

RESTORASI CITRA DENGAN KOMBINASI METODE HISTOGRAM EQUALIZATION DAN FILTER MEAN

Dwi Cahya Wulandari

Universitas Harapan Medan, Jl. HM Jhoni No 70 C Medan, dcwulandari23@gmail.com

Nenna Irsa Syahputri

Universitas Harapan Medan, Jl. HM Jhoni No 70 C Medan, nenna.ziadzha@gmail.com

Mufida Khairani

Universitas Harapan Medan, Jl. HM Jhoni No 70 C Medan, mufida.khairani@gmail.com

Abstract

Imagery as one component of multimedia that plays a role is very important as a form of visual information. At present this digital image cannot be released from people's lives. Sometimes when shooting with a camera is often something that does not match what is expected because of interference that occurs in the image of capture results. Some possible disturbances are the presence of fog blocking the object being taken, the dirty camera lens, the presence of spots caused by the imperfect capturing process. Imagery that has this kind of quality requires corrective steps and quality needs to be improved to facilitate the processing to be done using the method of Histogram Equalization and Filter Mean. Digital imagery that has been carried out noise reduction using a combination of Histogram Equalization method and Filter Mean, noise disturbance that often occurs in imagery can be eliminated. Based on the results of the image quality test with PSNR parameters obtained by the combination of Histogram Equalization method and Filter Mean is better used to reduce the Gaussian noise compared to noise salt & pepper. The larger the dimension size of the image is processed, the longer the process time. This is due to the detection and processing of images that have these noise, each pixel will be checked from the initial pixel to the end pixel of the image, causing the larger image size to mean the more pixels are contained.

Keywords:

Interactive Game, Construct 2, Android Game, Linear Sequential

Abstrak

Citra sebagai salah satu komponen multimedia yang memegang peranan sangat penting sebagai bentuk informasi visual. Pada saat sekarang ini citra digital tidak bisa dilepaskan dari kehidupan masyarakat. Terkadang saat pengambilan citra dengan kamera sering terjadi hal-hal yang tidak sesuai dengan yang diharapkan karena adanya gangguan yang terjadi pada citra hasil capture. Beberapa kemungkinan gangguan yang terjadi yaitu adanya kabut yang menghalangi objek yang sedang dicapture, lensa kamera kotor, adanya bintik-bintik yang disebabkan oleh proses capturing yang tidak sempurna. Citra yang memiliki kualitas seperti ini membutuhkan langkah-langkah perbaikan dan kualitasnya perlu ditingkatkan untuk memfasilitasi pengolahan yang akan dilakukan dengan menggunakan metode histogram equalization dan filter mean. Citra digital yang telah dilakukan reduksi noise dengan menggunakan kombinasi metode Histogram Equalization dan Filter Mean maka gangguan noise yang sering terjadi pada citra dapat dihilangkan. Berdasarkan hasil pengujian kualitas citra dengan parameter PSNR didapatkan hasil kombinasi metode Histogram Equalization dan Filter Mean lebih cocok digunakan untuk mereduksi noise gaussian dibandingkan dengan noise salt & pepper. Semakin besar ukuran dimensi gambar yang diproses, semakin lama juga waktu prosesnya. Hal ini disebabkan untuk mendeteksi dan memproses gambar yang memiliki noise ini, setiap pixel akan diperiksa mulai dari pixel awal sampai pada pixel akhir gambar, sehingga menyebabkan semakin besar ukuran gambar yang berarti semakin banyak juga pixel yang terkandung

Kata Kunci:

Restorasi Citra; Histogram Equalization; Filter Mean

PENDAHULUAN

Citra sebagai salah satu komponen multimedia yang memegang peranan sangat penting sebagai bentuk informasi visual. Citra mempunyai karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks, yaitu citra kaya dengan informasi. Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal

video seperti gambaran pada monitor televisi, atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu media penyimpanan [1]. Pada saat sekarang ini citra digital tidak bisa dilepaskan dari kehidupan masyarakat. Banyak masyarakat yang membuat citra digital dari proses foto menggunakan kamera digital ataupun kamera handphone yang mereka miliki. Dalam pengambilan citra secara digital, permasalahan warna sering kita temui, dimana warna selalu berubah tergantung dengan kondisi pencahayaan pada saat itu.

Terkadang saat pengambilan citra dengan kamera sering terjadi hal-hal yang tidak sesuai dengan yang diharapkan karena adanya gangguan yang terjadi pada citra hasil capture. Beberapa kemungkinan gangguan yang terjadi yaitu adanya kabut yang menghalangi objek yang sedang dicapture, lensa kamera kotor, adanya bintik-bintik yang disebabkan oleh proses capturing yang tidak sempurna, lensa kamera tidak fokus atau gangguan yang disebabkan oleh kotoran-kotoran yang menempel pada citra. Setiap gangguan yang terjadi pada citra tersebut dinamakan noise. Noise merupakan kesalahan yang terjadi dalam proses pengambilan citra yang menyebabkan sebuah nilai intensitas pixel tidak mencerminkan nilai intensitas pixel yang sebenarnya. Intensitas warna dari noise bernilai antara 0 sampai 255 [2]. Secara umum citra yang demikian dapat dikatakan kualitasnya masih rendah, baik oleh karena adanya noise, maupun oleh sebab lainnya seperti pencahayaan yang belum sempurna atau karena citra yang sudah tersimpan dengan waktu yang cukup lama. Citra yang memiliki kualitas seperti ini membutuhkan langkah-langkah perbaikan dan kualitasnya perlu ditingkatkan untuk memfasilitasi pengolahan yang akan dilakukan. Salah satu teknik yang digunakan adalah reduksi noise yang melakukan restorasi citra dengan cara peningkatan kualitas.

Terdapat beberapa jenis noise yaitu, gaussian noise, speckle noise, salt & pepper noise, dan uniform noise [3]. Jenis salt & pepper terlihat seperti bintik garam dan merica. Pada citra akan nampak seperti titik-titik, untuk citra RGB titik-titik muncul dalam tiga warna yakni merah (red), hijau (green) dan biru (blue), sedangkan pada citra gray, noise akan muncul dalam dua warna yakni hitam (black) dan putih (white). Oleh karena itu untuk mengurangi noise ini dibutuhkan suatu metode. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggabungkan dua metode yaitu metode Histogram Equalization dan filter Mean.

Filter Mean atau Arithmetic Mean Filter adalah menghitung rata-rata nilai pixel pada setiap tahap proses konvolusi. Nilai rata-rata tersebut digunakan untuk mengganti nilai pixel pada pusat window pada proses konvolusi [2]. Histogram equalization adalah suatu metode perbaikan citra dimana histogram pixel citra menjadi lebih menyebar. Meskipun tidak akan sama seluruhnya, akan tetapi histogram-nya lebih merata. Perataan histogram dilakukan dengan mengubah derajat keabuan sebuah pixel (r) dengan derajat keabuan yang baru (s) menggunakan sebuah fungsi transformasi [4].

Penelitian terkait yang relevan dengan pokok pembahasan pada penelitian ini seperti yang dilakukan oleh [5] menghasilkan sebuah program aplikasi untuk image smoothing dengan beberapa metode yaitu mean filtering, grayscale dan gaussian filtering. Citra digital yang telah dilakukan reduksi noise dengan menggunakan metode Mean Filter akan menghasilkan kecerahannya dan kualitas gambar yang lebih baik dari citra digital aslinya. Akan tetapi tidak akan merubah ukuran file dan pixel dari citra. Semakin besar ukuran dimensi gambar yang diproses, semakin lama juga waktu prosesnya. Hal ini disebabkan untuk mendeteksi dan memproses gambar yang memiliki noise ini, setiap pixel akan diperiksa mulai dari pixel awal sampai pada pixel akhir gambar, sehingga menyebabkan semakin besar ukuran gambar yang berarti semakin banyak juga pixel yang terkandung. Penelitian lain dilakukan oleh [6], hasil yang diberikan oleh metode histogram equalization dapat meningkatkan kualitas citra, sehingga informasi yang ada pada citra lebih jelas terlihat. Proses segmentasi dan perbaikan citra digital ini dilakukan dengan menggunakan MATLAB.

Berdasarkan latar belakang masalah, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk merancang sebuah aplikasi yang dapat mempermudah proses peningkatan kualitas citra dan menghilangkan noise yang terdapat pada citra dengan menggabungkan metode Histogram Equalization dan filter Mean. Penelitian ini diberi judul Restorasi Citra dengan Menggabungkan Metode Histogram Equalization dan Filter Mean.

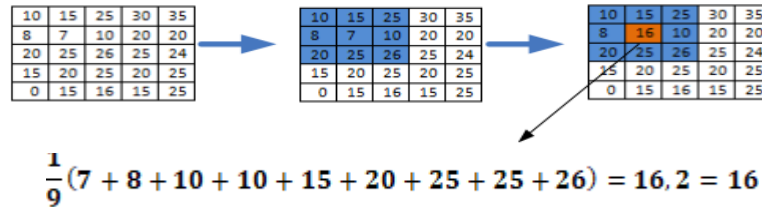
1. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada saat pengambilan citra dengan kamera sering terjadi hal-hal yang tidak sesuai dengan yang diharapkan karena adanya gangguan yang terjadi pada citra hasil capture. Beberapa kemungkinan gangguan yang terjadi yaitu adanya kabut yang menghalangi objek yang sedang di capture, lensa kamera kotor, adanya bintik-bintik yang disebabkan oleh proses capturing yang tidak sempurna, lensa kamera tidak fokus atau gangguan yang disebabkan oleh kotoran-kotoran yang menempel pada citra. Penelitian ini akan menghasilkan suatu aplikasi yang digunakan untuk perbaikan kualitas citra, khususnya yang mengandung noise dengan mengkombinasikan metode Filter Mean dan Histogram Equalization. Citra hasil restorasi kemudian akan dianalisa untuk mengetahui perbandingan kualitas citra yang dihasilkan antara citra asli dengan citra hasil filter dengan menggunakan MSE dan PSNR.

Noise pada citra tidak hanya terjadi karena ketidaksempurnaan dalam proses capturing, tetapi bisa juga disebabkan oleh kotoran-kotoran yang terjadi pada citra. Noise muncul biasanya sebagai akibat dari pembelokan pixel yang tidak baik. Gangguan tersebut umumnya berupa variasi intensitas suatu pixel yang tidak berkorelasi

dengan pixel-pixel tetangganya. Secara visual, gangguan mudah dilihat oleh mata karena tampak berbeda dengan pixel tetangganya. Pixel yang mengalami gangguan umumnya memiliki frekuensi tinggi. Komponen citra yang berfrekuensi rendah umumnya mempunyai nilai pixel konstan atau berubah sangat lambat[7].

Filter mean atau arithmetic mean filter adalah menghitung rata-rata nilai pixel pada setiap tahap proses konvolusi. Nilai rata-rata tersebut digunakan untuk mengganti nilai pixel pada pusat window pada proses konvolusi [2]. Ilustrasi proses filter mean dapat dijelaskan pada gambar 1.



Gambar 1. Mekanisme Filter Mean

Pada Filter mean proses yang dilakukan adalah menghitung rata-rata dari citra yang rusak $g(s,t)$ pada sebuah blok area citra yang didefinisikan oleh S_{xy} . Nilai dari citra $f(x,y)$ yang diperbaiki pada tiap titik (x,y) hanya dihitung dengan menggunakan $pixel$ dalam daerah yang didefinisikan oleh S_{xy} dengan rumus:

$$F(xy) = \frac{1}{m} \sum_{(s,t) \in S_{xy}} g(s,t) \tag{1}$$

Keterangan:

- M : baris dari sebuah matriks
- n : kolom dari sebuah matriks
- $f(x,y)$: koordinat citra pada titik tengah matriks yang akan dirubah
- $g(s,t)$: koordinat citra rusak yang berada pada seluruh S_{xy}
- S_{xy} : blok area citra yang berada pada matriks

Histogram citra adalah grafik yang menggambarkan penyebaran nilai-nilai intensitas pixel dari suatu citra atau bagian tertentu di dalam citra. Dari sebuah histogram dapat diketahui frekuensi kemunculan nisbi (relative) dari intensitas pada citra tersebut. Histogram juga dapat menunjukkan banyak hal tentang kecerahan (brightness) dan kontas (contrast) dari sebuah gambar. Karena itu, histogram adalah alat bantu yang memudahkan dalam pekerjaan pengolahan citra [8]. Histogram equalization adalah suatu metode perbaikan citra dimana histogram pixel citra menjadi lebih menyebar. Meskipun tidak akan sama seluruhnya, akan tetapi histogram-nya lebih merata. Perataan histogram dilakukan dengan mengubah derajat keabuan sebuah pixel (r) dengan derajat keabuan yang baru (s) menggunakan sebuah fungsi transformasi [4]. Pada teknik histogram equalization nilai-nilai intensitas didalam citra diubah sehingga penyebarannya seragam (uniform). Tujuan utama dari perataan histogram adalah untuk memperoleh penyebaran histogram yang merata sehingga derajat keabuan memiliki jumlah pixel yang relatif sama [9].

Karena histogram menyatakan peluang $pixel$ dengan derajat keabuan tertentu maka rumus menghitung perataan histogram yaitu:

$$S_k = \frac{(L-1)}{M \times N} \times \sum_{i=0}^k n_{ki} \tag{2}$$

Artinya derajat keabuan (k) dinormalkan terhadap derajat keabuan terbesar ($L-1$). Nilai $n_k = 0$ menyatakan hitam, dan $n_k = 1$ menyatakan putih dalam skala keabuan yang didefinisikan.

Parameter yang digunakan untuk perbandingan citra digital adalah Mean Squared Error (MSE) dan Peak Signal to Noise Ratio (PSNR). Nilai MSE digunakan sebagai nilai error. Mean Square Error (MSE) adalah nilai error kuadrat rata-rata antara citra asli dengan citra manipulasi. MSE digunakan untuk menghitung beda (kesalahan) antara citra masukan dan citra keluaran [2]. Secara matematis nilai MSE dapat dihitung dengan menggunakan persamaan.

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N (S_{xy} - C_{xy})^2 \tag{3}$$

Keterangan:

- x dan y : kordinat dari citra
- M dan N : dimensi dari citra
- S_{xy} : citra asli

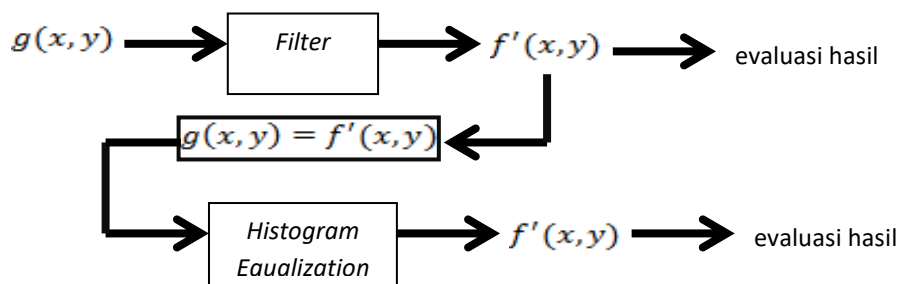
C_{xy} : citra hasil

PSNR adalah menyatakan perbandingan kualitas citra sebelum dikenai perlakuan tertentu dengan kualitas citra setelah dikenai perlakuan [2]. PSNR biasanya diukur dalam satuan desibel (db) [10] diperoleh melalui persamaan.

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{C_{MAX}^2}{MSE} \right) \tag{4}$$

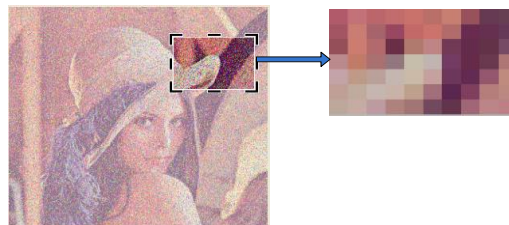
Dimana C_{max} memiliki nilai maksimum dalam gambar yaitu nilai maksimum dari nilai *pixel* adalah 255 dan minimum adalah 1. Kualitas citra yang lebih baik adalah bila nilai MSE semakin kecil, yang berarti bahwa error yang terjadi atau selisih perbedaan setiap *pixel* pada setiap posisi (x,y) antara citra asli (clean image) dengan citra output dari *filter* semakin rendah, dengan demikian PSNR-nya akan semakin besar.

Pada penelitian ini menggunakan *Filter Mean* yang dikombinasikan dengan metode *Histogram Equalization*. Secara ringkas, proses *filter* kombinasi dapat digambarkan sebagai mana Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi Sistem Kerja *Filter* Kombinasi

Misalkan terdapat sebuah citra uji seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Potongan Citra Uji

Pada gambar 3 dapat diketahui bahwa citra tersebut memiliki *noise* sehingga gambar kurang jelas. Adapun nilai *pixel* dari potongan citra diatas yaitu:

76	93	2	34	89	67	24	33	123	89
70	100	56	76	144	54	55	76	55	23
100	48	59	33	47	57	66	18	6	50
39	46	125	32	38	34	76	180	132	29
117	89	55	62	88	156	43	45	61	37
56	64	120	78	99	35	55	76	145	63
72	54	87	77	91	64	55	51	29	81

Dari nilai *pixel* pada potongan citra uji diatas dilakukan perbaikan citra dengan menggunakan *Filter Mean*, tahap pertama dibentuk *window* dengan titik pusat di kordinat F(1,1), dimana pada penelitian ini menggunakan *window* 3x3. Tujuannya untuk mencari rata-rata dari *pixel-pixel* pada *window* yang dievaluasi. Nilai ini selanjutnya menggantikan titik tengah *window* sebagai koreksinya. *Window* adalah area yang diarsir dengan titik tengah/pusat adalah *pixel* yang akan diperbaiki.

76	93	2	34	89	67	24	33	123	89
70	100	56	76	144	54	55	76	55	23
100	48	59	33	47	57	66	18	6	50
39	46	125	32	38	34	76	180	132	29
117	89	55	62	88	156	43	45	61	37
56	64	120	78	99	35	55	76	145	63
72	54	87	77	91	64	55	51	29	81

76	93	2	34	89	67	24	33	123	89
70	67	56	76	144	54	55	76	55	23
100	48	59	33	47	57	66	18	6	50
39	46	125	32	38	34	76	180	132	29
117	89	55	62	88	156	43	45	61	37
56	64	120	78	99	35	55	76	145	63
72	54	87	77	91	64	55	51	29	81

$$F(xy) = \frac{1}{mn} \sum_{(s,t) \in Sxy} g(s,t)$$

$$F(1,1) = \frac{1}{3 \times 3} (76 + 93 + 2 + 70 + 100 + 56 + 100 + 48 + 59) = 67,111 = 67$$

Maka nilai koreksi untuk *pixel* pada posisi F(1,1) adalah 67,111 atau dibulatkan dalam derajat keabuan F(1,1) = 67.

Selanjutnya titik pusat *window* bergeser ke posisi F(1,2). Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung nilai rata-rata dari titik pusat *window*.

76	93	2	34	89	67	24	33	123	89
70	100	56	76	144	54	55	76	55	23
100	48	59	33	47	57	66	18	6	50
39	46	125	32	38	34	76	180	132	29
117	89	55	62	88	156	43	45	61	37
56	64	120	78	99	35	55	76	145	63
72	54	87	77	91	64	55	51	29	81

76	93	2	34	89	67	24	33	123	89
70	67	56	76	144	54	55	76	55	23
100	48	59	33	47	57	66	18	6	50
39	46	125	32	38	34	76	180	132	29
117	89	55	62	88	156	43	45	61	37
56	64	120	78	99	35	55	76	145	63
72	54	87	77	91	64	55	51	29	81

$$F(1,2) = \frac{1}{3 \times 3} (93 + 2 + 34 + 100 + 56 + 76 + 48 + 59 + 33) = 55,666 = 56$$

Maka nilai koreksi untuk *pixel* pada posisi F(1,2) adalah 55,666 atau dibulatkan dalam derajat keabuan F(1,2) = 56.

Kemudian titik pusat *window* bergeser ke posisi F(1,3). Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung nilai rata-rata dari titik pusat *window*.

76	93	2	34	89	67	24	33	123	89
70	100	56	76	144	54	55	76	55	23
100	48	59	33	47	57	66	18	6	50
39	46	125	32	38	34	76	180	132	29
117	89	55	62	88	156	43	45	61	37
56	64	120	78	99	35	55	76	145	63
72	54	87	77	91	64	55	51	29	81


76	93	2	34	89	67	24	33	123	89
70	67	56	60	144	54	55	76	55	23
100	48	59	33	47	57	66	18	6	50
39	46	125	32	38	34	76	180	132	29
117	89	55	62	88	156	43	45	61	37
56	64	120	78	99	35	55	76	145	63
72	54	87	77	91	64	55	51	29	81

$$F(1,3) = \frac{1}{3 \times 3} (2 + 34 + 89 + 56 + 76 + 144 + 59 + 33 + 47) = 60$$

Maka nilai koreksi untuk *pixel* pada posisi F(1,3) adalah 60.

Kemudian titik pusat *window* bergeser ke posisi F(1,4). Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung nilai rata-rata dari titik pusat *window*.

76	93	2	34	89	67	24	33	123	89
70	100	56	76	144	54	55	76	55	23
100	48	59	33	47	57	66	18	6	50
39	46	125	32	38	34	76	180	132	29
117	89	55	62	88	156	43	45	61	37
56	64	120	78	99	35	55	76	145	63
72	54	87	77	91	64	55	51	29	81




76	93	2	34	89	67	24	33	123	89
70	67	56	60	67	54	55	76	55	23
100	48	59	33	47	57	66	18	6	50
39	46	125	32	38	34	76	180	132	29
117	89	55	62	88	156	43	45	61	37
56	64	120	78	99	35	55	76	145	63
72	54	87	77	91	64	55	51	29	81

$$F(1,4) = \frac{1}{3 \times 3} (34 + 89 + 67 + 76 + 144 + 54 + 33 + 47 + 57) = 66,777$$

Maka nilai koreksi untuk *pixel* pada posisi F(1,4) adalah 66,77 atau dibulatkan dalam derajat keabuan $F(1,4) = 67$.

Kemudian titik pusat *window* bergeser ke posisi F(1,5). Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung nilai rata-rata dari titik pusat *window*.

76	93	2	34	89	67	24	33	123	89
70	100	56	76	144	54	55	76	55	23
100	48	59	33	47	57	66	18	6	50
39	46	125	32	38	34	76	180	132	29
117	89	55	62	88	156	43	45	61	37
56	64	120	78	99	35	55	76	145	63
72	54	87	77	91	64	55	51	29	81




76	93	2	34	89	67	24	33	123	89
70	67	56	60	67	67	55	76	55	23
100	48	59	33	47	57	66	18	6	50
39	46	125	32	38	34	76	180	132	29
117	89	55	62	88	156	43	45	61	37
56	64	120	78	99	35	55	76	145	63
72	54	87	77	91	64	55	51	29	81

$$F(1,5) = \frac{1}{3 \times 3} (89 + 67 + 24 + 144 + 54 + 55 + 47 + 57 + 66) = 67$$

Maka nilai koreksi untuk *pixel* pada posisi F(1,5) adalah 67.

Kemudian titik pusat *window* bergeser ke posisi F(1,6). Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung nilai rata-rata dari titik pusat *window*.

76	93	2	34	89	67	24	33	123	89
70	100	56	76	144	54	55	76	55	23
100	48	59	33	47	57	66	18	6	50
39	46	125	32	38	34	76	180	132	29
117	89	55	62	88	156	43	45	61	37
56	64	120	78	99	35	55	76	145	63
72	54	87	77	91	64	55	51	29	81




76	93	2	34	89	67	24	33	123	89
70	67	56	60	67	67	50	76	55	23
100	48	59	33	47	57	66	18	6	50
39	46	125	32	38	34	76	180	132	29
117	89	55	62	88	156	43	45	61	37
56	64	120	78	99	35	55	76	145	63
72	54	87	77	91	64	55	51	29	81

$$F(1,6) = \frac{1}{3 \times 3} (67 + 24 + 33 + 54 + 55 + 76 + 57 + 66 + 18) = 50$$

Maka nilai koreksi untuk *pixel* pada posisi F(1,6) adalah 50.

Kemudian titik pusat *window* bergeser ke posisi F(1,7). Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung nilai rata-rata dari titik pusat *window*.

76	93	2	34	89	67	24	33	123	89
70	100	56	76	144	54	55	76	55	23
100	48	59	33	47	57	66	18	6	50
39	46	125	32	38	34	76	180	132	29
117	89	55	62	88	156	43	45	61	37
56	64	120	78	99	35	55	76	145	63
72	54	87	77	91	64	55	51	29	81



76	93	2	34	89	67	24	33	123	89
70	67	56	60	67	67	50	51	55	23
100	48	59	33	47	57	66	18	6	50
39	46	125	32	38	34	76	180	132	29
117	89	55	62	88	156	43	45	61	37
56	64	120	78	99	35	55	76	145	63
72	54	87	77	91	64	55	51	29	81

$$F(1,7) = \frac{1}{3 \times 3} (24 + 33 + 123 + 55 + 76 + 55 + 66 + 18 + 6) = 50,666$$

Maka nilai koreksi untuk *pixel* pada posisi F(1,7) adalah 50,666 atau dibulatkan dalam derajat keabuan F(1,7) = 51.

Kemudian titik pusat *window* bergeser ke posisi F(1,8). Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung nilai rata-rata dari titik pusat *window*.

76	93	2	34	89	67	24	33	123	89	76	93	2	34	89	67	24	33	123	89
70	100	56	76	144	54	55	76	55	23	70	67	56	60	67	67	50	51	53	23
100	48	59	33	47	57	66	18	6	50	100	48	59	33	47	57	66	18	6	50
39	46	125	32	38	34	76	180	132	29	39	46	125	32	38	34	76	180	132	29
117	89	55	62	88	156	43	45	61	37	117	89	55	62	88	156	43	45	61	37
56	64	120	78	99	35	55	76	145	63	56	64	120	78	99	35	55	76	145	63
72	54	87	77	91	64	55	51	29	81	72	54	87	77	91	64	55	51	29	81

$$F(1,8) = \frac{1}{3 \times 3} (33 + 123 + 89 + 76 + 55 + 23 + 18 + 6 + 50) = 52,555$$

Maka nilai koreksi untuk *pixel* pada posisi F(1,8) adalah 52,555 atau dibulatkan dalam derajat keabuan F(1,8) = 53.

Proses ini dilakukan terus, sampai posisi *pixel* terakhir, sehingga semua *pixel* pada citra berhasil dikoreksi. Apabila ada *pixel* yang memiliki bobot lebih kecil dari 0 maka bobot dijadikan 0. Apabila ada *pixel* yang memiliki bobot lebih besar dari 255 maka bobotnya dijadikan 255. Untuk citra berwarna, nilai *pixel* yang dikoreksi dilakukan untuk setiap kanal warna, atau indeks dimensi matriks R,G,B.

Setelah semua *pixel* berhasil dikoreksi maka diperoleh citra hasil restorasi, dimana perbandingan nilai *pixel* antara citra uji dengan citra hasil restorasi dengan *Filter Mean* dapat disajikan yaitu:

Pixel Citra Uji										Output Pixel dengan Mean Filter									
76	93	2	34	89	67	24	33	123	89	76	93	2	34	89	67	24	33	123	89
70	100	56	76	144	54	55	76	55	23	70	67	56	60	67	67	50	51	53	23
100	48	59	33	47	57	66	18	6	50	100	48	59	33	47	57	66	18	6	50
39	46	125	32	38	34	76	180	132	29	39	46	125	32	38	34	76	180	132	29
117	89	55	62	88	156	43	45	61	37	117	89	55	62	88	156	43	45	61	37
56	64	120	78	99	35	55	76	145	63	56	64	120	78	99	35	55	76	145	63
72	54	87	77	91	64	55	51	29	81	72	54	87	77	91	64	55	51	29	81

Hasil restorasi citra uji dengan menggunakan *Filter Mean* selanjutnya akan diproses lagi dengan menggunakan *Histogram Equalization* sehingga *histogram pixel* citra menjadi lebih menyebar. Meskipun tidak akan sama seluruhnya, akan tetapi *histogramnya* lebih merata. Perataan *histogram* dilakukan dengan mengubah derajat keabuan sebuah *pixel* dengan derajat keabuan yang baru. Pada *histogram*, sumbu-x menyatakan nilai intensitas *pixel* sedangkan sumbu-y menyatakan frekuensi kemunculan *pixel*.

Tabel 1. Perhitungan *Histogram Equalization*

Nilai <i>Pixel</i>	Frekuensi <i>i</i>	Distribusi Kumulatif	Normalisasi Frekuensi	Nilai <i>Pixel</i> Baru
2	1	1	1 / 68 = 0,014706	180 * 0,014706 = 2,64 » 3
6	1	1 + 1 = 2	2 / 68 = 0,029412	180 * 0,029412 = 5,29 » 5
18	1	2 + 1 = 3	3 / 68 = 0,044118	180 * 0,044118 = 7,94 » 8
23	1	3 + 1 = 4	4 / 68 = 0,058824	180 * 0,058824 = 10,58 » 11
24	1	4 + 1 = 5	5 / 68 = 0,073529	180 * 0,073529 = 13,23 » 13
29	2	5 + 2 = 7	7 / 68 = 0,102941	180 * 0,102941 = 18,52 » 19
32	1	7 + 1 = 8	8 / 68 = 0,117647	180 * 0,117647 = 21,17 » 21
33	2	8 + 2 = 10	10 / 68 = 0,147059	180 * 0,147059 = 26,47 » 26
34	2	10 + 2 = 12	12 / 68 = 0,176471	180 * 0,176471 = 31,76 » 32

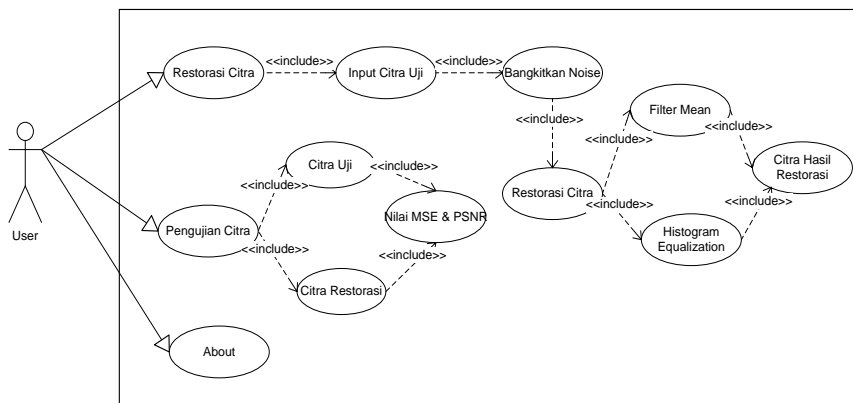
35	1	$12 + 1 = 13$	$13 / 68 = 0,191176$	$180 * 0,191176 = 34,41 \gg 34$
37	1	$13 + 1 = 14$	$14 / 68 = 0,205882$	$180 * 0,205882 = 37,05 \gg 37$
38	1	$14 + 1 = 15$	$15 / 68 = 0,220588$	$180 * 0,220588 = 39,70 \gg 40$
39	1	$15 + 1 = 16$	$16 / 68 = 0,235294$	$180 * 0,235294 = 42,35 \gg 42$
43	1	$16 + 1 = 17$	$17 / 68 = 0,25$	$180 * 0,25 = 45$
45	1	$17 + 1 = 18$	$18 / 68 = 0,264706$	$180 * 0,264706 = 47,64 \gg 48$
46	1	$18 + 1 = 19$	$19 / 68 = 0,279412$	$180 * 0,279412 = 50,29 \gg 50$
47	1	$19 + 1 = 20$	$20 / 68 = 0,294118$	$180 * 0,294118 = 52,94 \gg 53$
48	1	$20 + 1 = 21$	$21 / 68 = 0,308824$	$180 * 0,308824 = 55,58 \gg 56$
50	2	$21 + 2 = 23$	$23 / 68 = 0,338235$	$180 * 0,338235 = 60,88 \gg 61$
51	2	$23 + 2 = 25$	$25 / 68 = 0,367647$	$180 * 0,367647 = 66,17 \gg 66$
53	1	$25 + 1 = 26$	$26 / 68 = 0,382353$	$180 * 0,382353 = 68,82 \gg 69$
54	1	$26 + 1 = 27$	$27 / 68 = 0,397059$	$180 * 0,397059 = 71,47 \gg 71$
55	3	$27 + 3 = 30$	$30 / 60 = 0,441176$	$180 * 0,441176 = 79,41 \gg 79$
56	1	$30 + 1 = 31$	$31 / 68 = 0,455882$	$180 * 0,455882 = 82,05 \gg 85$
57	1	$31 + 1 = 32$	$32 / 68 = 0,470588$	$180 * 0,470588 = 84,7 \gg 85$
59	1	$32 + 1 = 33$	$33 / 68 = 0,485294$	$180 * 0,485294 = 87,35 \gg 87$
60	1	$33 + 1 = 34$	$34 / 68 = 0,5$	$180 * 0,5 = 90$
61	1	$34 + 1 = 35$	$35 / 68 = 0,514706$	$180 * 0,514706 = 92,64 \gg 93$
62	1	$35 + 1 = 36$	$36 / 68 = 0,529412$	$180 * 0,529412 = 95,29 \gg 92$
63	1	$36 + 1 = 37$	$37 / 68 = 0,544116$	$180 * 0,544116 = 97,94 \gg 98$
64	2	$37 + 2 = 39$	$39 / 68 = 0,573529$	$180 * 0,573529 = 103,23 \gg 103$
66	1	$39 + 1 = 40$	$40 / 68 = 0,588235$	$180 * 0,588235 = 105,88 \gg 106$
67	3	$40 + 3 = 43$	$43 / 68 = 0,632353$	$180 * 0,632353 = 113,82 \gg 114$
72	1	$43 + 1 = 44$	$44 / 68 = 0,647059$	$180 * 0,647059 = 116,47 \gg 116$
76	3	$44 + 3 = 47$	$47 / 68 = 0,691176$	$180 * 0,691176 = 124,41 \gg 124$
77	1	$47 + 1 = 48$	$48 / 68 = 0,705882$	$180 * 0,705882 = 127,05 \gg 127$
78	1	$48 + 1 = 49$	$49 / 68 = 0,720588$	$180 * 0,720588 = 125,7 \gg 126$
81	1	$49 + 1 = 50$	$50 / 68 = 0,735294$	$180 * 0,735294 = 132,35 \gg 132$
87	1	$50 + 1 = 51$	$51 / 68 = 0,75$	$180 * 0,75 = 135$
88	1	$51 + 1 = 52$	$52 / 68 = 0,764706$	$180 * 0,764706 = 137,64 \gg 138$
89	3	$52 + 3 = 55$	$55 / 68 = 0,808824$	$180 * 0,808824 = 145,58 \gg 146$
91	1	$55 + 1 = 56$	$56 / 68 = 0,823529$	$180 * 0,823529 = 148,23 \gg 148$
93	1	$56 + 1 = 57$	$57 / 68 = 0,838235$	$180 * 0,838235 = 150,88 \gg 151$
99	1	$57 + 1 = 58$	$58 / 68 = 0,852941$	$180 * 0,852941 = 153,52 \gg 154$
100	2	$58 + 2 = 60$	$60 / 68 = 0,882353$	$180 * 0,882353 = 158,82 \gg 156$
117	1	$60 + 1 = 61$	$61 / 68 = 0,897059$	$180 * 0,897059 = 161,47 \gg 161$
120	1	$61 + 1 = 62$	$62 / 68 = 0,911765$	$180 * 0,911765 = 164,11 \gg 164$
123	1	$62 + 1 = 63$	$63 / 68 = 0,926471$	$180 * 0,926471 = 166,76 \gg 167$
125	1	$63 + 1 = 64$	$64 / 68 = 0,941176$	$180 * 0,941176 = 169,41 \gg 169$
132	1	$64 + 1 = 65$	$65 / 68 = 0,955882$	$180 * 0,955882 = 172,05 \gg 172$
145	1	$65 + 1 = 66$	$66 / 68 = 0,970588$	$180 * 0,970588 = 174,7 \gg 175$
156	1	$66 + 1 = 67$	$67 / 68 = 0,985294$	$180 * 0,985294 = 177,35 \gg 177$
180	1	$67 + 1 = 68$	$68 / 68 = 1$	$180 * 1 = 180$
Total	68			

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka diperoleh nilai *pixel* baru pada proses *Histogram Equalization* yaitu:

Output Pixel dengan Mean Filter										Output Histogram Equalization									
76	93	2	34	89	67	24	33	123	89	124	151	3	32	146	114	13	26	123	146
70	67	56	60	67	67	50	51	53	23	70	114	85	90	114	85	61	66	135	11
100	48	59	33	47	57	66	18	6	50	156	48	59	26	53	57	106	8	5	93
39	46	125	32	38	34	76	180	132	29	42	59	125	21	40	32	124	180	132	19
117	89	55	62	88	156	43	45	61	37	117	146	79	92	138	156	45	56	61	37
56	64	120	78	99	35	55	76	145	63	56	103	120	126	154	34	79	124	145	98
72	54	87	77	91	64	55	51	29	81	116	71	87	127	148	103	79	66	19	132

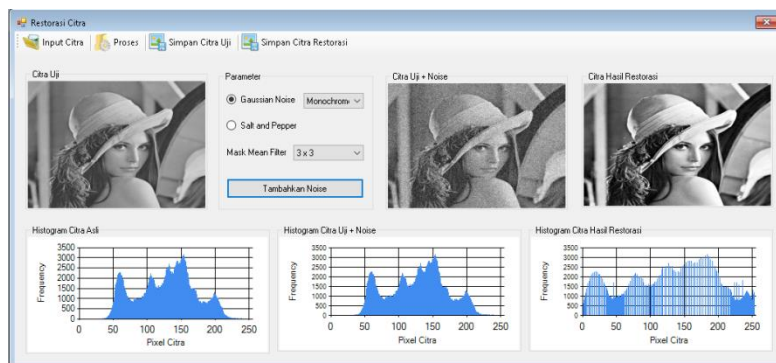
Perbandingan hasil restorasi citra menggunakan pengamatan visual sering sulit dilakukan terutama bila citra yang akan diamati hampir sama atau kecil ukurannya. Oleh karena itu, pada penelitian ini perbandingan hasil restorasi citra dilakukan menggunakan Peak Signal to Noise Ratio (PSNR). PSNR akan memberikan perbandingan terhadap hasil restorasi citra dari proses kombainai *Filter Mean* dan *Histogram Equalization* dengan menggunakan nilai *pixel* pada setiap citra yang bersangkutan. Umumnya, semakin tinggi nilai PSNR menunjukkan kinerja penapisan yang makin baik.

Setelah dilakukan analisa perhitungan maka dilanjutkan dengan perancangan sistem sebelum dilakukan tahap pengkodean. *Use case diagram* merupakan diagam yang menggambarkan layanan yang disediakan sistem terhadap *user*. *Use case diagram* yang menjelaskan fungsi sistem dari sudut pandang *user*. *Use case diagram* sistem dapat disajikan pada gambar 4.



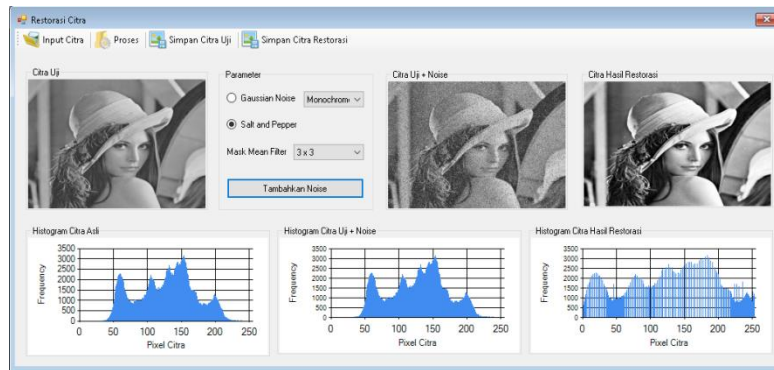
Gambar 4. Use case diagram Sistem

Implementasi merupakan penerapan cara kerja sistem berdasarkan hasil analisa dan juga perancangan sistem yang telah dibuat sebelumnya kedalam bahasa pemrograman Microsoft Visual C#.NET 2012. Tahapan proses restorasi citra pada form ini dapat dilakukan dengan menginputkan file citra uji dengan cara memilih menu open citra dan sistem akan menampilkan *dialog box open* citra. Setelah citra uji dimasukkan maka tahap selanjutnya yitu dilakukan penambahan *noise* pada citra uji dengan cara memilih jenis *noise* yang akan ditambahkan (*gaussian noise* dan *salt & pepper noise*). Misalkan *user* memilih *gaussian noise* jenis *monochrome* kemudian pilih *button* tambahkan *noise*. Selain itu *user* juga dapat memilih ukuran *mask* pada *Filter Mean* sebelum melakukan proses restorasi citra.



Gambar 5. Hasil Restorasi Citra Gaussian Noise

Adapun hasil restorasi citra dengan *noise salt & pepper* dapat dilihat pada gambar 6.



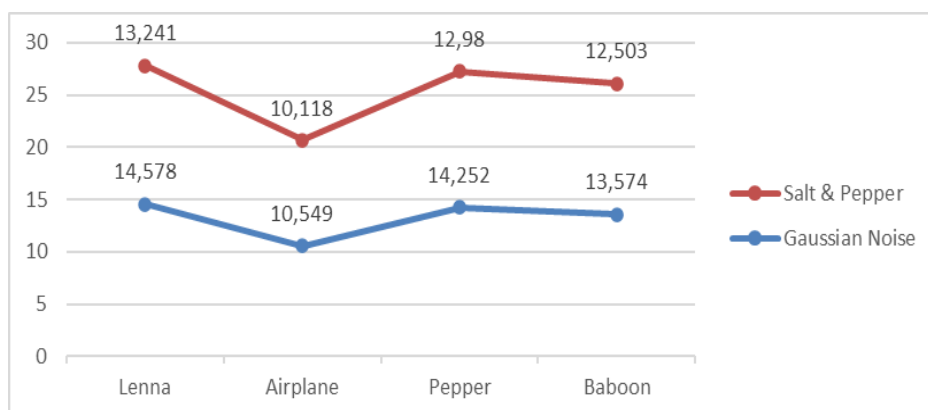
Gambar 6. Hasil Restorasi Citra *Noise Salt & pepper*

Pada gambar 5 dan 6 menampilkan hasil dari proses restorasi citra dengan menggabungkan metode *Histogram Equalization* dan *Filter Mean*. Citra asli yang memiliki *noise* berhasil di *filter* dengan menggunakan *Filter Mean* menggunakan *mask 3x3* sedangkan metode *Histogram Equalization* berperan dalam meningkatkan kontras citra. Hal ini dapat terlihat dari perbedaan nilai *histogram* citra sebelum dan sesudah dilakukan proses restorasi.



Gambar 7. Pengujian Kualitas Citra Hasil Restorasi

Gambar 7 merupakan hasil pengujian kualitas citra setelah dilakukan proses restorasi citra dengan kombinasi metode *Histogram Equalization* dan *Filter Mean* yaitu diperoleh indikator nilai perbandingan PSNR sebesar 14,58 db.



Gambar 8. Grafik Restorasi Citra Pada *Gaussian Noise* dan *Salt & pepper*

Berdasarkan grafik pada gambar 8 menunjukkan perbandingan hasil restorasi citra dengan kombinasi metode *Histogram Equalization* dan *Filter Mean* pada citra uji yang memiliki *noise gaussian* dan *noise salt & pepper*. Dari ketiga citra uji yang digunakan menunjukkan hasil jika kombinasi *Histogram Equalization* dan *Filter Mean* lebih

cocok digunakan untuk mereduksi noise gaussian dibandingkan noise salt & pepper. Hal ini ditunjukkan dengan nilai PSNR yang dihasilkan dari proses pengujian kualitas citra hasil restorasi.

2. KESIMPULAN

Dengan menggunakan aplikasi program pengolahan citra ini, maka gangguan noise yang sering terjadi pada citra dapat dihilangkan. Semakin besar ukuran dimensi gambar yang diproses, semakin lama juga waktu prosesnya. Hal ini disebabkan untuk mendeteksi dan memproses gambar yang memiliki noise ini, setiap pixel akan diperiksa mulai dari pixel awal sampai pada pixel akhir gambar, sehingga menyebabkan semakin besar ukuran gambar yang berarti semakin banyak juga pixel yang terkandung. Berdasarkan hasil pengujian kualitas citra dengan parameter PSNR didapatkan hasil kombinasi metode Histogram Equalization dan Filter Mean lebih cocok digunakan untuk mereduksi noise gaussian dibandingkan dengan noise salt & pepper.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sunandar, H. (2017). Perbaikan kualitas Citra Menggunakan Metode Gaussian Filter. MEANS (Media Informasi Analisa dan Sistem), Vol. 2, No. 1.
- [2] Gunadi, I. G. A, dkk. (2019). Analisis Perbandingan Metode Filter Mean, Median, Maximum, Minimum, dan Gaussian Terhadap Reduksi Noise Gaussian, Salt&Paper Speckle, Poisson, dan Localvar. Jurnal Ilmiah Sinus (JIS), Vol. 17, No. 1.
- [3] Maulana, I & Andono, P. N. (2016). Analisa Perbandingan Adaptif Median Filter Dan Median Filter Dalam Reduksi Noise *Salt & pepper*. Cogito Smart Journal, Vol. 2, No. 2.
- [4] David, dkk. (2019). Implementasi Metode Retinex dan Histogram Equalization Pada Kecerahan Citra Digital. JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering), Vol. 2, No. 2.
- [5] Ridwan, M. A, dkk (2019). Image Smoothing Menggunakan Metode Mean Filtering. Jurnal SIMETRIS, Vol. 10 No. 2.
- [6] Nabuasa, Y. N. (2019). Pengolahan Citra Digital Perbandingan Metode Histogram Equalization Dan Spesification Pada Citra Abu-Abu. J-ICON, Vol. 7 No. 1.
- [7] Wibowo, S. H & Susanto, F. (2016). Penerapan Metode Gaussian Smoothing Untuk Mereduksi Noise Pada Citra Digital. Jurnal Media Infotama, Vol. 12, No. 2.
- [8] Hidayat, J, dkk. (2019). Perbandingan Metode Perbaikan Kualitas Citra Berbasis Histogram Equalization Pada Citra Satelit. Journal of Electrical Technology, Vol. 4, No. 3.
- [9] Kusuma, I, W, A, W & Kusumadewi, A. (2020). Penerapan Metode Contrast Stretching, Histogram Equalization Dan Adaptive Histogram Equalization Untuk Meningkatkan Kualitas Citra Medis MRI. Jurnal SIMETRIS, Vol. 11 No. 1.
- [10] Wulandari, M. (2018). Filterisasi Noise Pada Citra Uang Logam Indonesia. Jurnal TESLA, Vol. 20, No. 1.