

Abstract

Many times in taking some object, the result of image has a degradation or declining the quality of image, one of them is blur, that happened because of unfocused when captured an image. So that it needs to repair for the degradation image.

In this final project Steepest Descent method is analysed and implemented to reduce blur. The basic idea is doing some iteration to reduce the blur with tracing the most descent point. Blur that's used is Gaussian and Motion blur, where it's generated by a blur generator.

Performance parameter that's tested is PSNR(Peak Signal-to-Noise ratio) and Similarity from image result by reducing blur process. From the analysis result, asserts that Steepest Descent Method can use for reducing blur but not proper for reducing blur with high intensity blur because it result an image which has PSNR lower than 30 dB and increased Similarity.

Keywords : *Blur, Steepest Descet, PSNR, Similarity, Gaussian Blur, Motion Blur*

Lembar Persembahan

Kepuasan terletak pada usaha, bukan pada hasil.

Usaha dengan keras adalah kemenangan yang hakiki.

(Mahatma Gandhi)

Kupersembahkan Tugas Akhir ini

Untuk Bapak, Ibu, Kakek

Nenek serta Keluargaku Tercinta

Atas Semua Kasih Sayang, Dukungan dan Doa yang diberikan selama ini

Untuk Semua Orang Yang Aku Sayangi dan Berjasa Dalam

Perjalanan Hidupku....

Terima kasih telah memberikan kebahagiaan dalam hidupku

Ucapan Terima Kasih

Dalam penyusunan tugas akhir ini, izinkan penulis untuk mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak membantu, diantaranya :

1. Bapak dan Ibu tercinta, terima kasih atas doa, dukungan dan kepercayaan yang diberikan selama ini.
2. Bapak Adiwijaya S.Si, Msi selaku pembimbing I dan Bapak Eddy Muntina Dharma ST, MT selaku pembimbing II yang telah memberikan saran, waktu, petunjuk serta motivasi hingga akhirnya tugas akhir ini dapat terselesaikan.
3. Ibu Dade, Ibu Fitri dan Bapak Baisal selaku dosen penguji sidang. Terima kasih atas saran dan arahnya.
4. Citra Ayu Trisnani "*Belahan Jiwaku*", terima kasih atas semua dukungan, semangat, cinta, dan kasih sayang yang diberikan. Semangat itulah yang membuatku selalu terpacu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Semua Teman-Teman Kost Adhyaksa I/17 ("*Perguruan Perwalekan*"), Astika, Krismawan, Komang dan Dika. Terima kasih atas kebersamaan selama ini di Bandung semoga sukses selalu dan persahabatan kita terus berlanjut selamanya.
6. Semua Teman-Teman Balinese Crew: G-Best, Semara, Dewa, Litz dan Sukri. Terima kasih atas dukungan dan motivasi yang telah diberikan.
7. Temen-temen IF-02-2002. Terima kasih atas masa kuliah yang menyenangkan dan kebersamaannya.
8. Asisten Laboratorium Common periode 2005-2006 (Evie, Akhmal, Ummi, Basuki dan Yoga). Terima kasih atas kebersamaan di CommonLabz dan dukungan yang telah diberikan.
9. Asisten Laboratorium Common periode 2006-2007 (Aji, Aswin, Erna, Gde dan Obie). Terima kasih atas dukungan yang telah diberikan.
10. Asisten Praktikum Aplikasi 3 (Putu, Yoga, Nhita, Ito, dan Dea). Terima kasih atas kebersamaan dan dukungan yang telah diberikan.

11. Keluarga besar KMH Saraswati dan UKM Kesenian Bali, terima kasih atas kerjasamanya selama ini.
12. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan baik moril maupun materiil yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu penyelesaian tugas akhir ini maupun semasa kuliah..

Kata Pengantar

Puji syukur terucap dan terpanjatkan kehadapan Ida Sang Hyang Widhi Wasa, dikarenakan karena atas Ia dan berkah-Nya sehingga Tugas akhir yang berjudul “**Analisis dan Implementasi Metode Steepest Descent untuk Mengurangi Blur pada Citra Digital**” bisa terselesaikan.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan program Sarjana Jurusan Teknik Informatika di Sekolah Tinggi Teknologi Telkom. Tugas akhir ini memberikan pelajaran berharga yang mungkin tak berulang dikala perjalanan sebagai manusia yang sedang berlanjut.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangannya, karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Pada akhirnya semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Bandung, Maret 2007

I Gede Adnyana

Daftar Isi

ABSTRAK	I
ABSTRACT	II
LEMBAR PERSEMBAHAN	III
UCAPAN TERIMA KASIH	IV
KATA PENGANTAR	VI
DAFTAR ISI	VII
DAFTAR GAMBAR	IX
DAFTAR TABEL	XI
DAFTAR ISTILAH	XII
1. PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH.....	1
1.3 TUJUAN	1
1.4 BATASAN MASALAH.....	2
1.5 METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH	2
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN.....	3
2. LANDASAN TEORI	4
2.1 PENGOLAHAN CITRA	4
2.2 REPRESENTASI CITRA DIGITAL	4
2.3 PEMBANGKIT BLUR (<i>BLUR GENERATOR</i>).....	5
2.3.1 <i>Gaussian Blur</i>	5
2.3.2 <i>Motion Blur</i>	5
2.4 TRANSFORMASI FOURIER	5
2.5 METODE STEEPEST DESCENT	6
2.6 PARAMETER PERFORMANSI.....	8
2.6.1 <i>PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)</i>	8
2.6.2 <i>Similarity</i>	8
2.7 ILUSTRASI CARA KERJA STEEPEST DESCENT.....	9
2.8 ARSITEKTUR SISTEM PENGURANGAN BLUR STEEPEST DESCENT	10
3. ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	11
3.1 GAMBARAN UMUM SISTEM.....	11
3.2 ANALISIS KEBUTUHAN SISTEM	11
3.2.1 <i>Analisis Fungsionalitas Sistem</i>	11
3.2.2 <i>Analisis Masukan dan Keluaran Sistem</i>	11
3.3 PERANCANGAN SISTEM	12
3.3.1 <i>Metode Analisis dan Perancangan Perangkat Lunak</i>	12
3.3.2 <i>Diagram Aliran Data</i>	12
3.2.2.1 <i>Diagram Konteks</i>	12
3.2.2.2 <i>Diagram Aliran Data Level 1</i>	13

3.2.2.4 Diagram Aliran Data Level 2 Proses 3	14
3.2.2.5 Diagram Aliran Data Level 2 Proses 5	15
3.3.3 <i>Spesifikasi Proses</i>	15
3.3.3.1 Spesifikasi Proses 1.1	15
3.3.3.2 Spesifikasi Proses 1.2	16
3.3.3.3 Spesifikasi Proses 2	17
3.3.3.4 Spesifikasi Proses 3.1	18
3.3.3.5 Spesifikasi Proses 3.2	18
3.3.3.6 Spesifikasi Proses 4	19
3.3.3.7 Spesifikasi Proses 5.1	20
3.3.3.8 Spesifikasi Proses 5.2	20
3.3.4 <i>Kamus data</i>	21
3.4 DESAIN SISTEM	22
4. IMPLEMENTASI DAN ANALISIS HASIL PENGUJIAN.....	23
4.1 LINGKUNGAN IMPLEMENTASI	23
4.1.1 <i>Implementasi Perangkat Keras</i>	23
4.1.2 <i>Implementasi Perangkat Lunak</i>	23
4.2 IMPLEMENTASI SISTEM	23
4.3 PENGUJIAN PERANGKAT LUNAK	23
4.3.1 <i>Tujuan Pengujian</i>	23
4.3.2 <i>Strategi Pengujian dan Parameter Pengujian</i>	23
4.3.2.1 PSNR (<i>Peak Signal to Noise Ratio</i>).....	24
4.3.2.2 <i>Similarity</i>	25
4.4 PENGUJIAN DAN ANALISIS	25
4.4.1 <i>Hasil Pengujian dan Analisis Gaussian Blur direstorasi Menggunakan Matrik Gaussian Blur</i>	26
4.4.1.1 Pengurangan Blur Menggunakan Ukuran Matrik yang Lebih Kecil	26
4.4.1.2 Pengurangan Blur Menggunakan Ukuran Matrik yang Lebih Besar.....	27
4.4.1.3 Pengurangan Blur Menggunakan Ukuran Matrik yang Sama	29
4.4.1.4 Analisis Pengaruh Dimensi Matrik PSF terhadap PSNR dan Similarity	30
4.4.1.5 Analisis Pengaruh Standar Deviasi terhadap PSNR dan Similarity	31
4.4.2 <i>Hasil Pengujian dan Analisis Gaussian Blur direstorasi Menggunakan Matrik Motion Blur</i>	32
4.4.2 <i>Hasil Pengujian dan Analisis Motion Blur direstorasi Menggunakan Matrik Gaussian Blur</i>	35
4.4.3 <i>Hasil Pengujian dan Analisis Motion Blur direstorasi Menggunakan Matrik Motion Blur</i>	37
4.4.3.1 Pengurangan Blur Menggunakan Matrik yang Sama.....	38
4.4.3.2 Analisis Pengaruh Jumlah Pixel Pergeseran terhadap PSNR dan Similarity.....	39
4.4.3.3 Analisis Pengaruh Sudut Pergeseran terhadap PSNR dan Similarity	39
4.4.3.4 Pengurangan Motion Blur Menggunakan Matrik Motion yang Berbeda	41
4.5 ANALISIS PERBANDINGAN CITRA HASIL PENGURANGAN BLUR.....	42
5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
5.1 KESIMPULAN	46
5.2 SARAN	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN A: GRAFIK HASIL PENGUJIAN	48

Daftar Gambar

GAMBAR 2-1 REPRESENTASI MATRIK CITRA DIGITAL	4
GAMBAR 2-2 PENDEKATAN MINIMUM DALAM LANGKAH ZIGZAG METODE STEEPEST DESCENT	7
GAMBAR 2-3 ARSITEKTUR SISTEM PENGURANGAN BLUR STEEPEST DESCENT	10
GAMBAR 3-1 DIAGRAM KONTEKS	12
GAMBAR 3-2 DAD LEVEL 1	13
GAMBAR 3-3 DAD LEVEL 2 PROSES 1	14
GAMBAR 3-4 DAD LEVEL 2 PROSES 3	14
GAMBAR 3-5 DAD LEVEL 2 PROSES 5	15
GAMBAR 3-6 DESAIN SISTEM	22
GAMBAR 4-1 GRAFIK PERBANDINGAN PSNR CITRA BLUR DENGAN CITRA DEBLUR MATRIK 7X7 DIRESTORASI DENGAN MATRIK 5X5	26
GAMBAR 4-2 GRAFIK PERBANDINGAN SIMILARITY CITRA BLUR DENGAN CITRA DEBLUR MATRIK 7X7 DIRESTORASI DENGAN MATRIK 5X5	27
GAMBAR 4-3 GRAFIK PERBANDINGAN PSNR CITRA BLUR DENGAN CITRA DEBLUR MATRIK 3X3 DIRESTORASI DENGAN MATRIK 5X5	28
GAMBAR 4-4 GRAFIK PERBANDINGAN SIMILARITY CITRA BLUR DENGAN CITRA DEBLUR MATRIK 3X3 DIRESTORASI DENGAN MATRIK 5X5	28
GAMBAR 4-5 GRAFIK PERBANDINGAN PSNR CITRA BLUR DENGAN CITRA DEBLUR MATRIK 3X3	29
GAMBAR 4-6 GRAFIK PERBANDINGAN SIMILARITY CITRA BLUR DENGAN CITRA DEBLUR MATRIK 3X3	29
GAMBAR 4-7 GRAFIK PERBANDINGAN PSNR CITRA HASIL PENGURANGAN BLUR DENGAN STANDAR DEVIASI 30 UNTUK Masing-masing DIMENSI MATRIK	30
GAMBAR 4-8 GRAFIK PERBANDINGAN SIMILARITY CITRA HASIL PENGURANGAN BLUR DENGAN STANDAR DEVIASI 30 UNTUK Masing-masing DIMENSI MATRIK	30
GAMBAR 4-9 GRAFIK PERBANDINGAN PSNR CITRA HASIL PENGURANGAN BLUR DENGAN DIMENSI MATRIK 3X3 UNTUK Masing-masing STANDAR DEVIASI	31
GAMBAR 4-10 GRAFIK PERBANDINGAN SIMILARITY CITRA HASIL PENGURANGAN BLUR DENGAN DIMENSI MATRIK 3X3 UNTUK Masing-masing STANDAR DEVIASI	31
GAMBAR 4-11 GRAFIK PERBANDINGAN PSNR CITRA BLUR DENGAN CITRA DEBLUR MATRIK 3X3 DIRESTORASI DENGAN MATRIK MOTION BLUR GESER 5 PIXEL DENGAN SUDUT 0 DERAJAT	32
GAMBAR 4-12 GRAFIK PERBANDINGAN SIMILARITY CITRA BLUR DENGAN CITRA DEBLUR MATRIK 3X3 DIRESTORASI DENGAN MATRIK MOTION BLUR GESER 5 PIXEL DENGAN SUDUT 0 DERAJAT	32
GAMBAR 4-13 GRAFIK PERBANDINGAN PSNR CITRA BLUR DENGAN CITRA DEBLUR MATRIK 5X5 DIRESTORASI DENGAN MATRIK MOTION BLUR GESER 5 PIXEL DENGAN SUDUT 5 DERAJAT	33
GAMBAR 4-14 GRAFIK PERBANDINGAN SIMILARITY CITRA BLUR DENGAN CITRA DEBLUR MATRIK 5X5 DIRESTORASI DENGAN MATRIK MOTION BLUR GESER 5 PIXEL DENGAN SUDUT 5 DERAJAT	33
GAMBAR 4-15 GRAFIK PSNR SAMPEL 1 5X5 DIRESTORASI DENGAN MOTION 5 PIXEL Masing- masing SUDUT	34
GAMBAR 4-16 GRAFIK SIMILARITY SAMPEL 1 5X5 DIRESTORASI DENGAN MOTION 5 PIXEL Masing- masing SUDUT	34
GAMBAR 4-17 GRAFIK PSNR SAMPEL 1 5X5 DIRESTORASI DENGAN MOTION SUDUT 0 DERAJAT PERGESERAN PIXEL YANG BERBEDA	35
GAMBAR 4-18 GRAFIK SIMILARITY SAMPEL 1 5X5 DIRESTORASI DENGAN MOTION SUDUT 0 DERAJAT PERGESERAN PIXEL YANG BERBEDA	35
GAMBAR 4-19 GRAFIK PERBANDINGAN PSNR CITRA BLUR DENGAN CITRA DEBLUR, MATRIK MOTION BLUR 5 SUDUT 5 DIRESTORASI DENGAN MATRIK GAUSSIAN BLUR GESER 5 x 5	36
GAMBAR 4-20 GRAFIK PERBANDINGAN SIMILARITY CITRA BLUR DENGAN CITRA DEBLUR, MATRIK MOTION BLUR 5 SUDUT 5 DIRESTORASI DENGAN MATRIK GAUSSIAN BLUR GESER 5 x 5	36

GAMBAR 4-21 GRAFIK PERBANDINGAN PSNR SAMPEL 1 MOTION 5 SUDUT 5 DENGAN DIMENSI Matrik yang berbeda	37
GAMBAR 4-22 GRAFIK PERBANDINGAN SIMILARITY SAMPEL 1 MOTION 5 SUDUT 5 DENGAN Dimensi matrik yang berbeda	37
GAMBAR 4-23 GRAFIK PERBANDINGAN PSNR Citra blur dengan citra deblur pergeseran 5 pixel sudut 10 derajat	38
GAMBAR 4-24 GRAFIK PERBANDINGAN SIMILARITY Citra blur dengan citra deblur pergeseran 5 pixel sudut 10 derajat	38
GAMBAR 4-25 GRAFIK PERBANDINGAN PSNR Citra hasil pengurangan blur dengan sudut 0 derajat dengan pergeseran pixel berbeda	39
GAMBAR 4-26 GRAFIK PERBANDINGAN SIMILARITY Citra hasil pengurangan blur dengan sudut 0 derajat dengan pergeseran pixel berbeda	39
GAMBAR 4-27 GRAFIK PERBANDINGAN PSNR Citra hasil pengurangan blur dengan dengan pergeseran pixel 9 dan sudut derajat berbeda	39
GAMBAR 4-28 GRAFIK PERBANDINGAN PSNR Citra hasil pengurangan blur dengan dengan pergeseran pixel 9 dan sudut derajat berbeda	40
GAMBAR 4-29 GRAFIK PERBANDINGAN PSNR Citra blur dengan citra deblur pergeseran pixel 9 dengan sudut berbeda	40
GAMBAR 4-30 GRAFIK PERBANDINGAN PSNR Citra blur dengan citra deblur pergeseran pixel 9 dengan sudut berbeda	40

Daftar Tabel

TABEL 3-1 SIMBOL-SIMBOL DALAM DAD.....	12
TABEL 3-2 NOTASI PENULISAN KAMUS DATA.....	21
TABEL 4-1 CITRA UJI.....	25
TABEL 4-3 PERBANDINGAN PSNR DAN SIMILARITY CITRA BLUR GESER 7 PIXEL SUDUT 10 DIPERBAIKI DENGAN MATRIK GESER 7 PIXEL DENGAN SUDUT BERBEDA.....	41
TABEL 4-4 PERBANDINGAN PSNR DAN SIMILARITY CITRA BLUR GESER 7 PIXEL SUDUT 10 DIPERBAIKI DENGAN MATRIK GESER 5 PIXEL DENGAN SUDUT BERBEDA.....	41
TABEL 4-5 PERBANDINGAN PSNR DAN SIMILARITY CITRA BLUR GESER 7 PIXEL SUDUT 10 DIPERBAIKI DENGAN MATRIK GESER 9 PIXEL DENGAN SUDUT BERBEDA.....	42
TABEL 4-6 GAMBAR HASIL PENGURANGAN BLUR GAUSSIAN.....	42
TABEL 4-7 GAMBAR HASIL PENGURANGAN BLUR MOTION.....	44

Daftar Istilah

<i>Bitmap</i>	Pemetaan titik pada citra dengan titik-titik pada bidang gambar secara langsung, pemetaan tersebut akan menghasilkan matrik dua dimensi
<i>Blur</i>	Degradasi yang terjadi pada citra yang menyebabkan citra menjadi kurang jelas (kabur)
<i>Citra Digital</i>	Citra digital adalah citra 2 dimensi yang dapat direpresentasikan dengan sebuah fungsi intensitas cahaya dimana x dan y menyatakan koordinat spatial.
<i>Decibel(dB)</i>	Satuan yang digunakan untuk menggambarkan perbandingan sinyal asli dengan sinyal yang mengalami gangguan.
<i>Gaussian Blur</i>	Salah satu metode untuk mengurangi noise pada citra digital tetapi juga mengurangi detail citra tersebut. Hasil dari gaussian blur ini membuat citra menjadi lebih halus tetapi bila terlalu besar akan menyebabkan gambar menjadi tidak jelas.
<i>Motion blur</i>	Efek blur yang biasanya disebabkan oleh keterbatasan kamera dalam menangkap kecepatan gambar lingkungan yang diinginkan
<i>Noise</i>	Noise juga dikatakan sebagai sinyal elektrik yang muncul pada sirkuit selain dari sinyal yang diharapkan dimana dapat ditimbulkan oleh keterbatasan system atau perangkat system maupun karena faktor alam dan terjadi setelah proses akuisisi atau penerimaan
<i>MSE</i>	Rata-rata dari kuadrat nilai <i>error</i> antara dua buah citra
<i>PSNR</i>	Merupakan nilai perbandingan antara harga maksimum dari citra hasil proses dengan noise yang dalam hal ini adalah MSE yang dinyatakan dalam satuan desibel(dB)
<i>Similarity</i>	Merupakan tingkat kesamaan dari dua pixel yang dibandingkan. Memiliki rentang nilai dari 0 sampai 1
<i>Transformasi Fourier</i>	Suatu cara untuk mengubah fungsi dari spasial ke frekuensi.

1. Pendahuluan

1.1 Latar belakang

Citra digital sebagai salah satu media untuk mendokumentasikan suatu momen, makin banyak diminati banyak orang. Mereka beralih dari citra analog ke citra digital dikarenakan berbagai kelebihan yang dimiliki oleh citra digital salah satunya lebih praktis dalam mendapatkan hasil cetakan dibandingkan citra analog.

Kamera digital sebagai sarana untuk pengambilan citra digital pun sekarang telah banyak tersedia dengan beraneka ragam jenis. Kamera yang pada saat ini mampu menangkap gambar dan merepresentasikannya menjadi bentuk citra digital ternyata memiliki berbagai kekurangan dalam menangkap keadaan secara akurat. Misalnya saja terdapat keterbatasan dalam resolusi gambar yang dihasilkan atau juga keterbatasan kecepatan pada saat menangkap gambar. Keterbatasan tersebut tentunya dapat membuat citra hasilnya terdegradasi. Degradasi yang sering terdapat pada citra hasil tersebut adalah terjadinya *blur* dan *noise*.

Pada kehidupan nyata efek *blur* pada citra dapat terjadi jika kamera tidak terlalu fokus pada objek yang akan ditangkap gambarnya. Misalnya ketika kita ingin menangkap objek yang bergerak dengan kamera, seringkali kita mendapatkan hasil citra yang ter-*blur*. Hal ini dikarenakan kamera tidak fokus untuk menangkap objek yang bergerak.

Oleh karena itu diperlukan metode-metode untuk memperbaiki citra digital yang terdegradasi tersebut agar citra yang dihasilkan dapat menjadi lebih jelas. Perbaikan Citra khususnya pengurangan *blur* pada citra adalah suatu langkah untuk mendapatkan citra yang lebih jelas dari citra yang terdegradasi dengan hanya mengetahui beberapa faktor degradasi dari citra tersebut. Dalam penelitian ini penulis menerapkan metode *Steepest Descent* untuk mengurangi *blur*. Ide dasarnya adalah melakukan iterasi untuk mengurangi *blur* dengan menelusuri titik yang paling curam.

1.2 Perumusan masalah

Permasalahan yang dihadapkan dan dijadikan objek penelitian dan pengembangan tugas akhir ini adalah mengimplementasikan metode *Steepest Descent* untuk melakukan proses pengurangan *blur* pada citra digital yang memiliki *blur* didalamnya sehingga menghasilkan kualitas citra menjadi lebih baik.

1.3 Tujuan

Dalam tugas akhir ini, diharapkan tercapai hal-hal berikut :

1. Menerapkan konsep *Steepest Descent* dalam proses perbaikan citra terhadap citra digital yang mengandung *blur*.
2. Membangun suatu aplikasi yang mampu menghasilkan kualitas citra digital yang lebih baik terhadap citra ter-*blur* dengan menggunakan metode *Steepest Descent*.
3. Menghitung performansi citra hasil proses *blur reduction* dengan melakukan perhitungan terhadap *PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)* dan *Similarity* (kemiripan citra hasil terhadap citra asli)

1.4 Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya materi pembahasan tugas akhir ini, maka penulis membatasi permasalahan dalam tugas akhir ini hanya mencakup hal-hal berikut:

1. Format citra digital yang dipakai untuk pengujian adalah citra berwarna bitmap 24 bit.
2. Jenis *blur* yang diterima dalam citra diasumsikan sudah diketahui penyebab *blur* nya. Penulis tidak melakukan proses deteksi jenis *blur* yang terjadi pada citra.
3. *Blur* yang diterima oleh gambar dihasilkan dengan algoritma pembangkit *blur* yaitu *Gaussian blur* dan *Motion blur*. Dengan memberikan *blur* yang berbeda pada suatu citra, penulis akan menganalisis metode *Steepest Descent* dalam mengurangi setiap jenis *blur* tersebut.
4. Jenis matrik yang dijadikan tebakan adalah matrik dari *Gaussian blur* dan *Motion blur*, penulis akan menganalisis matrik *blur* mana yang cocok untuk dipakai dalam mengurangi suatu jenis *blur* yang dibangkitkan.
5. Performansi yang akan ditinjau adalah kualitas akhir dari citra hasil pengurangan *blur* dibandingkan dengan citra aslinya dengan mencari PSNR (Peak Signal to Noise Ratio) dan *Similarity* pada sebuah citra setelah dilakukan proses *blur reduction*.

1.5 Metodologi Penyelesaian Masalah

1. Studi Literatur dengan mempelajari literatur-literatur yang relevan dengan permasalahan yang meliputi: melakukan studi pustaka dan mencari referensi tentang metode *Steepest Descent*, metode penghasilan *blur*, metode untuk *blur reduction*.
2. Analisa metode *Steepest Descent* untuk diimplementasikan pada proses *blur reduction*
3. Melakukan simulasi dari metode *Steepest Descent* pada bahasa pemrograman dengan Matlab.
4. Melakukan pengujian terhadap citra hasil pengurangan *blur* dengan menghitung nilai PSNR dan *Similarity*
5. Penyusunan laporan tugas akhir dan kesimpulan akhir

1.6 Sistematika Penulisan

- BAB I PENDAHULUAN
Berisi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan pembahasan, metodologi penyelesaian masalah dan sistematika penulisan
- BAB II LANDASAN TEORI
Pada bab ini akan membahas mengenai dasar teori pendukung penerapan metode *Steepest Descent* dalam proses *blur reduction*.
- BAB III ANALISA DAN DESAIN
Berisikan mengenai analisa dari metode *Steepest Descent* yang akan digunakan untuk membangun sistem yang akan dibuat
- BAB IV IMPLEMENTASI DAN EVALUASI
Bab ini berisikan teknik implementasi sistem kedalam program serta hasil perhitungan performansi dari sistem yang dibuat dengan melakukan serangkaian pengujian
- BAB V KESIMPULAN DAN SARAN
Berisikan kesimpulan akhir dan saran pengembangan

2. Landasan Teori

2.1 Pengolahan Citra

Istilah pemrosesan citra digital secara umum mengarah pada pemrosesan gambar dua dimensi oleh komputer digital. Citra digital adalah sebuah array bilangan real atau kompleks yang dinyatakan dengan bit-bit tertentu.

Sebuah citra dapat diperoleh dari transparansi, slide, photo, atau grafik yang sebelumnya diubah ke bentuk digit dan disimpan sebagai sebuah matrik dari bilangan biner dalam memori komputer. Suatu citra dapat mempunyai informasi yang sangat penting misalnya dalam bidang penginderaan jarak jauh. Meskipun sebuah citra kaya informasi, namun seringkali citra yang kita miliki mengalami penurunan (*degradasi*), misalnya mengalami cacat atau derau (*noise*), warnanya kurang tajam, kabur (*blurring*) dan sebagainya. Tentu saja citra semacam ini menjadi lebih sulit diinterpretasi karena informasi yang disampaikan oleh citra tersebut menjadi berkurang.

Agar citra yang mengalami gangguan mudah diinterpretasikan (baik oleh manusia maupun mesin), maka perlu dilakukan pemrosesan terhadap citra agar dihasilkan kualitas yang lebih baik. Teknik-teknik pada pengolahan citra akan mentransformasikan citra menjadi citra lain. Jadi, masukannya adalah citra dan keluarannya juga citra, namun citra keluaran mempunyai kualitas lebih baik daripada citra masukan. [12]

2.2 Representasi Citra Digital

Dalam bidang pengolahan citra (*image processing*), citra yang diolah adalah citra digital, yaitu citra kontinyu yang telah diubah ke dalam bentuk diskrit baik koordinat spasial dan tingkat keabuan.

Citra digital $f(x,y)$ dinyatakan sebagai sebuah matrik ($M \times N$) yang indeks baris dan kolomnya mengidentifikasi sebuah titik pada citra dan elemen nilai matrik yang berupa nilai diskrit menyatakan tingkat keabuan pada titik tersebut. Citra digital yang berupa matrik dengan ukuran $M \times N$ dapat digambarkan sebagai berikut :[2][3][11]

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

Gambar 2-1 Representasi Matrik Citra Digital

2.3 Pembangkit Blur (*Blur Generator*)

2.3.1 Gaussian Blur

Gaussian Blur merupakan salah satu metode untuk mengurangi *noise* pada citra digital tetapi juga mengurangi detail citra tersebut. Hasil dari *gaussian blur* ini membuat citra menjadi lebih halus tetapi bila terlalu besar akan menyebabkan gambar menjadi tidak jelas. Secara matematis menambahkan *Gaussian Blur* pada sebuah citra sama dengan melakukan konvolusi terhadap citra dengan faktor PSF *Gaussian* atau distribusi Normal.

Gaussian blur merupakan tipe *blur* yang menggunakan distribusi normal (disebut juga Gaussian PSF) yang dikenai pada setiap pixel pada citra digital. Rumus Gaussian PSF yaitu:

$$h(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y} \exp\left[-\left(\frac{x^2}{2\pi\sigma_x^2} + \frac{y^2}{2\pi\sigma_y^2}\right)\right] \quad (2. 1)$$

dimana σ merupakan standar deviasi dari distribusi *Gaussian* untuk arah x dan y. Untuk besarnya ukuran matrik ditentukan oleh ukuran dimensi matrik PSF, misalnya ukuran 3x3, 5x5 dan sebagainya. Ketika dikenai pada citra digital akan menghasilkan citra yang titik pusatnya dikenai bobot paling besar dan menyebar ke pixel tetangganya[9]. Misalnya dilakukan pembangkitan matrik *Gaussian blur* 3x3 maka akan dibentuk matrik dengan ukuran 3 arah x dan ukuran 3 arah y, sehingga terbentuk matrik ukuran 3x3 dengan nilai elemen matrik didapatkan dengan persamaan 2.1

2.3.2 Motion Blur

Motion blur adalah efek *blur* yang biasanya disebabkan oleh keterbatasan kamera dalam menangkap kecepatan gambar lingkungan yang diinginkan. Untuk dapat memodelkan *motion blur* pada domain spasial diperlukan dua parameter utama yaitu sudut dan dimensi dari kernel atau berapa pixel pergeseran yang diinginkan.[1][10]

Misalkan kita memiliki citra asli f yang akan didegradasi dengan psf $m = (m_1, m_2, m_3, \dots, m_k)$ dengan sudut α . Maka hasil degradasi g akan mengikuti rumus sebagai berikut

$$g(x, y) = f^\alpha * m = \sum_{k=0}^{K-1} m_k \cdot f(x + k \cos(\alpha), y + k \sin(\alpha)) \quad (2. 2)$$

2.4 Transformasi Fourier

Transformasi Fourier adalah suatu cara untuk mengubah fungsi dari spasial ke frekuensi. Untuk perubahan sebaliknya digunakan Transformasi Fourier Balikan. Intisari dari Transformasi Fourier adalah menguraikan sinyal atau gelombang menjadi sejumlah sinusoida dari berbagai frekuensi, yang jumlahnya ekuivalen dengan gelombang asal. Dalam citra digital Transformasi Fourier dapat dibuat persamaan menjadi

$$F_{u,v} = \frac{1}{NM} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} f_{x,y} e^{-i2\pi(ux/N + vy/M)} \quad u \text{ dan } v = 0, 1, 2, \dots, N-1 \quad (2.3)$$

$$f_{u,v} = \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{M-1} F_{u,v} e^{-i2\pi(ux/N + vy/M)} \quad x \text{ dan } y = 0, 1, 2, \dots, N-1 \quad (2.4)$$

Dalam pengolahan citra digital, Transformasi Fourier dapat digunakan dalam pembangkitan *blur*, dimana matrik *blur* dan matrik citra asli diubah terlebih dahulu ke domain frekuensi menggunakan Transformasi Fourier, baru kemudian dilakukan proses perkalian antara matrik *blur* dengan matrik citra asli. Setelah didapat hasil perkaliannya barulah digunakan Transformasi Fourier Balikan untuk mengembalikan ke domain spasial. Cara ini lebih cepat dibandingkan konvolusi, karena proses konvolusi dilakukan per pixel dan untuk setiap pixel dilakukan proses perkalian dan penjumlahan, sehingga proses konvolusi membutuhkan waktu lebih banyak.

2.5 Metode Steepest Descent

Dalam sistem linear diberikan persamaan $Ax = b$, dimana $A =$ matrik simetrik dan definit positif (ukuran $n \times n$), sedangkan x dan b dalam bentuk vektor (ukuran $n \times 1$) dapat dibuat bentuk matrik sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \cdots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & & A_{2n} \\ \vdots & & \ddots & \\ A_{n1} & A_{n2} & \cdots & A_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix}$$

Fungsi bentuk persamaan kuadrat $f(x)$ pada vektor ditunjukkan dengan persamaan :

$$f(x) = \frac{1}{2} x^T A x - b^T x + c \quad (2.5)$$

Dimana A simetrik, x dan b vektor, dan c konstanta.

Bentuk kuadrat gradient $f'(x)$ dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$f'(x) = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial x_1} f(x) \\ \frac{\partial}{\partial x_2} f(x) \\ \vdots \\ \frac{\partial}{\partial x_n} f(x) \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

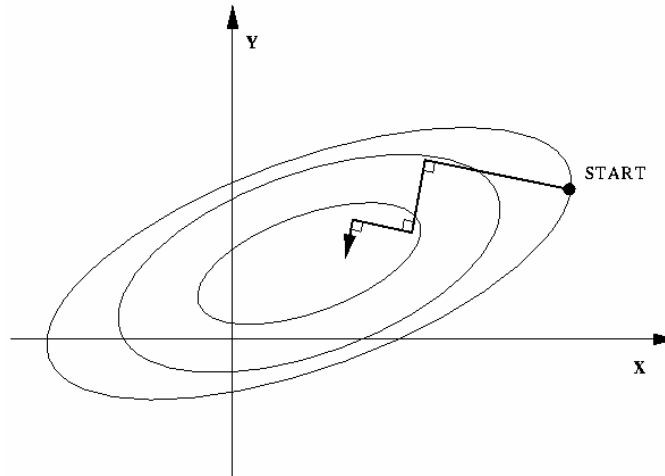
Berdasarkan penurunan dari persamaan (2.5) dan (2.6) didapatkan persamaan baru kuadrat gradien sebagai berikut :

$$f'(x) = \frac{1}{2} A^T x + \frac{1}{2} A x - b \quad (2.7)$$

Jika A simetrik maka persamaan menjadi :

$$f'(x) = A x - b \quad (2.8)$$

Pada metode steepest descent menggunakan pendekatan minimum dengan memilih arah dimana f paling curam, dimana f arahnya berlawanan dengan $f'(x_{(i)})$ sehingga persamaan menjadi $-f'(x_{(i)}) = b - Ax_{(i)}$.



Gambar 2-2 Pendekatan Minimum dalam langkah zigzag metode steepest descent

Pada metode steepest descent, dimulai dengan titik $x(0), x(1), x(2) \dots$ dst sampai ditemukan solusi x . Metode ini dapat dirumuskan sebagai berikut [13][15]

$$r(i) = b - Ax(i) \quad (2.9)$$

$$\partial(i) = \frac{r(i)^T r(i)}{r(i)^T Ar(i)} \quad (2.10)$$

$$x(i+1) = x(i) + \partial(i)r(i) \quad (2.11)$$

$$r(i+1) = r(i) - \partial(i)Ar(i) \quad (2.12)$$

Dimana : α = lebar langkah iterasi yang optimal dan bergantung arah r
 r = arah steepest descent dari $x(0)$ ke $x(i)$

Suatu citra digital yang telah terdegradasi *blur* dapat dimodelkan secara matematis sebagai berikut

$$g(x,y) = h(x,y)*f(x,y) \quad (2.13)$$

dimana:

$g(x,y)$ merupakan citra yang terdegradasi

$h(x,y)$ merupakan fungsi *blur*

$f(x,y)$ merupakan citra asli yang belum mengalami degradasi

Persamaan (2.13) dapat dianalogikan sama dengan persamaan (2.8). Sehingga didapatkan persamaan

$$Ax = b$$

dimana:

b merupakan citra yang terdegradasi

A merupakan fungsi *blur*

x merupakan citra asli yang belum mengalami degradasi

Dengan demikian persamaan (2.9) sampai (2.12) dapat diimplementasikan dalam hal pengurangan *blur*, dimana pendekatan nilai x yang kita cari dengan melakukan iterasi menelusuri perubahan titik yang paling curam.

2.6 Parameter Performansi

Penilaian baik tidaknya citra hasil proses penghilangan *blur* dapat diukur dengan menggunakan parameter performansi objektif. Penilaian secara objektif mengenai kualitas hasil pengurangan *blur* dapat ditentukan dengan melakukan perbandingan antara citra asli dengan citra hasil pengurangan *blur*.

Pada tugas akhir ini digunakan PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*) dan Similarity sebagai parameter performansi objektif.

2.6.1 PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*)

PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*) citra hasil pengurangan *blur* didapat dari perbandingan antara citra asli dengan citra hasil pengurangan *blur*. Citra hasil rekonstruksi dikatakan bagus jika memiliki PSNR > 30 dB [8]. Berikut ini adalah Persamaan untuk mencari nilai PSNR :

1. Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)

Peak Signal to Noise Ratio dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$PSNR = 10 \log_{10} \left[\frac{255^2}{MSE} \right] dB \quad (2.14)$$

Pada perhitungan PSNR kita harus terlebih dahulu menghitung MSE-nya.

2. Mean Square Error (MSE)

Mean Square Error dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$MSE = \frac{1}{N} \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (f(i, j) - g(i, j))^2 \quad (2.15)$$

dimana :

N = Panjang Citra

M = Lebar Citra

f(x,y) = Citra Asli

g(x,y) = Citra Hasil debluring/ Citra ter-blur

2.6.2 Similarity

Similarity merupakan ukuran kesamaan dua buah gambar yang dibandingkan. Matriknya dihitung berdasarkan selisih energi dari nilai *Laplacian* dua buah citra yang dibagi dengan nilai *Laplacian* salah satu dari citra tersebut. Misalkan I adalah citra asli dan P adalah citra baik yang terblur maupun citra yang telah diproses dengan pengurangan *blur*. Misalkan $L\{I\}$ melambangkan nilai *laplacian* dari sebuah citra, maka hal ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$e(I, P) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M [L\{I\}(i, j) - L\{P\}(i, j)]^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M [L\{I\}(i, j)]^2}} \quad (2.16)$$

semakin kecil nilai yang dihasilkan menandakan semakin sama suatu citra yang dibandingkan dengan citra aslinya. Citra yang sama akan memiliki nilai $e(I, P)$ sama dengan nol.

2.7 Ilustrasi Cara Kerja Steepest Descent

$$\begin{array}{l} \text{Matrik Blur} \\ \begin{bmatrix} 0.1 & 0.1 \\ 0.1 & 0.1 \end{bmatrix} \end{array} \cdot \begin{array}{l} \text{Matrik citra asli} \\ \begin{bmatrix} 3 & 4 \\ 3 & 2 \end{bmatrix} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Matrik citra degradasi} \\ \begin{bmatrix} 0.3 & 0.4 \\ 0.3 & 0.2 \end{bmatrix} \end{array}$$

Proses Steepest Descent :

1. Dari matrik Citra Degradasi, kita inputkan matrik tebakan misalnya sama dengan matrik *blur*nya, kemudian masukkan tebakan awal citra, dalam hal ini citra terdegradasi.
2. Dengan memakai persamaan (2.9) kita dapatkan arah penelusuran yang berupa matrik didapatkan matrik arah :

$$\begin{array}{l} \text{Matrik citra degradasi} \\ \begin{bmatrix} 0.3 & 0.4 \\ 0.3 & 0.2 \end{bmatrix} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Matrik tebakan} \\ \begin{bmatrix} 0.1 & 0.1 \\ 0.1 & 0.1 \end{bmatrix} \end{array} \cdot \begin{array}{l} \text{Citra tebakan} \\ \begin{bmatrix} 0.3 & 0.4 \\ 0.3 & 0.2 \end{bmatrix} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Matrik arah} \\ \begin{bmatrix} 0.27 & 0.36 \\ 0.27 & 0.18 \end{bmatrix} \end{array}$$

3. Kemudian dengan menggunakan matrik arah ini kita mendapatkan lebar langkah penelusuran dengan persamaan (2.10) , namun sebelumnya matrik arah dan matrik tebakan kita jadikan bentuk matrik 1x N.

Transpose matrik arah Matrik arah

$$\begin{bmatrix} 0.27 \\ 0.27 \\ 0.36 \\ 0.18 \end{bmatrix} \cdot [0.27 \ 0.27 \ 0.36 \ 0.18] \text{ dibagi dengan}$$

Transpose matrik arah Matrik tebakan Matrik arah

$$\begin{bmatrix} 0.27 \\ 0.27 \\ 0.36 \\ 0.18 \end{bmatrix} \cdot \left([0.1 \ 0.1 \ 0.1 \ 0.1] \cdot [0.27 \ 0.27 \ 0.36 \ 0.18] \right) \text{ didapatkan nilai } 10$$

4. Kemudian dengan persamaan (2.11) didapatkan citra hasil proses pertama dengan matrik

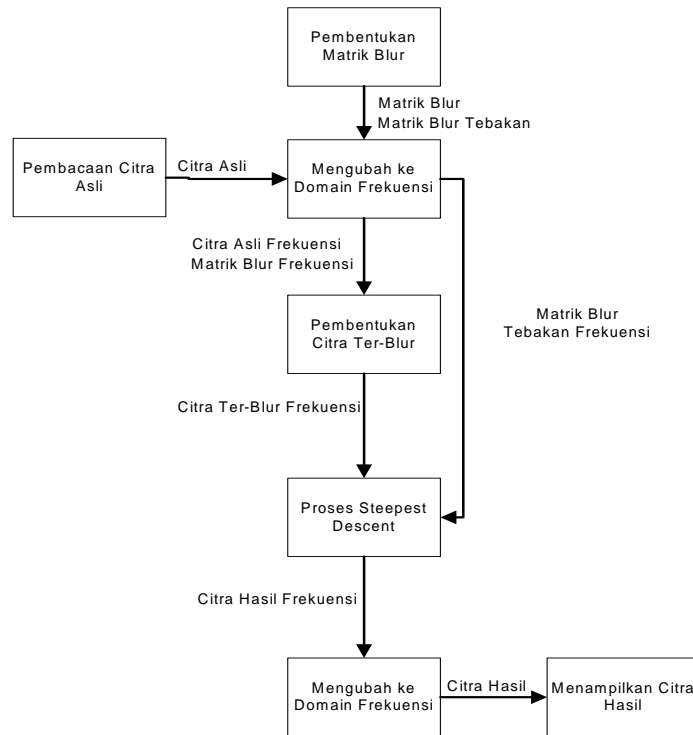
$$\begin{bmatrix} 0.3 & 0.4 \\ 0.3 & 0.2 \end{bmatrix} + 10 \cdot \begin{bmatrix} 0.27 & 0.36 \\ 0.27 & 0.18 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 4 \\ 3 & 2 \end{bmatrix}$$

Ternyata dalam sekali iterasi didapatkan citra hasil yang sama dengan citra aslinya dilihat dari nilai matriknya.

5. Jika pada matrik hasil iterasi pertama masih belum mendekati nilai matrik aslinya maka dilakukan proses perubahan arah iterasi dengan persamaan (2.12). Kemudian untuk iterasi selanjutnya ulangi proses 3 sampai 5 dengan matrik arah yang dipakai pada proses 3 didapatkan dari proses 5. Iterasi dilakukan hingga didapatkan matrik yang mendekati nilai matrik aslinya.

2.8 Arsitektur Sistem Pengurangan Blur Steepest Descent

Berikut ini adalah tahapan proses pengurangan *blur* dengan menggunakan *Steepest Descent*



Gambar 2-3 Arsitektur Sistem Pengurangan Blur Steepest Descent

Tahapan-tahapan proses dalam sistem pengurangan *blur Steepest Descent* sebagai berikut :

1. Proses awal yang dilakukan adalah pembacaan citra asli untuk mendapatkan matrik citra asli dan dilakukan pembentukan matrik *blur* untuk menghasilkan matrik *blur* pembangkitan *blur* dan matrik *blur* tebakan berdasarkan parameter inputan user.
2. Selanjutnya dilakukan transformasi ke domain frekuensi dengan menggunakan Transformasi Fourier untuk mengubah matrik citra asli dan matrik *blur* ke domain frekuensi.
3. Dilakukan proses pembentukan citra ter-*blur* dengan mengalikan matrik *blur* dengan matrik citra asli yang telah diubah dalam domain frekuensi.
4. Selanjutnya dilakukan proses *Steepest Descent* untuk mengurangi *blur* dengan tebakan awal citra digunakan citra ter-*blur* dan matrik *blur* tebakan didapatkan dari proses pembentukan matrik *blur* namun dilakukan proses transformasi ke domain frekuensi untuk menghasilkan matrik *blur* tebakan dalam domain frekuensi.
5. Setelah didapatkan citra hasil perbaikan, selanjutnya dilakukan proses transformasi ke domain spasial dengan Transformasi Fourier Balik untuk mendapatkan matrik citra perbaikan dalam domain spasial.
6. Selanjutnya dilakukan proses menampilkan cira hasil pengurangan *blur*.

3. Analisis dan Perancangan Sistem

3.1 Gambaran Umum Sistem

Pada tugas akhir ini, akan dibangun sistem yang mana merupakan implementasi dari metode *Steepest Descent* yang diterapkan untuk melakukan proses pengurangan *blur* pada suatu citra digital. Implementasi dari sistem yang akan dibuat, secara garis besar bertujuan untuk menerapkan metode *Steepest Descent* serta melakukan pengujian dalam pengurangan *blur* pada citra digital.

Sistem ini akan melakukan proses pengurangan *blur* pada suatu citra ter-*blur*. User menginputkan citra asli (belum terkena *blur*). Untuk menghasilkan citra ter-*blur*, *blur* akan dibangkitkan dengan menggunakan *blur generator* dimana user memilih jenis *blur* (*gaussian blur*, *motion blur*) dan parameter nilai *blur* yang menyatakan tingkat besar kecilnya *blur*. Setelah itu dilakukan proses pengurangan *blur* dengan menggunakan metode *Steepest Descent* dengan menggunakan matrik *blur* tebakan yang berbeda-beda dalam hal ini digunakan matrik *blur gaussian* dan *motion*.

3.2 Analisis Kebutuhan Sistem

3.2.1 Analisis Fungsionalitas Sistem

Fungsionalitas-fungsionalitas yang terdapat pada sistem yaitu:

1. Memasukan citra digital asli
2. Melakukan pembangkitan *blur* (*Gaussian blur*, *Motion blur*) dengan parameter ukuran *blur* diinputkan user
3. Melakukan proses pengurangan *blur* dengan menggunakan metode *Steepest Descent* dengan menggunakan matrik tebakan *blur* yang berbeda-beda.
4. Menghitung PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*) dan *Similarity* dari citra hasil pengurangan *blur* dan citra ter-*blur* terhadap citra asli.
5. Melakukan penyimpanan citra yang akan didapatkan citra hasil pengurangan *blur*

3.2.2 Analisis Masukan dan Keluaran Sistem

Inputan yang diberikan pada sistem pengurangan *blur* adalah citra digital asli (tidak terkena *blur*) dengan format *bitmap* (*.bmp), parameter-parameter inputan yakni standar deviasi *blur*, dimensi matrik *blur* untuk *gaussian blur* dan pixel pergesaran, sudut untuk *motion blur*. Dan juga sebagai inputan adalah matrik *blur* tebakan yang berbeda-beda.

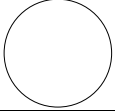


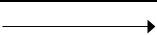
Keluaran sistem merupakan citra hasil proses pengurangan *blur* dengan format *bitmap*(*.bmp), beserta nilai PSNR citra ter-*blur*, PSNR citra hasil pengurangan *blur*, *Similarity* citra ter-*blur* dan *Similarity* citra hasil pengurangan *blur*.

3.3 Perancangan Sistem

3.3.1 Metode Analisis dan Perancangan Perangkat Lunak

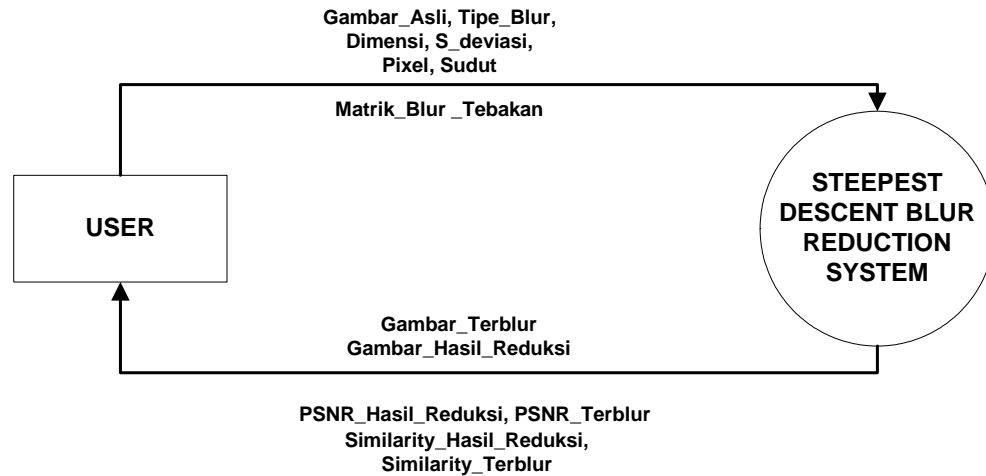
Metode analisis dan perancangan sistem dilakukan dengan menggunakan Diagram Aliran Data (DAD) yang merupakan metode analisis terstruktur. Pendekatan dengan metode aliran data ini meliputi Diagram Aliran Data (DAD), kamus data, spesifikasi proses, dan struktur proses. Keterangan mengenai simbol-simbol yang digunakan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.[13]

Tabel 3-1 Simbol-simbol dalam DAD

Simbol	Arti
	Proses
	Subjek/Objek (entitas luar) yang berinteraksi dengan proses
	Tempat penyimpanan data (database)
	Arah aliran data

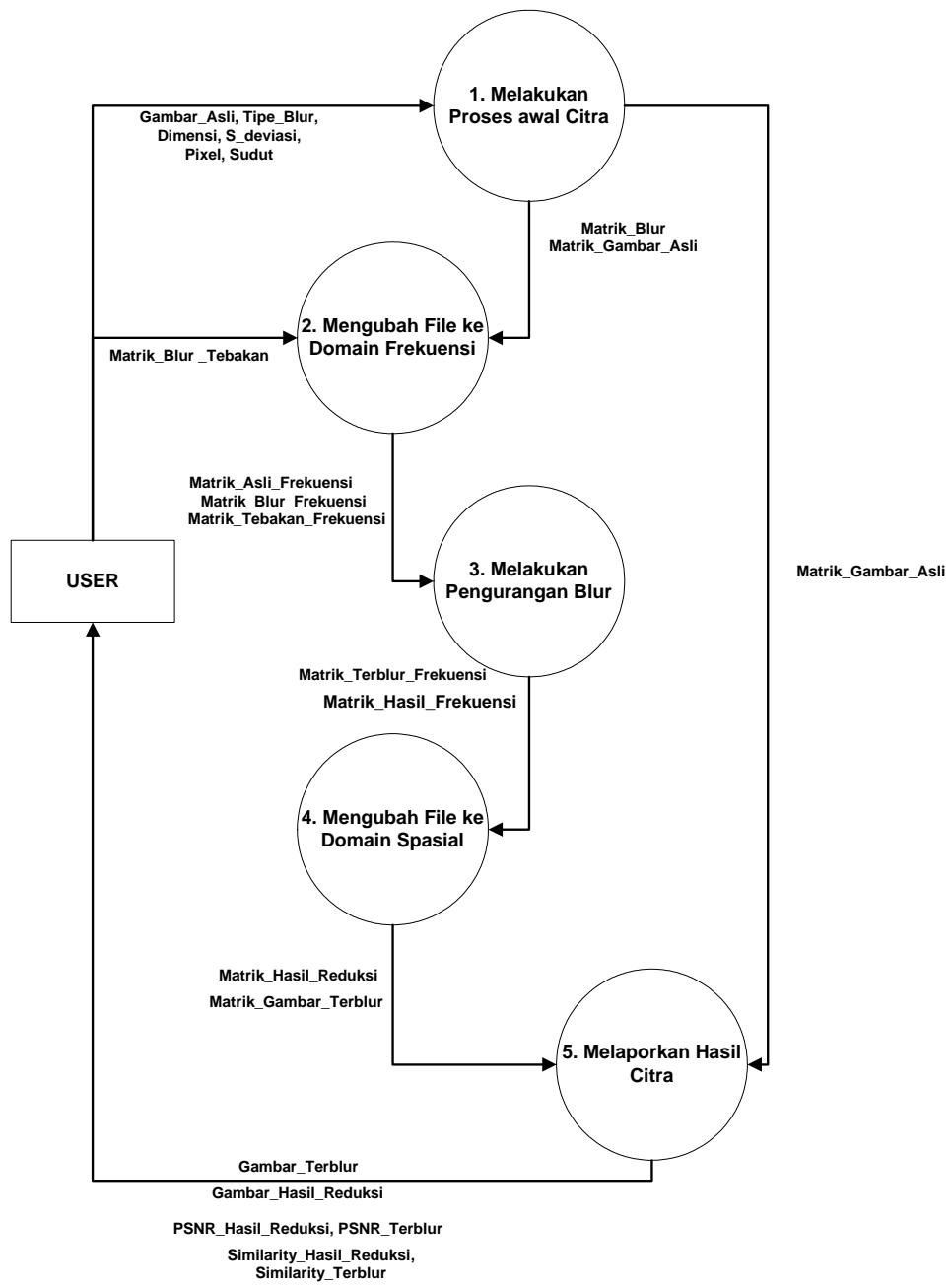
3.3.2 Diagram Aliran Data

3.2.2.1 Diagram Konteks



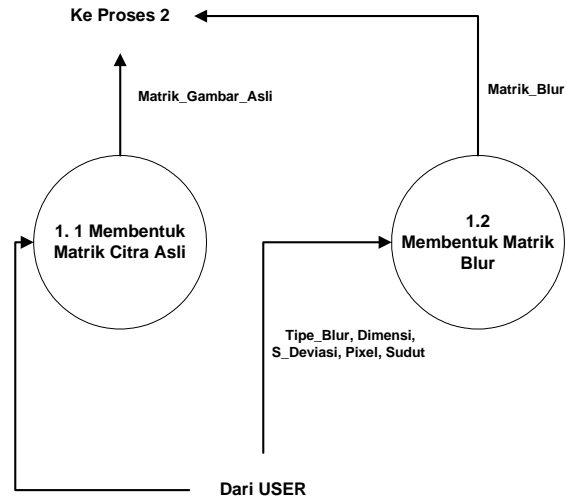
Gambar 3-1 Diagram Konteks

3.2.2.2 Diagram Aliran Data Level 1



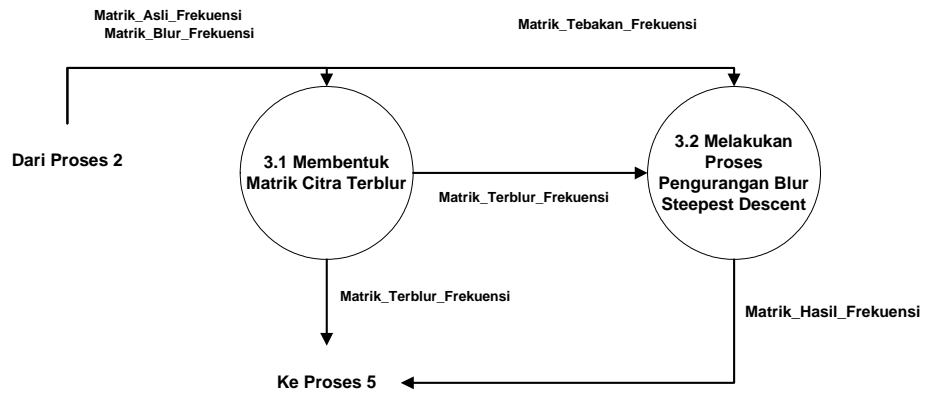
Gambar 3-2 DAD Level 1

3.2.2.3 Diagram Aliran Data Level 2 Proses 1



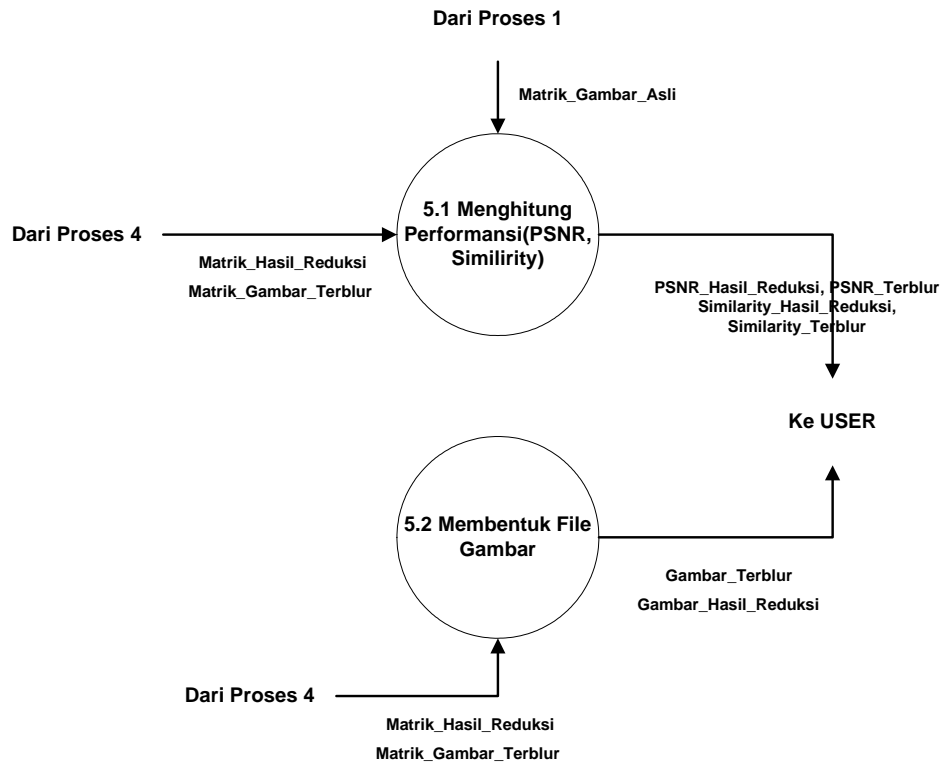
Gambar 3-3 DAD Level 2 Proses 1

3.2.2.4 Diagram Aliran Data Level 2 Proses 3



Gambar 3-4 DAD Level 2 Proses 3

3.2.2.5 Diagram Aliran Data Level 2 Proses 5



Gambar 3-5 DAD Level 2 Proses 5

3.3.3 Spesifikasi Proses

3.3.3.1 Spesifikasi Proses 1.1

Nama	=	Membentuk Matrik Citra Asli
Deskripsi	=	Proses ini membaca file yang bertipe bitmap (*.bmp) 24 bit. File merupakan gambar asli. File tersebut dibaca kemudian diubah ke dalam bentuk matriks 2 dimensi. Output dari proses ini adalah matrik dari gambar asli
Input	=	Gambar Asli
Output	=	Matrik Gambar Asli
Logika Proses	=	{I.S.: Gambar_Asl' dalam bentuk file bitmap} {F.S.: Gambar_Asl' sudah dipetakan ke dalam matrik gambar} Buka(Gambar_Asl') Matrik_Gambar_Asl' ← Baca(Gambar_Asl')

3.3.3.2 Spesifikasi Proses 1.2

Nama	=	Membentuk Matrik Blur
Deskripsi	=	Proses ini membentuk matrik blur (gaussian, motion blur)
Input	=	Tipe_Blur, Dimensi, S_Deviasi, Pixel, Sudut
Output	=	Matrik_Blur
Logika Proses	=	<pre> {I.S.: Matrik blur belum terbentuk} {F.S.: Matrik blur sudah terbentuk} If Tipe_Blur=Gaussian then Dim←Dimensi Std←S_Deviasi siz ← (Dim-1)/2; x ← BuatArrayNilai[-siz sampai siz] y ← BuatArrayNilai[-siz sampai siz] alpa ← -(x.*x + y.*y)/(2*std*std); nilai ← Pangkatkan(alpha); nilai(nilai<eps*max(nilai) ← 0 jumlah ← Jumlahkan(nilai) If jumlah tidak sama 0, nilai ← nilai/jumlah End if Matrik_Blur ← nilai Else len ← max(1,Pixel) half ← (len-1)/2 phi ← mod(Sudut,180)/180*3.14 cosphi ← cos(phi); sinphi ← sin(phi); xsign ← BulatkanNilai(cosphi) linewidth ← 1 sx ← Bulatkan(half*cosphi + linewidth*xsign - len*eps) sy ← Bulatkan (half*sinphi + linewidth - len*eps) x ← BuatArrayNilai[0 sampai sx] y ← BuatArrayNilai[0 sampai sy] dist2line ← (y*cosphi-x*sinphi) rad ← AkarKuadrat(x.x + y.y) a1 ← (rad >= half) a2 ← Absolut(dist2line<=linewidth) lastpix ← Temukan((a1) And (a2)) x1 ← half - Absolut ((x(lastpix)) x2 ← dist2line(lastpix)*sinphi/cosphi) x2lastpix ← x1+ x2 d1 ← Kuadratkan(dist2line(lastpix)) d2 ← Kuadratkan (x2lastpix) dist2line(lastpix) ← AkarKuadrat(d1+d2) dist2line ← linewidth + eps - abs(dist2line) dist2line(dist2line<0) ← 0 </pre>

		<pre> nilai ← Putar180Nilai(dist2line) nilai ← nilai/(Jumlahkan(nilai) + eps*len*len) If cosphi>0, nilai ← FlipNilaiMatrik(nilai) End If Matrik_Blur←nilai End If </pre>
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3.3.3.3 Spesifikasi Proses 2

Nama	=	Mengubah File ke Domain Frekuensi
Deskripsi	=	Proses ini mengubah file dalam domain spasial ke dalam bentuk matrik domain frekuensi
Input	=	Matrik_Gambar_Asl, Matrik_Blur, Matrik_Tebakan
Output	=	Matrik_Asl_Frekuensi, Matrik_Blur_Frekuensi Matrik_Tebakan_Frekuensi
Logika Proses	=	<pre> {I.S : matrik dalam domain spasial } {F.S.: matrik dalam domain frekuensi} Masli← Matrik_Gambar_Asl Mblur← Matrik_Blur Mtebak← Matrik_Tebakan M←panjang citra N←lebar citra For p←0 to M-1 do For l←0 to N-1 do R1[p,l]←0.0 I1[p,l] ←0.0 R2[p,l]←0.0 I2[p,l] ←0.0 R2[p,l]←0.0 I2[p,l] ←0.0 End for End for For p←0 to M-1 do For l←0 to N-1 do For u←0 to M-1 do For v←0 to N-1 do Teta← 2*3.14((p*u)/M)+((l*v)/N)) R1[p,l]←R1[p,l]+(Masli[u,v]*cos(Teta))/M*N I1[p,l]←I1[k]-(Masli[u,v]*sin(Teta))/ M*N R2[p,l]←R1[p,l]+(Mblur[u,v]*cos(Teta))/M*N I2[p,l]←I1[k]-(Mblur[u,v]*sin(Teta))/ M*N R3[p,l]←R1[p,l]+(Mblur[u,vl]*cos(Teta))/M*N I3[p,l]←I1[k]-(Mblur[u,v]*sin(Teta))/ M*N End for End for End for End for </pre>

	End for
	$Matrik_Asli_Frekuensi \leftarrow R1[p,l]+I1[p,l]$ $Matrik_Blur_Frekuensi \leftarrow R2[p,l]+I2[p,l]$ $Matrik_Tebakan_Frekuensi \leftarrow R3[p,l]+I3[p,l]$

3.3.3.4 Spesifikasi Proses 3.1

Nama	=	Membentuk Matrik Citra Terblur
Deskripsi	=	Proses ini melakukan perkalian terhadap matrik asli dalam domain frekuensi dengan matrik blur dalam domain frekuensi untuk menghasilkan matrik terblur
Input	=	Matrik Asli Frekuensi, Matrik Blur Frekuensi
Output	=	Matrik Terblur Frekuensi
Logika Proses	=	{I.S.: Matrik belum mengandung blur} {F.S.: Matrik sudah terblur} $Asli \leftarrow Matrik_Asli_Frekuensi$ $Blur \leftarrow Matrik_Blur_Frekuensi$ $Matrik_Terblur_Frekuensi \leftarrow Asli * Blur$

3.3.3.5 Spesifikasi Proses 3.2

Nama	=	Melakukan Proses Pengurangan Blur Steepest Descent
Deskripsi	=	Proses ini melakukan pengurangan blur dari matrik gambar terblur dan dihasilkan matrik hasil pengurangan blur
Input	=	Matrik Tebakan Frekuensi, Matrik Terblur Frekuensi
Output	=	Matrik Hasil Frekuensi
Logika Proses	=	{I.S. Matrik masih mengandung blur } {F.S. Matrik sudah mengalami pengurangan blur } $Tebakan \leftarrow Matrik_Terblur_Frekuensi$ $Blur \leftarrow Matrik_Tebakan_Frekuensi$ $Arah \leftarrow Matrik_Gambar_Terblur - (Blur * Tebakan)$ For $i \leftarrow 1$ to minimum error do $ArahTrans(i) \leftarrow Transpose(Arah(i))$ $Beta \leftarrow Blur * Arah(i)$ $alpha(i) \leftarrow (ArahTrans(i) * Arah) / (ArahTrans(i) * Beta)$ $Gamma(i) \leftarrow alpha(i) * Arah(i)$ $Hasil(i) \leftarrow Matrik_Hasil_Frekuensi(i) + Gamma(i)$ $Matrik_Hasil_Frekuensi(i+1) = Hasil(i)$ $Arah(i+1) \leftarrow Arah(i) - (alpha(i) * Blur * Arah(i))$ End for

3.3.3.6 Spesifikasi Proses 4

Nama	=	Mengubah File ke Domain Spasial
Deskripsi	=	Proses ini mengubah matrik dalam domain frekuensi ke domain spasial
Input	=	Matrik_Terblur_Frekuensi, Matrik_Hasil_Frekuensi
Output	=	Matrik_Gambar_Terblur, Matrik_Hasil_Reduksi
Logika Proses	=	<pre> {I.S : matrik dalam domain frekuensi } {F.S.: matrik dalam domain spasial } /*R1[u,v] dan I1[u,v] komponen Matrik_Terblur_Frekuensi*/ /*R2[u,v] dan I2[u,v] komponen Matrik_Hasil_Frekuensi */ M←panjang citra N←lebar citra For p←0 to M-1 do For l←0 to N-1 do fReal1[p,l]←0 fImag1[p,l]←0 fReal2[p,l]←0 fImag2[p,l]←0 End for End for For p←0 to M-1 do For l←0 to N-1 do For u←0 to M-1 do For v←0 to N-1 do Teta← 2*3.14((p*u)/M)+((l*v)/N) fReal1[p,l]←fReal1[p,l]+(R1[u,v]*cos(Teta)-I1[u,v]*sin(Teta)) fImag1[p,l]←fImag1[p,l]+(I1[u,v]*cos(Teta)+R1[u,v]*sin(Teta)) fReal2[p,l]←fReal2[p,l]+(R2[u,v]*cos(Teta)-I2[u,v]*sin(Teta)) fImag2[p,l]←fImag2[p,l]+(I2[u,v]*cos(Teta)+R2[u,v]*sin(Teta)) End for End for End for End for If (fImag1[p,l]<epsilon) fImag1[p,l]←0 End If If (fImag2[p,l]<epsilon) fImag2[p,l]←0 End If Matrik_Gambar_Terblur ←fReal1[p,l]+fImag1[p,l] Matrik_Hasil_Reduksi←fReal2[p,l]+fImag2[p,l] </pre>

3.3.3.7 Spesifikasi Proses 5.1

Nama	=	Menghitung Performansi(PSNR, Similarity)
Deskripsi	=	Pada proses ini akan dilakukan perhitungan dan PSNR (<i>peak signal to noise ratio</i>) dan Similarity dari perbandingan antara gambar asli dengan gambar hasil reduksi dan gambar asli dengan gambar ter-blur
Input	=	Matrik_Gambar_Asl, Matrik_Gambar_Terblur, Matrik_Hasil_Reduksi
Output	=	PSNR_Hasil_Reduksi, PSNR_Terblur, Similarity Hasil Reduksi, Similarity Terblur
Logika Proses	=	<pre> {I.S. matrik gambar asli, matrik gambar terblur, matrik gambar hasil reduksi} {F.S. Nilai PSNR dan Similarity gambar terblur dan gambar hasil reduksi} MASli ← Matrik_Gambar_Asl MBlur ← Matrik_Gambar_Terblur Mhasil ← Matrik_Hasil_Reduksi P ← panjang Matrik_Gambar_Asl L ← lebar Matrik_Gambar_Asl For i ← 1 to P For j ← 1 to L SigmaBlur ← SigmaBlur + (MASli(i,j) - MBlur(i,j))² SigmaHasil ← SigmaHasil + (MASli(i,j) - Mhasil(i,j))² SigmaAsli ← SigmaAsli + ((MASli(i,j))²) End for End for MSEBlur ← SigmaBlur / (P*L) MSEHasil ← SigmaHasil / (P*L) PSNR_Terblur ← 10 * log₁₀(255² / MSEBlur) PSNR_Hasil_Reduksi ← 10 * log₁₀(255² / MSEHasil) Similarity_Terblur ← AkarPangkat(SigmaBlur / SigmaAsli) Similarity_Hasil_Reduksi ← AkarPangkat(SigmaHasil / SigmaAsli) End if </pre>

3.3.3.8 Spesifikasi Proses 5.2

Nama	=	Membentuk File Gambar
Deskripsi	=	Proses ini mengubah matrik gambar terblur dan matrik hasil reduksi menjadi gambar terblur dan gambar hasil reduksi dengan format bitmap (*.bmp)
Input	=	Matrik_Gambar_Terblur, Matrik_Hasil_Reduksi
Output	=	Gambar_Terblur, Gambar_Hasil_Reduksi
Logika Proses	=	<pre> {I.S.: Gambar ter-blur dalam bentuk matrik gambar terblur} {F.S.: Gambar_Terblur dalam bentuk file bitmap} Gambar_Terblur ← BuatCitra(Matrik_Gambar_Terblur) Gambar_Hasil_Reduksi ← BuatCitra(Matrik_Hasil_Reduksi) </pre>

3.3.4 Kamus data

Kamus Data merupakan sebuah daftar yang teratur yang mencakup seluruh elemen data yang berhubungan dengan sistem dan memiliki definisi yang tepat dan teliti. Adapun arti dari notasi-notasi yang digunakan dalam penulisan kamus data ini dapat dilihat dari tabel berikut ini.

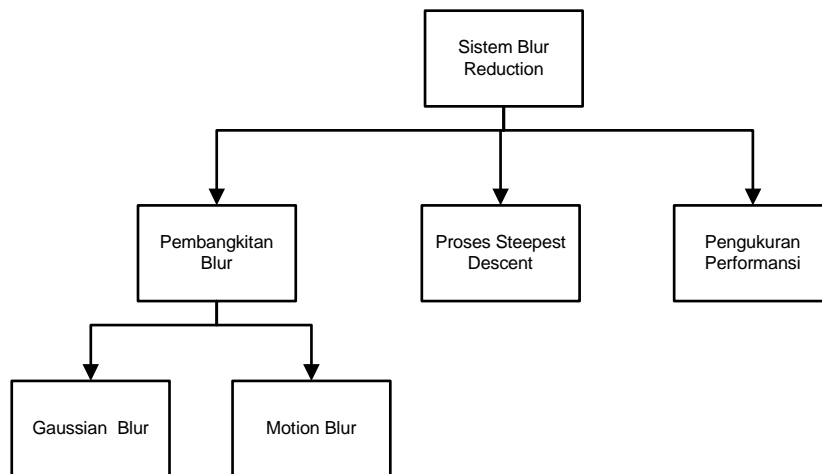
Tabel 3-2 Notasi Penulisan Kamus data

Simbol	Arti
=	Terdiri atas
+	dan
[]	Salah satu dari
{ } ⁿ	N kali pengulangan
()	Data optional
**	Komentar pembatas

Dimensi	=	*Nilai dari ukuran dimensi matrik gaussian blur* Number
Gambar_Aslis	=	*Citra digital asli yang akan dilakukan pemrosesan pada blur reduction* File bitmap 24-bit
Gambar_Hasil_Reduksi	=	* Citra digital hasil dari pemrosesan pada blur reduction* File bitmap 24-bit
Gambar_Terblur	=	* Citra digital hasil dari pembangkitan blur* File bitmap 24-bit
Matrik_Aslis_Frekuensi		* Matrik Citra digital asli dalam domain frekuensi* Matrik Real berukuran NxN
Matrik_Blur	=	* Matrik yang digunakan untuk pembangkitan blur* Matrik Real
Matrik_Blur_Frekuensi	=	* Matrik blur yang digunakan untuk pembangkitan blur dalam domain frekuensi* Matrik Real berukuran NxN
Matrik_Blur_Tebakan	=	* Matrik tebakan yang digunakan untuk pengurangann blur* Matrik berukuran MxN
Matrik_Hasil_Reduksi	=	*Matrik hasil dari pemrosesan blur reduction* Matrik byte[0..255]
Matrik_Hasil_Frekuensi		*Matrik hasil dari pemrosesan blur reduction dalam domain frekuensi* Matrik berukuran NxN
Matrik_Gambar_Aslis	=	* Matrik hasil dari pembacaan file bitmap dari citra asli * Matrik byte[0..255]
Matrik_Gambar_Terblur	=	* Matrik hasil dari penambahan blur pada matrik citra asli * Matrik byte[0..255]

Matrik_Terblur_Frekuensi	=	* Matrik citra terblur yang digunakan untuk dalam domain frekuensi* Matrik berukuran NxN
Pixel	=	*Nilai besarnya pixel pergeseran dari matrik <i>motion blur</i> * Number
PSNR_Hasil_Reduksi	=	* Merupakan parameter performansi objektif dalam satuan desibel (dB) dari suatu gambar hasil reduksi terhadap gambar asli* Number
PSNR_Terblur	=	* Merupakan parameter performansi objektif dalam satuan desibel (dB) dari suatu gambar terblur terhadap gambar asli* Number
Similarity_Hasil_Reduksi	=	* Merupakan parameter performansi objektif dalam satuan desibel (dB) dari suatu gambar terblur terhadap gambar asli* Number
Similarity_Terblur	=	* Merupakan parameter performansi objektif ukuran kesamaan dari suatu gambar terblur terhadap gambar asli* Number
Sudut	=	*Nilai besarnya sudut pergeseran dari matrik <i>motion blur</i> * Number[0..360]
S_Deviasi	=	*Nilai standar deviasi dari matrik <i>gaussian blur</i> * Number
Tipe_blur	=	* Tipe blur yang akan digunakan untuk pembangkitan blur* String['gaussian'] 'motion']

3.4 Desain Sistem



Gambar 3-6 Desain Sistem

4. Implementasi dan Analisis Hasil Pengujian

Pada bab ini akan dijelaskan tentang pengujian perangkat lunak yang meliputi lingkungan implementasi, tujuan pengujian, strategi pengujian, parameter pengujian, hasil pengujian serta analisis dari hasil pengujian.

4.1 Lingkungan Implementasi

4.1.1 Implementasi Perangkat Keras

Perangkat keras yang dipakai untuk membangun sistem pengurangan *blur* citra digital ini adalah sebagai berikut :

1. Prosesor Pentium 4 1,8 Gb
2. RAM 512 MB
3. Harddisk 80 GB
4. Monitor Samsung 15"
5. Keyboard dan Mouse

4.1.2 Implementasi Perangkat Lunak

Sistem pengurangan *blur* citra digital ini dibangun dan diuji dengan memakai perangkat lunak sebagai berikut :

1. Sistem Operasi Microsoft Windows XP Service Pack 2
2. Matlab Versi 7.1
3. Microsoft Office 2003

4.2 Implementasi Sistem

Langkah-langkah yang dilakukan dalam implementasi ini adalah sebagai berikut:

1. Menginputkan citra asli dengan format file bitmap (*.bmp) 24-bit
2. Melakukan degradasi pada citra dengan menambahkan blur (*gaussian blur*, *motion blur*) pada citra asli. Parameter *Gaussian blur* yang meliputi standar deviasi dan dimensi matrik *blur*, sedangkan parameter *Motion blur* meliputi pixel pergeseran dan sudut pergeseran.
3. Menampilkan citra yang sudah ter-*blur* beserta nilai PSNR dan *Similarity*-nya
4. Melakukan pengurangan *blur* dari citra yang sudah ter-*blur* secara iteratif dengan tebakan matrik *blur* yang berbeda-beda.
5. Menampilkan hasil citra dari proses pengurangan *blur* beserta nilai PSNR dan *Similarity*-nya

4.3 Pengujian Perangkat Lunak

4.3.1 Tujuan Pengujian

Adapun tujuan dilakukannya pengujian pada bab ini adalah untuk mengetahui performansi citra hasil pengurangan *blur* yang diukur berdasarkan nilai PSNR dan *Similarity* yang dihasilkan dari proses pengurangan *blur*.

4.3.2 Strategi Pengujian dan Parameter Pengujian

Dalam melakukan pengujian akan dilakukan skenario pengujian sebagai berikut:

1. Menginputkan citra uji format bitmap berukuran 256x256.
2. Setiap citra uji ditambahkan *blur* : *Gaussian Blur* 3x3, 5x5, dan 7x7 dengan nilai standar deviasi sebesar 30,60 dan 100 atau *Motion Blur* dengan pergeseran pixel 5,7 dan 9 dengan sudut pergeseran 0, 5, 10 dan 25 derajat.
3. Citra yang ter-*blur Gaussian blur* diperbaiki dengan matrik tebakan *Gaussian blur* yang sama dan berbeda ukuran matriknya, kemudian akan dianalisis hasil citra pengurangan *blur* dengan tebakan matrik *blur* tersebut.
4. Citra yang ter-*blur Gaussian blur* diperbaiki dengan matrik tebakan *Motion blur* yang memiliki pixel pergeseran dan sudut geser yang berbeda-beda, kemudian akan dianalisis hasil citra pengurangan *blur* dengan tebakan matrik *blur* tersebut.
5. Citra yang ter-*blur Motion blur* diperbaiki dengan matrik tebakan *Gaussian blur* yang memiliki dimensi *blur* yang berbeda-beda, kemudian akan dianalisis hasil citra pengurangan *blur* dengan tebakan matrik *blur* tersebut.
6. Citra yang ter-*blur Motion blur* diperbaiki dengan matrik tebakan *Motion blur* yang sama dan berbeda pergeseran pixel dan sudut gesernya, kemudian akan dianalisis hasil citra pengurangan *blur* dengan tebakan matrik *blur* tersebut.

Dari hasil pengujian akan didapatkan parameter nilai-nilai ukur yang akan dianalisis dan dibandingkan. Parameter-parameter ukur yang akan dipakai adalah:

4.3.2.1 PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*)

PSNR merupakan nilai perbandingan antara harga maksimum dari citra hasil rekonstruksi dengan *noise*, yang dinyatakan dalam satuan desibel (dB). *Noise* yang dimaksud adalah nilai rata-rata kuadrat error (*MSE*). Secara matematis, nilai PSNR dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$PSNR = 10 \log_{10} \left[\frac{255^2}{MSE} \right] dB \quad (4.1)$$

dimana :

MSE = *Mean Square Error*.

MSE adalah rata-rata kuadrat nilai *error* antara citra asli dengan citra hasil rekonstruksi, secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$MSE = \frac{1}{N} \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (f(i, j) - g(i, j))^2 \quad (4.2)$$

dimana :

N = Panjang Citra

M = Lebar Citra

f(x,y) = Citra Asli

g(x,y) = Citra Hasil /Citra ter-blur

4.3.2.2 Similarity

Similarity merupakan ukuran kesamaan dua buah gambar yang dibandingkan. Matriknya dihitung berdasarkan selisih energi dari nilai *Laplacian* dua buah citra yang dibagi dengan nilai *Laplacian* salah satu dari citra tersebut. Misalkan *I* adalah citra asli dan *P* adalah citra baik yang terblur maupun citra yang telah diproses dengan pengurangan *blur*. Misalkan $L\{I\}$ melambangkan nilai *laplacian* dari sebuah citra, maka hal ini dapat dirumuskan sebagai berikut :








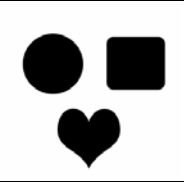







$$e(I, P) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M [L\{I\}(i, j) - L\{P\}(i, j)]^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M [L\{I\}(i, j)]^2}} \quad (4.3)$$
















semakin kecil nilai yang dihasilkan menandakan semakin sama suatu citra yang dibandingkan dengan citra aslinya. Citra yang sama akan memiliki nilai $e(I, P)$ sama dengan nol.

4.4 Pengujian dan Analisis

Dari implementasi yang telah dibuat, selanjutnya akan dilakukan pengujian pada sistem pengurangan *blur* ini. Citra yang akan dilakukan pengujian memiliki bermacam-macam karakteristik berbeda-beda. Ukuran citra yang digunakan yakni 256x256 dengan kedalaman warna 24 bit. Berikut ini adalah citra-citra yang akan diuji .

Tabel 4-1 Citra Uji

				
Sample 1.bmp Karakteristik : Normal	Sample 2.bmp Karakteristik : Normal	Sample 3.bmp Karakteristik : Normal	Sample 4.bmp Karakteristik : Normal	Sample 5.bmp Karakteristik : Normal
				
Sample 6.bmp Karakteristik : Normal	Sample 7.bmp Karakteristik : Normal	Sample 8.bmp Karakteristik : Normal	Sample 9.bmp Karakteristik : Normal	Sample 10.bmp Karakteristik : Normal
				
Sample 11.bmp Karakteristik : Terang	Sample 12.bmp Karakteristik : Terang	Sample 13.bmp Karakteristik : Terang	Sample 14.bmp Karakteristik : Gelap	Sample 15.bmp Karakteristik : Gelap

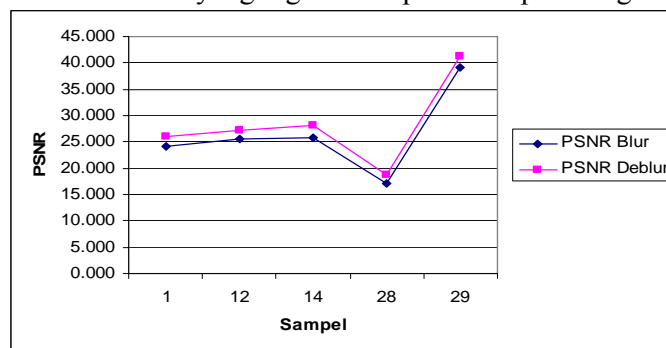
				
Sample 16.bmp Karakteristik : Kontras Tinggi	Sample 17.bmp Karakteristik : Kontras Tinggi	Sample 18.bmp Karakteristik : Terang	Sample 19.bmp Karakteristik : Kontras Rendah	Sample 20.bmp Karakteristik : Kontras Rendah
				
Sample 21.bmp Karakteristik : Kontras Rendah	Sample 22.bmp Karakteristik : Gelap	Sample 23.bmp Karakteristik : Kontras Rendah	Sample 24.bmp Karakteristik : Kontras Tinggi	Sample 25.bmp Karakteristik : Kontras Tinggi
				
Sample 26.bmp Karakteristik : Kontras Tinggi	Sample 27.bmp Karakteristik : Kontras Tinggi	Sample 28.bmp Karakteristik : Kontras Tinggi	Sample 29.bmp Karakteristik : Kontras Rendah	Sample 30.bmp Karakteristik : Kontras Tinggi

4.4.1 Hasil Pengujian dan Analisis Gaussian Blur direstorasi Menggunakan Matrik Gaussian Blur

Citra yang terdegradasi *Gaussian Blur* akan diperbaiki dengan menggunakan matrik tebakan *Gaussian blur*. Akan dianalisis bagaimana pengaruh ukuran dimensi matrik terhadap kualitas citra hasil pengurangan blur. Digunakan sampel 1,12,14,28 dan 29 yang mewakili karakteristik citra yang berbeda sebagai inputan.

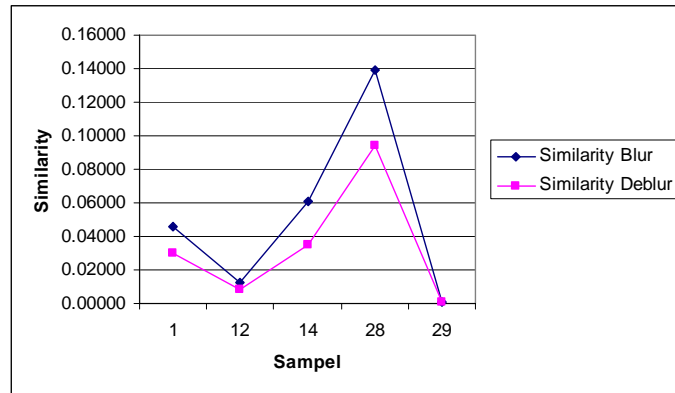
4.4.1.1 Pengurangan Blur Menggunakan Ukuran Matrik yang Lebih Kecil

Citra ter-*blur* yang dibangkitkan dengan *Gaussian Blur* direstorasi menggunakan matrik *blur* yang memiliki ukuran matrik yang lebih kecil dibandingkan ukuran matrik yang digunakan pada saat pembangkitan *blur*.



Gambar 4-1 Grafik Perbandingan PSNR Citra Blur dengan Citra Deblur Matrik 7x7 direstorasi dengan Matrik 5x5

Pada Gambar 4-1 dapat dilihat perbandingan PSNR citra ter-*blur* dengan citra hasil pengurangan *blur*, dimana citra ter-*blur* matrik 7x7 direstorasi menggunakan matrik *gaussian blur* 5x5. Untuk sampel 1,2,14,28 dan 29 terjadi peningkatan PSNR citra hasil pengurangan *blur* dibandingkan citra *blur* nya. Hal ini terlihat dari grafik PSNR citra hasil pengurangan *blur* berada di atas grafik PSNR citra ter-*blur*. Ini berarti bahwa terjadi peningkatan kualitas citra hasil pengurangan *blur* dibandingkan citra *blur*.



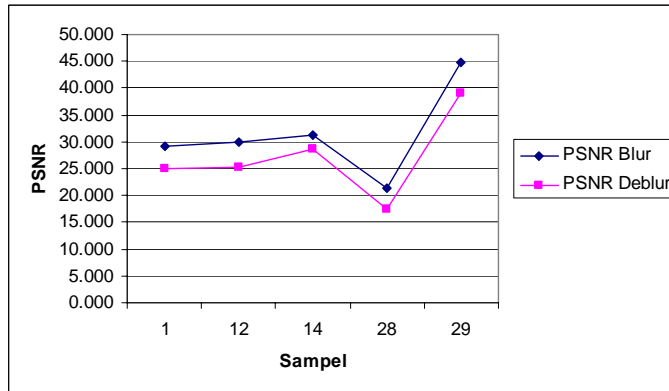
Gambar 4-2 Grafik Perbandingan Similarity Citra Blur dengan Citra Deblur Matrik 7x7 direstorasi dengan Matrik 5x5

Gambar 4-2 menunjukkan perbandingan *Similarity* citra *blur* dengan citra hasil pengurangan *blur* dimana citra ter-*blur* 7x7 direstorasi menggunakan matrik *Gaussian blur* 5x5. Dapat dilihat bahwa terjadi penurunan nilai *Similarity* citra hasil pengurangan *blur* dibandingkan citra *blur*-nya. Terlihat grafik citra hasil pengurangan *blur* untuk sampel 1,12,14,28 dan 29 berada dibawah grafik citra *blur*. Penurunan nilai *Similarity* menunjukkan terjadinya peningkatan kualitas citra, karena nilai *Similarity* yang semakin kecil berarti citra tersebut mendekati citra aslinya. Ini berarti terjadi peningkatan kualitas citra hasil pengurangan *blur* dibandingkan citra *blur*.

Pada gambar 4-1 dan gambar 4-2 terlihat terjadi peningkatan PSNR dan penurunan *Similarity*, namun demikian apabila dilihat citra hasil proses pengurangan *blur* nya masih terlihat adanya *blur*. Hal ini disebabkan karena ukuran matrik *blur* yang dipakai untuk memperbaiki citra memiliki ukuran yang lebih kecil, sehingga citra hasilnya terlihat masih ter-*blur*. Kalau dilihat karakteristik metode *Steepest Descent*, hal ini dimungkinkan terjadi karena pada saat proses iterasi, citra ter-*blur* dikurangi dengan perkalian matrik *blur* tebakan dengan citra tebakan, dimana matrik tebakan memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan matrik *blur* yang digunakan saat pembangkitan *blur*. Sehingga citra yang dihasilkan terlihat masih mengandung *blur*.

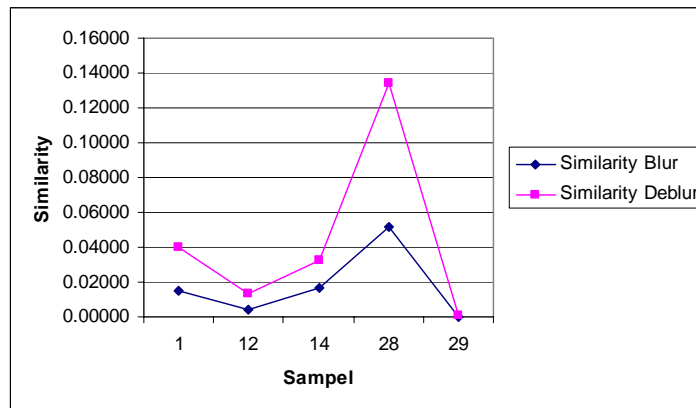
4.4.1.2 Pengurangan Blur Menggunakan Ukuran Matrik yang Lebih Besar

Citra ter-*blur* yang dibangkitkan dengan *Gaussian Blur* direstorasi menggunakan matrik *blur* yang memiliki ukuran matrik yang lebih besar dibandingkan ukuran matrik yang digunakan pada saat pembangkitan *blur*.



Gambar 4-3 Grafik Perbandingan PSNR Citra Blur dengan Citra Deblur Matrik 3x3 direstorasi dengan Matrik 5x5

Pada gambar 4-3 dapat dilihat perbandingan PSNR citra *blur* dengan citra hasil pengurangan *blur* nya, dimana citra *blur* 3x3 diperbaiki menggunakan matrik tebakan dengan ukuran yang lebih besar yaitu matrik *blur* ukuran 5x5. Pada sampel 1,12,14,28 dan 29, terlihat grafik PSNR citra hasil pengurangan *blur* berada di bawah grafik PSNR citra *blur* nya. Ini berarti bahwa terjadi penurunan kualitas citra hasil pengurangan *blur* dibandingkan citra *blur* nya.



Gambar 4-4 Grafik Perbandingan Similarity Citra Blur dengan Citra Deblur Matrik 3x3 direstorasi dengan Matrik 5x5

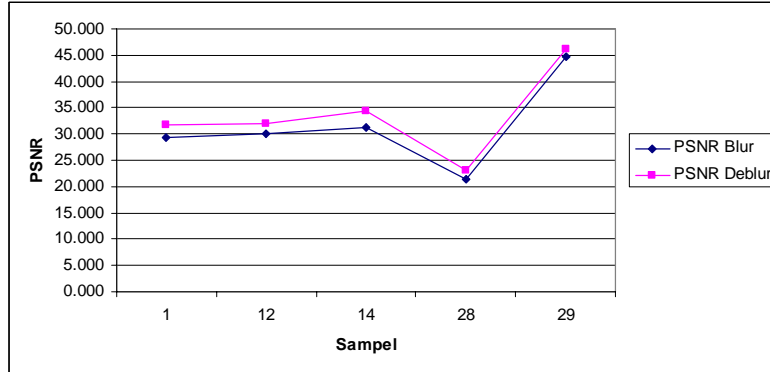
Gambar 4-4 menunjukkan perbandingan *Similarity* citra *blur* dengan citra hasil pengurangan *blur* dimana citra ter-*blur* 3x3 direstorasi menggunakan matrik *Gaussian blur* 5x5. Dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai *Similarity* citra hasil pengurangan *blur* dibandingkan citra *blur*-nya. Terlihat grafik citra hasil pengurangan *blur* untuk sampel 1,12,14,28 dan 29 berada di atas grafik citra *blur*. Peningkatan nilai *Similarity* menunjukkan terjadinya penurunan kualitas citra, karena nilai *Similarity* yang semakin kecil berarti citra tersebut mendekati citra aslinya. Ini berarti terjadi penurunan kualitas citra hasil pengurangan *blur* dibandingkan citra *blur*.

Pada gambar 4-3 dan gambar 4-4 menunjukkan hasil bahwa terjadi penurunan kualitas citra hasil pengurangan *blur* dibandingkan citra *blur* nya, terlihat dari adanya penurunan PSNR dan peningkatan nilai *Similarity*. Ini berarti

citra ter-*blur* kurang cocok diperbaiki menggunakan matrik tebakan yang memiliki ukuran matrik yang lebih besar dibandingkan matrik *blur* yang digunakan saat pembangkitan *blur*, karena mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas citra hasil pengurangan *blur*.

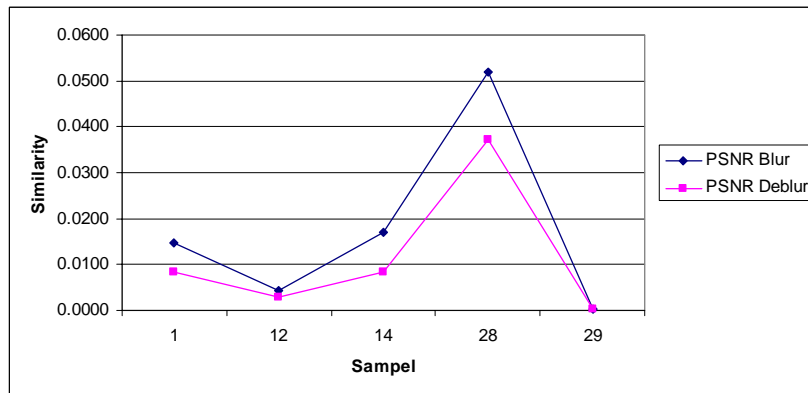
4.4.1.3 Pengurangan Blur Menggunakan Ukuran Matrik yang Sama

Citra ter-*blur* yang dibangkitkan dengan *Gaussian Blur* direstorasi menggunakan matrik *blur* yang memilki ukuran matrik yang sama dibandingkan ukuran matrik yang digunakan pada saat pembangkitan *blur*



Gambar 4-5 Grafik Perbandingan PSNR Citra Blur dengan Citra Deblur Matrik 3x3

Pada Gambar 4-5 dapat dilihat perbandingan PSNR citra ter-*blur* dengan citra hasil pengurangan *blur*, dimana citra ter-*blur* 3x3 direstorasi menggunakan matrik *gaussian blur* dengan ukuran yang sama dengan matrik *blur* yang digunakan saat pembangkitan *blur*. Untuk sampel 1,2,14,28 dan 29 terjadi peningkatan PSNR citra hasil pengurangan *blur* dibandingkan citra *blur* nya. Hal ini terlihat dari grafik PSNR citra hasil pengurangan *blur* berada di atas grafik PSNR citra ter-*blur*. Ini berarti bahwa terjadi peningkatan kualitas citra hasil pengurangan *blur* dibandingkan citra *blur*.



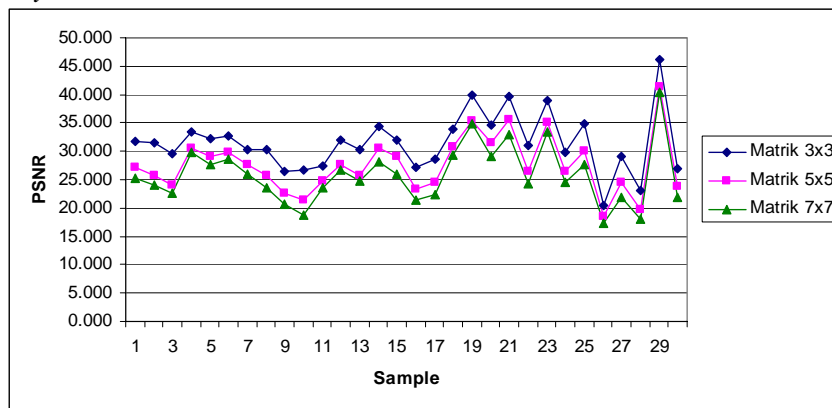
Gambar 4-6 Grafik Perbandingan Similarity Citra Blur dengan Citra Deblur Matrik 3x3

Gambar 4-6 menunjukkan perbandingan *Similarity* citra *blur* dengan citra hasil pengurangan *blur* dimana citra ter-*blur* 3x3 direstorasi menggunakan matrik *Gaussian blur* dengan ukuran yang sama dengan matrik *blur* nya. Dapat dilihat

bahwa terjadi penurunan nilai *Similarity* citra hasil pengurangan *blur* dibandingkan citra *blur*-nya. Terlihat grafik citra hasil pengurangan *blur* untuk sampel 1,12,14,28 dan 29 berada dibawah grafik citra *blur*. Penurunan nilai *Similarity* menunjukkan terjadinya peningkatan kualitas citra, karena nilai *Similarity* yang semakin kecil berarti citra tersebut mendekati citra aslinya. Ini berarti terjadi peningkatan kualitas citra hasil pengurangan *blur* dibandingkan citra *blur*.

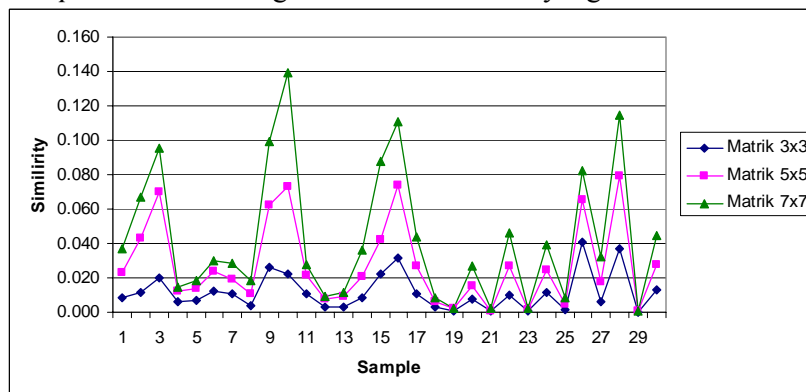
4.4.1.4 Analisis Pengaruh Dimensi Matrik PSF terhadap PSNR dan Similarity

Pada pembangkitan *blur*, faktor yang berpengaruh terhadap kualitas *blur* adalah ukuran dimensi matrik pembangkitan *blur* nya. Untuk itu perlu dianalisis bagaimana pengaruh peningkatan dimensi matrik *blur* terhadap nilai PSNR dan *Similarity*.



Gambar 4-7 Grafik perbandingan PSNR Citra Hasil Pengurangan blur dengan Standar Deviasi 30 untuk Masing-masing Dimensi Matrik

Pada gambar 4-7 dapat dilihat untuk setiap sample terjadi penurunan PSNR untuk setiap pertambahan dimensi matrik, jadi dapat disimpulkan semakin besar dimensi matrik maka semakin kecil PSNR yang dihasilkan. Ini berarti bahwa semakin kuat citra terdegradasi blur maka hasil proses pengurangan blur dengan *Steepest Descent* menghasilkan PSNR hasil yang semakin kecil.

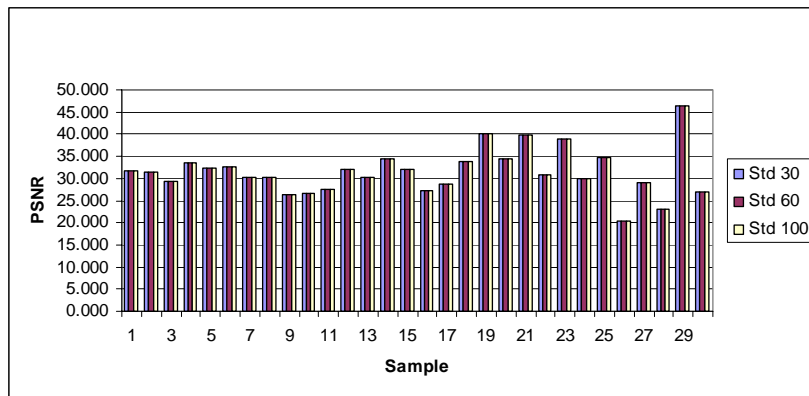


Gambar 4-8 Grafik perbandingan Similarity Citra Hasil Pengurangan blur dengan Standar Deviasi 30 untuk Masing-masing Dimensi Matrik

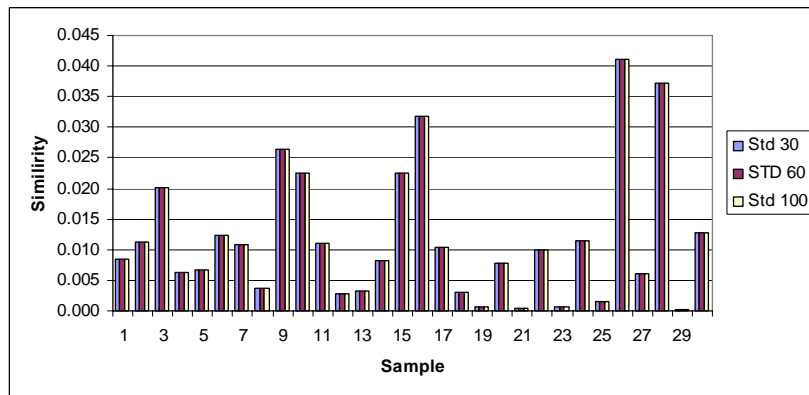
Dari grafik perbandingan *Similarity* pada gambar 4-8 dapat dilihat untuk setiap sample terjadi peningkatan *Similarity* untuk setiap penambahan dimensi matrik, jadi dapat disimpulkan semakin besar dimensi matrik maka semakin besar nilai *Similarity* yang dihasilkan. Ini berarti bahwa semakin kuat citra terdegradasi *blur* maka hasil proses pengurangan *blur* dengan *Steepest Descent* menghasilkan nilai *Similarity* yang semakin besar atau nilai kesamaan dengan citra aslinya semakin jauh berbeda.

4.4.1.5 Analisis Pengaruh Standar Deviasi terhadap PSNR dan Similarity

Selain faktor ukuran dimensi matrik *blur*, parameter yang menjadi inputan dalam pembangkitan *blur* adalah standar deviasi. Untuk itu perlu dianalisis bagaimana pengaruh standar deviasi terhadap nilai PSNR dan *Similarity*.



Gambar 4-9 Grafik perbandingan PSNR Citra Hasil Pengurangan *blur* dengan Dimensi Matrik 3x3 untuk Masing-masing Standar Deviasi



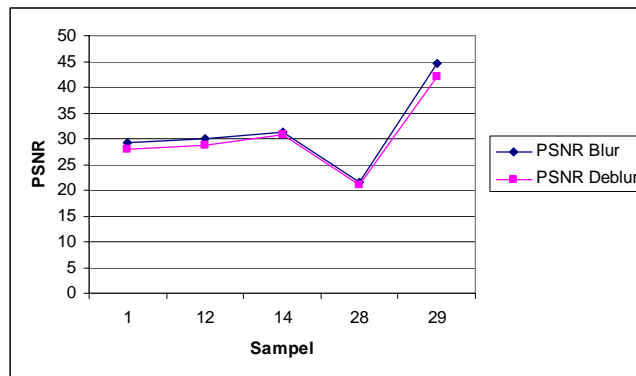
Gambar 4-10 Grafik perbandingan *Similarity* Citra Hasil Pengurangan *blur* dengan Dimensi Matrik 3x3 untuk Masing-masing Standar Deviasi

Dari gambar 4-9 dan gambar 4-10 dapat dilihat standar deviasi memiliki pengaruh yang kecil terhadap PSNR dan *Similarity* citra hasil pengurangan *blur*. Hal ini disebabkan karena matrik *blur* yang dibangkitkan dengan algoritma *gaussian blur* dengan standar deviasi yang berbeda memiliki selisih yang sangat

kecil sekali sehingga menyebabkan citra ter-*blur* dengan standar deviasi yang berbeda hampir sama untuk ukuran dimensi matrik sama.

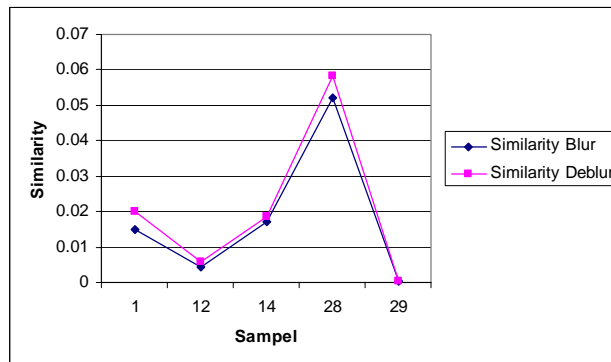
4.4.2 Hasil Pengujian dan Analisis Gaussian Blur direstorasi Menggunakan Matrik Motion Blur

Citra *blur* yang dibangkitkan dengan *Gaussian blur*, akan direstorasi menggunakan matrik *Motion blur*. Akan dianalisis bagaimana pengaruh matrik *motion blur* yang digunakan untuk memperbaiki citra dari segi pergeseran pixel dan sudut pergeseran. Digunakan sampel 1,12,14,28 dan 29 yang mewakili karakteristik citra yang berbeda sebagai inputan.



Gambar 4-11 Grafik Perbandingan PSNR Citra Blur dengan Citra Deblur Matrik 3x3 direstorasi dengan Matrik Motion Blur Geser 5 pixel dengan Sudut 0 derajat

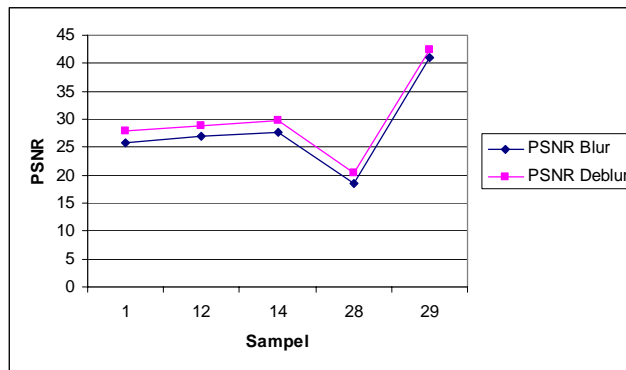
Pada gambar 4-11 dapat dilihat grafik perbandingan PSNR citra ter-*blur* dengan citra hasil pengurangan *blur* nya, dimana citra yang ter-*blur* yang dibangkitkan oleh *Gaussian blur* 3x3 diperbaiki menggunakan matrik *Motion blur* dengan pixel pergeseran 5 pixel dan sudut 0 derajat. Pada sampel 1,12,14,28 dan 29, terlihat grafik PSNR citra hasil pengurangan *blur* berada di bawah grafik PSNR citra *blur* nya. Ini berarti bahwa terjadi penurunan kualitas citra hasil pengurangan *blur* dibandingkan citra *blur* nya.



Gambar 4-12 Grafik Perbandingan Similarity Citra Blur dengan Citra Deblur Matrik 3x3 direstorasi dengan Matrik Motion Blur Geser 5 pixel dengan Sudut 0 derajat

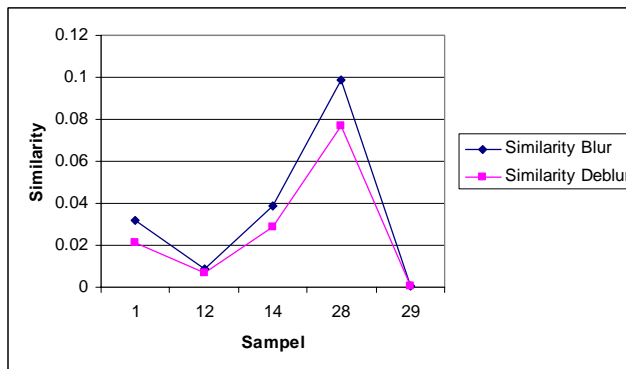
Gambar 4-12 menunjukkan perbandingan nilai *Similarity* citra ter-*blur* dengan citra hasil pengurangan, dimana citra *blur Gaussian* diperbaiki dengan matrik *motion blur* dengan pixel pergeseran 5 pixel dan sudut geser 0 derajat. Tiap-tiap sampel terjadi peningkatan nilai *Similarity*, terlihat dari grafik *Similarity* citra *blur* berada diatas grafik *Similarity* citra hasil pengurangan *blur*. Ini berarti terjadi penurunan kualitas citra hasil pengurangan *blur*.

Dari gambar 4-11 dan gambar 4-12 menyimpulkan bahwa terjadi penurunan kualitas citra hasil pengurangan *blur*. Hal ini disebabkan karena intensitas *blur* dari *motion blur* yang dipakai untuk memperbaiki citra terdegradasi *Gaussian blur* memiliki intensitas *blur* yang lebih besar dibandingkan intensitas *blur* yang dibangkitkan dengan *Gaussian blur* sehingga menyebabkan terjadinya penurunan kualitas citra hasil pengurangan *blur*.



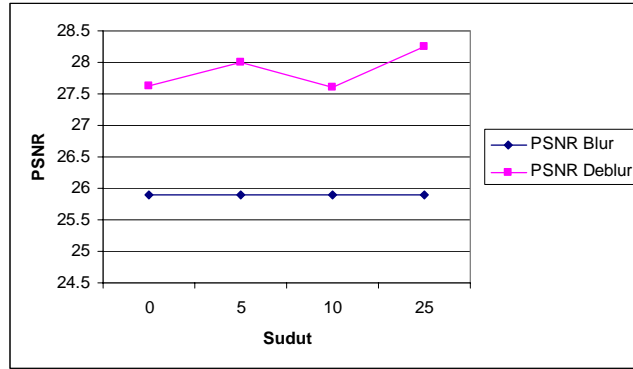
Gambar 4-13 Grafik Perbandingan PSNR Citra Blur dengan Citra Deblur Matrik 5x5 direstorasi dengan Matrik Motion Blur Geser 5 pixel dengan Sudut 5 derajat

Pada gambar 4-13 dapat dilihat grafik perbandingan PSNR citra ter-*blur* dengan citra hasil pengurangan *blur* nya, dimana citra yang ter-*blur* yang dibangkitkan oleh *Gaussian blur* 5x5 diperbaiki menggunakan matrik *Motion blur* dengan pixel pergeseran 5 pixel dan sudut 5 derajat. Pada sampel 1,12,14,28 dan 29, terlihat grafik PSNR citra hasil pengurangan *blur* berada di atas grafik PSNR citra *blur* nya. Ini berarti bahwa terjadi peningkatan kualitas citra hasil pengurangan *blur* dibandingkan citra *blur* nya.

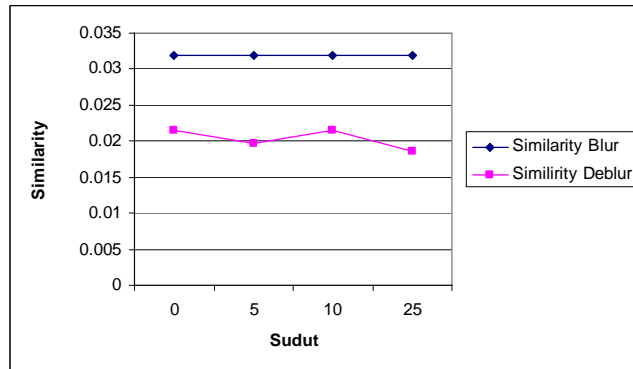


Gambar 4-14 Grafik Perbandingan Similarity Citra Blur dengan Citra Deblur Matrik 5x5 direstorasi dengan Matrik Motion Blur Geser 5 pixel dengan Sudut 5 derajat

Gambar 4-14 menunjukkan perbandingan nilai *Similarity* citra ter-*blur* dengan citra hasil pengurangan, dimana citra *blur Gaussian 5x5* diperbaiki dengan matrik *motion blur* dengan pixel pergeseran 5 pixel dan sudut geser 5 derajat. Tiap-tiap sampel terjadi penurunan nilai *Similarity*, terlihat dari grafik *Similarity* citra *blur* berada di atas grafik *Similarity* citra hasil pengurangan *blur*. Ini berarti terjadi peningkatan kualitas citra hasil pengurangan *blur*.

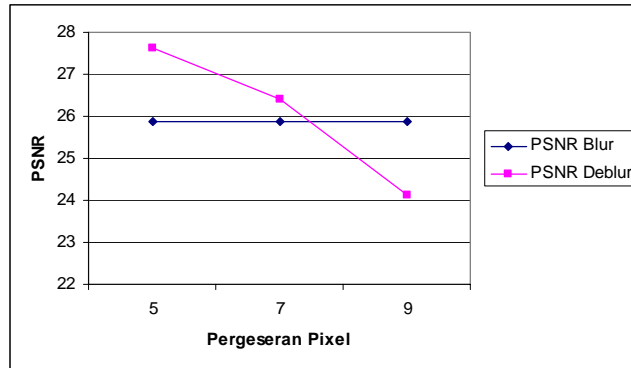


Gambar 4-15 Grafik PSNR Sampel 1 5x5 direstorasi dengan motion 5 pixel masing-masing sudut

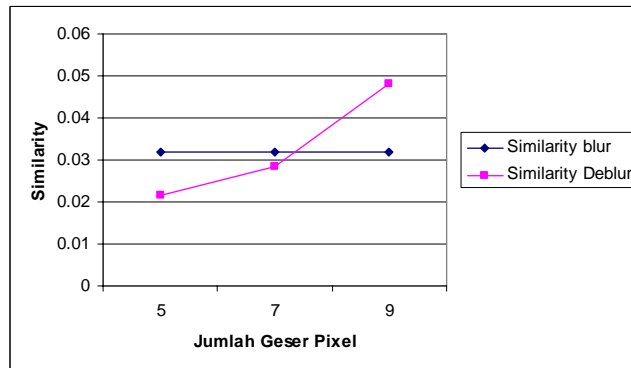


Gambar 4-16 Grafik Similarity Sampel 1 5x5 direstorasi dengan motion 5 pixel masing-masing sudut

Pada gambar 4.15 dan gambar 4.16 menunjukkan grafik perbandingan PSNR dan *Similarity* dari sampel 1. Terlihat pada gambar 4.15 dan 4.16 bagaimana pengaruh sudut terhadap PSNR dan *Similarity*, sudut tidak berpengaruh secara dominan terhadap kualitas citra hasil pengurangan *blur*. Dari grafik terlihat terjadi peningkatan PSNR dan penurunan nilai *Similarity* untuk sampel 1. Ini berarti terjadi peningkatan kualitas citra hasil pengurangan *blur*.



Gambar 4-17 Grafik PSNR Sampel 1 5x5 direstorasi dengan Motion Sudut 0 Derajat Pergeseran Pixel yang Berbeda



Gambar 4-18 Grafik Similarity Sampel 1 5x5 direstorasi dengan Motion Sudut 0 Derajat Pergeseran Pixel yang Berbeda

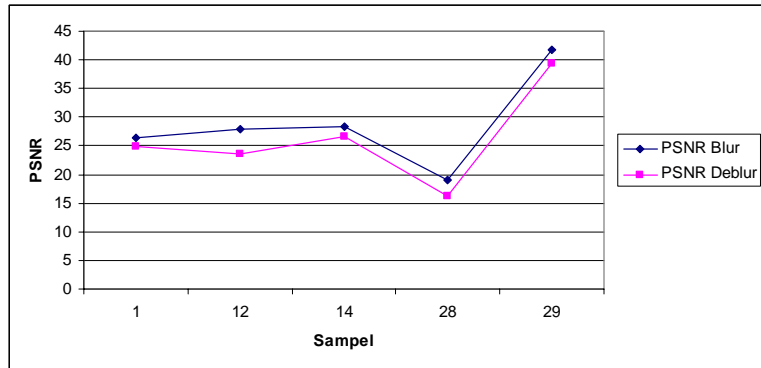
Pada gambar 4.17 dan gambar 4.18 menunjukkan grafik perbandingan PSNR dan *Similarity* dari sampel 1 untuk masing-masing pergeseran pixel. Terlihat pada gambar 4.17 dan 4.17 bagaimana pengaruh pergeseran pixel terhadap PSNR dan *Similarity*, pixel geser berpengaruh secara dominan terhadap kualitas citra hasil pengurangan *blur*. Dari grafik terlihat terjadi penurunan PSNR dan peningkatan nilai *Similarity* untuk sampel 1 mulai dari pergeseran 7 pixel. Ini berarti terjadi penurunan kualitas citra hasil pengurangan *blur* mulai dari 7 pixel untuk sampel 1.

Dapat disimpulkan bahwa *Gaussian blur* dapat diperbaiki dengan matrik dari *motion blur*, namun kurang cocok karena akan menyebabkan penurunan kualitas citra hasil pengurangan *blur* apabila matrik tebakan memiliki intensitas *blur* yang lebih tinggi dibandingkan citra ter-*blur* nya, dimana secara dominan intensitas *blur* dipengaruhi oleh besarnya pergeseran pixel.

4.4.2 Hasil Pengujian dan Analisis Motion Blur direstorasi Menggunakan Matrik Gaussian Blur

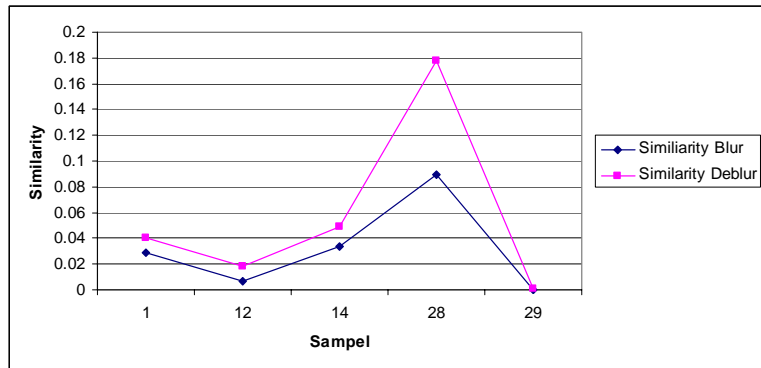
Citra *blur* yang dibangkitkan dengan *motion blur*, akan direstorasi menggunakan matrik *Gaussian blur*. Akan dianalisis bagaimana pengaruh matrik *Gaussian blur* yang digunakan untuk memperbaiki citra dari segi besarnya

pertambahan dimensi matrik Digunakan sampel 1,12,14,28 dan 29 yang mewakili karakteristik citra yang berbeda sebagai inputan.



Gambar 4-19 Grafik Perbandingan PSNR Citra Blur dengan Citra Deblur, Matrik Motion Blur 5 sudut 5 direstorasi dengan Matrik Gaussian Blur Geser 5 x 5

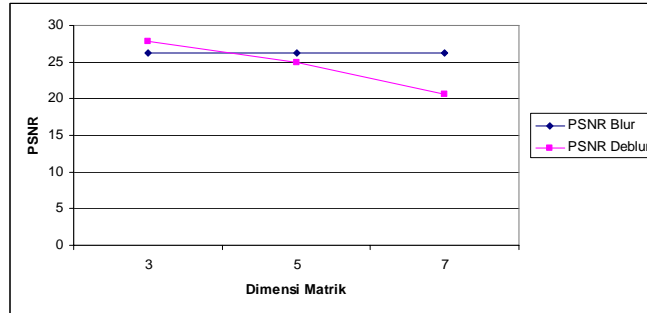
Pada gambar 4-19 menunjukkan grafik perbandingan PSNR citra *blur* dengan citra hasil pengurangan *blur* dimana citra ter-*blur* dibangkitkan dengan *motion blur* dengan pergeseran 5 pixel sudut 5 derajat diperbaiki dengan matrik tebakan *Gaussian blur* 5x5. Untuk sampel 1,12,14,28 dan 29 terjadi penurunan kualitas citra hasil pengurangan *blur*, terlihat dari grafik citra hasil pengurangan *blur* berada di bawah grafik citra ter-*blur*



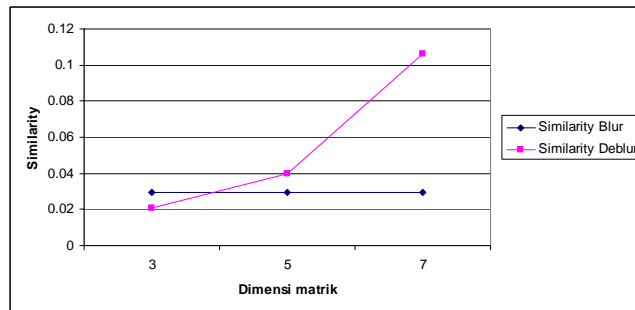
Gambar 4-20 Grafik Perbandingan Similarity Citra Blur dengan Citra Deblur, Matrik Motion Blur 5 sudut 5 direstorasi dengan Matrik Gaussian Blur Geser 5 x 5

Gambar 4-20 menunjukkan perbandingan nilai *Similarity* citra ter-*blur* dengan citra hasil pengurangan, dimana citra *blur* *Motion* pergeseran 5 sudut 5 derajat diperbaiki dengan matrik *gaussian blur* 5x5. Tiap-tiap sampel terjadi peningkatan nilai *Similarity*, terlihat dari grafik *Similarity* citra *blur* berada di bawah grafik *Similarity* citra hasil pengurangan *blur*. Ini berarti terjadi penurunan kualitas citra hasil pengurangan *blur*.

Dari gambar 4-19 dan gambar 4-20 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan kualitas citra hasil pengurangan *blur*, hal ini disebabkan karena matrik tebakan yaitu matrik *Gaussian blur* 5x5 memiliki intensitas *blur* yang lebih tinggi dibandingkan dengan citra *blur* yang dibangkitkan oleh *motion blur*.



Gambar 4-21 Grafik Perbandingan PSNR Sampel 1 Motion 5 sudut 5 dengan Dimensi Matrik yang Berbeda



Gambar 4-22 Grafik Perbandingan Similarity Sampel 1 Motion 5 sudut 5 dengan Dimensi Matrik yang Berbeda

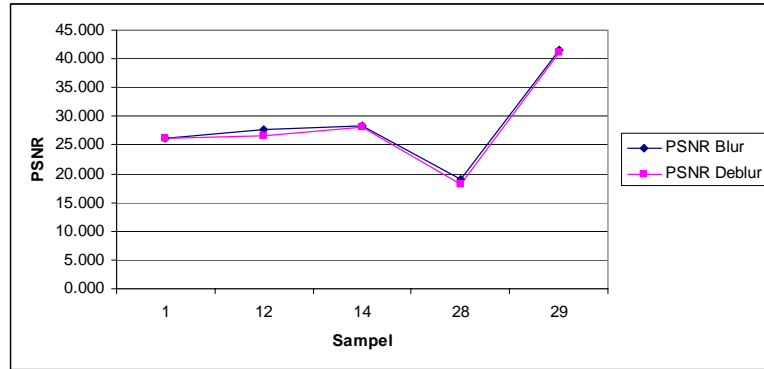
Pada gambar 4.21 dan gambar 4.22 menunjukkan grafik perbandingan PSNR dan *Similarity* dari sampel 1 untuk masing-masing dimensi matrik. Terlihat pada gambar 4.21 dan 4.22 bagaimana pengaruh dimensi matrik terhadap PSNR dan *Similarity*, dimensi matrik berpengaruh terhadap kualitas citra hasil pengurangan *blur*. Dari grafik terlihat terjadi penurunan PSNR dan peningkatan nilai *Similarity* untuk sampel 1 mulai dari dimensi matrik 3x3. Ini berarti terjadi penurunan kualitas citra hasil pengurangan *blur* mulai dari dimensi matrik 3x3 untuk sampel 1.

Dapat disimpulkan bahwa *Motion blur* dapat diperbaiki dengan matrik dari *Gaussian blur*, namun kurang cocok karena akan menyebabkan penurunan kualitas citra hasil pengurangan *blur* apabila matrik tebakan memiliki intensitas *blur* yang lebih tinggi dibandingkan citra ter-*blur* nya, dimana intensitas matrik *Gaussian blur* sangat dipengaruhi oleh ukuran dimensi matrik nya.

4.4.3 Hasil Pengujian dan Analisis Motion Blur direstorasi Menggunakan Matrik Motion Blur

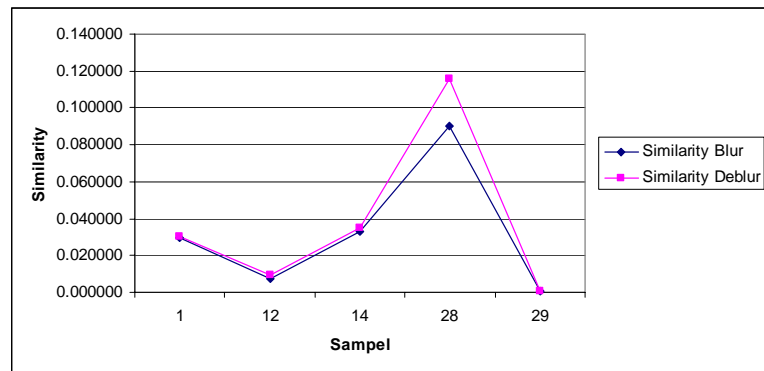
Citra *blur* yang dibangkitkan dengan *motion blur*, akan direstorasi menggunakan matrik *Motion blur*. Akan dianalisis bagaimana pengaruh matrik *motion blur* yang digunakan untuk memperbaiki citra dari segi pergeseran pixel dan sudut pergeseran. Digunakan sampel 1,12,14,28 dan 29 yang mewakili karakteristik citra yang berbeda sebagai inputan.

4.4.3.1 Pengurangan Blur Menggunakan Matrik yang Sama



Gambar 4-23 Grafik Perbandingan PSNR Citra Blur dengan Citra Deblur Pergesaran 5 Pixel Sudut 10 derajat

Pada gambar 4-23 menunjukkan perbandingan PSNR citra *blur* dengan citra hasil pengurangan *blur*, dimana matrik tebakan yang digunakan sama dengan matrik *blur* pada saat pembangkitan *blur*. Terlihat grafik citra *blur* berimpit dengan grafik citra hasil, bahkan pada sampel 12 dan 28 terjadi penurunan nilai PSNR.

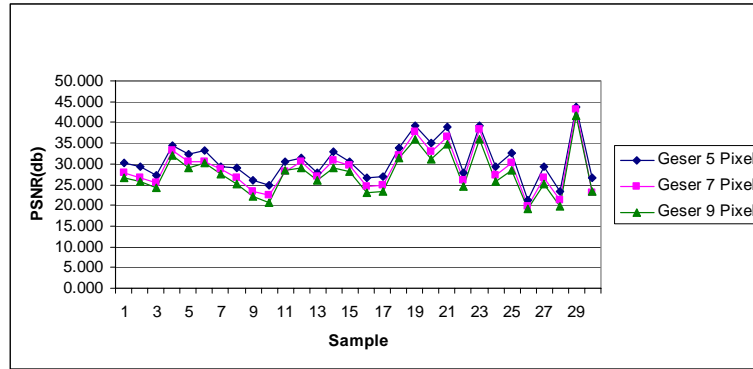


Gambar 4-24 Grafik Perbandingan Similarity Citra Blur dengan Citra Deblur Pergesaran 5 Pixel Sudut 10 derajat

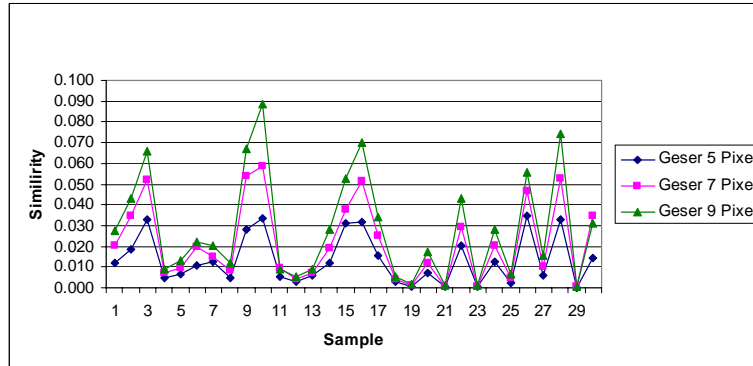
Pada gambar 4-24 menunjukkan perbandingan *Similarity* citra *blur* dengan citra hasil pengurangan *blur*, dimana matrik tebakan yang digunakan sama dengan matrik *blur* pada saat pembangkitan *blur*. Terlihat grafik citra *blur* berimpit dengan grafik citra hasil, bahkan pada sampel 28 terjadi peningkatan nilai *Similarity* yang mencolok, mengingat sampel 28 merupakan citra dengan karakteristik kontras tinggi sehingga terlihat peningkatan yang cukup mencolok

Untuk pengurangan blur dengan menggunakan matrik tebakan yang sama dengan matrik blur yang dipakai saat pembangkitan motion blur yang mengandung sudut pergeseran, terjadi perubahan PSNR dan *Similarity* yang tidak menentu tergantung karakteristik citra. Hal ini disebabkan karena karakteristik metode *Steepest Descent* dalam mengurangi blur secara iterasi dengan melakukan pengurangan citra blur dengan perkalian matrik tebakan dengan tebakan awal.

4.4.3.2 Analisis Pengaruh Jumlah Pixel Pergeseran terhadap PSNR dan Similarity



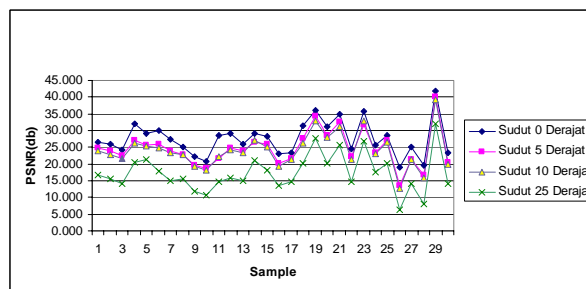
Gambar 4-25 Grafik Perbandingan PSNR Citra Hasil Pengurangan Blur dengan Sudut 0 derajat dengan Pergeseran Pixel Berbeda



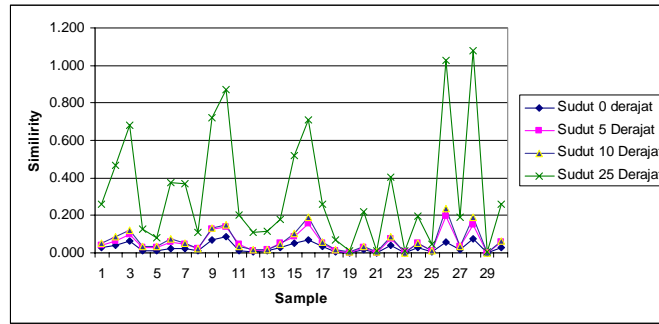
Gambar 4-26 Grafik Perbandingan Similarity Citra Hasil Pengurangan Blur dengan Sudut 0 derajat dengan Pergeseran Pixel Berbeda

Dari gambar 4-25 dan 4-26 dapat dilihat untuk setiap sample terjadi penurunan PSNR dan peningkatan nilai *Similarity* untuk setiap pertambahan jumlah pergeseran pixel, jadi dapat disimpulkan semakin besar jumlah pergeseran pixel maka semakin kecil PSNR dan semakin besar nilai *Similarity* yang dihasilkan. Ini berarti bahwa semakin kuat citra terdegradasi blur maka hasil proses pengurangan blur dengan Steepest Descent menghasilkan PSNR hasil yang semakin kecil dan *Similarity* hasil semakin besar.

4.4.3.3 Analisis Pengaruh Sudut Pergeseran terhadap PSNR dan Similarity

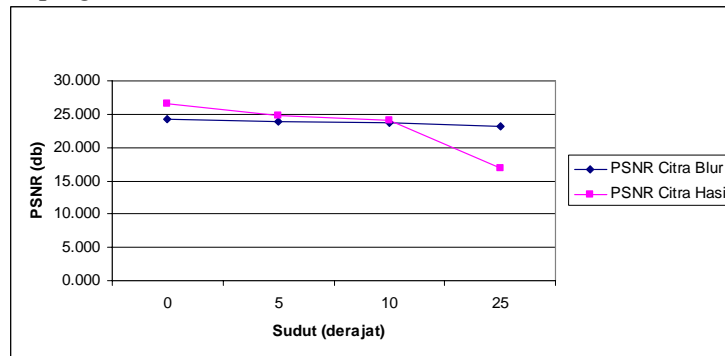


Gambar 4-27 Grafik Perbandingan PSNR Citra Hasil Pengurangan Blur dengan dengan Pergeseran Pixel 9 dan Sudut derajat Berbeda

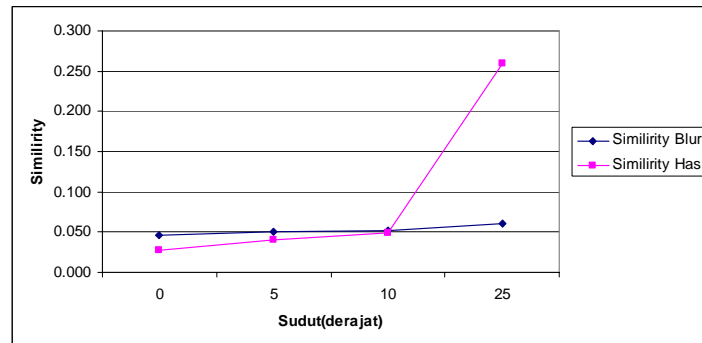


Gambar 4-28 Grafik Perbandingan PSNR Citra Hasil Pengurangan Blur dengan dengan Pergeseran Pixel 9 dan Sudut derajat Berbeda

Dari gambar 4-27 dan 4-28, dapat dilihat untuk setiap sampel terjadi penurunan PSNR dan peningkatan nilai *Similarity* seiring dengan bertambahnya derajat sudut pergeseran.



Gambar 4-29 Grafik Perbandingan PSNR Citra Blur dengan Citra Deblur Pergeseran Pixel 9 dengan sudut berbeda



Gambar 4-30 Grafik Perbandingan PSNR Citra Blur dengan Citra Deblur Pergeseran Pixel 9 dengan sudut berbeda

Dari gambar 4-29 dan 4-30 terjadi penurunan nilai PSNR dan peningkatan nilai *Similarity* mulai dari sudut 10 derajat, ini berarti untuk sampel 1 penurunan kualitas citra terjadi mulai dari sudut 10 derajat.

Secara umum dapat dikatakan untuk semua sampel akan terjadi penurunan kualitas citra hasil pengurangan *blur* pada sudut tertentu tergantung

dari karakteristik citra nya. Jadi dapat disimpulkan metode *Steepest Descent* kurang cocok diterapkan untuk mengurangi *motion blur* dengan matrik tebakan yang mengandung sudut pergeseran.

4.4.3.4 Pengurangan Motion Blur Menggunakan Matrik Motion yang Berbeda

Citra ter-*blur* akan diperbaiki menggunakan matrik *motion blur* yang berbeda, kemudian akan dianalisis faktor yang dominan yang mempengaruhi nilai PSNR dan *Similarity* citra hasil pengurangan *blur*

Tabel 4-2 Perbandingan PSNR dan Similarity Citra Blur Geser 7 Pixel Sudut 10 Diperbaiki dengan Matrik Geser 7 Pixel dengan sudut berbeda.

Sampel	Geser 7 pixel sudut 10 derajat		Geser 7 pixel sudut 0 derajat		Geser 7 pixel sudut 5 derajat		Geser 7 pixel sudut 25 derajat	
	PSNR Blur	Similarity Blur	PSNR Deblur	Similarity Deblur	PSNR Deblur	Similarity Deblur	PSNR Deblur	Similarity Deblur
1	24.779	0.041	26.384	0.0287	25.044	0.0390	19.306	0.1491
12	26.667	0.009	27.596	0.0075	25.604	0.0119	18.302	0.0640
14	26.977	0.046	28.980	0.0290	28.039	0.0360	22.906	0.1171
28	17.771	0.119	18.931	0.0923	17.047	0.1440	10.713	0.6246
29	40.031	0.001	41.500	0.0004	40.631	0.0005	34.451	0.0022

Pada table 4-1 dapat dilihat citra *blur* dengan pergeseran pixel 7 pixel dan sudut 10 derajat diperbaiki dengan matrik tebakan dengan pergeseran 7 pixel dengan masing-masing sudut yang berbeda. Untuk sudut 0 dan 5 derajat terjadi peningkatan nilai PSNR dan penurunan nilai *Similarity*, namun pada saat sudut 25 derajat terjadi penurunan kualitas citra hasil pengurangan *blur*. Sehingga dapat disimpulkan sudut memiliki pengaruh terhadap kualitas citra hasil pengurangan *blur*, sudut pergeseran yang cukup besar mengakibatkan penurunan kualitas citra.

Tabel 4-3 Perbandingan PSNR dan Similarity Citra Blur Geser 7 Pixel Sudut 10 Diperbaiki dengan Matrik Geser 5 Pixel dengan sudut berbeda.

Sampel	Geser 7 pixel sudut 10 derajat		Geser 5 pixel sudut 0 derajat		Geser 5 pixel sudut 5 derajat		Geser 5 pixel sudut 10 derajat		Geser 5 pixel sudut 25 derajat	
	PSNR Blur	Similarity Blur	PSNR Deblur	Similarity Deblur	PSNR Deblur	Similarity Deblur	PSNR Deblur	Similarity Deblur	PSNR Deblur	Similarity Deblur
1	24.779	0.041	26.563	0.0275	26.095	0.0308	26.178	0.0303	26.041	0.0314
12	26.667	0.009	27.897	0.0070	26.762	0.0091	26.906	0.0088	26.424	0.0099
14	26.977	0.046	28.845	0.0300	28.086	0.0355	28.508	0.0323	28.683	0.0311
28	17.771	0.119	19.170	0.0872	17.859	0.1193	17.978	0.1160	18.001	0.1155
29	40.031	0.001	41.338	0.0005	41.370	0.0005	41.416	0.0004	41.244	0.0005

Pada table 4-2 dapat dilihat citra *blur* dengan pergeseran pixel 7 pixel dan sudut 10 derajat diperbaiki dengan matrik tebakan dengan pergeseran 5 pixel dengan masing-masing sudut yang berbeda. Untuk semua sudut terjadi peningkatan nilai PSNR dan penurunan nilai *Similarity*. Sehingga dapat disimpulkan pergeseran pixel memiliki pengaruh terhadap kualitas citra hasil pengurangan *blur*, pixel pergeseran yang lebih kecil dibandingkan pixel pergeseran pada saat pembangkitan *blur* dapat digunakan untuk pengurangan *blur*. Hal ini dikarenakan pixel pergeseran yang lebih kecil mengakibatkan intensitas *blur* yang lebih kecil dibandingkan citra *blur* nya.