



ANALISA SIMULASI HYSYS UNTUK MENGETAHUI HUBUNGAN DIAMETER PIPA TERHADAP *PRESSURE DROP* DAN *VELOCITY* *STEAM* PADA LAPANGAN PANAS BUMI *DRY STEAM*

**Rahmat Gifary^{1*}, Arya Dwi Candra¹, Yusniar Uly Andrianingtyas², Bakhtiar Zaid
Ariadji²**

¹Teknik Produksi Migas, PEM Akamigas Cepu, Blora, Indonesia

²PGE Area Kamojang, PGE, Bandung, Indonesia

*E-mail: rahmatgifary203@gmail.com

ABSTRAK

Pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP), fluida panas bumi yang mengalir dari suatu komponen ke komponen lainnya akan mengalami perubahan. Satu di antaranya adalah penurunan tekanan atau *pressure drop*. *Pressure drop* adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan penurunan tekanan dari satu titik dalam pipa atau tabung terhadap titik lain di hilir yang disebabkan oleh factor gesekan pada pipa, diameter pipa, jenis fluida, kecepatan aliran, *fitting*, dan bilangan Reynold. *Pressure drop* penting diketahui dan biasanya digunakan dalam perancangan pipa agar tekanan yang akan masuk ketiap-tiap komponen PLTP sesuai dengan tekanan yang telah dirancang. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari diameter pipa terhadap nilai penurunan tekanan dengan menggunakan software Hysys. Hasil simulasi menghasilkan *pressure drop* pada diameter pipa 6 inch *pressure drop* yang terjadi sebesar 1.42 bar, pada pipa ukuran 8 inch sebesar 0.3293 bar, pada pipa ukuran 10 inch sebesar 0.1009 bar, dan pada ukuran pipa 12 inch sebesar 0.04 bar. Semakin besar ukuran pipa dari ukuran optimum pipa, maka semakin kecil *pressure drop* yang terjadi hal ini disebabkan karena friksi *steam* dengan dinding pipa. *Pressure drop* berbanding lurus dengan *velocity steam* dan berbanding terbalik dengan diameter pipa.

Kata kunci: *Pipa, Pressure drop, Hysys, Velocity, Steam*

ABSTRACT

In a Geothermal Power Plant (PLTP), geothermal fluid flowing from one component to another undergoes various changes, including pressure drops. Pressure drop refers to the decrease in pressure from one point in a pipe or tube downstream, caused by pipe friction, pipe diameter, fluid type, flow velocity, fittings, and Reynolds number. Understanding pressure drop is essential and typically used in pipeline design to ensure that the pressure reaching each component of the PLTP meets the specified design requirements. This study was conducted to determine the effect of pipe diameter on pressure drop using Hysys. The simulation results show that for a 6-inch diameter pipe, the pressure drop is 1.42 bar; for an 8-inch pipe, it is 0.3293 bar; for a 10-inch pipe, it is 0.1009 bar; and for a 12-inch pipe, it is 0.04 bar. The larger the pipe size relative to the optimum pipe size, the smaller the pressure drop due to the reduced friction between the steam and the pipe walls. Pressure drop is directly proportional to steam velocity and inversely proportional to pipe diameter.

Keywords: *Pipe, Pressure drop, Hysys, Velocity, Steam*

1. PENDAHULUAN

Panas bumi merupakan salah satu energi baru dan terbarukan yang ramah lingkungan. Hal ini dikarenakan panas bumi dapat dimanfaatkan secara terus menerus dan tidak menimbulkan emisi karbon. Sistem panas bumi mengambil panas dari fluida dari dalam perut bumi untuk menggerakkan turbin, fluida yang telah digunakan akan diinjeksikan kembali ke dalam perut bumi untuk dipanaskan kembali.

Perencanaan pipa alir permukaan perlu dilakukan dengan baik agar tidak terjadi kehilangan tekanan dan kehilangan panas secara berlebihan. Dalam merencanakan pipa alir uap, misalnya kehilangan tekanan dan temperatur di sepanjang pipa alir harus dihitung dengan memperhitungkan adanya masa yang hilang karena keluar melalui *condensate pots*, adanya *loops*, kecepatan angin, curah hujan dll. Hal ini penting sekali diperhitungkan karena kehilangan tekanan akan menentukan besarnya tekanan di titik masuk turbin [1].

Selain efek dari kehilangan tekanan dan heat loss yang terjadi pada pipa, dibutuhkan pertimbangan terhadap biaya pembelian pipa yang ingin digunakan. Pada proses perencanaan pipa alir, dilakukan optimasi keekonomian dengan menggunakan pipa dengan diameter optimal untuk kondisi sumur tersebut. Diameter optimal dapat memberikan keamanan pada pipa alir dan ekonomis.

Pada proses penyaluran *steam* pada pipa panas bumi dibutuhkan pipa sebagai jalur distribusi dari *steam* tersebut. Pada proses distribusi dari *steam*, di dalam pipa terjadi *pressure drop*. *Pressure drop* merupakan perbedaan tekanan pada dua titik pipa. Saat uap mengalir melalui pipa, energi hilang karena gesekan antara molekul uap dan dinding pipa.

Hal ini terlihat dalam bentuk gradien tekanan sepanjang pipa. Perbedaan tekanan ini dipengaruhi oleh ukuran pipa, jenis fluida, kekasaran permukaan pipa, Reynold Number (*Re*), kecepatan aliran dan *fitting* pada pipa [2].

Telah banyak penelitian yang membahas tentang pengaruh *pressure drop* dan *heat loss* terhadap variasi ukuran pipa [3-9]. Analisa *pressure drop* juga banyak dilakukan menggunakan software seperti Aspen Hysys [4], dan pipesim [5]. Penurunan tekanan penting diketahui untuk mengetahui tekanan keluar dari pipa yang digunakan untuk perancangan aliran masuk pada *Main Steam Line*. Perbedaan tekanan perancangan pada pipa dan komponen-komponen peralatan dapat menyebabkan kerugian yang tidak diinginkan. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan *pressure drop* pada perbedaan ukuran pipa dengan menggunakan simulasi hysys.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan dan pertimbangan dalam pemilihan ukuran pipa panas bumi *dry steam* serta dapat mengidentifikasi potensi resiko sehingga dapat mengurangi terjadinya kegagalan terhadap komponen-komponen peralatan di *Main steam line* dan PLTP.

2. METODE

Pada penelitian ini digunakan software Hysys untuk mengetahui *pressure drop* pada pipa ukuran 6, 8, 10, 12 inch *schedule 40* dengan memanfaatkan *Pipe Segment* pada Hysys untuk menghitung penurunan tekanan pada pipa *steam*. *Pipe Segment* dirancang untuk mensimulasikan berbagai situasi perpipaan, termasuk pemodelan aliran satu fase *steam* dan estimasi transfer panas. Data sumur X ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data Sumur X

Parameter	Nilai	Satuan
<i>Wellhead Pressure</i>	14.95	Bar
<i>Temperature</i>	200	C
<i>Steam Flow</i>	43.32	Ton/hour

<i>Rho Steam</i>	7.57441	-
Panjang Pipa	50	m
<i>Dryness factor</i>	1	-

Tabel 1 merupakan data lapangan sumur X sebagai parameter sumur yang didapatkan melalui pengecekan pada sumur langsung. Data sumur diperlukan sebagai data utama untuk mengetahui tekanan di kepala sumur sehingga dapat diketahui seberapa besar *pressure drop* yang akan terjadi di sepanjang jalur pipa.

Tabel 2 merupakan data parameter dari pipa yang akan digunakan dalam simulasi hysys. Data ini diperlukan untuk mengetahui *inside diameter pipe* dan *rougness pipe*. Data parameter pipa didapatkan dari API 5L grade B dengan *schedule 40*. [10]

Tabel 2. Data Parameter Pipa

Parameter	6 inch	8 inch	10 inch	12 inch
<i>NPS (inch)</i>	6	8	10	12
<i>Outside Diameter (mm)</i>	168.3	219.1	273.1	323.9
<i>Inside Diameter (mm)</i>	153.78	202.7	254.5	3022.3
<i>Thickness Pipe (mm)</i>	7.11	8.18	9.27	10.31
<i>Rougness Pipe</i>	0.00004572	0.00004572	0.00004572	0.00004572
<i>Schedule Pipe</i>	Sch 40	Sch 40	Sch 40	Sch 40

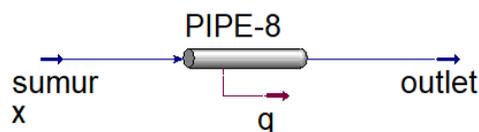
Berdasarkan data diatas akan dilakukan simulasi Hysys untuk mengetahui pengaruh diameter pipa terhadap *pressure drop*. Proses simulasi Hysys dilakukan dengan menginputkan *properties fluid package* yaitu H2O pure component. Selanjutnya dilakukan proses *simulation* dengan menggunakan *pipe segment* dan menginputkan data parameter Sumur X dan parameter dari pipa. Model *simulation* akan didapatkan setelah menginputkan data selesai.

3. PEMBAHASAN

Simulasi Hysys dilakukan dengan menggabungkan parameter dari sumur dan parameter pipa uji. Data lapangan di inputkan ke

dalam parameter Sumur X pada Hysys sebagai data awal untuk mengetahui parameter turunan yang didapatkan dari simulasi Hysys. Selanjutnya parameter pipa diinputkan untuk menjelaskan karakteristik dari pipa karena memiliki pengaruh terhadap *pressure drop* yang akan terjadi.

Gambar 1 merupakan proses simulasi Hysys. Proses simulasi hysys menggunakan *pipe segment* yang terdapat pada *toolbar piping and hydraulics*. *Pipe segment* dapat mensimulasikan seberapa besar *pressure drop* yang terjadi pada sepanjang jalur pipa. Hasil data simulasi hysys untuk melihat seberapa besar *pressure drop* yang terjadi pada dengan parameter pada tabel 1 dan tabel 2 dapat dilihat pada tabel 3.



Gambar 1. Proses Simulasi Hysys

Tabel 3 Hasil Simulasi Hysys

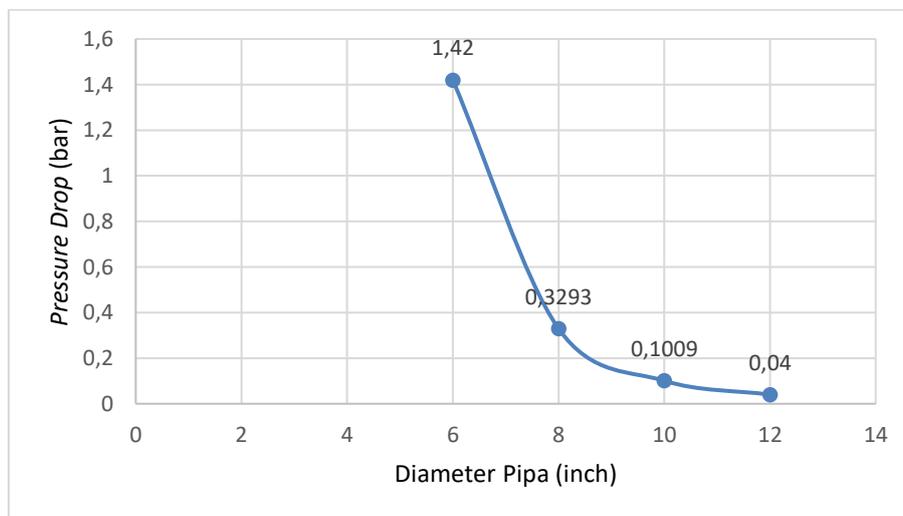
Diameter Pipa (inch)	Steam Flow Rate (Ton/Hour)	Feed Pressure (bar)	Product Pressure (bar)	Panjang Pipa (m)	Pressure drop (bar)	Velocity Steam (m/s)
6	43.32	14.95	13.53	50	1.420	94.50
8	43.32	14.95	14.62	50	0.3293	50.47
10	43.32	14.95	14.85	50	0.1009	31.51
12	43.32	14.95	14.91	50	0.04	22.10

Dari tabel 3 hasil simulasi Hysys tersebut dapat kita ketahui bahwa perubahan diameter pipa berpengaruh terhadap penurunan tekanan. Pada setiap pipa terdapat beberapa parameter yang sama yaitu *steam flow rate* sebesar 43.32 ton/hour, *feed pressure* 14.95 bar, *roughness* pipa 0.00004572 dan panjang pipa 50 meter. Parameter yang berbeda yaitu dimensi pipa yang akan membedakan diameter dalam (*inside diameter*) pada pipa tersebut.

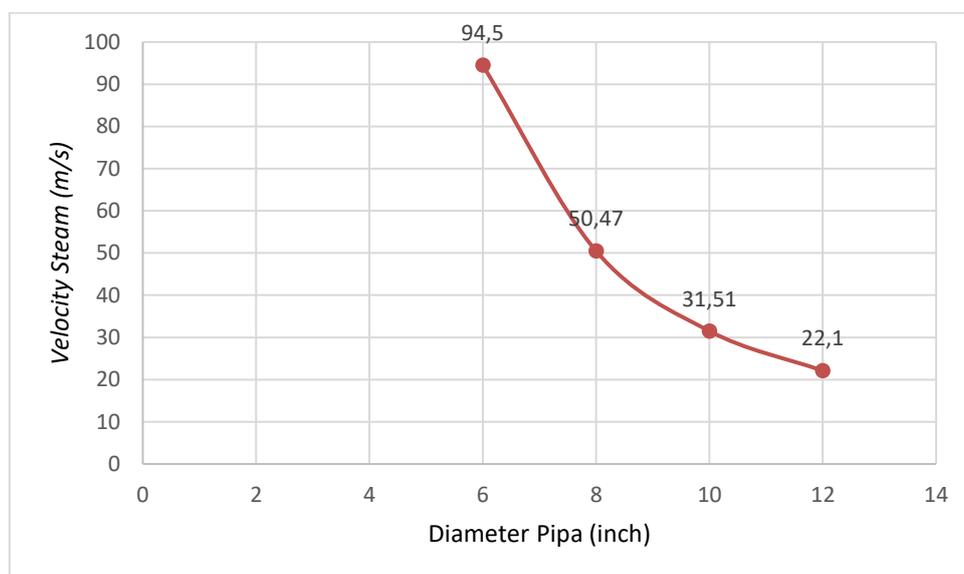
Dari hasil simulasi Hysys dapat kita ketahui semakin besar ukuran pipa maka *pressure drop* akan semakin kecil dan penurunan pada *steam velocity*. Dapat kita lihat pada pipa dengan diameter 6 inch *pressure drop* yang terjadi sebesar 1.420 bar, pada pipa diameter 8 inch *pressure drop* yang terjadi sebesar 0.3293 bar, pada diameter pipa 10 inch *pressure drop* sebesar 0.100 bar, dan pada diameter pipa 12 inch sebesar 0.04 bar. Parameter lain yang dipengaruhi oleh perbedaan diameter pipa ini adalah *velocity steam*. Hal ini dikarenakan semakin luas area

penampang tempat aliran fluida mengalir dengan debit yang sama, maka fluida tersebut akan mengalir lebih lambat, begitupun sebaliknya. Hal ini terjadi karena luas penampang berbanding terbalik dengan *velocity steam* ($v = \frac{m}{A \cdot \rho}$).

Gambar 2 merupakan pengaruh ukuran diameter pipa terhadap *pressure drop*. Pada diameter pipa 6 inch *pressure drop* yang terjadi sebesar 1.42 bar, pada pipa ukuran 8 inch sebesar 0.3293 bar, pada pipa ukuran 10 inch sebesar 0.1009 bar, dan pada ukuran pipa 12 inch sebesar 0.04 bar. Hal ini terjadi karena pada ukuran pipa ukuran 6 inch terjadi resistensi terhadap *steam* yang besar dan berbanding lurus dengan *pressure drop* yang terjadi, pada pipa ukuran 8 inch dengan 10 inch dan 12 inch memiliki perbedaan perubahan yang kecil terhadap perbedaan ukuran, hal ini terjadi karena resistensi atau penghambat *steam* semakin kecil dan penurunan tekanan yang terjadi lebih kecil.



Gambar 2 Pengaruh Ukuran Pipa Terhadap Pressure Drop



Gambar 3 Pengaruh Ukuran Pipa Terhadap Velocity Steam

Gambar 3 merupakan grafik pengaruh perbedaan ukuran diameter pipa terhadap kecepatan aliran fluida di dalam pipa. Pada diameter 6 inch memiliki *velocity* sebesar 87.13 m/s, pada pipa ukuran 8 inch *velocity steam* sebesar 49.013 m/s, pada pipa 10 inch sebesar 31.36 m/s dan pada pipa ukuran 12 inch sebesar 21.78 m/s. Pada diameter pipa 6 inch dan 8 inch perbedaan *velocity* sangat terjal, berbeda dengan pada ukuran 8 inch dengan 10 inch dan 12 inch yang lebih landai pada garis grafiknya. Penyebabnya karena tekanan pada kepala sumur sebesar 14.95 bar. Tekanan tersebut memiliki ukuran diameter pipa yang optimal untuk mengalirkan fluida. Titik optimal diameter pipa pada gambar 4 yaitu pada diameter pipa 10 inch dengan *velocity steam* sebesar 31.36 m/s. Semakin kecil ukuran pipa terhadap ukuran optimal akan terjadi perubahan *velocity* yang signifikan, sedangkan pada ukuran pipa lebih besar dari titik optimal, maka perubahan *velocity steam* yang terjadi lebih kecil.

Peningkatan resistensi aliran akibat pengaruh ukuran pipa yang lebih kecil dari titik optimal ukuran pipa dapat menyebabkan peningkatan *velocity* dan menyebabkan besarnya kehilangan tekanan. Sedangkan pada ukuran pipa lebih besar dari titik optimum

terjadi resistensi yang lebih kecil sehingga efek kehilangan tekanan lebih kecil dan mengakibatkan *velocity steam* menurun.

Hubungan antara *pressure drop* dan *velocity* berbanding lurus hal ini dapat kita lihat pada gambar 3 dan 4 dimana pada diameter pipa 6 inch terjadi *pressure drop* sebesar 1.42 bar dan *velocity steam* sebesar 87.13 m/s. Pada diameter pipa 8 inch terjadi penurunan *pressure drop* dan *velocity* yang signifikan dari ukuran 6 inch. Pada ukuran diameter pipa lebih besar dari 8 inch, penurunan *pressure drop* dan *velocity steam* tidak signifikan perubahannya. Penyebabnya pada ukuran pipa 6 inch terjadi lebih besar gesekan antara *steam* dengan sepanjang dinding. Pada diameter pipa 8 inch, luas penampang pipa menjadi lebih besar dan gesekan yang terjadi lebih kecil begitupun pada diameter pipa 10 inch dan 12 inch. Gaya gesek antara *steam* dengan dinding pipa yang menyebabkan besar kecilnya *pressure drop* yang terjadi pada aliran *steam*.

4. SIMPULAN

Ukuran dimensi pipa dengan *pressure drop* berbanding terbalik dengan parameter data sumur X. Diameter pipa yang optimum

untuk parameter Sumur X adalah 10 inch. Ukuran pipa yang kecil dari ukuran optimum akan menyebabkan terjadinya *pressure drop* yang tinggi dan menyebabkan bertambahnya *velocity steam*, sebaliknya semakin bertambah besar ukuran diameter pipa dari titik optimumnya maka *pressure drop* yang terjadi semakin kecil dan *velocity* menurun. Semakin besar *velocity* maka semakin besar *pressure drop* yang terjadi pada tekanan sumur 14.95 bar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. M. Saptadji, "Teknik Panas Bumi," pp. 1–306, 2018.
- [2] E. S. Menon, "Piping Calculations Manual," p. 666, 2005, [Online]. Available: <http://books.google.com/books?id=JttSAAAAMAAJ&pgis=1>
- [3] C. MULYANA, "Model Pengaruh Diameter Pipa Terhadap Pressure Drop Pada Pipa Pltp Dominasi Uap," *J. Ilmu dan Inov. Fis.*, vol. 3, no. 1, pp. 26–32, 2019, doi: 10.24198/jiif.v3i1.20624.
- [4] G. C. Herman, M. Ramdhan, K. M. Si, and I. D. Herman, "Analisis Heat Losses Dan Pressure Drop Pada Sistem Pemipaan Panas Bumi Dengan Simulasi Aspen Hysys Di Pt Geo Dipa Energi (Persero) Unit Patuha," vol. 7, no. 1, pp. 1106–1114, 2020.
- [5] L. Yunita, "Penentuan Kehilangan Tekanan dari Wellhead menuju Separator dengan Bantuan Simulator pada Sumur Panas Bumi," *ReTII*, vol. 2019, no. November, pp. 496–502, 2019, [Online]. Available: <https://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/1523%0Ahttps://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/1523/943>
- [6] D. Masela et al., "Pengaruh Perubahan Diameter Pipa dan Jenis Insulasi Terhadap Pressure Drop dan Heat Loss di Lapangan Panas Bumi," vol. 57, no. 3, pp. 135–142, 2023.
- [7] N. Aisyah Putri, H. Subekti, A. Dwi Candra, and H. Ardi Kurniawan, "Analisa Kehilangan Tekanan dari Flow Line Two Phase ke Separator dengan Metode Lokhart Martinelli menggunakan Software Solidwork dan Software Hysys di Wellpad: X dan Lapangan: Y," *J. Compr. Sci.*, vol. 3, no. 5, 2024, doi: 10.59188/jcs.v3i5.711.
- [8] F. Hakiki, H. Subekti, A. D. Candra, and H. A. Kurniawan, "Analisa Kehilangan Tekanan Dari Wellpad X (Pond) Ke Wellpad Y (Pond) Pt . Geo Dipa Energi Unit Dieng," vol. 3, no. 5, 2024.
- [9] R. Febriani, M. Abdi, A. N. Purwono, and W. Darmawan, "Interconnection Design Strategy in Pipeline 406 for Kamojang Unit 5 Power Plant, Indonesia," *World Geotherm. Congr.*, vol. 79, no. October, pp. 1–4, 2021.
- [10] A. P. Institute, "API 5L Specification for line pipe," *Api Spec 5L*, vol. Forty Four, pp. 1–40, 2007.