

ID 870 JTIK

by 870 Jtiik

Submission date: 01-Nov-2018 02:26PM (UTC+0700)

Submission ID: 1030875414

File name: 870-2594-1-SM.docx (954.54K)

Word count: 4941

Character count: 31599

PENINGKATAN KUALITAS CITRA CT-SCAN DENGAN PENGGABUNGAN METODE FILTER GAUSSIAN DAN FILTER MEDIAN

Sumijan¹, Pradani Ayu Widya Purnama², Syafri Arlis³

^{1,2,3} Universitas Putra Indonesia "YPTK" Padang

Email: sumijan@upiypk.ac.id

(Naskah masuk: 25-07-2018, diterima untuk diterbitkan: dd mmm yyyy)

Abstrak

Perkembangan per¹⁸ teknologi akuisisi citra medis, salah satu diantaranya adalah teknologi yang lazim disebut CT-scan. CT-Scan (Computed Tomography Scan) adalah suatu prosedur yang digunakan untuk mendapatkan gambaran dari berbagai area kecil dari tulang termasuk tengkorak kepala dan otak. Citra hasil akuisisi atau rekam¹ CT-Scan dapat membantu memperjelas adanya dugaan yang kuat tentang kelainan yang terjadi pada otak. Peningkatan kualitas citra adalah suatu proses untuk mengubah sebuah citra menjadi citra yang baru sesuai dengan kebutuhan melalui berbagai cara seperti dengan fungsi transformasi, operasi²⁵ matematis dan pemfilteran. Peningkatan kualitas citra CT-Scan diperlukan untuk objek keputusan medis yang mempunyai kualitas yang buruk, misalnya citra mengalami derau (noise), citra terlalu terang atau gelap, citra kurang tajam, dan k⁴³r. Proses Peningkatan kualitas citra dapat dilakukan dengan menerapkan salah satu metode pemfilteran, untuk memperbaiki kualitas citra agar dihasilkan citra yang lebih baik dari citra aslinya. Metode gaussian filter untuk mengurangi noise speckle dan poisson pada citra otak pada CT-Scan. Pada citra noise gaussian, standar deviasi yang terbaik dalam mengurangi noise bernilai satu. Namun untuk citra noise speckle dan poisson nilai standar tidak dapat mengurangi noise tersebut. Hal ini dikarenakan standar deviasi adalah parameter dalam proses gaussian filter hanya dapat untuk noise Gaussian normal, untuk mengurangi noise sebaran tidak normal (non-linier) digunakan median filter. Kelemahan gaussian filter pada noise nilai parameter tidak stabil (non-linier) dapat diatasi pada filter median. Dari hasil penggabungan filter gaussian dan filter median filter dapat meningkatkan kualitas citra dan mengurangi noise lebih baik sebaran normal dan tidak normal.

Kata kunci: Filter Median & Filter Gaussian, Citra CT-Scan, Noise speckle & Poisson

The improvement quality of image CT-Scan with Combining Gaussian Filter and Median Filter method

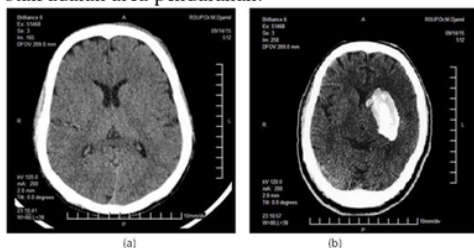
Abstract

The development of medical image acquisition technology equipment, one of them a technology commonly called CT-scan (Computed Tomography Scan). CT-Scan is a procedure used to get an overview of the various small areas of the bones including the skull and brain. The image of the acquisition or CT-Scan recording can help to clarify strong allegations about brain abnormalities. Improved image quality is a process for transforming an image into a new image as needed in various ways such as with transformation functions, mathematical operations and filtering. Improved CT-Scan image quality required for medical decision objects that have poor quality, for example, image noise, image too bright or dark, image less sharp, and blurred. Improvement process of image quality can be done by applying one of filtering method, to improve image quality to produce a better image the original image. Gaussian filter method to reduce noise speckle and poisson on brain image on CT-Scan. In the gaussian noise image, the best standard deviation in reducing noise is one. However for noise image speckle and poisson the default value can not reduce the noise. This is because the standard deviation a parameter in the gaussian filter process only for normal Gaussian noise, to reduce the noise of abnormal distribution (non-linear) used median filter. The weakness of the gaussian filter on the unstable (non-linear) parameter values can be overcome on the median filter. The merger of gaussian and median filter can improve image quality and reduce noise better than normal and abnormal distribution.

Keywords: Median Filter & Gaussian Filter, Image CT-Scan, Noise speckle & Poisson

1. PENDAHULUAN

Perkembangan peralatan teknologi akuisisi citra medis, salah satu diantaranya adalah teknologi yang lazim disebut CT-scan. CT-Scan (Computed Tomography Scan) adalah suatu prosedur yang digunakan untuk mendapatkan gambaran dari berbagai area kecil dari tulang termasuk tengkorak kepala dan otak. Citra hasil akuisisi atau rekaman CT-Scan dapat membantu memperjelas adanya dugaan yang kuat tentang kelainan yang terjadi pada otak, misalnya : gambaran lesi dari tumor, hematoma dan abses, pendarahan pada otak serta perubahan vaskuler berupa malformasi, naik turunnya vaskularisasi dan infark. Peralatan sistem CT-Scan terdiri atas tiga bagian, yaitu: Sistem Akuisisi Citra, Sistem Komputer dan Kendali, Stasiun Operasi dan Stasiun Pengamat. CT-Scan bekerja dalam sistem akuisisi citra terdapat dalam frame pipa dari mesin dan merupakan bagian sistem yang langsung berhadapan dengan pasien. Scanner terdiri atas sumber sinar-x, collimator, detektor, dan bagian akuisisi data. Akuisisi citra CT Scan otak umumnya dilakukan dalam bentuk 2 dimensi (2D) yang direkam dalam bentuk slice (iris) dengan jarak tertentu antara slice satu terhadap slice lainnya. Pada setiap slice citra merepresentasikan keadaan otak pada posisi slice tersebut. Representasi informasi visual adalah berupa variasi intensitas warna atau tingkat keabuan dari iris otak dan objek lain (bila ada), seperti yang diperlihatkan oleh gambar 1.1 Gambar 1(a) memperlihatkan salah satu slice citra otak normal dan gambar 1.(b) merupakan slice citra otak yang tidak normal dan area berwarna putih didalam otak adalah area pendarahan.



Gambar 1. (a). Citra Otak Normal, (b). Citra Otak Terjadi Pendarahan, Sumber : RSUP DR. M. Djamil Padang Sumatera Barat, 2015

Peningkatan kualitas citra adalah suatu proses untuk mengubah sebuah citra menjadi citra yang baru sesuai dengan kebutuhan melalui berbagai cara seperti dengan fungsi transformasi operasi matematis dan pemfilteran. Peningkatan kualitas diperlukan karena seringkali citra yang dijadikan objek pembahasan mempunyai kualitas yang buruk, misalnya citra mengalami derau (noise) pada saat pengiriman melalui saluran transmisi, citra terlalu terang/gelap, citra kurang tajam, kabur dan sebagainya. Proses Peningkatan kualitas citra dapat dilakukan dengan menerapkan berbagai metode untuk menghasilkan citra yang lebih bagus dari citra sebelumnya salah satunya yaitu metode pemfilteran. Tujuan utama dari peningkatan kualitas

citra ini adalah untuk memproses citra sesuai citra yang dihasilkan lebih baik dari citra aslinya.

Beberapa penelitian sebelumnya yang telah menerapkan Filter seperti yang dilakukan oleh Julio et al, (2016), Filter Gaussian yaitu operator konvolusi yang digunakan untuk mengaburkan gambar dan untuk menghilangkan gangguan (noise), Peneliti berikutnya menyimpulkan bahwa keuntungan dari keakuratan estimasi dengan metode filter gaussian dapat diterapkan pada berbagai jenis aplikasi (Huang et al. 2015). Penelitian lain menyimpulkan bahwa dari hasil percobaan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa Filter Gaussian dapat memberikan perubahan yang lebih sesuai dengan akurasi filter dibandingkan dengan implementasi metode yang lain (Charalampidis 2016).

Penelitian Suganesh and Poovathy (2016), Filter Gaussian adalah metode terbaik untuk peningkatan kualitas citra hasil penginderaan yang kemudian dikompresi dengan ukuran yang relative lebih kecil. Yano and Kuroki (2016), dalam penelitiannya menjelaskan bahwa Filter Gaussian dapat melakukan penyaringan binomial secara paralel pada GPU (Graphical Processing Units) dengan akurasi yang tinggi. Yano and Kuroki (2016), menggunakan Filter Gaussian yang dikombinasikan dengan jaringan syaraf tiruan lebih efisien dalam mengembalikan data terdistorsi dan menghilangkan gangguan. Afshari, Gadsden, and Habibi, (2017), Filter Gaussian dapat digunakan meminimalkan kesalahan estimasi sekaligus mengurangi gangguan yang terjadi selama proses pemodelan sistem. Cabello, (2015), dari penelitian yang dilakukan dengan menggunakan FPGA kinerja Filter Gaussian jauh lebih cepat untuk proses penyaringan saat membaca gambar secara bersamaan. Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa algoritma Filter Gaussian mampu mempertahankan kontras suatu gambar dan informasi warna dengan proses yang lebih cepat (Liu, Shang, and Chen 2016).

Penelitian ini menggabungkan Filter Gaussian dan Filter Median (Hybrid Filtering) untuk memperbaiki kualitas citra medis dengan mengurangi noise yang terdapat pada citra CT-Scan

2. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian terdiri dari input citra, cropping citra, melakukan konversi citra ke grayscale (keabuan), kemudian melakukan filter Gaussian, dilanjutkan dengan filter median dan akhir dari tahap penelitian ini adalah hybrid filtering, dapat diperlihatkan pada gambar 2 sbb :



Gambar 2. Tahapan Kerangka Penelitian

2.1. Citra Input

Citra input menggunakan dataset CT-Scan. CT-Scan adalah suatu prosedur yang digunakan untuk mendapatkan gambaran dari berbagai sudut kecil dari tulang tengkorak dan otak. Pemeriksaan CT-Scan untuk memperjelas adanya dugaan kuat antara suatu kelainan terhadap tengkorak atau otak manusia. Dataset CT-Scan yang digunakan pada penelitian ini terbagi menjadi 2 Pasien yang terdiri dari 6-10 slice setiap pasien.

2.2. Cropping Citra

Proses cropping bertujuan untuk menghilangkan noise yang tidak perlu diluar obyek penelitian, menentukan citra dari obyek penelitian yang akan dianalisa dan diolah, dan memperkecil ukuran citra CT-Scan asli agar dapat dengan mudah di olah dan dianalisa.

2.3. Konversi Citra GrayScale

Proses konversi bertujuan untuk mengonversi citra berwarna ke dalam bentuk citra berskala keabuan mengingat banyak pemrosesan citra yang bekerja pada skala keabuan. Namun, terkadang citra berskala keabuan pun perlu dikonversikan ke citra biner, mengingat beberapa operasi dalam pemrosesan citra berjalan pada citra biner. Bagaimana cara mengubah citra berwarna ke dalam citra berskala keabuan? Secara umum citra berwarna dapat dikonversikan ke citra berskala keabuan melalui rumus:

$$I = a \times R + b \times G + c \times B, \quad a+b+c=1 \quad (1)$$

dengan R menyatakan nilai komponen merah, G menyatakan nilai komponen hijau, dan B menyatakan nilai komponen biru. Misalnya, sebuah piksel mempunyai komponen R, G, B sebagai berikut: R = 50, G = 70, B = 61

Jika a, b, dan c pada Persamaan 2.1 dibuat sama, akan diperoleh hasil seperti berikut: $I = (50 + 70 + 60) / 3 = 60$

Salah satu contoh rumus yang biasa dipakai untuk mengubah ke skala keabuan yaitu:

$$I = 0,2989 \times R + 0,5870 \times G + 0,1141 \times B \quad (2)$$

2.4. Metode Filter Gaussianing

Metode interpolasi linier merupakan algoritma matematika yang dapat diterapkan untuk menaksir titik harga tengahan melalui suatu garis lurus pada setiap dua titik masukan yang berurutan. Interpolasi Linier adalah suatu proses pembesaran skala citra yang dilakukan di dalam obyek bitmap dan resolusi akan bertambah setelah proses pembesaran dilakukan pada gambar masukan. Proses penambahan Piksel baru ini dilakukan dengan menyisipkan titik-titik tersebut diantara titik-titik yang harganya telah tetap yang dipetakan langsung dari citra asli. Piksel yang ada

dalam citra masukan tersebut berisi informasi intensitas warna RGB untuk menaksir intensitas warna dari Piksel yang masih kosong pada citra obyek bitmap. Proses Interpolasi Linier ini adalah melakukan proses penyeleksian terhadap hasil gambar screen capture yang dijadikan sebagai sampel. Setelah hasil penyeleksian hasil gambar screen capture didapat proses selanjutnya membaca resolusi citra masukan yang berupa bitmap objek yang berguna untuk mengetahui ukuran atau resolusi citra tersebut dilakukan dengan mengukur tinggi dan lebar Piksel dari citra. Sebelum melakukan proses pembesaran citra terlebih dahulu menginputkan skala pembesaran yang nilainya akan dicatat dalam variabel scale. Filter Gaussian tergolong sebagai filter lolos-rendah yang didasarkan pada fungsi Gaussian. Model dua dimensinya berupa:

$$G(y, x) = e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (4)$$

Dalam hal ini, σ adalah deviasi standar dan piksel pada pusat (y, x) mendapatkan bobot terbesar berupa 1.

2.5. Metode Filter Median

Filter median sangat bermanfaat untuk menghilangkan outliers, yaitu nilai-nilai piksel yang ekstrim. Filter median menggunakan sliding neighborhood untuk memproses suatu citra, yaitu suatu operasi dimana filter ini akan menentukan nilai masing-masing piksel keluaran dengan memeriksa tetangga $m \times n$ di sekitar piksel masukan yang bersangkutan. Filter median mengatur nilai-nilai piksel dalam satu tetangga dan memilih nilai tengah atau median sebagai hasil. Median filter merupakan salah satu jenis low-pass filter, yang bekerja dengan mengganti nilai suatu piksel pada citra asal dengan nilai median dari piksel tersebut dan lingkungan tetangganya. Dibandingkan dengan neighborhood averaging, filter ini lebih disk sensitif terhadap perbedaan intensitas yang ekstrim. Pada penapis median, suatu 'jendela' (window) memuat sejumlah piksel. Jendela digeser titik demi titik pada seluruh daerah citra. Pada setiap pergeseran dibuat jendela baru. Titik tengah dari jendela ini diubah dengan nilai median dari jendela tersebut. Pada penapis median, suatu 'jendela' (window) memuat sejumlah piksel. Jendela digeser titik demi titik pada seluruh daerah citra. Filter median sangat populer dalam pengolahan citra. Filter ini dapat dipakai untuk menghilangkan derau bintik-bintik. Nilai yang lebih baik digunakan untuk suatu piksel ditentukan oleh nilai median dari setiap piksel dan kedelapan tetangga pada 8-ketetanggaan. Filter median dapat dipakai untuk menghilangkan derau dalam citra. Filter ini menggunakan nilai median piksel-piksel di dalam jendela sebagai keluaran f . Jadi, filter median dapat ditulis sebagai berikut:

$$\hat{f}(y, x) = \text{median}_{(p,q) \in S_{yx}}(g(p, q)) \quad (3)$$

7
Hasil dari filter median terlihat bahwa derau dapat dihilangkan, tetapi detail pada citra tetap dipertahankan. Namun, hal ini tentu saja didapat dengan tambahan beban komputasi "pengurutan".

2.6. Proses Konvolusi

5
Konvolusi seringkali dilibatkan dalam operasi ketetanggaan piksel. Konvolusi pada citra sering disebut sebagai konvolusi dua-dimensi (konvolusi 2D). Konvolusi 2D didefinisikan sebagai proses untuk memperoleh suatu piksel didasarkan pada nilai piksel itu sendiri dan tetangganya, dengan melibatkan suatu matriks yang disebut kernel yang merepresentasikan pembobotan. Wujud kernel umumnya bujur sangkar, tetapi dapat pula berbentuk persegi panjang

Prosesnya dirumuskan sebagai berikut:

$$g(y, x) = \sum_{p=-m2}^{m2} \sum_{q=-n2}^{n2} h(p + m2 + 1, q + n2 + 1) f(y - p, x - q) \quad (4)$$

Dalam hal ini,

- ✓ $m2$: separuh dari tinggi kernel ($m2 = \text{floor}(m/2)$),
- ✓ $n2$: separuh dari lebar kernel ($n2 = \text{floor}(n/2)$),
- ✓ floor : menyatakan pembulatan ke bawah, dan
- ✓ h : menyatakan kernel, dengan indeks dimulai dari 1.

4
Secara umum, proses penapisan di kawasan ruang (*space domain*), sebagai alternatif di kawasan frekuensi, dilaksanakan melalui operasi konvolusi. Operasi ini dilakukan dengan menumpangkan suatu jendela (kernel) yang berisi angka-angka pengali pada setiap piksel yang ditimpali. Kemudian, nilai rerata diambil dari hasil-hasil kali tersebut. Khusus bila angka-angka pengali tersebut semua adalah 1, hasil yang didapat sama saja dengan filter pererataan.

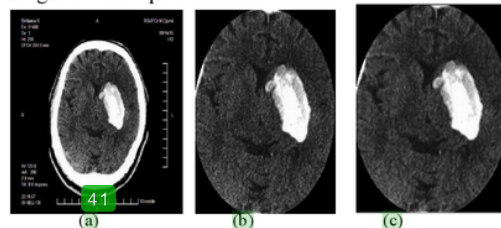
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

42
Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki citra yang mengalami gangguan atau noise. Untuk dapat mengetahui apakah sistem ini mampu mengurangi noise, maka citra yang diuji terlebih dahulu ditambah noise kemudian dilakukan pengurangan noise dan citra output dari proses pengurangan noise dibandingkan dengan citra awal yang belum ditambah [24]. Perbandingan citra output dengan citra awal dapat dilihat secara kualitatif dan kuantitatif. Secara kualitatif sistem bisa dikatakan mampu mengurangi noise apabila citra output tampak lebih jelas dan noise berkurang dibanding citra input serta citra output terlihat mendekati citra awal yang belum ber-noise. Secara kuantitatif penilaian pengurangan noise dihitung dengan MSE (Mean Signal Error) dan PSNR (Peak Signal to Noise Ratio). Noise berkurang apabila nilai MSE antara citra output dengan citra awal lebih kecil dibandingkan nilai MSE antara citra input ber-noise dengan citra awal serta nilai PSNR antara citra output dengan citra awal lebih

besar dibandingkan nilai PSNR antara citra ber-noise dengan citra awal. Kualitas citra output semakin bagus saat nilai MSE semakin kecil, PSNR semakin besar dan citra output terlihat lebih mendekati citra asli. Sistem pengurangan noise yang pada penelitian ini dibangun berdasarkan algoritma metode difusi nonlinear anisotropik. Untuk mendapatkan kualitas citra keluaran terbaik dari proses pengurangan noise, maka pada penelitian ini setiap citra ber-noise dilakukan beberapa kali pengujian terhadap sistem dengan memvariasikan nilai parameter algoritma sistem dari masing-masing pengujian dan setiap pengujian dilakukan beberapa kali iterasi.

2.1. Secara Kualitatif Berdasarkan Penglihatan

Dari semua percobaan yang dilakukan, didapatkan hasil pengurangan noise pada semua citra output. Secara kualitatif citra output yang berkurang noise tampak lebih jelas dibanding citra input dan noise yang mengganggu terlihat berkurang dan noise pada bagian tepi citra berkurang tanpa ada efek pengaburan. Gambar 5. merupakan salah satu sampel yang memperlihatkan perbandingan kualitas citra input dengan citra output :

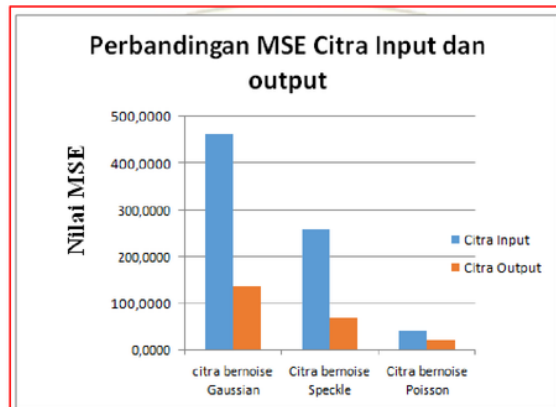


Gambar 5. (a) Citra awal, (b) citra input ber-noise gaussian (c) citra output hasil perbaikan

Penilaian kuantitatif dilakukan dengan membandingkan nilai MSE dan PSNR citra output dengan MSE dan PSNR citra input. Noise yang berkurang ditandai dengan nilai MSE output yang lebih kecil dibandingkan nilai MSE input dan kualitas citra mengalami peningkatan disaat nilai PSNR output lebih besar dibanding PSNR input

a. Nilai MSE

Secara kuantitatif didapatkan hasil nilai MSE citra output lebih kecil dibanding citra input dan PSNR citra output lebih besar dibandingkan citra input. Gambar 6. memperlihatkan perbandingan MSE antara citra input dengan citra Pasien 1. output pada citra pasien 1.

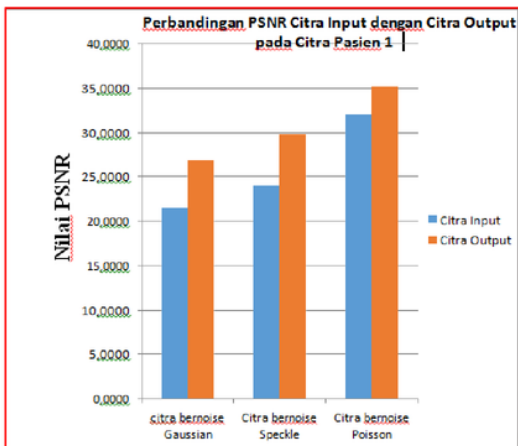


Gambar 6. Diagram perbandingan MSE citra output dengan citra input

Dari gambar terlihat Nilai MSE citra output berkurang dibandingkan nilai MSE citra input pada semua jenis noise yang diberikan pada citra input. Hal tersebut menunjukkan bahwa sistem yang digunakan pada penelitian ini tidak hanya bisa mengurangi noise gaussian tetapi juga bisa mengurangi noise speckle dan poisson.

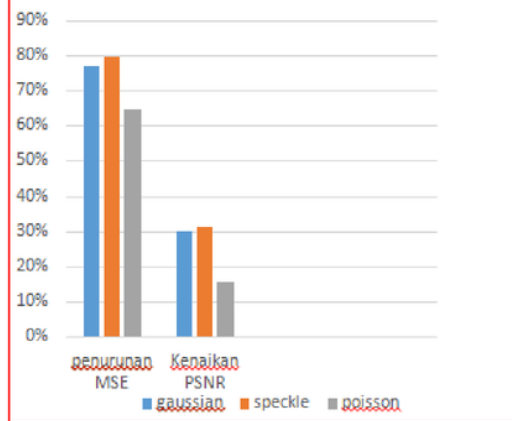
b. Nilai PSNR

semua percobaan yang dilakukan, didapatkan hasil nilai PSNR citra output lebih besar dibanding citra input. Hal ini menunjukkan citra output mengalami peningkatan kualitas dibanding citra input. Perbandingan MSE citra output dengan PSNR citra input dapat dilihat pada gambar 7. di bawah, data lengkap dari perbandingan PSNR citra input dengan citra output pada citra pasien 1



Gambar 7. Diagram perbandingan PSNR citra input dengan citra output

Perbandingan Penurunan nilai MSE dan kenaikan PSNR pada Masing-Masing Jenis Noise. Gambar 8. memperlihatkan rata-rata persentase penurunan nilai MSE dan kenaikan PSNR masing-masing jenis noise.



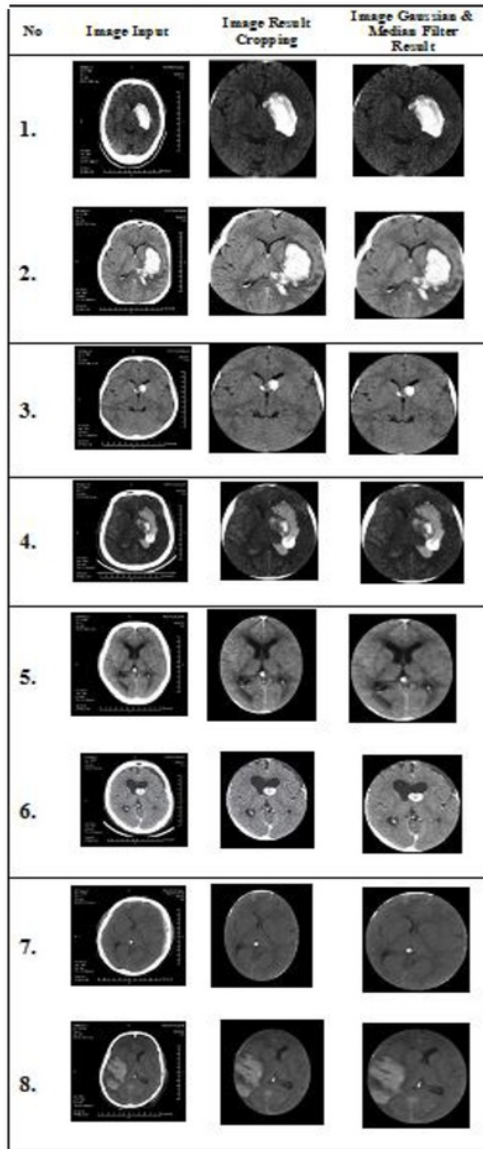
Gambar 8. Diagram rata-rata persentase penurunan MSE dan kenaikan PSNR seluruh citra pada masing-masing noise

Dari gambar di atas terlihat persentase penurunan MSE dan kenaikan PSNR terbesar dihasilkan pada noise speckle, hal itu menunjukkan pengurangan noise terbanyak terjadi pada noise speckle. Noise speckle lebih banyak berkurang dibanding noise gaussian dikarenakan noise speckle pada citra medis terdapat pada bagian citra saja sehingga lebih mudah dalam mengurangi noise. Sedangkan noise gaussian terdistribusi pada seluruh bagian citra termasuk background citra sehingga noise yang berkurang lebih sedikit dibanding noise speckle. Noise poisson memiliki persentase pengurangan noise yang paling sedikit dibanding noise gaussian dan speckle, karena noise poisson memiliki intensitas noise yang sangat kecil sehingga pengurangan noise-nya juga kecil. Pengurangan noise yang banyak tidak mungkin terjadi pada noise dengan intensitas kecil, karena jika noise banyak berkurang pada noise dengan intensitas kecil menyebabkan noise akan hilang dan hal itu tidak mungkin terjadi karena sifat noise tidak bisa dihilangkan.

2.2. Secara Visualisasi Berdasarkan Penglihatan

Berikut table 1. menunjukan salah satu contoh perbandingan citra hasil filterisasi pada citra CT-Scan terhadap 8 pasien ketika nilai standar deviasi yang berbeda-beda sbb :

Tabel 1. Hasil Proses Filter Gaussian



Standar deviasi yang menghasilkan MSE terkecil dari hasil difusi pada citra CT-Scan ber-noise speckle tergantung dari besar noise dan format citra inputnya. Pada format citra bmp citra input yang memiliki noise yang lebih kecil (MSE kecil) adalah saat menggunakan standar deviasi bernilai dua. Sedangkan citra input yang ber-noise lebih besar yang menghasilkan MSE terkecil adalah saat standar deviasi yang digunakan bernilai tiga. Untuk format JPEG saat standar deviasi bernilai satu menghasilkan pengurangan noise yang lebih baik pada saat citra input memiliki noise yang lebih kecil. Untuk yang ber-noise lebih besar pengurangan noise yang lebih baik dihasilkan oleh standar deviasi bernilai dua. Dapat disimpulkan pada citra CT-Scan ber-noise

speckle semakin besar noise citra, maka semakin besar pula standar deviasi yang dibutuhkan untuk proses difusi atau pengurangan noise yang lebih baik. Namun penilaian besar kecilnya noise tergantung dari format citra. Tabel 1. memperlihatkan standar deviasi terbaik dalam mengurangi noise.

i). Citra CT Scan 8 pasien diberi noise gaussian

Nilai MSE dan PSNR citra ber-noise gaussian dengan citra asli adalah 420.6147 dan 21.9260.

a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

#Pas	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1.	187.7428	25.4292	182.6110	25.5495	181.1836	25.5836
2.	131.4510	26.9772	130.2791	27.0161	130.5391	27.0074
3.	111.0700	27.7088	112.5760	27.6503	114.6489	27.5711
4.	102.7676	28.0462	105.9951	27.9119	109.8746	27.7558
5.	99.6536	28.1799	104.0129	27.9939	109.6195	27.7659
6.	99.1259	28.2029	104.3260	27.9809	111.5757	27.6891
7.	34.4457	32.7934	105.9055	27.9156	114.7675	27.5666
8.	38.3115	32.3315	108.1752	27.8235	118.6550	27.4219

b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

#Pas	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1.	230.4204	24.5396	223.6715	24.6687	221.7834	24.7055
2.	160.6974	26.1047	156.5304	26.2188	155.5545	26.2460
3.	129.5282	27.0412	128.1003	27.0893	128.4515	27.0774
4.	113.9213	27.5987	114.5967	27.5731	116.2423	27.5112
5.	105.6489	27.9261	107.8334	27.8373	110.8433	27.7177
6.	101.2212	28.1121	104.5968	27.9696	108.9014	27.7945
7.	99.0908	28.2045	103.3125	28.0233	108.8796	27.7953
8.	230.4204	24.5396	223.6715	24.6687	221.7834	24.7055

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

#Pas	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1.	259.0780	24.0305	252.0656	24.1497	250.1377	24.1830
2.	185.5511	25.4802	179.7147	25.6190	178.1800	25.6562
3.	147.9844	26.4626	144.4576	26.5674	143.8683	26.5851
4.	127.1134	27.1229	125.7021	27.1714	126.1478	27.1560
5.	114.8547	27.5633	115.0957	27.5542	116.6686	27.4953
6.	107.4106	27.8543	109.0232	27.7896	111.6234	27.6872
7.	102.8481	28.0428	105.5408	27.9306	109.2100	27.7822
8.	100.1474	28.1584	103.7193	28.0062	108.4220	27.8136

ii). Citra CT Scan 8 pasien diberi noise speckle

Nilai MSE dan PSNR citra ber-noise speckle dengan citra asli 231.1841 dan 24.5252.

- a) Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

#P as	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1.	108.216	27.8219	103.0856	28.0328	102.114	28.0739
2.	78.0580	29.2406	74.8541	29.4226	75.4247	29.3897
3.	67.9214	29.8447	66.4134	29.9422	68.7618	29.7913
4.	64.7657	30.0513	64.4701	30.0712	68.5724	29.8033
5.	64.6608	30.0584	65.2815	30.0169	71.0940	29.6465
6.	66.1956	29.9565	67.4175	29.8771	74.9240	29.4186
7.	98.6725	28.2228	102.9230	28.0397	108.6651	27.8039
8.	98.0197	28.2517	102.8892	28.0411	109.5771	27.7676

- b) Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

#P as	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1.	131.4650	26.9767	125.8584	27.1660	124.5430	27.2116
2.	93.9549	28.4356	89.1392	28.6641	88.6358	28.6887
3.	77.3787	29.2786	73.9731	29.4741	74.6755	29.4330
4.	69.4709	29.7468	67.3658	29.8804	69.3777	29.7526
5.	65.7903	29.9832	64.7463	30.0527	68.0374	29.8373
6.	64.4506	30.0725	64.1590	30.0922	68.7630	29.7913
7.	64.5715	30.0644	64.7996	30.0491	70.6295	29.6749
8.	65.1059	30.0286	64.7346	30.0534	70.7547	29.6672

- c) Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

#P as	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1.	146.9067	26.4944	141.4722	26.6581	140.1134	26.7000
2.	107.5501	27.8487	101.9888	28.0793	101.0008	28.1216
3.	87.3620	28.7516	82.8070	28.9841	82.6968	28.9899
4.	76.3200	29.3384	72.8887	29.5382	73.7822	29.4853
5.	70.1011	29.7076	67.7185	29.8577	69.6443	29.7359
6.	66.7042	29.9233	65.1595	30.0250	68.1258	29.8317
7.	65.1513	30.0256	64.1587	30.0922	68.1451	29.8305
8.	64.7594	30.0518	64.1255	30.0945	69.1500	29.7669

iii). Citra CT Scan 8 Pasien diberi noise Poisson

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise Poisson dengan citra asli adalah 42.4268 dan 31.8884

- a) Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

#P as	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1.	20.4037	35.0677	20.3958	35.0694	20.7354	34.9977
2.	18.4305	35.5094	18.9798	35.3819	20.3663	35.0757
3.	20.3151	35.0866	21.3613	34.8685	23.9896	34.3646
4.	26.0846	34.0010	25.8288	34.0438	25.8424	34.0415
5.	20.1294	35.1265	20.1134	35.1299	20.5430	35.0382
6.	18.2938	35.5418	18.6121	35.4668	19.6098	35.2401
7.	18.2961	35.5412	18.9698	35.3842	20.6333	35.0191
8.	19.2186	35.3276	20.2063	35.1099	22.5852	34.6266

- b) Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

#P as	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1.	23.5875	34.4380	23.3977	34.4731	23.4868	34.4566
2.	18.7648	35.4314	18.9575	35.3870	19.6752	35.2256
3.	18.2916	35.5423	18.9000	35.4002	20.4263	35.0629
4.	19.4639	35.2725	20.4675	35.0541	22.8805	34.5701
5.	26.0846	34.0010	25.8288	34.0438	25.8424	34.0415
6.	20.1294	35.1265	20.1134	35.1299	20.5430	35.0382
7.	18.2938	35.5418	18.6121	35.4668	19.6098	35.2401
8.	18.2961	35.5412	18.9698	35.3842	20.6333	35.0191

- c) Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

#P as	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1.	26.0846	34.0010	25.8288	34.0438	25.8424	34.0415
2.	20.1294	35.1265	20.1134	35.1299	20.5430	35.0382
3.	18.2938	35.5418	18.6121	35.4668	19.6098	35.2401
4.	18.2961	35.5412	18.9698	35.3842	20.6333	35.0191
5.	19.2186	35.3276	20.2063	35.1099	22.5852	34.6266
6.	20.1294	35.1265	20.1134	35.1299	20.5430	35.0382
7.	18.2938	35.5418	18.6121	35.4668	19.6098	35.2401
8.	18.2961	35.5412	18.9698	35.3842	20.6333	35.0191

Nilai standar deviasi yang menghasilkan MSE terkecil pada proses difusi citra ber-noise poisson tergantung pada citra yang digunakan. Nilai standar deviasi terbaik dalam proses difusi citra ber-noise poisson dari hasil yang didapatkan pada percobaan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Citra 3 Pasien CT-Scan : pasien 1, 2, dan 6 proses filtering pada semua sampel citra CT menghasilkan MSE terbesar saat menggunakan standar deviasi bernilai satu.
- Citra 5 Pasien CT-Scan : pasien 3, 4, 5, 7 dan 8 : proses filtering sampel citra tersebut menghasilkan MSE terkecil saat menggunakan standar deviasi bernilai satu.

Dengan menggabungkan algoritma filtering gaussian dan median yang digunakan pada penelitian ini, pertama kali dilakukan proses filter dengan gaussian filter, kemudian dengan median filter dan dilakukan proses konvolusi. Penelitian ini melakukan proses filter dengan gaussian filter dan median filter dapat mengurangi noise speckle dan poisson pada citra CT-Scan. Pada citra bernoise gaussian, standar deviasi yang terbaik dalam mengurangi noise adalah saat bernilai satu. Namun pada citra bernoise speckle dan poisson nilai standar yang terbaik tidak stabil, tergantung dari citra yang digunakan. Hal ini dikarenakan standar deviasi adalah salah satu parameter dalam proses gaussian filter dan median filter. Untuk memperoleh kestabilan dalam mengurangi noise gaussian filter lebih baik digunakan pada noise sebaran normal (gaussian) sedang median filter untuk sebaran tidak normal (non-linier). Jadi ketika dilakukan filter dengan gaussian

filter pada noise selain gaussian, nilai parameter dari gaussian filter tidak akan stabil dalam mengurangi noise. Dari semua hasil yang didapatkan noise hanya dapat berkurang dan tidak hilang keseluruhan. Hal ini dikarenakan sifat noise yang hanya bisa dikurangi dan mustahil untuk dihilangkan, dengan median filter kelemahan gaussian filter dapat diatasi sehingga hasil konvolusi dapat meningkatkan kualitas citra pada CT-Scan.

4. KESIMPULAN

1. Citra ber-noise gaussian membutuhkan waktu yang lama dalam pengurangan noise dibandingkan citra ber-noise speckle dan poisson. Hal ini dikarenakan citra ber-noise gaussian memiliki noise yang tersebar keseluruh citra termasuk background citra, sehingga dibutuhkan waktu yang lama dalam menyebarkan noise-nya.
2. Filter median dapat mengatasi kelemahan dari gaussian filter sehingga diperoleh hasil pengurangan noise yang lebih baik dan stabil, dari proses median filter yang dilakukan pertama kali dalam proses filter telah disesuaikan dengan jenis noise.
3. Proses filter yang dilakukan pada citra ber-noise gaussian dan median standar deviasi terbaik dalam mengurangi noise adalah saat bernilai satu. Rata-rata persentase penurunan MSE citra ber-noise gaussian dan median saat standar deviasi bernilai satu adalah 77,26%, sedangkan saat standar deviasi bernilai dua rata-rata persentase penurunan MSE hanya 76,29% dan bernilai tiga hanya 64,66%. Pada citra ber-noise speckle dan poisson standar deviasi terbaiknya tergantung dari jenis citra, ukuran dan besarnya noise citra yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afshari, H H, S A Gadsden, and S Habibi. 2017. Signal Processing Author 'S Accepted Manuscript Gaussian Filters for Parameter and State Estimation: Recent Trends To Appear in : Signal Processing Gaussian Filters for Parameter and State Estimation: A General Review of Theory and Recent Trends. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sigpro.2017.01.001>.
- Aripin, Soeb, and Hery Sunandar. 2017. "Perancangan Aplikasi Perbaikan Citra Pada Hasil Screenshot Menggunakan Metode Interpolasi Linier 1." (October).
- Cabello, Frank. 2015. "W; O _ WII RIIIIIIIII æTM Entil IIIII III." : 28–33.
- Charalampidis, Dimitrios. 2016. "Recursive Implementation of the Gaussian Filter Using Truncated Cosine Functions." IEEE Transactions on Signal Processing 64(14): 3554–65.
- Huang, Yulong, Yonggang Zhang, Xiaoxu Wang, and Lin Zhao. 2015. "Gaussian Filter for Nonlinear Systems with Correlated Noises at the Same Epoch." Automatica 60: 122–26.
- Juliana, Aji, and Agung Triayudi. 2014. "Implementasi Morphological Filtering Untuk Penajaman Citra C." Protekinfo 1(September): 2–6.
- Julio, R. Oliveira, Leonardo B. Soares, E. A.C. Costa, and Sergio Bampi. 2016. "Energy-Efficient Gaussian Filter for Image Processing Using Approximate Adder Circuits." In Proceedings of the IEEE International Conference on Electronics, Circuits, and Systems, , 450–53.
- Liu, Cong, Zhaowei Shang, and Qiaosong Chen. 2016. "An Adaptive Tone Mapping Algorithm Based on Gaussian Filter." : 0–5.
- Nugroho, Hendro. 2017. "Image Enhancement Pada Screen Capture CCTV Dengan Menggunakan Metode Histogram Ekualisasi." 2(2): 99–106.
- Seddik, Hassene, Sondes Tebbini, and Ezzeddine Ben Braiek. 2016. "Intelligent Automation & Soft Computing Smart Real Time Adaptive Gaussian Filter Supervised Neural Network for Efficient Gray Scale and RGB Image De-Noising." Intelligent Automation and Soft Computing 20(3): 39–64.
- Suganesh, V, and J Florence Poovathy. 2016. "Filtering of Gaussian Filter Based Embedded Enhancement Technique for Compressively Sensed Images." : 2177–81.
- Swaminathan, R, Priya Jha, Asif Iqbal, and Manoj Wadhwa. 2013. "Efficient Satellite Image Enhancement Technique Based On Filtering And Interpolation Methods." 2(7): 1677–82.
- Yano, Takahiro, and Yoshimitsu Kuroki. 2016. "Fast Implementation of Gaussian Filter by Parallel Processing of
- Setianingsih, Casi, Siti Nurhayati, dan Ridwan. 2011. "Medical Imaging". Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Telkom Bandung.
- Hama, shokhan Mahmoud dan Muzhir Shabhan Al-Ani. 2014. Medical Image Based on Efficient Approach for Adaptive Anisotropic Diffusion. International Journal of Advances in Engineering & Technology. ISSN : 22311963
- Weeratunga, S. K. dan C. Kamath. 2003. A Comparison of PDE based Non- Linear Anisotropic Diffusion Techniques for Image Denoising. Lawrence Livermore National Laboratory Technical Information Department's Digital Library.
- Malik, K dan R. Nedunchelian. 2014. " Comparison of Various Noises and Filters for Fundus Images Using pre-Processing Techniques". Bioinformatics, ISSN 0975-6299.
- Sutoyo, T dkk. 2009. Teori Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Oceandra, M. Hakiki. 2013. "Pengurangan Noise pada Citra Digital Menggunakan Metode Statistean, median, Kombinasi dan Rekursif Filter". Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif kasim Riau Pekanbaru.

- Primayunita, I³³, Agus Zainal Arifin, dan Anny Yuniarti. "Implementasi Metode Klasifikasi Fuzzy C-Means Menggunakan Algoritma Multiscale Diffusion filtering". Tekn⁸ Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Humaira dan Rasyidah. 2011. "Analisis Pengaruh Noise Terhadap Deteksi Wajah Manusia pada Citra Berwarna menggunakan Fuzzy". Poli Rekayasa, Vol 6, No 2¹² SN 1858-3709.
- Gilboa, Guy, Nir Sochen, dan Yehoshua Y. Zeevi. 2002. Forward-and- Backward Diffusion Processes for Adaptive Image Enhancement and Denoising. IEEE Transactions on Image Processing, Vol 11, NO.7.
- Irya¹⁶, F. Fristella, dan P. H. Gunawan. 2016. Pendekatan Numerik pada Model Isotropic dan Anisotropic Diffus¹⁶ untuk Mendeteksi Tepi pada Pengolahan Citra. Ind. Journal on Computing Vol 1, Issue. 2, ISSN 2460-9056. ²⁶
- Sebatubun, Maria Mediatix. 2016. Peningkatan Kualitas Citra X-Ray Paru- Paru Menggunakan Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization dan gaussian filter. Seminar Riset Teknologi Informasi (SRITI). ³⁸
- Weickert, Joachim. 2001. Anisotropic Diffusion in Image Processing. Denmark : B. G. Teubner Stuttgart. ¹⁵
- Perona, Pietro dan Jitendra Malik. 1990. Scale-Space and Edge Detection Using Anisotropic Diffusion. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. ¹⁴ 12, NO. 7.
- Smolka, Bogdan. 2002. On The Application of The Forward and Backward Diffusion Scheme for Image Enhancement. Journal of Medical Informatics & Technologies vol.3, ISSN 1642-6037. ²⁰
- Boomgaard, Rein Van Den. TT. "Algorithms for Non-Linear Diffusion Matlab in a Literate Programming Style". Netherlands : Intelligent Sensory Information Systems University of Amsterdam.
- Wijanarto. 2009. Restorasi Citra Digital dengan Algoritma Inpainting. Techno.Com, Vol 8, No.1.

ORIGINALITY REPORT

26%

SIMILARITY INDEX

25%

INTERNET SOURCES

6%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

ejurnal.stmik-budidarma.ac.id

Internet Source

3%

2

labpcmud-itn.com

Internet Source

3%

3

triasatriaupb.blogspot.com

Internet Source

3%

4

www.slideshare.net

Internet Source

2%

5

www.scribd.com

Internet Source

2%

6

dblp.dagstuhl.de

Internet Source

1%

7

edoc.site

Internet Source

1%

8

id.123dok.com

Internet Source

1%

9

userspaces.blogspot.com

Internet Source

1%

10	haykedecirlo.blogspot.com Internet Source	1 %
11	documents.mx Internet Source	<1 %
12	ijcsit.com Internet Source	<1 %
13	journal.uui.ac.id Internet Source	<1 %
14	www.researchmanuscripts.com Internet Source	<1 %
15	ocean.kisti.re.kr Internet Source	<1 %
16	socj.telkomuniversity.ac.id Internet Source	<1 %
17	graphicon.org Internet Source	<1 %
18	topankrisna22radiology.blogspot.com Internet Source	<1 %
19	Sondes Tebini, Hassene Seddik, Ezzedine Ben Braiek. "Medical image enhancement based on New anisotropic diffusion function", 2017 14th International Multi-Conference on Systems, Signals & Devices (SSD), 2017 Publication	<1 %

20	waset.org Internet Source	<1 %
21	journal.unika.ac.id Internet Source	<1 %
22	sentrin.filkom.ub.ac.id Internet Source	<1 %
23	www.ijert.org Internet Source	<1 %
24	etheses.uin-malang.ac.id Internet Source	<1 %
25	eprints.uny.ac.id Internet Source	<1 %
26	eprints.akakom.ac.id Internet Source	<1 %
27	Iago Richard Rodrigues Silva, Roberta Andrade de Araujo Fagundes, Thiago Souto Maior Cordeiro de Farias. "Techniques For Automatic Liver Segmentation In Medical Images of Abdomen", IEEE Latin America Transactions, 2018 Publication	<1 %
28	dblp.uni-trier.de Internet Source	<1 %
29	toc.proceedings.com Internet Source	<1 %

30	daulaymyusuf.wordpress.com Internet Source	<1 %
31	Sonali, Sima Sahu, Amit Kumar Singh, S.P. Ghrera, Mohamed Elhoseny. "An approach for de-noising and contrast enhancement of retinal fundus image using CLAHE", Optics & Laser Technology, 2018 Publication	<1 %
32	boa.unimib.it Internet Source	<1 %
33	digilib.its.ac.id Internet Source	<1 %
34	repository.upi.edu Internet Source	<1 %
35	docplayer.info Internet Source	<1 %
36	repositorio.ufes.br Internet Source	<1 %
37	M. Hernandez-Gonzalez, M. Basin, O. Stepanov. "Discrete-time state estimation for stochastic polynomial systems over polynomial observations", International Journal of General Systems, 2018 Publication	<1 %

38

oa.upm.es

Internet Source

<1 %

39

Seddik, Hassene, Sondes Tebbini, and Ezzeddine Ben Braiek. "Smart Real Time Adaptive Gaussian Filter Supervised Neural Network for Efficient Gray Scale and RGB Image De-noising", Intelligent Automation & Soft Computing, 2014.

Publication

<1 %

40

"Table of contents", 2016 7th International Conference on Cloud Computing and Big Data (CCBD), 2016

Publication

<1 %

41

Deni Sutaji, Chastine Fatichah, Dini Adni Navastara. "Segmentasi Pembuluh Darah Retina Pada Citra Fundus Menggunakan Gradient Based Adaptive Thresholding Dan Region Growing", Register: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi, 2016

Publication

<1 %

42

ejournal-s1.undip.ac.id

Internet Source

<1 %

43

journal.stth-medan.ac.id

Internet Source

<1 %

44

S. Deivalakshmi, P. Palanisamy, X. Gao. "Balanced GHM Mutiwavelet Transform based

<1 %

Contrast Enhancement Technique for Dark Images using Dynamic Stochastic Resonance", Intelligent Automation and Soft Computing, 2018

Publication

45

H.H. Afshari, S.A. Gadsden, S. Habibi.
"Gaussian filters for parameter and state estimation: A general review of theory and recent trends", Signal Processing, 2017

Publication

<1%

Exclude quotes Off
Exclude bibliography Off

Exclude matches Off