

# PENERAPAN PEMODELAN NUMERIK TERHADAP KEBOCORAN PIPA PADA ALIRAN FLUIDA

Aurista Miftahatul Ilmah<sup>\*1</sup>, Arief Syarifuddin<sup>2</sup>, Anauta Lungiding Angga Risdianto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Politeknik Negeri Madura; Jl. Raya Camplong No.Km.4, Taddan, Kec. Camplong; (0323) 3281871

## Riwayat artikel:

Received: 14 September 2023

Accepted: 29 Desember 2023

Published: 1 Januari 2024

## Keywords:

Pipa, Fluida, Kebocoran, Numerik, Visualisasi.

## Correspondent Email:

[aurista.ilmah@gmail.com](mailto:aurista.ilmah@gmail.com)

**Abstrak.** Pipa merupakan media yang digunakan untuk memindahkan fluida yang mengalir dan sangat bergantung pada tekanan dan kecepatan. Kebocoran pada pipa dapat menyebabkan kehilangan air secara fisik hal tersebut dapat disebabkan oleh banyak hal, salah satunya terdapat kebocoran disebabkan lubang pada pipa yang dapat mengakibatkan terganggunya aliran air sehingga aliran air atau fluida akan berubah termasuk tekanan dan kecepatannya. Suatu aliran fluida dapat divisualisasikan dengan menggunakan simulasi atau pemodelan matematis menggunakan finite difference atau beda hingga. Dengan menggunakan aplikasi GNU Octave yaitu komputasi numerik yang dapat diakses secara gratis tanpa lisensi yang digunakan sebagai visualisasi data, dapat memberikan gambaran aliran fluida termasuk terjadinya kebocoran pada pipa yaitu dengan cara merepresentasikan secara visual keadaan aliran fluida pada saat terjadinya kebocoran pada pipa. Dengan visualisasi tersebut dihasilkan pola aliran fluida terjadi kebocoran di beberapa titik yang berbeda, dari hasil penelitian didapatkan pipa sebelum mendapatkan kebocoran akan bersifat laminar namun Ketika mendapatkan kebocoran aliran fluida akan menjadi aliran fluida yang beralih ke aliran fluida transisi atau turbulensi. Selain itu peletakkan variasi koordinat sedikit mempengaruhi garis alir fluida.

**Abstract.** Pipes are a medium used to move flowing fluids and are very dependent on pressure and speed. Leaks in pipes can cause physical loss of water. This can be caused by many things, one of which is a leak caused by a hole in the pipe which can disrupt the flow of water so that the flow of water or fluid will change, including the pressure and speed. A fluid flow can be visualized using simulation or mathematical modeling using finite differences. By using the GNU Octave application, namely numerical computing which can be accessed for free without a license which is used as data visualization, it can provide an overview of fluid flow including the occurrence of leaks in pipes, namely by visually representing the state of fluid flow when a leak occurs in a pipe. With this visualization, a fluid flow pattern is produced where leaks occur at several different points. From the research results, it was found that the pipe before it got a leak would be laminar, but when it got a leak, the fluid flow would become a fluid flow that switched to transitional fluid flow or turbulence. Apart from that, the placement of coordinate variations slightly affects the fluid flow line.

## 1. PENDAHULUAN

Sistem perpipaan merupakan sistem yang digunakan dalam pemindahan fluida dari tempat satu ke tempat yang lain sehingga distribusi fluida dapat berlangsung. Dalam

aliran suatu fluida bergantung pada tekanan dan kecepatanhal tersebut dapat diketahui dari pola garis arus dan penerapan persamaan Bernoulli maupun kontinuitas aliran fluida.

Pola pola tersebut bisa membuat sebuah jaring-jaring aliran yang berkesesuaian. Sifat fluida berdasarkan jenis alirannya pun bermacam-macam yaitu meliputi aliran laminar, aliran translasi serta aliran turbulensi. Dengan perbedaan aliran ini juga akan membedakan kecepatan dan tekanan pada setiap fluida dan hal tersebut dapat direpresentasikan dengan menggunakan pemodelan matematis menggunakan pola garis arus berbasis metode beda hingga dengan menggunakan aplikasi atau software GNU Octave.

Pola garis arus fluida sebelum terjadinya kebocoran maupun setelah terjadinya kebocoran tentunya akan berbeda begitupun letak kebocoran pipa juga sangat mempengaruhi penggambaran visualisasi secara numerik pada pipa, dan hal tersebut dapat memberikan perbedaan jenis sifat aliran yang berawal dari aliran laminar menjadi aliran transisi ataupun turbulensi, Berdasarkan latar belakang tersebut maka diharapkan dengan menggunakan GNU Octave berbasis analisis numerik dapat merepresentasikan secara visual kebocoran yang terjadi pada pipa dan pengaruh aliran fluida yang ada dalam pipa bila terjadi kebocoran.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Sistem perpipaan dapat ditemukan hampir pada semua jenis Industri baik menggunakan system pipa tunggal sederhana sampai sistem bercabang yang sangat kompleks. Pemilihan bahan perpipaan juga perlu disesuaikan dengan pembuatan teknik perpipaan yang dapat dilihat pada ASTM (American Society of Materials) serta ANSI (American National Standard Institute)[1][2]. Salah satu hal yang dapat mempengaruhi perubahan kecepatan dan tekanan pada fluida adalah terjadinya kebocoran pada pipa. Banyak penyebab pipa dapat bocor atau berlubang sehingga mengakibatkan debit dan kecepatan aliran fluida yang masuk akan berbeda dengan debit dan kecepatan aliran yang keluar. [3] .

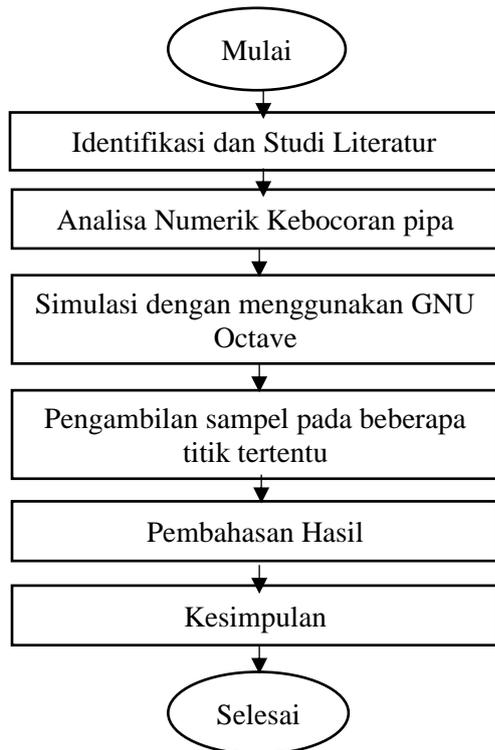
Kebocoran pipa terdiri dari dua faktor meliputi factor kebocoran secara teknis disebabkan karena perawatan dan kebocoran yang tidak diinginkan yang pada umumnya tidak melebihi 5% serta Kebocoran yang tidak diinginkan dikarenakan pencurian air ,

sambungan serta patahan pipa [4]. Kebocoran pipa dapat mengakibatkan kehilangan fluida yang dapat dikategorikan sebagai kebocoran yang secara nyata(fisik) yang disebabkan oleh hal-hal tertentu [5].

Dalam menggambarkan perilaku fluida banyak dilakukan pemodelan numerik, yaitu dengan menerapkan perkembangan ilmu matematika melalui penerapan persamaan differensial parsial dan persamaan laplace yang dapat memodelkan perilaku kejadian alam secara lebih tepat [6]. Melalui persamaan tersebut dapat ditentukan pola dari suatu aliran fluida dalam kondisi batas tertentu diperlukan pemecahan persamaan laplace dalam fungsi aliran yang memenuhi kondisi batas tertentu [7]. Dengan penggunaan metode beda hingga pada persamaan tersebut kemudian di aplikasikan ke dalam bahasa pemrograman maka aliran fluida akan dapat divisualisasikan melalui sebuah gambar atau grafik. dengan menggunakan GNU Octave sebagai visualisasi kebocoran pipa [8]. GNU Octave merupakan software yang dapat digunakan secara bebas tanpa lisensi yang digunakan sebagai visualisasi data [9]. Program tersebut juga dapat digunakan untuk perhitungan umum dan menggambar grafik fungsi.

## 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan studi literatur terkait perhitungan kebocoran pada pipa dan analisa numerik pada Gnu Octave. Kemudian dilakukan Analisa perhitungan dan visualisasi yang didapat dengan menggunakan perangkat komputasi numerik kemudian dilanjutkan dengan Analisa hasil dan pelaporan hasil analisa yang didapat. Diagram alir dari tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar1. Diagram Alir Penelitian

Setelah mendapatkan identifikasi masalah dan beberapa acuan-acuan yang membantu dalam penelitian maka dilakukan analisa numerik menggunakan metode beda hingga dengan pemrograman GNU Octave Kemudian divisualisasikan dalam bentuk gambar yang dapat membantu merepresentasikan kebocoran pada pipa. Metode beda hingga tersebut menggunakan persamaan laplace yang seperti ditunjukkan pada persamaan (1).

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} = 0 \tag{1}$$

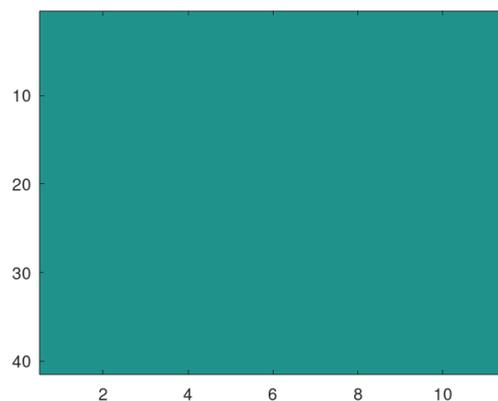
Penggunaan notasi dapat menggunakan bahasa pemrograman dengan A(i,j) merupakan variable fungsi yang dapat dituliskan dengan persamaan aljabar. Dalam melakukan simulasi kebocoran pipa ini digunakan beberapa variasi untuk menunjukkan perbedaan yang terjadi pada perilaku fluida. Variasi ini dilakukan dengan menggunakan variasi titik koordinat terjadinya kebocoran, variasi ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi titik kebocoran

No	x	y
1	6	10
2	6	20
3	6	30
4	6	40

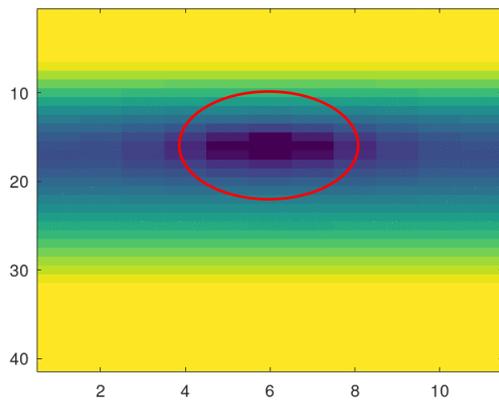
#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian terkait visualisasi kebocoran pipa berbasis finite difference menggunakan GNU Octave dengan memberikan variasi berdasarkan titik koordinat kebocoran. Pada Gambar 2. Menunjukkan keadaan aliran fluida lurus pada pipa tanpa kebocoran.



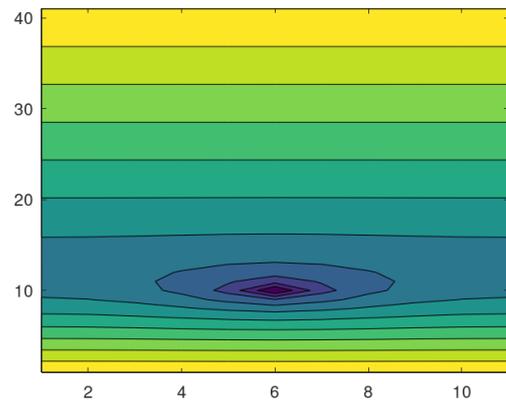
Gambar 2. Aliran fluida tanpa kebocoran pipa

Pada Gambar 2 didapatkan bahwa tidak adanya gangguan pada aliran fluida dan aliran fluida terjadi secara seragam tanpa danya gangguan gangguan yang berarti. Kemudian selanjutnya dilakukan beberapa variasi kebocoran pipa menggunakan metode finite difference atau beda hingga yang dapat dilihat pada Gambar 3.



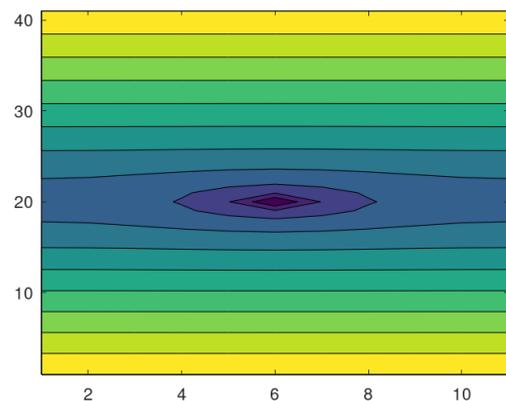
Gambar 3. Penampakan kebocoran pipa menggunakan metode beda hingga.

Pada hasil permukaan kebocoran pipa didapatkan bahwa aliran fluida pada awalnya adalah laminar atau seragam artinya aliran tersebut terjadi tanpa ada gangguan-gangguan pada pengaliran fluida. sifat dari aliran ini adalah tidak terjadinya pusaran [10][11], namun begitu terdapat gangguan seperti kebocoran maka terdapat titik hitam yang menandakan aliran tersebut tidak seragam lagi atau telah terjadi transisi antara laminar ke turbulen hal tersebut dapat diketahui dengan adanya pusaran dititik kebocoran seperti yang terlihat pada Gambar 3. Ketika sebuah pipa mengalami kebocoran maka Gerakan fluida akan terganggu dan mengakibatkan adanya pusaran pada area yang mendekati kebocoran tersebut dan akan menimbulkan aliran fluida akan terganggu. Beberapa variasi dilakukan sebagai upaya dalam membedakan terjadinya perbedaan letak beberapa titik kebocoran, dengan beberapa variasi ini nantinya dapat diamati perbedaan yang terjadi pada aliran fluida dikarenakan kebocoran pipa. Variasi ini dapat dilihat pada beberapa gambar dibawah ini.



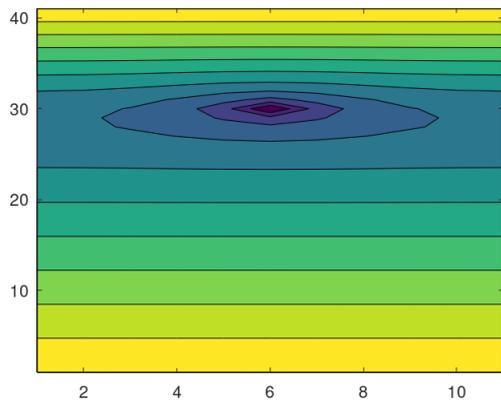
Gambar 4. Visualisasi kebocoran pipa pada kebocoran pipa di titik koordinat (6,10)

Pada Gambar 4 koordinat tersebut didapatkan hasil bahwa terjadi Gerakan turbulensi diarea sekitar titik kebocoran,



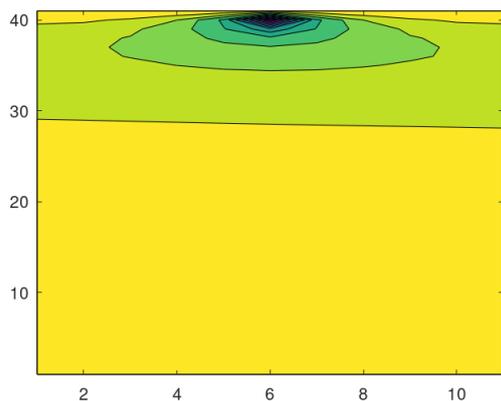
Gambar 5. Visualisasi kebocoran pipa pada kebocoran di koordinat (6,20)

Gambar 5 menunjukkan bahwa terdapat sedikit perbedaan garis alir fluida yang terjadi pada variasi titik kebocoran pada pipa fluida, hal tersebut terjadi dikarenakan posisi fluida saat juga menentukan gerakan fluida, fluida yang berada di dekat pipa tentunya mempunyai gesekan yang lebih besar dibanding fluida yang berada di tengah pipa, hal tersebut yang mengakibatkan antara area yang berada disekitar pipa mempunyai warna yang berbeda dengan area yang berada didalam pipa.



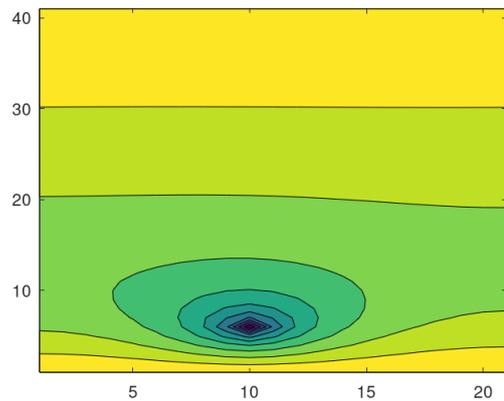
Gambar 6. Visualisasi kebocoran pipa pada koordinat (6,30)

Pada Gambar 6 juga mempunyai hasil yang sama dengan Gambar 4 dan Gambar 5 yang mempunyai keadaan yang akan berbeda digaris alir fluida.



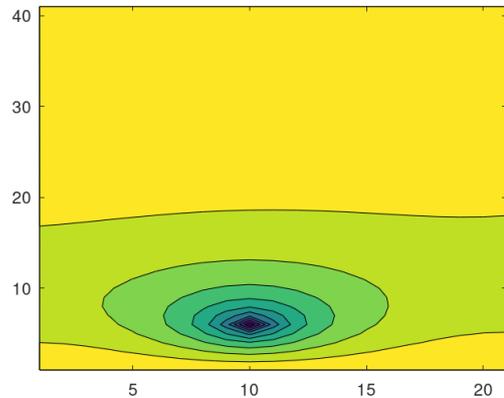
Gambar 7. Visualisasi kebocoran pipa pada koordinat (6,40)

Pada Gambar 7 visualisasi kebocoran pipa pada koordinat (6,40) titik pusaran terjadi koordinat 30 sampai 40 pada sumbu y. Variasi selanjutnya dilakukan dengan memberikan variable terikat pada sumbu y, variasi tersebut dapat divisualisasikan melalui Gambar 8.



Gambar 8. Visualisasi kebocoran pipa pada koordinat (10,6)

Pada Gambar 8 didapatkan bahwa pusaran fluida lebih besar jika koordinat y dijadikan sebagai variable terikat. Selain itu variasi diameter lubang juga sangat mempengaruhi hasil aliran fluida yang didapat. Hal itu bisa dilihat jika diameter lubang diberikan ukuran lubang lebih besar dua kali lipat dari sebelumnya dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Visualisasi kebocoran pipa dengan pembesaran kebocoran.

Dengan adanya pembesaran kebocoran pipa dapat divisualisasikan dengan Gambar 9 dan didapatkan bahwa hasil dari visualisasi tersebut dapat dikatakan bahwa dengan adanya pembesaran kebocoran pipa akan mengakibatkan gerakan turbulensi dari fluida semakin jelas hal tersebut akan mengakibatkan ketidak seragaman fluida terlihat jelas [12].

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan bahwa kebocoran pada pipa fluida dapat direpresentasikan dengan metode finite difference atau beda hingga 2 dimensi menggunakan aplikasi GNU Octave yang gratis lisensi. Hasil dari representasi itu didapatkan bahwa pipa sebelum mendapatkan kebocoran akan bersifat laminar namun ketika mendapatkan kebocoran aliran fluida akan menjadi aliran fluida yang beralih ke aliran fluida transisi atau turbulensi. Selain itu peletakkan variasi koordinat sedikit mempengaruhi garis alir fluida.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Politeknik Negeri Madura yang telah memberikan masukan terkait tata tulis dan pemaparan jurnal ilmiah yang baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Abdurrahman, D. Masnur, and A. Rahman, "Analisis Kebocoran Boiler Pipe Akibat Korosi pada Recovery Boiler 5 PT. ABC.," *Proksima*, vol. 1, no. 1, pp. 29–32, 2023, doi: 10.31258/proksima.1.1.29-32.
- [2] I. Arif, "Perencanaan Kebutuhan Air Bersih Pada Bangunan Gedung Utama ITP Planning for Clean Water Needs in ITP Main Building," vol. 12, no. 1, pp. 2089–4880, 2022, [Online]. Available: <https://jtm.itp.ac.id/index.php/jtm/index>
- [3] T. Sundana, F. Aditya Johari, and F. Al Ariiq, "Sistem Monitoring Kebocoran Pipa Distribusi Air Berbasis SCADA," *J. Indones. Sos. Teknol.*, vol. 3, no. 1, pp. 74–86, 2022, doi: 10.36418/jist.v3i1.328.
- [4] A. D. Prasetya, H. Haryanto, and K. A. Wibisono, "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Pendeteksi Lokasi Kebocoran Pipa Berdasarkan Analisis Debit Air Berbasis IoT," *Elektrika*, vol. 12, no. 1, p. 39, 2020, doi: 10.26623/elektrika.v12i1.2338.
- [5] W. Waspodo, "Analisa Head Loss Sistem Jaringan Pipa Pada Sambungan Pipa Kombinasi Diameter Berbeda," *Suara Tek. J. Ilm.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–12, 2017, doi: 10.29406/stek.v8i1.534.
- [6] P. Julia, "IMPLEMENTASI PENYELESAIAN PERSAMAAN BURGERS," pp. 1–9, 2023.
- [7] A. M. Ilmah *Et Al.*, "Pemodelan Matematis Dari Sifat Fisis Aliran Fluida Pada Saluran Pipa Menggunakan Metode Beda Hingga 2 Dimensi," Vol. 11, No. 2, 2021.
- [8] P. Lunak and K. Numerik, "P e n g e n a l a n G N U O c t a v e," pp. 1–19, 2008.
- [9] E. H. Herraprastanti and S. Jatmiko, "Analisa Kinematika Monobike Mechanical Toys Menggunakan GNU Octave dan Solidworks," *J. Tek. Mesin*, vol. 12, no. 2, pp. 38–45, 2019, doi: 10.30630/jtm.12.2.233.
- [10] V. A. Tiwow, J. Fisika, and U. N. Makassar, "p S r 2 W 2 S r l W 2 S r l ' p S r 2 J S r 2 l s i n T," vol. 2015, no. April, pp. 104–108, 2015.
- [11] E. J. Rumaherang, W. M. E. Wattimena, S. M. Rawulun, and E. Noya, "Gesekan Pada Instalasi Perpipaian," vol. 3995, pp. 154–161.
- [12] A. Priyati, S. H. Abdullah, and K. Hafiz, "Analisis Head Losses Akibat Belokan Pipa 90° (Sambungan Vertikal) Dengan Pemasangan Tube Bundle," *J. Ilm. Rekayasa Pertan. dan Biosist.*, vol. 7, no. 1, pp. 95–104, 2019, doi: 10.29303/jrpb.v7i1.104.