

Penerapan Interpolasi Spline Kubik Alami dalam Estimasi Data Time Series: Studi Kasus Jumlah Siswa di MA VIP IQ NU Keterampilan Banyumas

Meilani Nur Aisyah^{✉1}, Ambar Winarni², Nur'aini Muhassanah³

Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Nahdlatul Ulama, Purwokerto

email: meilaninuraisyah04@gmail.com¹, ambarwinaarni@gmail.com²,
nuraini.muhasanah8790@gmail.com³

Received 03 Feb 2025, Accepted 05 Okt 2025, Published 31 Maret 2026

Abstrak

Prediksi jumlah siswa merupakan komponen penting dalam perencanaan dan pengambilan keputusan di lingkungan pendidikan, khususnya dalam aspek alokasi sumber daya, penyusunan jadwal, dan perumusan kebijakan akademik. Untuk mendukung kebutuhan tersebut, penelitian ini bertujuan memprediksi jumlah siswa di MA VIP IQ NU Keterampilan Banyumas menggunakan metode interpolasi spline kubik. Metode ini dipilih karena kemampuannya dalam melakukan pendekatan terhadap data secara halus dan akurat. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder berupa jumlah siswa dari Semester Gasal Tahun Ajaran 2021/2022 hingga Semester Gasal Tahun Ajaran 2024/2025. Dalam proses analisis, metode spline kubik diterapkan untuk membentuk model prediktif dalam bentuk persamaan $f_5(x) = 62 - 36,32(x - 6) - 28,99(x - 6)^2 + 9,66(x - 6)^3$, yang mampu menggambarkan tren pertumbuhan jumlah siswa secara lebih presisi. Fokus utama penelitian ini adalah memprediksi jumlah siswa pada semester kedelapan serta menghitung tingkat galat dari hasil prediksi tersebut. Hasil prediksi menunjukkan bahwa jumlah siswa pada semester kedelapan diperkirakan sebanyak 50 orang, dengan tingkat galat sebesar 4%. Meskipun evaluasi dilakukan pada satu titik waktu tertentu, model yang dihasilkan bersifat umum dan dapat diaplikasikan pada periode lainnya. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode spline kubik dapat digunakan sebagai pendekatan yang relevan dan potensial dalam pemodelan data Pendidikan. Dengan penerapan yang lebih luas dan pengujian berkelanjutan, metode ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam perencanaan strategis berbasis data di lingkungan pendidikan.

Kata Kunci: interpolasi; spline kubik; galat; data jumlah siswa.

Abstract

Student number prediction is an important component in planning and decision making in educational environments, especially in terms of resource allocation, scheduling, and academic policy formulation. To support these needs, this study aims to predict the number of student MA VIP IQ NU Keterampilan Banyumas using the cubic spline interpolation method. This method was chosen because of its ability to approach data smoothly and accurately. The data used in this study are secondary data in the form of the number of student from the od Semester of the 2021/2022 Academic Tear to the od Semester of the 2024/2025 Academic Year. In the analysis process, the ecubic spline method was applied to form a predictive model in the form of the equation

$f_5(x) = 62 - 36,32(x - 6) - 28,99(x - 6)^2 + 9,66(x - 6)^3$, which is able to describe the growth trend in the number of students more precisely. The main focus of this study is to predict the number of students in the eighth semester and calculate the error rate of the prediction results. The prediction results show that the eighth Semester is estimated to be 50 people, with an error rate of 4%. Although the evaluation was carried out at a certain point in time, the resulting model is general and can be applied to other periods. This study shows that the cubic spline method can be used as a relevant and potential approach in modelling educational data. With wider application and continuous testing, this method can make a significant contribution to data based strategic planning in the educational environment.

Keywords: interpolation; cubic spline; error; student enrollment.

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan suatu proses yang berlangsung secara sistematis dengan tujuan utama mengembangkan berbagai aspek potensi individu, mulai dari kemampuan intelektual, emosi, hingga spiritual. Dalam pelaksanaannya, pendidikan tidak hanya berperan sebagai sarana transfer pengetahuan, melainkan juga sebagai wadah pembentukan karakter, penanaman nilai-nilai moral, serta pengembangan kecakapan hidup yang relevan dengan tantangan zaman [1]. Di antara lembaga yang menerapkan pendekatan menyeluruh tersebut adalah Madrasah Aliyah (MA) VIP IQ NU Keterampilan Banyumas. Madrasah ini memadukan kurikulum nasional dengan pendidikan berbasis nilai-nilai keislaman dan pelatihan keterampilan, serta didukung oleh lingkungan pondok pesantren yang kondusif untuk pertumbuhan spiritual, etika, dan kompetensi praktis siswa [2].

Dalam beberapa periode terakhir, MA VIP IQ NU Keterampilan Banyumas menghadapi situasi yang cukup menantang, yakni jumlah peserta didik dari semester ke semester tidak konsisten. Pada waktu tertentu, terjadi peningkatan signifikan jumlah pendaftar, namun di waktu lain mengalami penurunan tajam. Dinamika ini menimbulkan konsekuensi dalam berbagai aspek pengelolaan madrasah, seperti perencanaan sarana dan pembelajaran, penyesuaian sumber daya manusia, perancangan program unggulan, serta pengaturan alokasi anggaran [3]. Kondisi tersebut menuntut adanya pendekatan berbasis data untuk melakukan estimasi jumlah siswa pada semester mendatang, sehingga pengambilan keputusan dan perencanaan operasional dapat berjalan secara lebih efektif dan efisien [4].

Salah satu teknik yang relevan untuk mendukung estimasi berbasis data adalah interpolasi numerik, khususnya metode spline kubik. Metode ini membagi data ke dalam interval-interval tertentu dan membentuk fungsi polinomial derajat tiga yang saling terhubung dengan mulus. Keunggulan utama dari spline kubik terletak pada kestabilan interpolasinya, yang meminimalkan osilasi berlebihan sebagaimana yang kerap terjadi pada interpolasi polinomial orde tinggi [5]. Metode ini telah terbukti efektif dalam sejumlah studi terdahulu yang berkaitan dengan prediksi data dan peramalan tren. Sebagai contoh, menerapkan spline kubik untuk memodelkan hasil panen musiman dan memperoleh tingkat akurasi yang tinggi [6]. Penelitian oleh [7] menunjukkan bahwa metode ini mampu memproyeksikan tren penjualan secara tepat di sektor ritel. Selain itu, [8]

memanfaatkan interpolasi spline kubik dalam estimasi pertumbuhan populasi dan mendapatkan hasil yang mendekati data aktual. Bukti-bukti empiris tersebut memperkuat relevansi penggunaan metode ini dalam konteks yang lebih luas, termasuk dalam perencanaan pendidikan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, kajian ini difokuskan pada penggunaan metode interpolasi spline kubik sebagai sarana estimatif dalam memprediksi jumlah siswa MA VIP IQ NU Keterampilan Banyumas. Penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan manfaat praktis bagi pengelolaan madrasah, tetapi juga memperluas pemahaman tentang aplikasi metode numerik dalam manajemen pendidikan yang berbasis data.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode studi kasus terhadap data jumlah siswa di MA VIP IQ NU Keterampilan Banyumas. Data yang digunakan bersifat sekunder, diperoleh dari operator madrasah, berupa rekap jumlah siswa dari Semester Gasal Tahun Ajaran 2021/2022 hingga Semester Gasal Tahun Ajaran 2024/2025. Data tersebut terdiri atas tujuh titik data semester, yang masing-masing mewakili jumlah siswa aktif pada awal semester. Data ini menjadi dasar dalam membangun model estimasi jumlah siswa pada semester ke-8 menggunakan interpolasi spline kubik.

Metode interpolasi spline kubik dipilih karena memiliki kemampuan menghasilkan kurva interpolasi yang halus dan stabil, terutama ketika digunakan untuk memodelkan data dalam jumlah sedang yang mengalami fluktuasi [5]. Tujuan dari spline kubik adalah untuk mencapai keseimbangan antara ketepatan pencocokan data dan kelancaran kurva yang dihasilkan [9].

Sistem Persamaan Linear

Persamaan linear merupakan garis yang menghubungkan titik-titik potong pada bidang kartesius (x, y) , yang dapat dinyatakan secara aljabar melalui suatu titik persamaan berbentuk tertentu [10]. Secara lebih umum, maka dapat didefinisikan dalam bentuk persamaan linear dalam n variabel $x_1, x_2, \dots, x_{1-n}$ sebagai sebuah persamaan yang dapat dinyatakan dalam bentuk [11]:

$$a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n = b \quad (1)$$

dengan $a_1, a_2, \dots, a_n$ dan b adalah bilangan-bilangan real.

Metode eliminasi Gauss-Jordan merupakan teknik untuk memanipulasi elemen-elemen dalam sebuah matriks agar menjadi bentuk yang lebih sederhana [10]. Ini merupakan salah satu cara untuk menyelesaikan sistem persamaan linear dengan pendekatan matriks. Langkah-langkahnya dimulai dengan mengubah sistem persamaan linear menjadi matriks teraugmentasi, selanjutnya, dilakukan operasi baris elementer hingga diperoleh bentuk eselon baris. Setelah itu, dilakukan substitusi mundur untuk menentukan nilai masing-masing variabel. Metode ini didasarkan pada prinsip bahwa jika matriks A pada Persamaan (2) dapat diubah menjadi segitiga atas melalui operasi baris elementer, maka sistem persamaan dapat diselesaikan dengan lebih mudah, seperti sistem persamaan berikut:

$$Ax = b \quad (2)$$

dengan,

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_n & a_n & a_n & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}, \mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \dots \\ x_n \end{bmatrix}, \mathbf{b} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ \dots \\ b_n \end{bmatrix}.$$

Interpolasi Spline Kubik

Metode interpolasi spline kubik merupakan pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan nilai-nilai fungsi pada titik-titik x yang terletak di antara dua titik x_n dan x_{i+1} untuk $i = 1, 2, 3, \dots, n$ dengan asumsi bahwa fungsi interpolasi yang digunakan berbentuk polinomial derajat tiga. Metode ini merupakan salah satu bentuk spline yang paling umum digunakan dalam bidang teknik. Pada metode ini, setiap pasangan titik data dihubungkan menggunakan potongan fungsi kubik yang memastikan kesinambungan hingga turunan kedua [12][13]. Keunggulan utamanya dibandingkan pendekatan polinomial biasa adalah kemampuannya menghasilkan transisi yang halus tanpa sudut tajam pada titik sambung. Oleh karena itu, spline kubik sering dimanfaatkan dalam aplikasi desain dan manufaktur berbantuan komputer (CAD/CAM) untuk menciptakan permukaan yang mulus secara visual maupun geometris. Fungsi spline dibentuk dari titik-titik simpul yang menjadi dasar pembentukan kontur atau bentuk objek yang dirancang.

Misalkan $\{(x_i, f_i): i = 0, \dots, n\}$ adalah n simpul berbeda dengan $x_0 < x_1 < \dots < x_n$. Fungsi $f(x)$ yaitu interpolasi spline kubik jika ada n polinomial kubik $f_i(x)$ dengan koefisien a_i, b_i, c_i , dan d_i yang memenuhi [14]:

$$f_i(x) = a_i + b_i(x - x_i) + c_i(x - x_i)^2 + d_i(x - x_i)^3 \quad (3)$$

dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Jika diketahui data sebanyak n , maka akan terbentuk $n - 1$ interval, yang masing-masing memerlukan 4 variabel untuk dicari, sehingga total terdapat $4(n - 1)$ variabel. Agar sistem memiliki satu solusi unik, maka diperlukan pula $4(n - 1)$ persamaan. Tujuan utamanya adalah membentuk fungsi yang dapat melewati setiap titik data dengan turunan pertama yang kontinu. Sebagai tambahan, metode ini juga menjamin kekontinuan turunan kedua disetiap titik. Kondisi tambahan yang biasanya diterapkan adalah mengasumsikan bahwa turunan kedua pada titik awal dan akhir bernilai nol. Kondisi ini dikenal sebagai natural spline. Nilai koefisien a_i, b_i, c_i , dan d_i dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$ yang memenuhi dapat ditentukan dengan langkah-langkah sebagai berikut[15]:

- Koefisien a_i didapatkan dengan menggunakan persamaan berikut

$$a_i = f_i \quad (4)$$
 dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$.
- Menentukan koefisien c_i dengan menggunakan persamaan sebagai berikut ini dengan metode Gauss Jordan

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ h_1 & 2(h_1 + h_2) & h_2 & \cdots & 0 & 0 \\ & \ddots & \ddots & \ddots & & \\ & & \ddots & h_{n-2} & 2(h_{n-2} + h_{n-1}) & h_{n-1} \\ & & & & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_{n-1} \\ c_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 3(f[x_3, x_2] - f[x_2, x_1]) \\ \vdots \\ 3(f[x_n, x_{n-1}] - f[x_{n-1}, x_{n-2}]) \\ 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

- Menentukan koefisien b_i dan d_i menggunakan persamaan berikut ini

$$b_i = \frac{f_{i+1} - f_i}{h_i} - \frac{h_i}{3} (2c_i + c_{i+1}) \quad (6)$$

$$d_i = \frac{c_{i+1} - c_i}{3h_i} \quad (7)$$

dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$

- Setelah diperoleh nilai koefisien dari a, b, c , dan d . Maka substitusikan ke Persamaan 3

Galat

Dalam perhitungan galat numerik, yaitu dengan cara menghitung nilai mutlak dari selisih nilai eksak dan nilai hampiran, maka diperoleh persamaan sebagai berikut

$$\varepsilon_i = |\text{nilai eksak} - \text{nilai hampiran}|$$

(8)

dengan $i = 1, 2, \dots, n$, nilai galat saat proses sudah sampai ke iterasi ke- i atau saat memakai jumlah data i atau pada titik i tertentu dalam pendekatan numerik. Nilai persentase galat dapat diperoleh menggunakan persamaan berikut:

$$\% \varepsilon_i = \frac{\varepsilon_i}{\text{nilai eksak}} \times 100\% \quad (9)$$

dengan $i = 1, 2, \dots, n$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode interpolasi spline kubik digunakan sebagai salah satu pendekatan untuk memodelkan pola data frekuensi dalam suatu himpunan data diskrit jumlah siswa MA VIP IQ NU Keterampilan Banyumas. Pada penelitian ini, interpolasi diterapkan terhadap pasangan data x_i dan f_i , dimana x_i merempresentasikan titik ke- i (semester ke- i) dan f_i dengan $1, 2, 3, \dots, n$ menunjukkan frekuensi atau jumlah siswa pada semester terkait. Selanjutnya, metode interpolasi spline kubik ini digunakan untuk mengestimasi jumlah siswa pada semester ke-8 berdasarkan dari data sebelumnya yaitu 7 titik ($n = 7$). Pada data pada Tabel 1, digunakan tujuh titik data yang diperoleh dari pasang (x_i, f_i) yaitu yang terdiri 7 titik data yang ditulis menjadi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} f_1 &= 37 \\ f_2 &= 36 \\ f_3 &= 60 \\ f_4 &= 58 \\ f_5 &= 48 \\ f_6 &= 62 \\ f_7 &= 45 \end{aligned}$$

Tabel 1. Jumlah Siswa MA VIP IQ NU Keterampilan Banyumas

Tahun Ajaran	Semester	i	x_i	Jumlah siswa $f(x_i)$
2021/2022	Gasal	1	1	37
	Genap	2	2	36
2022/2023	Gasal	3	3	60
	Genap	4	4	58
2023/2024	Gasal	5	5	48
	Genap	6	6	62
2024/2025	Gasal	7	7	45

Titik tersebut mewakili nilai-nilai fungsi pada titik x_i tertentu dengan selisih antar titik yang seragam. Oleh karena itu, nilai koefisien $a_5 = f_5 = 62$ dan dapat ditentukan nilai koefisien interval antar simpul didefinisikan dengan Persamaan (5), sehingga diperoleh:

$$h_0 = h_1 = h_2 = h_3 = h_4 = h_5 = h_6 = 1$$

Dengan demikian, terdapat tujuh persamaan dengan tujuh variabel, ketujuh persamaan tersebut diubah ke dalam Persamaan(2) dan (5) maka diperoleh:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 4 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 4 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 4 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 4 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 4 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \\ c_4 \\ c_5 \\ c_6 \\ c_7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 75 \\ -78 \\ -24 \\ 72 \\ -93 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Solusi dari sistem persamaan linier di atas dapat diselesaikan dengan Metode Gauss Jordan sehingga diperoleh nilai c_i , yaitu

$$\begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \\ c_4 \\ c_5 \\ c_6 \\ c_7 \end{bmatrix} = A^{-1}B$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -0,27 & 0,27 & -0,06 & -0,02 & 0,15 & -0,04 & -0,04 \\ 0,06 & -0,06 & 0,24 & 0,09 & 0,61 & 0,15 & -0,15 \\ -0,02 & 0,02 & -0,06 & 0,24 & 0,09 & -0,02 & 0,02 \\ 0 & 0 & 0,02 & 0,06 & 0,24 & 0,06 & -0,06 \\ 0 & 0 & 0 & 0,02 & -0,02 & 0,27 & -0,27 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0 \\ 75 \\ -78 \\ -24 \\ 72 \\ -93 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 0 \\ 39,59 \\ -83,36 \\ 9,10 \\ 22,97 \\ -28,99 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Maka koefisien c diperoleh:

$$c_1 = 0$$

$$\begin{aligned}c_2 &= 39,59 \\c_3 &= -83,36 \\c_4 &= 9,10 \\c_5 &= 22,97 \\c_6 &= -28,99 \\c_7 &= 0\end{aligned}$$

Selanjutnya dengan Persamaan (6) dan (7), dapat menghitung nilai b_i dan d_i dengan $i = 0, 1, 2, \dots, n - 1$ yaitu:

$$\begin{aligned}b_1 &= 13,19 \\b_2 &= 25,39 \\b_3 &= -54,54 \\b_4 &= -23,72 \\b_5 &= 8,38 \\b_6 &= -36,32\end{aligned}$$

dan

$$\begin{aligned}d_1 &= 13,19 \\d_2 &= -40,98 \\d_3 &= 30,82 \\d_4 &= 4,6 \\d_5 &= -17,32 \\d_6 &= 9,66\end{aligned}$$

Dengan demikian, fungsi $f(x)$ yang merupakan polinomial spline kubik dapat dituliskan sebagai berikut

$$f_5(x) = 62 - 36,32(x - 6) - 28,99(x - 6)^2 + 9,66(x - 6)^3 \quad (10)$$

Estimasi jumlah siswa pada Semester Genap Tahun Ajaran 2024/2025 dapat dihitung menggunakan Persamaan (10) dengan $x = 8$, sehingga diperoleh

$$\begin{aligned}f_6(8) &= 62 - 36,32(8 - 6) - 28,99(8 - 6)^2 + 9,66(8 - 6)^3 \\&= 62 - 36,32(2) - 28,99(2)^2 + 9,66(2)^3 \\&\approx 50\end{aligned}$$

Jadi, estimasi jumlah siswa pada Semester Genap Tahun Ajaran 2024/2025 adalah hampiran 50 siswa.

Galat pada estimasi jumlah siswa pada Semester Genap Tahun Ajaran 2024/2025 dapat diperoleh menggunakan Persamaan (9) dan (10). Berikut ini galat estimasi jumlah siswa pada Semester Genap Tahun Ajaran 2024/2025.

$$\varepsilon_8 = |46 - 50| = 2$$

Berdasarkan nilai eksak dari jumlah siswa Tahun Ajaran 2024/2025 Genap adalah 46, maka persentase galat data ke-8 adalah sebagai berikut:

$$\% \varepsilon_8 = \frac{4}{46} \times 100\% = 4\%$$

Hasil perhitungan menunjukan bahwa metode interpolasi spline kubik memberikan galat estimasi sebesar 4%.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang diperoleh, dapat disimpulkan bawa interpolasi spline kubik dapat digunakan untuk mengestimasi jumlah siswa MA VIP IQ NU Keterampilan Banyumas. Namun, dilihat dari galat yang cukup besar yaitu 4% dapat mengindikasikan bahwa meskipun metode spline kubik efektif untuk interpolasi di antara titik data yang diketahui, kurang akurat apabila digunakan

untuk tujuan ekstrapolasi, terutama pada data yang memiliki pola fluktuatif atau tidak linier secara konsisten.

Penelitian ini masih dapat dikembangkan lagi, namun perlu diperhatikan bahwa metode spline kubik memiliki keterbatasan dalam hal estimasi jangka panjang diluar titik data yang ada. Oleh karena itu, disarankan agar metode ini digunakan pada rentan data yang relatif dekat dan konsisten. Untuk memperoleh hasil prediksi yang lebih akurat dan menyeluruh, metode ini sebaiknya dikombinasikan dengan pendekatan statistik lain seperti regresi linear, analisis deret waktu, atau metode yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Bukit, T. Malusa, and A. Rahmat, "Pengembangan Sumber Daya Manusia," *J. Pendidik. Dasar Islam*, vol. 15, no. 2, pp. 1-23, 2016.
- [2] M. H. Rofiq, Q. Fahmi, M. Rokhman, and N. Khamim, "Pendidikan Karakter di Madrasah Berbasis Pesantren : Analisis Implementasi dan Evaluasi," *Madarrisuna*, vol. 7, pp. 192-203, 2024.
- [3] Sukardi, "Strategi pengelolaan sumber daya di madrasah berbasis komunitas," *J. Ilmu Pendidik.*, vol. 25(3), pp. 215-222, 2019.
- [4] N. R.D, Hastuti S, "Analisis Perencanaan Pendidikan Berbasis Data:studi Kasus Madrasah di pedesaan," *J. Manaj. Pendidik. Islam*, vol. 10(2), pp. 101-110, 2022.
- [5] D. J. Burden, Richard L Faires, *numerical analysis*, 9th ed. USA: Richard Stratton, 2011.
- [6] B. Sari, D. N., & Prasetyo, "Penggunaan metode spline kubik dalam prediksi hasil pertanian musiman," *J. Stat. dan Komputasi*, vol. 4(1), pp. 33-41., 2018.
- [7] S. Anggraeni, M., Fitriani, R., & Wulandari, "Prediksi penjualan produk menggunakan metode interpolasi spline kubik pada perusahaan ritel," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 8(3), pp. 211-218, 2020.
- [8] D. Ridwan, M., & Rahmat, "Estimasi laju pertumbuhan penduduk menggunakan metode interpolasi spline kubik," *J. Mat. dan Apl.*, vol. 19(2), pp. 134-142, 2021.
- [9] N. Wickramasinghe, S. K. Sharma, and J. N. D. Gupta, *Loss Models: From Data to Decisions*. USA: Wiley Series In Probability And Statistics, 2011. doi: 10.4018/978-1-59140-160-5.ch014.
- [10] G. E. Klugman, Stuart A Panjer, Harry H Willmot, *loss models from data to decisions*. USA: John Wiley and Sons,inc, 2019.
- [11] S. Sofiyani and Y. Permanasari, "Penerapan Metode Cubic Spline Interpolation untuk Menentukan Peluang Kematian pada Tabel Mortalita," *J. Ris. Mat.*, pp. 29-36, 2023, doi: 10.29313/jrm.v3i1.1735.
- [12] P. Apriani, *interpolasi natural cubic spline dan terpolasi cubic pline dalam penentuan kebutuhan benang tapis lampung*. Lampung: Universitas Bandar Lampung, 2019.
- [13] C. Lewis D, *Indrustial and business forescasting methods*. London: Butterworth Scientific, 1982.
- [14] C. Imron, Mardlijah, and T. Asfihani, *Metode Numerik*, vol. 1. Surabaya: dMath, 2022.
- [15] R. Munir, *Metode Numerik*. Bandung: Informatika, 2021.