

Image Edge Sharpening Pada Sketsa Gambar Menggunakan Metode Haar Wavelet

Ardiwinata

Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Budi Darma, Medan, Indonesia

Email: Ardibloc7@gmail.com

Abstrak—Sketsa gambar adalah gambar sederhana atau draf kasar yang melukiskan bagian-bagian pokok tanpa detail. Sketsa gambar merupakan gambar ide awal untuk mengekspresikan gagasan tertentu ke dalam gambar disain merangkum aspek-aspek disain gambar awal yang memerlukan olahan lebih lanjut. Menggambar sketsa pada dasarnya adalah menarik garis dengan tangan bebas, tanpa dibantu penggaris. Dalam menggambar sketsa ini, terkadang garis yang dihasilkan pada objek tepinya tidak terlalu terang, dan membutuhkan penajaman pada setiap tepi objeknya. Untuk itu dilakukan juga penajaman pada tepi objeknya agar terlihat lebih tajam pada tepi objek tersebut. Penajaman citra ini berguna agar dapat diinterpretasikan oleh mata manusia. Dalam proses pengerjaan skripsi ini perangkat lunak yang digunakan adalah MATLAB. MATLAB merupakan salah satu perangkat lunak dengan bahasa pemrograman tingkat tinggi. Adapun hasil akhir dari skripsi ini berupa Objek yang dipertajam tepinya. Dalam pengerjaan skripsi menggunakan metode Haar Wavelet.

Kata Kunci: Sketsa; Penajaman Citra; MATLAB; Haar Wavelet

Abstract—A sketch is a simple drawing or rough draft that depicts the main parts without details. A sketch drawing is an initial idea drawing to express certain ideas into a design drawing summarizing aspects of the initial drawing design that require further processing. Sketch drawing is basically drawing lines with a free hand, without the help of a ruler. In drawing this sketch, sometimes the lines produced on the object edges are not very bright, and require sharpening on each edge of the object. For this reason, sharpening is also done on the edges of the object to make it look sharper on the edges of the object. This image sharpening is useful so that it can be interpreted by the human eye. In the process of working on this thesis, the software used is MATLAB. MATLAB is one of the software with a high level programming language. The final result of this thesis is an object with sharpened edges. In the thesis work using the Haar Wavelet method.

Keywords: Sketching; Image Sharpening; MATLAB; Haar Wavelet

1. PENDAHULUAN

Citra (image) adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi). Pengolahan citra (image processing) merupakan suatu sistem dimana proses dilakukan dengan masukan citra (image) dan hasilnya juga berupa citra (image). Penajaman citra (image sharpening) adalah suatu proses mendapatkan citra yang lebih mudah diinterpretasikan oleh mata manusia. Proses pengolahan citra yang bertujuan untuk memperoleh keindahan gambar, untuk kepentingan analisis citra, dan untuk mengoreksi citra[1][2][3].

Sketsa gambar adalah gambar sederhana atau draf kasar yang melukiskan bagian-bagian pokok tanpa detail. Sketsa gambar merupakan gambar ide awal untuk mengekspresikan gagasan tertentu ke dalam gambar disain merangkum aspek-aspek disain gambar awal yang memerlukan olahan lebih lanjut. Menggambar sketsa pada dasarnya adalah menarik garis dengan tangan bebas, tanpa dibantu penggaris. Tetapi tepi dan garis pada sketsa gambar yang dihasilkan tersebut, terlihat kurang terang dan terlihat kurang tebal pada sketsa gambar yang dihasilkan[4].

Banyak yang telah dilakukan mengenai deteksi tepi citra. Metode yang digunakanpun berbeda-beda mulai dari metode Prewitt, Robert, Sobel, Laplacian of Gaussian, hingga Canny. Pemilihan metode sangat berpengaruh terhadap hasil akhir deteksi tepi citra karena setiap metode memiliki tingkat akurasi yang berbeda. Metode terbaru yang dapat digunakan untuk melakukan pemrosesan deteksi tepi adalah menggunakan metode Haar Wavelet.

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah Haar Wavelet. Alasan dipilihnya metode Haar Wavelet karena mampu menandai sebanyak mungkin tepi asli citra, mampu menempatkan tepi asli yang telah ditandai sekali sehingga noise tidak mempengaruhi tepi yang telah ditandai. Faktor-faktor yang diteliti pengaruhnya terhadap ketajaman deteksi tepi dalam penelitian ini adalah dua variabel Gaussian filter, yaitu ukuran matrik dan variansi. Dalam penelitian ini dikembangkan sebuah perangkat lunak menggunakan metode Haar Wavelet untuk mendeteksi tepi citra dengan variasi pada ukuran matrik dan variansi. Variasi pada ukuran matrik dan variansi diharapkan dapat membantu pengguna untuk menentukan ukuran matrik dan variansi yang terbaik untuk menghasilkan deteksi tepi yang tajam.

Data uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra berbentuk sketsa Wajah Manusia. Citra yang digunakan sebagai data uji berasal dari pencarian search engine Google.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Metode penelitian dalam penyusunan skripsi ini, penulis dengan segala kemampuan mencoba untuk menyusun data-data yang telah dikumpulkan untuk mencapai penulisan yang baik dan bermanfaat. Adapun metode pengumpulan data yang penulis gunakan adalah:

1. Studi Pustaka
Yaitu pengumpulan data dengan cara membaca buku melalui beberapa literatur dan buku lain yang bersifat ilmiah yang ada hubungannya dengan materi yang akan dibahas, serta makalah dan paper sebagai acuan melakukan penelitian.
2. Pengumpulan Data
Yaitu mengumpulkan data yang berupa objek sketsa gambar dengan cara mengambil gambar dari search engine Google.
3. Metode yang diusulkan
Yaitu metode yang diusulkan untuk penelitian ini dengan menggunakan metode Haar Wavelet untuk meningkatkan penajaman tepi pada sketsa gambar.
4. Pembuatan Program
Yaitu pembuatan program dengan menggunakan salah satu bahasa pemrograman MATLAB.
5. Pengujian
Pada tahap ini dilakukan pengujian program dengan melihat ketepatan metode Haar Wavelet dalam proses penajaman tepi objek citra dari tiga objek yang ditentukan dan menganalisis hasil keluarannya.
6. Penyusunan Laporan
Pada tahap ini dilakukan penyusunan laporan hasil analisis dan perancangan ke dalam format penulisan skripsi..

2.2 Citra

Citra (*image*) merupakan istilah lain untuk gambar sebagai bentuk informasi visual yang memegang peranan penting dalam komponen multimedia. Seiring dengan perkembangan teknologi di bidang komputerisasi, teknologi pengolahan citra (*image processing*) telah banyak dipakai di berbagai bidang antara lain bidang kedokteran dan bidang industri hiburan[5]. Citra sebagai output dari suatu sistem perekaman data dapat bersifat [6]–[10]:

1. Optik, berupa foto.
2. Analog berupa sinyal video, seperti gambar pada monitor televisi.
3. Digital yang dapat langsung disimpan pada suatu pita magnetik.

Citra dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu citra diam (*still image*) adalah citra tunggal yang tidak bergerak dan citra bergerak (*moving image*) yaitu rangkaian citra diam yang ditampilkan secara beruntun (*sekuensial*), sehingga memberi kesan pada mata sebagai gambar bergerak. Setiap citra didalam rangkaian itu disebut *frame*. Gambar-gambar yang tampak pada film layar lebar atau televisi yaitu terdiri dari ratusan sampai ribuan *frame*.

Dari sudut pandang pencitraan, citra (*image*) adalah rekaman hasil interaksi antara gelombang dengan benda (*object*), yang memberikan sebagian gambaran atau informasi dari benda tersebut. Proses pembentukan citra dengan merekam hasil interaksi inilah yang disebut sebagai proses pencitraan (*imaging*). Dengan demikian ada 3 (tiga) komponen utama dalam pencitraan, yaitu :

1. Gelombang pengindera (*sensing waves*)
2. Benda (*object*)
3. Alat pengindera (*sensor*)

Menurut presisi yang digunakan menyatakan titik-titik kordinat pada *domain spatial*(bidang), dan untuk menyatakan nilai keabuan atau warna dari suatu citra, maka secara teoritis citra dapat dikelompokkan menjadi empat kelas, yaitu : citra kontinu-kontinu, kontinu-diskrit, diskrit-kontinu, dan diskrit-diskrit. Dimana label pertama menyatakan presisi dari titik-titik koordinat pada bidang citra, sedangkan label kedua menyatakan presisi nilai keabuan atau warna. Kontinu dinyatakan dengan presisi angka terhingga. Komputer digital bekerja dengan angka-angka presisi terhingga. Dengan demikian, hanya citra dari kelas diskrit yang dapat diolah oleh komputer. Citra dari kelas tersebut lebih dikenal dengan citra digital.

Citra dalam format BMP lebih bagus dari pada citra dalam format JPEG, Terjemahan bebas dari *bitmap* adalah pemetaan bit. Artinya, nilai intensitas *pixel* di dalam citra dipetakan ke sejumlah bit tertentu. Peta bit yang umum adalah 8, artinya setiap *pixel* panjangnya 8 bit. Delapan bit ini merepresentasikan nilai intensitas *pixel*. Dengan demikian ada sebanyak $2^8 = 256$ derajat keabuan, mulai dari 0 sampai 255.

Citra dalam format BMP ada tiga macam : citra biner, citra berwarna, dan citra hitam-putih (*grayscale*). Citra biner hanya mempunyai dua nilai keabuan, yaitu 0 dan 1. Oleh karena itu, 1 bit sudah cukup untuk merepresentasikan nilai *pixel*. Citra berwarna adalah citra yang lebih umum. Warna yang terlihat pada citra *bitmap* merupakan kombinasi dari tiga warna dasar, yaitu merah, hijau, dan biru. Setiap *pixel* disusun oleh tiga komponen warna : R (*red*), G (*green*), dan B (*blue*). Kombinasi dari tiga warna RGB tersebut menghasilkan warna yang khas untuk *pixel* yang bersangkutan.

Nilai setiap *pixel* tidak menyatakan derajat keabuan secara langsung, tetapi nilai *pixel* menyatakan indeks tabel RGB yang membuat nilai keabuan merah (R), nilai keabuan hijau (G), dan nilai keabuan biru (B) untuk *pixel* yang bersangkutan. Pada citra hitam-putih, nilai $R = G = B$ untuk menyatakan bahwa citra hitam-putih hanya mempunyai satu kanal warna. Citra hitam-putih pada umumnya adalah citra 8 bit.

Citra yang lebih kaya warna adalah citra 24-bit. Setiap *pixel* panjangnya 24 bit, karena setiap *pixel* langsung menyatakan komponen warna merah, komponen warna hijau, dan komponen warna biru. Masing-masing komponen panjangnya 8 bit. Citra 24-bit disebut juga citra 16 juta warna, karena ia mampu menghasilkan $2^{24} = 16.777.216$ kombinasi warna.

2.3 Filter Penajaman (Sharpening)

Operasi penajaman citra bertujuan memperjelas tepi pada objek didalam citra. Penajaman citra merupakan kebalikan dari operasi pelembutan citra karena operasi ini menghilangkan bagian citra yang lembut. Operasi penajaman dilakukan dengan melewati citra pada penapis lolos-tinggi (*high-pass filter*). Penapis lolos-tinggi akan meloloskan (atau memperkuat) komponen yang berfrekuensi tinggi (misalnya tepi atau pinggiran objek) dan akan menurunkan komponen berfrekuensi rendah. Akibatnya, pinggiran objek terlihat lebih tajam dibandingkan sekitarnya. Karena penajaman citra lebih berpengaruh pada tepi (*edge*) objek, maka penajaman citra sering juga disebut juga penajaman tepi (*edge sharpening*) atau peningkatan kualitas tepi (*edge enhancement*)[11][12][13].

Selain untuk mempertajam gambar, penapis lolos-tinggi digunakan untuk mendeteksi keberadaan tepi (*edge detection*). Dalam hal ini, *pixel-pixel* tepi ditampilkan lebih terang (*highlight*) sedangkan *pixel-pixel* bukan tepi dibuat gelap (hitam). Model komputasi kuantum adalah komputasi yang dilakukan berdasarkan prinsip kerja atau sifat dari kuantum mekanika yang berbeda dengan komputasi klasik. Komputasi klasik hanya akan menghasilkan keadaan dengan dua kondisi yang dinyatakan dalam bit yaitu 0 atau 1, sedangkan dalam komputasi kuantum digunakan qubit yang mampu menyatakan tak hingga keadaan yang merupakan kombinasi dari keadaan 0 dan 1. Komputasi kuantum memiliki sifat berada dalam berbagai macam keadaan sehingga akan menyebabkan banyak terdapat kemungkinan hasil perhitungan. Untuk mengetahui hasil perhitungan harus dilakukan pengukuran terhadap qubit yang disebut dengan pengukuran quantum (quantum measurement), yang akan menghentikan proses qubit dan memaksa sistem untuk memilih salah satu dari semua kemungkinan jawaban yang ada. Penajaman citra bisa didapat dengan menggunakan proses *Highpass Filtering* dengan mengurangi komponen *low frequency* tanpa mengganggu informasi *high frequency* pada transformasinya. *Highpass filtering* merupakan kebalikan dari *lowpass filtering*, persamaannya dapat dilihat pada persamaan dibawah ini[14][15]:

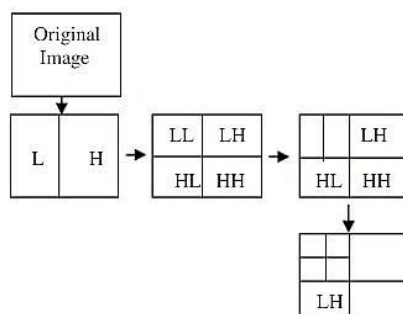
$$H_{hp}(u,v) = 1 - H_{lp}(u,v)$$

$H_{hp}(u,v)$ merupakan fungsi dari *lowpass filter* yang berkaitan

2.4 Teori Haar Wavelet

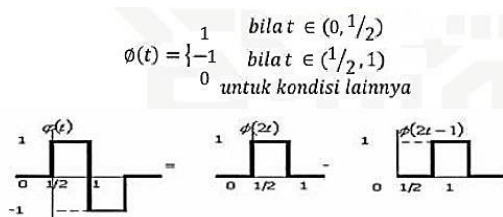
Haar wavelet merupakan suatu proses pengubahan data menjadi bentuk lain sehingga mudah dianalisa. Salah satu contoh haar wavelet adalah transformasi haar wavelet. Transformasi haar wavelet merupakan generalisasi dari transformasi Fourier. Haar wavelet merupakan proses mengubah sinyal ke dalam berbagai gelombang wavelet asli (*mother wavelet*) dengan berbagai pergeseran dan penyekalan. Dengan demikian faktor skala memegang peranan yang sangat penting. citra $M \times N$ merupakan data dua dimensi yang berbentuk matriks dengan elemennya berupa *pixel-pixel* penyusun citra. Wavelet 2D dapat dikonstruksikan dengan menggunakan horisontal wavelet 1D dan vertikal wavelet 1D[16][17][18].

Haar wavelet terhadap masing-masing *pixel* di dalam citra dapat dilakukan secara bergantian pada masing-masing kolom dan baris. Pertama kali dilakukan transformasi secara horisontal terhadap baris. Setelah itu dilakukan transformasi secara vertikal terhadap kolom. Langkah ini dilakukan secara bergantian sampai diperoleh koefisien aproksimasi dan koefisien detail dari citra.



Gambar 1. Ilustrasi Haar wavelet dalam citra

Salah satu keluarga wavelet adalah wavelet Haar Transformasi menggunakan fungsi Haar sebagai fungsi basis merupakan transformasi wavelet yang paling sederhana. Fungsi Haar didefinisikan sebagai:



Gambar 2. Persamaan Haar Wavelet

Keterangan :

$\emptyset(t)$ = himpunan tapis

t = koefisien tapis

Transformasi wavelet Haar merupakan transformasi wavelet paling sederhana. Dalam transformasi wavelet Haar pada suatu citra dilakukan dengan menggunakan penapis lolos rendah (*Low Pass Filter / LPF*) dan penapis lolos tinggi (*High Pass Filter / HPF*) sehingga diperoleh koefisien wavelet.

- Input : citra ternormalisasi
- Untuk masing-masing dekomposisi horisontal dan vertikal, cari koefisien LPF dan HPF.
- Lakukan secara berulang-ulang pada koefisien aproksimasi yang diperoleh sebelumnya hingga level yang diinginkan.

Dalam transformasi Wavelet Haar, terdapat dua proses yang harus dilakukan yaitu transformasi *forward* (dekomposisi) dan transformasi *inverse* (rekonstruksi). Transformasi *forward* berguna untuk memecah gambar. Sedangkan transformasi *inverse* adalah kebalikannya, yaitu membentuk kembali pecahan-pecahan gambar dari proses *forward* menjadi sebuah citra seperti semula (proses rekonstruksi).

2.4.1 Transformasi *Forward* (Dekomposisi)

Tiap langkah dalam transformasi Haar memperhitungkan kumpulan koefisien-koefisien Wavelet dan kumpulan rata-rata. Jika suatu kumpulan S_0, S_1, \dots, S_{N-1} berisi unsur-unsur N , akan terdapat $N/2$ rata-rata dan $N/2$ nilai-nilai koefisien. Rata-rata disimpan dalam setengah diatas. Rata-rata menjadi input untuk langkah selanjutnya dalam penghitungan Wavelet, dimana untuk iterasi $i+1$, $N_{i+1} = N_i/2$. Iterasi-iterasi berlanjut sampai suatu rata-rata tunggal dan koefisien tunggal dihitung. Ini mengganti sekumpulan data asal dari unsur-unsur N dengan rata-rata yang telah didapat, yang diikuti dengan sekumpulan koefisien-koefisien yang ukurannya adalah peningkat pangkat dua (misalnya, $2^0, 2^1, 2^2, \dots, N/2$) [19][20][21].

Dalam pandangan aljabar linear transformasi *forward* Haar, rata-rata pertama dihitung dengan produk sinyal linear $[s_0, s_1, \dots, s_{N-1}]$ dan vektor, dari ukuran yang sama $[0, 0.5, -0.5, 0, 0, \dots, 0]$. Rata-rata dan koefisien selanjutnya dihitung dengan merubah penskalaan dan vektor-vektor Wavelet dengan dua dan menghitung produk-produk sebelah dalam.

Pada penskalaan literatur dan nilai-nilai Wavelet terkadang ditunjukkan masing-masing dengan h_i dan g_i .

Koefisien-koefisien fungsi penskalaan:

$$h_0 = 0,5$$

$$h_1 = 0,5$$

Koefisien-koefisien fungsi Wavelet :

$$g_0 = 0,5$$

$$g_1 = 0,5$$

Penskalaan dan nilai-nilai Wavelet untuk perubahan Haar ditunjukkan dibawah ini dalam bentuk matriks :

$$\begin{matrix} h_0 & h_1 & 0 & 0 & \dots \\ g_0 & g_1 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & h_0 & h_1 & \dots \\ 0 & 0 & g_0 & g_1 & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots \end{matrix}$$

Gambar 3. Matriks Transformasi Haar

Langkah pertama dari transformasi *forward* Haar delapan sinyal unsur diperlihatkan dibawah. Disini sinyal dikalikan dengan matriks transformasi *forward* :

$$\begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ c_0 \\ c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ c_0 \\ c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} s_0 \\ s_1 \\ s_2 \\ s_3 \\ s_4 \\ s_5 \\ s_6 \\ s_7 \end{bmatrix}$$

Gambar 4. Matriks Transformasi Forward Haar

Tanda panah menunjukkan operasi pembagian yang mengatur kembali hasil sehingga nilai rata-rata berada dalam setengah pertama vektor dan koefisien-koefisien berada dalam setengah kedua vektor. Langkah selanjutnya mengalikan nilai-nilai a_i dengan matriks perubahan 4×4 , yang menghasilkan dua rata-rata baru dan dua koefisien-koefisien baru yang akan menggantikan rata-rata dalam langkah pertama. Langkah terakhir mengalikan rata-rata ini dengan semua matriks 2×2 yang menghasilkan rata-rata akhir dan koefisien akhir.

2.4.2 Transformasi Inverse (Rekonstruksi)

Seperti pada transformasi forward Haar, satu langkah dalam transformasi inverse Haar dapat digambarkan dalam hubungan-hubungan aljabar linear. Operasi matriks untuk membalikkan langkah pertama transformasi Haar untuk delapan sinyal unsur ditunjukkan di bawah ini[22][23]:

$$\begin{bmatrix} s_0 \\ s_1 \\ s_2 \\ s_3 \\ s_4 \\ s_5 \\ s_6 \\ s_7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_0 \\ c_0 \\ a_1 \\ c_1 \\ a_2 \\ c_2 \\ a_3 \\ c_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ c_0 \\ c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{bmatrix}$$

Gambar 5. Matriks Transformasi Inverse Haar

Proses pengembalian dekomposisi Haar menjadi sebuah citra kembali (rekonstruksi), secara singkat bisa dijabarkan sebagai berikut:

1. Mengembalikan LL_2 , HL_2 , dan LH_2 menjadi LL_1 , dengan cara mengambil satu piksel di LL_2 , HL_2 , LH_2 , dan HH_2 , dengan koordinat yang sama, begitu seterusnya sampai koordinat terakhir.
2. Mengembalikan LL_1 , HL_1 , LH_1 dan HH_1 menjadi citra kembali dengan cara yang sama seperti pada proses.

2.5 Matlab

Matlab adalah sebuah lingkungan komputasi numerikal dan bahasa pemrograman komputer generasi keempat. Dikembangkan oleh The MathWorks, MATLAB memungkinkan manipulasi matriks, pemplotan fungsi dan data, implementasi algoritma, pembuatan antarmuka pengguna, pengantarmukaan dengan program dalam bahasa lainnya. Tipe data dasar MATLAB adalah matrix (array). Matlab tidak membutuhkan dimensi, oleh karena itu penggunaan memori dapat dihemat[24][25].

Pertama, Matlab dapat digunakan sebagai kalkulator ilmiah, berikutnya Matlab memungkinkan untuk memvisualisasi data dalam berbagai cara, melakukan aljabar matriks, bekerja dengan polinomial dan fungsi integrasi. Seperti dalam sebuah kalkulator yang dapat diprogram, dapat menciptakan, mengeksekusi, dan menyimpan urutan perintah sehingga memungkinkan komputasi dilakukan secara otomatis. Matlab dapat diperlakukan sebagai sebuah bahasa pemrograman yang akrab pengguna, yang memungkinkan untuk menangani kalkulasi matematis dalam suatu cara yang mudah. Ringkasan Matlab secara khusus dirancang untuk bekerja dengan sekumpulan data tertentu sebagai vektor, matriks, dan gambar.

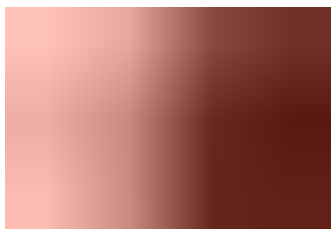
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah gambar asli dengan resolusi 720 x 720 piksel dengan citra RGB dimana gambar tersebut yang akan diolah untuk mempertajam tepi objek citra yang berbentuk sketsa Wajah Manusia dengan menerapkan Haar Wavelet.



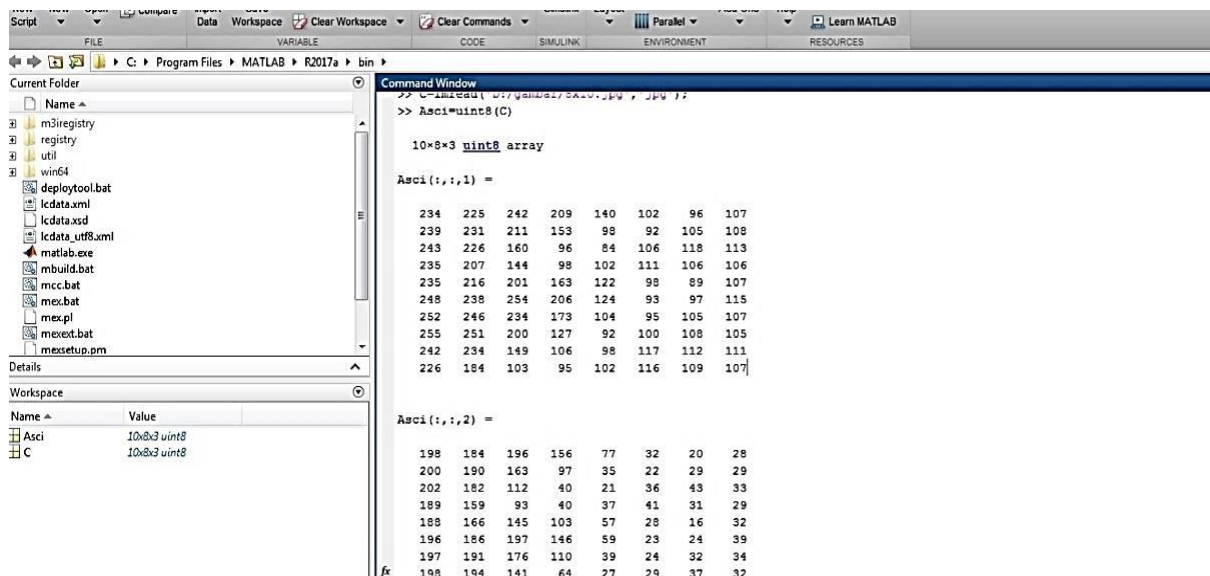
Gambar 6. Citra 720 x 720

Untuk menganalisa cira di atas yang memiliki *noise* dengan menerapkan metode *haar wavelet* dimana citra di atas diperkecil menjadi resolusi 8x10.



Gambar 7. Citra 8x 10

Dari citra diatas untuk menampilkan nilai pixel-pixel citra tersebut dengan menggunakan aplikasi matlab. Untuk menampilkan nilai matriks citra yang akan diolah dengan bantuan aplikasi matlab dengan cara:
`C=imread('D:/gambar/8x10.jpg','jpg');`
`Ascii=uint8(c)`
 Sehingga didapat nilai pixel citra diatas adalah sebagai berikut:



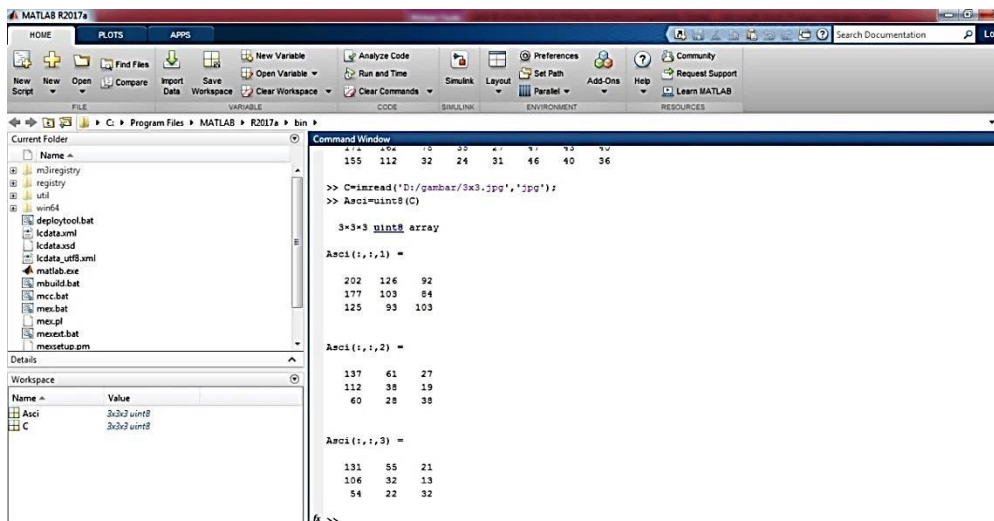
Gambar 8. Nilai Matriks Citra 8x10

Berikut di bawah ini tabel nilai piksel citra 8 x 10 :

Tabel 1. Nilai Piksel Citra 8x10

| | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 234 | 225 | 242 | 209 | 140 | 102 | 96 | 107 |
| 239 | 231 | 211 | 153 | 98 | 92 | 105 | 108 |
| 243 | 226 | 160 | 96 | 84 | 106 | 118 | 113 |
| 235 | 207 | 144 | 98 | 102 | 111 | 106 | 106 |
| 235 | 216 | 201 | 163 | 122 | 98 | 89 | 107 |
| 248 | 238 | 254 | 206 | 124 | 93 | 97 | 115 |
| 252 | 246 | 234 | 173 | 104 | 95 | 105 | 107 |
| 255 | 251 | 200 | 127 | 92 | 100 | 108 | 105 |
| 242 | 234 | 149 | 106 | 98 | 117 | 112 | 111 |
| 226 | 184 | 103 | 95 | 102 | 116 | 109 | 107 |

Kemudian di perkecil lagi dari resolusi 8x10 menjadi resolusi 3x3 untuk mempermudah proses analisa terhadap citra yang memiliki *noise*.



Gambar 9. Nilai Matriks Citra 3x3

Berikut di bawah ini tabel nilai piksel citra 3x3 :

Tabel 2. Nilai Piksel Citra 3x3

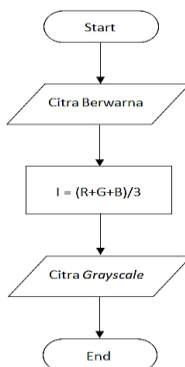
| | | |
|-----|-----|-----|
| 202 | 126 | 92 |
| 177 | 103 | 84 |
| 125 | 93 | 103 |

3.1 Proses Konversi Citra Digital Ke Dalam Bentuk Grayscale

Citra asli yang akan menjadi objek untuk dikenali berupa citra berwarna 8 bit. Pada citra berwarna, pada umumnya memiliki nilai RGB (*Red Green Blue*) yang berbeda-beda pada setiap *pixel*-nya. Perbedaan nilai RGB tersebut akan membentuk suatu *pixel* dengan warna tertentu. Pada citra *grayscale*, nilai RGB memiliki nilai yang sama. Sehingga citra *grayscale* sering disebut dengan citra 1 (satu) *channel*. Untuk melakukan konversi citra berwarna menjadi citra *grayscale*, dapat dilakukan dengan melakukan operasi perataan pada tiap *pixel*-nya dengan menggunakan persamaan berikut:

$$I = \frac{R+G+B}{3}$$

Proses konversi ke dalam format *grayscale* dapat disajikan seperti pada gambar 3.5 dibawah ini:



Gambar 10. Flowchart Proses Konversi ke dalam Format Grayscale

Sebagai ilustrasi, sebuah citra berwarna dengan ukuran 3x3 *pixel* disajikan seperti dibawah ini:

Tabel 3. Nilai Piksel Citra Warna 3x3

| | | | |
|---------------|--------------|---------------|---------------|
| (202,126,92) | (177,103,84) | (125,93,103) | (202,126,92) |
| (137,61,27) | (112,38,19) | (60,28,38) | (131, 55, 21) |
| (106, 32, 13) | (54, 22, 32) | (137,61,27) | (112,38,19) |
| (112,38,19) | (202,126,92) | (54, 22, 32)) | (60,28,38) |

$$\begin{aligned}
 \text{pixel}(0,0) &= \frac{(202+126+92)}{3} = 140 \\
 \text{pixel}(0,1) &= \frac{(177+103+84)}{3} = 121,33 = 121 \\
 \text{pixel}(0,2) &= \frac{(125+93+103)}{3} = 107 \\
 \text{pixel}(0,3) &= \frac{(202+126+92)}{3} = 140 \\
 \text{pixel}(1,0) &= \frac{(137+61+27)}{3} = 75 \\
 \text{pixel}(1,1) &= \frac{(112+38+19)}{3} = 56,33 = 56 \\
 \text{pixel}(1,2) &= \frac{(60+28+38)}{3} = 42 \\
 \text{pixel}(1,3) &= \frac{(131+55+21)}{3} = 69 \\
 \text{pixel}(2,0) &= \frac{(106+32+13)}{3} = 50,33 = 50 \\
 \text{pixel}(2,1) &= \frac{(54+22+32)}{3} = 36 \\
 \text{pixel}(2,2) &= \frac{(137+61+27)}{3} = 75 \\
 \text{pixel}(2,3) &= \frac{(112+38+19)}{3} = 56,33 = 56 \\
 \text{pixel}(3,0) &= \frac{(112+38+19)}{3} = 56,33 = 56 \\
 \text{pixel}(3,1) &= \frac{(202+126+92)}{3} = 140 \\
 \text{pixel}(3,2) &= \frac{(54+22+32)}{3} = 36 \\
 \text{pixel}(3,3) &= \frac{(60+28+38)}{3} = 42
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, maka dihasilkan sebuah citra *grayscale* sebagai berikut:

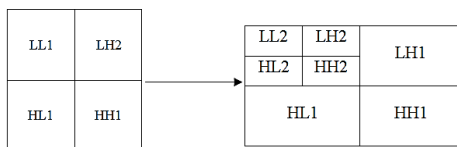
Tabel 4. Nilai Pixel Citra Grayscale

| | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| 140 | 121 | 107 | 140 |
| 75 | 56 | 42 | 69 |
| 50 | 36 | 75 | 56 |
| 56 | 140 | 36 | 42 |

Tabel 5. Frekuensi Nilai Pixel Citra Grayscale

| | | | | | | | | | |
|-----------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| Warna (x) | 36 | 42 | 50 | 56 | 69 | 75 | 107 | 121 | 140 |
| Jumlah | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 |

Dan di transformasikan pada dekomposisi *wavelet haar*.



$$\begin{aligned}
 LL &= \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \\
 LH &= \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix} \\
 HL &= \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \\
 HH &= \frac{1}{2} \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

| | |
|-----|-----|
| 140 | 121 |
|-----|-----|

| | |
|----|----|
| 75 | 56 |
|----|----|

$$LL2 = \frac{140+121+75+56}{2} = 196$$

$$LH2 = \frac{140+121-75-56}{2} = 56$$

$$HL2 = \frac{140+75-121-56}{2} = 19$$

$$HH2 = \frac{140+56-121-75}{2} = 0$$

| | |
|-----|-----|
| 107 | 140 |
| 42 | 69 |

$$LL2 = \frac{107+140+42+69}{2} = 179$$

$$LH2 = \frac{107+140-42-69}{2} = 68$$

$$HL2 = \frac{107+42-140-69}{2} = -30$$

$$HH2 = \frac{107+69-140-42}{2} = -3$$

| | |
|----|-----|
| 50 | 36 |
| 56 | 140 |

$$LL2 = \frac{50+36+56+140}{2} = 141$$

$$LH2 = \frac{50+36-56-140}{2} = -55$$

$$HL2 = \frac{50+56-36-140}{2} = -35$$

$$HH2 = \frac{50+140-36-56}{2} = 49$$

| | |
|----|----|
| 75 | 56 |
| 36 | 42 |

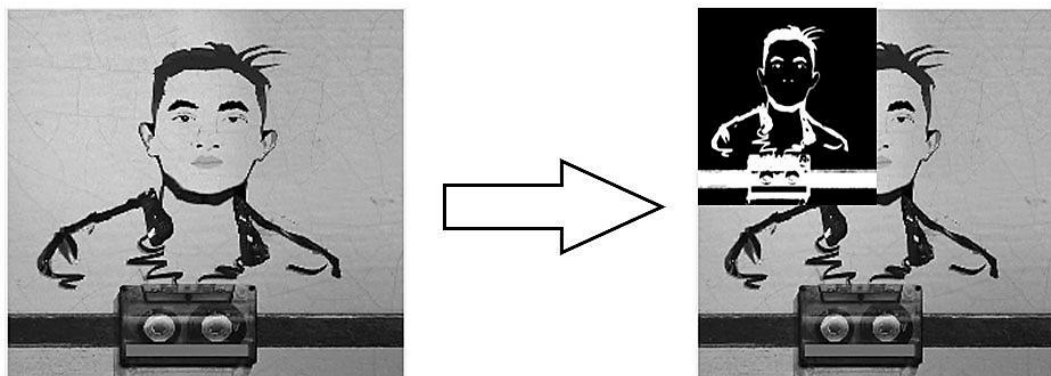
$$LL2 = \frac{75+56+36+42}{2} = 104,5$$

$$LH2 = \frac{75+56-36-42}{2} = 26,5$$

$$HL2 = \frac{75+36-56-42}{2} = 6,5$$

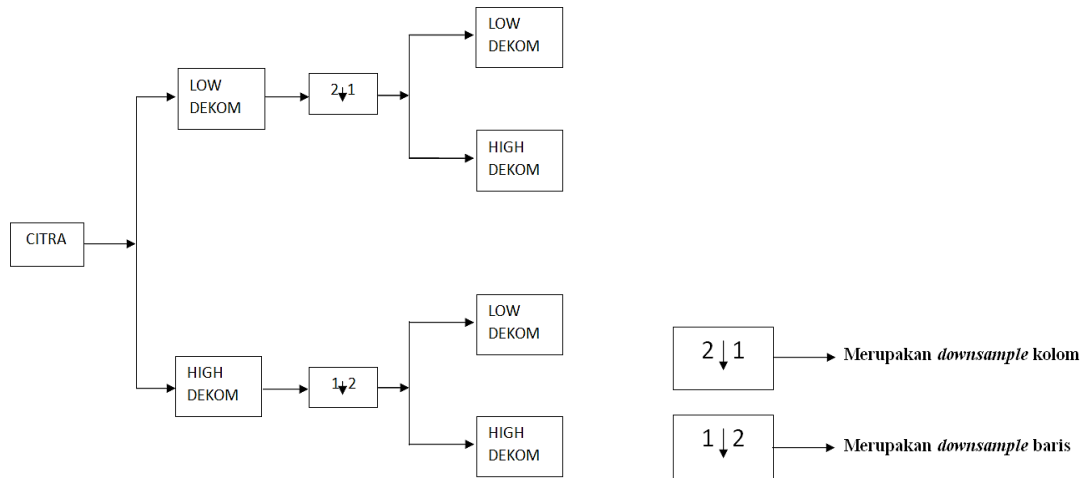
$$HH2 = \frac{75+42-56-36}{2} = 12,5$$

| | | | |
|-----|-----|-------|------|
| 196 | 56 | 179 | 68 |
| 19 | 0 | -30 | -3 |
| 141 | -55 | 104,5 | 26,5 |
| -35 | 49 | 6,5 | 12,5 |



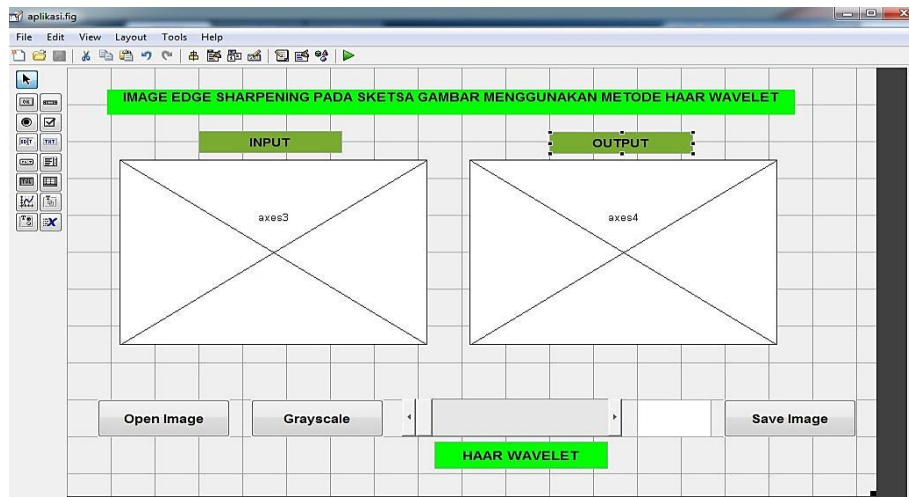
Gambar 11. Hasil Dekomposisi lvl 2

Seperti yang terlihat pada gambar di bawah, jika suatu citra dilakukan proses transformasi *wavelet* diskrit dua dimensi dengan *level* dekomposisi satu, maka akan menghasilkan empat buah *subband*.



Gambar 12. Empat buah subband

3.2 Tampilan Program

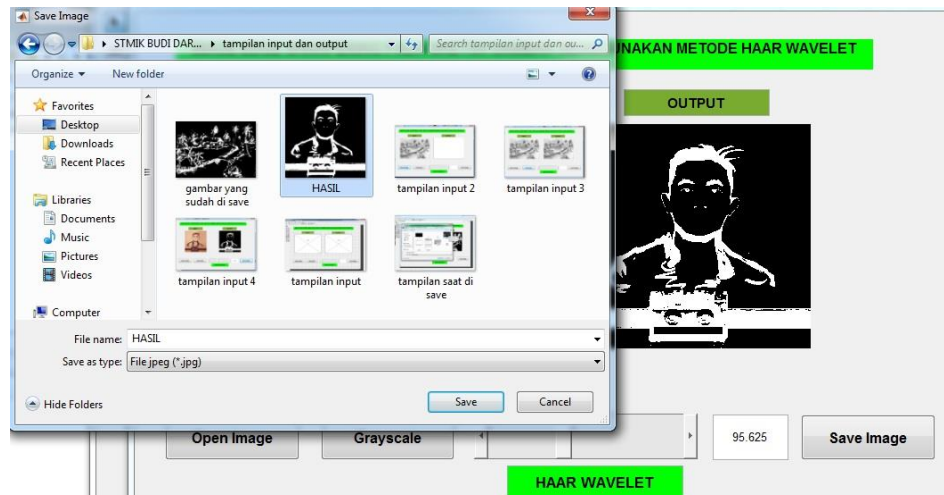


Gambar 13. Form Awal

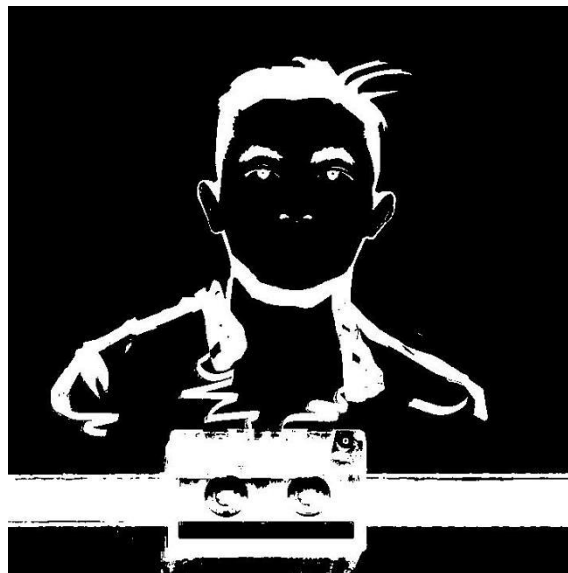
Form Awal digunakan untuk proses menginput gambar dan menghasilkan output setelah proses inputnya.



Gambar 14. Form Proses



Gambar 15. Simpan Gambar



Gambar 16. Hasil Akhir

4. KESIMPULAN

Dari proses pengujian sistem dapat diperoleh kesimpulan bahwa dapat diketahui bahwa penggunaan metode belum efektif dalam pendeteksian tepi objek yang benar, ini disebabkan semakin diperbesar nilainya akan semakin menghilangkan tepi objeknya. Nilai akurasi sangat bergantung dari file citra serta parameter yang digunakan. Dari hasil pengujian ini, tepi objek citra dapat dipertajam dengan menggunakan metode Haar Wavelet.

REFERENCES

- [1] P. Faradilla, S. F. Rezky, and R. Hamdani, "Implementasi Metode Kernel Konvolusi Dan Contrast Stretching Untuk Perbaikan Kualitas Citra Digital," vol. 1, no. November, pp. 865–875, 2022.
- [2] E. Fernando, A. Pratama, and J. Jumadi, "Implementasi Metode K-Means Clustering Pada Segmentasi Citra Digital," vol. 18, no. 2, pp. 291–301, 2022.
- [3] J. I. Komputer, T. D. Informasi, and N. Siagian, "Perancangan Aplikasi Pengolahan Citra Digital Untuk Penajaman Sisi Citra Hasil Fingerprint Menggunakan Metode Fourier Phase Only Synthesis," vol. 1, no. 2, pp. 66–75, 2023.
- [4] F. Tabiyah, D. A. N. Ilmu, U. I. Negeri, and R. I. Lampung, "Pengaruh media," 2023.
- [5] B. A. B. Ii, "No Title," pp. 1–20.
- [6] N. Z. Munantri, H. Sofyan, and M. Y. Florestiyanto, "Aplikasi Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Umur Pohon," *Telematika*, vol. 16, no. 2, p. 97, 2020, doi: 10.31315/telematika.v16i2.3183.
- [7] G. C. Setyawan and M. P. Nawansari, "Kinerja Penapisan Gaussian dan Median Dalam Pelembutan Citra," vol. 2, no. 2, pp. 1–4, 2022.
- [8] H. Printer *et al.*, "ISSN : 2338-9214 Vol : 9 No : 1 Januari 2023 Susunan Staf Redaksi Penerbit : Program Studi Teknik Informatika Unipa Penanggung Jawab : Ketua Program Studi Informatika Editor 4 . Margaretha P N Rozady , ST ., MT : 1 . Daniel Oranova Sihan , S . Kom ., M . Sc , PDEng 2 . Dra . Ernawati , MT (Atama Jaya Yogyakarta) Cover & Tata Letak

- Alamat Redaksi : Claudia Betruchy Bada , S . Pd ., M . Pd : Program Studi Teknik Informatika Unipa Jl . Kesehatan , No . 03 Maumere – Flores – NTT,” vol. 9, no. 1, 2023.
- [9] A. Muhammad, F. Hanafiah, Y. Fitri, and A. Lubis, “Paper Analisis Pengaruh Citra Gelap Terhadap Kinerja Metode High Boost Filtering Dan Adaptive Histogram Equalization”.
- [10] D. Agusti, A. A. Nababan, C. Digital, and G. Noise, “Penerapan Metode Harmonic Mean Filter Dalam Mereduksi Gaussian Noise Pada Citra Digital,” vol. 5, no. 3, pp. 565–571, 2022.
- [11] F. A. Muhammad, G. S. Nugraha, and R. Dwiyanaputra, “Matlab Program for Sharpening Image due to Lenses Blurring Effect Simulation with Lucy Richardson Deconvolution,” vol. 2, no. 1, pp. 38–43, 2023, doi: 10.56566/amplitudo.v2i1.57.
- [12] M. Resa, A. Yudianto, P. Sukmasetya, R. A. Hasani, and D. Sasongko, “Pengaruh Data Preprocessing terhadap Imbalanced Dataset pada Klasifikasi Citra Sampah menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network,” vol. 4, no. 3, pp. 1367–1375, 2022, doi: 10.47065/bits.v4i3.2575.
- [13] E. Simarmata, “Implementasi Metode High Pass Filtering Dan Metode Contras Streching Dalam Perbaikan Kualitas Citra,” vol. 2, no. 2, pp. 31–38, 2022.
- [14] T. D. A. R. Putra, Y. F. Riti, and D. Anggelia, “NOISE IMAGE ENCHANCEMENT PADA CITRA ULTRASONOGRAFI,” vol. 28, pp. 149–160, 2023.
- [15] D. Anassafila, T. H. Wijaya, W. Tuti, and Y. M. Heong, “JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering) Sallen Key Notch Filter Circuit : Comparison Between Simulation Using Circuit Wizard and Actual Experiment,” vol. 7, no. July, pp. 43–56, 2023.
- [16] T. B. Putri, S. Saidah, B. Hidayat, F. Qothrunnada, T. Telekomunikasi, and U. Telkom, “Deteksi Emosi Berdasarkan Sinyal Suara Manusia Menggunakan Discrete Wavelet Transform (DWT) Dengan Klasifikasi Support Vector Machine (SVM) antar manusia tidak selalu terjadi dengan baik , ada beberapa faktor dari interaksi yang dapat bereksprei atau melakukan tindakan [1]. Speech processing merupakan teknik pemrosesan sinyal dan mendeteksi emosi melalui sinyal wicara [2]. Terdapat beberapa faktor fisiologis yang dapat mendapatkan hasil yang maksimal . menggunakan metode K-Nearest Neighbor (KNN). Pada penelitian ini metode Discrete Wavelet Transform (DWT) digunakan untuk melakukan proses ekstraksi ciri dan metode Support Vector Machine (SVM) untuk klasifikasinya . Metode DWT adalah teknik analisa sinyal yang dikembangkan kedalam komponen frekuensi rendah dan frekuensi tinggi [5]. Kelebihan dari metode DWT adalah terdapat pada level dekomposisi . Kelebihan dari DWT ini dapat mereduksi kelemahan pemfilteran pada pembelajaran berdasarkan teori optimasi dengan dimensi tinggi [7]. SVM dengan model supervised learning yaitu dapat mengklasifikasikan data set sebagai titik dalam ruang vektor dan dipetakan ke dalam ruang yang sama sehingga SVM memiliki kelebihan untuk dapat memprediksi mengklasifikasi data secara optimal . Namun , SVM memiliki kekurangan yaitu sulit untuk memilih parameter yang berdasarkan suara . Sistem deteksi ini dirancang menggunakan metode SVM untuk klasifikasi dan DWT Gambar 1 . Diagram Alir Perancangan Sistem Deteksi Emosi,” vol. 3, no. 1, pp. 1–10, 2023.
- [17] A. Harianti, I. M. O. Widyantara, N. Made, A. Esta, and D. Wirastuti, “EVALUASI KINERJA CODEC CITRA MEDIS BERBASIS WAVELET,” vol. 6, no. 1, 2023.
- [18] H. Kusnadi, “Bearing Fault Detection Menggunakan Metode Wavelet Berbasis Labview,” no. November 2022, pp. 49–58.
- [19] I. Saluza *et al.*, “Prediksi Harga Saham Menggunakan Empirical Mode Decomposition dan Feed Forward Neural Networks,” pp. 961–969, 2023.
- [20] D. Setiabudi *et al.*, “Analisis kinerja kompresi citra dwt dan fraktal pada transmisi citra dengan sistem sc-fdma 1,2,3,” vol. 5, no. 2, pp. 150–157, 2022.
- [21] D. Septiana *et al.*, “PERBANDINGAN ANTARA FEED FORWARD NEURAL NETWORK (FFNN) DAN SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (SARIMA) UNTUK PERAMALAN DATA RUNTUN WAKTU TERAPAN COMPARATION BETWEEN FEED FORWARD NEURAL NETWORK (FFNN) AND SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (SARIMA) IN FORECASTING SEASONAL,” vol. 2, no. 2, 2023.
- [22] B. A. B. Ii, “Deep Learning Deep learning,” pp. 4–20, 2016.
- [23] M. Sari, “Perbaikan Deteksi Watermark Dengan Knn Pada Penyembunyian Data Berbasiskan Histogram- Based Reversible Data Hiding,” vol. 10, no. 5, pp. 4367–4371, 2023.
- [24] S. Qirana and E. Harahap, “Simulasi Antrian Kendaraan Pada Gerbang Tol Pasteur Kota Bandung Menggunakan SimEvents MATLAB Vehicle Queue Simulation at Pasteur Toll Gate Bandung City,” vol. 21, no. 1, pp. 69–76, 2022.
- [25] “No Title,” vol. 16, pp. 1056–1066, 2022.