrasi Tanpa Media Maupun Dengan Media Filter

1. Untuk tahap ini dilakukan sama dengan yang pertama dilakukan lagi titrasi ulang untuk melakukan perbandingan sebelum di filter dengan sesudah di filter.
2. CO₂ : 10 cc sampel ditambahkan 3 tetes *Phenolphthalein* lalu trirasi dengan NaOH, maka perubahan warnanya menjadi merah muda.
3. CO₃⁻² : Apabila pada waktu penetesan dengan menggunakan *Phenolphthalein* tadi langsung bereaksi menjadi merah muda maka ada kandungan CO₃⁻² maka titrasikan dengan menggunakan HCl maka reaksi yang terjadi ialah warna akan berubah menjadi seperti semula.
4. HCO₃⁻ : 10 cc sampel ditambahkan 2 tetes *Metil Orange* lalu dititrasikan dengan HCl, maka perubahan yang terjadi ialah warna berubah menjadi kuning kemerah-merahan.
5. Cl⁻ : 10 cc sampel ditambahkan 2 tetes *Potassium Chromate* lalu titrasikan dengan menggunakan AgNO₃ maka akan terjadi perubahan warna menjadi kuning kecoklatan
6. CaMg : 10 cc sampel ditambahkan 6 tetes *Buffer Sol* ditambahkan 6 tetes *E Black T* lalu dititrasikan dengan menggunakan EDTA maka akan terjadi perubahan warna menjadi biru kehitaman
7. Ca⁺⁺ : 10 cc sampel ditambahkan 6 tetes *Buffer Sol* ditambahkan 2 tetes *Murexide* lalu titrasikan dengan EDTA maka akan terjadi perubahan wana menjadi ungu tua.
8. Mg⁺⁺ : CaMg – Ca
9. SO₄⁻² : 50 cc sampel ditambahkan 1 sendok *Barium Chloride* ditambahkan 2 cc air raja (*Aquaregia*) dibaca di alat *Hellige Turbidimeter*.
10. Fe⁺² : 10 cc sampel ditambahkan *reagen sulfide* lalu masukan pada alat *spectrometer*.
11. pH : 10 cc sampel ditambahkan 0.5 *Bromthymol Blue* dibaca pada alat *Comperator*
12. TSS : *Total Suspended Solid*
13. TDS : *Total Dissolved Solid*

Teknik Analisis Data

Adapun beberapa analisis data yang meliputi perhitungan *scale carbonat*, perhitungan desain alat.

Perhitungan *Scale Carbonat*

- A. Titrasi Standar (ml)
Hasil dari Percobaan
- B. Normalitet (N)
Ketentuan Rumus
- C. Konversi dari gr equiv. Ke mg
1000
- D. Jumlah sampel yang dititrasi (ml)
10/2
- F. Berat equivalen
- G. Konsentrasi ion dlm air (Mg/Ltr)
$$g = \frac{a \times b \times c \times f}{d}$$

Mg.eq/Ltr (g/f)
- H. Skala Pembacaan Spectro
Hasil dari percobaan
- I. Table SO₄ & SiO₂
- J. Pengenceran
- K. Berat equivalen
- L. Konsentrasi ion dalam air (Mg/Ltr)
Hasli Analisis dari h
Mg.eq/Ltr
 $\frac{L}{K}$ Konsentrasi ion dlm air / Berat Equivalen
- M. Anion (Mgeq/Ltr)
$$\frac{a \times b \times c}{d}$$
- N. Kation (Mgeq/Ltr)
$$\frac{a \times b \times c}{d}$$

Berat equivalen = 23
Mgeq/Ltr = Anion – Kation (NA⁺)
Konsentrasi ion dlm air Mg/Ltr = Mgeq/ltr:
Berat Equivalen (23)
- O. Hasil Mg/ltr (Hasil Perhitungan G)
- P. Faktor Konversi
- Q. Hasil Mg/ltr
Hasil Mg/ltr (O) x Faktor Konversi (P)
- R. Faktor Konversi
CO₃⁻ = 3,3 x 10⁽⁻⁵⁾
HCO₃⁻ = 0,8 x 10⁽⁻⁵⁾
CL⁻ = 1,4 x 10⁽⁻⁵⁾
Ca⁺⁺ = 5 x 10⁽⁻⁵⁾

$$Ma^{++} = 8,2 \times 10^{(-5)}$$

$$SO_4 = 2,1 \times 10^{(-5)}$$

$$Na^+ = 2,2 \times 10^{(-5)}$$

S. Kekuatan ION

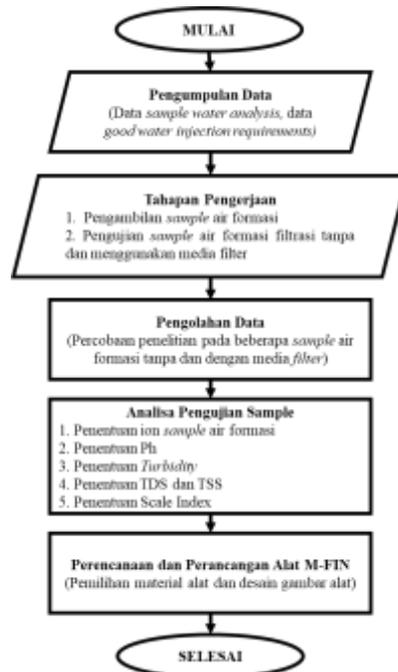
Hasil Mg/ltr (O) x Hasil Faktor Konversi (R)

Perhitungan Desain Alat

Adapun perhitungan desain alat M-FIN yang meliputi:

1. $SG = \frac{141,5}{131,5 + \text{°API}}$
2. Koreksi SGo pada kondisi standar ke kondisi ke kondisi Sep. (SGsep)
3. SGIS campuran cairan (SG_{IS}) dengan persamaan:
 $SG_{IS} = W_c \times SG_w + (1 - W_c) \times SG_{o \text{ sep}}$
4. Hitung densitas cairan di alat (BD_1 lb/cuft) dengan persamaan
 $BD_1 = (SG_{IS}) \times 62.4$
5. Waktu retention °API > 35 → 1
6. Reduced liquid capacity factor
 °API > 35°, C = 1
7. Tentukan diameter alat berdasarkan volume cairan.
 - $A1 = \frac{Q \times t}{257 \times C}$
 - $D1 = \sqrt{\frac{4 \times A1}{\pi}}$
 - $Rm = \frac{L}{D}$

Bagan Alir Penelitian



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Analisa Air Formasi

Sebelum melakukan percobaan untuk Analisa air formasi, adapun beberapa alat yang digunakan pada saat menganalisa air formasi skala lab di laboratorium PT Pertamina Hulu Rokan Regional 1 Zona 4 Limau Field. Alat tersebut sebagai berikut:

1. Oven: Pada saat pengujian yang dilakukan oven digunakan untuk mengeringkan batubara dan alat lab (cawan) sebelum nantinya cawan tersebut ditimbang.
2. Erlenmeyer: Saat pengujian Erlenmeyer digunakan sebagai wadah dari air formasi yang telah disaring sebelum dan sesudah menggunakan media filtrasi (batubara, batu zeolit, pasir silika, dan batu apung).
3. Botol Duran: Sebagai wadah sample (air formasi), air formasi yang diambil dari berbagai sumber. Air formasi yang diambil sebanyak 500ml.
4. Gelas Ukur: sebagai alat untuk mengukur volume larutan dengan berbagai jenis volume dan untuk mengukur *specific gravity*.
5. Corong: Dalam pengujian filtrasi corong digunakan sebagai wadah untuk meletakkan media filter (batubara, batu zeolite, pasir silika, batu apung).
6. Neraca digital: neraca digital digunakan untuk mengukur berat dari media filter yang nantinya akan digunakan untuk menguji beberapa sample
7. Spectrometer UV-VIS: Air Formasi yang telah di filtrasi kemudian diuji nilai Fe menggunakan alat spectrometer UV-VIS
8. Oakton pH 150: Adapun air formasi yang sudah di filtrasi diambil beberapa ml untuk diukur nilai pH.
9. Pompa Air Mini: Saat pengujian pompa dihubungkan ke *nozzle* yang terdapat di Erlenmeyer yang nantinya akan membantu proses filtrasi.
10. Cawan Porselin: cawan sebelum digunakan harus di oven kemudian ditimbang yang nantinya air formasi yang sudah di filtrasi dimasukkan kedalam cawan untuk sebagai wadah TDS.

Good Water Injection Requirements

Sebelum dilakukan percobaan adapun parameter standar air injeksi untuk memenuhi spesifikasi *good water injection requirements* menurut PT Aintopindo Nuansa Kimia sebagai berikut:

Tabel 1 Spesifikasi Good Water Injection Requirements

NO	Parameter	Satuan	Spec	Metode
1	Ph	-	9 – 6	SNI 06-6989.11-2004
2	Turbidity	NTU	< 50	TKI C-051/EP3332/2007-S0/Rev03
3	Fe	mg/L	Nil	TKI C-083/EP3332/2014-S0/Rev00(Spectro UV-Vis)
4	Cl ⁻	mg/L	-	SNI 06-6989.11-2004
5	SI	-	0	API RP 45
6	TSS	mg/L	<2	Membrane Filter Test
7	TDS	mg/L	4000	SNI 06-6989.27-2005

Uji Sample Air Formasi Tanpa Media Filter

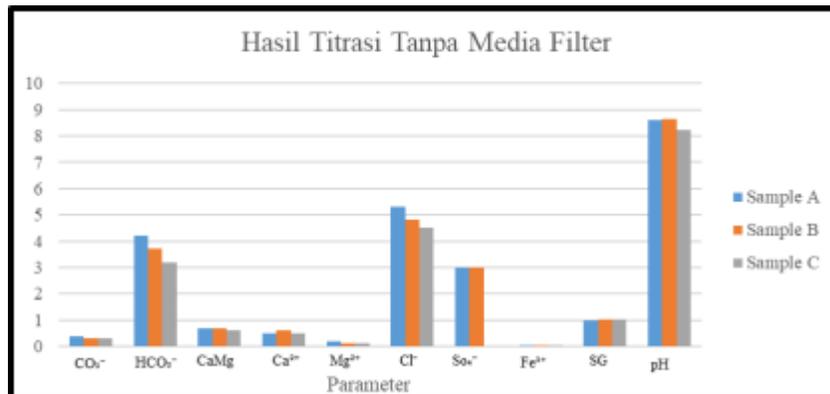
Pengujian sample air formasi dilakukan sebanyak 3 sample, yang masing-masing sample diambil dari sumur 001 dan *washtank* yang ada di SP Belimbing, masing masing

sample diambil sebanyak 500ml. Kemudian dari ketiga sample tersebut akan dilakukan *treatments* tanpa menggunakan media filter yang nantinya akan dilakukan pengambilan data melalui proses titrasi untuk mengetahui kandungan sample air formasi tersebut mengandung *scale* atau tidak dan juga untuk mengetahui pH dari sample air formasi. Nantinya jika dari hasil titrasi menunjukkan data yang tidak memenuhi spesifikasi dari *Good Water Injection Requirements* maka air formasi tersebut perlu dilakukan *treatments* berupa filtrasi menggunakan media, berikut hasil Sample yang telah di titrasi pada laboratorium PT Pertamina Hulu Rokan Regional 1 Zona 4 Limau Field:

Tabel 2 Data Titrasi Hasil Filtrasi Air Formasi Tanpa Media Filter

Sample	Parameter										
	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	CaMg	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	So ₄ ⁻	Fe ³⁺	SG	Ph	NTU
A	0,4	4,2	0,7	0,5	0,2	5,3	3	0,018	1	8,59	55
B	0,3	3,7	0,7	0,6	0,1	4,8	3	0,018	1,014	8,63	59
C	0,3	3,2	0,6	0,5	0,1	4,5	0	0,016	1,014	8,21	57
Good Water						0		Nil	1	6-9	<50

Setelah dilakukan proses titrasi dari hasil sample air formasi yang belum di filtrasi menggunakan media filter didapat nilai dari ion – ion yang terkandung pada air formasi. Kemudian akan dilakukan penginputan data hasil dari titrasi kedalam excel yang diberikan pembimbing lapangan untuk mengetahui nilai SI, *Suspended Solid*, dan *Dissolved Solid*.



Gambar 2 Diagram Hasil Titrasi Tanpa Media Filter

Setelah dilakukan titrasi dari sample air formasi yang belum di filtrasi menggunakan media filter, dilakukan penentuan nilai *Scale Index*, *TSS*, dan *TDS*. Yang dilakukan di Microsoft Excel. Berikut hasil perhitungannya:

Tabel 3 Data Excel Sample Filtrasi Tanpa Media Filter

Sample	Parameter					Status
	SI	Suspended Solid (mg/l)	Dissolved Solid (mg/l)	TSS	TDS	
A	1,04 (Scale)	1.500.000	-3970	1500	-397	Not Saturated
B	1,16 (Scale)	1.663.500	770	1663,5	0,77	Not Saturated
C	0,64 (Scale)	1.097.500	810	1097,5	0,81	Not Saturated
Good Water	0	TSS = SS-1000	TDS = DS-1000	<2	4000	

Perhitungan (Sample B) :

$$\text{pH} = 8.63$$

$$K (s) \text{ ke tabel kek. ion} = 2.92$$

$$P \text{ Ca } (q) \text{ ke tabel pca} = 3.12$$

$$P \text{ HCO}_3 (q) \text{ ke tab. Palk} = 1.43$$

$$\text{mg/l kekuatan } (t) = 7.47$$

$$\text{SI} = \text{pH} - t = 8.63 - 7.47 = 1.16 \text{ (Scale)}$$

Pada penentuan data *scale index* (SI), *Total Suspended Solid*, *Total Dissolved Solid* yang diperoleh dari hasil titrasi sample sebelum *treatment*, dari ketiga sample diatas masih mengandung *scale* dan tidak memenuhi syarat sebagai *Good Water Injection Requirements* maka ketiga sample tersebut memerlukan *treatments*.

Tabel 4. Analisis Air Formasi Sebelum Filtrasi Tanpa Media Filter (Sample B)

Ion	mg/l	mgeq/l	% react, value
Natrium Na+	6401.165242	278.3115323	49.68739697
Calcium Ca++	30	1.5	0.267797367
Magnesium Mg++	3,04	0.25	0.044632894
Karbonat CO3=	90	3	0.535594733
Bikarbonat HCO3-	2257	37	6.605668378
Sulfat SO4=	3	0.0625	0.011158224
Chlorida Cl-	8520	240	42.84757867
Besi, Fe+++	0.018	0.000967742	0.000172772
Total dissolved ion	17304.22324	560.125	100
NaCl, mg/lt	15680.03524	pH	8.63
Free CO2	0	Suspended Solid	1663500 (mg/l)
SI (Scale Carbonat)	1.161905287	Dissolved Solid	770 (mg/l)
Scale Sulfat	No Scale	Oil Content	0 (mg/l)
Water tendention	Scalling	Turbidity	59 NTU
Resistivity, ohm-m	0.38	Dissolved Oxygen	- (mg/l)
Total Hardness	4.915730337	Specific Gravity	1.014

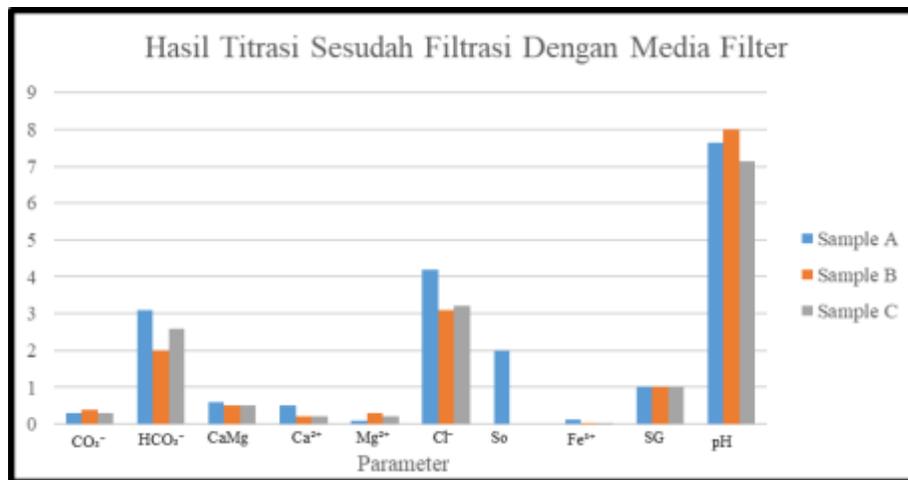
Uji Sample Air Formasi Menggunakan Media Filter

Adapun hasil uji sample yang telah di uji coba dengan material filtrasi yang tersusun dari karbon aktif (Batubara), batu zeolit, pasir silika, dan batu apung. Ketiga sample yang dipastikan tidak memenuhi spesifikasi maka diperlukan *treatment* berupa filtrasi tambahan menggunakan material-material filtrasi yang memiliki sifat (*absorbent*) menyerap zat-zat yang dapat menimbulkan *scale*.

Tabel 4 Data Titrisasi Hasil Filtrasi Air Formasi Menggunakan Media Filter

Sample	Parameter										
	CO ₃	HCO ₃	CaMg	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	So ₄	Fe ³⁺	SG	Ph	NTU
A	0,3	3,1	0,6	0,5	0,1	4,2	2	0,125	1	7,63	26
B	0,4	2	0,5	0,2	0,3	3,1	0	0,011	1	8	21
C	0,3	2,6	0,5	0,2	0,2	3,2	0	0,01	1	7,14	23
Good Water							0	Nil	1	6-9	<50

Jika dibandingkan hasil titrasi pada (**Tabel 4.2**) terjadi perubahan nilai di hasil titrasi pada (**Tabel 4.5**), ada beberapa nilai ion yang naik dan juga turun. Yang mengalami penurunan yang sangat jauh terdapat pada parameter, Cl⁻, So₄⁻, dan NTU (Turbidity).

**Gambar 2 Diagram Hasil Titrisasi Sesudah Menggunakan Media Filter**

Setelah dilakukan filtrasi kemudian dilanjutkan tahap titrasi kemudian data pada (**Tabel 4.5**) diinputkan kedalam excel untuk menghitung nilai *SI*, *TSS*, dan *TDS*. Dan didapat nilai pada (**Tabel 4.6**) sebagai berikut:

Tabel 5 Data Excel Sample Filtrasi Menggunakan Media Filter

Sample	Parameter					
	SI	Suspended Solid (mg/l)	Dissolved Solid (mg/l)	TSS	TDS	Status
A	0,08 (Scale)	378500	1650	378.5	3,65	Not Required
B	0,00 (No Scale)	538000	2150	538	2,15	Required
C	-0,78 (No Scale)	607000	2800	607	2,8	Required
Good Water	0	TSS = SS/1000	TDS = DS/ 1000	<2	<4000	

Diketahui :

pH = 8.00

$K(s)$ ke tabel kek. ion = 2.70

$P Ca(q)$ ke tabel pca = 3.60

$P HCO_3(q)$ ke tab. PAlk = 1.70

mg/l kekuatan (t) = 8.00

SI = pH - t = 8.00 - 8.00 = 0.00 (Non Scale)

Setelah diketahui nilai dari parameter - parameter dan juga nilai yang di hitung di Microsoft Excel, Sample yang bisa dibilang memenuhi Spesifikasi *Good Water Injection Requirements* terdapat pada *sample B* dan *sample C* karna dapat dilihat dari spesifikasi Cl^- , Fe^{3+} , SG, pH, NTU (*Turbidity*), *SI*, *TSS*, dan *TDS* kedua sample tersebut memenuhi spesifikasi.

Tabel 6 Analisis Air Formasi Sesudah Filtrasi Dengan Media Filter Sample B

Ion	mg/l	mgeq/l	% react, value
Natrium Na+	4088.236398	177.7494086	49.65067279
Calsium Ca++	10	0.5	0.139664804
Magnesium Mg++	9.12	0.75	0.209497207
Karbonat CO3=	120	4	1.117318436
Bikarbonat HCO3-	1220	20	5.586592179
Sulfat SO4=	0	0	0
Chlorida Cl-	5502.5	155	43.29608939
Besi, Fe+++	0.011	0.000591398	0.000165195
Total dissolved ion	10949.8674	358	100
NaCl, mg/lt	10099.0764	pH	8
Free CO2	0	Suspended Solid	538000 (mg/l)
SI (Scale Carbonat)	0.002225388	Dissolved Solid	2150 (mg/l)
Scale Sulfat	No Scale	Oil Content	0 (mg/l)
Water tendention	Scalling	Turbidity	21 NTU
Resistivity, ohm-m	0.58	Dissolved Oxygen	- (mg/l)
Total Hardness	3.511235955	Specific Gravity	1

Analisis Uji Bahan Material Filtrasi

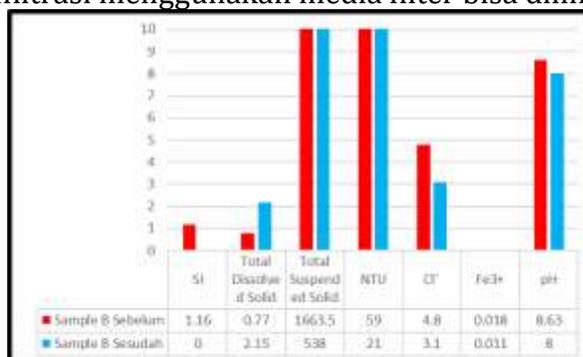
Pada sample A, B, dan C setelah dilakukan filtrasi, sample - sample tersebut mengalami perubahan pada bahan material filtrasi. Perubahan tersebut dimulai dari berat sample, perubahan warna dan kondisi dari material filtrasi. Dapat dilihat pada (**Tabel 4.8**) sebagai berikut:

Tabel 7 Kondisi Bahan Material Sebelum & Sesudah Filtrasi

Material	Sampel		
	A	B	C
Batubara			
Sebelum Filtrasi			
Berat (gr)	63,382	23,244	10,705
Warna	Coklat Hitam	Coklat Hitam	Coklat Hitam
Kondisi Fisik:	Kering	Kering	Kering
Sesudah Filtrasi			
Berat (gr)	65,942	37,722	16,364
Warna	Hitam	Hitam	Hitam
Kondisi Fisik:	Lembab, Kotor	Lembab, Kotor	Lembab, Kotor
Pasir Silika			
Sebelum Filtrasi			
Berat (gr)	26,467	37,722	144,079
Warna	Putih	Putih	Putih
Kondisi Fisik:	Kering	Kering	Kering
Sesudah Filtrasi			
Berat (gr)	31,276	52,435	152,483
Warna	Kuning	Kuning	Kuning
Kondisi Fisik:	Lembab, Kotor	Lembab, Kotor	Lembab, Kotor
Batu Zeolit			
Sebelum Filtrasi			
Berat (gr)	27,12	136,008	210,356
Warna	Putih keabuan	Putih keabuan	Putih keabuan
Kondisi Fisik:	Kering	Kering	Kering
Sesudah Filtrasi			
Berat (gr)	31,738	158,088	221,75
Warna	Kehijauan	Kehijauan	Kehijauan
Kondisi Fisik:	Lembab, Kotor	Lembab, Kotor	Lembab, Kotor
Batu Apung			
Sebelum Filtrasi			
Berat (gr)	46,366	76,984	26,659
Warna	Abu Kecoklatan	Abu Kecoklatan	Abu Kecoklatan
Kondisi Fisik:	Kering	Kering	Kering
Sesudah Filtrasi			
Berat (gr)	47,174	85,107	31,054
Warna	Coklat Hitam	Coklat Hitam	Coklat Hitam
Kondisi Fisik:	Lembab, Kotor	Lembab, Kotor	Lembab, Kotor

Untuk perbandingan rata – rata selisih berat sample (A, B dan C) sebelum dan sesudah dilakukan filtrasi menggunakan media filter (Batubara, batu zeolit, pasir silika, dan batu apung). Untuk rata – rata selisih berat batubara sebesar 7,5 , untuk batu zeolit sebesar 12,697 , pasir silika sebanyak 9,97 sedangkan untuk batu apung sebesar 4,442.

Langkah selanjutnya dilakukan perbandingan sebelum dan sesudah filtrasi menggunakan media filter (batubara, batu zeolit, pasir silika, dan batu apung). Untuk contoh perbandingan tersebut menggunakan hasil filtrasi dari *sample B* apakah sudah memenuhi spesifikasi *Good Water Injection Requirements* pada **Gambar 4.3** Perbandingan Sample B sebelum dan sesudah difiltrasi menggunakan media filter bisa dilihat pada berikut:



Gambar 3 Perbandingan Sample B Sebelum & Sesudah Pakai Media Filter



Gambar 1 (A) M-FIN Bagian Luar (Kiri) & Dalam (Kanan)

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini pembuatan media filter M-Fin berbasis batubara, zeolit, batu apung, dan pasir silika untuk penurunan komposisi air formasi maka diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian ini karakteristik dari media filtrasi berupa: batubara, zeolit, pasir silika dan batu apung mempunyai daya ikat atau *absorb*, sehingga bisa digunakan sebagai media filtrasi untuk menurunkan komposisi air formasi (ion). Hal ini ditunjukkan dengan adanya perubahan berat material dari ketiga sample (A, B dan C) sebelum dan sesudah dilakukan filtrasi untuk selisih berat rata-rata per media filter untuk batubara memiliki selisih berat sebelum dan sesudah filtrasi sebesar 7,5 batu zeolit 12,697 pasir silika sebesar 9,7 dan untuk batu apung sebesar 4,442.
2. Hasil uji sampel air formasi sebelum dilakukan pemfilteran tanpa media filter belum memenuhi spesifikasi *Good Water Injection Requirements* yaitu pada parameter SI, TSS, TDS, NTU (*Turbidity*), Cl-, Fe³⁺, dan Ph. Oleh karena itu dilakukan filtrasi kedua, dengan menggunakan media filter (Batubara, batu zeolit, pasir silika, dan batu apung). Dari hasil uji sample, menunjukkan perubahan yakni penurunan (*sample B*) pada parameter SI sebanyak 100%, TSS sebesar 56%, TDS mengalami kenaikan sebanyak 69%, NTU mengalami penurunan dari 56 hingga nilai 21, untuk Cl- dari nilai 4,8 turun menjadi 3,1 sedangkan Fe³⁺ dari 0,018 menjadi 0,011 dan untuk Ph mengalami penurunan menjadi 8.
3. Penulis dan tim mendesain alat M-FIN ini menggunakan material PVC, warna biru muda, ketinggian 1,2 m, bentuk alat *vertical*, diameternya 6" inch, memiliki *inlet* di bagian bawah terdapat sedangkan di bagian bawah terdapat *outlet* dan bagian dalam terdapat *holetrap* pada masing – masing 3 *plate*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Musmuliadi. 2021. Pencegahan Terbentuk Nya Produk Scale Pada Pipa Produksi Area Minas Dengan Injeksi Chemical Scale Inhibitor. Universitas Muhammadiyah Riau.
- [2] Mashadi, Ahmad. 2018. Peningkatan Kualitas Ph, Fe Dan Kekeruhan Dari Air Sumur Gali

- Dengan Metode Filtrasi. Universitas Sebelas Maret.
- [3] Putra Noordiansyah, Arrizky. 2017. Analisis Sistem Kerja Excavator Komatsu PC400LC-8 dan Articulated Dump Truck Volvo A40F Menggunakan Teori Antrian Pada Penambangan Batubara di PT Rimau Energy Mining Kalimantan Tengah. Universitas Tanjungpura.
 - [4] Selintung, Mary. 2012. Studi Pengolahan Air Melalui Media Filter Pasir Kuarsa (Studi Kasus Sungai Malimpung). Universitas Hasanuddin.
 - [5] Geost, Flysh. 2016. Pengertian, Asal, dan Pemanfaatan Pasir Silika. www.geologinesia.com.
 - [6] Geost, Flysh. 2016. Pengertian, Asal, dan Kegunaan Batu Apung (Pumice). www.geologinesia.com.
 - [7] Elsyia Putra, Septian. 2020. Analisis Air Formasi Dalam Menentukan Kecenderungan Terbentuknya Scale dengan menggunakan Stiff -Davis pada Surface Facility. Universitas Islam Riau.
 - [8] Yulistio, Nanang. 2021. Water Treatment. Politeknik Negeri Batam.
 - [9] Ratnawati, Rhenny. Al Kholif, Muhammad. 2018. Aplikasi Media Batu Apung Pada Biofilter Anaerobik Untuk Pengolahan Limbah Cair Rumah Potong Ayam. Universitas PGRI Adi Buana (UNIPA) Surabaya.
 - [10] Mugiyantoro, Alwin. 2017. Penggunaan Bahan Alam Zeolit, Pasir Silika, Dan Arang Aktif Dengan Kombinasi Teknik Shower Dalam Filterisasi Fe, Mn, Dan Mg Pada Air Tanah Di UPN "Veteran" Yogyakarta. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN