

IMPLEMENTASI METODE ADAPTIVE TYPE-2 FUZZY DAN HISTOGRAM EQUALIZATION UNTUK MEREDUKSI NOISE SALT AND PEPPER PADA CITRA BERTIPE GRAYSCALE

Muamar Fahmi¹, Rito Cipta Sigitta H², Khurotul Aeni³

¹Program Studi Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Peradaban,

²Program Studi Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Peradaban,

³Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Peradaban.

Email: ¹fahmimuamar97@gmail.com, ²ritocipta@peradaban.ac.id, ³khurotulaeni@peradaban.ac.id

Jl. Raya Pagojengan KM 03 Paguyangan Brebes

Keyword

Image
Enhancement, noise
salt&pepper,
Adaptive Typee-2
Fuzzy, histogram
equalization

Abstract

Along with technological developments, images play a very important role as a form of information with the convenience offered in terms of retrieval, processing and storage. Digital image can have a defect (noise) / the main disturbance is salt & pepper type noise which causes the image to experience a decrease in quality. Therefore, it is necessary to improve the quality of digital images (Image enhancement) to improve image quality. The method that can be used to improve image quality (Image Enhancement) is Adaptive Typee-2 Fuzzy. This method will be applied to images containing impulse noise (salt & pepper). This filter consists of two steps, in the first step the pixels are categorized as good or bad. In the second step the pixels that were categorized as bad in the previous step will go through the filter stage. This method is applied to grayscale images to find out how accurate the method is. Based on the discussion, it is found that this method is effective in reducing noise in grayscale-type photographic images, as evidenced by the small value of the Mean Square Error (MSE) and the large value of the resulting Peak Signal to Noise Ratio (PSNR). The average MSE value of the adaptive type-2 fuzzy method is 0.006497218 and the average PSNR value is 24.242225. This method is also better when compared to linear filter methods, for example the Median Filter. The average MSE value of the median filter method is 0.061200481 and the average PSNR value is 17.4459775. The histogram equalization method is applied to the output of the filtering, which is a process that changes the distribution of the grayscale value in an image so that it becomes uniform (uniform). This method is proven to be effective in increasing the distribution of grayscale values so that the output image looks brighter and the details are more visible.

Kata Kunci

Image
Enhancement, noise
salt&pepper,
Adaptive Typee-2
Fuzzy,
histogram
equalization

Abstrak

Seiring perkembangan teknologi, citra memegang peranan sangat penting sebagai bentuk informasi dengan kemudahan yang ditawarkan dalam hal pengambilan, pemrosesan dan penyimpanannya. Citra digital dapat memiliki cacat (noise) / gangguan utamanya adalah noise jenis salt&pepper sehingga mengakibatkan citra tersebut mengalami penurunan kualitas / mutu. Maka dari itu perlu adanya perbaikan kualitas citra digital (Image enhancement) untuk meningkatkan kualitas / mutu citra. Metode yang dapat digunakan dalam perbaikan kualitas citra (Image Enhancement) adalah Adaptive Typee-2 Fuzzy. Metode tersebut akan diterapkan pada citra yang mengandung impulse noise (salt&pepper). Filter ini terdiri dari dua langkah, pada langkah pertama piksel dikategorikan baik atau buruk. Pada langkah kedua piksel yang dikategorikan buruk pada langkah sebelumnya akan melalui tahap filter. Metode ini diaplikasikan pada citra grayscale untuk mengetahui seberapa tingkat

keakuratan dari metode tersebut. Berdasarkan pembahasan diperoleh bahwa metode ini efektif dalam mereduksi *noise* pada citra fotografi bertipe *grayscale*, terbukti dengan kecilnya nilai *Mean Square Error* (MSE) dan besarnya nilai *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) yang dihasilkan. Nilai rata-rata MSE dari metode *adaptive type-2 fuzzy* yaitu 0.006497218 dan rata-rata nilai PSNR yaitu 24.242225. Metode ini juga lebih baik jika dibandingkan dengan metode filter linear, misalnya Median Filter. Nilai rata-rata MSE dari metode median filter yaitu 0.061200481 dan rata-rata nilai PSNR yaitu 17.4459775. Pada *output* hasil filtering diterapkan metode *histogram equalization*, yaitu proses yang mengubah distribusi nilai derajat keabuan pada sebuah citra sehingga menjadi seragam (*uniform*). Metode ini terbukti efektif meningkatkan persebaran nilai *grayscale* sehingga citra *output* terkesan terlihat lebih terang dan detailnya lebih terlihat.

PENDAHULUAN

Seiring perkembangan teknologi, penggunaan data sebagai sumber informasi tidak bergantung hanya sebatas tulisan atau naskah, penggunaan gambar, audio (bunyi, suara, musik) dan juga video pada masa yang sekarang juga dapat digunakan sebagai sumber informasi yang menawarkan kemudahan dalam hal pengambilan, pemrosesan dan penyimpanannya. Gambar atau dalam istilah lain disebut dengan citra merupakan penyajian informasi dalam bentuk visual. Ditinjau dari sudut pandang sistematis, citra diasumsikan sebagai fungsi *continue* dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra (2D). Suatu citra dapat didefinisikan sebagai fungsi $f(x, y)$ berukuran M baris dan N kolom, dengan x dan y adalah koordinat spasial, dan amplitude f di titik koordinat (x, y) dinamakan intensitas atau tingkat keabuan dari citra pada titik tersebut [1].

Citra digital dapat memiliki cacat (*noise*) / gangguan sehingga mengakibatkan citra tersebut mengalami penurunan kualitas / mutu. Citra yang mempunyai kualitas kurang baik bisa menyebabkan sulit atau bahkan salah dalam menginterpretasikan informasi yang terkandung dalam citra tersebut. Cacat yang dimaksud misalnya adalah citra yang kurang tajam, kabur (*blurring*) atau warna yang terlalu kontras dan lain sebagainya.

Derau atau *noise* adalah titik pada citra yang sebenarnya bukan merupakan bagian dari citra, melainkan ikut tercampur pada citra karena suatu sebab. Gangguan tersebut biasanya muncul sebagai akibat dari penerokan yang tidak bagus (*sensore, noise, photographic, grain noise*) atau akibat saluran transmisi (pada pengiriman data) pada saat pembentukan data [3]. *Noise* jenis *salt and pepper* (SAP) merupakan salah satu jenis *noise* yang sering muncul pada citra, seperti namanya *noise* ini kan terlihat seperti taburan garam dan merica. Pada citra RGB *noise* ini akan muncul dalam 3 ruang warna yaitu Red, Green, Blue. Sedangkan pada citra *grayscale* *noise* ini akan muncul dalam dua warna yaitu hitam dan putih. *Noise salt&pepper* merupakan jenis *noise* yang dapat disebabkan oleh proses pengambilan citra, pengkompresian citra, pemindahan citra, penyimpanan dan juga proses lainnya.

Terkait paparan diatas pada penelitian ini penulis bermaksud menerapkan metode *fuzzy* dalam mereduksi *noise* jenis *salt&pepper* yang akan dikombinasikan dengan metode *Histogram Equalization* untuk meningkatkan kontras citra agar lebih seragam sehingga detailnya akan lebih terlihat. Sehingga penulis memberi judul skripsi ini dengan "Implementasi Metode *Adaptive Type-2 Fuzzy* dan *Histogram Equalization* Untuk Mereduksi *Noise Salt&Pepper* Pada Citra Bertipe *Grayscale*".

Nilai MSE (*Mean Square Error*) dan PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*) akan digunakan sebagai ukuran seberapa baik metode yang digunakan dalam menghilangkan *noise*. Semakin kecil nilai MSE menunjukkan citra *output* hasil filter semakin mirip dengan citra *input*. Parameter PSNR memiliki nilai yang sebaliknya, semakin besar nilai PSNR maka semakin mirip antara citra *output* dengan citra *input*.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengolahan Citra

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra, khususnya dengan menggunakan komputer, menjadi citra yang kualitasnya lebih baik. Tujuan dari pengolahan citra adalah untuk memperbaiki citra yang mengalami penurunan kualitas dikarenakan suatu gangguan. Dalam hal ini adalah gangguan yang disebabkan oleh *noise* agar memperoleh kualitas citra yang lebih baik dari sebelumnya dan dapat mudah diinterpretasikan oleh manusia atau komputer. Teknik pengolahan citra adalah untuk mengubah suatu citra menjadi citra lain yang memiliki kualitas lebih baik dari citra sebelumnya [9].

B. Citra

Secara harfiah, citra disebut juga sebagai gambar yang merupakan informasi dalam bentuk *visual*. Ditinjau dari sudut pandang sistematis, citra diasumsikan sebagai fungsi *continue* dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra (2D). Citra adalah suatu representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Citra sebagai suatu keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik, seperti foto yang bersifat analog maupun digital [10]. Citra dapat juga diartikan sebagai representasi dari bentuk fisik nyata (tiga dimensi) yang dituangkan dalam bentuk dua dimensi

Suatu citra diperoleh dari penangkapan kekuatan sinar yang dipantulkan oleh objek. Ketika sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian cahaya tersebut. Pantulan ini ditangkap oleh alat-alat pengindra optik, misalnya mata manusia, kamera, scanner dan sebagainya. Sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut terekam. Setiap titik pada citra dapat dinyatakan dengan:

$$0 < f(x, y) < \infty \dots \dots \dots (1)$$

Dimana f adalah intensitas cahaya pada koordinat (x, y) dan (x, y) adalah potongan garis antara x dan y .

C. Representasi Citra

Komputer dapat mengolah citra apabila citra tersebut direpresentasi dalam bentuk yang dapat dibaca oleh komputer yaitu dalam bentuk numerik dengan nilai-nilai diskrit. Proses dari mengubah citra kedalam nilai-nilai diskrit ini disebut dengan digitalisasi. Pada umumnya citra digital berbentuk empat persegi panjang, dan dimensi ukurannya dinyatakan sebagai tinggi \times lebar atau panjang \times lebar.

Citra digital yang berukuran $N \times M$ lazim dinyatakan dengan matriks yang berukuran N baris dan M kolom sebagai berikut:

$$f(x, y) \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0, M) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1, M) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1, M-1) \end{bmatrix} \dots \dots \dots (2)$$

Indeks baris (i) dan indeks kolom (j) menyatakan suatu koordinat titik pada citra, sedangkan $f(i, j)$ merupakan intensitas (derajat keabuan) pada titik (i, j) .

D. Noise

Noise kemudian disebut juga sebagai derau merupakan bentuk cacat atau kerusakan pada suatu citra yang disebabkan oleh gangguan dari luar. Gangguan yang dimaksud berupa variasi intensitas pada suatu piksel yang tidak saling berhubungan dengan piksel-piksel tetangganya.

E. Neighborhood Process

Merubah nilai piksel pada citra dapat dilakukan untuk memanipulasi citra. Proses manipulasi ini diterapkan pada masing-masing piksel dengan menggunakan fungsi-fungsi tertentu. Teknik yang dapat dilakukan untuk memanipulasi piksel adalah dengan neighbourhood processing. Pada proses ini dilakukan dengan membuat sebuah persekitaran pada masing-masing piksel. Kemudian fungsi tertentu diaplikasikan pada setiap persekitaran tersebut.

Pada proses ini masing-masing piksel akan dibuat semacam persekitaran berbentuk segi empat yang berukuran ganjil. Gabungan dari proses persekitaran dengan fungsi yang diterapkan kemudian disebut dengan filter. Jika fungsi yang dibentuk adalah fungsi linier maka filternya disebut sebagai filter linier.

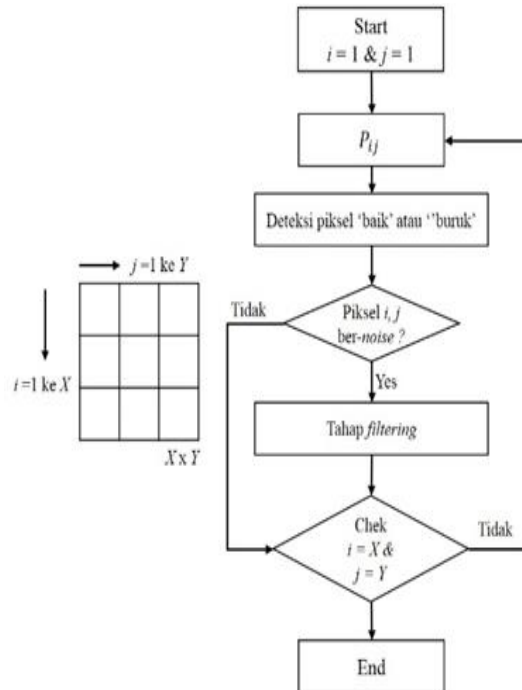
Jika P_{ij}^H adalah simbol dari persekitaran piksel yang saling berhubungan dengan piksel p_{ij} dengan jendela setengah filter ukuran H maka dapat didefinisikan sebagai:

$$P_{ij}^H = \{p_{i+q, j+l}, \forall q, l \in [-H, H] \dots \dots \dots (3)$$

Piksel lingkungan P_{ij}^H memiliki N elemen pada jendela filter. dimana ukuran dari N adalah $(2H + 1) \times (2H + 1)$.

F. Metode Adaptive Type-2 Fuzzy

Adaptive type-2 fuzzy merupakan salah satu metode filter non linier. dimana metode ini akan digunakan untuk menghilangkan gangguan (*noise*) yang terjadi pada citra. Dikatakan sebagai filter non linier karena filter ini akan terdiri dari dua tahap, tahap pertama adalah mendeteksi piksel yang baik dengan piksel yang terkorupsi oleh *noise*. Kemudian tahap kedua adalah menghilangkan *noise* yang terdeteksi pada tahap pertama. Langkah-langkah dari metode ini ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Langkah-Langkah Metode Adaptive Type-2 Fuzzy

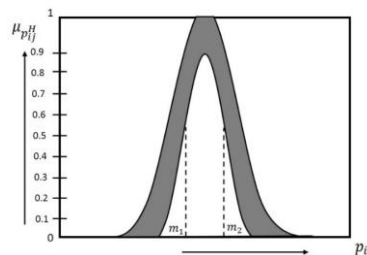
Gambar 1 menunjukan proses dari metode yang digunakan. Pada langkah pertama adalah mendeteksi piksel yang terkorupsi oleh *noise* pada piksel *i, j*. Jika piksel *i, j* terkonformasi sebagai piksel ber-*noise* maka akan dilakukan filtering dengan mereduksi *noise* yang mengganggu. Kemudian dilakukan evaluasi pada piksel *i, j* apakah sesuai dengan yang diharapkan. Jika sesuai maka proses akan selesai. Jika pada tahap deteksi noise piksel *i, j* dikategorikan sebagai piksel baik maka nilai dari piksel tersebut akan dibiarkan. Pada gambar diatas nilai X x Y merupakan ukuran dari citra input dan P_{ij} adalah intensitas piksel dari (*i, j*).

Nilai *membership function* (MF) dari *type-2 fuzzy* dapat berupa himpunan bagian $\subseteq [0, 1]$ dalam keanggotaan primer, sesuai dengan keanggotaan primer terdapat keanggotaan sekunder yang juga dipetakan dalam $[0, 1]$. Interval *fuzzy type-2* P_{ij}^H ditandai dengan fungsi keanggotaan (MF) $\mu_{P_{ij}^H}$ yang dapat ditunjukkan dalam gambar 2.9 dan didefinisikan sebagai:

$$P_{ij}^H = \{((p_{ij}, \mu_{P_{ij}^H}), \mu_{P_{ij}^H}(p_{ij}, \mu_{P_{ij}^H})) \forall p_{ij} \in I, \forall \mu_{P_{ij}^H} \in J_{ij} \subseteq [0 1]\}.....(4)$$

Dimana

$$0 \leq \mu_{P_{ij}^H}, \mu_{P_{ij}^H}(p_{ij}, \mu_{P_{ij}^H}) \leq 1.$$

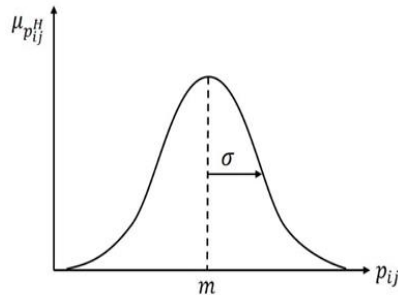


Gambar 2 Interval Type-2 MF

Jika sebuah piksel dilambangkan dengan I pada sebuah gambar yang dilambangkan dengan P_{ij} yang terletak pada baris i^{th} dan kolom j^{th} kemudian himpunan fuzzy P_{ij}^H pada I didefinisikan sebagai:

$$P_{ij}^H = \{(p_{ij}, \mu_{P_{ij}^H}) \mid p_{ij} \in I\} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana $\mu_{P_{ij}^H}$ disebut sebagai MF seperti yang ditunjukkan pada gambar 2 yang memetakan setiap elemen dari I antara 0 dan 1. Kemudian H pada MF mewakili parameter ukuran setengah jendela filter.



Gambar 3 Fuzzy Gaussian MF

G. Histogram Equalization

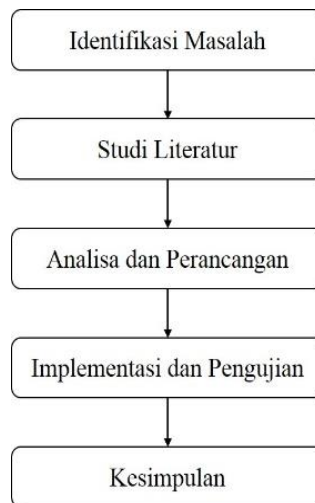
Ekualisasi histogram menjadi bagian penting dalam proses pengolahan citra. Ekualisasi histogram berguna untuk membuat persebaran histogram citra yang lebih merata. Proses ini dapat dilakukan pada seluruh citra atau pada beberapa bagian citra saja [1].

Histogram didefinisikan sebagai probabilitas statistik distribusi setiap tingkat abu-abu dalam citra digital. Idanya adalah dengan men-stretch histogram sehingga perbedaan piksel menjadi lebih besar.

Berikut adalah rumus untuk perhitungan metode histogram equalization:

$$r_k = \frac{k}{L-1} \quad , 0 \leq k \leq L - 1 \dots \dots \dots (6)$$

METODOLOGI



Gambar 4. Tahapan Penelitian

Berdasarkan tahapan-tahapan penelitian yang di paparkan pada gambar 4 di atas maka dapat di jabarkan pembahasan dari masing masing tahapan pada penelitian ini dipaparkan sebagai berikut.

Pada tahap pertama penulis mempelajari bahwa terdapat banyak metode yang dapat digunakan untuk menghilangkan *noise* yang terdapat pada citra, baik metode linier maupun metode non linier. Maka dari itu penulis ingin mempelajari seberapa efektif metode yang digunakan untuk menghilangkan *noise* pada citra yang kemudian dibandingkan dengan metode yang lain. Suatu metode dikatakan efektif jika memiliki nilai MSE lebih kecil dan nilai PSNR lebih besar dibandingkan dengan metode yang lain.

Tahap studi literatur dilakukan untuk mencari referensi dari penelitian yang sudah dilakukan

sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian ini. Kemudian mempelajari secara mendalam buku, jurnal, artikel untuk memahami dengan baik materi pengolahan citra digital. Kemudian bagaimana konsep dari metode *Adaptive type-2 fuzzy* dalam mereduksi *noise* dan juga konsep dari metode *histogram equalization* dalam proses perataan histogram. Literature diperoleh baik melalui buku, paper pendukung, jurnal, maupun dari internet.

Tahap analisa meliputi analisa kebutuhan yang merupakan sebuah langkah untuk mengetahui kebutuhan yang diperlukan, pada tahap ini dilakukan analisa kebutuhan penelitian tentang teknologi yang akan digunakan, meliputi perangkat lunak, perangkat keras dan bahan penelitian.

1. Alat

Dalam penelitian ini penulis menggunakan laptop TOSHIBA dengan spesifikasi, *Windows 8.1 Pro 32 bit*, *Processor Intel Celeron CPU 847 @ 1.10 GHZ*, *RAM 2.00 GB*. Dan *software* Aplikasi yang digunakan adalah *Matlab R2010a*.

2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah data citra fotografi yang didapat dari studio fotografi profesional '**Studio.01**' dengan citra berformat (.jpg) dan (.png). Studio.01 sendiri merupakan sebuah studio fotografi yang beralamat di bumiayu tepatnya di jalan Jl.K.H. Ahmad Dahlan, Blere, Kalierang, Kec. Bumiayu, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah 52273.

Tahap perancangan dilakukan dengan membuat program dengan menggunakan *Matlab R2010a*. Algoritma program dibuat diantaranya untuk dapat menerima atau membaca citra dan memberikan *noise* pada citra. Kemudian untuk dapat membuat filter yang dapat mereduksi *noise*. Kemudian algoritma untuk menghitung MSE dan PSNR dari citra hasil filter terhadap citra asli. Juga untuk membuat program perataan histogram pada citra hasil filter yang diterapkan.

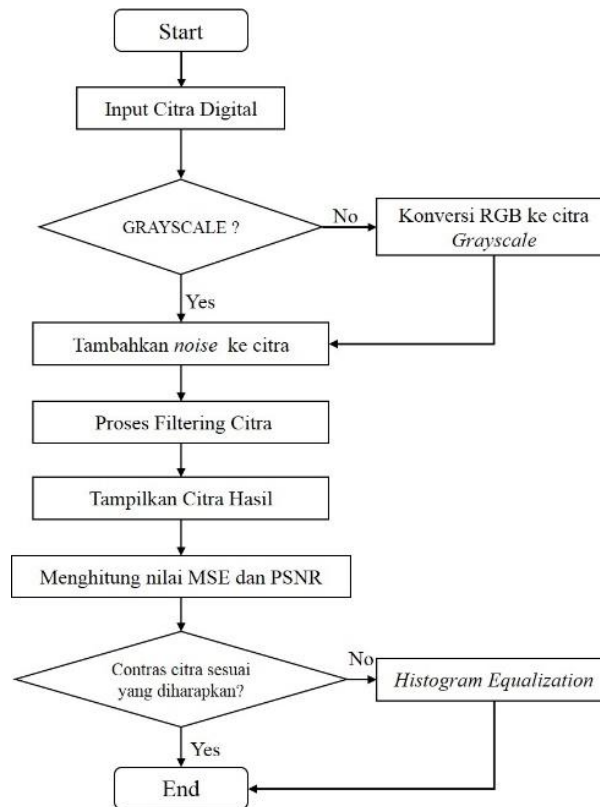
Pada tahap kelima dilakukan implementasi metode *Adaptive type-2 fuzzy* dan *histogram equalization* dari rancangan yang telah dibuat pada tahap sebelumnya dengan menggunakan *software* *Matlab R2010a*.

Kemudian dilakukan uji coba dengan menggunakan citra masukan yang bervariasi untuk mencoba jalannya aplikasi apakah telah sesuai dengan rancangan dan desain implementasi yang dibuat dengan melakukan pengamatan kualitatif dengan membandingkan citra asli, citra terkena *noise* dan citra output dari filter dan analisa kuantitatif yaitu membandingkan nilai MSE (*Mean Squared Error*) dan PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*) masing-masing output dengan citra aslinya.

Performa suatu metode dalam mereduksi *noise* sebenarnya bisa hanya dengan melakukan pengamatan dengan mata manusia, cara ini dilakukan dengan membandingkan secara berjajar antara citra masukan, citra yang terkorupsi *noise*, dan citra hasil dari metode filtering. Akan tetapi caara ini tidak bisa dijadikan sebagai tolak ukur karena persepsi dan pandangan manusia berbeda-beda. Maka dari itu pengamatan secara kuantitatif di lakukan untuk mengetahui secara pasti tingkat keberhasilan suatu metode dalam melakukan proses reduksi. Cara ini adalah dengan melakukan analisa nilai MSE dan PSNR nya. Semakin baik suatu metode ditandakan dengan semakin kecilnya nilai MSE dan semakin besarnya nilai PSNR. Code untuk meghitung nilai MSE dan PSNR dapat dilihat pada lampiran code6

HASIL DAN PEMBAHASAN

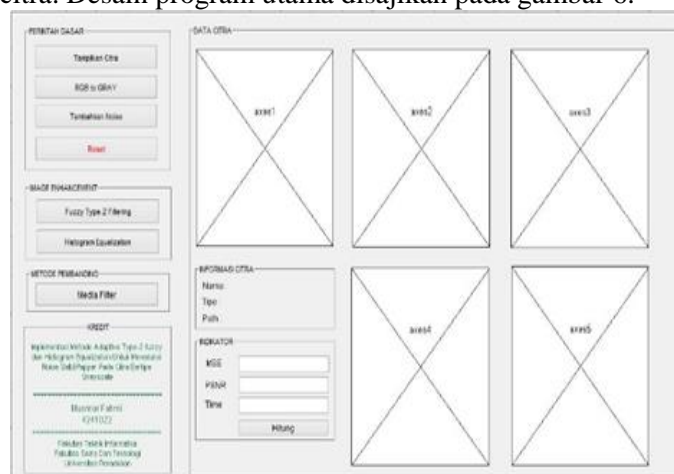
Implementasi dari metode penghilangan *noise* dan perataan histogram menggunakan metode *Adaptive type-2 fuzzy* dan *histogram equalization* digambarkan dalam *Flowchart* yang disaikan dalam gambar 5.



Gambar 5. Alur system secara keseluruhan

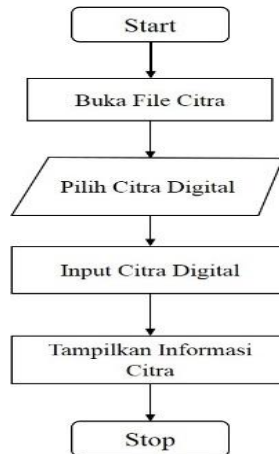
Alur sistem berguna untuk mengetahui proses apa saja yang terjadi selama sistem berlangsung. Diagram alir *flowchart* digunakan dalam pembuatan diagram alir ini. Kemudian *tools* yang digunakan untuk pembuatan alur sitem ini adalah Microsoft Power Point 2013.

Pada gambar 6 jika *input* citra tidak berupa citra *grayscale* maka pengguna akan diminta untuk mengkonversi citra ke *grayscale*. Kemudian menambahkan *noise* pada citra sesuai dengan parameter yang digunakan dan selanjutnya proses reduksi *noise* yang dimasukkan pada citra. Pengamatan kualitatif dilakukan dengan membandingkan citra secara berjajar sehingga dapat dilihat seberapa baik kualitas *output* filter yang dihasilkan. selanjutnya pengamatan secara kuantitatif dilakukan dengan menganalisa nilai MSE dan PSNR-nya. Citra hasil filtering akan dilakukan proses perataan histogram untuk mempertajam tekstur citra. Desain program utama disajikan pada gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Program

A. Proses Input Citra

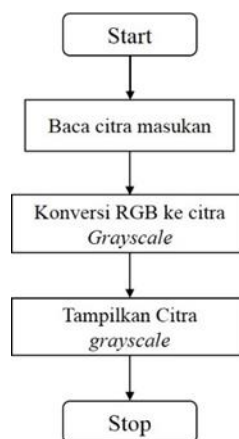


Gambar 7. Diagram Alir Proses Input Citra

Pada tahap ini merupakan awal dari proses penelitian dengan melakukan pengambilan citra. Pengguna membuka *file Explorer* kemudian memilih data citra dengan format file citra yang didukung oleh Matlab, yaitu citra dengan format JPEG (*.jpg) dan png (*.png). selanjutnya sistem akan menampilkan citra beserta informasi yang terkandung didalam citra tersebut.

B. Proses Konversi Citra

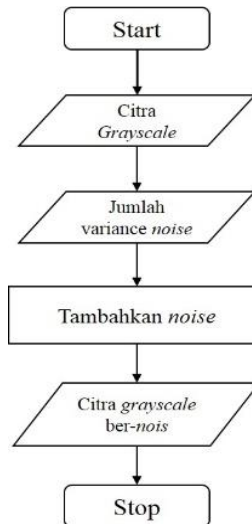
Penelitian ini dibatasi hanya pada pemrosesan citra *grayscale*, ketika data citra masukan berupa citra RGB maka akan dikonversi kedalam citra *grayscale*. Langkah-langkah konversi citra disajikan dalam gambar 8.



Gambar 8. Tahap Konversi Citra

Pada proses ini jika data citra masukan adalah citra dengan tipr RGB maka akan dikonversi menjadi citra bertipe grayscale. Konversi citra grayscale yang dimaksud adalah citra yang nilai pikselnya antara 0-255 atau 1-256. Untuk merubah RGB menjadi grayscale menggunakan persamaan berikut $gray = a*RED + b*GREEN + y*BLUE$. Nilai yang diberikan untuk ketiga parameter a, b, y bisa secara acak asalkan total keseluruhan nilainya adalah satu (1). Misalnya kita menggunakan nilai $a=0.3, b=0.5, y=0.2$ apabila ketiga parameter tersebut dijumlahkan pasti hasilnya sama dengan satu (1).

C. Proses Input Citra



Gambar 9. Diagram Alur Input Noise

Citra yang sudah dipilih dan dimasukkan ke dalam program selanjutnya akan ditambahkan *noise salt&pepper*. Pengguna memasukan tingkat intensitas *noise* yang akan diberikan pada citra dengan memasukan nilai *variance* antara 0.2, 0.3, 0.5, dan 0.8. Jika parameter yang dimasukkan semakin bernilai besar maka citra akan semakin mengandung banyak *noise*.

D. Proses Filtering

Tahap ini merupakan inti dari penulisan tugas akhir ini, citra yang telah ditambahkan *noise* sesuai parameter yang dimasukkan selanjutnya akan dilakukan proses filter dengan menggunakan metode *adaptive type-2 fuzzy*. Seperti yang telah dijabarkan dalam bab 2.2.9, metode ini disebut sebagai filter non linier artinya filter ini memiliki dua tahap. Pada tahap pertama adalah mendeteksi piksel yang terkorupsi *noise* pada tahap sebelumnya. Dan yang kedua adalah tahap mereduksi *noise* pada masing-masing piksel yang terdeteksi.

E. Proses Perataan Histogram

Citra hasil dari filtering akan mengalami penurunan intensitas cahaya utamanya pada citra dengan kepekatan *noise* yang tinggi. Proses perataan histogram ini bertujuan untuk menghasilkan persebaran histogram yang seragam pada masing-masing derajat keabuan.

Idenya adalah dengan merubah derajat keabuan suatu piksel (r) dengan derajat keabuan yang baru (s) dengan suatu fungsi transformasi T , yang dalam hal ini $s = T(r)$.

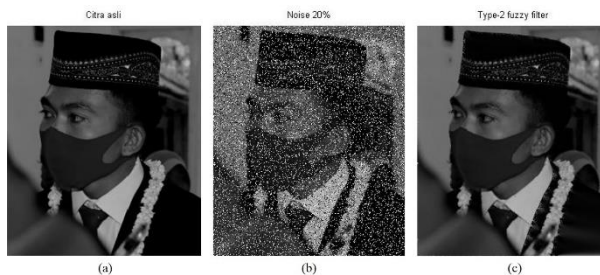
F. Data Uji



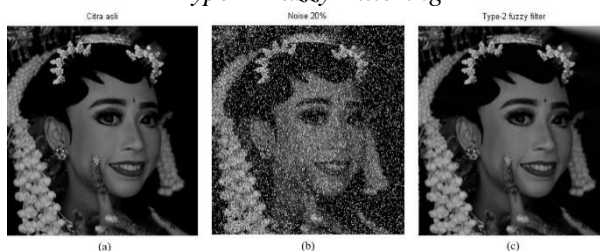
Citra yang digunakan dalam uji coba ini adalah citra dengan format jpg dan png dengan nama citra beserta formatnya DSC_7053.jpg, DSC_7202.jpg, STU_7392.jpg.

G. Pengujian

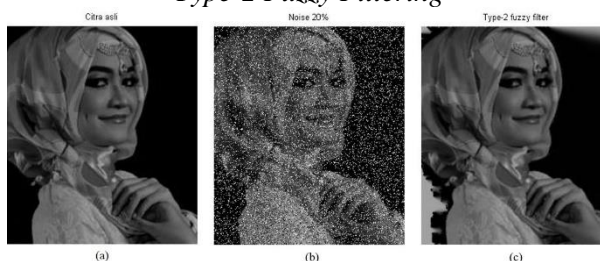
Berikut sampel gambar-gambar citra yang terkena *impuls noise* sebesar 20%, pada masing-masing citra dan yang sudah direduksi dengan menggunakan metode *Adaptive type-2 fuzzy*. Kemudian akan dibandingkan nilai MSE dan PSNR-nya dengan metode Median filter.



Gambar 11 Gambar DSC_7053: (a) Gambar Asli (b) Gambar Terkena Noise 20% (c) Hasil Adaptive Type-2 Fuzzy Filtering



Gambar 12 Gambar DSC_7202: (a) Gambar Asli (b) Gambar Terkena Noise 20% (c) Hasil Adaptive Type-2 Fuzzy Filtering



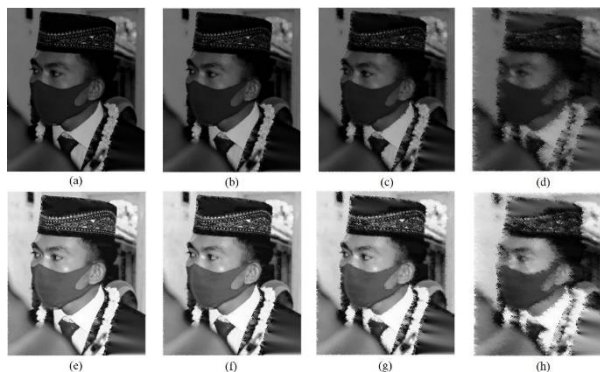
Gambar 13 Gambar STU_7392: (a) Gambar Asli (b) Gambar Terkena Noise 20% (c) Hasil Adaptive Type-2 Fuzzy Filtering

Berikut adalah hasil penghitungan nilai MSE dan PSNR dari citra dengan intensitas noise 20% yang ditampilkan dalam bentuk tabel 1.

Tabel 1 Nilai MSE dan PSNR Dari Citra Dengan Persentase Noise 20%

Dataset	Type-2 fuzzy filter		Median filter	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR
DSC_7053	0.00120096	29.2047	0.00208358	26.8119
DSC_7202	0.00033284	34.7776	0.00234949	26.2903
STU_7392	0.00126463	28.9803	0.00186793	27.2864

Pengujian metode *histogram equalization* (HE) dilakukan pada citra hasil uji coba yang mengalami penurunan kontras. Metode ini akan memberikan kualitas citra yang berbeda. Berikut ditampilkan citra hasil metode HE.



Gambar 14 Perbandingan *Output Fuzzy Filter* Dengan HE (a). Citra Filter Dengan *Noise* 20%, (b). Citra Filter Dengan *Noise* 30%, (c). Citra Filter Dengan *Noise* 50%, (d). Citra Filter Dengan *Noise* 80%, (e). Hasil Metode HE Citra a, (f). Hasil Metode HE Citra b, (g). Hasil Metode HE Citra c, (h). Hasil Metode HE Citra d.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari seluruh tahapan dan proses yang telah dilakukan, hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dengan diterapkan metode *adaptive type-2 fuzzy* dan metode *histogram equalization* dapat mempengaruhi kualitas citra yang terkorupsi *noise*.

Metode *adaptive type-2 fuzzy* digunakan untuk menghilangkan *noise* yang terdapat pada citra terbukti memiliki hasil yang baik jika dibandingkan dengan metode linier yaitu Median filter. Dapat dilihat dengan nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar jika dibandingkan dengan metode Median Filter. Dengan nilai rata-rata MSE dari metode *adaptive type-2 fuzzy* yaitu 0.006497218 dan rata-rata nilai PSNR yaitu 24.242225. Kemudian nilai rata-rata MSE dari metode median filter 0.061200481 dan rata-rata nilai PSNR yaitu 17.4459775.

Penerapan metode HE pada citra hasil pemilteran dapat digunakan untuk meningkatkan kontras citra yang lebih merata. Dengan demikian citra akan terlihat lebih terang dan detail Yna lebih terlihat

Berdasarkan seluruh tahapan penelitian yang dilakukan beberapa saran yang hendak diberikan adalah sebagai berikut:

- Dataset pada penelitian ini hanya dibatasi pada citra bertipe grayscale, coba terapkan pada citra dengan tipe RGB.
- Cari metode lain, baik metode linier maupu non linier yang kemudian bandingkan degan metode ini, dengan demikian dapat ditentukan metode yang lebih baik untuk mereduksi *noise*

Daftar Pustaka

- [1] D. Putra, *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2010.
- [2] Tim Dosen, "Modul Perkuliahan Pengolahan Citra Universitas Mercu Buana," pp. 2–3, 2016, [Online]. Available: <http://www.mercubuana.ac.id>.
- [3] W. P. Putra *et al.*, "Analisis Perbandingan Histogram Equalization Dan Model Logarithmic Image Processing (Lip) Untuk Image Enhancement," vol. 2, no. 2, pp. 200–208, 2008, doi: 10.26555/jifo.v2i2.a5251.
- [4] Irmayani, "PERBAIKAN KUALITAS CITRA RONTGEN DENGAN MENGGUNAKAN," *Maj. Ilm. INTI*, vol. 14, pp. 86–90, 2019.
- [5] I. N. G. Astawa and E. Rudiastari, *PERBAIKAN CITRA WAJAH DENGAN METODE HISTOGRAM EQUALIZATION DAN GAUSSIAN FILTERING*. 2016.
- [6] Q. Hasanah *et al.*, "PERBAIKAN KUALITAS CITRA DIGITAL BERDASARKAN HISTOGRAM EQUALIZATION DENGAN MENGGUNAKAN FUZZY," vol. 8, pp. 25–30, 2016.
- [7] A. Wedianto, H. L. Sari, and Y. S. H, "ANALISA PERBANDINGAN METODE FILTER GAUSSIAN , MEAN DAN MEDIAN TERHADAP REDUKSI NOISE," vol. 12, no. 1, pp. 21–30, 2016.
- [8] S. D. B. Mau, "Pengaruh Histogram Equalization Untuk Perbaikan Kualitas Citra Digital," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 1, p. 177, 2016, doi: 10.24176/simet.v7i1.502.
- [9] Sugiarti, "PENINGKATAN KUALITAS CITRA DENGAN METODE FUZZY POSSIBILITY DISTRIBUTION," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 10, no. April, pp. 100–104, 2018.
- [10] D. Thera, S. H. Sitorus, D. M. Midyanti, J. Rekeyasa, and S. Komputer, "PENERAPAN METODE INTERPOLASI LINEAR DAN HISTOGRAM," vol. 08, no. 01, 2020.
- [11] J. Utama, "Akuisisi Citra Digital menggunakan Pemrograman MATLAB," *Maj. Unikom*, vol. 9, no. 1, pp. 71–80, 2011.
- [12] <https://pemrogramanmatlab.files.wordpress.com/2017/07/histogram-citra.jpg>, "Citra Lena dan Histogram-nya."
- [13] A. Saelan, "Logika Fuzzy," *Strukt. Disk.*, vol. 1, no. 13508029, pp. 1–5, 2009.

