

## PENENTUAN KADAR GARAM MENGGUNAKAN METODE INTERPOLASI SPLINE DI MADURA

Tony Yulianto<sup>1</sup>, Moh.Sofyan<sup>2</sup>, Nur Ita Ulfaniyah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3)</sup> Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Madura (UIM)

Jl. Bettet No. 04, Pamekasan, Madura 60111 Indonesia

Email: [toniyulianto65@gmail.com](mailto:toniyulianto65@gmail.com)

### ABSTRAK

Menentukan kadar garam dari hasil produksi garam adalah tujuan utama dalam menentukan kualitas garam. Karena Garam yang berkualitas atau beryodium dapat berguna bagi manusia untuk mencegah penyakit gondok, menghindari keguguran dalam proses kehamilan, meningkatkan IQ (Intelligence Quotient), dan mencegah kekerdilan. Salah satu pulau penghasilan garam yang cukup besar di Indonesia adalah pulau Madura. Agar produksi garam yang didapat tetap berkualitas yaitu dengan menentukan kandungan NaCl garam, karena kandungan NaCl tergantung pada lokasi dimana air laut yang diambil, dan jenis dasar tambak/meja garam akan mempengaruhi kualitas garam yang dihasilkan. Dalam hal ini untuk menyelesaikan masalah tersebut dengan menggunakan salah satu metode yakni dengan menggunakan metode interpolasi spline. Penelitian ini menggunakan data wawancara dari petani garam desa Konang kecamatan Galis selama dua tahun (2014-2015) dari bulan Juli sampai Desember. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa didapat model kadar garam dari masing-masing interpolasi spline. Dan dapat menaksir kadar garam walaupun tidak ada di data dengan cara melihat garis pada gambar yang dihasilkan melalui program matlab.

Kata Kunci: Garam, Kadar garam dan Kandungan NaCl, Interpolasi Spline

### 1. PENDAHULUAN

Garam merupakan salah satu sumber daya laut yang cukup banyak diperlukan sebagai bahan pelengkap pangan bagi masyarakat Indonesia, hal tersebut di dukung oleh karakteristik Negara Indonesia yang merupakan suatu negara maritime [2]. Garam beryodium juga memiliki kelebihan antara lain yaitu dapat berguna bagi manusia untuk mencegah penyakit gondok, menghindari keguguran dalam proses kehamilan, meningkatkan IQ (Intelligence Quotient), dan mencegah kekerdilan. Para petani garam di Indonesia belum memiliki kemampuan (*skill*) mengelola garam yang baik dan sesuai standar internasional [4]. Salah satu faktor yang mempengaruhi mutu garam di Madura tergantung pada kadar garamnya. Kadar yang masuk ke dalam meja kristalisasi akan mempengaruhi mutu hasil. Kualitas garam tergantung pada kandungan NaCl garam, kandungan NaCl tergantung pada lokasi dimana air laut yang diambil, dan jenis dasar tambak/meja garam akan mempengaruhi kualitas garam yang dihasilkan. Meja garam adalah lahan yang digunakan untuk pembuatan garam atau yang sering disebut juga tempat pengkristalan [1].

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan interpolasi *spline* karena interpolasi ini beda dengan interpolasi lainnya yang mana didalamnya membandingkan tiga *spline* yaitu *spline linear*, *spline kuadratik* dan *spline kubik* dan efek *stretching* yang dimiliki *spline* sangat berguna jika ingin memperkirakan nilai di bawah nilai minimum dan

dalam data set yang digunakan. Hal ini membuat metode interpolasi *spline* merupakan metode yang baik untuk mengestimasi nilai rendah dan tinggi yang tidak terdapat pada sampel data. Pada metode *spline* ini permukaan yang dihasilkan tepat melewati titik-titik sampel. Kelebihan dari metode *spline* ini adalah kemampuan untuk menghasilkan akurasi permukaan yang cukup baik walaupun data yang digunakan hanya sedikit. Metode ini baik digunakan dalam membuat permukaan seperti ketinggian permukaan bumi, ketinggian muka air tanah, ataupun konsentrasi polusi udara [3].

Beberapa penelitian mengenai interpolasi *spline* diantaranya dilakukan Junita Monika Pasaribu dan Nanik Suryo Haryani [3], penelitian tersebut menerapkan interpolasi *spline* pada perbandingan teknik interpolasi DEM SRTM dengan metode *inverse distance weighted* (IDW), *natural neighbor* dan *spline*. Samsu Sampena (2011) menerapkan metode yang sama pada trajektori manusia. Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut belum ada yang meneliti untuk permasalahan penentuan kadar garam di Madura. Untuk itu dalam penelitian ini diangkat judul “Penentuan Kadar Garam Menggunakan Metode Interpolasi Spline di Madura”.

### 2. Tinjauan Pustaka

#### 2.1 Pengertian Garam

Garam merupakan salah satu sumber daya laut yang cukup banyak diperlukan sebagai bahan

pelengkap pangan bagi masyarakat Indonesia, hal tersebut di dukung oleh karakteristik Negara Indonesia yang merupakan suatu negara maritim (Hariyanto, 2013). Garam beryodium juga memiliki kelebihan antara lain yaitu dapat berguna bagi manusia untuk mencegah penyakit gondok, menghindari keguguran dalam proses kehamilan, meningkatkan IQ (*Intelligence Quotient*), dan mencegah kekerdilan. Para petani garam di Indonesia belum memiliki kemampuan (*skill*) mengelola garam yang baik dan sesuai standar internasional [4]. Salah satu faktor yang mempengaruhi mutu garam di Madura tergantung pada kadar garamnya. Kadar yang masuk ke dalam meja kristalisasi akan mempengaruhi mutu hasil. Kualitas garam tergantung pada kandungan  $NaCl$  garam, kandungan  $NaCl$  tergantung pada lokasi dimana air laut yang diambil, dan jenis dasar tambak/meja garam akan mempengaruhi kualitas garam yang dihasilkan. Meja garam adalah lahan yang digunakan untuk pembuatan garam atau yang sering disebut juga tempat pengkristalan [1].

## 2.2. Metode Interpolasi Spline

Suatu fungsi  $f(x)$  dinamakan suatu *spline* berderajat  $k$  jika

1. Dominan dari  $S$  adalah suatu interval  $[a, b]$ .
2.  $S, S', \dots, S^{(k-1)}$  kontinu pada  $[a, b]$ .
3. Terdapat titik-titik  $x_i$  sedemikian sehingga  $x_0 < x_1 < \dots < x_n = b$  dan juga  $S$  adalah suatu *polinomial* berderajat  $k$  pada setiap  $[x_i, x_{i+1}]$ .

## 2.3 Spline Linear

Dengan mencoba mencari suatu fungsi *spline linear*  $S(x)$  sedemikian sehingga  $s(x_i) = y_i$  untuk  $0 \leq i \leq n$ . Dambil

$$S(x) = \begin{cases} S_0(x) & , x_0 \leq x \leq x_1 \\ S_1(x) & , x_1 \leq x \leq x_2 \\ \vdots & \vdots \\ S_{n-1}(x) & , x_{n-1} \leq x \leq x_n \end{cases}$$

dimana setiap  $S_i(x)$  adalah *linear*.

Diperhatikan fungsi *linear*  $S_i(x)$ . Garis ini melalui titik  $(x_i, y_i)$  dan  $(x_{i+1}, y_{i+1})$ , sehingga kemiringan dari  $S_i(x)$  yaitu:

$$m_i = \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i}$$

Dapat juga dikatakan bahwa garis tersebut melalui titik  $(x_i, y_i)$  dan  $(x, S(x))$  untuk sembarang  $x \in [x_i, x_{i+1}]$ , sehingga:

$$m_i = \frac{S_i(x) - y_i}{x - x_i}$$

Yang memberikan

$$\begin{aligned} S_i(x) &= y_i + m_i(x - x_i) \\ &= y_i + \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i}(x - x_i) \end{aligned}$$

## 2.4 Spline Kuadratik

Tidak seperti *spline linear*, *spline* kuadratik tidak didefinisikan sepenuhnya oleh nilai-nilai di  $x_i$ . Berikut ini perhatikan alasannya. *Spline* kuadratik didefinisikan oleh:

$S_i(x) = a_i x^2 + b_i x + c_i$   
dari persamaan (2.5) dapat menentukan  $z_{i+1}$  dari  $z_i$ :

$$z_{i+1} = 2 \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i} - z_i$$

## 2.5 Spline Kubik

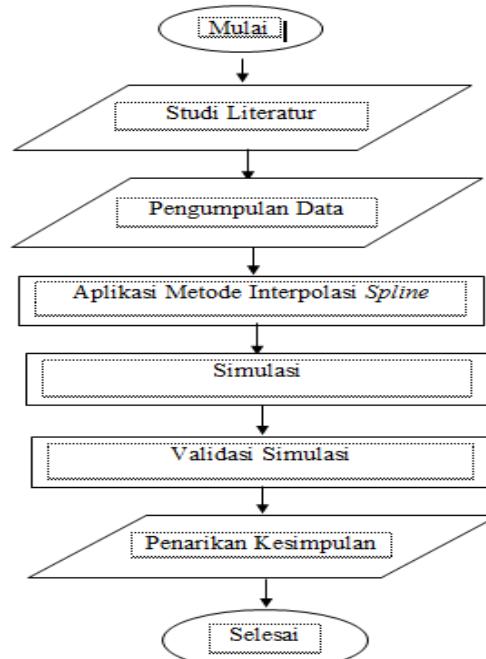
Diketahui suatu fungsi  $f(x)$  yang dibatasi oleh interval  $a$  dan  $b$ , dan memiliki sejumlah titik data  $a = x_0 < x_1 < x_2 < \dots < x_n = b$ . Interpolasi *spline* kubik  $S(x)$  adalah suatu potongan fungsi *polinomial* berderajat tiga (kubik) yang menghubungkan dua titik yang bersebelahan dengan ketentuan, untuk  $i = 0, 1, \dots, n-1$ :

Penyelesaian menggunakan persamaan (2.7) yang sudah dimasukkan variabel hasil dari persamaan (2.29) dan (2.30)

$$\begin{aligned} d_i &= y_i, c_i = \frac{d_{i+1} - d_i}{h_i} - \frac{h_i}{3}(2b_i + b_{i+1}), a_i \\ &= \frac{1}{3h_i}(b_{i+1} - b_i). \end{aligned}$$

## 3. Metode

Pada subbab ini akan dijelaskan tentang metode yang digunakan dalam penelitian ini disertai dengan pustaka yang mendasari teori dalam penelitian ini, seperti penelitian sebelumnya, pengertian garam, metode interpolasi *Spline*. Adapun untuk langkah-langkah dalam penelitian ini dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Proses Penelitian

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan menggunakan metode Interpolasi *Spline* dan data diambil dari tahun 2014-2015 dari bulan Junii sampai Desember di Desa Konang

Kecamatan Galis kabupaten Pamekasan. Adapun hitungan manual menggunakan metode Interpolasi Spline sebagai berikut:

Terhadap syarat batas:  $S'(x_0) = S'(4) = c_0 = 2$  dan  $S'(x_n) = S'(18) = c_n = 2$

Penyelesaian menggunakan persamaan (2.7) yang sudah dimasukkan variabel hasil dari persamaan (2.29) dan (2.30) dengan

Lebar subinterval pada sumbu  $x$ :

$$h_0 = 2, h_1 = 2, h_2 = 8, h_3 = 2$$

dan beda terbagi pertama, dengan mengingat bahwa  $d_i = f(x_i) = y_i$ , yaitu:

$$\frac{d_1 - d_0}{h_0} = \frac{96,7 - 97,5}{2} = -\frac{0,8}{2} = -0,4$$

$$\frac{d_2 - d_1}{h_1} = \frac{96,25 - 96,7}{2} = -\frac{0,45}{2} = -0,225$$

$$\frac{d_3 - d_2}{h_2} = \frac{96,3 - 96,25}{8} = \frac{0,05}{8} = 0,00625$$

$$\frac{d_4 - d_3}{h_3} = \frac{96,1 - 96,3}{2} = -\frac{0,2}{2} = -0,1$$

Persamaan matriks dari persamaan (2.29) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} 4 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 8 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 20 & 8 & 0 \\ 0 & 0 & 8 & 20 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} = 3 \begin{bmatrix} -2,4 \\ 0,175 \\ 0,23125 \\ -0,10625 \\ 2,1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} -7,2 \\ 0,525 \\ 0,69375 \\ -0,31875 \\ 6,3 \end{bmatrix}$$

Yang mempunyai penyelesaian  $b_0 = -7,2$ ,  $b_1 = 0,525$ ,  $b_2 = 0,69375$ ,  $b_3 = -0,31875$  dan  $b_4 = 6,3$  kemudian dari hasil penyelesaian disubstitusikan penyelesaian tersebut ke persamaan (2.30) untuk memperoleh koefisien-koefisien lain dari spline kubik :

$$d_0 = 97,5, d_1 = 96,7, d_2 = 96,25, d_3 = 96,3, d_4 = 96,1$$

$$c_0 = -0,4 - \frac{2}{3}(-14,4 + 0,525)$$

$$= -0,4 - \frac{2}{3}(-13,875)$$

$$= -0,4 + 9,25$$

$$= 8,85$$

$$c_1 = -0,225 - \frac{2}{3}(1,05 + 0,69375)$$

$$= -0,225 - \frac{2}{3}(1,74375)$$

$$= -0,225 - 1,1625$$

$$= -1,3875$$

$$c_2 = 0,00625 - \frac{8}{3}(1,3875 - 0,31875)$$

$$= 0,00625 - \frac{8}{3}(1,06875)$$

$$= 0,00625 - 2,85$$

$$= -2,84375$$

$$c_3 = -0,1 - \frac{2}{3}(-0,6375 + 6,3)$$

$$= -0,1 - \frac{2}{3}(5,6625)$$

$$= -0,1 - 3,775$$

$$= -3,875$$

$$a_0 = \frac{1}{6}(0,525 + 7,2) = 1,2875$$

$$a_1 = \frac{1}{6}(0,69375 - 0,525) = 0,028125$$

$$a_2 = \frac{1}{24}(-0,31875 - 0,69375)$$

$$= -0,0421875$$

$$a_3 = \frac{1}{6}(6,3 + 0,31875) = 1,103125$$

Terakhir, dari hasil penyelesaian dengan disubstitusikan ke persamaan (2.7) diperoleh:

$$S_0(x) = 1,2875x^3 - 22,65x^2 + 128,25x - 135,5, \quad \text{untuk } x \in [4,6];$$

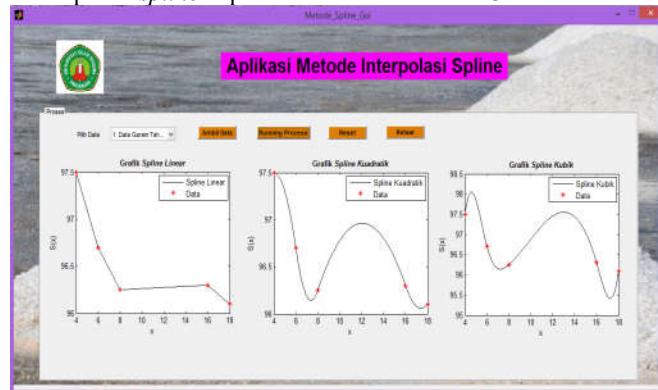
Sehingga didapat

$$S_0(4) = 97,5$$

$$S_0(5) = 100,4375$$

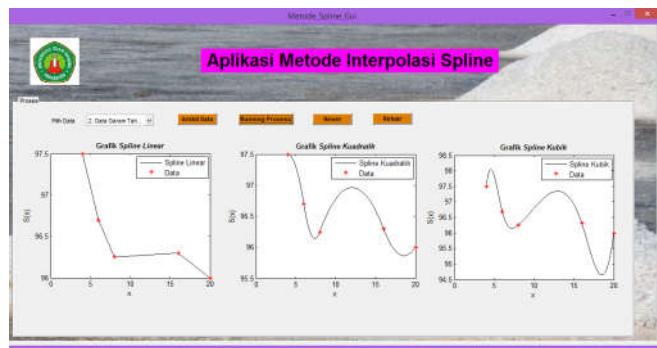
$$S_0(6) = 96,7$$

Dari perhitungan menggunakan program Matlab R2013a, Adapun tampilan GUI Matlab dari metode interpolasi spline dapat dilihat dalam Gambar 3.



Gambar 3 Simulasi Metode Interpolasi Spline Terhadap data Tahun 2014

Sedangkan perhitungan menggunakan program Matlab R2013a pada data tahun 2015 adalah sebagai berikut, Adapun tampilan GUI Matlab dari metode interpolasi spline dapat dilihat dalam Gambar 4.



Gambar 4 Simulasi Metode Interpolasi Spline Terhadap data Tahun 2015

## 5. SIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan aplikasi maka dapat diambil kesimpulan, dari hasil perhitungan masing-masing interpolasi *spline* baik *spline linear*, *spline* kuadratik dan *spline* kubik dapat diramalkan kadar garam dengan kondisi lebih smoothing pada *spline* kubik dan error = 0

## PUSTAKA

- [1] Arwiyah, Zainuri, M., dan Efendy, M. (2015). Studi Kandungan NaCl di Dalam Air Baku dan Garam yang Dihasilkan Serta Produktivitas Lahan Garam Menggunakan Media Meja Garam yang Berbeda. *Jurnal Kelautan*. 8. Madura: Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Trunojoyo Madura.
- [2] Hariyanto. (2013). Implementasi Program Penyaluran Dana PNPM KP PUGAR (Program Nasional Pemberdayaan Masyarakat Mandiri Kelautan dan Perikanan Pemberdayaan Usaha Garam Rakyat) Di Desa Asempapan Kecamatan Trangkil Kabupaten Pati Tahun 2011 - 2012. In Skripsi. Semarang: Jurusan Ekonomi Pembangunan Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Semarang.
- [3] Pasaribu, J. M., dan Haryani, N. S. (2012). Perbandingan Teknik Interpolasi DEM SRTM Dengan Metode Inverse Distance Weighted (IDW), Natural Neighbor dan Spline. *Jurnal Penginderaan Jauh*, 9 (2), 126-139.
- [4] Ratulangi, A. D. (2014). *Peran TIK (Teknologi Informasi dan Komunikasi) pada Industri Garam di Indonesia*. Surabaya: Program Studi Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Narotama.