



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS SILICA SCALING DI JALUR BRINE
PRODUCTION OPTIMIZATION UNIT
DENGAN TEKNOLOGI SINGLE FLASH**

SKRIPSI

Oleh:
Fawwaz Mahdi Dwiputra
NIM. 1802421018

**PROGRAM STUDI PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**
Agustus, 2022



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



ANALISIS *SILICA SCALING* DI JALUR *BRINE PRODUCTION OPTIMIZATION UNIT* DENGAN TEKNOLOGI *SINGLE FLASH*

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Oleh:
Fawwaz Mahdi Dwiputra
NIM. 1802421018

**PROGRAM STUDI PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
Agustus, 2022**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

“Skripsi ini dipersembahkan untuk kedua orang tua, keluarga, almamater, dan tanah air yang telah menaruh harapan besar kepada penulis agar dapat merasakan suatu privilege yang tidak dapat dirasakan oleh semua orang yaitu menyelesaikan pendidikan di Perguruan Tinggi. Semoga kelak ilmu pengetahuan yang telah diperoleh dapat bermanfaat dan dirasakan oleh sekitar.”





- Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI

**ANALISIS SILICA SCALING DI JALUR BRINE
PRODUCTION OPTIMIZATION UNIT
DENGAN TEKNOLOGI SINGLE FLASH**

Oleh:

Fawwaz Mahdi Dwiputra
NIM. 1802421018

Program Studi Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik

Skrripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Noor Hidayati, S.T., M.Sc.
NIP. 199008042019032019

Pembimbing 2

Isnanda Nuriskasari, S.Si., M.T.
NIP. 199306062019032030

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik

Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T.
NIP. 196605191990031002



HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI

ANALISIS SILICA SCALING DI JALUR BRINE
PRODUCTION OPTIMIZATION UNIT
DENGAN TEKNOLOGI SINGLE FLASH

Oleh:
Fawwaz Mahdi Dwiputra
NIM. 1802421018
Program Studi Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 29 Agustus 2022 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
	Isnanda Nuriskasari, S.Si., M.T. NIP. 199306062019032030	Ketua Sidang		01 September 2022
	Arifia Ekayuliana, S.T., M.T. NIP. 19910721201803200	Anggota		01 September 2022
	Widiyatmoko, S.Si., M.Eng. NIP. 198502032018031001	Anggota		01 September 2022

Depok, 01 September 2022

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE.
NIP. 197707142008121005

Hak Cipta :

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan atau menyebutkan sumber:
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
- Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda di bawah ini:

Nama : Fawwaz Mahdi Dwiputra
NIM : 1802421018
Program Studi : Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik Sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Tangerang, 29 Agustus 2022

POLITEK
NEGERI
JAKARTA



Fawwaz Mahdi Dwiputra

NIM. 1802421018

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



ANALISIS *SILICA SCALING* DI JALUR *BRINE* *PRODUCTION OPTIMIZATION UNIT* DENGAN TEKNOLOGI *SINGLE FLASH*

Fawwaz Mahdi Dwiputra¹⁾, Noor Hidayati¹⁾, Isnanda Nuriskasari¹⁾

Program Studi Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: fawwazmahdi.dwiputra.tm18@mhs.w.pnj.ac.id / fawwazmahdi@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia adalah negara dengan potensi energi panas bumi terbesar di dunia, dengan potensi mencapai 28,5 GW. Pemanfaatan energi panas bumi perlu memerhatikan masalah yang ada. Wilayah Kerja Panas Bumi (WKP) Dieng memiliki karakteristik sumur dua fasa yang didominasi air. Konsentrasi *silica* yang tinggi di dalam *brine* menjadikan deposisi *silica* menjadi masalah serius di jalur pipa sumur injeksi PLTP Dieng. Kandungan *silica* Dieng mencapai 1.180mg/kg. Rata-rata penebalan *silica scaling* per-tahun pada pipa injeksi *brine* mencapai 3,09 cm/tahun. Deposisi *silica* dapat dipengaruhi secara termodinamika oleh *temperature*, dalam mencegah *silica scaling* perlu menjaga *temperature* diatas saturasi *silica*. *Production Optimization Unit* (POU) merupakan unit uji sumur yang bertujuan untuk mengetahui kandungan dan karakteristik fluida atau *brine*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis *silica scaling* yang terjadi di dalam pipa jalur *brine* dan meninjau pengaruh *temperature* terhadap *silica scaling rate*. Pengujian sampel *brine* dan sampel kupon dilakukan untuk mengetahui nilai *silica saturation index* (SSI) dan *silica scaling rate*. Hasil penelitian menunjukkan nilai SSI mencapai 1,174 dan *silica scaling rate* mencapai 1,554 mm/tahun. Penelitian ini menyimpulkan bahwa *silica scaling* akan terjadi dan *temperature* yang semakin menurun menyebabkan nilai SSI akan mengalami kenaikan dan *silica scaling rate* akan semakin tinggi.

Kata kunci: Dieng, panas bumi, *silica scaling*, *silica saturation index*, *silica scaling rate*, *production optimization unit*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



SILICA SCALING ANALYSIS IN BRINELINE PRODUCTION OPTIMIZATION UNIT WITH SINGLE FLASH TECHNOLOGY

Fawwaz Mahdi Dwiputra¹⁾, Noor Hidayati¹⁾, Isnanda Nuriskasari¹⁾

Program Studi Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: fawwazmahdi.dwiputra.tm18@mhs.w.pnj.ac.id / fawwazmahdi@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia is a country with the largest geothermal energy potential in the world, with the potential reached to 28.5 GW. The development of geothermal energy needs to pay attention to the problems. Dieng Geothermal Field has the characteristics of a two-phase well, which is water dominated. The high silica content in brine makes silica scaling a serious problem in Dieng Geothermal Plant injection well pipeline. Dieng's silica content reached 1,180mg/kg. Silica scaling rate per year in the brine injection pipe reaches 3,09 cm/year. Silica deposition can be affected thermodynamically by temperature, to prevent silica scaling it is necessary to maintain the silica saturation temperature. Production Optimization Unit (POU) is a well testing unit to determine characteristics of brine. This study purposes to analyze the silica scaling that occurs in the brine pipeline and to review the effect of temperature on the rate of silica scaling. Brine sampling and coupon sampling were carried out to determine the value of silica saturation index and silica scaling rate. This study determine SSI reaches 1,175 and silica scaling rate reaches to 1,554 mm/year. This study concludes the decreasing temperature causes the SSI value to increase and the silica scaling rate to be higher.

Keywords: Dieng, geothermal, silica scaling, silica saturation index, silica scale rate, production optimization unit

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya dengan bentuk kemudahan dan kelancaran selama penulis melakukan penyusunan laporan skripsi sehingga skripsi dengan judul “**Analisis Silica Scaling di Jalur Brine Production Optimization Unit Dengan Teknologi Single Flash**” dapat diselesaikan dengan tepat waktu. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan studi Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta. Penyusunan skripsi ini dapat terlaksana dengan lancar berkat bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu penulis hendak menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak yang telah membantu penulis selama penyusunan skripsi ini, diantaranya kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Taala yang telah memberikan kesehatan rohani dan jasmani sehingga penulis dapat melaksanakan Praktik Kerja Lapangan dan menyelesaikan Laporan ini.
2. Bapak Susilo Widodo dan Ibu Sulisnawati selaku orang tua, Rakha Pratama Abdurrahman selaku kakak, dan Rana Az Zahra selaku adik yang senantiasa memberikan restu, doa dan dukungan secara moral, dan materi,
3. Politeknik Negeri Jakarta yang telah menerima penulis sebagai mahasiswa untuk melaksanakan kuliah selama empat tahun.
4. Perusahaan yang telah membantu dan memberikan data pendukung guna penyelesaian skripsi.
5. Bapak Dr. Eng. Mulimin, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
6. Bapak Cecep Slamet Abadi, M.T. selaku Ketua Program Studi D4 Pembangkit Tenaga Listrik Politeknik Negeri Jakarta.
7. Ibu Noor Hidayati, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing selama penyelesaian skripsi.
8. Ibu Isnanda Nuriskasari, S.Si., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dalam penyelesaian skripsi.
9. Ibu Arifia Ekayuliana, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I yang telah menguji serta memberikan kritik dan saran guna penyempurnaan penelitian.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritikan atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



10. Ibu Widiyatmoko, S.Si., M.Eng. selaku Dosen Penguji II yang telah menguji serta memberikan kritik dan saran guna penyempurnaan penelitian.
11. Bapak Denis Daya Pamungkas selaku *Process Engineer* yang telah membimbing dalam penyelesaian skripsi.
12. Bapak Muhammad Tito Setiawan selaku *Mechanical Engineer* yang telah membimbing dalam penyelesaian skripsi.
13. Teman-teman Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik angkatan tahun 2018 yang telah memberi dukungan dalam penyelesaian skripsi.
14. Serta pihak-pihak lainnya yang tidak bisa disebutkan satu-satu.

Semoga skripsi ini dapat menjadi bahan rujukan bagi perusahaan dalam rangka peningkatan kualitas kinerja dan menjadi ilmu tambahan bagi penulis serta bermanfaat bagi pihak yang membaca. Penulis mohon maaf jika masih ada kekurangan dalam penyusunan laporan skripsi.

Tangerang, 29 Agustus 2022

Fawwaz Mahdi Dwiputra
NIM. 1802421018

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I	2
PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang Penelitian	2
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	3
1.3 Pertanyaan Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan Skripsi	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 Kondisi WKP Dieng	5
2.1.2 <i>Silica</i> (SiO ₂)	5
2.1.3 <i>Silica Scaling</i>	7
2.1.4 Scaling Rate	8
2.1.5 Teknologi <i>Single flash</i>	10
2.1.6 Production Optmization Unit (POU)	11
2.2 Kajian Literatur	12
2.3 Kerangka Pemikiran	14
BAB III	14

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Jenis Penelitian	14
3.2 Objek Penelitian	14
3.2.1 <i>Production Optimization Unit (POU)</i>	15
3.2.2 <i>Brine</i>	16
3.2.3 <i>Kupon Stainless Steel</i>	16
3.3 Metode Pengambilan Sampel	17
3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian	18
3.5 Metode Pengumpulan Data Penelitian	18
3.5.1 <i>Persiapan Operasi Pengujian Production Optimization Unit (POU)</i>	18
3.5.2 <i>Persiapan Alat dan Bahan</i>	19
3.5.3 <i>Proses Pengujian Sampel</i>	23
3.6 Metode Analisis Data	26
BAB IV	28
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Nilai <i>Silica Saturation Index</i> dan <i>Silica Scaling Rate</i>	28
4.1.1 <i>Silica Saturation Index (SSI)</i>	28
4.1.2 <i>Silica Scaling Rate</i>	32
4.2 Hubungan antara <i>Silica Saturation Index</i> dan <i>Silica Scaling Rate</i>	34
4.3 Pengaruh <i>Temperature</i> terhadap <i>Silica Saturation Index</i> dan <i>Silica Scaling Rate</i>	35
BAB V	39
PENUTUP	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39



Daftar Pustaka.....	40
LAMPIRAN.....	43



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Komposisi Stainless Steel 316L.....	17
Tabel 3.2 Alat dan Bahan	19
Tabel 3.3 Ukuran Kupon (A)	24
Tabel 3.4 Ukuran Kupon (B).....	25
Tabel 4.1 Kandungan Silica Total (mg/kg).....	28
Tabel 4.2 Kandungan Silica Amorf.....	29
Tabel 4.3 Nilai Silica Saturation Index (SSI).....	31
Tabel 4.4 Silica Scaling Rate.....	33
Tabel 4.5 Nilai SSI dan Scaling Rate (Mick, 2021).....	36
Tabel 4.6 Studi Dieng Unit 1 (Iswara et al., 2019).....	36
Tabel 4.7 SSI Dieng Unit 1 dan SSI POU.....	37

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Silica Scaling di dalam Pipa Injeksi Dieng.....	5
Gambar 2.2	Pengaruh Temperature terhadap Silica Scaling.....	8
Gambar 2.3	Skema Sederhana Teknologi Single flash (DiPippo, 2016)	10
Gambar 2.4	Diagram T-S Teknologi Single flash (DiPippo, 2016).....	11
Gambar 2.5	Process Flow Diagram (PFD) POU (MICK, 2021).....	12
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	14
Gambar 3.2	Tampak Luar Desain POU.....	15
Gambar 3.3	Tampak Dalam Desain POU	15
Gambar 3.4	Process Flow Diagram Single flash POU	16
Gambar 3.5	Brine	16
Gambar 3.6	Kupon Stainless Steel	17
Gambar 3.7	Sampel Brine	23
Gambar 3.8	Kupon Terpasang pada Coupon Holder	25
Gambar 3.9	Massa Kupon saat ditimbang.....	26
Gambar 4.1	Grafik Kandungan Silica Amorf.....	30
Gambar 4.2	Grafik Nilai Silica Saturation Index	32
Gambar 4.3	Grafik Silica Scaling Rate	34
Gambar 4.4	<i>Pengaruh Temperature terhadap SSI</i>	35
Gambar 4.5	<i>Pengaruh Temperature terhadap Silica Scaling (Angcoy & Arnorsson, 2010)</i>	37
Gambar 4.6	Grafik SSI Dieng Unit 1 dan SSI POU.....	38

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Posisi Indonesia yang berada pada kerangka tektonik dunia menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara dengan potensi panas bumi terbesar di dunia. Potensi energi panas bumi di Indonesia mencapai 28,5 GW dengan 11.073 MW pada kelas sumber daya dan 17.435 MW pada kelas cadangan yang tersebar di 342 lokasi (Suharyati et al., 2019). Kapasitas terpasang energi panas bumi hingga akhir tahun 2017 sebesar 1.808,5 MW yang artinya pemanfaatan dalam bentuk pembangkit listrik energi panas bumi baru 7% dari total potensi panas bumi (Badan Geologi, 2017). Pemanfaatan energi panas bumi perlu memerhatikan masalah yang ada.

Wilayah Kerja Panas Bumi (WKP) Dieng merupakan wilayah panas bumi yang memiliki karakteristik sumur dua fasa yang didominasi air yang berlokasi di Kabupaten Wonosobo dan Banjarnegara, Jawa Tengah. WKP Dieng memiliki konsentrasi *silica* yang tinggi di dalam *brine* sehingga deposisi *silica* menjadi masalah serius di jalur pipa sumur injeksi (Pambudi et al., 2015). *Tracer Flow Test* (TFT) atau uji sumur yang dilakukan pada Maret 2021 di Dieng menunjukkan kandungan *silica* Dieng mencapai 1.180mg/kg (Thermochem, 2021). Stapleton dan Minkatsu menjelaskan bahwa *silica* dapat mengganggu sirkulasi aliran fluida di pembangkit (Setiawan et al., 2015). Pengurangan diameter pipa terjadi dikarenakan *scaling* sehingga dapat menyebabkan operasional pembangkit terganggu dan permasalahan *scaling* di PLTP Dieng dapat mereduksi produksi dari 60MW hingga 42MW. Rata-rata penebalan *silica scaling* per-tahun pada pipa injeksi *brine* di Dieng mencapai 3,09 cm/tahun (Wahyudityo et al., 2013).

Silica yang berada di dalam reservoir dalam keadaan setimbang berbentuk kuarsa (batuan kristal) dan ketika di permukaan bumi terpresipitasi sehingga berbentuk amorf. Sifat yang memengaruhi konsentrasi *silica* dalam pembentukan *scaling* adalah *temperature*, kadar garam (salinitas), dan nilai keasaman (pH) (Permana et al., 2017). Deposisi *silica* dapat dipengaruhi secara termodinamika oleh *temperature* yang dipengaruhi oleh tekanan (Angcoy & Arnorsson, 2010).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Silica yang tinggi dapat menyebabkan *scaling*, yang terjadi ketika kelarutan menurun dikarenakan menurunnya *temperature*. Dalam mencegah *silica scaling* perlu menjaga *temperature* diatas saturasi *silica* seperti yang dijelaskan Erlindo C (Guerra & Jacobo, 2012). Untuk meminimalisir *silica* diperlukan pengujian terlebih dahulu untuk menganalisis antara laju pembentukan *silica* dan *silica saturation index* (SSI) dan hubungannya dengan *temperature*.

Pengujian dilakukan secara eksperimen menggunakan *production optimization unit* dengan teknologi *single flash* selama ± 13 hari. *Production Optimization Unit* (POU) merupakan *Pilot Plant* atau unit uji sumur yang terdapat di WKP Dieng. Tujuan dari dibentuknya POU adalah untuk melakukan pengujian teknologi pengembangan PLTP. Pengujian tersebut dilakukan untuk mengetahui kandungan dan karakteristik fluida atau *brine* yang terdapat di WKP Dieng dan mengetahui pembentukan *silica scaling* di WKP Dieng untuk pengembangan unit PLTP (MICK, 2021). Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kandungan *silica* di sumur HCE 7C Dieng yang dipengaruhi oleh *temperature*. Dengan mengetahui kandungan dan karakteristik fluida diharapkan dapat memilih teknologi beserta parameter yang tepat sehingga keandalan (*reliability*) dan kesinambungan (*sustainability*) PLTP dapat tercapai.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Kandungan *silica* yang tinggi di dalam *brine* sumur Dieng menyebabkan terjadinya *silica scaling* yang menghambat proses injeksi *brine* pada pipa injeksi panas bumi, dimana proses tersebut bertujuan untuk menjaga kuantitas uap produksi dan menjaga volume reservoir panas bumi sehingga *silica scaling* mengakibatkan penurunan produksi PLTP. Oleh karena itu diperlukan analisis *silica scaling* yang dipengaruhi oleh perubahan *temperature* di jalur *brine* POU. Penelitian ini merupakan rekomendasi dari studi GEOKEM untuk pengembangan PLTP Dieng Unit 2.

1.3 Pertanyaan Penelitian

1. Berapa nilai *silica saturation index* dan *silica scaling rate* yang terbentuk di jalur *brine production optimization unit* dengan teknologi *single flash*?
2. Apa hubungan antara *silica saturation index* dan *silica scaling rate*?

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Bagaimana pengaruh *temperature* terhadap *silica saturation index* dan *scaling rate*?
4. Bagaimana nilai *silica saturation index* Dieng unit 1 terhadap nilai SSI *production optimization unit*.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan hasil perhitungan nilai *silica saturation index* dan *silica scaling rate* di jalur *brine production optimization unit* dengan teknologi *single flash*.
2. Mengetahui hubungan antara *silica saturation index* dan *silica scaling rate*.
3. Menganalisis pengaruh *temperature* terhadap *silica saturation index* dan *silica scaling rate*.
4. Menganalisis nilai *silica saturation index* Dieng unit 1 dengan nilai SSI *production optimization unit*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan menjadi referensi penelitian selanjutnya dan pembelajaran serta bermanfaat dalam upaya mengetahui nilai *silica saturation index* dan *silica scaling rate* yang terjadi di PLTP Dieng dengan parameter *temperature* menggunakan teknologi *single flash*.

1.6 Sistematika Penulisan Skripsi

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah penelitian, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang latar landasan teori, kajian literatur, kerangka pemikiran, dan hipotesis.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang jenis penelitian, objek penelitian, metode pengambilan sampel, jenis dan sumber data penelitian, metode pengumpulan data, dan metode analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil penelitian berupa pengumpulan data dan pengolahan data beserta pembahasan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dari hasil dan pembahasan penelitian beserta saran untuk penelitian selanjutnya.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan *silica saturation index* dan *silica scaling rate* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai *silica saturation index* di jalur *brine production optimization unit* pada titik S01 sebesar 1,055, pada titik S21 sebesar 1,103, pada titik S22 sebesar 1,116, pada titik S23 sebesar 1,161, dan pada titik S24 sebesar 1,174. Adapun *silica scaling rate* yang didapat berdasarkan operasi POU pada titik C02 mencapai 0,802 mm/tahun, pada titik C08 mencapai 1,128 mm/tahun, dan pada titik C09 mencapai 1,554 mm/tahun.
2. Terdapat hubungan antara *silica saturation index* dan *silica scaling rate* yaitu, *silica scaling rate* dapat diprediksi dengan mengetahui nilai SSI. *Silica scaling rate* akan semakin tinggi apabila nilai SSI mengalami kenaikan.
3. Perubahan *temperature* berpengaruh terhadap nilai *silica saturation index* dan *silica scaling rate*, yaitu penurunan *temperature* menyebabkan nilai SSI akan mengalami kenaikan dan *silica scaling rate* akan semakin tinggi.
4. Nilai SSI Dieng unit 1 lebih besar daripada nilai SSI POU. Nilai *silica saturation index* Dieng unit 1 sebesar 1,357 dan nilai SSI POU sebesar 1,055.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terkait analisis *silica scaling* pada *Production Optimization Unit* (POU) dengan teknologi *single flash* Dieng Unit 2 akan mengalami permasalahan *silica scaling* yang lebih baik daripada Dieng Unit 1, jika menggunakan teknologi *single flash* dengan *pressure separator* 24,9 barg.



Daftar Pustaka

- Angcoy, E. C., & Arnorsson, S. (2010). *An Experiment on Monomeric and Polymeric Silica Precipitation Rates from Supersaturated Solutions*. April, 25–29.
- Badan Geologi. (2017). *Laporan Tahunan Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM)*.
- Bahn, S., & Barratt-pugh, L. (2015). *Safety training evaluation : The case of construction induction training and the impact on work-related injuries in the Western Australian construction sector*. 0220(November). <https://doi.org/10.1080/14480220.2014.11082037>
- Baird, R. B., Eaton, A. D., & Rice, E. W. (2017). *Standard methods: For the examination of water and waste water* (Vol. 23). [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(90\)90598-4](https://doi.org/10.1016/0003-2697(90)90598-4)
- Brown, K. (2013). Mineral Scaling in Geothermal Power Production. *Geothermal Training Programe*, 39, 1–25.
- DiPippo, R. (2016). *Geothermal Power Plants* (L. Reading (ed.); Fourth). Joe Hayton.
- Guerra, C. E., & Jacobo, P. E. (2012). pH modifications for silica control in geothermal fluids. *Short Course on Geothermal Development and Geothermal Wells*, 9.
- Hafizi, I., Widjijono, W., & Heparis, M. (2016). *Penentuan Konsentrasi Stainless Steel 316L dan Kobalt Kromium Rermanium GM-800 pada uji GPMT*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22146/majkedgiind>
- Hauksson, T. (2021). *Dieng Pilot Plant Testing Coupon Testing Procedure*.
- Herianto, Kristiati, M. T., Bintarto, B., & Asmorowati, D. (2020). Analisa Indikasi Pembentukan Scaling Berdasarkan Simulasi Numerik Sumur Panas Bumi. *Teknik Kimia*, 14–15.
- MICK. (2021). *PILOT PLANT – DIENG PT GEO DIPA ENERGI DESIGN*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



CONSTRUCTION AND TESTING.

- Outokumpu. (2013). *Handbook of Stainless Steel*. Outokumpu Oyj.
- Pambudi, N. A., Itoi, R., Yamashiro, R., CSS Syah Alam, B. Y., Tusara, L., Jalilinasrabad, S., & Khasani, J. (2015). The behavior of silica in geothermal brine from Dieng geothermal power plant, Indonesia. *Geothermics*, 54, 109–114. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2014.12.003>
- Permana, M., Nandaliarsyad, N., Haq, A., Nawansari, M., & Mulyana, C. (2017). *Kajian Potensi Silica Scaling Pada Pipa Produksi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (Geothermal)*. 07.
- Setiawan, F. A., M, H. P. P., Alfredo, D., & Perdana, I. (2015). *Mitigation of Silica Scaling from Dieng 's Geothermal Brines using Ca (OH) 2*. May, 19–22.
- Sofyan, A., Aka, H. S., Suranta, B. Y., & Ratasya, S. M. A. (2021). Analysis of Scale Saturation Index (SSI), Scale Formation Rate, and Scale Formation Time Based on Geothermal Production Well Head Pressure at Well “X.” *Indonesian Journal of Energy and Mineral*, 1(1), 26–33. <https://doi.org/10.53026/ijjoem/2021/1.1/15>
- Sugiyono, D. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Tindakan*.
- Suharyati, Pambudi, S. H., Wibowo, J. L., & Pratiwi, N. I. (2019). Outlook Energi Indonesia 2019. In S. Abdurrahman, M. Pertiwi, & Walujanto (Eds.), *Dewan Energi Nasional*.
- Thermochem. (2021). Report of Analysis Tracer Flow Test. In *Methods* (Issue March).
- Utami, W. S., Herdanita, N. R., & Atmaja, R. W. (2014). The Effect of Temperature and pH on the Formation of Silica Scaling of Dieng Geothermal Field, Central Java, Indonesia. *Thirty-Ninth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering*, 2–7.
- van den Heuvel, D. B., Gunnlaugsson, E., Gunnarsson, I., Stawski, T. M., Peacock, C. L., & Benning, L. G. (2018). Understanding amorphous silica scaling under

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

well-constrained conditions inside geothermal pipelines. *Geothermics*, 76(November 2017), 231–241.
<https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2018.07.006>

Wahyudityo, R., Harto, A. W., & Suryopratomo, K. (2013). *Analisis Scaling Silika pada Pipa Injeksi Brine di Lapangan Panas Bumi Dieng dengan Studi Kasus di PT. Geo Dipa Energi*. 2(1), 7–14.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1

Daftar Riwayat Hidup

Nama : Fawwaz Mahdi Dwiputra
 NIM : 1802421018
 Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 01 September 2000
 Jenis Kelamin : Laki – laki
 Jurusan : Teknik Mesin
 Program Studi : Pembangkit Tenaga Listrik
 Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Jakarta
 Alamat : Perumahan Griya Ciledug, Jalan Raflesia
 Blok C/02, Ciledug, Kota Tangerang,
 Banten. 15153
 No. Handphone : 085283903374
 Email : fawwazmahdi@gmail.com
fawwaz.mahdidwiputra.tm18@mhs.w.pnj.ac.id



Riwayat Pendidikan Formal

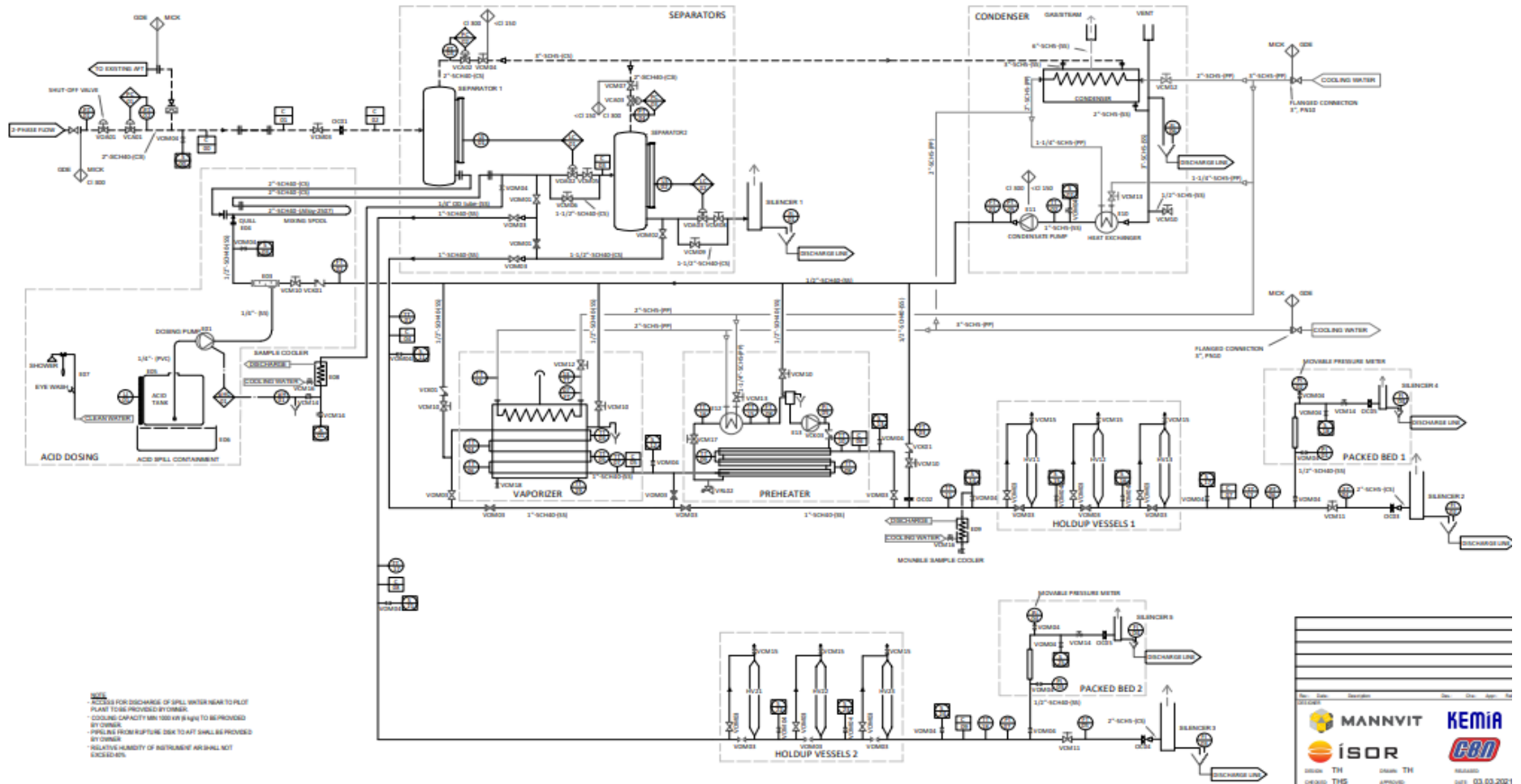
No	Tahun	Pendidikan
1	2018 - 2022	Politeknik Negeri Jakarta
2	2015 - 2018	SMA Negeri 112 Jakarta
3	2012 - 2015	SMP Negeri 75 Jakarta
4	2009 - 2012	SD Negeri Joglo 10
5	2006 - 2009	SD Negeri Sudimara 7



Hak Cipta
 1. Dilarang Meng
 a. Pengubahan h
 b. Pengutipan
 2. Dilarang Meng
 tanpa izin Pol

Hak Cipta milik Pol

Lampiran 2 Piping and Instrument Diagram (P&ID) POU



salah.

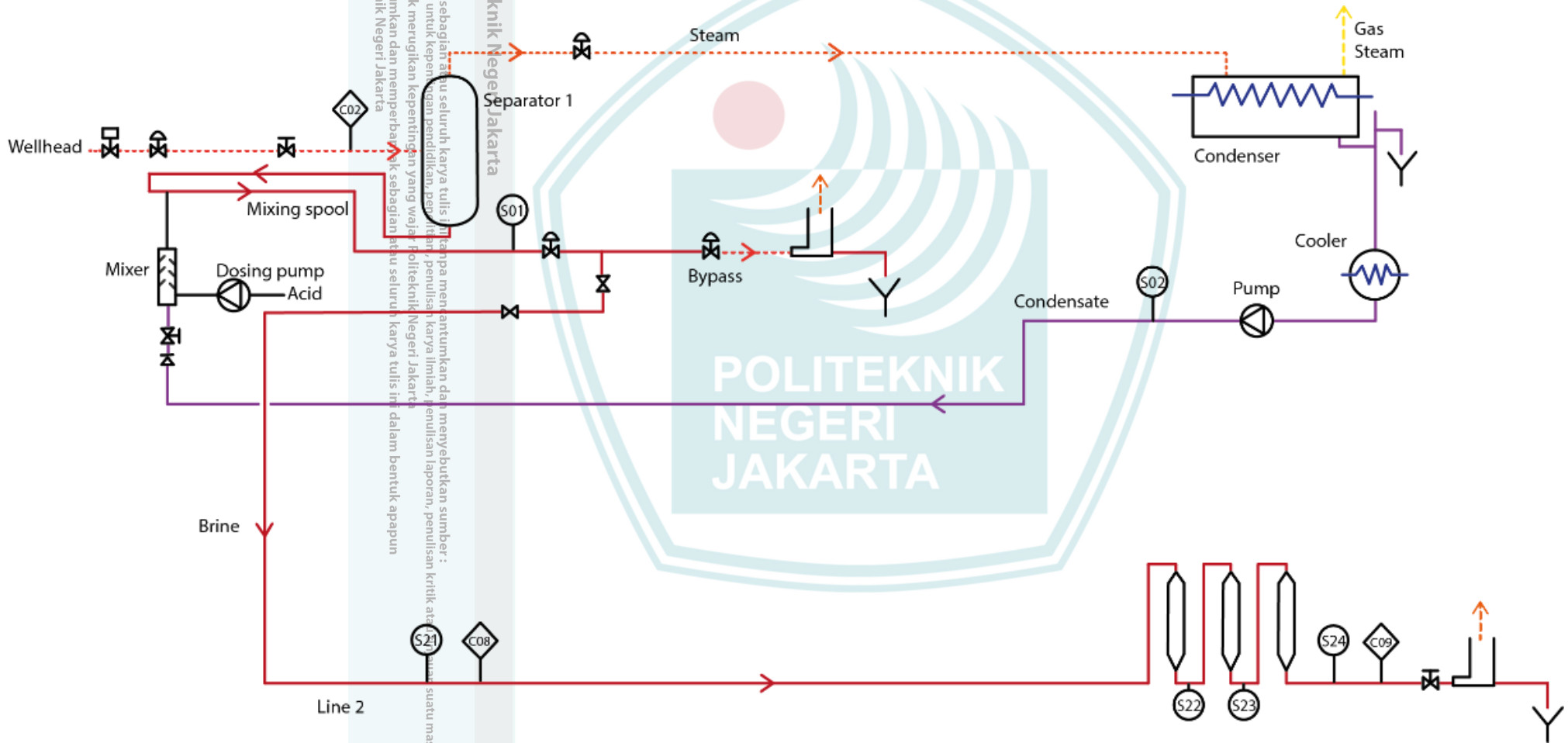
Revisi	Revisi	Revisi	Revisi
1	2	3	4
01	02	03	04
05	06	07	08
09	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32
33	34	35	36
37	38	39	40
41	42	43	44
45	46	47	48
49	50	51	52
53	54	55	56
57	58	59	60
61	62	63	64
65	66	67	68
69	70	71	72
73	74	75	76
77	78	79	80
81	82	83	84
85	86	87	88
89	90	91	92
93	94	95	96
97	98	99	100

DESAIN: TH DESAIN: TH REVISI: REVISI:

CHECK: THS APPROV: DATE: 03.03.2021



Lampiran 3 Process Flow Diagram (PFD) Single Flash POU



Hak Cipta
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip sumber :
a. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengizinkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5 Hasil Pengujian Sampel

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, pennisan karya ilmiah, pennisan laporan, pennisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

