

BAB V

KESIMPULAN

V.1 Kesimpulan

Dari eksperimen dan analisis yang telah dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik kebocoran pada sistem rem pneumatik dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil analisis *time series* pada grafik *air discharge time* dapat dilihat bahwa laju penurunan tekanan (dP/dt) akan meningkat seiring dengan meningkatnya besar luas penampang kebocoran. Dengan membandingkan laju *air discharge time* dengan *air charging time* dari data laporan KNKT yaitu paling lama sebesar 0.023 bar/detik. Sementara itu, berdasarkan data hasil eksperimen dapat disimpulkan bahwa variasi kebocoran yang dapat diantisipasi oleh sistem rem pneumatik adalah seluas 0.00000019625 m² pada tekanan awal 4 dengan dP/dt sebesar 0.004568359 bar/detik dan 0.00000019625 m² pada tekanan awal 6 bar dengan dP/dt sebesar 0.003859108 bar/detik serta seluas 0.000000785 m² pada tekanan 6 bar dengan dP/dt sebesar 0.011376564 bar/detik. Kemudian dari hasil analisis didapatkan persamaan untuk menghitung luas kebocoran yang masih dapat diantisipasi oleh sistem rem pneumatik dengan menggunakan laju perubahan tekanan dari data KNKT yaitu sebesar 0.0000008848 m² pada tekanan awal 9.5 bar yang dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$\text{Luas Kebocoran} = 0.00004423 \left(\frac{dP}{dt} \right)^{1.037} (\text{Tekanan Awal})^{-0.00000000001281}$$

2. Ambang batas kebocoran yang dapat diantisipasi oleh rem pneumatik juga dapat dilihat dari grafik PDF dan nilai kemiringan atau skewness. Dari grafik PDF didapatkan hasil bahwa luas penampang kebocoran 0.00000019625 m² pada tekanan awal 4 dan 6 bar serta luas penampang kebocoran 0.000000785 m² pada tekanan awal 6 bar memiliki kesamaan bentuk yaitu puncak tertingginya berada disebelah kiri atau grafik cenderung miring ke kanan. Lain halnya dengan grafik PDF 0.00000019625 m² pada tekanan 4 bar memiliki kemiripan bentuk

dengan luas penampang kebocoran 0.00000314 m^2 , 0.000007065 m^2 , dan 0.00001256 m^2 pada tekanan 4 dan 6 bar. Pada grafik PDF dari simulasi kebocoran dengan luas penampang kebocoran $0.00000019625 \text{ m}^2$ dan 0.000000785 m^2 pada tekanan 6 bar terlihat bahwa semakin turun tekanan, maka nilai PDF semakin meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa semakin turun tekanannya, semakin turun laju perubahan tekanannya. Kemudian dari hasil analisa *skewness*, semakin kecil luas penampang kebocoran maka semakin besar (positif) nilai *skewness*-nya. Dalam hal ini variasi luas penampang kebocoran $0.00000019625 \text{ m}^2$ pada tekanan awal 4 bar masih dapat diantisipasi oleh sistem rem pneumatik yang memiliki *skewness* sebesar 0.777. Sedangkan pada tekanan awal 6 bar variasi luas penampang kebocoran yang dapat diantisipasi adalah $0.00000019625 \text{ m}^2$ dan 0.000000785 m^2 dengan nilai *skewness* 1.097 dan 0.787.

V.2 Saran

1. Eksperimen kebocoran yang dilakukan masih sebatas mensimulasikan kebocoran pada keadaan mesin kendaraan mati saat kendaraan berhenti. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan eksperimen dengan mensimulasikan kondisi dimana mesin kendaraan menyala atau pada tahap pengisian udara pada kompresor.
2. Pada eksperimen terbaru dapat digunakan lebih dari satu *pressure sensor* yang dipasang pada titik-titik yang berbeda guna mengidentifikasi pengaruh telah kebocoran pada laju penurunan tekanan di sistem rem pneumatik.
3. Variasi tekanan awal pada eksperimen ini dapat ditambah guna memperoleh hasil yang lebih relevan pada variasi tekanan yang lebih tinggi.
4. Variasi geometri kebocoran dapat menggunakan bentuk lain guna mempelajari pengaruh bentuk terhadap karakteristik kebocoran.

DAFTAR PUSTAKA

- Abela, K., Refalo, P. dan Francalanza, E. (2022) "Analysis of pneumatic parameters to identify leakages and faults on the demand side of a compressed air system," *Cleaner Engineering and Technology*, 6, hal. 100355. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100355>.
- Brockwell, P.J. dan Davis, R.A. (2015) *Introduction to Time Series and Forecasting*. Third Edit. Switzerland: Springer. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-29854-2>.
- Çengel, Y.A. dan Cimbala, J.M. (2014) *Fluid Mechanics; Fundamental and Application*. Third Edit, *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. Third Edit. New York: McGraw-Hill.
- Daryanto, D. (2021) *Teori dan Teknik Reparasi Rem Mobil*. Diedit oleh S.B. Hastuti. Jakarta: Bumi Aksara. Tersedia pada: https://books.google.co.id/books?id=_IU_EAAAQBAJ.
- Deepa, N. et al. (2018) "Brake failure detection and electronic auxiliary braking system," *International Journal of Engineering & Technology*, 7(2.8), hal. 350. Tersedia pada: <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.8.10439>.
- Eriksson, A. (2010) "Detecting Leakages in the Pneumatic System of Heavy Vehicles Modelling Using Simulink."
- Exaudi, K. et al. (2019) "Using Pressure Sensors towards Pipeline Leakage Detection," *Proceedings of 2018 International Conference on Electrical Engineering and Computer Science, ICECOS 2018*, 17, hal. 89–92. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1109/ICECOS.2018.8605251>.
- Goodnight, N. dan Vangelder, K. (2018) *Automotive Braking Systems*. Jones & Bartlett Learning.
- Gujarati, D. (2006) *Dasar-Dasar Ekonometrika*. Jakarta: Erlangga.
- Hou, Z. et al. (2023) "Fault detection and diagnosis of air brake system: A systematic review," *Journal of Manufacturing Systems*, 71, hal. 34–58. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2023.08.005>.
- Korlapati, N.V.S. et al. (2022) "Review and analysis of pipeline leak detection methods," *Journal of Pipeline Science and Engineering*, 2(4). Tersedia pada: <https://doi.org/10.1016/j.jpse.2022.100074>.
- Li, F. et al. (2021) "Noise-Pressure interaction model for gas pipeline leakage detection and location," *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 184. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.109906>.
- LLC, B.C.V.S. (2014) "Advanced Troubleshooting Guide for Air Brake Compressors Introduction to the Air Brake Charging System." Bendix Commercial Vehicle Systems LLC.
- Navidi, W. (2019) *Statistics for Engineers and Scientists*. Fifth Edit, Technometrics. Fifth Edit. New York: SAE International. Tersedia pada: <https://doi.org/10.4271/02-14-01-0005>.

- Pah, N.D. (2018) *Pemrosesan Sinyal Digital*. First Edit. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Permana, A.A. et al. (2023) *Pengolahan Signal*. Cetakan Pe. Diedit oleh A. Yanto. Padang: Get Press Indonesia. Tersedia pada: https://www.google.al/books/edition/PENGOLAHAN_SIGNAL/fOzpEAAAQBAJ?hl=en&gbpv=1.
- Raharja, U., Sudaryono dan Chakim, M.H.R. (2023) *Statistik Deskriptif Teori. Rumus. Kasus Untuk Penelitian*. Diedit oleh Q. Aini, D. Khairani, dan Yuhefizar. Tangerang: Asosiasi Pendidikan Tinggi Informasi dan Komputer (APTIKOM).
- Ramarathnam, S. et al. (2009) "Development of a model for an air brake system with leaks," *Proceedings of the American Control Conference*, (July), hal. 1134–1139. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1109/ACC.2009.5160189>.
- Saskatchewan Government Insurance (2022) *2022-23 Air Brake Manual*.
- Song, T.T. (2004) *Fundamentals of Probability and Statistics for Engineers, Technometrics*. John Wiley & Sons Ltd. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1198/tech.2005.s266>.
- Sudjana (2003) *Teknik Analisis Regresi dan Korelas*. Bandung: PT. Tarsito.
- Untari, D.T. (2020) *Buku Ajar Statistik 1*, Forum Statistika dan Komputasi. Banyumas: CV. Pena Persada.
- Wildan, A. (2023) *Kajian Teknis Rem Blong pada Bus dan Truk*. Jakarta.