

Aplikasi Metode Numerik: Interpolasi Newton untuk Data Tegangan dan Arus pada Resistor

Raddief Ezra Satrio Andaru
2306250693

Teknik Komputer
Universitas Indonesia

Muhammad Rafli
2306250730

Teknik Komputer
Universitas Indonesia

Muhammad Hilmi Al Muttaqi
2306267082

Teknik Komputer
Universitas Indonesia

Adhikananda Wira Januar
2306267113

Teknik Komputer
Universitas Indonesia

Abstract—Metode numerik interpolasi merupakan teknik penting dalam analisis data eksperimen dan pemodelan hubungan antar variabel yang tidak dapat dijelaskan dengan rumus analitik sederhana. Dalam laporan ini, metode interpolasi Newton diaplikasikan untuk memodelkan hubungan antara tegangan dan arus pada sebuah resistor non-ideal yang menunjukkan perilaku nonlinear. Data eksperimen diskrit digunakan untuk membentuk polinomial interpolasi Newton yang dapat mengaproksimasi nilai tegangan pada arus yang tidak terukur secara langsung. Dengan menggunakan beda hingga terbagi sebagai dasar perhitungan koefisien polinomial, metode ini menawarkan kemudahan dan efisiensi dalam pengembangan model yang akurat. Hasil perhitungan dan evaluasi polinomial menunjukkan interpolasi Newton mampu memberikan estimasi tegangan pada arus $i = 0.10$ dengan nilai sekitar 2.32 Volt, yang merefleksikan pola hubungan nonlinear pada resistor tersebut. Studi ini menegaskan bahwa interpolasi Newton adalah alat numerik yang efektif dan praktis untuk pemodelan data eksperimen dalam teknik elektro dan bidang terkait.

I. PENDAHULUAN

Dalam bidang teknik elektro dan fisika, pemahaman hubungan antara besaran listrik seperti tegangan dan arus sangat fundamental. Hukum Ohm yang menyatakan hubungan linier antara tegangan dan arus pada resistor ideal sering menjadi dasar teori dan aplikasi praktis. Namun, dalam kondisi nyata, banyak resistor yang tidak mengikuti hukum ini secara ketat karena efek material, temperatur, atau karakteristik komponen yang kompleks sehingga menghasilkan hubungan nonlinear.

Untuk dapat menganalisis dan memprediksi perilaku resistor non-ideal tersebut, diperlukan pendekatan matematis yang mampu memodelkan data hasil pengukuran secara akurat. Metode numerik menjadi alternatif yang efektif dalam hal ini, karena dapat menghasilkan fungsi aproksimasi dari data diskrit tanpa harus bergantung pada rumus eksplisit. Salah satu metode numerik yang populer untuk interpolasi adalah metode Newton, yang menggunakan beda hingga terbagi untuk membentuk polinomial interpolasi yang melewati semua titik data eksperimen.

Laporan ini membahas aplikasi metode interpolasi Newton dalam menganalisis data tegangan dan arus pada resistor non-ideal. Tujuannya adalah membentuk model polinomial yang dapat digunakan untuk memperkirakan nilai tegangan pada arus-arus yang tidak terukur secara langsung, khususnya pada $i = 0.10$. Melalui perhitungan beda hingga terbagi dan evaluasi polinomial, diharapkan diperoleh model matematis

yang efektif dan praktis sebagai alat bantu dalam analisis karakteristik resistor yang tidak linier.

II. STUDI LITERATUR

Interpolasi merupakan teknik numerik yang digunakan untuk memperkirakan nilai fungsi pada titik yang tidak diketahui berdasarkan nilai fungsi pada titik yang diketahui. Metode interpolasi Newton sangat populer karena kemudahan dalam menghitung koefisien polinomial menggunakan beda hingga terbagi (divided differences) dan fleksibilitasnya dalam penambahan titik data baru tanpa menyusun ulang seluruh polinomial.

Beda hingga terbagi memungkinkan pembentukan polinomial interpolasi yang akurat untuk data dengan jarak titik yang tidak seragam. Metode ini banyak digunakan dalam berbagai bidang teknik dan sains untuk memodelkan hubungan nonlinear antar variabel, seperti pengolahan data eksperimen.

Dalam pemodelan hubungan tegangan dan arus pada resistor non-ideal, interpolasi Newton dapat menghasilkan fungsi aproksimasi yang merefleksikan karakteristik nonlinear komponen tersebut. Meski demikian, pemilihan orde polinomial harus diperhatikan agar menghindari osilasi berlebih (fenomena Runge) dan memastikan model yang stabil serta representatif.

Metode ini terbukti efektif dan mudah diimplementasikan, sehingga cocok untuk analisis data eksperimen yang kompleks seperti yang dilakukan dalam studi ini.

III. PENJELASAN DATA YANG DIGUNAKAN

Data yang digunakan adalah hasil pengukuran tegangan V terhadap arus i pada resistor, sebagai berikut:

TABLE I: Data Tegangan terhadap Arus Resistor

i	-2	-1	-0.5	0.5	1	2
V	-637	-96.5	-20.5	20.5	96.5	637

Data menunjukkan hubungan kurvilinear yang menyimpang dari hukum Ohm linier.

IV. PENJELASAN METODE YANG DIGUNAKAN

Metode interpolasi Newton digunakan untuk membentuk polinomial aproksimasi $P_n(x)$ yang melewati semua titik

data. Koefisien polinomial dihitung menggunakan beda hingga terbagi (divided differences) berdasarkan rumus:

$$f[x_i, x_{i+1}] = \frac{f[x_{i+1}] - f[x_i]}{x_{i+1} - x_i}$$

dan seterusnya hingga orde polinomial yang diperlukan.

V. PERHITUNGAN LENGKAP DAN TABEL BEDA HINGGA TERBAGI

Tabel berikut menunjukkan perhitungan beda hingga terbagi dari data:

TABLE II: Tabel Beda Hingga Terbagi

x_i	$f[x_i]$	$f[x_i, x_{i+1}]$	$f[x_i, x_{i+1}, x_{i+2}]$	$f[x_i, x_{i+1}, x_{i+2}, x_{i+3}]$	$f[x_i, \dots, x_{i+4}]$	$f[x_i, \dots, x_{i+5}]$
-2	-637	540.5	-259	74	0	0
-1	-96.5	152	-74	74	0	
-0.5	-20.5	41	74			
0.5	20.5	152				
1	96.5	540.5				
2	637					

Berikut rincian perhitungan beda hingga terbagi:

$$\begin{aligned} f[x_0] &= f(-2) = -637 \\ f[x_0, x_1] &= \frac{f(-1) - f(-2)}{-1 - (-2)} = \frac{-96.5 - (-637)}{1} = 540.5 \\ f[x_1, x_2] &= \frac{f(-0.5) - f(-1)}{-0.5 - (-1)} = \frac{-20.5 - (-96.5)}{0.5} = 152 \\ f[x_2, x_3] &= \frac{f(0.5) - f(-0.5)}{0.5 - (-0.5)} = \frac{20.5 - (-20.5)}{1} = 41 \\ f[x_3, x_4] &= \frac{f(1) - f(0.5)}{1 - 0.5} = \frac{96.5 - 20.5}{0.5} = 152 \\ f[x_4, x_5] &= \frac{f(2) - f(1)}{2 - 1} = \frac{637 - 96.5}{1} = 540.5 \end{aligned}$$

Beda hingga kedua (orde 2):

$$\begin{aligned} f[x_0, x_1, x_2] &= \frac{152 - 540.5}{-0.5 - (-2)} = \frac{-388.5}{1.5} = -259 \\ f[x_1, x_2, x_3] &= \frac{41 - 152}{0.5 - (-1)} = \frac{-111}{1.5} = -74 \\ f[x_2, x_3, x_4] &= \frac{152 - 41}{1 - (-0.5)} = \frac{111}{1.5} = 74 \\ f[x_3, x_4, x_5] &= \frac{540.5 - 152}{2 - 0.5} = \frac{388.5}{1.5} = 259 \end{aligned}$$

Beda hingga ketiga (orde 3):

$$\begin{aligned} f[x_0, x_1, x_2, x_3] &= \frac{-74 - (-259)}{0.5 - (-2)} = \frac{185}{2.5} = 74 \\ f[x_1, x_2, x_3, x_4] &= \frac{74 - (-74)}{1 - (-1)} = \frac{148}{2} = 74 \\ f[x_2, x_3, x_4, x_5] &= \frac{259 - 74}{2 - (-0.5)} = \frac{185}{2.5} = 74 \end{aligned}$$

Beda hingga keempat (orde 4):

$$\begin{aligned} f[x_0, \dots, x_4] &= \frac{74 - 74}{1 - (-2)} = 0 \\ f[x_1, \dots, x_5] &= \frac{74 - 74}{2 - (-1)} = 0 \end{aligned}$$

Beda hingga kelima (orde 5):

$$f[x_0, \dots, x_5] = \frac{0 - 0}{2 - (-2)} = 0$$

VI. PEMBENTUKAN POLINOMIAL DAN EVALUASI

Polinomial interpolasi Newton berdasarkan beda hingga adalah:

$$\begin{aligned} P_5(x) &= f[x_0] + f[x_0, x_1](x - x_0) + f[x_0, x_1, x_2](x - x_0)(x - x_1) \\ &\quad + f[x_0, x_1, x_2, x_3](x - x_0)(x - x_1)(x - x_2) + \dots \end{aligned}$$

Dengan titik data:

$$x_0 = -2, \quad x_1 = -1, \quad x_2 = -0.5, \quad x_3 = 0.5, \quad x_4 = 1, \quad x_5 = 2,$$

maka faktor-faktor $(x - x_i)$ pada polinomial menjadi:

$$(x - x_0) = (x + 2), \quad (x - x_1) = (x + 1), \quad (x - x_2) = (x + 0.5), \dots$$

Sehingga polinomial orde 3 yang efektif adalah:

$$P_3(x) = -637 + 540.5(x + 2) - 259(x + 2)(x + 1) + 74(x + 2)(x + 1)(x + 0.5)$$

Untuk menghitung nilai tegangan pada $x = 0.10$ (yaitu arus $i = 0.10$), substitusikan:

$$\begin{aligned} (x + 2) &= 0.10 + 2 = 2.10 \\ (x + 1) &= 0.10 + 1 = 1.10 \\ (x + 0.5) &= 0.10 + 0.5 = 0.60 \end{aligned}$$

Kemudian hitung:

$$\begin{aligned} P_3(0.10) &= -637 + 540.5 \times 2.10 - 259 \times 2.10 \times 1.10 \\ &\quad + 74 \times 2.10 \times 1.10 \times 0.60 \\ &= -637 + 1135.05 - 598.29 + 102.56 = 2.32 \end{aligned}$$

Nilai tegangan pada arus $i = 0.10$ diperkirakan sebesar **2.32**.

VII. KESIMPULAN

Interpolasi Newton berhasil digunakan untuk memodelkan hubungan tegangan-arus nonlinier pada resistor. Polinomial interpolasi orde 3 memberikan aproksimasi yang baik dan memungkinkan prediksi nilai tegangan pada arus yang tidak tersedia secara eksperimen. Metode ini sangat berguna dalam analisis data eksperimen yang tidak mengikuti hubungan linier klasik.