

## Implementasi *Spline Interpolating* Untuk *Resampling Citra USG*

Rizky Saptiansyah Nasution

Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Budi Darma, Medan, Indonesia  
Email: rizkysaptiansyah@gmail.com

**Abstrak**—Interpolasi *spline* merupakan bentuk interpolasi dimana interpolan yaitu jenis khusus polinomial sepotong-sepotong yang disebut *spline*. Seperti memasang satu polinomial derajat tinggi ke semua nilai sekaligus, lalu memasangkan polinomial derajat rendah ke himpunan bagian kecil dari nilai, contohnya memasang 9 polinomial kubik diantara masing-masing pasang sepuluh titik seperti memasang polinomial sepuluh derajat tunggal untuk semuanya. Perbandingan dilakukan dalam hal galat dan waktu komputasi. Proses perhitungan galat dihasilkan dari harga mutlak nilai sebenarnya dikurangi nilai hampiran dibagi nilai sebenarnya dikali seratus persen. Lama tidaknya waktu komputasi ditunjukkan dari banyaknya data yang dicari dalam proses perhitungan. Setelah proses *resampling* pada *pixel* citra selesai, maka citra Merah, Hijau dan Biru kembali disatukan untuk mendapatkan kembali citra RGB USG, citra akan mengalami perubahan ukuran, karena adanya penambahan *pixel* baru. Bila citra awal berukuran 128x128 maka citra yang baru akan berukuran 255x255.

**Kata Kunci:** Spline Interpolation, Piksel, USG, RGB

**Abstract**—Spline interpolation is a form of interpolation in which the interpolation is a special type of spline polynomial. It's like attaching a single degree polynomial to all values at once, then fitting a low degree polynomial to a small subset of values, for example fitting 9 cubic polynomials between each pair of ten points like a single ten degree polynomial for all of them. Comparisons were made in terms of gala and computational time. The process of calculating the error resulting from the absolute value of the value minus the approximation in the actual part multiplied by one hundred percent. The length of time indicated by the amount of data sought in the calculation process. After the *resampling* process on the image pixels is complete, the Red, Green and Blue images are re-united to get the RGB USG image back, the image will change in size, due to the addition of new pixels. If the initial image is 128x128, the new image will be 255x255.

**Keywords:** Spline Interpolation, Pixel, USG, RGB

### 1. PENDAHULUAN

Pada era jaman teknologi canggih seperti sekarang ini sudah banyak mesin-mesin yang dapat mendeteksi suatu penyakit atau bayi dalam kandungan contohnya seperti USG. Umumnya pada kasus ibu hamil terkadang banyak yang sudah dianjurkan untuk USG, agar sang ibu dapat mengetahui apakah anaknya sehat-sehat saja atau ada indikasi lain dalam bayi tersebut. *Ultrasonografi* atau yang biasa disebut dengan USG adalah prosedur pemindaian dengan menggunakan teknologi gelombang suara berfrekuensi tinggi. Tujuan USG adalah menghasilkan gambar organ tubuh manusia bagian dalam [1]. *Ultrasonografi* digunakan untuk beragam keperluan, mulai dari memeriksa kondisi janin, mendeteksi penyakit, sampai membantu dokter dalam tindakan bedah atau pengambilan sampel jaringan (*biopsi*). Namun terkadang banyak kekurangan dalam citra USG yang menggunakan energi *Ultrasonik* berpotensi efek biologis pada tubuh manusia, seperti menghasilkan kantong gas kecil dan memanaskan jaringan didalam cairan atau jaringan tubuh, itu sangat berpengaruh dalam hasil dari citra USG tersebut [2].

*Resampling* citra USG adalah proses pembesaran skala pada suatu Citra USG, dalam citra USG terkadang tidak dapat diperoleh karena ukuran atau karehamburan *Ultrasonik* yang tidak dapat melewati jaringan berisikan udara atau tulang seperti pada kasus pencitraan jaringan menumpuk [3]. Selain itu, kekurangan dan masalah pada citra USG yang menggunakan energi *Ultrasonik* berpotensi efek biologis pada tubuh manusia, seperti memanaskan jaringan dan menghasilkan kantong gas kecil kedalam cairan atau jaringan tubuh, tidak hanya itu saja tetapi juga ada beberapa kelemahan USG yaitu meningkatkan peluang keguguran karena terlalu sering juga bisa menyebabkan keguguran lalu menghambat pertumbuhan janin, dan juga bisa meningkatkan resiko cacat pada bayi ini disebabkan juga karena pantulan sinar *Ultrasonik* yang berlebihan pada jaringan tubuh [4]. Dalam citra USG kita juga butuh teknik *resampling* citra karena pada era sekarang ini sangat dibutuhkan untuk memperbaiki kualitas dalam citra USG, untuk proses teknik *resampling* citra USG juga harus memiliki metode- metode untuk menyelesaikan suatu masalah [5].

Masalah yang terjadi pada citra USG adalah bahwa citra diagnostik kadang-kadang tidak dapat diperoleh karena hamburan *Ultrasonik* tidak dapat melewati jaringan yang berisikan udara atau tulang seperti pada kasus pencitraan jaringan yang menumpuk. Selain itu, kekurangan dan masalah pada citra USG yaitu hasil Citra yang dimiliki tidak jelas karena adanya bintik-bintik hitam atau noise dan tidak berwarna pada Citra USG. Untuk pemilihan teknik/metode *Resampling* merupakan bagian penting dalam proses pengolahan data penginderaan jauh. *Resampling* citra merupakan metode pengambilan data ulang dan interpolasi nilai spektral sehingga menghasilkan suatu nilai baru.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Putri Nurul Hasanah pada tahun 2020 yang berjudul "Implementasi Interpolasi *Spline* Untuk Meningkatkan Kualitas Skala *Zooming* Pada Citra CCTV" menyimpulkan bahwa meningkatkan kualitas citra *Screen Capture* CCTV dengan menggunakan metode interpolasi *Spline* dengan meningkatkan kualitas skala *Zooming* pada gambar untuk mendapatkan kondisi gambar tertentu dan bertujuan untuk mempermudah langkahanalisis [6].

Penelitian lain yang dilakukan oleh Tony Yulianto, dkk pada tahun 2017 yang berjudul "Penentuan Kadar Garam Menggunakan Metode Interpolasi *Spline* diMadura" menyimpulkan bahwa menentukan kadar garam dari hasil produksi

garam adalah tujuan yang 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 dalam hal ini untuk menyelesaikan masalah tersebut dengan menggunakan salah satu metode yakni dengan menggunakan metode Interpolasi *Spline* dari hasil perhitungan dan aplikasi maka dapat diambil kesimpulan dari hasil perhitungan masing-masing Interpolasi *Spline* dapat diramalkan kadar garam dengan kondisi lebih *Smoothing* pada *Spline* dan  $error=0$ [7].

Kemudian penelitian selanjutnya dilakukan oleh Budi I. Setiawan dkk tahun 2007 yang berjudul “Perbaikan Metode Perhitungan Debit Sungai Menggunakan *Cubic Spline Interpolation*” menyimpulkan bahwa metode pengukuran debit sungai menggunakan *Cubic Spline Interpolation* berhasil diperbaiki. Program komputernya dibangun menggunakan *Spreadsheet* dan *Visual Basic Editor* dalam lingkungan MS.Excel sehingga mudah dan interaktif dalam memasukan data dan menayangkan hasilnya. Metode ini jauh lebih praktis dan cepat menemukan solusinya kurva debit kini dapat ditemukan dalam hitungan sepersekian detik setelah data pengukuran dimasukan pengguna yang baru memulai dapat segera menggunakannya tanpa perlu pelatihan khusus[8].

Kemudian penelitian oleh Ryan Pratama dan kawan-kawan pada tahun 2014 yang berjudul “Pengaplikasian Metode Interpolasi dan Ekstrapolasi *Lagrange*, *Chebyshev* dan *Spline* Kubik untuk Memprediksi Angka Pengangguran di Indonesia” menyimpulkan bahwa Interpolasi adalah taksiran harga-harga diantara titik-titik diskrit didalam bentangan data benar-benar tepat dan pendekatannya adalah mencari kurva tunggal atau sederatan kurva yang tepat melalui titik-titik tersebut, jenis Interpolasi yang digunakan adalah *Lagrange*, *Chebyshev* dan *Spline* Kubik. Metode ini di implementasikan pada peramalan data *Time Series* untuk memprediksi angka pengangguran di Indonesia proses pengujian menghasilkan nilai rata-rata RMSE yang paling kecil pada Interpolasi *Chebyshev* yaitu 159.786. Secara visual untuk Interpolasi *Spline* Kubik menunjukkan gambar yang paling baik dalam mengikuti dinamika data yang ada[9].

Dari pembahasan penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa pemilihan metode melibatkan proses analisis dan penelitian yang mendalam, dengan alasan bahwa beberapa metode sangat efektif dalam meningkatkan skala atau menghitung nilai rata-rata. Penting untuk memilih aplikasi yang mendukung agar hasil penelitian optimal. Metode merupakan faktor utama dalam menyelesaikan masalah. Pada citra USG, sering kali citra diagnostik tidak dapat diperoleh akibat ukuran pasien atau hamburan ultrasonik yang tidak bisa melewati jaringan berisi udara atau tulang. Untuk mengatasi masalah ini, metode *Interpolation Spline* dipilih. Penerapan metode *Spline Interpolation* diharapkan dapat meningkatkan skala citra USG secara efektif melalui teknik *resampling*, menghasilkan kualitas citra yang lebih baik.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Kerangka Kerja Penelitian

Dibawah ini merupakan gambar dari tahapan penelitian yang menggambarkan langkah-langkah yang diambil selama proses penelitian, mulai dari perencanaan awal hingga analisis hasil dan penyusunan laporan akhir. Tahapan ini mencakup berbagai kegiatan yang dilakukan untuk memastikan bahwa penelitian dilakukan secara sistematis dan terstruktur. Berikut ini merupakan penjelasan dari setiap tahapan :

#### 1. Identifikasi Masalah

Pada tahapan ini dilakukan identifikasi masalah untuk mengetahui masalah yang dihadapi pada *resampling* citra USG dapat diketahui solusi yang akan dibuat untuk memecahkan permasalahan tersebut.

#### 2. Studi Literatur

Pada tahapan ini dilakukan studi pustaka untuk mengumpulkan data dan informasi yang berkaitan dengan permasalahan yang diteliti. Studi pustaka dilakukan terhadap beberapa sumber seperti artikel ilmiah, jurnal, buku, dan lain-lain yang berkaitan dengan permasalahan yang ingin diselesaikan pada penelitian ini.

#### 3. Analisa Sampel Data USG

Setelah dilakukan pengumpulan data, maka pada tahapan ini data tersebut akan dianalisa untuk mengetahui cara mengimplementasikan metode *spline interpolation* untuk *resampling* citra USG.

#### 4. Perancangan

Perancangan sistem akan dilakukan dengan merancang atau mendesain suatu aplikasi menggunakan tools pemrograman, yaitu Microsoft Visual Basic 2010.

#### 5. Pengujian

Selanjutnya pada tahapan ini adalah pengujian terhadap sistem yang telah dirancang untuk mengimplementasikan metode *Spline Interpolation* untuk *resampling* citra USG. Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun berjalan atau tidak.

#### 6. Implementasi Sistem

Pada tahapan hasil pengujian dilakukan dengan tujuan untuk melihat apakah hasil tersebut berhasil dan dilakukan secara manual dengan hasil pengujian yang dilakukan dengan aplikasi yang telah dirancang.

#### 7. Laporan Hasil

Tahapan terakhir pada penelitian ini yaitu penulisan laporan penelitian. Pada tahapan ini akan dijabarkan proses dalam masalah-masalah yang dihadapi dalam penelitian ini yang dibuat kedalam laporan. Penulisan penelitian juga dilakukan sebagai bentuk tanggung jawab dari hasil penelitian yang dilakukan.

## 2.2 Metode Spline Interpolation

Interpolasi *spline* merupakan bentuk interpolasi dimana interpolan adalah jenis khusus polinomial sepotong-sepotong yang disebut *spline*[10]. Seperti memasang satu polinomial derajat tinggi kesemua nilai sekaligus, lalu memasang polinomial derajat rendah ke himpunan bagian kecil dari nilai, contohnya memasang 9 polinomial kubik diantara masing-masing pasang sepuluh titik seperti memasang polynomial sepuluh derajat tunggal untuk semuanya[11]. Kesalahan interpolasi dapat dibuat kecil bahkan ketika menggunakan polynomial derajat rendah untuk *spline*. Interpolasi *spline* jugamenghindari masalah range, di mana osilasi dapat terjadi antar titik saat interpolasi menggunakan *polynomial* derajat tinggi[12].

### 2.2.1 Penerapan Metode Interpolasi Spline

Sebuah citra USG yang berformat JPEG yang akan diterapkan memakai metode interpolasi *spline*. Proses pembesaran skala citra USG adalah sebagai berikut[13]. Jika diantara dua titik data dibangun suatu polinom orde tiga, maka hal ini disebut sebagai *spline* kubik. Polinom orde ketiga itu dalam bentuk:

$$f_i(x) = ax^2 + bi \cdot x^2 + ci \cdot x + di \quad (1)$$

Jika terdapat  $n + 1$  data ( $i=0,1,2,3,\dots,n$ ) maka akan terdapat  $n$  buah selang dan terdapat  $4n$  buah kosntanta.

Nilai dalam setiap piksel memiliki nilai RGB, karena *file* merupakan citra warna. Citra USG dengan metode interpolasi *spline* maka harus diketahui nilai setiap piksel citra tersebut menggunakan bantuan *matlab*. Pada penelitian ini yang digunakan hanya nilai piksel dari baris pertama sampai baris kelima. Interpolasi *spline* merupakan metode yang baik untuk mengistemasi nilai rendah dan tinggi yang tidak terdapat pada sampel data. Pada metode ini permukaan yang dihasilkan tepat melewati titik-titik sampel, kelebihan dari metode ini adalah kemampuannya untuk menghasilkan akurasi permukaan yang cukup baik walaupun data yang digunakan hanya sedikit. Metode ini baik digunakan untuk membuat permukaan seperti ketinggian[14]. Salah satu aplikasi dari metode *interpolasi spline* digunakan untuk memperbaiki kualitas citra USG. *Spline* ini dapat disebut juga *spline* orde pertama. *Spline linier* untuk sekelompok titik data terurut  $(x_i, f(x_i))$ ,  $i=1,2,\dots,n$  dinyatakan sebagai berikut:

$$f_1(x) = f(x_1) + \frac{f(x_2)-f(x_1)}{x_2-x_1}(x-x_1) \quad x_1 \leq x \leq x_2 \quad (2)$$

$$f_2(x) = f(x_2) + \frac{f(x_3)-f(x_2)}{x_3-x_2}(x-x_2) \quad x_2 \leq x \leq x_3 \quad (3)$$

$$f_i(x) = f(x_i) + \frac{f(x_{i+1})-f(x_i)}{x_{i+1}-x_i}(x-x_i) \quad x_i \leq x \leq x_{i+1} \quad (4)$$

$$f_{n-1}(x) = f(x_{n-1}) + \frac{f(x_n)-f(x_{n-1})}{x_n-x_{n-1}}(x-x_{n-1}) \quad (5)$$

## 2.3 Pengolahan Citra

Secara garis besar Citra adalah *Image* atau gambar dua dimensi, yang disempurnakan dengan melalui proses digital. Citra merupakan sebuah sistem buatan visual, gambaran dua dimensi yang dihasilkan dari gambar analog dua dimensi yang selanjutnya akan mengalami proses yang menghasilkan gambar diskrit, dan berfungsi untuk mengolah objek visual ke dalam citra melalui proses digitasi[15]. Dalam istilah teknologi gambar atau foto diistilahkan sebagai citra yang memiliki representasi nilai-nilai matriks, pada matriks citra digital  $f(x,y)$ , yaitu nilai  $x$  dan  $y$  adalah koordinat posisi piksel, dan nilai  $f(x,y)$  menentukan fungsi intensitas cahaya dua dimensi. Citra sangat mungkin mengalami hal kerusakan pada kualitas citra ini disebabkan karena adanya bintik-bintik putih dan hitam yang berserakan didalam citra, yang disebut dengan *noise*. Meningkatkan kualitas citra tentunya sangat penting untuk kebutuhan user, tetapi juga harus melalui beberapa tahapan dan tentunya harus memiliki metode atau cara untuk meningkatkan kualitas citra tersebut. Pada proses perbaikan citra juga memiliki beberapa tahapan dalam memperoleh kualitas citra ataupun keindahan dari sebuah gambar atau foto yang dihasilkan. Dan menganalisis citra dalam memperbaiki citra dari gangguan yang terjadi pada waktu perekaman data. Umumnya citra direpresentasikan menggunakan model warna RGB dan dalam bentuk matriks.ada banyak model warna, namun pada layar komputer yang kita gunakan umumnya menggunakan model warna RGB. Model warna RGB terdiri dari 3 chanel warna, yaitu *Red*, *Green*, dan *Blue*. Range warna yang tersedia antara 0-225, semakin tinggi range warna maka semakin terang pula warnanya, hal ini disebabkan karena layar mengadopsi pembuatan warna dengan metode aditif[16].

### 2.4 Citra USG (Ultrasonografi)

*Ultrasonografi* atau yang biasa disebut sebagai USG merupakan suatu teknik menampilkan citra atau gambar dari kondisi bagian dalam tubuh. Alat medis ini menggunakan gelombang suara dengan frekuensi tinggi untuk mendapatkan gambar tubuh bagian dalam[17]. Tim medis menggunakan USG ini untuk mendapatkan ketepatan dalam mendiagnosis penyakit, dengan kata lain USG menunjang pemeriksaan untuk membantu dokter mengidentifikasi penyebab penyakit pada seseorang[18]. USG pada umumnya menggunakan alat yang biasa disebut transducer yang ditempelkan dikulit. Alat ini akan memancarkan suara dengan frekuensi tinggi namun ada juga teknik USG yang perlu memasukan transducer kedalam tubuh yang membutuhkan teknik transducer khusus. Dalam prosedur USG biasanya akan memakan waktu 15-45 menit tergantung pada jenis USG dan bagian tubuh yang perlu diperiksa, selain itu prosedur pemeriksaan juga dilakukan sesuai dengan jenis USG yang digunakan[19].

### 2.5 Resampling

Resampling dapat diterapkan untuk resampling total (menyeluruh) atau resampling pada bagian tertentu saja, sesuai kebutuhan. Resampling sebagai bertujuan untuk memperbesar area tertentu saja pada citra yang dianggap informasinya tidak jelas atau masih ambigu. Untuk implementasi resampling dengan metode Spline Interpolation, metode ini akan diterapkan untuk resampling citraUsg.jpg. Bila citra berukuran  $M \times N$  diresampling, maka citra tersebut akan mengalami penambahan pixel baru sebanyak  $M-1 \times N-1$ . Sebuah pixel akan ditambahkan diantara dua buah pixel bertetangga, baik secara horizontal atau vertikal. Dengan demikian maka indeks pixel citra juga akan berubah [20].

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Analisa Data Citra USG PT. Klinik Buah Hati

Seperti telah diuraikan di atas berukuran  $M \times N$ , artinya nilai bentuk array dengan ukuran  $M \times N$  dimulai dari nol kemudian secara reguler dengan jarak satu mempermudah dalam proses interpolasi. Berikut ini adalah citra berukuran  $5 \times 5$  yang horizontal.

Tabel 1. Citra Awal



	0	1	2	3	4
0	12	25	56	65	64
1	43	33	45	34	77
2	23	32	63	34	34
3	23	34	24	34	63
4	12	24	56	67	56

Tabel 2. Citra Akhir

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	12	?	25	?	56	?	65	?	64
1	43	?	33	?	45	?	34	?	77
2	23	?	32	?	63	?	34	?	34
3	23	?	34	?	24	?	34	?	63
4	12	?	24	?	56	?	67	?	56

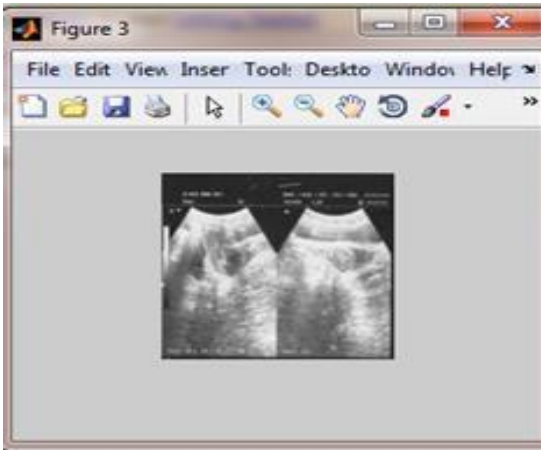
Untuk proses resampling adalah nilai pixel citra USG. RGB. Berikut ini diperlihatkan beserta dengan nilai pixel dalam menggunakan aplikasi nilai pixel citra merah dalam nilai pixel komponen warna menjadi merah.

Tabel 3. Nilai Desimal Merah

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	53	45	45	49	43	43	41	42	40	42	40	39
1	50	44	44	50	48	47	46	47	43	44	43	43
2	50	46	47	48	39	37	38	38	34	35	34	34
3	49	48	44	44	41	41	41	41	38	41	39	39
4	54	49	47	48	44	44	43	42	42	42	42	43
5	53	48	45	46	47	47	42	44	44	44	44	44
6	53	48	45	47	47	46	44	44	44	43	43	43

bahwa sebuah citra selalu pixel citra disimpan dalam  $N$  dimana indeks array akan terus naik angka, hal ini akan perhitungan spline sketsa perubahan indeks diresampling secara

maka data yang akan diolah Format citra USG adalah jpeg citra USG yang akan dioleh format RGB yang ditampilkan sebuah tabel. Berikut ini adalah citraUsg.jpg yang diuraikan



7	54	50	45	47	48	47	45	44	43	42	41	41
8	54	48	45	47	45	45	43	42	41	40	39	39
9	54	48	45	47	44	43	43	42	41	40	39	39
10	54	48	45	47	43	42	42	42	42	41	40	41
11	54	48	45	47	42	42	43	42	43	43	42	43

Berdasarkan uraian di atas maka diperoleh citra *resampling* dengan resolusi yang lebih besar dari resolusi awal yaitu 9x9, tabel berikut adalah distribusi nilai *pixel* citra Merah setelah diterapkan *spline interpolation*.

**Tabel 4.** Citra Merah Setelah Di-resampling

C	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	53	49	45	45	45	47	49	46	43
1	52	52	45	45	45	47	50	48	46
2	50	47	44	44	44	46	50	49	48
3	50	48	45	46	46	47	49	47	44
4	50	48	46	47	47	48	48	44	39
5	50	49	47	47	46	46	46	44	40
6	49	49	48	46	44	44	44	43	41
7	52	51	49	47	46	46	46	45	43
8	54	52	49	48	47	48	48	46	44

Berdasarkan uraian di atas bahwa nilai *pixel* baru adalah selalu berada diantara kedua nilai terdekat yang menjadi acuan dalam mencari nilai *pixel* yang baru yaitu  $X_1 \leq X \leq X_2$ . Hal ini menandakan bahwa metode *spline interpolation* efektif dalam *resampling*. Untuk citra Hijau dan Biru proses perhitungannya adalah sama. Setelah proses *resampling* pada *pixel* citra selesai, maka citra Merah, Hijau dan Biru kembali disatukan untuk mendapatkan kembali citra RGB USG, citra akan mengalami perubahan ukuran, karena adanya penambahan *pixel* baru. Bila citra awal berukuran 128x128 maka citra yang baru akan berukuran 255x255. Adapun citra hasil *resampling* diperlihatkan pada gambar berikut ini.



**Gambar 1.** Citra Hasil Resampling

### 3.2 Hasil Pengujian

Untuk mendapatkan hasil dari penelitian ini, dilakukan perhitungan dengan menggunakan alat bantu berupa software Microsoft Visual Studio 2010. Dengan menerapkan metode yang telah ditentukan ke dalam bahasa pemrograman yang didukung oleh software tersebut, citra hasil *resampling* dapat divisualisasikan dengan jelas, memungkinkan analisis yang lebih mendalam terhadap data yang diperoleh.

#### a. Halaman Login

Halaman login merupakan halaman pertama yang akan dijumpai oleh pengguna ketika mereka pertama kali mengakses aplikasi. Di halaman ini, pengguna akan menjalani proses verifikasi menggunakan nama pengguna dan kata sandi mereka. Halaman login dirancang untuk memastikan bahwa hanya pengguna yang terdaftar dan terverifikasi yang dapat mengakses aplikasi. Berikut ini adalah tampilan halaman login yang dimaksud.

b. Halaman Utama

Halaman utama adalah tampilan pengguna berhasil login ke pengguna akan menemukan khusus untuk memfasilitasi utama menyediakan berbagai untuk melakukan manipulasi dan tampilan halaman utama yang

c. Pengguna dapat memilih citra proses interpolasi dengan Setelah berada di halaman utama diberikan opsi untuk memilih file mereka. Pilihan ini memulai proses interpolasi pada Berdasarkan uraian di *interpolation* adalah baik untuk dikembangkan untuk kebutuhan dua *pixel* bertetangga secara menciptakan sebuah *pixel* baru maka *pixel* baru yang tercipta warna *pixel* dasarnya menjadikan tingkat *error* yang minimal. untuk kebutuhan system karena



window yang muncul setelah aplikasi. Di halaman ini, antarmuka yang dirancang proses interpolasi citra. Halaman alat dan opsi yang dibutuhkan analisis citra. Berikut ini adalah akan diakses oleh pengguna.. dari direktori komputer untuk menekan tombol "Pilih Citra". aplikasi, pengguna akan citra yang diinginkan dari sistem memungkinkan pengguna untuk citra yang dipilih.

atas, metode *spline* terus diteliti dan sains. Dengan menjadikan langsung untuk diantara dua *pixel* tersebut, akan lebih mirip dengan metode ini memiliki Metode ini juga efektif perhitungannya sederhana

#### 4. KESIMPULAN

Ada beberapa kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penulisan ini. Pertama, aplikasi mampu memberikan informasi pada user mengenai skala Citra sebelum dan sesudah diresampling dengan metode Spline Interpolation. Dengan adanya teknik resampling, kita bisa mengambil data kembali untuk dianalisis. User dapat mengetahui berapa jumlah skala dalam Citra USG. Dengan metode Spline Interpolation, kita dapat mengetahui nilai sebuah koordinat bila koordinat tersebut berada di antara dua buah koordinat yang telah diketahui. Selain itu, teknik ini memungkinkan pemrosesan data Citra yang lebih akurat dan efisien, terutama dalam konteks analisis medis seperti USG. Penggunaan metode Spline Interpolation memastikan bahwa detail-detail penting dalam Citra tetap terjaga meskipun telah melalui proses resampling. Hal ini sangat penting untuk memastikan bahwa diagnosis yang dibuat berdasarkan Citra tersebut tetap akurat dan andal. Dalam dunia medis, ketepatan dan keandalan data adalah kunci, dan dengan metode ini, kita dapat mencapai kedua aspek tersebut. Dengan demikian, aplikasi ini tidak hanya mempermudah user dalam mendapatkan informasi yang diperlukan tetapi juga meningkatkan kualitas analisis data Citra secara keseluruhan.

#### REFERENCES

- [1] M. J. Wear, "Biological Effects and Safety of Diagnostic Ultrasound," *Journal of Clinical Ultrasound*, vol. 47, no. 1, pp. 20-30, 2019.
- [2] K. S. Patel, "High-Frequency Sound Wave Imaging: Ultrasound Technology in Medical Diagnostics," *International Journal of Medical Imaging*, vol. 15, no. 2, pp. 87-93, 2019.
- [3] L. M. Lifshitz, "Image Resampling and Ultrasound Imaging Techniques," *Journal of Medical Imaging and Ultrasonics*, vol. 25, no. 4, pp. 235-246, 2020.
- [4] A. Harsono, "Efek Biologis Gelombang Ultrasonik pada Tubuh Manusia," *Jurnal Kesehatan Indonesia*, vol. 13, no. 2, pp. 45-52, 2019.
- [5] P. N. Hasanah, "Implementasi Interpolasi Fractal Untuk Pembesaran Skala Pada Citra Screen Capture CCTV," *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, vol. 7, no. 1, p. 63, 2020, doi: 10.30865/jurikom.v7i1.1945.
- [6] T. Yulianto, M. Sofyan, and N. I. Ulfaniyah, "Penentuan Kadar Garam Menggunakan Metode Interpolasi Spline di Madura," *Zeta - Math J.*, vol. 3, no. 1, pp. 27-30, 2017, [Online]. Available: <http://www.journal.uim.ac.id/index.php/zeta/article/view/42>.
- [7] R. Pratama, R. Sianipar, and K. Wiryajati, "Penerapan Metode Interpolasi dan Ekstrapolasi Lagrange, Chebyshev dan Spline Kubik untuk Memprediksi," *Dielektrika*, vol. 1, no. 2, pp. 116-121, 2014, [Online]. Available: <http://dielektrika.unram.ac.id/index.php/dielektrika/article/view/53>.
- [8] A. R. Prasetyo, M. H. Subari, and I. F. Santosa, "Pengolahan Citra Digital dalam Sistem Visual untuk Meningkatkan Kualitas Gambar Diskrit," *Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, vol. 9, no. 1, pp. 45-53, 2018.
- [9] Y. D. Wijaya and H. A. S. Sari, "Pengolahan Citra untuk Mengurangi Noise dan Meningkatkan Kualitas Gambar dengan Menggunakan Model Warna RGB," *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 8, no. 3, pp. 123-130, 2019.
- [10] R. S. Mulyani, "Implementasi Metode Interpolasi Spline pada Data Pengamatan Cuaca," *Jurnal Matematika dan Aplikasi*, vol. 9, no. 1, pp. 12-19, 2018.
- [11] P. N. Hasanah, "Implementasi Interpolasi Fractal Untuk Pembesaran Skala Pada Citra Screen Capture CCTV," *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, vol. 7, no. 1, p. 63, 2020, doi: 10.30865/jurikom.v7i1.1945.
- [12] M. B. Kusuma, R. H. Dewi, and S. S. Setiawan, "Penerapan Metode Interpolasi Spline untuk Estimasi Nilai Piksel pada Citra

- USG dengan Bantuan MATLAB," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 7, no. 2, pp. 85-93, 2019.
- [13] R. Pratama, R. Sianipar, and K. Wiryajati, "Pengaplikasian Metode Interpolasi dan Ekstrapolasi Lagrange, Chebyshev dan Spline Kubik untuk Memprediksi," *Dielektrika*, vol. 1, no. 2, pp. 116-121, 2014, [Online]. Available: [http://dielektrika.unram.ac.id/index.php/dielektrika/arti\\_cle/view/53](http://dielektrika.unram.ac.id/index.php/dielektrika/arti_cle/view/53).
- [14] D. Subanar dan D. Sutanto, "Penentuan Derajat Optimum Interpolasi pada Metode Lagrange dan Newton Gregory," *Jurnal Matematika*, vol. 19, no. 2, pp. 123-130, 2018.
- [15] M. S. Putra, "Pengolahan Citra Digital untuk Deteksi Objek pada Gambar," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 11, no. 3, pp. 21-29, 2018.
- [16] A. Setiawan, "Implementasi Model Warna RGB pada Aplikasi Pengolahan Gambar Digital," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 14, no. 2, pp. 101-109, 2019.
- [17] M. Unser, "Splines: A Perfect Fit for Signal and Image Processing," *IEEE Signal Processing Magazine*, vol. 36, no. 6, pp. 22-36, Nov. 2019.
- [18] T. Yulianto, M. Sofyan, and N. I. Ulfanyah, "Penentuan Kadar Garam Menggunakan Metode Interpolasi Spline di Madura," *Zeta - Math J.*, vol. 3, no. 1, pp. 27-30, 2017, [Online]. Available: <http://www.journal.uim.ac.id/index.php/zeta/article/view/42>.
- [19] A. N. Prabowo, S. S. Setiawan, and D. K. Sutanto, "Pemanfaatan Teknologi Ultrasonografi dalam Diagnostik Medis: Teknik, Prinsip, dan Aplikasi," *Jurnal Kesehatan dan Teknologi Medis*, vol. 10, no. 2, pp. 115-122, 2020.
- [20] R. S. Mulyadi, E. Y. Lestari, and B. A. Prasetya, "Implementasi Metode Interpolasi Spline untuk Resampling Citra Digital dengan Penambahan Pixel Baru," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 7, no. 4, pp. 175-182, 2019.