



Smoothing Data Ketinggian Air di Saluran Irigasi Menggunakan Cubic Spline

Anggreni^{a*}, Ahmad Ashril Rizal^b, Siti Agrippina Alodia Yusuf^a

a. Program Studi Sistem dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Mataram, Indonesia.

b. Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Islam Negeri Mataram, Indonesia.

ABSTRACT

The water level data is closely related to the water discharge data in the Pesongoran Kuripan channel in West Nusa Tenggara Province. Daily data is needed by farmers to maintain the quantity of water and the quality of agricultural products. Altitude data is taken daily by irrigation workers, but the data is often available in an incomplete state. This paper aims to correct incomplete data on water level data in irrigation canals using the Cubic Spline Interpolation algorithm. This is due to the nature of the data that depends on the climate (seasonal). Therefore, Cubic Spline can be a solution to incomplete data. The first step, create a set of coordinate points from the primary data. The second step is to create a tridiagonal matrix consisting of a lower triangle matrix, a diagonal matrix and an upper diagonal matrix. The third step is the constant search using Gauss-Jordan elimination. The effectiveness of the Cubic Spline method can be seen from the error of the comparison between the set of coordinate points and the coordinate points of the interpolated results. The smaller the error, the more appropriate the expected result. The results of the study prove the effectiveness of Cubic Spline in missing data.

Keywords: water discharge, irrigation, cubic spline

ABSTRAK

Data ketinggian air berhubungan erat dengan data debit di saluran Pesongoran Kuripan di Provinsi Nusa Tenggara Barat. Data harian sangat dibutuhkan oleh para pelaku pertanian untuk menjaga kuantitas air dan kualitas hasil pertanian. Data ketinggian diambil setiap hari oleh petugas irigasi, namun data seringkali tersedia dalam keadaan tidak lengkap. Tulisan ini bertujuan untuk melakukan perbaikan data yg tidak lengkap pada data ketinggian air di saluran irigasi menggunakan algoritma Interpolasi Cubic Spline. Hal ini disebabkan karena sifat data yang bergantung pada iklim (seasonal). Oleh karena itu, Cubic Spline dapat menjadi solusi terhadap tidak lengkapnya data. Langkah pertama, membuat himpunan titik koordinat dari data primer. Langkah kedua, membuat matrik tridiagonal yang terdiri dari matrik segitiga bawah, matrik diagonal dan matrik diagonal atas. Langkah ketiga, pencarian konstanta dengan menggunakan eliminasi Gauss-Jordan. Efektifitas metode Cubic Spline dapat dilihat dari galat (error) perbandingan antara himpunan titik koordinat dengan titik koordinat hasil interpolasi. Semakin kecil galat maka hasil yang diharapkan semakin sesuai. Hasil penelitian membuktikan keefektifan Cubic Spline dalam mengatasi data hilang.

Keywords: debit air, irigasi, cubic spline

DOI: <https://doi.org/10.35746/jsn.v3i1.711>

* Corresponding author
e-mail: muchalianggreni@gmail.com



1. Pendahuluan

Kanal adalah sebuah saluran buatan yang bertujuan untuk membawa air ke suatu tujuan. Biasanya kanal tersebut berbentuk trapezoid (Gadad, 2017). Terdapat beberapa bentuk saluran irigasi, antara lain trapezoid, segitiga ataupun persegi. Secara umum kanal dapat dikelompokkan menjadi beberapa kategori antara lain kanal berdasarkan sumber mata air yang digunakan, kanal dari sudut pandang finansial, kanal berdasarkan fungsi kegunaan air, dan kanal berdasarkan kapasitas debit air.

Data ketinggian air di saluran irigasi diperlukan untuk menghitung besar debit yang mengalir untuk mengetahui potensi sumberdaya air di suatu daerah aliran sungai (Mahzum dkk., 2015). Mengevaluasi ketersediaan air pada suatu daerah irigasi dibutuhkan sebagai bentuk pengawasan terhadap munculnya limpasan air atau bahkanantisipasi terjadinya kekurangan air. Kebutuhan irigasi dipengaruhi beberapa faktor seperti klimatologi, kondisi tanah, koefisien tanaman, pola tanam, pasokan air yang diberikan, luas daerah irigasi, efisiensi irigasi, penggunaan kembali air drainase untuk irigasi, jadwal tanam dan lain-lain (Triatmodjo, 2010).

Perhitungan besarnya debit air yang mengalir pada saluran sistem *Open Channel* lebih kompleks dibandingkan saluran tertutup (*Close Channel*). Hal ini disebabkan berbagai faktor seperti bahan pembentuk saluran, derajat ketidakteraturan, variasi penampang, besarnya pengaruh penghambat, dan derajat kelokan yang harus diperhitungkan, dan disebut sebagai koefisien manning. Besarnya debit aliran pada sistem open channel akan berdampak langsung pada perubahan level permukaan aliran. Persamaan Chezy akan memudahkan untuk pengukuran debit aliran secara *real time* melalui pengukuran tinggi permukaan aliran.

Pada proses pengumpulan data debit air, ternyata tidak semua hari memiliki catatan debit air. Untuk mendapatkan data debit air yang tidak lengkap tersebut, cara paling sederhana adalah dengan menyusun data debit air ke dalam koordinat kartesius dan disajikan dalam bentuk grafik atau kurva. Penyusunan data tersebut dapat menggunakan beberapa metode seperti menggunakan interpolasi kuadrat dan kubik. Selain itu, dapat juga menggunakan Interpolasi Polinomial, Interpolasi *Hermit*, Interpolasi *Lagrange*, dan Interpolasi *Cubic Spline*.

Interpolasi ini dimanfaatkan dalam berbagai bidang, salah satunya (Hutchinson & de Hoog, 1985) pada artikelnya menjelaskan pemanfaatan *Cubic Spline* untuk mengkontruksi bentuk gigi. Selanjutnya (Bertolazzi dkk., 2020) pada artikelnya menggunakan *Cubic Spline* untuk mengkonstruksi pinggir kiri dan kanan dari suatu jalan. Dalam hal ini, Bertolazzi mengasumsikan bahwa datanya terurut parsial. *Cubic Spline* ini banyak digunakan karena efesien dalam mengontrol derajat kemulusan. (Vrysa Jayanti, 2007) juga telah membandingkan beberapa metode spline, antara lain Linier Spline, Spline Kuadrat, dan Spline Kubic.

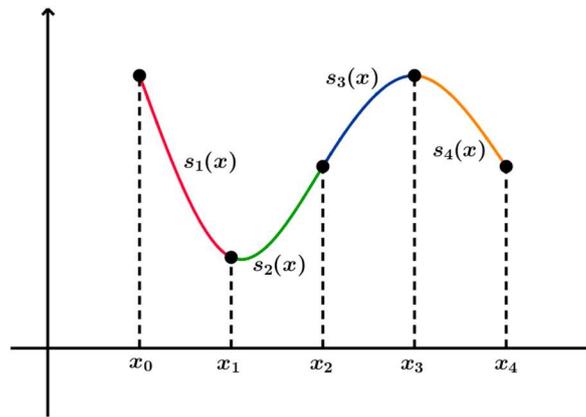
Untuk dapat mengimplementasikan *Cubic Spline*, data debit air dipandang sebagai kumpulan titik koordinat. Karena debit air ini diukur dari ketinggian air dari suatu saluran setiap hari, maka dapat diasumsikan bahwa Tanggal Hari sebagai absis (sumbu x) dan Tinggi Air sebagai ordinat (sumbu y). *Cubic Spline* adalah salah satu metode interpolasi yang menghubungkan dua titik berurutan, dimana fungsi yang terbentuk adalah polynomial berderajat tiga. Sehingga *Cubic Spline* akan berbentuk seperti Persamaan (1).

$$S_i(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d \tag{1}$$

Dimana setiap fungsi terbagi menjadi interval diantara 2 titik. Sehingga untuk memperoleh fungsi *Cubic Spline* dalam himpunan titik koordinat dapat dilengkapi dengan menggunakan ketentuan berikut.

$$S(x) = \begin{cases} S_1(x) & \text{untuk } x_1 \leq x \leq x_2 \\ S_2(x) & \text{untuk } x_2 \leq x \leq x_3 \\ \vdots & \\ S_{n-1}(x) & \text{untuk } x_{n-1} \leq x \leq x_n \end{cases} \tag{1}$$

Sehingga secara umum, fungsi *Cubic Spline* dapat dijelaskan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Kurva Fungsi Cubic Spline

Jumlah fungsi Cubic Spline yang terbentuk sesuai dengan jumlah interval. Berdasarkan kurva pada Gambar 1, maka interval $x_0 \leq x \leq x_1$ memiliki fungsi $s_1(x)$, selanjutnya interval $x_1 \leq x \leq x_2$ memiliki fungsi $s_2(x)$, serta interval $x_2 \leq x \leq x_3$ dan $x_3 \leq x \leq x_4$ berturut-turut memiliki fungsi $s_3(x)$ dan $s_4(x)$. Di mana $s_1(x)$, $s_2(x)$, $s_3(x)$, dan $s_4(x)$ masing-masing adalah polynomial berderajat 3. Oleh karena itu, setiap interval dapat memiliki fungsi yang berbeda. Secara umum, apabila memiliki titik ordinat sejumlah n , yaitu $x_0, x_1, x_2, \dots, x_{n-1}$ maka akan memiliki $n - 1$ interval dan terbentuk fungsi $s(x)$ sebanyak $n - 1$.

Pada Cubic Spline, data hari diasumsikan terurut parsial, yaitu $x_0 < x_1 < \dots < x_{n-1} < x_n$. Dengan *Cubic Spline* dapat dicari data yang tidak lengkap, misal $f_i = f(x_i)$ di mana $i \in [0, n]$. Polynomial kubik yang terbentuk menggunakan metode ini harus melalui titik-titik yang berurutan sehingga kurva dapat melewati semua titik (data) yang diberikan. Hal ini tentunya berlaku syarat bahwa $S(x) = S_i(x)$ terdefinisi pada subinterval $[x_i, x_{i+1}]$ untuk $(i = 0, 1, 2, \dots, n-1)$. $S(x)$, $S'(x)$, dan $S''(x)$ kontinu pada interval $[x_i, x_{i+1}]$. Dan $S''(x_0) = S''(x_n) = 0$.

Mengkonstruksi fungsi Cubic Spline $S(x)$ akan dilakukan menggunakan persamaan linier dengan variabel M_1, M_2, \dots, M_n , sehingga persamaan Cubic Spline menjadi persamaan (2).

$$S(x) = \frac{(x_j - x)^3 M_{j-1} + (x - x_{j-1})^3 M_j}{6(x_j - x_{j-1})} + \frac{(x_j - x)^3 y_{j-1} + (x - x_{j-1})^3 y_j}{x_j - x_{j-1}} - \frac{1}{6}(x_j - x_{j-1})[(x_j - x)M_{j-1} + (x - x_{j-1})M_j] \quad (2)$$

$$M_i = S''(x_i), \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Dimana $S(x)$ adalah fungsi Cubic Spline, M adalah himpunan koefisien m , dan (x_n, y_n) titik-titik yang dilewati oleh fungsi Cubic Spline.

Pencarian terhadap tidak lengkapnya data dapat diselesaikan dengan menggunakan penyelesaian Gauss-Jordan. Dimana himpunan titik koordinat dibentuk menjadi matriks tridiagonal. Hal tersebut dapat dilihat pada persamaan (3).

$$AM = V \quad (3)$$

Persamaan tersebut dimana A adalah Matriks Tridiagonal, M adalah himpunan koefisien m , dan V adalah vektor V . Oleh karena itu, Persamaan (3) disubstitusi menjadi persamaan (4) berikut.

$$\frac{x_j - x_{j-1}}{6} M_{j-1} + \frac{x_{j+1} - x_{j-1}}{3} M_j + \frac{x_{j+1} - x_j}{6} M_{j+1} = \frac{y_{j+1} - y_j}{x_{j+1} - x_j} - \frac{y_j - y_{j-1}}{x_j - x_{j-1}} \quad (4)$$

Penyelesaian dengan menggunakan Matriks Tridiagonal secara lebih rinci dapat dilihat pada matriks berikut. Pada operasi matriks tersebut terlihat matriks A terbagi menjadi 3 bagian diagonal matrik yaitu diagonal atas, diagonal utama dan diagonal bawah.

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ (x_2 - x_1)/6 & (x_3 - x_1)/3 & (x_3 - x_2)/6 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & (x_3 - x_2)/6 & (x_4 - x_2)/3 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & (x_{n-1} - x_{n-3})/3 & (x_{n-1} - x_{n-2})/6 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & (x_{n-1} - x_{n-2})/6 & (x_n - x_{n-2})/3 & (x_n - x_{n-1})/6 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} M_1 \\ M_2 \\ M_3 \\ \vdots \\ M_{n-2} \\ M_{n-1} \\ M_n \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{y_3 - y_2}{x_3 - x_2} - \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \\ \frac{y_4 - y_3}{x_4 - x_3} - \frac{y_3 - y_2}{x_3 - x_2} \\ \vdots \\ \frac{y_{n-1} - y_{n-2}}{x_{n-1} - x_{n-2}} - \frac{y_{n-2} - y_{n-3}}{x_{n-2} - x_{n-3}} \\ \frac{y_n - y_{n-1}}{x_n - x_{n-1}} - \frac{y_{n-1} - y_{n-2}}{x_{n-1} - x_{n-2}} \\ 0 \end{bmatrix}$$

Dengan asumsi tersebut maka persamaan (4) dapat diuraikan menjadi persamaan berikut.

$$A = LDU \tag{5}$$

$$L_j = \frac{x_j - x_{j-1}}{6} \tag{6}$$

$$D_j = \frac{x_{j+1} - x_{j-1}}{3} \tag{7}$$

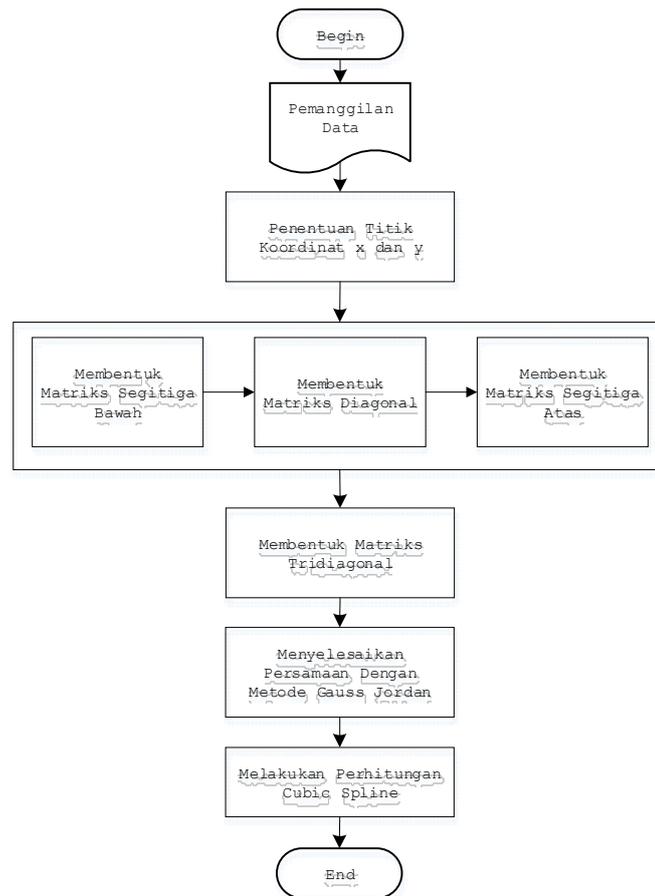
$$U_j = \frac{x_{j+1} - x_j}{6} \tag{8}$$

$$V_j = \frac{y_{j+1} - y_j}{x_{j+1} - x_j} - \frac{y_j - y_{j-1}}{x_j - x_{j-1}} \tag{9}$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

2. Metodologi

Secara umum tahapan penelitian ini adalah pertama mengambil data debit air. Selanjutnya debit air dipandang sebagai himpunan titik koordinat. Dari koordinat kartesius ini akan dibentuk matriks tridiagonal dengan 3 tahap, yaitu pembentukan matriks segitiga bawah, segitiga atas, dan matriks diagonal. Setelah itu, dibentuk matriks system persamaan linier dengan variable M_i dengan $j = 1, 2, \dots, n$ dan diselesaikan menggunakan Gauss-Jordan. Dan terakhir adalah pembentukan fungsi *Cubic Spline*. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Metodologi Penelitian

2.1. Penghimpunan data debit air sungai

Data primer didapatkan dari Saluran Irigasi Pesongoran Kuripan, Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat. Format data primer dapat ditampilkan seperti Tabel berikut.

Tabel 1. Tabel Sampel Data Primer Bulan Januari

Periode	Debit (Q)	Tinggi Air (H)	Q/ltr	H/cm	Q/hr	H/m	Lahan 1				
							m2	Tanaman	Usia	Etc_mm	Etc_m
01 Jan 2006	161	25	161	25	13910,4	0,25	100000	Padi NEDECO Unggul	1	1,20	15120
02 Jan 2006	161	25	161	25	13910,4	0,25	100001	Padi NEDECO Unggul	2	1,20	15120,1512
03 Jan 2006	161	25	161	25	13910,4	0,25	100002	Padi NEDECO Unggul	3	1,20	15120,3024

Data primer yang diperoleh dari Pesongoran Kuripan masih tidak lengkap. Ada beberapa tanggal yang tidak memiliki data, sehingga penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki data yang tidak lengkap tersebut.

2.2. Menentukan himpunan titik koordinat.

Data debit air yang didapatkan dari lapangan selanjutnya di proses. Untuk perbaikan data yang tidak lengkap, data primer kemudian dikelompokkan menjadi Urutan Hari dan Ketinggian Air. Dengan asumsi bahwa Urutan Hari sebagai absis (sumbu x) dan Tinggi Air sebagai ordinat (sumbu y), maka data tersebut diumpamakan sebagai titik koordinat (x, y) .

2.3. Menghitung elemen diagonal atas (U_j) dari matriks tridiagonal

Penyelesaian dengan menggunakan Gauss-Jordan mengharuskan himpunan titik koordinat dibentuk ke dalam format matriks tridiagonal. Hal ini menciptakan 3 elemen diagonal matriks, termasuk elemen diagonal atas (U_j) berikut. Elemen ini dapat diselesaikan dengan menggunakan rumus.

$$U_j = \frac{x_{j+1} - x_j}{6}$$

$$U_2 = 0.$$

2.4. Menghitung elemen diagonal bawah (L_j) dari matriks tridiagonal

Elemen diagonal bawah adalah elemen yang termasuk dari 3 elemen matriks tridiagonal. Elemen ini dapat diperoleh dengan menggunakan rumus berikut.

$$L_j = \frac{x_j - x_{j-1}}{6}$$

$$L_n = 0$$

2.5. Menghitung elemen diagonal utama (D_j) dari matriks tridiagonal

Elemen diagonal utama adalah elemen yang termasuk dari 3 elemen matriks tridiagonal. Elemen ini dapat diperoleh dengan menggunakan rumus berikut.

$$D_j = \frac{x_{j+1} - x_{j-1}}{3}$$

$$d_1 = d_n = 1.$$

2.6. Menghitung elemen vektor V

Vektor V adalah vektor yang wajib didapatkan selain matriks tridiagonal untuk menyelesaikan Persamaan (3). Vektor ini diperoleh dengan menggunakan rumus berikut.

$$V_j = \frac{y_{j+1} - y_j}{x_{j+1} - x_j} - \frac{y_j - y_{j-1}}{x_j - x_{j-1}}$$

$$v_1 = v_n = 0.$$

2.7. Menyusun elemen L_j, U_j dan D_j menjadi matriks tridiagonal A .

Seluruh elemen seperti elemen diagonal utama, elemen diagonal atas, dan elemen diagonal disusun sehingga membentuk matriks A .

2.8. Memperoleh vektor M ang merupakan vektor himpunan koefisien m

Matriks tridiagonal A dan vektor V telah diketahui dengan menggunakan persamaan di proses sebelumnya. Operasi matematika terlebih dahulu dengan mendefinisikan persamaan linier, yaitu $AM = V$. Sehingga untuk memperoleh vektor M , maka diperlukan metode Gauss-Jordan untuk menyelesaikan operasi matriks tersebut. Vektor M adalah himpunan koefisien m yang membentuk ciri dari fungsi Cubic Spline.

2.9. Membentuk polynomial Cubic Spline menggunakan rumus

Tahap akhir dari proses adalah membentuk persamaan polynomial Cubic Spline. Fungsi ini nantinya digunakan untuk melakukan interpolasi terhadap titik / data yang tidak lengkap. Rumus yang digunakan untuk melakukan perbaikan data yang tidak lengkap adalah sebagai berikut.

$$s(x) = \frac{(x_j - x)^3 M_{j-1} + (x - x_{j-1})^3 M_j}{6(x_j - x_{j-1})} + \frac{(x_j - x)y_{j-1} + (x - x_{j-1})y_j}{x_j - x_{j-1}} - \frac{1}{6}(x_j - x_{j-1})[(x_j - x)M_{j-1} - (x - x_{j-1})M_j]$$

$$x_{j-1} \leq x \leq x_j$$

3. Hasil dan Pembahasan

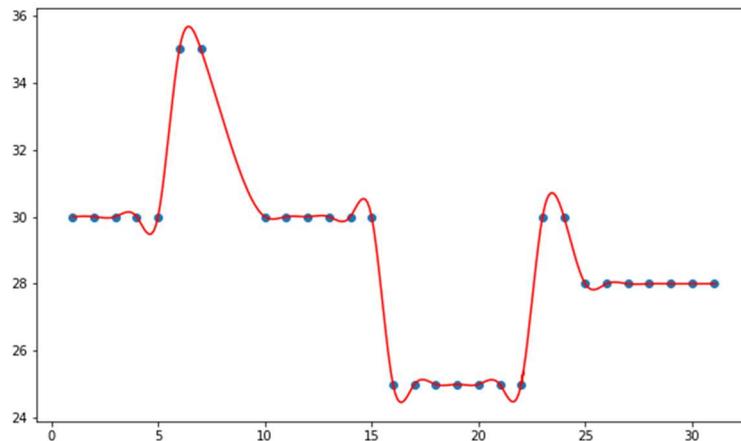
3.1. Hasil Interpolasi

Pada interpolasi ini, data debit air yang hilang pada hari tertentu akan dihapus. Sehingga hari tersebut tidak termasuk ke dalam titik ketika melakukan interpolasi. Dalam hal ini, Hari (atau Tanggal) dipandang sebagai titik absis (X) dan Tinggi air dipandang sebagai titik ordinat (Y). Tabel 2 merupakan data real pada bulan Mei 2006.

Tabel 2. Data Riil Bulan Mei 2006

X	Y	X	Y
1	30	17	25
2	30	18	25
3	30	19	25
4	30	20	25
5	30	21	25
6	35	22	25
7	35	23	30
8	0	24	30
9	0	25	28
10	30	26	28
11	30	27	28
12	30	28	28
13	30	29	28
14	30	30	28
15	30	31	28
16	25		

Dari Tabel 2 terlihat bahwa hari ke-8 dan ke-9 tidak ada data. Sehingga Ketika proses interpolasi, titik $X = 8$ dan $X = 9$ tidak ikut serta dalam interpolasi. Oleh karena itu, kurva hasil interpolasi terlihat di Gambar 2.



Gambar 2. Kurva Hasil Interpolasi

Titik biru pada kurva di Gambar 2 adalah titik koordinat yang merupakan data tinggi air. Selanjutnya karena pada bulan Mei 2006 terdapat data yang hilang, yaitu hari ke-8 dan ke-9, maka berdasarkan hasil interpolasi, diperoleh nilai dari hari-8 dan ke-9 berturut-turut adalah 32,97185 dan 31,07364. Lebih jauh, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Interpolasi

X	Y	X	Y
1	30	17	25
2	30	18	25
3	30	19	25
4	30	20	25
5	30	21	25
6	35	22	25
7	35	23	30
8	32,97185	24	30
9	31,07364	25	28
10	30	26	28
11	30	27	28
12	30	28	28
13	30	29	28
14	30	30	28
15	30	31	28
16	25		

3.2. Nilai Error pada Interpolasi

Data yang digunakan untuk menginterpolasi adalah data tahun 2006. Di mana interpolasi dilakukan untuk data setiap bulannya. Selanjutnya karena terdapat selisih dari hasil training dengan hasil pengujian, maka terdapat error. Untuk mendapatkan hasil interpolasi yang terbaik, maka perhitungan error akan dilakukan menggunakan maksimum error (Atkinson & Han, 2004)

$$Error = \max_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i|$$

Tabel 4 merupakan hasil pengujian interpolasi. Dari data satu tahun yang ada, data yang mungkin digunakan untuk pengujian adalah tanggal 17, 18, dan 19. Hal ini dikarenakan pada tanggal tersebut datanya tidak hilang. Sehingga dapat dilakukan perbandingan antara data sebenarnya dengan hasil interpolasi.

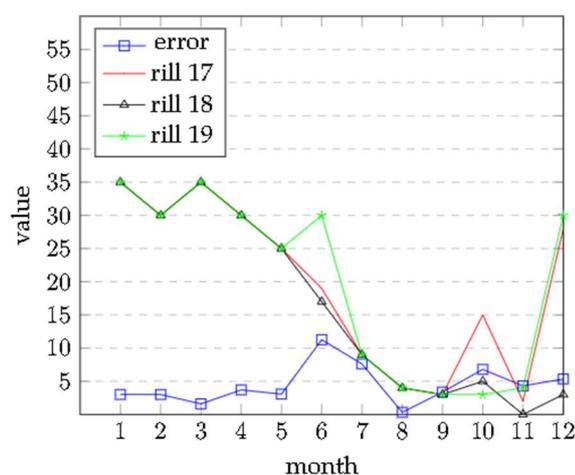
Tabel 4. Hasil Pengujian Interpolasi Tahun 2006

Bulan	Data Real			Hasil Interpolasi			Error
	17	18	19	17	18	19	
Januari	35	35	35	32,3396	31,9909	34,5243	3,0091
Februari	30	30	30	27,3472	26,9970	29,5250	3,0030
Maret	35	35	35	34,7894	36,5950	35,4106	1,5950
April	30	30	30	26,3005	27,8479	30,4797	3,6995
Mei	25	25	25	21,9414	23,3752	24,9017	3,0586
Juni	19	17	30	25,6645	28,2554	29,9155	11,2554
Juli	9	9	9	1,3857	3,0173	4,9048	7,6143
Agustus	4	4	4	3,9582	4,3187	4,0820	0,3187
September	3	3	3	-0,3748	1,6765	3,0063	3,3748
Oktober	15	5	3	21,7834	11,4177	3,3765	6,7834
November	2	0	4	3,6165	4,2956	4,1007	4,2956
Desember	28	30	30	31,7750	35,3312	35,3508	5,3508

Tabel 5. Hasil Pengujian Interpolasi Tahun 2007

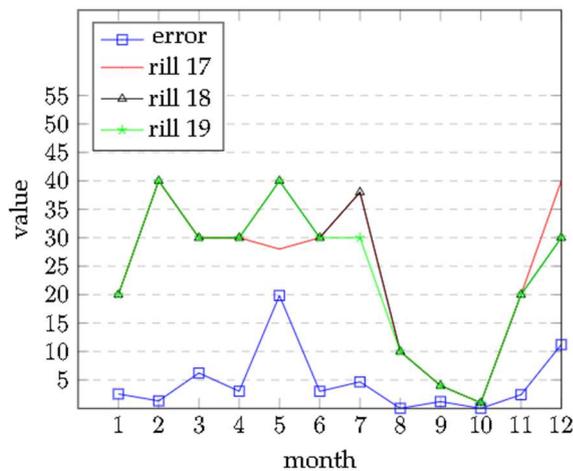
Bulan	Data Real			Hasil Interpolasi			Error
	17	18	19	17	18	19	
Januari	20	20	20	17,46671	20,79982	20,44318	2,53330
Februari	40	40	40	40,94878	41,31801	40,13879	1,31800
Maret	30	30	30	24,27018	23,78280	29,03986	6,21720
April	30	30	30	27,33589	26,98425	29,52301	3,01570
Mei	28	40	40	21,70297	20,16725	22,03042	19,83270
Juni	30	30	30	32,64863	32,99848	30,47428	2,99850
Juli	38	38	30	42,66586	37,53320	30,67655	4,66590
Agustus	10	10	10	10,00349	10,00521	10,00093	0,00520
September	4	4	4	5,03852	5,19004	4,18947	1,19000
Oktober	1	1	1	1,00078	1,00038	1,00002	0,00078
November	20	20	20	17,98774	22,40069	20,78369	2,40070
Desember	40	30	30	42,49109	41,21987	40,05478	11,21990

Hasil pengujian interpolasi pada tahun 2006 selanjutnya ditampilkan dalam bentuk grafik. Grafik ini bertujuan untuk mengetahui error terbesar terjadi pada bulan tertentu. Selain itu, perbandingan error dengan data primer tanggal 17, 18, 19 untuk mengetahui penyebab munculnya error dalam jumlah besar.

**Gambar 3.** Perbandingan error dengan data primer tanggal 17,18,19 tahun 2006

Pada Gambar 3 diketahui bahwa secara umum interpolasi data pada tahun 2006 memiliki error masih berada di bawah 5. Munculnya error melebihi 5 terjadi pada bulan ke 6 (Juni), bulan

ke 7 (Juli), bulan ke 10 (Oktober) dan bulan ke 12 (Desember). Jika dilihat, penyebab terjadinya error diatas 5 adalah adanya nilai debit air pada salah satu tanggal yang tidak searah dengan data debit tanggal lainnya. Misalnya bulan mei, pada tanggal 19 data debit air berbeda jauh dengan data debit air pada tanggal 17 dan 18.



Gambar 4. Perbandingan error dengan data primer tanggal 17,18,19 tahun 2007

Pada Gambar 4 diketahui bahwa secara umum interpolasi data pada tahun 2007 memiliki error masih berada di bawah 5. Munculnya error melebihi 5 terjadi pada bulan ke 3 (Maret), bulan ke 5 (Mei), dan bulan ke 12 (Desember). Jika dilihat, penyebab terjadinya error diatas 5 adalah adanya nilai debit air pada salah satu tanggal yang tidak searah dengan data debit tanggal lainnya. Misalnya bulan maret, pada tanggal 18 data debit air berbeda jauh dengan data debit air pada tanggal 17 dan 19.

4. Kesimpulan

Data primer yang diambil dari Saluran Irigasi Perompang Kuripan, Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat telah berhasil dilakukan interpolasi. Data yang tidak lengkap pada pengambilan data telah berhasil dilengkapi dengan error rata-rata dibawah 5 setiap bulannya. Beberapa ujicoba pada bulan Juni, Juli, Oktober dan Desember memiliki error diatas 5 di tahun 2006, hal ini disebabkan karena data debit pada salah satu tanggal diantara 17,18,19 memiliki gap yang besar dengan lainnya. Begitu juga dengan data pada tahun 2007, secara umum masih memiliki error dibawah 5 namun pada bulan Maret, Mei, dan Desember memiliki error diatas 5. Hal ini juga terjadi karena salah satu tanggal diantara 17,18,19 memiliki gap yang besar.

Pada masa yang akan datang, diperlukan adanya verifikasi dan validasi data apakah data yang diperoleh tidak seirama dengan data lainnya. Hal ini dapat saja terjadi karena kesalahan penginputan data atau pembukaan pintu air saluran irigasi. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Atkinson, K. E., & Han, W. (1985). *Elementary numerical analysis*. New York: Wiley.
- Bertolazzi, E., Frego, M., & Biral, F. (2020). Point data reconstruction and smoothing using cubic splines and clusterization. *Mathematics and Computers in Simulation*, 176, 36–56. <https://doi.org/10.1016/j.matcom.2020.04.002>
- Gadad, S. (2017, Mei 14). *Introduction to Irrigation Canals and Design*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22799.79524>
- Hutchinson, M. F., & de Hoog, F. R. (1985). Smoothing noisy data with spline functions. *Numerische Mathematik*, 47(1), 99–106. <https://doi.org/10.1007/BF01389878>
- Mahzum, M. M., & Mardiyanto, M. A. (2015). Analisis Ketersediaan Sumber Daya Air dan Upaya Konservasi Sub DAS Brantas Hulu Wilayah Kota Batu. *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.

Triatmodjo, B. (2010). *Hidrologi Terapan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Jayanti, A. V. (2007). Perbandingan Interpolasi dalam Metode Spline. *Skripsi. USD: Yogyakarta*.