

KOMPARASI INTERPOLASI *NEVILLE'S ALGORITHM*, *NEWTON FORM*, DAN *LINEAR REGRESSION* PADA DATA FREON R-12.

Muhammad Badaruz Zaman¹, Rofila El Maghfiroh²

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Yudharta Pasuruan
Jl. Yudharta No. 7, Sengonagung, Purwosari, Pasuruan, Jawa Timur 67162

²Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang
Jl. Soekarno Hatta No.9, Jatimulyo, Lowokwaru, Malang, Jawa Timur 65141
Email korespondensi: mbz@yudharta.ac.id

Abstrak

Freon R-12 merupakan salah satu jenis dari fluida *refrigerant* yang sering digunakan dalam mesin pendingin. Kondisi jenuh (*saturated state*) atau kondisi super panas (*superheated state*) adalah dua kondisi yang terjadi pada Freon R-12. Kedua kondisi tersebut tergantung pada nilai volume spesifik uap Freon R-12 saat kondisi jenuh. Pada penelitian ini akan ditentukan kondisi Freon R-12 pada tekanan 400 kPa, dengan membandingkan volume spesifik $v = 0,042 \text{ m}^3/\text{kg}$ dengan volume spesifik uap Freon R-12 saat kondisi jenuh v_g . Volume spesifik uap Freon R-12 saat kondisi jenuh v_g ditentukan dengan beberapa metode interpolasi, yaitu *neville's algorithm*, *newton form*, dan *linear regression*. Ketiga metode memberikan kondisi super panas (*superheated state*) pada Freon R-12 di tekanan 400 kPa. Interpolasi *neville's algorithm* dikatakan lebih efisien dengan nilai $v_g = 0,04319 \text{ m}^3/\text{kg}$.

Kata kunci: *Freon R-12, Interpolasi, Neville's Algorithm, Newton Form, Linear Regression*

Abstract

Freon R-12 is one type of refrigerant fluid that is often used in cooling machines. Freon R-12 can be in either a saturated state or a superheated state. Both conditions depend on the specific volume value of Freon R-12 vapor when saturated. By contrasting the specific volume $v = 0.042 \text{ m}^3/\text{kg}$ with the specific volume of Freon R-12 vapor at saturated circumstances v_g , the condition of Freon R-12 at a pressure of 400 kPa will be ascertained in this investigation. The Neville algorithm, Newton form, and Linear regression are the three interpolation techniques used to compute the specific volume of Freon R-12 vapor at saturated circumstances (v_g). At 400 kPa of pressure, the third technique produces a superheated state in Freon R-12. It is claimed that the Neville interpolation algorithm is more effective, with a value of $v_g = 0.04319 \text{ m}^3/\text{kg}$.

Keywords: *Freon R-12, Interpolation, Neville's Algorithm, Newton Form, Linear Regression*

PENDAHULUAN

Refrigeration adalah tindakan pendinginan yang dalam praktiknya menghilangkan dan membuang panas pada suhu yang lebih tinggi. *Refrigeration* merupakan ilmu perpindahan kalor dari suhu rendah ke suhu tinggi (Hundy, *et. al.* 2008) (Isnanda, dkk. 2019). Secara alami, berdasarkan Hukum 2 Termodinamika, panas akan berpindah dari suhu tinggi ke yang lebih rendah. Oleh karena itu, dalam proses *refrigeration* membutuhkan mesin pendingin atau *refrigerator*. *Refrigerator* bekerja menggunakan siklus termodinamika dari fluida *refrigerant* atau dikenal sebagai Freon.

Berbagai jenis Freon dapat digunakan untuk mesin pendingin. Freon R-12, Freon R-22, Freon R-134a, Freon R-1234YF, Freon R-32 dan Freon R-410A memiliki karakter yang berbeda dalam proses *refrigeration*. Sejak awal tahun 1980an, Freon R-12 merupakan freon yang sering digunakan, sifatnya stabil pada suhu rendah maupun tinggi meskipun memiliki potensi dapat menipiskan lapisan ozon (Haryanto, dkk. 2020), (Ridwan, 2005), (Saksono, 2013), (Zhang, *et. al.* 2017), (Zhou, *et. al.* 2016).

Interpolasi didefinisi sebagai estimasi mean dari sekumpulan nilai yang telah diketahui (Furqaansyah, dkk. 2022). Berbagai metode interpolasi data diantaranya *Lagrange Form*, *Neville's Algorithm*, *Newton Form*, *Optimal Points*, *Piecewise Linear*, *Cubic Spline*, *Hermite* dan *Hermite Cubic*, serta *Regression* (Bradie, 2006), (Mehre & Mishra, 2009). Masing-masing metode memiliki karakter tersendiri dalam menemukan solusi estimasi data. Penggunaan interpolasi jamak digunakan dalam kegiatan riset ilmiah. Interpolasi linear digunakan untuk perbesaran dan perbaikan citra (Thera, dkk. 2020), interpolasi untuk sistem pengenalan sel darah putih (Lina & Anthony, 2019), interpolasi polinom newton untuk estimasi fungsi polinomial benda berputar (Sagita & Dahlia, 2020), interpolasi curah hujan ekstrim di Provinsi Jawa barat (Islami & Sihombing, 2021), serta aplikasi dibidang lain.

Dalam artikel ini akan dilakukan komparasi interpolasi *Neville's Algorithm*, interpolasi *Newton Form*, dan interpolasi *Linear Regression* pada data volume spesifik uap Freon R-12 saat kondisi jenuh.

METODE

Data tekanan P (kPa) dan volume spesifik uap Freon R-12 saat kondisi jenuh v_g (m^3/kg) sesuai tabel termodinamika pada Tabel 1. Tabel berikut menunjukkan volume spesifik uap Freon R-12 saat kondisi jenuh (v_g) sebagai fungsi dari tekanan (P).

Tabel 1. Tekanan dan Volume Spesifik Uap Freon R-12 Saat Kondisi Jenuh

<i>Pressure (kPa)</i>	308,6	362,6	423,3	491,4
v_g (m^3/kg)	0,055389	0,0477485	0,040914	0,035413

Sumber: Brian Bradie, 2006

Terdapat dua kondisi Freon R-12, yaitu dalam kondisi jenuh (*saturated state*) atau dalam kondisi super panas (*superheated state*). Kedua kondisi tersebut tergantung pada nilai volume spesifik uap Freon R-12 saat kondisi jenuh. Selanjutnya, bagaimana kondisi Freon R-12 pada tekanan 400 kPa. Untuk mengetahui kondisi Freon R-12 pada tekanan 400 kPa dalam kondisi saturasi atau kondisi super panas, maka dilakukan perbandingan antara volume spesifik $v = 0,042 m^3/kg$ dengan volume spesifik uap Freon R-12 saat kondisi jenuh v_g pada tekanan 400 kPa. Jika nilai volume spesifik uap Freon R-12 saat kondisi jenuh di bawah volume spesifik ($v_g < v$), maka Freon R-12 berada pada kondisi jenuh (*saturated state*). Sebaliknya, jika nilai volume spesifik uap Freon R-12 saat kondisi jenuh di atas nilai volume spesifik ($v_g > v$), maka Freon R-12 berada pada kondisi super panas (*superheated state*).

Pada Tabel 1, nilai volume spesifik uap Freon R-12 saat kondisi jenuh v_g pada tekanan $P = 400$ kPa tidak diketahui. Oleh karena itu akan digunakan beberapa metode interpolasi untuk

mengetahui volume spesifik uap Freon R-12 saat kondisi jenuh v_g pada tekanan $P = 400$ kPa. Metode interpolasi yang akan dilakukan adalah dengan interpolasi *Neville's Algorithm*, interpolasi *Newton Form*, dan interpolasi *Linear Regression*, serta akan dilakukan komparasi dari ketiga metode tersebut.

Neville's Algorithm

Algoritma yang disusun pada *Neville's Algorithm* digunakan untuk menentukan nilai polinomial interpolasi secara efisien pada satu nilai variabel terikat. Misal $x_0, x_1, x_2, \dots, x_n$ adalah $n + 1$ nilai yang berbeda, dan $f_0, f_1, f_2, \dots, f_n$ menunjukkan nilai fungsi yang akan diinterpolasi, serta $m_1, m_2, m_3, \dots, m_k$ adalah k integer antara 0 dan n . Maka, untuk $k = 1$, berlaku $P_{m_1}(x) = f_{m_1}$, sedangkan untuk $k > 1$, secara umum berlaku persamaan berikut.

$$P_{m_1, m_2, \dots, m_k}(x) = \frac{(x - x_1)P_{m_1, m_2, \dots, m_k}(x) - (x - x_{m_k})P_{m_1, m_2, \dots, m_{k-1}}(x)}{x_{m_k} - x_{m_1}} \tag{1}$$

Ilustrasi Neville's algorithm sesuai tabel berikut.

Tabel 2. Ilustrasi Neville's Algorithm

x_0	$f_0 = P_0(x)$			
x_1	$f_1 = P_1(x)$	$P_{0,1}(x)$		
x_2	$f_2 = P_2(x)$	$P_{1,2}(x)$	$P_{0,1,2}(x)$	
x_3	$f_3 = P_3(x)$	$P_{2,3}(x)$	$P_{1,2,3}(x)$	$P_{0,1,2,3}(x)$
...				
...				

Berdasarkan Persamaan (1), maka dapat dibentuk persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai $P_{0,1}(x), P_{1,2}(x), P_{2,3}(x), P_{0,1,2}(x), P_{1,2,3}(x)$ dan $P_{0,1,2,3}(x)$ adalah sebagai berikut.

$$P_{0,1}(x) = \frac{(x - x_0)P_1(x) - (x - x_1)P_0(x)}{x_1 - x_0} \tag{2}$$

$$P_{1,2}(x) = \frac{(x - x_1)P_2(x) - (x - x_2)P_1(x)}{x_2 - x_1} \tag{3}$$

$$P_{2,3}(x) = \frac{(x - x_2)P_3(x) - (x - x_3)P_2(x)}{x_3 - x_2} \tag{4}$$

$$P_{0,1,2}(x) = \frac{(x - x_0)P_{1,2}(x) - (x - x_2)P_{0,1}(x)}{x_2 - x_0} \tag{5}$$

$$P_{1,2,3}(x) = \frac{(x - x_1)P_{2,3}(x) - (x - x_3)P_{1,2}(x)}{x_3 - x_1} \tag{6}$$

$$P_{0,1,2,3}(x) = \frac{(x - x_0)P_{1,2,3}(x) - (x - x_3)P_{0,1,2}(x)}{x_3 - x_0} \tag{7}$$

Newton Form

Algoritma yang tersusun dalam *Newton Form* hampir sama dengan algoritma pada *Neville's*

Algorithm dengan tujuan untuk menentukan nilai polinomial interpolasi pada satu nilai variabel terikat. Misal $x_0, x_1, x_2, \dots, x_n$ adalah $n + 1$ nilai yang berbeda, polinomial yang terbentuk dalam *Newton Form* adalah sebagai berikut (Furqaansyah, dkk. 2022).

$$P_{0,1,2,\dots,n}(x) = a_0 + a_1(x - x_0) + a_2(x - x_0)(x - x_1) + \dots + a_n(x - x_0)(x - x_1)\dots(x - x_{n-1}) \quad (8)$$

Untuk menentukan koefisien $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$ pada polinomial *Newton Form* digunakan aturan *divided difference*. Misal f fungsi yang terdefinisi di titik $x_0, x_1, x_2, \dots, x_n$. *Divided difference* ke-0 dari fungsi f terhadap titik x_i adalah $f[x_i] \equiv f(x_i)$. Secara umum, untuk $0 < k \leq n$, *divided difference* ke- k dari fungsi f terhadap titik $x_i, x_{i+1}, x_{i+2}, \dots, x_{i+k}$ adalah sebagai berikut.

$$f[x_i, x_{i+1}, x_{i+2}, \dots, x_{i+k}] = \frac{f[x_{i+1}, x_{i+2}, \dots, x_{i+k}] - f[x_i, x_{i+1}, x_{i+2}, \dots, x_{i+k-1}]}{x_{i+k} - x_i} \quad (9)$$

Ilustrasi *divided difference* sesuai tabel berikut (Sagita & Dahlia, 2020).

Tabel 3. Ilustrasi *Divided Difference*

x_0	$f[x_0]$			
		$f[x_0, x_1]$		
x_1	$f[x_1]$		$f[x_0, x_1, x_2]$	
		$f[x_1, x_2]$		$f[x_0, x_1, x_2, x_3]$
x_2	$f[x_2]$		$f[x_1, x_2, x_3]$	
		$f[x_2, x_3]$		
x_3	$f[x_3]$			

Berdasarkan Persamaan (9), maka dapat dibentuk persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai $f[x_0, x_1], f[x_1, x_2], f[x_2, x_3], f[x_0, x_1, x_2], f[x_1, x_2, x_3],$ dan $f[x_0, x_1, x_2, x_3]$ adalah sebagai berikut.

$$f[x_0, x_1] = \frac{f[x_1] - f[x_0]}{x_1 - x_0} \quad (10)$$

$$f[x_1, x_2] = \frac{f[x_2] - f[x_1]}{x_2 - x_1} \quad (11)$$

$$f[x_2, x_3] = \frac{f[x_3] - f[x_2]}{x_3 - x_2} \quad (12)$$

$$f[x_0, x_1, x_2] = \frac{f[x_1, x_2] - f[x_0, x_1]}{x_2 - x_0} \quad (13)$$

$$f[x_1, x_2, x_3] = \frac{f[x_2, x_3] - f[x_1, x_2]}{x_3 - x_1} \quad (14)$$

$$f[x_0, x_1, x_2, x_3] = \frac{f[x_1, x_2, x_3] - f[x_0, x_1, x_2]}{x_3 - x_0} \quad (15)$$

Berdasarkan beberapa persamaan tersebut, maka polinomial *Newton Form* yang terbentuk sesuai persamaan berikut.

$$P_{0,1,2,3}(x) = f[x_0] + f[x_0, x_1](x - x_0) + f[x_0, x_1, x_2](x - x_0)(x - x_1) + f[x_0, x_1, x_2, x_3](x - x_0)(x - x_1)(x - x_2) \quad (16)$$

Linear Regression

Linear Regression adalah suatu metode yang digunakan untuk memprediksi nilai variabel bebas untuk memperkirakan nilai variabel terikat. Persamaan regresi linier menyatakan hubungan satu variabel bebas dengan satu variabel terikat. Variabel bebas dinotasikan sebagai X , sedangkan variabel terikat dinotasikan sebagai Y . Persamaan regresi linier adalah sebagai berikut,

$$Y = a + bX \quad (17)$$

dengan Y adalah garis regresi, a adalah konstanta (perpotongan dengan sumbu vertikal), b adalah konstanta regresi dan X adalah variabel bebas. Konstanta a dan b dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut ini,

$$a = \frac{(\sum Y_i)(\sum X_i^2) - (\sum X_i)(\sum X_i Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad (18)$$

$$b = \frac{n(\sum X_i Y_i) - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad (19)$$

dengan n adalah jumlah data, X_i adalah data variabel bebas, dan Y_i adalah data variabel terikat (Bradie, 2006), (Maghfiroh & Khusniah, 2024).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data pada Tabel 1, akan ditentukan volume spesifik uap Freon R-12 saat kondisi jenuh v_g pada tekanan $P = 400$ kPa dengan beberapa metode interpolasi. Interpolasi digunakan untuk menghasilkan titik data baru pada rentang sebuah data yang telah diketahui (Lina & Anthony, 2019). Beberapa metode interpolasi yang dilakukan adalah dengan *Neville's Algorithm*, *Newton Form*, dan *Linear Regression*.

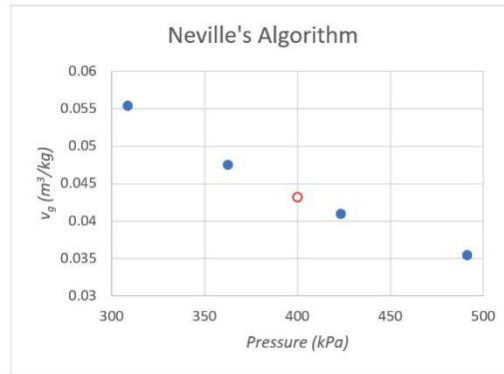
Neville's Algorithm

Berdasarkan data pada Tabel 1, maka pendekatan nilai v_g ketika $T = 400$ kPa adalah sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Neville's Algorithm

$x_0 = 308,6$	$P_0(x) = 0,05539$			
$x_1 = 362,6$	$P_1(x) = 0,04749$	$P_{0,1}(x) = 0,04201$		
$x_2 = 423,3$	$P_2(x) = 0,04091$	$P_{1,2}(x) = 0,04343$	$P_{0,1,2}(x) = 0,04314$	
$x_3 = 491,4$	$P_3(x) = 0,03541$	$P_{2,3}(x) = 0,04279$	$P_{1,2,3}(x) = 0,04325$	$P_{0,1,2,3}(x) = 0,04319$

Tabel 4 menunjukkan nilai interpolasi menggunakan *Neville's Algorithm* dengan empat titik data, dari tabel tersebut dapat diketahui ketika $T = 400$ kPa nilai $v_g = 0,04319$ m³/kg. Grafik berikut menunjukkan interpolasi *Neville's Algorithm*.



Gambar 1. Interpolasi Neville's Algorithm

Newton Form

Berdasarkan data pada Tabel 1, maka pendekatan nilai v_g ketika $T = 400$ kPa dapat ditentukan dari polinomial yang terbentuk dari tabel *divided difference* berikut.

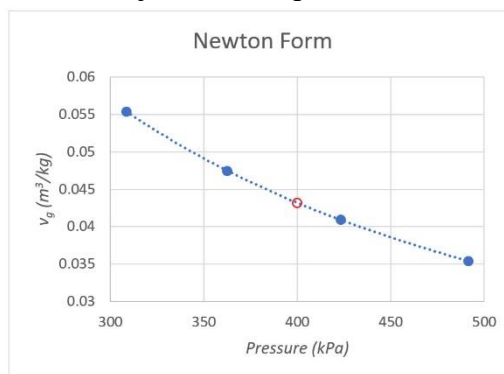
Tabel 5. Tabel Divided Difference

x_0	308,6	$f[x_0]$	0,05539				
				$f[x_0,x_1]$	$-1,4637 \times 10^{-4}$		
x_1	362,6	$f[x_1]$	0,04749		$f[x_0,x_1,x_2]$	$3,323 \times 10^{-7}$	
				$f[x_1,x_2]$	$-1,0825 \times 10^{-4}$	$f[x_0,x_1,x_2,x_3]$	$-6,51 \times 10^{-10}$
x_2	423,3	$f[x_2]$	0,04091		$f[x_1,x_2,x_3]$	$2,122 \times 10^{-7}$	
				$f[x_2,x_3]$	$-8,0778 \times 10^{-5}$		
x_3	491,4	$f[x_3]$	0,03541				

Dari Tabel 5, maka dapat dibentuk polinomial *Newton Form* sesuai persamaan berikut.

$$P_{0,1,2,3}(x) = 0,05539 + (-1,4637 \times 10^{-4})(x - 308,6) + 3,323 \times 10^{-7}(x - 308,6)(x - 362,6) + (-6,51 \times 10^{-10})(x - 308,6)(x - 362,6)(x - 423,3) \tag{20}$$

Berdasarkan Persamaan (20), maka didapatkan nilai v_g ketika $T = 400$ kPa adalah $v_g = 0,04319$ m³/kg. Grafik berikut menunjukkan interpolasi *Newton Form*.



Gambar 2. Interpolasi Newton Form

Linear Regression

Metode *linier regression* digunakan untuk menentukan polinomial linier yang terbentuk berdasarkan data tekanan P dan volume spesifik uap Freon R-12 saat kondisi jenuh v_g pada Tabel 1. Misal variabel bebas X adalah tekanan P dan variabel terikat Y adalah volume

spesifik uap Freon R-12 saat kondisi jenuh v_g maka dapat dibentuk tabel perhitungan untuk *linear regression* berikut.

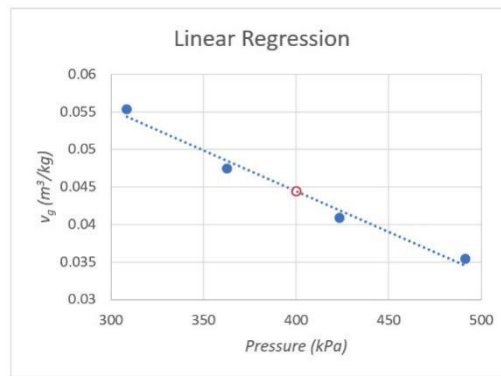
Tabel 6. Perhitungan *Linear Regression*

No.	X	Y	X ²	XY
1.	308,6	0,055389	95233,96	17,09305
2.	362,6	0,047485	131478,76	17,21806
3.	423,3	0,040914	179182,89	17,3189
4.	491,4	0,035413	241473,96	17,40195
Jumlah	1585,9	0,179201	647369,57	69,03195

Dari Tabel 6, Persamaan (18) dan Persamaan (19), maka dapat dibentuk polinomial linier berikut.

$$Y = 0,087789651 + (-0,000108429)X \tag{21}$$

Berdasarkan Persamaan (21), maka didapatkan nilai v_g ketika $T = 400$ kPa adalah $v_g = 0,044418$ m³/kg. Grafik berikut menunjukkan interpolasi *Linear Regression*.



Gambar 3. Interpolasi *Linear Regression*

Hasil Komparasi

Tabel berikut menyatakan perbandingan dari tiga metode yang digunakan dalam menentukan volume spesifik uap Freon R-12 saat kondisi jenuh v_g pada tekanan $P = 400$ kPa.

Tabel 7. Hasil Komparasi

Metode Interpolasi	<i>Neville's Algorithm</i>	<i>Newton Form</i>	<i>Linear Regression</i>
v_g (m ³ /kg)	0,04319	0,04319	0,044418
v (m ³ /kg)	0,042	0,042	0,042
Kondisi	$v_g > v$ (<i>Superheated</i>)	$v_g > v$ (<i>Superheated</i>)	$v_g > v$ (<i>Superheated</i>)

Pada *neville's algorithm* dan *newton form* memberikan hasil yang sama, sedangkan untuk *linear regression* memberikan hasil yang berbeda. Hal ini dikarenakan masing-masing metode mempunyai karakteristik pendekatan interpolasi yang berbeda. Pada *neville's algorithm* pendekatannya langsung pada setiap titik, pada *newton form* pendekatan interpolasinya berupa fungsi polinomial berderajat tiga, sedangkan pada *linear regression* pendekatan interpolasinya berupa fungsi polinomial berderajat satu. Pada penelitian ini, dapat dikatakan interpolasi

neville'a algorithm lebih efisien karena proses perhitungan interpolasi yang singkat dengan hasil yang optimal.

KESIMPULAN

Interpolasi dapat digunakan untuk menentukan data baru dari rentang data yang sudah ada. Terdapat berbagai macam metode interpolasi, beberapa diantaranya adalah *neville's algorithm*, *newton form*, dan *linear regression*. Masing-masing metode tersebut mempunyai karakteristik pendekatan interpolasi yang berbeda. Efektivitas dan keakuratan metode interpolasi bergantung pada kasus yang diterapkan. Pada penelitian ini ketiga metode memberikan kondisi super panas (*superheated state*) pada Freon R-12 di tekanan 400 kPa. Interpolasi *neville's algorithm* dikatakan lebih efisien karena proses perhitungan interpolasi lebih singkat daripada metode interpolasi yang lainnya dengan nilai $v_g = 0,04319 \text{ m}^3/\text{kg}$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Universitas Yudharta Pasuruan dan Politeknik Negeri Malang yang telah memfasilitasi penelitian pada artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bradie, B. (2006), *A Friendly Introduction to Numerical Analysis*, Pearson Education, Inc., Jersey.
- Furqaansyah, Y., Fauziah, Gunaryati, A., Fitri, I. (2022), Perbandingan Metode Interpolasi Newton dan Lagrange dengan Bahasa Pemrograman C++, Jurnal JTIC (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi) 6 No.3.
- Haryanto, Hidayati, B., Sumarna, H., Homzah, O. F., Sari, M.K. (2020), Penerapan Sistem Refrigerasi Pada Alat Pembuat Asap Cair Untuk Pengoptimalan Hasil Produksi, Jurnal Austenit 12 No. 2.
- Hundy, G. F., Trott, A.R., Welch, T.C. (2008) *Refrigeration and Air Conditioning 4th Edition*, Butterworth-Heinemann.
- Islami, R.L., Sihombing, P.R. (2021), Interpolasi Curah Hujan Ekstrem Menggunakan Model *Spatial* Di Provinsi Jawa Barat, Jurnal Aplikasi Statistik 13 No.2.
- Isnanda, Rosa, Y., Adril, E., Feidihal, (2019), Pengaruh Retrofit Refrigeran CFC-12 Dengan HCR-12 Terhadap Kinerja Refrigerator Domestik dan Perawatannya, Jurnal Teknik Mesin 12 No. 2
- Lina, Anthony, K. (2019) Komparasi Metode Interpolasi Untuk Sistem Pengenalan Sel Darah Putih, Journal of Technology Information 5, No.1.
- Maghfiroh, R. E., Khusniah, R. (2024), Statistika Terapan Untuk Teknik Sipil, Polinema Press.
- Mehtre, V.V., Mishra, A. (2009), *Interpolation Techniques in numerical Computation*, IRE Journal 3 No.6.
- Ridwan (2005), Perbandingan Unjuk Kerja Freon R-12 Dan R-134a Terhadap Variasi Beban Pendingin Pada Sistem Refrigerator 75 W, Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin IV, Universitas Udayana, Bali.
- Saksono, P. (2013), Analisa Siklus Ideal Dan Aktual Pada Mobile Air Conditioning Dengan

Menggunakan R-134a Dan Hidrokarbon MC-134, Transmisi 9 No.2.

- Sihombing, S., C., Dahlia, A., (2020), Interpolasi Polinom Newton untuk Mengestimasi Fungsi Polinomial dari Suatu Benda Putar, Jupiter: Jurnal Penelitian Fisika dan Terapannya 1, No. 2.
- Thera, D., Sitorus, S. H., Midyanti, D., M. (2020), Penerapan Metode Interpolasi Linear Dan Histogram Equalization Untuk Perbesaran Dan Perbaikan Citra, Coding : Jurnal Komputer dan Aplikasi 8 No. 1
- Zhang, Y., Yang, W., Huang, Z., Liu, D., Simpson, I. J., Blake, D. R., George, C., Wang, X., (2017), Leakage Rates of the Refrigerants CFC-12, HCFC-22 and HFC-134a from Operating Mobile Air-Conditioning Systems in Guangzhou, China: Tests inside a Busy Urban Tunnel under Hot and Humid Weather Conditions, Environmental Science and Technology Letter.
- Zhou, M., Vogouroux, C., Langerock, B., Wang, P., Dutton, G., Hermans, C., Kumps, N., Metzger, J.M., Toon, G., Maziere, M. D., (2016), CFC-11, CFC-12 and HCFC-22 ground-based remote sensing FTIR measurements at Reunion 1 Island and comparisons with MIPAS/ENVISAT data, Atmospheric Measurement Technique.