



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

Farrel Vito Gibran Andromeda<sup>1\*</sup>, Arifia Ekayuliana<sup>2</sup>, Rahmat Subarkah<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

\*Corresponding author *E-mail address*: farrel.vitogibranandromeda.tm19@mhs.wpnj.ac.id

---

## Abstrak

*Penentuan jumlah optimal condensate drain pot dalam sistem pemipaan memiliki peranan penting dalam menjaga efisiensi dan mencegah masalah akibat akumulasi kondensat berlebihan. 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 mengganggu steam line. Oleh sebab itu kondensat ini perlu dipisahkan dan dibuang dari steam line. Disamping itu kondensat dalam bentuk partikel kecil yang terbawa arus steam dengan kecepatan tinggi dapat menyebabkan erosi pada dinding pipa. Penggunaan satu unit condensate drain pot telah terbukti mampu meningkatkan dryness steam hingga mencapai 100 persen. Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang pentingnya pemisahan kondensat dalam sistem pemipaan dan memberikan dasar untuk pengembangan lebih lanjut dalam hal desain sistem dan pengoptimalan operasional.*

*Kata-kata kunci: pipa steam line, condensate drain pot, condensate, Aspen Hysys.*

## Abstract

*The determination of the optimal number of condensate drain pots in a piping system plays a crucial role in maintaining efficiency and preventing issues arising from excessive condensate accumulation. In order to address this concern, this study proposes an approach using Aspen HYSYS simulation to analyze the conditions in an effort to identify the appropriate number of drain pots. If condensate forms, it can disrupt the steam line. Therefore, the condensate needs to be separated and removed from the steam line. Additionally, condensate in the form of small particles carried by high-speed steam can lead to pipe wall erosion. The use of a single condensate drain pot has been demonstrated to effectively enhance the dryness of steam up to 100 percent. This study provides a better understanding of the importance of condensate separation in a piping system and offers a foundation for further developments in system design and operational optimization.*

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

## 1. PENDAHULUAN

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.[1].

*Condensate drain pot* merupakan komponen penting dalam sistem *steam turbine* yang menggunakan *steam* sebagai media pemutar turbin. Fungsi utama *condensate drain pot* adalah mengumpulkan kondensat yang terbentuk di dalam sistem dan membuangnya ke saluran pembuangan. Kondensat adalah uap air yang telah berubah menjadi cairan karena kehilangan panas. 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, meningkatkan kualitas uap CDP dapat membantu meningkatkan kualitas uap dengan menampung kondensat yang terbentuk selama perjalanan untuk menjaga efektifitas dan efisiensi *steam turbine*. Keterbaruan penelitian ini adalah Sistem yang sudah dibuat dan dilakukan oleh peneliti sebelumnya, tidak dapat diketahui secara pasti kondisi aliran fluida yang terjadi serta fenomenanya tidak bisa diprediksi secara akurat. 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 diketahui pasti efektifitasnya.[2].

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.[2] 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.

## 2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan jenis penelitian kuantitatif eksperimen. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan jumlah *condensate drain pot* agar kekeringan steam tetap terjaga sampai masuk ke inlet turbin. Metode simulasi menggunakan *software* Aspen HYSYS. Data yang digunakan adalah data pada PT. XYZ yaitu data *inlet* pipa seperti *Temperature*, *pressure*, *mass flow*, dan fraksi *steam*.

Pertama, model simulasi pipa dibangun menggunakan perangkat lunak Aspen HYSYS dengan memasukkan parameter geometri pipa, sifat fisik fluida, kondisi awal. Kemudian, simulasi aliran fluida dilakukan untuk menganalisis distribusi suhu, tekanan, *mass flow*, dan fraksi uap dalam pipa. Berdasarkan hasil simulasi aliran fluida, titik-titik potensial terbentuknya *condensate* diidentifikasi. Setelah mendapatkan data terkait kondisi terbentuknya *condensate*, penempatan *condensate drain pot* dipertimbangkan. Simulasi ulang dilakukan dengan penambahan *drain pot*. Analisis hasil simulasi membantu dalam mengidentifikasi tingkat kekeringan dari penempatan *condensate drain pot* dalam merancang sistem pipa. Keseluruhan metode ini memberikan pemahaman yang komprehensif tentang bagaimana Aspen HYSYS dapat digunakan untuk simulasi aliran fluida, analisis terbentuknya *condensate*, dan optimasi penempatan *condensate drain port* dalam sistem pipa.

Ketika hasil simulasi sudah sesuai dengan yang diinginkan, maka dilakukannya proses analisis data. Setelah itu diambil suatu kesimpulan dari hasil analisis data.

### Persiapan model

Arus tahap persiapan model dilakukan untuk memastikan representasi yang akurat dari kondisi nyata dalam simulasi. Geometri pipa direplikasi sesuai dengan konfigurasi sebenarnya, mempertimbangkan faktor-faktor seperti ukuran, panjang, dan diameter. Selanjutnya, parameter fluida yang mencakup sifat termal dan fisik dari fluida yang mengalir dalam pipa ditentukan secara teliti, termasuk konduktivitas termal, viskositas, dan massa jenis.

Tabel 1. Data simulasi

Parameter	Data
Pressure	8.210 barg
Temperature	176.5°C
Mass flow	77 ton/hour
Fraksi uap	95.95%
Panjang keseluruhan pipa	140 m

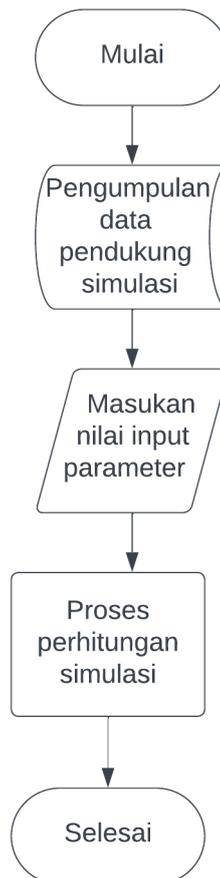
### Software Aspen HYSYS

Aspen HYSYS adalah sebuah software yang digunakan untuk merancang, mensimulasikan, dan menganalisis berbagai skenario operasional dan kondisi proses.

Software Aspen HYSYS digunakan untuk simulasi aliran fluida dalam pipa dan analisis terbentuknya kondensat. Aspen HYSYS memungkinkan pengguna untuk membangun model aliran fluida yang kompleks, termasuk prediksi kondisi termal dan fenomena seperti terbentuknya condensate.

### Tahapan Simulasi Pada Software Aspen HYSYS

Gambar 1 berikut ini merupakan diagram alir tahapan dalam melakukan simulasi di software Aspen HYSYS.

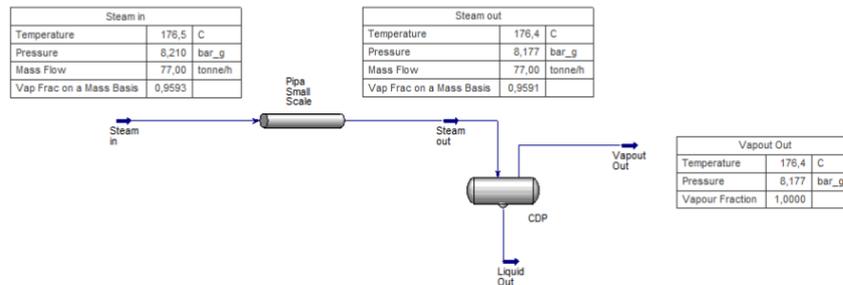


Gambar 1. Diagram alir tahapan simulasi

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pembuatan simulasi melalui Aspen HYSYS

Sebelum melakukan simulasi tersebut dibuat dimasukan data parameter dan kemudian memberikan hasil. dibuat seperti gambar berikut 2.



#### Software Aspen HYSYS

Hasil yang didapatkan dari simulasi adalah table steam out, Dalam proses simulasi menggunakan Aspen HYSYS, hasil yang diperoleh mengindikasikan bahwa ketika sistem tidak dilengkapi dengan condensate drain port (CDP), tingkat kekeringan steam pada pipa belum mencapai 100 persen. Hasil ini menggambarkan adanya sisa kondensat yang tetap ada dalam pipa. Namun, setelah dilakukan penempatan 1 CDP dalam simulasi, dampaknya sangat signifikan. Tingkat kekeringan pipa meningkat menjadi 100 persen, menandakan bahwa CDP efektif dalam mengumpulkan dan mengeluarkan seluruh kondensat yang terbentuk, memastikan aliran fluida dalam pipa tetap optimal.

### 4. KESIMPULAN

Pada hasil simulasi pemasangan Condensate Drain Port (CDP) terbukti mampu memastikan tingkat kekeringan uap mencapai 100 persen dalam hasil simulasi, menghindari masalah operasional dan menjaga efisiensi sistem dan dengan satu unit CDP, sistem dapat beroperasi dengan keamanan yang memadai terhadap kondensat berlebihan, melindungi turbin dari risiko abrasi.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT.XYZ yang telah mendukung dan memberikan data pendukung penelitian ini. Penulis juga berterimakasih kepada Fadil Ansori Lubis selaku proses engineer dan Bapak Denis Daya Pamungkas selaku proses engineer PT.XYZ yang telah memberikan pengetahuannya terkait penelitian ini. Ucapan terimakasih di sampaikan juga kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Politeknik Negeri Jakarta yang telah membantu dalam mendanai artikel ini dan semua yang telah membantu sehingga artikel ini dapat terselesaikan.

### REFERENSI

1. Pambudi, N. A., Itoi, R., Jalilinasrabady, S., & Gürtürk, M. (2018). Sustainability of geothermal power plants combined with thermodynamic and silica scaling models. *Geothermics*, 71, 108–117
2. Punetha, M., & Khandekar, S. (2017). A CFD based modeling approach for predicting steam condensation in the presence of non-condensable gases. *Nuclear Engineering and Design*, 324, 280–296.