

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN DURASI PENGUJIAN TERHADAP KESTABILAN TEKANAN PADA PROSES HYDROSTATIC TEST

Studi Kasus di MCCS International Sdn. Bhd

Esra Pasaribu¹

Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Bung Hatta

Email (Times New Roman, Ukuran 12, Italic)

ABSTRAK

Pengujian hydrostatic test merupakan metode yang digunakan untuk memastikan kekuatan serta integritas suatu sistem perpipaan sebelum digunakan dalam operasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi temperatur dan durasi pengujian terhadap kestabilan tekanan pada proses hydrostatic test. Penelitian dilakukan dengan melakukan pengujian tekanan pada sistem perpipaan menggunakan variasi temperatur tertentu dan durasi penahanan tekanan yang berbeda. Data tekanan yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mengetahui perubahan tekanan yang terjadi selama proses pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur dan durasi pengujian memiliki pengaruh terhadap kestabilan tekanan. Semakin lama durasi penahanan tekanan maka terjadi kecenderungan penurunan tekanan secara bertahap. Selain itu, perubahan temperatur juga mempengaruhi fluktuasi tekanan dalam sistem. Oleh karena itu, pengendalian temperatur serta pemilihan durasi pengujian yang tepat sangat penting untuk memperoleh hasil hydrostatic test yang akurat dan sesuai standar.

Kata Kunci: hydrostatic test, temperatur, durasi pengujian, kestabilan tekanan

ABSTRACT

Hydrostatic testing is a method used to ensure the strength and integrity of piping systems before they are put into operation. This study aims to analyze the effect of temperature variation and testing duration on pressure stability in the hydrostatic test process. The research was conducted by performing pressure testing on a piping system using several temperature variations and different pressure holding durations. The obtained pressure data were analyzed to determine the pressure changes during the testing process. The results show that temperature and testing duration influence pressure stability. The longer the pressure holding duration, the greater the tendency for gradual pressure reduction. In addition, temperature changes also affect pressure fluctuations in the system. Therefore, proper temperature control and appropriate testing duration are important to obtain accurate hydrostatic test results in accordance with applicable standards.

Keyword: hydrostatic test, temperature variation, test duration, pressure stability

PENDAHULUAN

Hydrostatic test merupakan salah satu metode pengujian yang digunakan untuk memastikan kekuatan, keamanan, dan integritas suatu sistem perpipaan sebelum digunakan dalam operasi. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengisi sistem perpipaan dengan fluida kemudian diberikan tekanan tertentu untuk mengetahui apakah terjadi kebocoran atau penurunan tekanan pada sistem tersebut.

Dalam pelaksanaannya, beberapa faktor dapat mempengaruhi kestabilan tekanan selama proses pengujian, diantaranya adalah temperatur lingkungan dan durasi penahanan tekanan. Perubahan temperatur dapat menyebabkan perubahan sifat fluida serta ekspansi pada material pipa yang berpotensi mempengaruhi hasil pengujian. Selain itu, durasi penahanan tekanan juga dapat mempengaruhi kestabilan tekanan yang terjadi selama proses hydrostatic test berlangsung.

Jika faktor-faktor tersebut tidak diperhatikan dengan baik, maka hasil pengujian dapat menunjukkan adanya penurunan tekanan yang bukan disebabkan oleh kebocoran, melainkan akibat perubahan temperatur atau kondisi lingkungan. Hal ini dapat menyebabkan kesalahan dalam interpretasi hasil pengujian.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi temperatur dan durasi pengujian terhadap kestabilan tekanan pada proses hydrostatic test. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan tekanan sehingga proses pengujian dapat dilakukan dengan lebih akurat dan sesuai dengan standar yang berlaku.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pengujian eksperimental pada sistem perpipaan melalui proses *hydrostatic test*. Metode ini digunakan untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur dan durasi pengujian terhadap kestabilan tekanan pada sistem perpipaan. Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis mulai dari persiapan hingga analisis data hasil pengujian.

1. Persiapan Alat dan Bahan

Pada tahap awal dilakukan persiapan sistem perpipaan yang akan diuji beserta peralatan yang digunakan dalam proses *hydrostatic test*. Sistem perpipaan dipastikan berada dalam kondisi baik dan siap untuk dilakukan pengujian tekanan. Selain itu, alat ukur tekanan dan perlengkapan pendukung lainnya dipersiapkan untuk memastikan proses pengambilan data dapat dilakukan secara akurat.

2. Pelaksanaan Pengujian Hydrostatic Test

Proses pengujian dilakukan dengan mengisi sistem perpipaan menggunakan fluida hingga kondisi penuh. Setelah itu tekanan diberikan ke dalam sistem hingga mencapai nilai tekanan yang telah ditentukan sesuai dengan prosedur pengujian. Tekanan yang telah mencapai nilai tersebut kemudian ditahan selama durasi tertentu untuk mengamati kestabilan tekanan selama proses pengujian berlangsung.

3. Variasi Temperatur dan Durasi Pengujian

Pengujian dilakukan dengan beberapa variasi temperatur dan durasi penahanan tekanan. Variasi tersebut bertujuan untuk mengetahui bagaimana perubahan temperatur dan lamanya waktu penahanan tekanan mempengaruhi kestabilan tekanan pada sistem perpipaan selama proses *hydrostatic test*.

4. Pengumpulan Data

Data tekanan dicatat secara berkala selama proses pengujian berlangsung. Pencatatan data dilakukan sejak tekanan awal diterapkan hingga akhir durasi penahanan tekanan pada setiap variasi temperatur dan waktu pengujian.

5. Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan membandingkan nilai tekanan pada awal dan akhir pengujian. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui deviasi tekanan yang terjadi selama proses *hydrostatic test*, sehingga dapat diketahui tingkat kestabilan tekanan pada setiap variasi temperatur dan durasi pengujian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengaruh Variasi Temperatur terhadap Kestabilan Tekanan

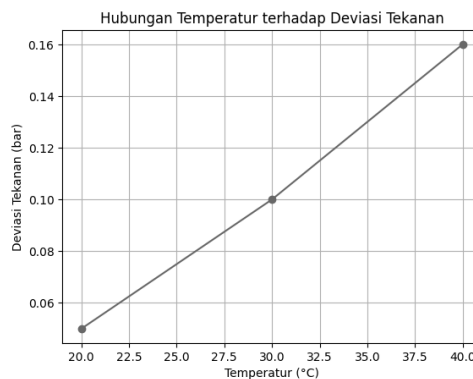
Analisis dilakukan dengan membandingkan tekanan awal (P_i), tekanan akhir (P_f), serta deviasi tekanan (ΔP) pada setiap kondisi temperatur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi temperatur memiliki pengaruh terhadap kestabilan tekanan selama proses *hydrostatic test*.

Pada temperatur 20 °C, tekanan pada sistem relatif stabil dengan perubahan yang sangat kecil. Ketika temperatur meningkat menjadi 30 °C, mulai terlihat penurunan tekanan meskipun masih berada dalam batas toleransi. Pada temperatur 40 °C, grafik menunjukkan penurunan tekanan yang lebih signifikan sehingga menunjukkan kecenderungan ketidakstabilan tekanan pada sistem.

Tabel 1. Deviasi Tekanan Berdasarkan Variasi Temperatur

Temperatur (°C)	Rata-rata ΔP (bar)	Pola Grafik pada Chart Recorder
20	0.05	Stabil
30	0.10	Mulai menurun
40	0.16	Penurunan signifikan

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa semakin tinggi temperatur pengujian, semakin besar deviasi tekanan yang terjadi. Hal ini menunjukkan bahwa temperatur memiliki pengaruh langsung terhadap kestabilan tekanan selama proses *hydrostatic test*.



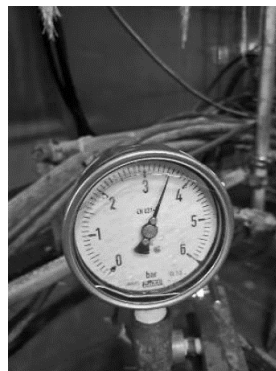
Gambar 1. Grafik Hubungan Temperatur terhadap Deviasi Tekanan

Grafik pada Gambar 1 menunjukkan tren peningkatan deviasi tekanan seiring bertambahnya temperatur pengujian. Pada temperatur rendah, tekanan cenderung stabil, sedangkan pada temperatur yang lebih tinggi terjadi peningkatan fluktuasi tekanan. Fenomena ini dapat dijelaskan melalui perubahan sifat termofisika fluida, antara lain:

1. Penurunan densitas fluida akibat peningkatan temperatur.
2. Peningkatan kompresibilitas fluida.
3. Ekspansi volumetrik fluida yang menyebabkan perubahan tekanan pada sistem tertutup.

2. Analisis Kondisi Tekanan Awal Pengujian

Selain analisis temperatur, pengamatan juga dilakukan terhadap kondisi tekanan awal sistem sebelum pengujian berlangsung.



Gambar 2. Pressure Gauge pada Awal Pengujian Hydrostatic Test

Gambar 2 menunjukkan kondisi pembacaan tekanan awal pada pressure gauge sebelum proses pengujian dimulai. Tekanan awal yang stabil menunjukkan bahwa sistem berada dalam kondisi siap uji dan tidak terdapat indikasi kebocoran pada tahap awal pengujian.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa variasi temperatur dan durasi penahanan tekanan memberikan pengaruh terhadap kestabilan tekanan pada proses *hydrostatic test*. Peningkatan temperatur cenderung menyebabkan fluktuasi tekanan yang lebih besar pada sistem perpipaan, sedangkan durasi penahanan tekanan yang lebih lama menunjukkan kecenderungan terjadinya penurunan tekanan secara bertahap selama proses pengujian. Kondisi ini menunjukkan bahwa faktor temperatur dan waktu pengujian merupakan parameter penting yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan *hydrostatic test*. Oleh karena itu, pengendalian temperatur lingkungan serta penentuan durasi penahanan tekanan yang tepat sangat diperlukan untuk memperoleh hasil pengujian yang stabil dan dapat diinterpretasikan dengan akurat sesuai dengan prosedur pengujian yang berlaku.

ACKNOWLEDGEMENTS

Penulis mengucapkan terima kasih kepada MCCS International Sdn. Bhd., PT VME Process Batam, serta Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Pustaka yang berupa majalah/jurnal ilmiah:

- Dong, Y., Li, X., & Xu, H. (2021). Pressure transmission characteristics in closed fluid systems. *Journal of Mechanical Engineering Research*, 13(2), 45–52.
- Fekete, T., & Carr, M. (2020). Hydrostatic pressure testing methods for industrial pipelines. *International Journal of Pressure Vessels and Piping*, 182, 104–112.
- Gao, Z., Xie, L., & Zhang, H. (2025). Effects of temperature on pressure stability during hydrostatic pipeline testing. *Journal of Pipeline Engineering*, 24(1), 55–63.
- Kim, S., & Lee, J. (2025). Thermal effects on pressure fluctuation in closed piping systems. *Journal of Thermal Science and Engineering*, 18(3), 201–210.
- Liu, Y., & Zhang, W. (2025). Stress relaxation effects in hydrostatic pressure testing of pipelines. *Journal of Pressure Vessel Technology*, 147(2), 021301.
- Prabowo, A., & Setiawan, D. (2022). Analisis tekanan fluida pada sistem perpipaan tertutup. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 17(1), 23–30.
- Prasetyo, B., & Wibowo, S. (2024). Implementation of pipeline testing standards in Indonesian oil and gas projects. *Journal of Energy Engineering*, 12(1), 33–41.
- Rahman, F. (2023). Analisis viskositas fluida terhadap stabilitas tekanan dalam sistem perpipaan. *Jurnal Teknologi Industri*, 14(2), 90–97.
- Sun, Y., & Zhou, K. (2023). Mechanical performance of API 5L Grade B steel pipelines under pressure testing conditions. *Materials Science Forum*, 1082, 112–118.
- Xu, J., & Chen, L. (2020). Pressure behavior in hydrostatic testing of industrial piping systems. *Journal of Pipeline Systems Engineering and Practice*, 11(4), 04020034.

JURNAL

ISSN: xxxx-xxxx (media online)

Yulianingsih, N. (2023). Pengaruh temperatur lingkungan terhadap kestabilan tekanan pada pengujian hydrostatic. *Jurnal Teknik Industri*, 15(1), 41–48.

Pustaka yang berupa judul buku:

Hidayat, R., & Nugraha, D. (2021). *Mechanical properties of carbon steel pipelines under varying temperature conditions*.

Pustaka yang berupa HandBook:

Hovmand, S. (1995). Fluidized Bed Drying. In Mujumdar, A.S. (Ed.) *Handbook of Industrial Drying* (pp.195-248). 2nd Ed. New York: Marcel Dekker.