



## The Impact of Sand Mass Flow Rate on Pipe Erosion Rates in Natural Gas Processing Based on Newton Interpolation

---

Aslam Chitami Priawan Siregar, Ni'Matut Tamimah,  
Enny Indasyah, Siti Maghfirotul Ulyah and Anifatul Faricha

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

December 9, 2022

# Dampak Laju Aliran Massa Pasir pada Laju Erosi Pipa di Pengolahan Gas Bumi Berbasis Interpolasi Newton

Aslam Chitami Priawan Siregar<sup>1\*</sup>, Ni'matut Tamimah<sup>2</sup>, Enny Indasyah<sup>3</sup>, Siti Maghfirotul Ulyah<sup>4</sup>, Anifatul Faricha<sup>5</sup>

Ilmu Fisika, Departemen Fisika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia<sup>1\*</sup>  
Teknik Perpipaan, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>2</sup>  
Departemen Teknik Elektro Otomasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia<sup>3</sup>  
Program Studi Statistika, Departemen Matematika, Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia<sup>4</sup>  
Teknik Elektro, Institut Teknologi Telkom Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>5</sup>

Email: [aslamsiregar01@gmail.com](mailto:aslamsiregar01@gmail.com)<sup>1\*</sup>; [nimatuttamimah@ppns.ac.id](mailto:nimatuttamimah@ppns.ac.id)<sup>2\*</sup>; [enny\\_indasyah@its.ac.id](mailto:enny_indasyah@its.ac.id)<sup>3\*</sup>; [maghfirotul.ulyah@fst.unair.ac.id](mailto:maghfirotul.ulyah@fst.unair.ac.id)<sup>4\*</sup>; [faricha@ittelkom-sby.ac.id](mailto:faricha@ittelkom-sby.ac.id)<sup>5\*</sup>

**Abstract** – In the separation process for natural gas processing at SKK Migas, there is a sand content that must be separated so that it does not cause erosion in the pipe. To find out the impact of the mass flow rate of sand on the erosion rate in the pipe, it is necessary to do research. In this study, two methods were used, that is measurement and calculation. Det Norske Veritas (DNV) Recommended Practice 0501 was used by using two sample pipe, Blinded tee 3"×2", and Reducer 3"×2". Based on the measurement results, the Reducer pipe 3"×2" has better linearity than the Blinded tee 3"×2". However, the calculation method used Newton's Interpolation. This method can be used to predict the rate of erosion of pipes in very large numbers even with little data. When compared between the measurement results and the calculation results, the Blinded Tee Pipe 3"×2" has an error of 0.368% and the Reducer Pipe 3"×2" has no error at all.

**Keywords:** Sand mass rate, erosion rate, blinded tee 3"×2, reducer 3"×2, Newton's Interpolation.

## Nomenclature

$p_n(x)$  fungsi laju erosi pipa yang dicari  
 $x_i$  laju aliran massa pasir ke-i  
 $f[x_i]$  fungsi laju erosi pipa ke-i

## 1. PENDAHULUAN

Pengolahan gas bumi dapat menghasilkan proses separasi gas bumi dengan beberapa zat lainnya di suatu perusahaan gas bumi Satuan Kerja Khusus Pelaksana Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi (SKK Migas). Dalam proses separasi, terdapat kandungan pasir yang harus dipisahkan agar tidak dapat merusak komponen lain setelah terjadi proses separasi [1].

Pada perusahaan gas bumi terdapat jalur pipa berukuran 3" dan 2" yang terhubung dengan *gas production separator* [2]. Pada jalur perpipaan tersebut, terdapat kandungan pasir yang dapat menyebabkan terjadinya erosi pada pipa seperti pada *Blinded tee 3"×2"*, *Reducer 3"×2"*, *Elbow 2"*, dan *Ball valve 2"* [3].

Selanjutnya, data hubungan antara laju aliran massa pasir terhadap laju erosi pipa diperoleh dari hasil pengukuran *Det Norske Veritas* (DNV) Recommended Practice 0501 [4]. Berdasarkan data tersebut, maka diusulkan suatu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui tingkat laju aliran massa pasir yang dapat menyebabkan laju erosi pada pipa meningkat. Hal ini dilakukan agar erosi pada pipa dapat dideteksi lebih awal, sehingga tidak terjadi kebocoran pada pipa tersebut [5].

Pada penelitian ini, diusulkan suatu metode perhitungan yang berbasis interpolasi Newton untuk menentukan beberapa nilai tertentu dari laju erosi pada pipa 3" yang disebabkan oleh laju aliran massa pasir yang tidak terukur oleh DNV Recommended Practice 0501. Interpolasi Newton dipilih karena dapat digunakan untuk ekstrapolasi data, sehingga memiliki nilai akurasi yang lebih banyak dibandingkan dengan interpolasi lagrange saat digunakan untuk menghitung data [6-8]. Selain itu, interpolasi Newton juga dapat digunakan untuk input data dalam jumlah yang kecil [9].

Dengan adanya metode perhitungan interpolasi Newton, diharapkan dapat menghasilkan nilai akurasi yang tinggi saat digunakan untuk menentukan nilai laju erosi tertentu pada pipa 3" yang disebabkan oleh laju aliran massa pasir dalam jumlah yang sangat banyak meskipun dengan jumlah input yang kecil.

## 2. METODOLOGI

Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode pengukuran dan metode perhitungan. Metode pengukuran dilakukan dengan menggunakan (DNV) Recommended Practice 0501 dan metode perhitungan dilakukan dengan menggunakan interpolasi Newton. Berikut ini adalah persamaan dari interpolasi Newton [10]:

$$p_n(x) = f(x_0) + (x-x_0)f[x_1, x_0] + (x-x_0)(x-x_1)f[x_2, x_1, x_0] + (x-x_0)(x-x_1)\dots(x-x_{n-1})f[x_n, x_{n-1}, \dots, x_1, x_0] \quad (1)$$

Sedangkan untuk perhitungan  $f[x_n, x_{n-1}, \dots, x_1, x_0]$  dapat diperoleh melalui persamaan berikut.

$$f[x_i, x_j] = \frac{f[x_i] - f[x_j]}{x_i - x_j} \quad (2)$$

$$f[x_i, x_j, x_k] = \frac{f[x_i, x_j] - f[x_j, x_k]}{x_i - x_k} \quad (3)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Data Pengukuran

Bedasarkan data yang diperoleh dari pengukuran DNV Recommended Practice 0501 dengan menggunakan jenis pipa *Blinded Tee 3"×2"* dan *Reducer 3"×2"* adalah sebagai berikut [4].

Tabel 1: Nilai laju erosi pada pipa *Blinded Tee 3"×2"* berdasarkan hasil pengukuran.

Laju Aliran Massa Pasir (g/s)	Laju Erosi Pipa (mm/year)
224	0,0192655
597	0,1369988
789	0,2392238

Tabel 2: Nilai laju erosi pada pipa *Reducer 3"×2"* berdasarkan hasil pengukuran.

Laju Aliran Massa Pasir (g/s)	Laju Erosi Pipa (mm/year)
224	0,0651970
597	0,1738587
789	0,2297419

Bedasarkan hasil pengukuran, laju erosi pada pipa meningkat disebabkan oleh adanya laju aliran massa pasir yang semakin besar. Pada Pipa *Blinded Tee 3"×2"* mengalami peningkatan laju erosi yang lebih besar dibandingkan dengan Pipa *Reducer 3"×2"*. Hal ini dikarenakan luas permukaan pada pipa *Blinded Tee 3"×2"* lebih besar daripada pipa *Reducer 3"×2"*, sehingga daerah yang mengalami erosi juga menjadi lebih banyak.

#### 3.2 Hasil Data Perhitungan

Selanjutnya, data yang diperoleh dari hasil pengukuran pada Tabel 1 dan 2 tersebut, maka dilakukan metode perhitungan dengan menggunakan metode interpolasi Newton, agar diperoleh nilai laju erosi tertentu yang tidak terukur oleh DNV Recommended Practice 0501.

Bedasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode interpolasi Newton pada Tabel 1, maka diperoleh Grafik hubungan laju aliran massa pasir terhadap laju erosi pipa *Blinded Tee 3"×2"* sebagai berikut.

Sedangkan berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode interpolasi Newton pada Tabel 2, maka diperoleh Grafik hubungan laju aliran massa pasir terhadap laju erosi pipa *Reducer 3"×2"* sebagai berikut.

Tabel 3: Nilai laju erosi pada pipa *Blinded Tee 3"×2"* berdasarkan hasil perhitungan.

Laju Aliran Massa Pasir (g/s)	Laju Erosi Pipa (mm/year)
224	0,0192655
280	0,0301301
336	0,0434012
392	0,0590787
448	0,0771627
504	0,0976532
560	0,1205500
597	0,1369988
616	0,1458540
672	0,1735640
728	0,2036800
784	0,2362030
789	0,2392238

Tabel 4: Nilai laju erosi pada pipa *Reducer 3"×2"* berdasarkan hasil perhitungan.

Laju Aliran Massa Pasir (g/s)	Laju Erosi Pipa (mm/year)
224	0,0651970
280	0,0815190
336	0,0978381
392	0,1141540
448	0,1304680
504	0,1467780
560	0,1630860
597	0,1738587
616	0,1793900
672	0,1956920
728	0,2119910
784	0,2282870
789	0,2297419

Bedasarkan pada tabel 3 dan 4, tingkat linearitas pada Pipa *Blinded Tee 3"×2"* lebih kecil daripada Pipa *Reducer 3"×2"*. Apabila dibandingkan antara hasil pengukuran dengan hasil perhitungan, maka pada Pipa *Blinded Tee 3"×2"* mengalami *error* sebesar 0,368% dan pada Pipa *Reducer 3"×2"* tidak mengalami *error* sama sekali. Oleh karena itu, penggunaan pipa *Reducer 3"×2"* dalam proses separasi pengolahan minyak bumi lebih disarankan daripada pipa *Blinded Tee 3"×2"*. Hal ini dikarenakan pada pipa *Reducer 3"×2"* memiliki perubahan laju erosi yang lebih lambat dan lebih teratur dibandingkan dengan pipa *Blinded Tee 3"×2"*.

Sedangkan untuk perhitungan dengan menggunakan metode interpolasi Newton dibandingkan dengan interpolasi Lagrange pada penelitian sebelumnya [4], interpolasi Newton memiliki nilai akurasi yang sama dengan interpolasi Lagrange. Akan tetapi, pada interpolasi Newton dapat digunakan untuk menghitung output yang sangat banyak meskipun dengan data yang sedikit. Oleh karena itu, interpolasi Newton dapat digunakan untuk memprediksi data laju erosi pipa dalam jumlah yang sangat banyak yang disebabkan oleh laju aliran massa pasir.

### 4. KESIMPULAN

Penggunaan pipa *Reducer 3"×2"* pada pengolahan gas bumi dapat memiliki laju erosi pipa

yang lebih lambat dan lebih teratur dibandingkan dengan pipa *Blinded Tee 3"×2"* yang disebabkan oleh laju aliran massa pasir pada pipa tersebut. Selain itu, penggunaan metode interpolasi Newton memiliki nilai akurasi yang sama dengan interpolasi Lagrange. Akan tetapi, pada interpolasi Newton dapat digunakan untuk memprediksi data laju erosi pipa dalam jumlah yang sangat banyak yang disebabkan oleh laju aliran massa pasir.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Allah SWT dan seluruh pihak yang terkait dari SKK Migas yang telah membantu proses penelitian ini.

## 6. PUSTAKA

- [1] Amin, M. (2014). Proses Pengolahan Migas dan Petrokimia. *Jakarta, Pusat Pembukuan Departemen Pendidikan Nasional*.
- [2] Fauzi, D. M. (2018). Analisa Risiko Bisnis Penyaluran Minyak Bumi Pada Pipa Tempino-Plaju PT Pertamina Gas Menggunakan Metode Montecarlo. (Doctoral dissertation, *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*).
- [3] Dzikrullah, M. (2015). *Analisa Erosi pada Elbow dan Blind Tee Dalam Sistem Perpipaan Jalur Booster Pump (Discharge P-20 Dan P-40)* (Doctoral Dissertation, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya).
- [4] Tamimah, N. M. (2019). Analisa Hubungan Laju Aliran Massa Pasir Terhadap Laju Erosi Pipa pada Fasilitas Pengolahan Gas Bumi Menggunakan Interpolasi Lagrange. *SCAN-Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 14(3), 21-26.
- [5] Krisnanda, L. R., Santoso, A., & Nugroho, T. F. (2020). Analisa Laju Erosi pada Elbow Pipa karena Partikel Pasir dalam Aliran Fluida Gas Menggunakan Simulasi CFD. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2), B57-B62.
- [6] Fatimah, N. (2015). Aplikasi Interpolasi Newton Menggunakan Borland Delphi 5.0. *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, 20(1).
- [7] Siregar, A. C. P., & Sulaksono, D. H. (2017). Perancangan Sensor Suhu menggunakan Metode Interpolasi Lagrange Berbasis Serat Optik Berstruktur Sms (Singlemode-Multimode-Singlemode). *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA)*, 1(2), 34-39.
- [8] Siregar, A. C. P. (2016). Rancang Bangun Sensor Strain Menggunakan Metode Interpolasi Lagrange Berbasis Serat Optik Berstruktur SMS (Singlemode-Multimode-Singlemode) dan OTDR. *Prosiding SENIATI*, 97-B.
- [9] Astuti, L. W., Sudarwanto, S., & Ambarwati, L. (2018). Perbandingan Metode Lagrange dan Metode Newton pada Interpolasi Polinomial dalam Mengestimasi Harga Saham. *JMT: Jurnal Matematika dan Terapan*, 2(1), 25-35.
- [10] Sihombing, S. C., Marmaini, M., & Dahlia, A. (2020). Interpolasi Polinom Newton untuk Mengestimasi Fungsi Polinomial dari Suatu Benda Putar. *Jurnal Penelitian Fisika dan Terapannya (JUPITER)*, 1(2), 33-38.