

IMPLEMENTASI *NOISE REMOVAL* DAN *IMAGE ENHANCEMENT* DALAM DOMAIN FREKUENSI TERHADAP CITRA BERKABUT DENGAN MENGGUNAKAN *LOW PASS FILTER* (LPF)

IMPLEMENTATION OF *NOISE REMOVAL* AND *IMAGE ENHANCEMENT* IN FREQUENCY DOMAIN TO THE FOG IMAGE USING *LOW PASS FILTER* (LPF)

Fauhan Nurfajrina¹, Anggunmeka Luhur Prasasti, S.T., M.T.² Ashri Dinimaharawati S.Pd.,M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹fauhannurfajrina@student.telkomuniversity.ac.id, ²anggunmeka@telkomuniversity.ac.id, ³

ashridini@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Kabut adalah kumpulan tetesan air atau kristal es yang tersampir di udara di atau dekat permukaan bumi. Kabut sering kali terlihat lebih tebal daripada awan, karena tetesan air yang membentuk kabut itu lebih kecil. Tetesan kecil dalam jumlah yang banyak menyerap lebih banyak cahaya, sehingga terlihat lebih tebal. Kabut juga mempengaruhi distribusi penyebaran cahaya, sehingga mempengaruhi fitur citra dan kontras citra. Untuk meningkatkan kualitas citra berbagai metode peningkatan digunakan. Pada pengerjaan Tugas Akhir ini penulis akan membahas mengenai menghilangkan noise pada citra berkabut dengan menggunakan metode *Ideal Low Pass Filter* (ILPF) dan *Gaussian Low Pass Filter* (GLPF). Penggunaan filter dilakukan di dalam domain frekuensi. Hasil dari penelitian ini mendapatkan citra yang jelas untuk citra berkabut, dengan hasil PSNR adalah dibawah 30dB.

Kata kunci : kabut, *noise removal*, frekuensi domain, ILPF, GLPF

Abstract

Fog is a collection of water droplets or ice crystals that are draped in the air at or near the surface of the earth. Fog often appears thicker than clouds, because the water droplets that make up the fog are smaller. A large number of small droplets absorb more light, so they appear thicker. Fog also affect the distribution of light distribution, thereby affecting image features and image contrast. To improve image quality various Enhancement methods are used. In this final project, the writer will discuss about eliminating noise in foggy images using the *Ideal Low Pass Filter* (ILPF) and *Gaussian Low Pass Filter* (GLPF) methods. The use of filters is done in the frequency domain. The results of this study get a clear image for foggy images, with the PSNR results are below 30dB.

Keywords: Fog, *noise removal*, frequency domain, ILPF, GLPF

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi telah memberikan banyak manfaat bagi kehidupan manusia dalam beraktivitas. Seperti halnya dalam bidang pengolahan citra digital, yang terus mengalami perkembangan sampai saat ini. Pengolahan citra digital merupakan proses yang bertujuan untuk memanipulasi dan menganalisis citra dengan bantuan komputer. Kerusakan pada citra digital sering terjadi akibat *noise*[1].

Noise merupakan hasil dari kesalahan dalam proses restorasi citra yang menghasilkan nilai-nilai piksel yang tidak mencerminkan intensitas sebenarnya pada citra asli[2]. Salah satu contoh *noise* terdapat pada citra yang berkabut. Dalam proses pengambilan citra dalam keadaan berkabut, kehadiran *noise* sulit untuk dihindari. Oleh karena itu diperlukan sebuah proses perbaikan kualitas citra dan mengurangi jumlah *noise* yang ada pada citra.

Dalam penelitian ini penulis membandingkan dan menganalisis *Ideal Low Pass Filter* (ILPF) dan *Gaussian Low Pass Filter* (GLPF) untuk menghilangkan atau mengurangi *noise* dalam domain frekuensi pada citra berkabut. Juga menentukan metode yang tepat untuk menghilangkan atau mengurangi *noise* dalam domain frekuensi pada citra berkabut.

2. Dasar Teori

2.1 Kabut

Kabut adalah kumpulan tetesan air atau kristal es yang tersampir di udara di atau dekat permukaan bumi. Kabut dalam bentuk awan dikenal sebagai awan stratus. Kabut mengurangi jarak pandang hingga kurang dari 1 km[3]. Kabut sering kali terlihat lebih tebal daripada awan, karena tetesan air yang membentuk kabut itu lebih kecil. Tetesan kecil dalam jumlah yang banyak menyerap lebih banyak cahaya, sehingga terlihat lebih tebal, juga mempengaruhi distribusi penyebaran cahaya, sehingga mempengaruhi fitur citra dan kontras citra.

Kabut menurunkan kualitas dari pengambilan gambar, dengan mengurangi kontras dan saturasi dari suatu citra. Sehingga jarak pandang ke suatu objek jadi berkurang[4]. Karena itu, diperlukan proses peningkatan citra untuk meningkatkan kualitas citra [3].

2.2 Noise

JPEG (Joint Photographic Experts Group) adalah format gambar standar yang berisi data gambar lossy dan terkompresi. Hampir setiap kamera digital dapat menyimpan citra menggunakan format ini. Meskipun ada pengurangan besar dalam ukuran file, gambar JPEG mempertahankan kualitas gambar yang wajar. Fitur kompresi unik ini memungkinkan file JPEG digunakan secara luas di Internet, Komputer, dan Perangkat Seluler.

2.3 Fast Fourier Transform (FFT)

Low Pass Filter adalah *filter* yang memiliki sifat yang menghilangkan frekuensi tinggi pada sebuah citra. *Filter* ini digunakan untuk menghaluskan (mengaburkan) gambar dengan melemahkan komponen frekuensi tinggi tertentu[5]. *Filter* ini sangat cocok digunakan untuk menghilangkan *noise* pada sebuah citra, karena pada umumnya *noise* dalam citra memiliki frekuensi yang tinggi.

2.4 Ideal Low Pass Filter (ILPF)

Ideal Low Pass Filter (ILPF) adalah *Low Pass Filter* 2-D yang melewatkan tanpa pelemahan semua frekuensi dalam lingkaran radius D_0 dari origin dan meng-*cut off* semua frekuensi di luar lingkaran yang ditentukan oleh fungsi:

$$H(u, v) = \begin{cases} 1 & \text{if } D(u, v) \leq D_0 \\ 0 & \text{if } D(u, v) > D_0 \end{cases} \quad (2.1)$$

Dimana D_0 adalah nilai *cutoff* frekuensi yang memiliki konstanta positif. Jika semakin kecil nilai *cutoff* yang diberikan, maka citra hasil *filtering* akan semakin kabur (*blur*). Begitupun sebaliknya, jika semakin besar nilai *cutoff* yang diberikan, maka citra hasil *filtering* akan berkurang tingkat kekaburannya. $D(u, v)$ adalah jarak antara titik (u, v) dalam domain frekuensi dan pusat persegi panjang frekuensi, maka:

$$D(u, v) = [(u - M/2)^2 + (v - N/2)^2]^{1/2} \quad (2.2)$$

[6]

2.5 Gaussian Low Pass Filter (GLPF)

Gaussian Low Pass Filter (GLPF) 1-D diketahui sebagai bantuan dalam mengeksplorasi beberapa hubungan penting antara domain spasial dan domain frekuensi. Bentuk *Gaussian Low Pass Filter* (GLPF) dalam 2-D didefinisikan dengan:

$$H(u, v) = e^{-D^2(u, v)/2D_0^2} \quad (2.3)$$

Dimana $D(u, v)$ adalah jarak dari pusat persegi panjang frekuensi [6] dan D_0 merupakan nilai *cutoff* frekuensi yang memiliki konstanta positif, sama halnya dengan D_0 pada ILPF, jika semakin kecil nilai *cutoff* yang diberikan, maka akan menghasilkan citra yang kabur (*blur*) dan jika semakin besar nilai *cutoff* yang diberikan maka citra yang dihasilkan akan semakin terlihat jelas.

2.6 Color Information Entropy (CIE)

Entropi adalah ukuran statistik keacakan yang dapat digunakan untuk mengkarakterisasi tekstur gambar input. Ini dapat ditentukan dari histogram gambar dari semua tingkat abu-abu; namun gambar tersebut mungkin dua dimensi atau multidimensi. CIE mewakili jumlah informasi dalam gambar berwarna. CIE mencapai nilai maksimumnya jika gambar tidak seragam, tetapi untuk gambar yang terdapat kabut CIE memiliki nilai minimal. CIE secara matematis didefinisikan sebagai:

$$CIE = \sum_{k=0}^{L-1} P_k \log_2(P_k) \quad (2.4)$$

dimana L adalah jumlah level abu-abu dan P_k adalah probabilitas yang terkait dengan level abu-abu k atau jumlah histogram. Gambar yang berkabut atau kabur berisi sedikit informasi tekstur dibandingkan dengan gambar bebas kabut dan karenanya nilai CIE akan lebih besar untuk gambar yang dipulihkan secara komparatif [7].

2.7 Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)

PSNR adalah nilai perbandingan antara nilai maksimum dari kedalaman bit citra yang diukur (citra 8 bit, mempunyai nilai maksimum 255) dengan besarnya *noise* yang berpengaruh pada sinyal tersebut. Di dalam hal ini, besarnya *noise* diwakili oleh nilai MSE. PSNR biasanya diukur dalam satuan desibel (dB). PSNR digunakan untuk mengetahui perbandingan kualitas citra sebelum dan sesudah diproses.

$$PSNR = 20 \log_{10} \left(\frac{C_{max}^2}{\sqrt{MSE}} \right) \quad (2.5)$$

Dua buah citra dikatakan memiliki tingkat kemiripan yang rendah jika nilai PSNR di bawah 30 dB. Sehingga, semakin besar nilai PSNR, maka hasil pemrosesan citra semakin bagus atau semakin mendekati citra aslinya [8].

2.8 Mean Square Error (MSE)

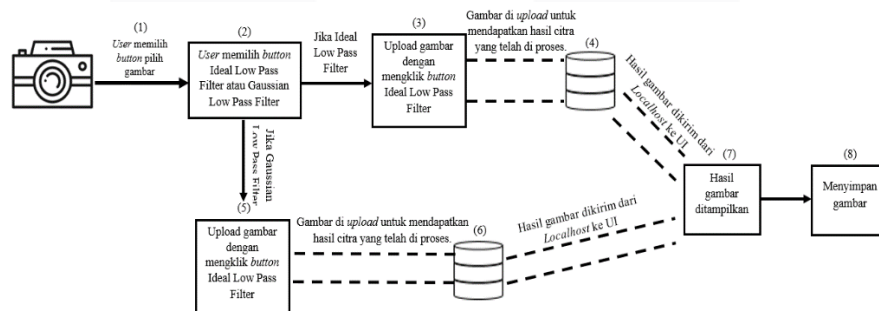
MSE merupakan parameter yang digunakan untuk menilai seberapa baik sebuah metode dalam melakukan rekonstruksi atau restorasi citra relatif terhadap citra aslinya.

$$MSE = \frac{1}{M.N} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N [f_1(x, y) - f_2(x, y)]^2 \quad (2.6)$$

Semakin kecil nilai MSE, ini menunjukkan bahwa hasil pemrosesan citra semakin bagus, atau dengan kata lain citra setelah diproses semakin mendekati citra hasilnya [8].

3. Analisis dan Perancangan Sistem

3.1 Gambaran Umum Sistem

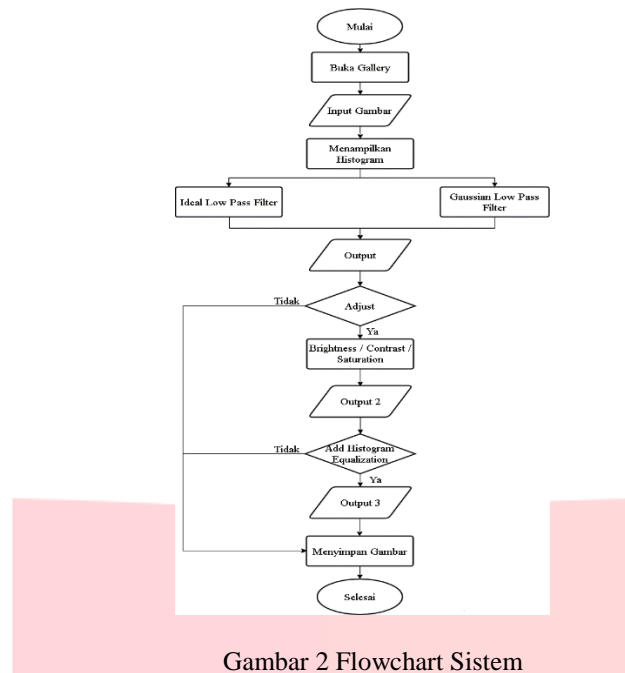


Gambar 1 Gambaran Umum Sistem

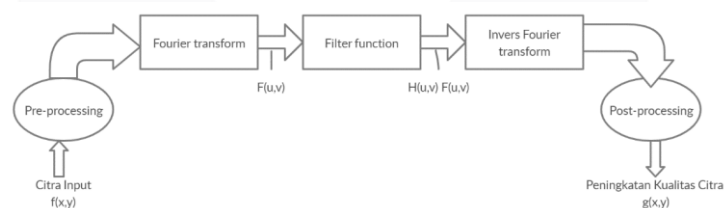
Pada Gambar 3.1 menunjukkan gambaran umum sistem dan pengolahan aplikasi secara umum. Adapun tahapan dari sistem tersebut adalah pertama *user* memilih *button* Pilih Gambar di *smartphone* masing-masing. Lalu, setelah memilih, citra akan ditampilkan. Kemudian *user* memilih *button* *Ideal Low Pass Filter* atau *Gaussian Low Pass Filter*. Jika *user* memilih *Ideal Low Pass Filter* gambar yang diinput oleh *user* secara otomatis akan di *upload* ke *localhost* untuk dilakukan perbaikan citra digital. Lalu citra yang sudah diperbaiki akan ditampilkan. Jika *user* memilih *Gaussian Low Pass Filter* gambar yang diinput oleh *user* secara otomatis akan di *upload* ke *localhost* untuk dilakukan perbaikan citra digital. Lalu citra yang sudah diperbaiki akan ditampilkan. Jika hasil citra sudah sesuai dengan keinginan *user*, *user* bisa memilih untuk menyimpan citra hasil dengan memilih *button* *save photo*.

3.2 Perancangan Sistem

Flowchart yang ada pada aplikasi ini akan berisi *flowchart* sistem keseluruhan,



Flowchart sistem pada gambar 3.2 menunjukkan bahwa sistem di mulai dari proses memasukkan gambar yang ada di galeri *smartphone user* untuk dilakukan *filtering image*. Selanjutnya *user* dapat memilih filter yang diinginkan. Setelah *output* telah keluar, *user* dapat menambahkan *Enhancement* seperti: *brightness, contrast, saturation*, dan *histogram equalization*. Jika hasil filter telah sesuai dengan keinginan *user*, *user* dapat menyimpan hasil filter dan sistem dinyatakan telah selesai.



Pada Gambar 3.3 menunjukan proses *filter* dalam domain frekuensi. Adapun tahapannya adalah pertama, *input* citra digital dengan format JPEG (.jpg) atau PNG(.png). Lalu, lakukan proses transformasi fourier dari citra *input* dengan menggunakan FFT untuk mendapatkan $F(u,v)$ yang merupakan nilai kompleks dari transformasi fourier. Kemudian, menghitung *filter mask* $H(u,v)$ dengan ukuran yang sama dengan ukuran citra *input*. Selanjutnya, mengalikan $F(u,v)$ dengan $H(u,v)$ untuk mendapatkan $G(u,v)$ yang merupakan hasil perkalian antara transformasi dengan *filter mask*. Terakhir, lakukan proses invers transformasi fourier dari $G(u,v)$ menggunakan *invers* FFT sehingga diperolehlah citra hasil $g(x,y)$.

3.3 Parameter Analisis

Parameter analisis yang digunakan untuk pengujian ini adalah *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) dan *Mean Square Error* (MSE). Dengan nilai PSNR pada citra tanpa *enhancement* dibawah 30dB dan nilai MSE pada citra tanpa *enhancement* menjauhi nilai 0. Parameter kontrol yang digunakan untuk pengujian ini adalah nilai *cutoff* frekuensi pada nilai 100, 150, 200 dan 250. Dengan nilai *cutoff* yang paling optimal adalah 200 dan 250 pada kedua filter yang diuji.

4. Implementasi dan Pengujian

4.1 Pengujian Metode 1

Pada pengujian metode 1 ini menggunakan metode *Ideal Low Pass Filter* (ILPF). Pada gambar 1 dan 2 menggunakan nilai *cutoff* frekuensi 200 dan untuk gambar 3 dan 4 menggunakan nilai *cutoff* frekuensi 250.



Gambar 4 Perbandingan kualitatif antara citra asli (a), citra hasil metode 1 tanpa *enhancement* (b), citra hasil metode 1 dengan *enhancement* (c), citra hasil metode 1 dengan *Histogram Equalization* (d).

Analisis kualitatif yang disajikan pada Gambar 4 dapat didukung oleh analisis kuantitatif yang disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Perbandingan *Mean Square Error* (MSE)

Citra Asli	Citra Hasil Metode 1								
	Tanpa <i>Enhancement</i>			Dengan <i>Enhancement</i>			Dengan <i>Histogram Equalization</i>		
	<i>Red</i>	<i>Green</i>	<i>Blue</i>	<i>Red</i>	<i>Green</i>	<i>Blue</i>	<i>Red</i>	<i>Green</i>	<i>Blue</i>
1	68,48	93,23	133,63	16,4	30,59	79,57	62,94	78,8	95,85
2	254,89	180,93	134,98	216,3	127,35	68,04	231,16	162,84	105,81
3	163,96	124,64	104,21	31,95	24,94	32,84	84,23	78,08	71,69
4	252,72	252,87	252,47	4,25	4,32	5,65	209,89	229,7	233,09
Rata-rata	185,01	162,92	156,32	67,23	46,8	46,53	147,06	137,36	126,61

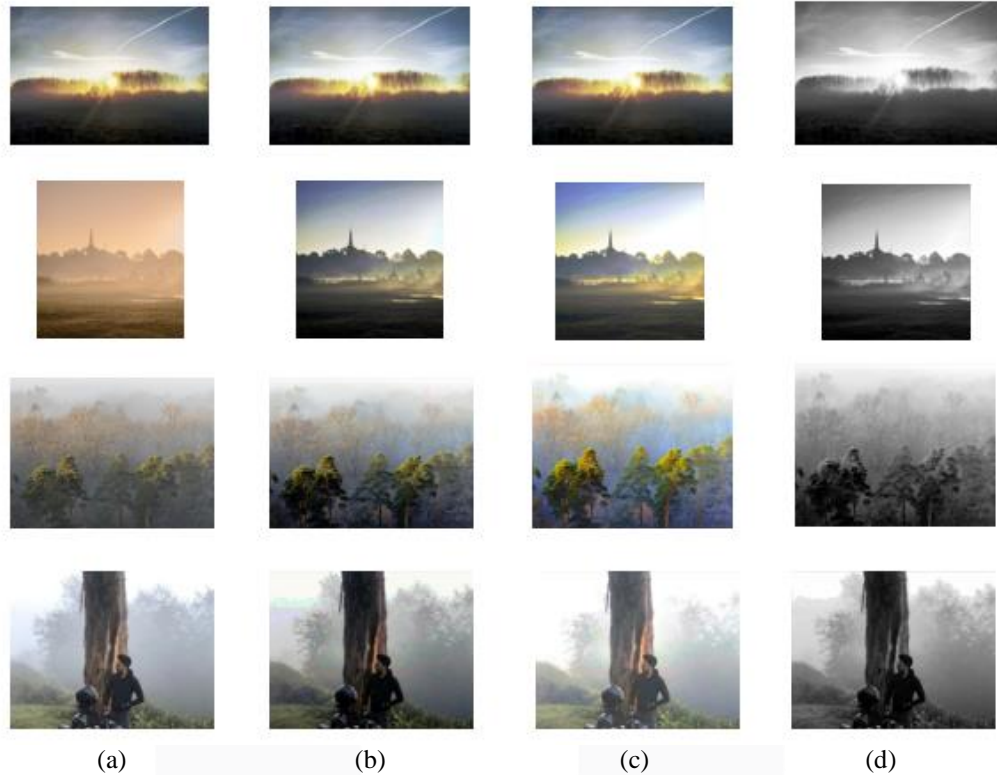
Tabel 2 Perbandingan *Peak Signal to Ratio* (PSNR)

Citra Asli	Citra Hasil Metode 1								
	Tanpa <i>Enhancement</i> (dB)			Dengan <i>Enhancement</i> (dB)			Dengan <i>Histogram Equalization</i> (dB)		
	<i>Red</i>	<i>Green</i>	<i>Blue</i>	<i>Red</i>	<i>Green</i>	<i>Blue</i>	<i>Red</i>	<i>Green</i>	<i>Blue</i>
1	29,938	28,469	26,906	36,016	33,309	29,157	30,175	29,2	29,2
2	24,101	25,59	26,862	24,814	27,115	29,837	24,526	26,047	27,919
3	26,017	27,208	27,986	33,12	34,196	33,001	28,91	29,239	29,61
4	24,138	24,136	24,143	41,882	41,808	40,644	24,945	24,553	24,49

Rata-rata	26,049	26,351	26,474	33,958	34,107	33,16	27,139	27,26	27,805
-----------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	--------	-------	--------

4.2 Pengujian Metode 2

Pada pengujian metode 1 ini menggunakan metode *Gaussian Low Pass Filter* (GLPF). Pada gambar 1, 2 dan 3 menggunakan nilai *cutoff* frekuensi 200 dan untuk gambar 4 menggunakan nilai *cutoff* frekuensi 250.



Gambar 5 Perbandingan kualitatif antara citra asli (a), citra hasil metode 2 tanpa *enhancement* (b), citra hasil metode 2 dengan *enhancement* (c), citra hasil metode 2 dengan *Histogram Equalization* (d).

Analisis kualitatif yang disajikan pada Gambar 5 dapat didukung oleh analisis kuantitatif yang disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 3 Perbandingan *Mean Square Error* (MSE)

Citra Asli	Citra Hasil Metode 1								
	Tanpa <i>Enhancement</i>			Dengan <i>Enhancement</i>			Dengan <i>Histogram Equalization</i>		
	<i>Red</i>	<i>Green</i>	<i>Blue</i>	<i>Red</i>	<i>Green</i>	<i>Blue</i>	<i>Red</i>	<i>Green</i>	<i>Blue</i>
1	59,13	76,2	106,43	156,86	156,05	159,64	63,23	78,56	95,86
2	232,37	161,71	108,73	179,69	112,9	39,3	230,65	162,27	104,33
3	90,24	80,47	75,27	23,23	18,28	29,96	83,11	77,42	71,4
4	220,67	227,12	237,11	2,62	2,47	2,66	204,17	222,94	226,52
Rata-rata	150,6	136,38	131,89	111,89	73,66	73,73	145,29	135,3	124,53

Tabel 4 Perbandingan *Peak Signal to Ratio* (PSNR)

Citra Asli	Citra Hasil Metode 1		
	Tanpa <i>Enhancement</i> (dB)	Dengan <i>Enhancement</i> (dB)	Dengan <i>Histogram Equalization</i> (dB)

	<i>Red</i>	<i>Green</i>	<i>Blue</i>	<i>Red</i>	<i>Green</i>	<i>Blue</i>	<i>Red</i>	<i>Green</i>	<i>Blue</i>
1	30,447	29,345	27,894	37,151	35,77	31,558	30,155	29,213	28,349
2	24,503	26,077	27,801	25,619	27,638	32,22	24,535	26,062	27,981
3	28,611	29,109	29,399	34,505	35,545	33,488	28,968	29,276	29,628
4	24,727	24,602	24,415	43,989	44,229	43,908	25,065	24,683	24,614
Rata-rata	27,072	27,283	27,377	35,316	35,796	35,294	27,181	27,309	27,643

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut, yaitu:

1. Kedua metode sama-sama dapat menghilangkan atau mengurangi *noise* dalam domain frekuensi pada citra berkabut.
2. Kedua metode sama-sama menghasilkan nilai PSNR dibawah 30dB dan MSE yang tinggi, karena banyaknya terjadi distorsi pada gambar ketika proses filterisasi.
3. Metode *Gaussian Low Pass Filter* lebih dapat menghilangkan *noise* pada kasus gambar kabut, terbukti dari nilai PSNR dan nilai MSE yang lebih rendah, dan hasil gambar yang lebih baik.

5.2 Saran

Saran untuk pengembangan aplikasi ini, yaitu:

1. Aplikasi ini dapat dikembangkan dengan menggunakan Algoritma yang lain.
2. Aplikasi dapat dikembangkan secara *realtime*.
3. Aplikasi dapat memakai *histogram equalization* yang berwarna, agar dapat melihat dengan jelas perbedaan antara gambar sebelum dan sesudah menggunakan *histogram equalization*.

Reference

- [1] N. Fadillah and I. Hasny, "Implementasi Metode Midpoint Filter Untuk Mengurangi Noise Pada Citra Bersih," *J. Inform.*, vol. 6, no. 1, pp. 96–99, 2019.
- [2] M. H. Hamd, "Auto detection and removal of frequency domain periodic noise," *GSCIT 2014 - Glob. Summit Comput. Inf. Technol.*, pp. 0–3, 2014.
- [3] A. Saxena and Y. Pandey, "Real time fog removal technique with improved quality through FFT," *Proc. - 2014 4th Int. Conf. Commun. Syst. Netw. Technol. CSNT 2014*, pp. 814–818, 2014.
- [4] T. Tholeti, P. Ganesh, and P. Ramanujam, "Frequency domain filtering techniques of halftone images," *2nd Int. Conf. Signal Process. Integr. Networks, SPIN 2015*, pp. 427–430, 2015.
- [5] G. Yadav, S. Maheshwari, and A. Agarwal, "Fog removal techniques from images: A comparative review and future directions," *2014 Int. Conf. Signal Propag. Comput. Technol. ICSPCT 2014*, pp. 44–52, 2014.
- [6] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing 2nd Edition*, 2nd ed. .
- [7] M. I. Anwar and A. Khosla, "Vision enhancement through single image fog removal," *Eng. Sci. Technol. an Int. J.*, vol. 20, no. 3, pp. 1075–1083, 2017.
- [8] P. N. Andono, Sutojo, and Muljono, *Pengolahan Citra Digital*. 2017.

