



IMAGE SMOOTHING MENGGUNAKAN MEAN FILTER UNTUK PERBAIKAN KUALITAS CITRA PADA PENGUJIAN DISTORSI KACA SPION

Fitri Rahmah¹

¹Program Studi Teknik Fisika Universitas Nasional Jakarta

fitri.rahmah@unas.ac.id

ABSTRAK

Perbaikan kualitas citra dilakukan untuk memudahkan interpretasi secara visual serta memberikan keberhasilan pada teknik pengolahan citra otomatis. Penerapan perbaikan kualitas citra pada makalah ini mengambil permasalahan pada pengujian distorsi kaca spion. Kaca spion kendaraan bermotor dirancang sesuai dengan standard, salah satunya adalah standard pengujian distorsi dan standard nilai maksimum faktor distorsi sebesar 7%. Makalah ini menyajikan analisis pada tahap perbaikan kualitas citra distorsi kaca spion menggunakan teknik *mean filter* untuk *image smoothing*. Penerapan *mean filter* diujikan pada citra *radial line* yang dipantulkan oleh kaca spion. Tebal garis yang digunakan sebagai pola *radial line* adalah 1.2 mm. Analisis keberhasilan sistem perbaikan kualitas citra ditinjau berdasarkan kemampuan sistem secara keseluruhan dalam mendapatkan nilai faktor distorsi. Pengujian *mean filter* pertama melalui variasi terhadap dimensi matriks 1×1 , 2×2 , 3×3 , dan 4×4 . Pengujian kedua menganalisis nilai standar deviasi dan standar *error* dimensi matriks 1×1 dan 2×2 karena berhasil secara visual melakukan pelabelan terhadap 24 garis pada pola *radial line*. Hasil menunjukkan bahwa pengujian *mean filter* dengan dimensi matriks 2×2 memberikan nilai standar deviasi dan nilai *error* terkecil yaitu 0.0044 % dan 0.0196 %.

Kata Kunci: citra digital, distorsi, image smoothing, kaca spion, mean filter

1. Pendahuluan

Perbaikan kualitas citra merupakan salah satu langkah awal dalam melakukan pengolahan citra. Kualitas citra yang kurang baik saat terdeteksi secara visual oleh mata umumnya memiliki variasi intensitas piksel yang tidak berhubungan dengan piksel-piksel tetangganya [1]. Perbaikan kualitas citra perlu dilakukan agar mudah diinterpretasi secara visual dan dapat diproses pada teknik pengolahan citra otomatis. Terdapat dua metode perbaikan kualitas citra ditinjau berdasarkan domain pengolahannya, yaitu domain spasial dan domain frekuensi. Metode perbaikan kualitas citra pada domain spasial melalui manipulasi langsung terhadap piksel citra. *Image smoothing* menggunakan *mean filter* merupakan salah satu metode memperbaiki kualitas citra spasial [2]. Hasil citra keluaran *mean filter* merupakan nilai rata-rata piksel-piksel tetangganya [2]-[3].

Penerapan perbaikan kualitas citra pada makalah ini mengambil permasalahan pada pengujian distorsi kaca spion. Kaca spion sebagai salah satu komponen penting pada kendaraan bermotor harus dirancang sesuai dengan standard yang berlaku [4]-[5]. Salah satu parameter standard pada kaca spion adalah besar nilai faktor distorsi. Distorsi merupakan gejala ketika bayangan benda yang terbentuk tidak sama dengan benda asli karena cacat pada cermin, lensa

atau alat optik lainnya [3]. Referensi [4]-[5] memaparkan langkah-langkah standard pengujian distorsi kaca spion dan nilai standard maksimum faktor distorsi sebesar 7%.

Pengujian faktor distorsi kaca spion telah dilakukan pada referensi penelitian [6]-[8]. Penelitian tersebut fokus pada integrasi perancangan sistem *hardware* dan *software* untuk mendapatkan nilai faktor distorsi berbasis pengolahan citra digital. Perancangan sistem tersebut bermanfaat untuk diaplikasikan di industri komponen otomotif Indonesia, ketika pengujian distorsi masih dilakukan secara manual.

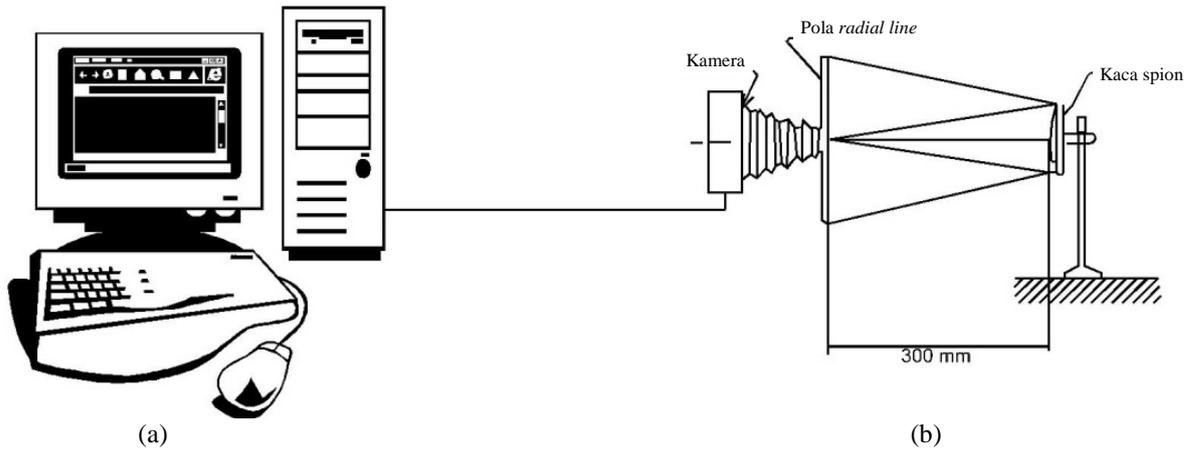
Pada makalah ini akan dipaparkan analisis perbaikan kualitas citra dengan *image smoothing* menggunakan metode *mean filter* untuk pengujian distorsi kaca spion. Citra yang diuji merupakan citra *radial line* yang terpantul pada kaca spion. *Radial line* adalah garis-garis yang melewati titik pusat lingkaran pada sebuah bidang datar [9]-[12]. *Radial line* akan mengalami distorsi akibat kelengkungan pada cermin cembung yang dimiliki kaca spion. Citra *radial line* yang terekam diproses menggunakan *mean filter* dengan variasi terhadap dimensi matriks. Analisis keberhasilan sistem perbaikan kualitas citra ditinjau berdasarkan kemampuan sistem secara keseluruhan dalam memproses citra hingga mendapatkan nilai faktor distorsi.

2. Metode Penelitian

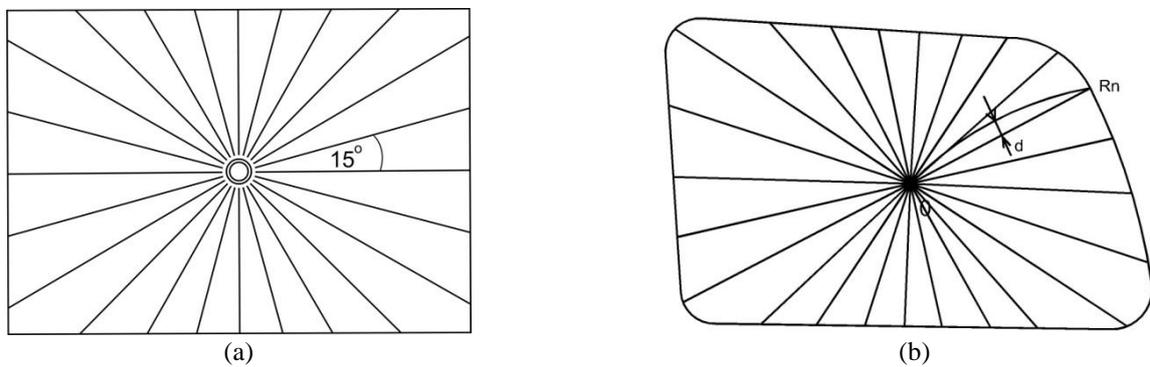
Perancangan sistem pengujian distorsi kaca spion berbasis pengolahan citra digital memerlukan integrasi antara sistem perangkat keras (*hardware*) dengan perangkat lunak (*software*) sesuai dengan ilustrasi pada Gambar 1. Skema pengujian sistem distorsi kaca spion pada Gambar 1(b) menunjukkan susunan *hardware* yang terdiri dari: kaca spion, pola *radial line*, dan kamera. Kaca spion yang digunakan merupakan kaca spion kendaraan bermotor roda dua.

Pola *radial line* yang dirancang sesuai dengan standard [4]-[5] memiliki sudut antar garis sebesar 15° . Terdapat 24 garis pada satu pola *radial line* yang ditunjukkan oleh Gambar 2(a). Pada makalah ini, tebal garis pada pola *radial line* yang diujikan adalah 1.2 mm. Selanjutnya sebuah lensa kamera diletakkan pada bagian tengah pola *radial line*. Dapat ditinjau kembali pada Gambar 2(a), terdapat lingkaran pada bagian tengah pola *radial line* yang berfungsi sebagai lubang untuk menempatkan lensa kamera. Selanjutnya, kaca spion diletakkan tegak lurus di depan pola garis *radial line* pada jarak 300 mm seperti pada Gambar 1(b). Pada posisi ini kaca spion akan memantulkan bayangan pola *radial line*. Selanjutnya, kamera akan mengambil pantulan pola *radial line* yang terbentuk pada kaca spion.

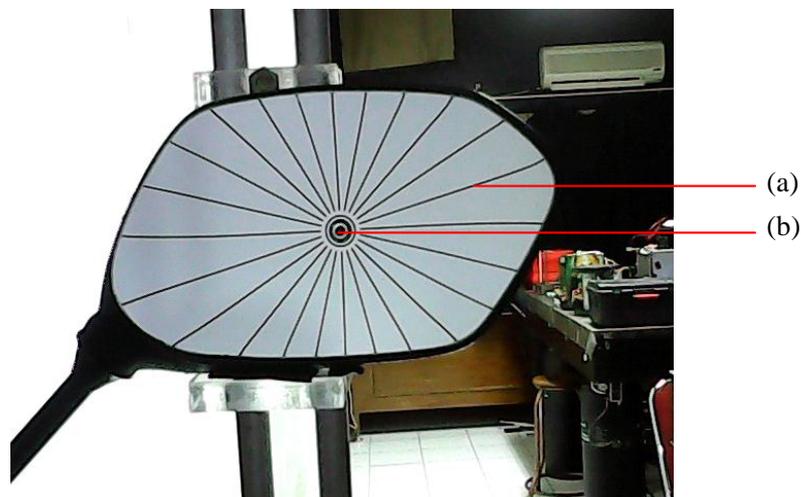
Gambar 1(a) merupakan ilustrasi perangkat komputer yang dilengkapi dengan *software* pengolahan citra digital untuk pengujian distorsi kaca spion. Citra digital yang telah diambil menggunakan kamera pada skema pengujian 1(b) selanjutnya diproses oleh *software* pengolahan citra digital. Sistem pengolahan citra digital yang dirancang berfungsi untuk mencari besar faktor distorsi pada pola *radial line* yang terpantul pada kaca spion. Nilai standard maksimum faktor distorsi yang diizinkan sebesar 7% sesuai dengan ref [4]-[5]. Gambar 2(b) menunjukkan ilustrasi distorsi sebesar d pada pola *radial line* [5]. Gambar 3 menunjukkan citra digital hasil pantulan pola *radial line* pada kaca spion yang diambil menggunakan kamera.



Gambar 1. Skema pengujian sistem distorsi kaca spion yang terdiri dari integrasi: (a) perangkat lunak dan (b) perangkat keras



Gambar 2. (a) pola *radial line* dan (b) ilustrasi pola *radial line* terdistorsi sebesar d



Gambar 3. Citra digital yang dihasilkan dengan: (a) pantulan pola *radial line* dan (b) pantulan lensa kamera pada kaca spion

Perbaikan kualitas citra dilakukan agar sistem pengolahan citra digital yang dirancang mampu menghitung nilai distorsi pola *radial line* yang terpantul pada kaca spion. Perbaikan kualitas citra pada makalah ini menggunakan *image smoothing* dengan metode *mean filter*. Pada *mean filter*, setiap nilai piksel citra akan dihitung nilai rata-ratanya sesuai dengan dimensi matriks *filtering*. Piksel merupakan titik terkecil pada sebuah citra digital dengan rentang nilai 0-255 yang menunjukkan kecerahan warna. Nilai 0 menunjukkan warna hitam dan 255 menunjukkan warna putih. Citra digital merupakan kumpulan piksel-piksel dan dapat

direpresentasikan dengan sebuah matriks dimensi $N \times M$. N adalah angka yang menunjukkan banyak piksel pada baris dan M adalah angka yang menunjukkan banyak piksel pada kolom.

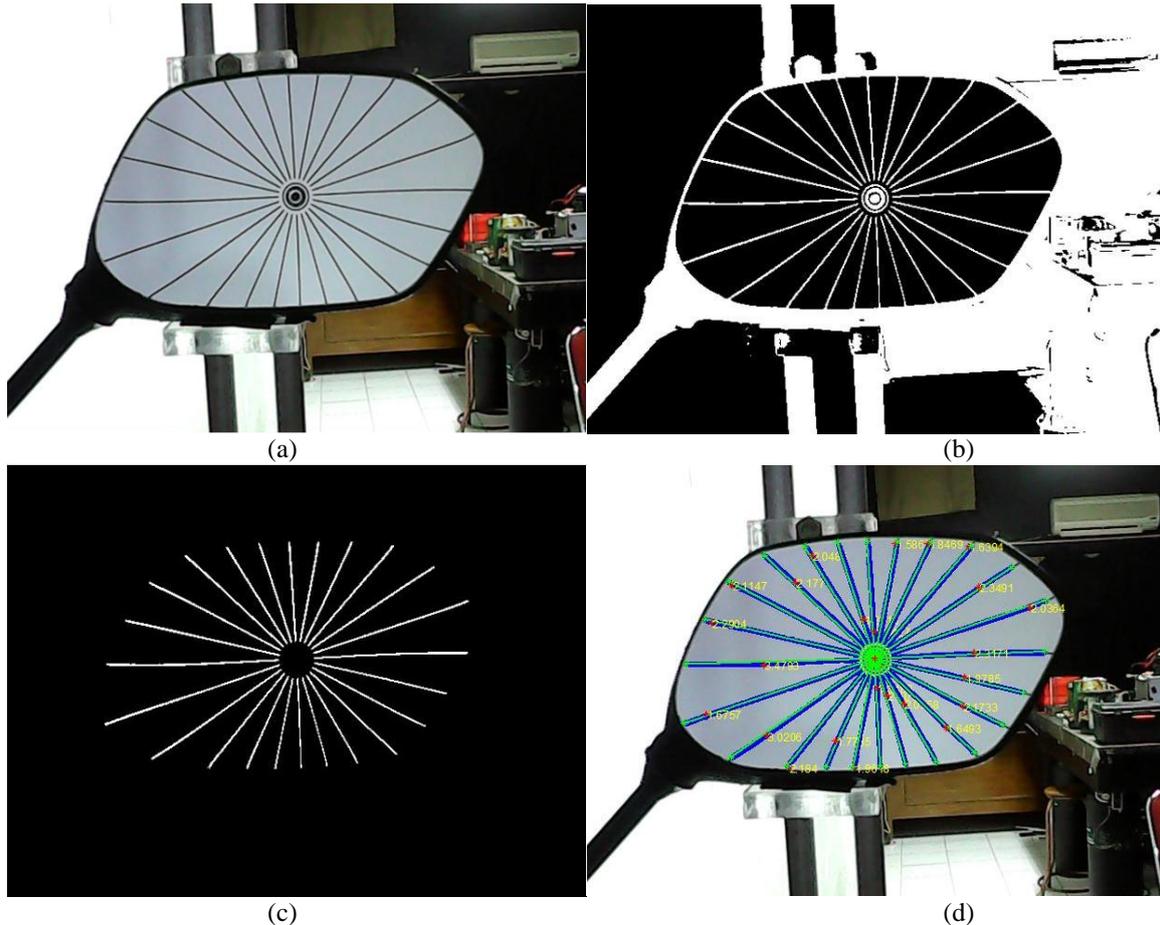
Pada *mean filter* dilakukan operasi rata-rata terhadap ruang lingkup piksel sesuai dengan dimensi matriks *filtering*. Dimensi matriks *filtering* dapat direpresentasikan sebagai $N \times N$ yang berarti bahwa banyak piksel pada baris sama dengan banyak piksel pada kolom, dengan N adalah sebuah angka yang menunjukkan banyaknya piksel tersebut. Sebuah matriks *filtering* berdimensi 2×2 , 3×3 , 4×4 masing-masing menunjukkan operasi rata-rata pada ruang lingkup 4, 9, dan 16 buah piksel, begitu seterusnya. Operasi *mean filter* dapat dihitung berdasarkan persamaan (1).

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

Pada persamaan (1) diketahui \bar{X} adalah nilai rata-rata (*mean*) piksel hasil *mean filter*, n adalah banyaknya piksel yang menjadi ruang lingkup matriks $N \times N$, x_i adalah nilai piksel ke- i , dan i adalah indeks penjumlahan yang merepresentasikan penjumlahan nilai piksel ke-1 sampai n . Penjelasan mengenai *mean filter* ditunjukkan pada Gambar 4 – Gambar 6. Pada Gambar 4(a) memperlihatkan nilai piksel pada sebuah citra dengan dimensi matriks 10×10 dan Gambar 4(b) merupakan tampilan citra yang dihasilkan. Warna kuning pada Gambar 4 – Gambar 6 sebagai ilustrasi kecerahan nilai piksel sebuah citra yang lebih besar dari 0.

Gambar 5(a) menunjukkan proses *mean filter* dengan matriks berdimensi 2×2 oleh 4 buah piksel. Nilai rata-rata matriks 2×2 akan dituliskan pada bagian kiri atas dan membentuk nilai piksel baru pada citra hasil *mean filter* Gambar 5(b). Sebagai contoh, tinjau bingkai berwarna biru pada Gambar 5(a), terdapat 4 buah nilai piksel (0, 0, 0, dan 0). Nilai rata-rata 4 buah data sesuai dengan persamaan (1) adalah 0. Nilai tersebut selanjutnya ditulis pada titik yang sama di Gambar 5(b). Contoh berikutnya adalah bingkai berwarna oranye pada Gambar 5(a) yang memiliki nilai rata-rata 45 dari 4 buah nilai piksel (0, 0, 90, dan 90). Nilai tersebut kemudian dituliskan di titik yang sama pada Gambar 5(b). Selanjutnya meninjau bingkai berwarna merah pada Gambar 5(a) dengan nilai rata-rata 4 buah piksel yaitu 23. Nilai tersebut kemudian dituliskan pada titik yang sama di Gambar 5(b). Setelah semua titik dioperasikan dengan metode *mean filter* 2×2 , maka nilai piksel pada Gambar 5(a) akan berubah seperti yang ditampilkan pada Gambar 5(b). Berikutnya pada Gambar 5(c) menunjukkan tampilan citra oleh nilai piksel Gambar 5(b).

Gambar 6(a) menunjukkan proses *mean filter* dengan matriks berdimensi 3×3 oleh 9 buah piksel. Berbeda dengan matriks 2×2 , nilai rata-rata matriks 3×3 akan dituliskan pada bagian tengah dan membentuk nilai piksel baru pada citra hasil *mean filter* Gambar 6(b). Kita tinjau bingkai berwarna biru pada Gambar 6(a), terdapat 9 buah nilai piksel (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, dan 90). Nilai rata-rata 9 buah data sesuai dengan persamaan (1) adalah 10. Nilai tersebut selanjutnya ditulis pada titik yang sama di Gambar 6(b). Berikutnya adalah bingkai berwarna oranye pada Gambar 6(a) memiliki nilai rata-rata 60 dari 9 buah nilai piksel (0, 0, 0, 90, 90, 90, 90, 90, dan 90). Nilai tersebut kemudian dituliskan di titik yang sama pada Gambar 6(b). Selanjutnya meninjau bingkai berwarna merah pada Gambar 6(a) dengan nilai rata-rata yaitu 30. Nilai tersebut kemudian dituliskan pada titik yang sama di Gambar 6(b). Setelah semua titik dioperasikan dengan metode *mean filter* 3×3 , maka nilai piksel pada Gambar 6(a) akan bernilai seperti pada Gambar 6(b). Berikutnya pada Gambar 6(c) menunjukkan tampilan citra oleh nilai piksel Gambar 6(b). Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian *mean filter* dengan variasi terhadap dimensi matriks 1×1 , 2×2 , 3×3 , dan 4×4 .



Gambar 7. Tahapan pengolahan citra: (a) *image smoothing* dengan *mean filter*, (b) pengelompokan citra, (c) pelabelan pola *radial line*, dan (d) nilai distorsi pola *radial line*

Tahap selanjutnya setelah melakukan perbaikan kualitas citra adalah pengelompokan citra, pelabelan pola *radial line*, dan menghitung nilai distorsi *radial line* [8]. Hasil masing-masing proses tersebut ditunjukkan pada Gambar 7. Mengacu pada Gambar 2(b), persamaan untuk menghitung faktor distorsi ditunjukkan oleh persamaan (2). Nilai ε_a merupakan faktor distorsi (%), $L(OR_n)$ adalah panjang garis lurus dari titik O ke R_n , dengan R_n adalah titik perpotongan antara bayangan obyek garis lurus terhadap tepi keliling kaca spion, serta d adalah pergeseran kelengkungan maksimum garis lurus OR_n . Telah disebutkan sebelumnya bahwa terdapat 24 garis pada satu pola *radial line*. Oleh karena itu analisis keberhasilan sistem perbaikan kualitas citra ditinjau berdasarkan kemampuan sistem secara keseluruhan dalam memproses citra hingga mendapatkan nilai faktor distorsi untuk ke- 24 garis tersebut.

$$\varepsilon_a = \max \left(\frac{d}{L(OR_n)} \right) \times 100\% \quad (2)$$

3. Hasil dan Pembahasan

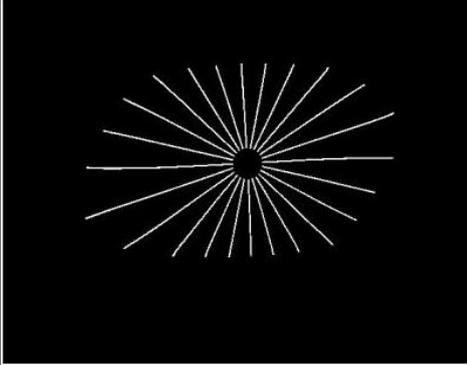
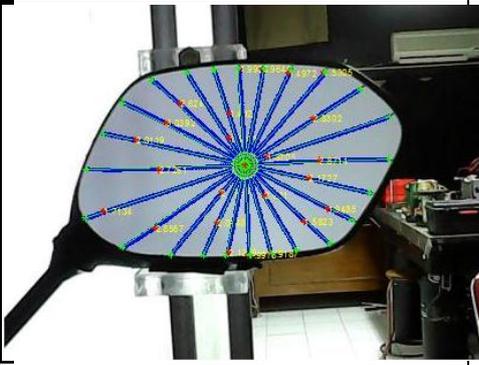
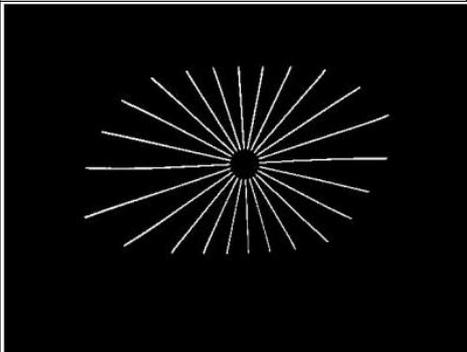
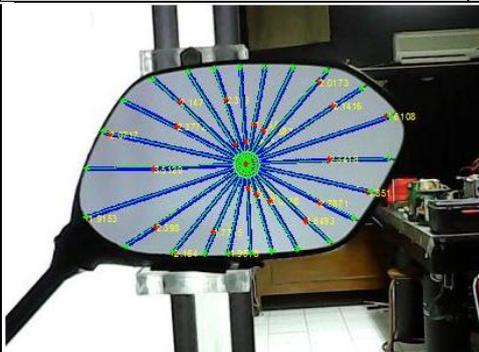
Pengambilan citra *radial line* pada kaca spion sesuai skema perancangan sistem pada Gambar 1 dilakukan sebanyak 5 kali untuk setiap kaca spion yang diujikan. Selanjutnya citra digital akan diproses dengan sistem pengolahan citra yang telah dirancang sesuai dengan tahapan pada Gambar 7. Pada makalah ini fokus membahas tahap perbaikan kualitas citra menggunakan *mean filtering* untuk proses *image smoothing*. Pengambilan data citra digital yang dilakukan sebanyak 5 kali selanjutnya diproses dengan variasi terhadap dimensi matriks *mean filter*. Tabel 1 menunjukkan hasil secara visual pada saat citra diujikan dengan *mean filter*

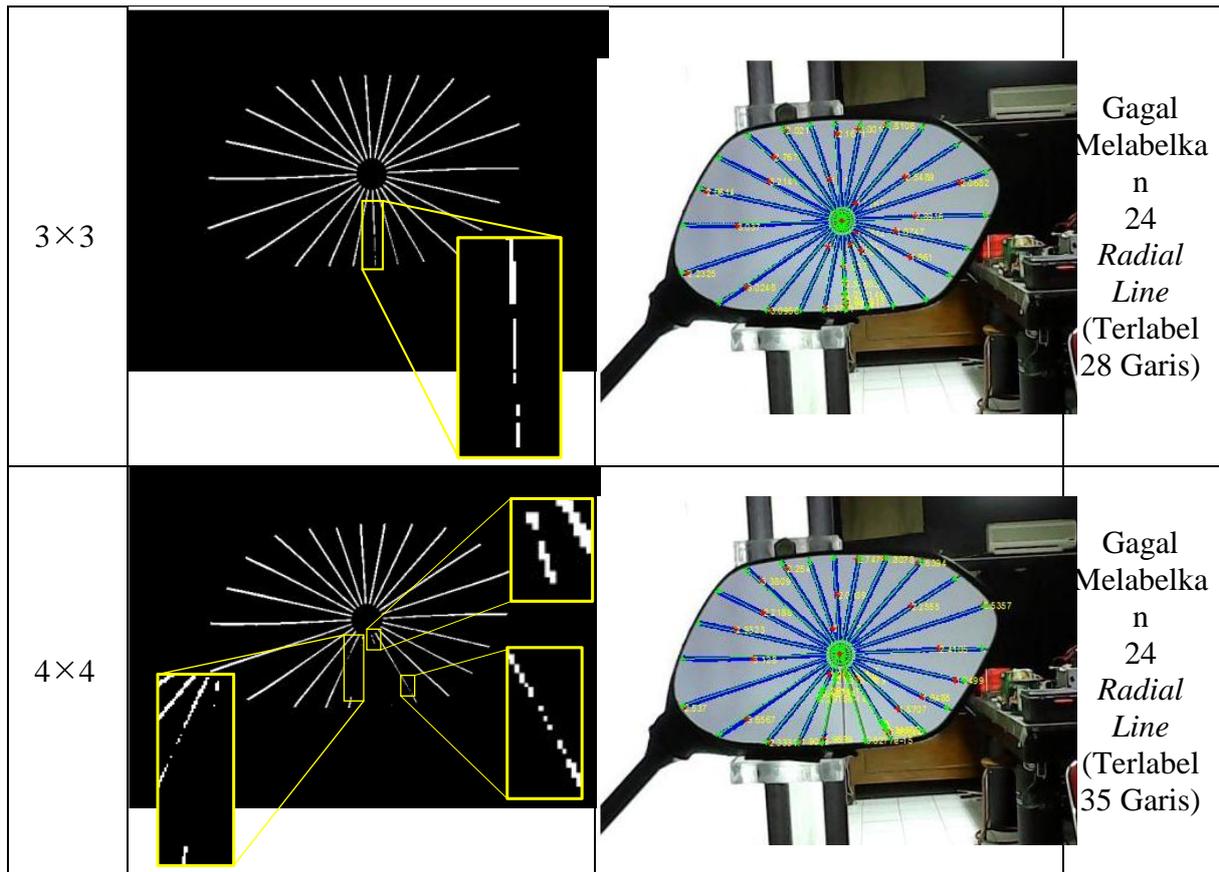
menggunakan dimensi matriks yang beragam. Hasil pada Tabel 1 menunjukkan bahwa *mean filter* dengan dimensi matriks 1×1 dan 2×2 berhasil melakukan pelabelan terhadap 24 garis pada pola *radial line*. Sedangkan *mean filter* dengan dimensi matriks 3×3 dan 4×4 tidak berhasil melakukan pelabelan tepat terhadap 24 garis pada pola *radial line*.

Matriks 1×1 yang diterapkan pada *mean filter* tidak akan mengubah nilai citra. Hal ini dikarenakan matriks 1×1 hanya melakukan rata-rata pada setiap satu titik piksel saja, tanpa ada keterkaitan dengan piksel-piksel yang menjadi ruang lingkup di sekelilingnya. Sedangkan pada matriks 2×2 sesuai dengan pembahasan pada bab 2, merupakan rata-rata nilai 4 buah piksel. Selanjutnya nilai piksel hasil rata-rata matriks *mean filter* 2×2 dituliskan pada bagian kiri atas. Penggunaan matriks *mean filter* 1×1 dan 2×2 berhasil melabelkan 24 garis pola *radial line*.

Hasil yang berbeda ditunjukkan oleh pengujian *mean filter* menggunakan matriks 3×3 dan 4×4 . Pengujian tersebut menyebabkan kegagalan pada pelabelan pola *radial line*. Hal ini dikarenakan semakin besar dimensi matriks *mean filter*, maka nilai piksel yang dihasilkan akan semakin kecil. Apabila nilai piksel pada tahap perbaikan kualitas citra semakin kecil, maka pada tahap selanjutnya yaitu pengelompokan dan pelabelan, akan menyebabkan piksel tersebut terputus dan atau menghilang. Tinjau hasil perbesaran citra pelabelan pola *radial line* pada matriks 3×3 dan 4×4 . Terlihat pada gambar bahwa garis pada pola *radial line* terputus menjadi beberapa bagian. Hal ini menyebabkan pola *radial line* tidak terdeteksi tepat menjadi 24 garis, bahkan lebih menjadi 28 dan 35 garis. Kegagalan dalam melabelkan pola *radial line* mengakibatkan kegagalan pada pengukuran distorsi. Oleh karena itu, pada tahap pengujian berikutnya akan fokus pada *mean filter* dengan dimensi matriks 1×1 dan 2×2 saja.

Tabel 1. Hasil pengujian secara visual pada variasi dimensi matriks metode *mean filter*

| Dimensi matriks <i>mean filter</i> | Gambar pelabelan pola <i>radial line</i> | Gambar perhitungan nilai distorsi | Keterangan |
|------------------------------------|---|--|--|
| 1×1 |  |  | Berhasil Melabelkan n 24 <i>Radial Line</i> |
| 2×2 |  |  | Berhasil Melabelkan n 24 <i>Radial Line</i> |



Pengujian berikutnya dilakukan untuk menganalisis nilai standar deviasi dan standar *error* sistem yang dijalankan dengan *mean filter* 1×1 dan 2×2 . Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali untuk masing-masing dimensi matriks *mean filter*. Tabel 2 menunjukkan nilai distorsi yang dihasilkan untuk setiap pengujian.

Tabel 2. Pengujian nilai distorsi

| Dimensi matriks <i>mean filter</i> (piksel) | Nilai distorsi pada pengujian ke- (%) | | | | | Rata-rata nilai distorsi (%) | Nilai <i>error</i> distorsi pada pengujian ke- (%) | | | | | Standar deviasi (%) | Standar <i>error</i> (%) |
|---|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|------------------------------|--|------|------|-------|-------|---------------------|--------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 1×1 | 1.715 | 1.743 | 1.739 | 1.550 | 1.624 | 1.674 | 0.04 | 0.07 | 0.06 | -0.12 | -0.05 | 0.0845 | 0.0378 |
| 2×2 | 1.747 | 1.779 | 1.762 | 1.750 | 1.666 | 1.740 | 0.01 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | -0.07 | 0.0044 | 0.0196 |

Pada Tabel 2 terdapat lima data hasil pengujian distorsi masing-masing untuk dimensi matriks *mean filter* 1×1 dan 2×2 . Selanjutnya untuk masing-masing dihitung nilai selisih distorsi terhadap nilai rata-rata distorsinya. Hasil akhir pada Tabel 2 adalah nilai standar deviasi dan nilai standar *error* untuk masing-masing matriks *mean filter* 1×1 dan 2×2 . Standar deviasi merepresentasikan besar penyimpangan data terhadap nilai rata-ratanya. Sedangkan nilai standar *error* mewakili hasil akurasi data ditinjau terhadap nilai rata-ratanya. Semakin kecil standar deviasi dan standar *error* suatu data, maka semakin baik pula hasil pengukuran data tersebut. Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai standar deviasi dan standar *error* terkecil dihasilkan pada pengujian *mean filter* dengan dimensi matriks 2×2 sebesar 0.0044 % dan 0.0196 %.

4. Kesimpulan

Pada makalah ini telah dipaparkan metode perbaikan kualitas citra menggunakan teknik *mean filter* untuk *image smoothing* pada pengujian distorsi kaca spion. Penerapan *mean filter*

diujikan pada citra *radial line* yang dipantulkan oleh kaca spion. Tebal garis yang digunakan sebagai pola *radial line* adalah 1.2 mm. Pengujian pertama *mean filtering* melalui variasi terhadap dimensi matriks 1×1 , 2×2 , 3×3 , dan 4×4 . Tetapi hasil secara visual menunjukkan hanya dimensi matriks 1×1 dan 2×2 yang berhasil melakukan pelabelan terhadap 24 garis pada pola *radial line*. Oleh karena itu pada pengujian kedua dilakukan analisis terhadap nilai standar deviasi dan standar *error* sistem dengan *mean filtering* matriks 1×1 dan 2×2 . Hasil menunjukkan bahwa pengujian *mean filter* dengan dimensi matriks 2×2 memberikan nilai standar deviasi dan nilai *error* terkecil yaitu 0.0044 % dan 0.0196 %.

5. Daftar Pustaka

- [1] Bambang Yuwono, "Image Smoothing Menggunakan Mean Filtering, Median Filtering, Modus Filtering Dan Gaussian Filtering", *Telematika*, vol. 7, hal. 65-75, 2010.
- [2] Swati Khidse dan Meghana Nagori, "Implementation and Comparison of Image Enhancement Techniques", *International Journal of Computer Applications*, vol. 96, hal. 9-16, 2014.
- [3] Gonzalez, R. C., *Digital Image Processing Using Matlab*, Pearson Education, Inc, New Jersey, 227-231, 2004.
- [4] Badan Standardisasi Nasional, *Kaca Spion untuk Kendaraan Bermotor Kategori L*, SNI 2770.2, Indonesia, 3, 2009.
- [5] Toyota Engineering Standard, *Toyota Standard Company Radial Line Method*, 760Z-S5A, Japan, 4, 2000.
- [6] A.Kusumawardhani, H. Setijono, M. T. Nurismu, Irwansyah, Sekartedjo, "Application of Concentric Circle Method For Detection of Rear-View Mirror Distortion", *Proc. The 5th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJSS 2012)*, Chiba University Japan, Chiba, 25-26 Oktober, 2012.
- [7] Fitri Rahmah, Apriani Kusumawardhani, Heru Setijono, "Perancangan Sistem Pengujian Distorsi Kaca Spion Menggunakan Metode Radial Line", *Jurnal Teknik POMITS*, vol. 2, hal. 207-212, 2013.
- [8] Fitri Rahmah, Apriani Kusumawardhani, Heru Setijono, Agus Muhamad Hatta, "Radial Line Method for Rear-View mirror distortion detection", *Proc. SPIE 9444, International Seminar on Photonics, Optics, and Its Applications (ISPhOA 2014)*, Bali, 14-15 Oktober, 2014.
- [9] Nijmeijer, A. G., Boer, M. A., Slump, C. H., Samsom, M. M., Bentum, M. J., Laanstra, G. J., et al., "Correction of Lens-Distortion for Real-Time Image Processing System Using third-order transformation-polynomials and a 4x4 cubic-spline interpolation", *University of Twente Department of Electrical Engineering Laboratory for Network Theory*, hal. 316-324, 2000.
- [10] Lu, C., Mahmood, M., Jha, N., & Mandal, M., "Detection of melanocytes in skin histopathological images using radial line scanning", *Science Direct Pattern Recognition*, vol. 46, hal. 509-518, 2012.
- [11] Schmitt, O., & Hasse, M., "Radial symmetries based decomposition of cell clusters in binary and gray level images", *Science Direct Pattern Recognition*, vol. 41, hal. 1905-1923, 2008.
- [12] Presscott, B., & McLean, G. F., "Line-Based Correction of Radial Lens Distortion", *Graphical Models and Image Processing*, vol. 59, hal. 39-47, 1997.