

SKRIPSI

**ANALISIS KARAKTERISTIK DALAM PENURUNAN
TOTAL DISSOLVED SOLIDS (TDS) PADA AIR
TERPRODUKSI DARI SUMUR MIGAS DENGAN
MENGUNAKAN ALAT DISTILASI
*MULTI STAGE FLASH (MSF)***



**M FANI ATMAWIJAYA
03021181621120**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

SKRIPSI

ANALISIS KARAKTERISTIK DALAM PENURUNAN *TOTAL DISSOLVED SOLIDS (TDS)* PADA AIR TERPRODUKSI DARI SUMUR MIGAS DENGAN MENGUNAKAN ALAT DISTILASI *MULTI STAGE FLASH (MSF)*

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan
Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**M FANI ATMAWIJAYA
03021181621120**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KARAKTERISTIK DALAM PENURUNAN *TOTAL DISSOLVED SOLIDS* (TDS) PADA AIR TERPRODUKSI DARI SUMUR MIGAS DENGAN MENGGUNAKAN ALAT DISTILASI *MULTI STAGE FLASH* (MSF)

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

M FANI ATMAWIJAYA
03021181621120

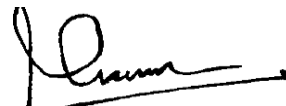
Inderalaya, Maret 2021

Pembimbing I



Dr. Ir. Adang Suherman, M.T.
NIP. 195603161990031001

Pembimbing II



Ir.Hj. Hartini Iskandar, M.S.i.
NIP. 1671014712480002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan



Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, S.T., M.T.
NIP. 196902091997032001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M Fani Atmawijaya
Nim : 03021181621120
Judul : Analisis Karakteristik Dalam Penurunan *Total Dissolved Solids* (TDS) Pada Air Terproduksi Dari Sumur Migas Dengan Menggunakan Alat Distilasi *Multi Stage Flash* (MSF)

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.



Inderalaya, Maret 2021



M Fani Atmawijaya
03021181621120

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M Fani Atmawijaya

Nim : 03021181621120

Judul : Analisis Karakteristik Dalam Penurunan *Total Dissolved Solids* (TDS) Pada Air Terproduksi Dari Sumur Migas Dengan Menggunakan Alat Distilasi *Multi Stage Flash* (MSF).

Memberikan izin kepada pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya, Maret 2021



M Fani Atmawijaya

03021181621120

HALAMAN PERSEMBAHAN



Alhamdulillah, segala puja dan puji hanya bagi Allah Tuhan semesta alam.

Kepada

*Ibuku Monalisa, Ayahku Magandi, Adikku Riska, Zahra, Nabila dan nenekku.
Karya tulis ini kupersembahkan untuk kalian tersayang*

Serta kalian semua:

*Kedua pembimbing dan Bapak Ibu dosen yang terhormat
Sobat-sobatku KST, AVL, Pempek, Blueminers*

Bhumi Anthar Gathas Sustha Bhavaniyas

RIWAYAT HIDUP



Penulis memiliki nama lengkap M Fani Atmawijaya, merupakan putra pertama dari empat bersaudara. Penulis lahir di Palembang pada tanggal 06 Oktober 1998, dari pasangan Bapak Magandi dan Ibu Monalisa. Tumbuh besar di lingkungan keluarga sederhana, penulis dididik agar kelak bermanfaat bagi keluarga dan orang banyak. Penulis mengawali pendidikan formal di bangku Sekolah Dasar Negeri 95 Palembang hingga lulus pada tahun 2010. Kemudian melanjutkan pendidikan di bangku Sekolah Menengah Pertama Muhammadiyah 6 Palembang, lulus pada tahun 2013. Penulis menempuh pendidikan SMA di Madrasah Aliyah Negeri 1 Palembang dan lulus pada tahun 2016. Pada tahun yang sama penulis diterima sebagai mahasiswa di program studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Selama di perguruan tinggi, penulis dikenal sebagai mahasiswa yang aktif bersosialisasi dan pernah tergabung dalam beberapa organisasi kemahasiswaan. Dimulai dari tahun pertama perkuliahan sebagai anggota Departemen Hubungan Masyarakat KALAM FT UNSRI, Departemen Dana dan usaha BEM FT UNSRI, Departemen Keprofesian dan Penguatan Keilmuan BO KST FT UNSRI. Pada Tahun 2017-2018 penulis diamanahkan menjadi kepala Departemen Keprofesian dan Penguatan Keilmuan BO KST FT Unsri. Dilanjutkan Pada tahun 2018-2019 penulis diamanahkan sebagai Wakil Direktur Utama BO KST FT UNSRI. Sebagai mahasiswa Teknik Pertambangan, penulis aktif menjadi bagian dari Himpunan Mahasiswa PERMATA FT Unsri hingga akhir masa pendidikan. Selain itu, penulis juga tergabung dalam Korps Asisten Laboratorium Terpadu Kimia Umum Unsri pada tahun 2017-2020 dan Korps Asisten Laboratorium Pengolahan Bahan Galian Teknik Pertambangan Unsri pada tahun 2018-2020.

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Karakteristik Dalam Penurunan *Total Dissolved Solids* (TDS) Pada Air Terproduksi Dari Sumur Migas Dengan Menggunakan Alat Distilasi *Multi Stage Flash* (MSF)” dari tanggal 10 Januari sampai 15 April 2020 dapat tersusun dan selesai. Penulisan laporan ini diselesaikan sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Dr. Ir. Adang Suherman, M.T dan Ir. Hj. Hartini Iskandar, M.Si selaku pembimbing pertama dan pembimbing kedua yang telah banyak membimbing dalam penyusunan skripsi ini. Serta tidak lupa penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, ST., M.T, dan Bochori, S.T., M.T selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Syarifuddin, ST., M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik.
4. Ir. A. Taufik Arief M.S selaku Kepala Laboratorium Pengolahan Bahan Galian dan seluruh staf dan karyawan Laboratorium Pengolahan Bahan Galian yang telah berkenan mengizinkan dan memfasilitasi penulis dalam rangka melaksanakan penelitian tugas akhir.
5. Dosen dan karyawan administrasi Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan dan bantuan selama proses penyusunan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat diharapkan.

Indralaya, Maret 2021

Penulis

RINGKASAN

ANALISIS KARAKTERISTIK DALAM PENURUNAN *TOTAL DISSOLVED SOLIDS* (TDS) PADA AIR TERPRODUKSI DARI SUMUR MIGAS DENGAN MENGGUNAKAN ALAT DISTILASI *MULTI STAGE FLASH* (MSF)

Karya tulis ilmiah berupa laporan skripsi, Maret 2021

M Fani Atmawijaya; Dibimbing oleh Dr. Ir. Adang Suherman, M.T dan Ir. Hj. Hartini Iskandar, M.Si.

xvi + 64 Halaman, 12 Gambar, 11 Tabel, 5 Lampiran

RINGKASAN

Air terproduksi merupakan produk sampingan yang dihasilkan dari kegiatan eksploitasi minyak dan gas bumi. Air terproduksi termasuk ke dalam kategori limbah cair. Salah satu penyebabnya dikarenakan air terproduksi memiliki kadar *total dissolved solids* (TDS) yang tinggi. Diketahui kadar TDS pada air terproduksi di PT. Pertamina Asset 2 Prabumulih sebesar 15.540 mg/L dan tergolong ke dalam kategori air garam. Sehingga apabila air terproduksi akan dibuang ke suatu badan air tanpa *treatment*, maka akan mengganggu ekosistem di dalamnya. PT. Pertamina Asset 2 Prabumulih telah mengolah semua air terproduksi yang dihasilkan dan dimanfaatkan sebagai air injeksi. Akan tetapi, pada proses air injeksi masalah yang sering terjadi adalah mengenai korosi dan *scale* pada peralatan. Selain itu, pemanfaatannya sebagai air injeksi juga tidak cukup karena *trend* produksi air terproduksi cenderung meningkat setiap tahunnya namun kapasitasnya untuk mengolah dan menginjeksikan air terproduksi memiliki batas sehingga terkadang kegiatan produksi harus dihentikan sementara. Karena sifat air terproduksi yang dihasilkan adalah air garam, maka proses distilasi dengan teknologi *multi stage flash* (MSF) dapat diterapkan untuk mengolah air terproduksi. Sebuah prototif alat distilasi dengan teknologi MSF telah dirancang bangun pada penelitian ini. Tujuannya adalah untuk menurunkan kadar TDS pada air terproduksi menjadi dibawah 4000 mg/L dan 1000 mg/L sesuai standar baku PERMEN LH No.19 Tahun 2010 dan PERMENKES RI No. 34 Tahun 2017. Sehingga air tersebut dapat dipergunakan sebagai air injeksi untuk kegiatan operasional perusahaan ataupun sebagai air domestik untuk masyarakat sekitar lapangan dan apabila air tersebut hendak dibuang ke suatu badan air maka tidak mengganggu ekosistem di dalamnya. Pada penelitian ini kecepatan umpan yang digunakan pada prototipe alat dalam menurunkan kadar TDS pada air terproduksi yakni 5 mL/s, 10 mL/s dan 15 mL/s dengan waktu percobaan masing-masing selama 30 menit dan 60 menit. Dari hasil pengamatan langsung yang dilakukan didapatkan bahwa kadar TDS distilat yang dihasilkan pada kecepatan umpan 5 mL/s adalah 251 mg/L dengan efisiensi kinerja prototipe alat sebesar 68,75%. Pada kecepatan umpan 10 mL/s kadar TDS distilat yang dihasilkan sebesar 255 mg/L dengan efisiensi kinerja prototipe alat sebesar 51 %. Pada kecepatan umpan 15 mL/s, kadar TDS distilat yang dihasilkan sebesar 257

mg/L dengan efisiensi kinerja prototipe alat sebesar 53,57 %. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses distilasi adalah kondisi alat yang dapat menyebabkan terjadinya peristiwa korosi pada pipa produksi sehingga meningkatkan kadar TDS pada distilat. Kondisi umpan dapat mempengaruhi korosi pada pipa produksi, pembentukan kerak pada *feed*, terbentuknya *concentrated brine* didasar *chamber* dan *feed tank* dan banyaknya *feed* dan padatan terlarut yang teruapkan. Tekanan dapat meningkatkan laju produksi distilat. Suhu mempengaruhi kondisi *feed* sehingga dapat meningkatkan atau menurunkan kadar TDS distilat dan efisiensi kinerja alat. Kecepatan umpan mempengaruhi penurunan suhu *feed* dan peningkatan suhu *cooler*. Berdasarkan hasil penelitian, rekomendasi kecepatan umpan yang sebaiknya digunakan pada prototipe alat distilasi MSF ini adalah 5 mL/s karena kadar TDS yang dihasilkan paling rendah dengan efisiensi kinerja alat yang tinggi.

Kata Kunci : Air Terproduksi, TDS, Distilasi MSF

Kepustakaan : 36 Daftar Pustaka, 1990 - 2019

SUMMARY

ANALYSIS OF CHARACTERISTICS IN DECREASING TOTAL DISSOLVED SOLIDS (TDS) IN PRODUCED WATER FROM OIL AND GAS WELL USING MULTI STAGE FLASH (MSF) DISTILLATION TOOL

Scientific paper in the form of Skripsi, March 2021

M Fani Atmawijaya; Supervised by Dr. Ir. Adang Suherman, M.T and Ir. Hj. Hartini Iskandar, M.Si.

xvi + 64 Pages, 12 Pictures, 11 Tables, 5 Attachments

SUMMARY

Produced water is a by-product of oil and gas exploitation activities. Produced water is included in the category of liquid waste. One of the reasons is because produced water has high levels of total dissolved solids (TDS). It is known that the TDS levels of air produced in PT. Pertamina Asset 2 Prabumulih is 15.540 mg/L and it belongs to the salt water category. So that if the produced water is discharged into a water body without any treatment, it will disturb the ecosystem in it. PT. Pertamina Asset 2 Prabumulih has treated all the produced water and used it as injection water. However, in the injection process the problems that often occur are the corrosion and scale of the equipment. In addition, its utilization as injection water is also insufficient because the production of produced water trends increasing every year, but its capacity to treat and inject it has a limit so that production activities must suspend temporarily. Due to the nature of the produced water is saline, the distillation process using multi stage flash (MSF) technology can be applied to treat produced water. A desalination tool prototype with MSF technology has been designed in this research. The purpose is to reduce the TDS level in produced water to below 4000 mg/L and 1000 mg/L according to the standards of PERMEN LH No. 19/2010 and RI PERMENKES No. 34 of 2017. So that this water can be used as injection water for company operations or as domestic water for communities around the field and if the water is discharged into a water body, it will not disturb the ecosystem in it. In this research, the feed rate used in the prototype tool to reduce TDS levels in produced water was 5 mL/s, 10 mL/s and 15 mL/s with an experiment time of 30 minutes and 60 minutes, respectively. The result of direct observations, it is known that the TDS level of produced water at a feed speed 5 mL/s was 251 mg/L with a prototype performance was 68,75 %. At a feed rate of 10 mL/s, the resulting TDS level was 255 mg/L with the performance of the prototype tool was 51 %. Whereas at the feed rate of 15 mL/s, the resulting TDS level was 257 mg/L with the performance of the prototype tool was 53,57 %. The factors that influence the distillation process are the condition of the equipment which can cause corrosion event in the production pipe then increase the TDS level in the distillate. Feed condition can affect corrosion in the production pipe, scale formation, the formation concentrated brine at the bottom of the chamber and feed tank and the amount of

feed and dissolved solids that are evaporated. Pressure can increase the rate of distillate production. Temperature affects feed condition so that it can increase or decrease the TDS level of the distillate and the efficiency of the prototype tool performance. The feed speed causes a decrease in feed temperature and an increase in cooler temperature. Based on the research result, the recommended feed speed that should be used in the prototype tool of this MSF distillation is 5 mL/s because the resulting TDS level is the lowest with the high efficiency of the prototype tool performance.

Keywords : Produced Water, TDS, Distillated MSF

Literature : 36 Literatures, 1990 - 2019

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Pernyataan Integritas	iii
Halaman Persetujuan Publikasi.....	iv
Halaman Persembahan	v
Halaman Riwayat Hidup	vi
Kata Pengantar	vii
Ringkasan.....	viii
<i>Summary</i>	x
Daftar Isi.....	xii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Tabel	xv
Daftar Lampiran	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Ruang Lingkup.....	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Air Terproduksi.....	5
2.1.1. Proses Pembentukan Air Terproduksi.....	5
2.1.2. Karakteristik Air Terproduksi	6
2.1.2.1. Minyak Terlarut dan Terdispersi.....	6
2.1.2.2. Mineral Terlarut	7
2.1.2.3. Senyawa Kimia dari Proses Produksi yang Dilakukan	8
2.1.2.4. Padatan dari Proses Produksi yang Dilakukan.....	8
2.1.2.5. Gas Terlarut.....	8
2.1.3. Dampak Air Terproduksi Pada Lingkungan	8
2.1.3.1. Dampak Air Terproduksi Pada Lingkungan Laut.....	9
2.1.3.2. Cara Air Terproduksi Berdampak Pada Lingkungan....	10
2.1.4. Upaya Pengelolaan Air Terproduksi.....	11
2.1.5. TDS (<i>Total Dissolved Solids</i>).....	12
2.1.6. Standar Baku PERMEN LH No. 19 Tahun 2010 dan PERMENKES RI No. 32 Tahun 2017	13
2.1.6.1. Standar Baku Mutu Air Limbah PERMEN LH No. 19 Tahun 2010	13
2.1.6.2. Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Parameter Fisik	

Media Air PERMENKES RI No. 32 Tahun 2017	14
2.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Distilasi.....	15
2.2.1. Desalinasi	19
2.2.2. Metode Desalinasi	20
2.3. Efisiensi Kinerja Alat Distilasi.....	26
 BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	30
3.1.1. Waktu Penelitian	30
3.1.2. Tempat Penelitian.....	31
3.2. Metode Penelitian.....	31
3.2.1. Studi Literatur	31
3.2.2. Pengambilan Data	31
3.2.2.1. Data Primer	32
3.2.2.2. Data Sekunder	32
3.2.2.3. Peralatan, Bahan dan Prosedur Penelitian.....	32
3.2.3. Pengolahan dan Analisis Data	37
3.2.5. Bagan Alir Penelitian	38
 BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Analisis Kadar TDS Pada Air Terproduksi Terhadap Standar Baku Mutu PERMEN LH Nomor 19 Tahun 2010 dan PERMENKES RI Nomor 32 Tahun 2017	40
4.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kadar TDS Air Terproduksi	42
4.2.1. Kondisi Alat	42
4.2.2. Kondisi Umpan	43
4.2.3. Suhu	44
4.2.4. Tekanan	45
4.2.5. Analisis Kecepatan Umpan Terhadap Suhu <i>Feed</i> dan Suhu <i>Cooler</i> , TDS dan Produksi Distilat	45
4.2.5.1. Analisis Kecepatan Umpan Terhadap Suhu <i>Feed</i> dan Suhu <i>Cooler</i>	45
4.2.5.2. Analisis Kecepatan Umpan Terhadap Kadar TDS.....	46
4.2.5.3. Analisis Kecepatan Umpan Terhadap Produksi Distilat	47
4.3. Analisis Kinerja Alat Distilasi Metode MSF dalam Menurunkan Kadar TDS Pada Air Terproduksi.....	49
 BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	50
5.2. Saran.....	50
 DAFTAR PUSTAKA	 52
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Skema jenis-jenis metode desalinasi	20
2.2. Prinsip proses desalinasi MSF (<i>multi stage flash</i>).....	21
2.3. Bagan alir skematik metode desalinasi MSF (<i>multi stage flash</i>).....	21
2.4. Skema proses desalinasi MED.....	23
2.5. Skema proses desalinasi RO.....	24
3.1. Stasiun pengumpul Prabumulih Barat (SP PMB) PT. Pertamina Asset 2 Prabumulih.....	31
3.2. (a) <i>Digital infrared thermometer</i> GM320 dan (b) TDS meter 3.....	33
3.3. (a) Gelas ukur plastik 2.000 mL dan (b) Gelas kimia 500 mL	33
3.4. Prototipe alat destilasi MSF.....	34
3.5. Bagan alir penelitian	39
4.1. Skema proses distilasi metode <i>multi stage flash</i> (MSF).....	40
4.2. (a) Padatan tersuspensi dan kerak pada dasar <i>feed tank</i> dan (b) <i>Concentrated brine</i> , padatan tersuspensi dan kerak pada dasar <i>chamber</i>	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1. Klasifikasi air berdasarkan TDS	12
2.2. Standar baku mutu air limbah kegiatan eksplorasi dan produksi migas fasilitas darat (<i>on-shore</i>) lama	13
2.3. Parameter fisik dalam standar baku mutu kesehatan lingkungan media air untuk keperluan higiene sanitasi	14
2.4. Komparasi umum metode desalinasi	26
3.1. Jadwal kegiatan penelitian	30
3.2. Metode penyelesaian masalah dalam penelitian	37
4.1. Hasil percobaan pada kecepatan umpan 5 mL/s, 10 mL/s dan 15 mL/s	42
4.2. Pengaruh kecepatan umpan terhadap suhu <i>feed</i> dan suhu <i>cooler</i>	45
4.3. Pengaruh kecepatan umpan terhadap TDS distilat	47
4.4. Pengaruh kecepatan umpan terhadap produksi distilat	48
4.5. Pengaruh kecepatan umpan terhadap efisiensi kinerja alat	49

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Karakteristik air terproduksi	55
A.1. Parameter air terproduksi dari pengolahan minyak di dunia.....	55
A.2. Konstituen air terproduksi pengolahan gas alam	56
B. Lamanya Pemanasan <i>Feed</i>	57
C. Hasil Uji Kadar TDS di Laboratorium	59
C.1. Kadar TDS pada air terproduksi sebelum pengolahan	59
C.2. Kadar TDS pada distilat setelah pengolahan.....	60
D. Titik Didih komponen air terproduksi.....	61
E. Efisiensi kinerja alat distilasi MSF	63

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT. Pertamina EP adalah salah satu asosiasi milik PT. Pertamina (Persero), Tbk dengan total luas wilayah kerja sebesar 113.629,82 Km² dimana perusahaan ini beroperasi dalam industri eksplorasi dan produksi migas (minyak dan gas) di Indonesia. Wilayah kerja PT. Pertamina EP terbagi menjadi 5 Asset yang terdiri dari 21 *field* (lapangan) dan tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Adapun PT Pertamina EP Asset 2 terbagi menjadi 4 *field* yaitu Limau, Pendopo, Adera, dan Prabumulih (PT. Pertamina EP 2013). Area kerja Asset 2 berada di Kabupaten Muara Enim dan Prabumulih. Total produksi minyak dan gas perusahaan ini di tahun 2018 masing-masing sebesar 79.445 BOPD (*barrel oil per day*) dan 1.017 MMSCFD (*million standard cubic feet per day*) (PT. Pertamina EP 2018).

Selain migas, didapatkan produk sampingan dari sumur produksi migas yakni air dari bawah permukaan tanah atau air terproduksi (*produced water*). Air terproduksi adalah produk sertaan yang tidak diinginkan dari kegiatan produksi karena tergolong ke dalam limbah cair. Banyaknya air terproduksi yang dihasilkan dari kegiatan eksploitasi migas PT. Pertamina EP di Indonesia pada tahun 2011 hingga tahun 2016 melebihi 50 juta m³. Pada tahun 2015 banyaknya air terproduksi yang dihasilkan sebesar 65.314.391,56 m³ dan paling sedikitnya pada tahun 2016 yakni sebesar 52.953.517,51 m³ (PT Pertamina EP 2016).

Air terproduksi termasuk ke dalam kategori limbah cair, salah satu penyebabnya dikarenakan air terproduksi memiliki kadar TDS (*total dissolved solids*) yang tinggi. Diketahui kadar TDS air terproduksi yang ada di PT. Pertamina Asset 2 Prabumulih termasuk ke dalam kategori air garam (*saline water*) dengan nilai sebesar 15.540 mg/L. Agar tidak menjadi limbah cair yang bersifat merusak dan memberikan dampak buruk terhadap lingkungan, air terproduksi dimanfaatkan sebagai air injeksi untuk pengatur tekanan (*pressure maintenance*) dan untuk metode EOR (*enhanced oil recovery*). Adapun fungsi dari air injeksi yakni mempertahankan tekanan pada reservoir sehingga minyak dapat terangkat ke

permukaan dan meningkatkan laju produksi (Alladany, 2014). Sebelum air terproduksi diinjeksikan ke sumur produksi, PT Pertamina Asset 2 Prabumulih melakukan pengelolaan terhadap air terproduksi di *Water Treatment Injection Plant* (WTIP) sehingga nilai TDS air tersebut berada dibawah 4.000 mg/L dan memenuhi Standar Baku Mutu Air Limbah Migas Fasilitas Darat (*on-shore*) Lama Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup (PERMEN LH) No. 19 Tahun 2010. Akan tetapi, pada proses air injeksi masalah yang sering terjadi adalah mengenai korosi dan *scale* (Ismail, 2003). Air yang diinjeksi juga belum benar-benar baik dan jernih untuk digunakan kembali sehingga membuat permasalahan yang baru pada peralatan-peralatan yang akan digunakan (Milanda, 2015). Selain itu bakteri yang bertumbuh pesat mengakibatkan kerusakan-kerusakan yang merugikan terhadap jalannya produksi migas (Dilling dan Cypionka, 1990). Di lain pihak, volume air terproduksi cenderung lebih besar dibandingkan dengan pemanfaatannya sebagai air injeksi dan apabila produksi air tersebut berlebih maka produksi sumur harus dihentikan sementara (*suspended*) sampai air terinjeksikan semua.

Berdasarkan penjelasan diatas, hal inilah yang melatarbelakangi suatu inovasi untuk mengolah air terproduksi menggunakan cara yang lain yakni proses distilasi atau teknik penukaran panas (*heat exchange*). Adapun metode distilasi yang digunakan pada penelitian ini adalah distilasi *multi stage flash* (MSF).

MSF merupakan metode distilasi yang sumber energinya berupa panas dan dikategorikan sangat baik diaplikasikan di PT. Pertamina EP dimana selain dapat menurunkan kadar TDS dari 55.000 ppm (*part per million*) menjadi sekitar 10 ppm, juga dalam prosesnya menggunakan sumber energi berupa gas buangan dimana jumlahnya sangat melimpah di perusahaan tersebut. Adapun kapasitas produksi yang dihasilkan dari metode ini sebesar 4.000 - 55.000 m³/hari (Nugroho, 2004).

Dengan demikian, selain kadar TDS pada distilat yang dihasilkan dari metode ini memenuhi Standar Baku Mutu Air Limbah Migas PERMEN LH No. 19 Tahun 2010. Kadar TDS pada distilat yang dihasilkan juga memenuhi Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Media Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia (PERMENKES RI) No. 32 Tahun 2017. Hal ini dikarenakan nilai TDS pada distilat yang dihasilkan dibawah 1.000 mg/L. Sehingga distilat yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai air injeksi atau air

domestik oleh perusahaan dan masyarakat disekitar perusahaan dan juga dapat langsung dibuang ke suatu badan air tanpa mengganggu ekosistem di dalamnya.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebuah prototipe alat distilasi metode MSF yang meniru (memodelkan) metode desalinasi MSF yang sebenarnya. Jadi dalam penelitian ini, tidak menggunakan sistem MSF yang sebenarnya, tetapi menggunakan prototipe alat distilasi yang dapat bekerja seperti desalinasi MSF sebenarnya. Pada penelitian ini dilakukan percobaan untuk menurunkan kadar TDS pada air terproduksi menggunakan prototipe alat distilasi metode MSF dengan variasi kecepatan umpan sebesar 5 mL/s, 10 mL/s dan 15 mL/s dan mengamati faktor-faktor yang mempengaruhi kadar TDS pada air terproduksi serta bagaimana efisiensi kinerja dari prototipe alat distilasi MSF. Berdasarkan uraian diatas penulis bermaksud mengangkat judul penelitian “Analisis Karakteristik Dalam Penurunan *Total Dissolved Solids* (TDS) Pada Air Terproduksi Dari Sumur Migas Dengan Menggunakan Alat Distilasi *Multi Stage Flash* (MSF)”.

1.2. Perumusan Masalah

1. Bagaimana menurunkan kadar TDS pada air terproduksi dari sumur migas dengan menggunakan alat distilasi MSF untuk memenuhi Standar Baku Mutu PERMEN LH No. 19 Tahun 2010 dan PERMENKES RI No. 32 Tahun 2017?
2. Bagaimana menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi penurunan kadar TDS pada air terproduksi dari sumur migas?
3. Bagaimana kinerja alat distilasi metode MSF dalam menurunkan kadar TDS pada air terproduksi dari sumur migas?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menurunkan kadar TDS pada air terproduksi dari sumur migas dengan menggunakan alat distilasi MSF untuk memenuhi Standar Baku Mutu PERMEN LH No. 19 Tahun 2010 dan PERMENKES RI No. 32 Tahun 2017
2. Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kadar TDS pada air terproduksi dari sumur migas
3. Menganalisis kinerja alat distilasi metode MSF dalam menurunkan kadar TDS pada air terproduksi dari sumur migas

1.4. Ruang Lingkup

Pada penelitian ini, bahan baku atau *feed* yang digunakan adalah air terproduksi yang berasal dari PT. Pertamina Asset 2 Prabumulih. Parameter yang diamati dalam penelitian ini hanya kadar TDS pada air terproduksi yang nilainya diturunkan menggunakan prototipe alat distilasi *Multi Stage Flash* (MSF) sehingga memenuhi Standar Baku Mutu Air Limbah Migas PERMEN LH No. 19 tahun 2010 dan Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Media Air PERMENKES RI No. 32 Tahun 2017. Faktor-faktor yang dianalisis pada penelitian ini meliputi kondisi alat, kondisi *feed*, suhu, tekanan dan kecepatan umpan terhadap suhu *feed* dan suhu *cooler*, TDS dan efisiensi kinerja alat. Adapun efisiensi kinerja dari prototipe alat ini dengan mengamati banyaknya volume distilat yang dihasilkan (*volume output*) terhadap volume *feed* yang teruapkan dan masuk ke dalam *chamber* (*volume input*) pada masing-masing kecepatan umpan yakni 5mL/s, 10 mL/s dan 15 mL/s selama 30 menit dan 60 menit beroperasinya prototipe alat. Pada penelitian ini kondisi awal setiap percobaan pada masing-masing kecepatan umpan sama, yakni suhu awal *feed* yang keluar dari *brine heater* adalah 100°C dan suhu awal *cooler* sebesar 10°C. Lamanya pemanasan *feed* menggunakan elemen pemanas 1 kW 220 volt dengan arus listrik sebesar 5 Ampere di dalam *brine heater* selama 30 menit. Tekanan di dalam *chamber* 1 atm.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Memperoleh salah satu solusi bagi perusahaan hulu migas dalam mengatasi permasalahan air terproduksi.
2. Memperoleh inovasi dalam pengolahan air terproduksi dengan menggunakan proses distilasi metode MSF.
3. Memberikan kontribusi berupa air bersih bagi kegiatan operasional dan masyarakat sekitar perusahaan.
4. Memberikan informasi kepada perusahaan dalam merencanakan pengolahan air terproduksi menggunakan proses distilasi metode MSF.
5. Sebagai bahan referensi penulisan karya ilmiah mengenai penanganan air terproduksi dari sumur migas pada masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adani, S. I, dan Y. A. Pujiastuti. 2017. Pengaruh Suhu dan Waktu Operasi Pada Proses Destilasi Untuk Pengolahan Aquades di Fakultas Teknik Universitas Mulawarman. *Jurnal chemurgy* 1(1).
- Ahmadun, F. R., A. Pendashteh., L. C. Abdullah., D. R. A. Biak., S. S. Madaeni, dan Z. Z. Abidin. 2009. Review of Technologies for Oil and Gas Produced Water Treatment. *Journal of Hazardous Materials*. 170(2-3): 530-551.
- Al-Fulaij, H. F. 2011. Dynamic Modeling of Multi Stage Flash (MSF) Desalination Plant. *Thesis*. Department of Chemical Engineering. University College London. London.
- Alimah, S. 2006. Fenomena Kerak dalam Desalinasi dengan *Multi Stage Flash* (MSF). *Jurnal Pengembangan energi nuklir* 8(1).
- Alladany, Z, dan M. Arrofiq,. 2014. Prototipe Pemantauan Gas Hidrogen Sulfida (H₂S) dalam Ruang Industri Kimia. *Unspecified Thesis*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Arthur, J. D., B. G. Langhus, dan C. Patel. 2005. *Technical Summary of Oil & Gas Produced Water Treatment Technologies*. http://www.rrc.state.tx.us/commissioners/williams/environment/producedwater_trtmnt_Tech.pdf. 1 November 2020 (23:15).
- Bogart, S. L. 2003. Water Desalination as a Possible Opportunity for The GT-and H₂-MHR. *White Paper*. 15 Desember.
- Chaudhuri, U. R. 2011. *Fundamentals of Petroleum and Petrochemical Engineering*. 1st ed. CRC Press. Amerika Serikat.
- Dilling, W, dan H. Cypionka. 1990. Aerobic Respiration in Sulfate Reducing Bacteria. *FEMS Microbiology Letters* 71(1-2): 123-128.
- Faksness, L. G., P. G. Grini, dan P. S. Dailing. 2004. Partitioning of Semi-Soluble Organic Compounds Between The Water Phase and Oil Droplets in Produced Water. *Marine pollution bulletin* 48(7-8): 731-742.
- Fetter, C. W. 2001. *Applied Hydrogeology*. 4th ed. Pearson Prentice Hall. New Jersey.
- Hartanto, H. 2010. *Rumus Jitu Fisika SMP*. 1st ed. IndonesiaTera. Yogyakarta.

- Hasianny, S., E. Noor, dan M. Yani. 2015. Penerapan Produksi Bersih Untuk Penanganan Air Terproduksi di Industri Minyak dan Gas. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan* 5(1): 25-32.
- Hidayat, S, dan E. Kardena. 2012. *Penyisihan Senyawa Organik Limbah Air Terproduksi Pada Reaktor Batch Menggunakan Bakteri Indogenous dan Penambahan Nutrisi*. Intitut Teknologi Bandung. syarif_hidayat153@yahoo.com dan kardena@pusat.itb.ac.id. 27 November 2020 (21.45).
- Igunnu, E. T, dan G. Z. Chen. 2012. *Produced Water Treatment Technologies. International Journal of Low-Carbon Technologies* 9(3): 157-177.
- Ismail, A. F. 2003. *Teknologi Minyak Bumi*. 1st ed. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Kanginan, M. 2005. *Cerdas Belajar Matematika*. 1st ed. Grafindo Media Pratama. Bandung.
- Khatib, Z. 2007. Produced Water Management: Is It a Future Legacy or a Business Opportunity for Field Development. *International Petroleum Technology Conference*. 4-6 Desember 2007.
- Lafifah, S. N. 2000. Estimasi Pembentukan Endapan Alkali dalam Proses Desalinasi Secara MSF. *Prosiding Presentasi Ilmiah Teknologi Keselamatan Nuklir-Vi*. 28 Juni 2000. P2TKN-BATAN.
- Milanda, D. 2015. *Analisis Kualitas Air Injeksi Pada Proses Water Flooding di Pertamina EP Asset 2 Field Prabumulih*. Politeknik Akamigas. Palembang.
- Nugroho, A. 2004. Uraian Umum Tentang Teknologi Desalinasi. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir* 6(3-4).
- Nurrohim, A., T. B. Sanjoto, dan W. Setyaningsih. 2012. Kajian Intrusi Air laut di Kawasan Pesisir Kecamatan dan Kabupaten Rembang. *Jurnal Geo-Image* 1(1).
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2017 *Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum*. 31 mei 2017. Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2017 Nomor 864. Jakarta.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 19 Tahun 2010 *Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Minyak dan Gas Serta Panas Bumi*. 30 Nopember 2010. Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2010 Nomor 582. Jakarta.

- PT. Pertamina EP. 2013. *Integrated Annual Report 2013: People, Process, Technology and Environment*. PEP. Jakarta.
- PT. Pertamina EP. 2016. *Integrated Annual Report 2016: Managing Challenge Unleashing Potential*. PEP. Jakarta.
- PT. Pertamina EP. 2018. *Integrated Annual Report 2018: Memperkuat Sinergi dan Fokus Eksekusi untuk Meraih Kembali Kinerja Terbaik*. PEP. Jakarta.
- Putri, D.T. 2013. *Sifat fisis dan Sifat Kimia Unsur-unsur Gas Mulia, Halogen, Alkali, Alkali Tanah Periode 3 dan Periode 4*. <https://sites.google.com/site/dewitriani Putri/materi-pembelajaran/kelas-xii/bab-18-kimia-unsur>. 28 Oktober 2020 (20.00).
- Sasakura Engineering Co.Ltd. 2006. *Desalination Plant*. PT. Sasakura Indonesia. Jakarta.
- Situmorang, M. 2007. *Kimia Lingkungan*. 3rd ed. FMIPA-Universitas Medan. Medan.
- Stephenson, M. T. 1992. A Survey of Produced Water Studies, in *Produced Water: Technological/Environmental Issues and Solutions*. Editor J.P. Ray, F.R. Engelhardt. Plenum Publishing Corp. New York.
- Sunaryo, G. R., Sumijanto, S. N. Lafifah. 1999. Aspek Dasar Proses dan Termodinamika Desalinasi MSF. *Prosiding Presentasi Ilmiah Teknologi Keselamatan Nuklir IV*. 5 Mei 1999. P2TKN-BATAN: 95-102.
- Tiana, A. N. 2015. Air Terproduksi: *Karakteristik dan Dampaknya Terhadap Lingkungan*. Institut Teknologi Bandung. afifahnadia@students.itb.ac.id. 27 November 2020 (20:30).
- Trethewey, K. R, dan J. Chamberlain. 1991. *Korosi untuk Mahasiswa dan Rekayasawan*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Utomo, S. 2015. Pengaruh Konsentrasi Larutan NaNO_2 Sebagai Inhibitor Terhadap Laju Korosi Besi dalam Media Air Laut. *Jurnal Teknologi* 7(2).
- Woldai, A. 2016. *Multi-Stage Flash Desalination: Modelling, Simulation, and Adaptive Control*. 1st ed. CRC Press. Amerika Serikat.