



© 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



**Penentuan Jumlah *Condensate Drain Pot* Menggunakan Simulasi
Aspen HYSYS Untuk Meningkatkan *Dryness* Pada *Steam Inlet*
*Turbin Small Scale PLTP Dieng***

SKRIPSI

POLITEKNIK
NEGERI
Oleh:
Farrel Vito Gibran Andromeda
JAKARTIA

NIM

1902421018

PROGRAM STUDI PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2023



© 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



**Penentuan Jumlah *Condensate Drain Pot* Untuk Meningkatkan
Dryness Pada *Steam Inlet Turbin Small Scale PLTP Dieng***

SKRIPSI

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

Oleh:

Farrel Vito Gibran Andromeda

NIM

1902421018

PROGRAM STUDI PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2023



“Skripsi ini ku persembahkan untuk ayah ibu, bangsa dan almamater”

© 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



HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI

**Penentuan Jumlah *Condensate Drain Pot* Menggunakan Simulasi
Aspen HYSYS Untuk Meningkatkan *Dryness* Pada *Steam Inlet*
*Turbin Small Scale PLTP Dieng***

Oleh:
Farrel Vito Gibran Andromeda
NIM. 1902421018
Program Studi Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1



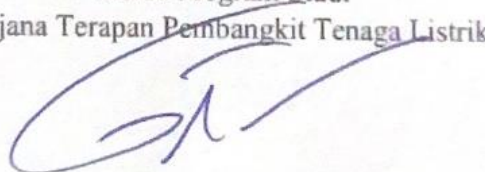
Arifia Ekayuliana, S.T., M.T.
NIP. 199107212018032001

Pembimbing 2



Rahmat Subarkah, S.T., M.T.
NIP. 197601202003121001

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik



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

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

Penentuan Jumlah *Condensate Drain Pot* Menggunakan Simulasi Aspen HYSYS Untuk Meningkatkan *Dryness* Pada *Steam Inlet Turbin Small Scale PLTP Dieng*

Oleh:




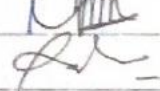
Farrel Vito Gibran Andromeda

NIM. 1902421018

Program Studi Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan dihadapan Dewan Penguji pada tanggal 25 Agustus 2023 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan (Diploma IV) pada Program Studi Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	WIDIYATMOTO	Penguji 1		30/8/2023
2.	DR BELYAMIN	PENGUJI 2		29/8/2023
3.	ARIFA EKAYUTANA	PENGUJI 3		30/08/2023
4.	Rahmet Sembek	Paisabir 2		21/11/2023

Depok, 25 Agustus 2023

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Ir. Muslimin, M.T. IWE

NIP.197767142008121005

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Farrel Vito Gibran Andromeda

NIM : 1902421018

Program Studi : Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam 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 Skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya

Depok, 26 Februari 2024



Farrel Vito Gibran Andromeda
NIM. 1902421018

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





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

Penentuan Jumlah *Condensate Drain Pot* Untuk Meningkatkan *Dryness* Pada *Steam Inlet Turbin Small Scale PLTP Dieng*

Farrel Vito Gibran Andromeda¹⁾, Arifia Ekayuliana¹⁾, Rahmat Subarkah²⁾

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

Email: farrel.vitogibranandromeda.tm19@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRAK

CDP merupakan singkatan dari Condensate Drain Pot. CDP adalah sistem yang digunakan untuk mengeluarkan air kondensat dari dalam pipa yang terkondensasi selama perjalanan steam di dalam pipa. Tujuan penelitian ini adalah mencegah terjadinya kelebihan air yang dapat mempengaruhi tingkat kekeringan *minimum steam quality of 97%*. Dengan adanya *condensate drain pot* tingkat *dryness* steam yang masuk turbin semakin tinggi, CDP dapat membuang kelebihan kondensat atau air pada *steam line* yang dapat mengganggu kinerja turbin, kelebihan kondensat atau air dalam *steam line* dapat menyebabkan abrasi, korosi, dan erosi pada *blade* turbin, yang dapat menyebabkan kerusakan pada turbin. Metodologi yang dilakukan adalah dalam rangka mengatasi permasalahan ini, penelitian ini mengusulkan pendekatan menggunakan simulasi Aspen HYSYS untuk analisis kondisi dalam upaya mengidentifikasi jumlah *drain pot* yang tepat. jika kondensat terbentuk maka akan menggaggu *steam line*. oleh sebab itu kondensat ini perlu dipisahkan dan dibuang dari *steam line*. Disamping itu kondensat dalam bentuk pertikel kecil yang terbawa arus steam dengan kecepatan tinggi dapat menyebabkan erosi pada dinding pipa. Kesimpulan adalah pemasangan satu Condensate Drain Pot (CDP) dalam simulasi telah dinilai cukup. Melalui simulasi, 1 CDP mampu mencapai tingkat kekeringan uap 100%, memenuhi standar yang dibutuhkan.

Kata Kunci: pipa *steam line*, condensate drain pot, condensate, Aspen Hysys.



ABSTRACT

CDP stands for Condensate Drain Pot. CDP is a system used to remove condensate water from within pipes that has condensed during the steam journey inside the pipes. The purpose of this research is to prevent excess water that can affect the minimum steam quality level of 97%. With the presence of a condensate drain pot, the dryness level of the entering steam into the turbine increases. The CDP can remove excess condensate or water from the steam line, which can disrupt the turbine's performance. Excess condensate or water in the steam line can lead to turbine blade abrasion, corrosion, and erosion, resulting in turbine damage. The methodology employed is aimed at addressing this issue. This research proposes an approach using Aspen HYSYS simulation to analyze conditions in an effort to identify the appropriate number of drain pots. If condensate forms, it can disrupt the steam line. Therefore, it's necessary to separate and remove this condensate from the steam line. Additionally, condensate in the form of small particles carried by high-speed steam flow can cause pipe wall erosion. In conclusion, the installation of one Condensate Drain Pot (CDP) in the simulation has been deemed sufficient. Through the simulation, 1 CDP is capable of achieving 100% steam dryness, meeting the required standards.

Keywords: *steam line pipe, condensate drain pot, condensate, Aspen HYSYS*

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penentuan jumlah *Condensate Drain Pot* terhadap *dryness steam inlet* turbin Small Scale PLTP Dieng”. Skripsi ini sebagai penanda telah terselesaikannya akademik dan menjadi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan. Tidak lupa juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah turut memberikan kontribusi dalam penyusunan laporan ini, sehingga pada kesempatan ini penulis hendak menyampaikan ucapan terima kasih, diantaranya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta dan dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini
2. Ibu Arifia Ekayuliana S.T., M.T. dan Bapak Rahmat Subarkah S.T., M.T.. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini
3. Bapak Cecep Slamet Abadi, S. T., M. T. selaku Ketua Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan bantuan dalam mengarahkan dalam pelaksanaan skripsi ini
4. PT. Geo Dipa Energi yang telah memfasilitasi pelaksanaan praktik kerja lapangan dan pengambilan data
5. Bapak Agung Wisnu selaku Manajer Engineering, Bapak Denis Daya Pamungkas dan Bapak Tito Setiawan selaku Mentor selama pelaksanaan praktik kerja lapangan, seluruh pegawai yang bekerja di PT. Geo Dipa Energi terkhusus PMU Engineering
6. Kedua orang tua, saudara-saudara kandung dan keluarga besar yang telah memberikan doa dan nasihat kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan
7. Muhammad Rafsya Firdaus, Muhammad Rhido Ilyas, Raihan Hidayat dan semua sahabat yang berkesan selama masa perkuliahan ini memberikan semangat serta motivasi satu sama lain
8. Fadil Anshori Lubis yang telah memberikan banyak informasi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan
9. Rekan-rekan Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi

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 ISI

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Pertanyaan Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Landasan Teori	4
2.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP)	4
2.1.2 Kondensasi	5
2.1.3 Condensate Drain Pot	6
2.1.4 Perpindahan Panas	7
2.1.5 Pressure Drop	12
2.1.6 Aspen HYSYS	14
2.2 Kajian Literatur	14
BAB 3 METODE PENELITIAN	17
3.1 Jenis Penelitian	17
3.2 Objek Penelitian	18
3.3 Metode Pengambilan Data	19
3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian	19
3.5 Metode Pengumpulan Data Penelitian	19

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



© 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.6	Metode analisis data.....	20
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		22
4.1	Hasil Penelitian	22
4.1.1	Simulasi proses menggunakan perangkat lunak Aspen HYSYS	22
4.1.2	Data-data pendukung untuk melakukan simulasi pada perangkat lunak Aspen HYSYS	25
4.1.3	Simulasi Aspen Hysys	27
4.1.4	Validasi Hasil Simulasi Dengan <i>Theoretical Calculation</i>	28
4.2	Pembahasan.....	31
4.2.1	Analisa Jumlah dan Tingkat Kekeringan	31
BAB V KESIMPULAN		33
5.1	Kesimpulan	33
5.2	Saran	33
DAFTAR PUSTAKA		34
LAMPIRAN.....		35

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 panas bumi untuk mendapatkan steam.....	4
Gambar 2. 2 <i>condensate drain pot</i>	6
Gambar 2. 3 Pipa dengan insulasi	11
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian.....	17
Gambar 3. 2 Lokasi Small Scale	18
Gambar 3. 3 Diagram alir metode analisis data	21
Gambar 4. 1 kontruksi pipa 3 dimensi	22
Gambar 4. 2 konstruksi pipa tampak atas	23
Gambar 4. 3 kontruksi pipa tampak samping	24
Gambar 4. 4 konstruksi pipa tampak depan	24
Gambar 4.5 Diagram alir algoritma simulasi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.6 Simulasi Aspen HYSYS.....	27
Gambar 4.7 Hasil simulasi	31

© 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



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Tabel data.....	25
----------------------------	----



© 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



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP) di Indonesia belum banyak dikembangkan dan dimanfaatkan dengan potensi pembangkit sebesar 28.100 MW, Indonesia memiliki sekitar 40% cadangan energi panas bumi dunia. Penggunaan panas bumi sebagai salah satu sumber tenaga listrik memiliki banyak keuntungan di sektor lingkungan maupun ekonomi. Bila dibandingkan sumber daya lainya seperti batu bara, minyak bumi, nuklir, dan lain sebagainya. (Pambudi et al., 2018).

CDP merupakan singkatan dari Condensate Drain Pot. CDP adalah sistem yang digunakan untuk mengeluarkan air kondensat dari dalam pipa yang terkondensasi selama perjalanan steam di dalam pipa. CDP sangat penting karena dapat mencegah terjadinya kelebihan air yang dapat mempengaruhi tingkat kekeringan *minimum steam quality of 97%* (JIMMY D. KUMANA, 2018) dan dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan. Dalam konteks turbine, CDP digunakan untuk mengeluarkan air kondensat dari dalam pipa sehingga tidak mengganggu kinerja turbin dan mencegah terjadinya kekeringan yang dapat mempengaruhi kinerja turbine Dengan adanya *condensate drain pot* tingkat *dryness* steam yang masuk turbin semakin tinggi, CDP dapat membuang kelebihan kondensat atau air pada *steam line* yang dapat mengganggu kinerja turbin, kelebihan kondensat atau air dalam *steam line* dapat menyebabkan abrasi, korosi, dan erosi pada *blade* turbin, yang dapat menyebabkan kerusakan pada turbin(Dwiyanto, 2016). Meningkatkan kualitas uap CDP dapat membantu meningkatkan kualitas uap dengan menampung kondensat yang terbentuk selama perjalanan untuk menjaga efektifitas dan efisiensi *steam turbine*. Karena inilah maka diperlukan sebuah simulasi yang dapat memberikan informasi untuk meningkatkan kinerja alat. Informasi ini diperlukan untuk dapat meningkatkan lagi kinerja desain alat yang sudah ada karena masih belum

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



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

diketahui pasti efektivitasnya. (Punetha & Khandekar, 2017) membahas mengenai kondensasi uap yang dipengaruhi adanya udara yang tidak dapat terkondensasi. Hasilnya jika pada uap memiliki sedikit kandungan udara yang tak terkondensasi maka dapat menghasilkan air lebih banyak, hasil ini didukung dengan data visual dan perhitungan matematis yang didapat melalui simulasi Aspen HYSYS. Berdasarkan masalah tersebut maka perlu adanya analisis sensitivitas terhadap variabel operasional, seperti tekanan dan suhu, untuk melihat dampaknya terhadap laju aliran kondensat. Dengan demikian, menggunakan simulasi Aspen HYSYS dalam menentukan condensate drain pot memungkinkan pengguna untuk membuat keputusan desain yang lebih tepat, mengoptimalkan kinerja sistem pemisahan panas, dan memastikan pengeluaran kondensat yang efisien dan efektif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian, permasalahan yang dibahas yaitu:

- a. Menentukan jumlah *condensate drain pot* yang optimum untuk meminimalisir terbentuknya kondensat.
- b. Keberadaan kondensat yang tidak terpisahkan dengan efektif dari aliran uap dapat mempengaruhi *dryness steam* yang diperlukan oleh turbin.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Pada penelitian ini, ada beberapa permasalahan yang akan dibahas dan dirumuskan menjadi pertanyaan sebagai berikut:

- a. Bagaimana menganalisis jumlah *condensate drain pot* untuk meminimalisir adanya *condensate* di *steam line*?
- b. Bagaimana penambahan *condensate drain pot* (CDP) secara spesifik mempengaruhi tingkat *dryness steam*?



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

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini yang ingin diperoleh, yaitu:

- a. Menentukan jumlah CDP yang tepat agar *dryness inlet* turbin dapat mencapai nilai yang diinginkan.
- b. Menentukan jumlah optimal dari Condensate Drain Pot (CDP) guna mencapai tingkat kekeringan uap yang sesuai dengan standar yang ditetapkan.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan menentukan jumlah *condensate drain pot* yang tepat, maka tercipta sistem *steam line* akan stabil, terhindar dari masalah akibat akumulasi kondensat, dan menghasilkan produksi *steam* yang konsisten dengan efisiensi yang optimal. Hal ini dapat membantu meningkatkan efisiensi dan kinerja turbin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

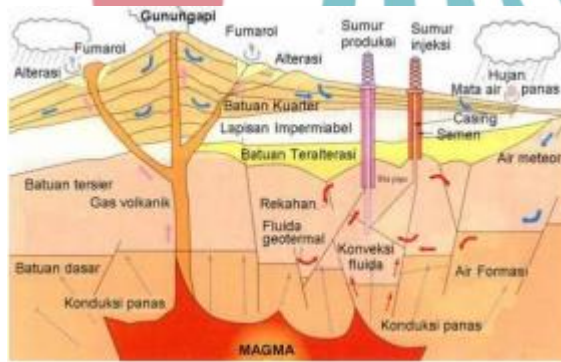
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP)

Pembangkit listrik tenaga panas bumi adalah pembangkit listrik yang menggunakan panas bumi (*geothermal*) sebagai energi penggerakannya. Indonesia dikaruniai sumber panas bumi yang berlimpah karena banyaknya gunung berapi dari pulau-pulau besar yang ada. (Carin, 2014)



Gambar 2.1 panas bumi untuk mendapatkan steam

Tahap pertama adalah mengidentifikasi lokasi yang memiliki potensi panas bumi yang cukup tinggi. Lokasi ini biasanya ditemukan melalui studi geologi dan geofisika yang mencakup analisis struktur bumi dan aktivitas vulkanik. Setelah lokasi yang cocok diidentifikasi, sumur eksplorasi digali untuk mendapatkan informasi lebih lanjut tentang suhu dan tekanan di dalam bumi. sumur panas bumi dibor dengan menggunakan *rig* pengeboran.

Sumur ini memiliki kedalaman yang bervariasi tergantung pada lokasi dan karakteristik *reservoir* panas bumi. Pengeboran ini dilakukan dengan hati-hati untuk mencapai formasi batuan yang memiliki suhu dan tekanan yang tinggi. Uap yang dihasilkan dari panas bumi digunakan untuk menggerakkan turbin. Uap yang mengalir ke turbin menyebabkan rotor turbin berputar. Gerakan rotor turbin mengubah energi panas dalam uap menjadi energi mekanik.



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

2.1.2 Kondensasi

Kondensasi merupakan fenomena penting dalam berbagai aplikasi teknik (Hohne et al., 2017). Kondensasi tersebut merupakan proses konversi uap (gas) ke keadaan cair atau padat. Pelepasan panas pada transformasi fasa secara tak langsung menghubungkan proses kondensasi uap dengan pertukaran panas. Kondensasi dapat terjadi pada volume uap atau pada permukaan pertukaran panas yang didinginkan (Slobodina dan Mikhailov, 2016).

Kondensasi terjadi ketika suhu uap berkurang di bawah suhu jenuhnya. Dalam *steam line*, proses biasanya dihasilkan dari kontak antara steam dan permukaan yang dingin. Energi laten uap dilepaskan, panas dipindahkan ke permukaan, dan kondensat terbentuk. *Condensate drain pot* dapat membantu mengumpulkan dan memisahkan uap yang terkondensasi air yang berlebih di steam line. Kondensat adalah uap air yang telah mengalami kondensasi dan berubah menjadi air cair dalam sistem steam line atau jaringan pipa uap. Kondensasi uap selama perjalanan kondensat harus dibuang untuk *menjaga dryness steam* sebelum memasuki turbin

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

2.1.3 Condensate Drain Pot

Condensate drain pot adalah suatu komponen yang digunakan dalam sistem perpipaan, khususnya dalam industri yang menggunakan uap atau fluida panas. Fungsinya adalah untuk mengumpulkan dan memisahkan kondensat yang terbentuk dari uap atau fluida panas yang mengalami pendinginan dan kondensasi. Kondensat adalah air yang terbentuk ketika uap panas atau gas didinginkan dan mengalami perubahan fase menjadi bentuk cair.



Gambar 2.2 *condensate drain pot*

Dalam konteks pembangkitan energi, seperti pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP), penggunaan CDP sangat penting. Ketika uap panas mengalir melalui sistem perpipaan, uap tersebut dapat mendingin dan berubah menjadi kondensat ketika bersentuhan dengan dinding pipa yang lebih dingin. Kondensat yang



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

terbentuk perlu dipisahkan dan dibuang dari aliran uap atau fluida panas untuk mencegah dampak negatif pada kinerja sistem, seperti erosi, korosi, atau kehilangan efisiensi.

2.1.4 Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah transfer energi panas yang terjadi antara suatu sistem dengan lingkungannya karena adanya interaksi antara keduanya (Moran et al, 2003). Panas laten merujuk pada perpindahan panas yang menyebabkan perubahan fasa suatu zat tanpa adanya perubahan suhu. Panas laten dapat dihitung menggunakan rumus dasar berikut ini:

$$Q = \dot{m} \cdot h_{fg} \quad (2.1)$$

Q = panas yang diperlukan atau dilepaskan selama fase perubahan zat, dalam kasus ini fase perubahan dari cair menjadi gas. (J)

\dot{m} = laju aliran massa fluida. (kg/s)

h_{fg} = entalpi perubahan fase atau panas penguapan spesifik. (kJ/kg)

Panas laten dihitung dengan menggunakan rumus dasar berikut ini, di mana h_{fg} adalah selisih entalpi antara fasa uap dan fasa cair fluida, dan L adalah kalor lebur suatu fluida atau material (Fauzie & Kohar, 2017). Panas sensibel merupakan transfer panas yang menyebabkan perubahan suhu pada suatu sistem tanpa menyebabkan perubahan fasa pada zat tersebut. Panas sensibel dapat dihitung menggunakan rumus dasar berikut:

$$Q = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T \quad (2.2)$$

Q = panas yang diperlukan atau dilepaskan selama fase perubahan zat, dalam kasus ini fase perubahan dari cair menjadi gas. (J)



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

C_p = kalor spesifik pada tekanan konstan (J/kg°C)

ΔT = beda suhu antara inlet dan outlet (°C)

Dalam rumus tersebut jika mencari T_{out} dalam Δt sebagai berikut :

$$T_{out} = T_{in} + \frac{Q}{m \cdot C_p} \quad (2.3)$$

Dalam rumus tersebut, "massa" mengacu pada massa zat yang terlibat dalam perpindahan panas, "kapasitas panas spesifik" adalah besaran yang menggambarkan seberapa banyak energi panas yang dibutuhkan untuk mengubah suhu zat tersebut, dan "perubahan suhu" merupakan selisih suhu awal dan suhu akhir yang terjadi pada sistem tersebut.

Perpindahan panas dapat terjadi dengan 3 cara :

a. Konduksi

Proses perpindahan panas melalui konduksi berlangsung baik pada materi padat atau cair dalam situasi di mana media berada dalam keadaan diam (Moran et al, 2003). Energi perpindahan panas melalui konveksi dapat diestimasi menggunakan persamaan berikut:

$$Q = k \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{L} \quad (2.4)$$

Dimana k adalah nilai konduktivitas panas suatu zat (W/m.K), A adalah luas penampang media perpindahan panas (m²), dan L adalah panjang media perpindahan panas (m). Untuk menghitung tahanan panas maka diperlukan rumus berikut ini:

$$R_{cond} = \frac{L}{k \cdot A} \quad (2.5)$$

$$R_{conv} = \frac{1}{h \cdot A} \quad (2.6)$$



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

R_{cond} adalah nilai tahanan panas secara konduksi, R_{conv} adalah nilai tahanan panas secara konveksi, dan h adalah nilai koefisien konveksi ($W/m^2.K$).

b. Konveksi

Konveksi adalah proses perpindahan panas yang terjadi di antara permukaan dan fluida yang berdekatan ketika keduanya berada pada suhu yang berbeda. Koefisien konveksi bergantung pada sifat fluida (Michael R. Lindeburg, 2013). Selain tergantung pada sifat fluida, koefisien konveksi tergantung pada geometri permukaan dan kondisi aliran. Daya perpindahan panas konveksi dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$Q_{conv} = h \cdot A \cdot \Delta T_{s,\infty} \quad (2.7)$$

Dimana $\Delta T_{s,\infty}$ adalah selisih suhu antara fluida dengan permukaan media perpindahan panas. Dalam perhitungan perpindahan panas secara konveksi terdapat beberapa persamaan tanpa dimensi diantaranya adalah Nusselt Number (Nu), Prandtl Number (Pr), dan Reynolds Number (Re).

- Prandtl Number (Pr)

$$Pr = \frac{C_p \cdot \mu}{k} \quad (2.8)$$

Bilangan Prandtl Number (Pr) adalah bilangan yang mewakili rasio difusi momentum dengan difusi termal. Nilai ini digunakan untuk fluida bukan untuk material dari permukaan media (Michael R. Lindeburg, 2013)

- Reynolds Number (Re)

$$Re = \frac{V d}{\nu} \quad (2.9)$$

Bilangan Reynolds berfungsi untuk mewakili nilai rasio inersia terhadap efek viskositas suatu fluida (Moran et al, 2003). Re dapat mendefinisikan jenis aliran fluida mengalir secara laminar, *critical*,



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

maupun turbulen. Menurut (Shashi Menon, 2015) jenis aliran fluida diklasifikasikan berdasarkan nilai Reynold Number yaitu:

- a. Laminar flow ($Re < 2000$)
 - b. Critical Flow ($2000 < Re < 4000$)
 - c. Turbulent flow (>4000)
- Nusselt Number (Nu)

$$Nu = \frac{h \cdot d}{k} \quad (2.10)$$

Nusselt Number adalah persamaan tanpa dimensi untuk menunjukkan sifat fluida dievaluasi pada suhu film (lapisan), Dimana d adalah diameter (m).

c. Radiasi

Perpindahan panas secara radiasi adalah proses perpindahan panas yang tidak memerlukan media sebagai penghantarnya. Perpindahan panas secara radiasi terjadi atas pancaran energi oleh materi yang suhunya terbatas. Perpindahan panas secara radiasi terbukti efisien jika terjadi di ruang hampa (Moran et al, 2003).

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA