



**IMPLEMENTASI PENGOLAHAN CITRA  
MENGUNAKAN METODE GAUSSIAN FILTER  
PADA FPGA**

SEMINAR BIDANG KAJIAN

Mariza Wijayanti  
99216025

PROGRAM DOKTOR TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS GUNADARMA  
SEPTEMBER 2022

# Daftar Isi

Daftar Isi . . . . .	i
<b>1 Pendahuluan</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang . . . . .	1
1.2 Batasan dan Tujuan . . . . .	2
1.3 Kontribusi . . . . .	3
<b>2 Tinjauan Pustaka</b>	<b>4</b>
2.1 Pengenalan Gaussian filter . . . . .	5
2.2 Pengaruh Gaussian filter pada klasifikasi citra dengan algoritma CNN	5
2.3 Pengolahan Citra Menggunakan FPGA . . . . .	6
2.3 Efisien FPGA untuk CNN . . . . .	6
2.4 Perbandingan Tinjauan . . . . .	6
<b>3 Metodologi</b>	<b>9</b>
3.1 Motivasi . . . . .	3
3.2 Framework Riset . . . . .	3
3.3 Pendekatan . . . . .	3
<b>Daftar Pustaka</b>	<b>4</b>

# Bab 1

## Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Citra adalah suatu imitasi atau kemiripan dari suatu objek. Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyalsinyal video seperti gambar pada monitor televisi, atau bersifat digital yang dapat disimpan langsung pada suatu media penyimpanan. Citra juga terbagi atas dua bagian yakni citra analog dan citra digital. Citra digital merupakan citra yang dihasilkan dari pengolahan secara digital dengan merepresentasikan citra secara numerik dengan nilai-nilai diskrit. Suatu citra digital dapat direpresentasikan dalam bentuk matriks dengan fungsi  $f(x,y)$  yang terdiri dari M kolom dan N baris. Perpotongan antara baris dan kolom disebut sebagai piksel (Gonzalez dkk. 2001).

Berbagai literatur menunjukkan bahwa penghalusan citra ditujukan untuk menekan derau (noise). Derau pada citra berupa variasi intensitas suatu pixel yang tidak berkorelasi dengan pixel-pixel tetangganya dan mudah dilihat oleh mata karena tampak berbeda. Contohnya, pada sebuah citra, terdapat derau dengan intensitas tinggi yang membuat sebagian informasi dalam citra tersebut tertutupi. Dengan melakukan penghalusan citra, diharapkan citra tersebut menjadi terlihat lebih jelas. Pada kasus tertentu, penghalusan citra memang dilakukan untuk melembutkan permukaan citra, seperti penghapusan detail kecil dan menjembatani celah kecil di garis atau kurva pada citra dengan harapan memperindah citra itu sendiri. Salah satu teknik yang dapat memenuhi tujuan tersebut adalah penghalusan citra dengan filter Gaussian.

Image (citra) sebagai salah satu komponen multimedia yang memegang peranan sangat penting sebagai bentuk informasi visual. Citra memiliki karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks, yaitu citra kaya dengan informasi. (Sholihin & Purwoto, 2015). Informasi ini yang bisa kita dapatkan dari sebuah citra membutuhkan suatu metode pengolahan citra sesuai. Karena kebutuhan manusia yang semakin hari semakin bertambah, dibutuhkan sistem yang mampu mengolah citra dengan efektif. Maka dibutuhkan sistem yang handal dalam pengolahan citra, jika sebuah sistem semakin efektif saat mengolah citra, semakin cepat juga citra itu dapat menyampaikan informasi pada manusia. Suatu proses

pengolahan citra dibutuhkan perangkat keras dan perangkat lunak yang bekerja berkesinambungan dalam mengolah citra digital. Perangkat keras dalam pengolahan citra yakni kamera dan alat peraga. Proses pengolahan citra umumnya dilakukan dari piksel ke piksel yang bersifat parallel. Adapun sistem dari perangkat kerasi ini terdiri dari beberapa sub sistem komputer, masukan citra, konreol proses interaktif, penyimpanan berkas citra dan perangkat keras khusus pengolahan citra (Ahmad, 2005). Beberapa contoh perangkat keras pengolahan citra antara lain DSP, Mikrokontroller, Mikrokomputer, Komputer, GPU dan FPGA.

Proses filter dalam pengolahan citra digital dilakukan dengan memanipulasi sebuah citra menggunakan kernel untuk menghasilkan citra yang baru, sehingga dengan kernel yang berbeda maka citra hasil yang didapat juga akan berbeda. Citra setiap frame langsung disalurkan dari sumber (source) ke penerima, dalam hal ini FPGA. Frame per second (fps) atau frame rate adalah banyaknya frame yang ditampilkan per detik. Dengan jumlah frame yang lebih besar tentu dibutuhkan juga resource yang lebih besar dalam pengolahannya (Kowalczyk dkk. 2018). Untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi energi dari sebuah program, berbagai jenis akselerator telah dikembangkan, salah satu diantaranya yaitu FPGA (Cong dkk. 2018). Field Programmable Gate Arrays atau FPGA adalah perangkat semikonduktor yang berbasis matriks configurable logic block (CLBs) yang terhubung melalui interkoneksi yang dapat diprogram. FPGA dapat diprogram ulang dengan aplikasi atau fungsi yang diinginkan setelah manufacturing. Fitur ini yang membedakan FPGA dengan Application Specific Integrated Circuits (ASICs), yang dibuat khusus untuk tugas tertentu saja (Xilinx 2020).

## **1.2 Batasan dan Tujuan**

Penelitian ini berusaha mengembangkan teknik dan memperkecil spesifikasi yang digunakan dalam FPGA untuk pengolahan citra menggunakan metode gaussian filter. Sehingga penelitian ini difokuskan pada:

- Bagaimana mengembangkan pengolahan citra menggunakan metode gaussian filter pada FPGA.
- Bagaimana mengoptimalkan jumlah komponen, clock dan capacity pada FPGA secara efisien.
- Bagaimana mengaplikasikan metode gaussian filter pada FPGA.

Sesuai dengan masalah penelitian yang telah diuraikan sebelumnya, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

- Mengaplikasikan metode gaussian filter pada FPGA
- Mengoptimalkan jumlah komponen, clock, dan capacity pada FPGA.
- Mengembangkan metode pengolahan citra pada FPGA.

### **1.3 Kontribusi**

Sesuai dengan latar belakang dan tujuan penelitian, keutamaan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah untuk pengembangan metode dan teknologi pengolahan citra menggunakan metode gaussian filter pada fpga. penelitian ini diusahakan untuk menemukan cara baru/penambahan/modifikasi dari metode yang ada untuk pengolahan citra dengan hardware fpga.

## Bab 2

### Tinjauan Pustaka

Bab ini menguraikan tentang studi literatur terkait dengan pengolahan citra dan perkembangan penelitian metode gaussian filter yang menggunakan perangkat keras FPGA yang telah dilakukan sejumlah peneliti.

#### Metode Gaussian filter

Gaussian filter berfungsi untuk mereduksi *noise* pada citra. Cara kerja Gaussian adalah menghilangkan komponen *high-frequency* dari gambar, sehingga teknik Gaussian dikatakan sebagai *low-pass* filter. Gaussian filter menggunakan fungsi distribusi Gaussian. Persamaan gambar 2.2.1 menunjukkan fungsi distribusi Gaussian untuk ruang dua dimensi. Maka gaussian filter umumnya direpresentasikan dalam bentuk array dua dimensi di  $[x, y]$ . Filter gaussian dituliskan dengan persamaan sebagai berikut.

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

Gambar 2.2.1 Persamaan Gaussian filter.

- $G(x, y)$  merupakan elemen matriks Gauss pada posisi  $[x, y]$ .
- $\sigma$  merupakan standar deviasi atau sigma. Semakin besar  $\sigma$ : lokalisasi (jarak antar piksel) lemah atau jauh, tapi untuk deteksi (tepi, noise, dsb) semakin bagus. Semakin kecil  $\sigma$ : lokalisasi (jarak antar piksel) bagus, tapi untuk deteksi (tepi, noise, dsb) lemah.
- $x, y$  merupakan ukuran matriks Gauss yang menjangkau titik  $-x$  sampai  $+x$ , dan titik tengahnya berada di  $x = 0$  dan  $y = 0$ .

## **Perkembangan Penelitian Terkait**

### **2.1 Pengenalan Gaussian filter**

Penulis [Hery, 2017] membuat tulisan mengenai Perbaikan kualitas Citra Menggunakan Metode Gaussian Filter. Penelitian menjelaskan mengenai perbaikan kualitas citra dengan menerapkan filter gaussian. Melakukan penghalusan gambar, diharapkan gambar menjadi lebih terlihat. Tulisan ini menyajikan cara perbaikan kualitas citra dengan menerapkan filter gaussian, semakin tinggi nilai standart deviasi pada citra maka citra tersebut semakin kabur dan semakin rendah nilai standart deviasi maka citra semakin terang atau kualitas semakin baik.

Penulis [Zuliatul, 2016] membuat tulisan mengenai Implementasi Metode Gaussian Filter Untuk Penghapusan Noise Pada Citra Menggunakan Gpu. Penulisan ini menjelaskan bagaimana menghapus noise untuk memperbaiki kualitas citra. Penghapusan noise pada citra (image filtering) adalah salah satu bagian terpenting dalam pengolahan citra. Tulisan ini menyajikan hasil dari perbandingan kinerja antara implementasi metode gaussian filter untuk penghapusan noise pada citra menggunakan GPU dan CPU. Framework yang digunakan untuk komputasi paralel dalam penelitian ini adalah OpenCL. Ujicoba pada penelitian ini dilakukan pada 30 citra yang telah diberi noise salt and pepper dengan intensitas noise sebesar 5%, 10%, dan 50% pada setiap citra. Berdasarkan hasil pengujian, hasil ujicoba data dengan intensitas noise 5% yang dijalankan pada CPU-GPU mengalami kenaikan kecepatan waktu sebesar 86% lebih cepat untuk perbesaran windowing  $3 \times 3$ , 76% perbesaran windowing  $5 \times 5$ , 66% perbesaran windowing  $7 \times 7$ . Begitu juga untuk intensitas noise 10% dan 50%, rata-rata kecepatan waktu yang dibutuhkan untuk proses penghapusan noise pada GPU lebih cepat dari CPU.

### **2.2 Pengaruh Gaussian filter pada klasifikasi citra dengan algoritma CNN**

Penulis [Kusrini, et al 2021] membuat tulisan mengenai Pengaruh Gaussian filter dan data preprocessing pada klasifikasi citra wayang Punakawan dengan algoritma convolutional neural network. Penelitian menjelaskan mengenai perbaikan kualitas citra dengan menerapkan filter gaussian. Melakukan penghalusan gambar, diharapkan gambar menjadi lebih terlihat. Tulisan ini menyajikan cara perbaikan kualitas citra dengan menerapkan filter gaussian, semakin tinggi nilai standart deviasi pada citra maka citra tersebut semakin kabur dan semakin rendah nilai standart deviasi maka citra semakin terang atau kualitas semakin baik.

### 2.3 Pengolahan Citra Menggunakan FPGA

Penulis [Muhammad, dll., 2018] membuat tulisan mengenai sistem apa yang bisa mengolah citra secara efektif, dilakukan analisis perbandingan pengolahan citra antara kedua sistem, FPGA dan Mikrokomputer. FPGA yang digunakan adalah myRIO sedangkan Mikrokomputer yang digunakan adalah Raspberry Pi. Pengujian dilakukan dengan mengolah tiga ukuran citra berbeda pada tiga algoritma yang berbeda dan dilakukan sepuluh kali pengujian dan diambil waktu rata-rata pengolahan citra pada kedua sistem.

### 2.4 Efisien FPGA untuk CNN

Penulis [Safa Bouguezzi, et all 2021] membuat tulisan mengenai Convolutional Neural Networks (CNN) yang sedang berkembang penelitiannya di bidang akselerasi perangkat keras menggunakan Field Programmable Gate Arrays (FPGA). Penelitian ini membuktikan keefektifannya FPGA dalam berbagai aplikasi visi komputer seperti segmentasi objek, klasifikasi gambar, wajah deteksi, dan pengenalan rambu lalu lintas, antara lain. Namun, ada banyak kendala untuk menyebarkan CNN di FPGA, termasuk memori on-chip yang terbatas, ukuran CNN, dan konfigurasi parameter. Makalah ini memperkenalkan Ad-MobileNet, model CNN canggih yang terinspirasi oleh baseline model MobileNet.

### Perbandingan Tinjauan

Penelitian-penelitian terkait metode **Gaussian filter** disajikan pada tabel 2.1.

**Tabel 2.1. Ringkasan Penelitian metode Gaussian filter pada FPGA**

No	Peneliti/Judul	Metode	Hasil	Kekurangan
1	Hery Sunandar. (2017). Perbaikan kualitas Citra Menggunakan Metode Gaussian Filter.	Pengunaan metode gaussian filter untuk meningkatkan kualitas citra	Penjelasan perbaikan kualitas citra dengan menerapkan filter gaussian	Hanya menjelaskan penghalusan menggunakan filter gaussian dengan menghitung nilai standart deviasi.



2	Kusrini, Muhammad Resa Arif Yudianto, Hanif Al Fatta (2021). The effect of Gaussian filter and data preprocessing on the classification of Punakawan puppet images with the convolutional neural network algorithm,	Percobaan dengan efek gaussian filter terhadap citra dengan menggunakan algoritma Convolutional Neural Network (CNN)	Dari hasil skenario eksperimen secara keseluruhan, terlihat jelas bahwa filter Gaussian bukan filter yang cocok untuk digunakan pada gambar saluran hijau. Hal ini dapat mengakibatkan semakin rendahnya nilai akurasi. Namun, ketika filter Gaussian diimplementasikan pada gambar RGB, terbukti menjadi metode yang efektif dalam meningkatkan nilai akurasi. Hasil lainnya adalah waktu pemrosesan yang diperlukan dalam skenario menggunakan Gambar RGB lebih cepat daripada gambar saluran hijau.	Hanya membahas penggunaan gaussian filter pada algoritma CNN
3	Muhammad Naufal, L. F., Wijaya Kurniawan, Dahnia Syauqy (2018). Analisis Perbandingan Proses Pengolahan Citra Menggunakan FPGA dan Mikrokomputer.	Perancangan pada penulisan ini dibagi menjadi perancangan mengambil dan menampilkan citra sebelum diolah, perancangan mengolah citra, perancangan mengambil dan menampilkan citra setelah diolah dan perancangan menghitung waktu pengolahan citra. Perancangan perangkat lunak pada FPGA menggunakan aplikasi LabVIEW sedangkan perancangan pada Mikrokomputer menggunakan OpenCV.	Sistem pengolahan citra dapat dirancang dan diimplementasikan dengan algoritma Gaussian Blur, Laplacian Edge dan Sobel Edge pada platform FPGA dapat dirancang menggunakan aplikasi LabVIEW dan Library dari NI Vision Assistant, sedangkan pada platform FPGA algoritma tersebut dapat dirancang dengan OS Raspbian dan Library dari OpenCV..	Tidak menjelaskan secara detail tahapan proses penggunaan fpga pada proses pengolahan citra.
4	Safa Bouguezzi, Hana Ben Fredj, Tarek Belabed, Carlos Valderrama, Hassene Faiedh and Chokri Souani (2021). An Efficient FPGA-Based Convolutional Neural Network for	Convolutional Neural Networks (CNN) yang sedang berkembang penelitiannya di bidang akselerasi perangkat keras menggunakan Field Programmable Gate Arrays (FPGA).	Efektifitasnya FPGA dalam berbagai aplikasi visi komputer seperti segmentasi objek, klasifikasi gambar, deteksi wajah, dan pengenalan rambu lalu lintas	Hanya membahas efisiensi fpga pada Convolutional Neural Networks (CNN)

	Classification: Ad-MobileNet,			
5	Zuliatul Afifa. (2016). Implementasi Metode Gaussian Filter Untuk Penghapusan Noise Pada Citra Menggunakan Gpu.	metode gaussian filter untuk penghapusan citra bemoise menggunakan komputasi paralel.	Implementasi metode gaussian filter untuk penghapusan noise pada citra menggunakan GPU mampu berjalan lebih cepat dibandingkan implementasi pada CPU, karena implementasi pada GPU menggunakan platform OpenCL yang melibatkan beberapa prosesor dari GPU.	Hanya membahas Implementasi Metode Gaussian Filter Menggunakan Gpu.

## Bab 3 Metodologi

Seperti yang telah diuraikan sebelumnya bahwa dalam penelitian ini bagaimana cara implementasi pengolahan citra dengan metode gaussian filter pada fpga. Pada bagian ini akan diuraikan tahapan yang dilakukan pada penelitian ini, yaitu :

1. Studi literatur. Pada tahap ini dilakukan studi terhadap beberapa artikel mengenai apa yang dimaksud gaussian filter, bagaimana mengimplemtasikannya ke dalam fpga.
2. Menggunakan gaussian filter untuk menghilangkan noise pada citra
3. Bagaimana mengimplemtasikan pengolahan citra menggunakan gaussian filter pada fpga.

### 3.1 Tahapan Penelitian

Obyek penelitian ini adalah gambar RGB (diambil dari internet Google Image) atau gambar grayscale yang akan difilter dengan metode gaussian filter. Penelitian ini berusaha mengembangkan pengolahan citra menggunakan gaussian filter dari masalah dan kekurangan dari teknik yang pernah dilakukan peneliti terdahulu yang dapat mengatasi optimasi hardware FPGA. Rencana penelitian mencoba menggabungkan mengembangkan algoritma dan mengembangkan metode yang dapat mengoptimalkan performa FPGA. Sehingga, metode untuk hasil yang diinginkan yaitu penggunaan komponen efisien, power yang digunakan lebih kecil dibandingkan penelitian sebelumnya.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Rencana yang akan dilakukan menggunakan metode dan modifikasi pada Penelitian (Muhammad, dll., 2018) dengan melakukan tahapan pengolahan citra. Perancangan pada sistem ini dibagi menjadi perancangan mengambil dan menampilkan citra sebelum diolah, perancangan mengolah citra, perancangan mengambil dan menampilkan citra setelah diolah dan perancangan menghitung waktu pengolahan citra nilai waktu pada FPGA.



Gambar 1. Diagram Alir Perancangan Mengolah Citra

Pada perancangan ini sistem menginisialisasi citra RGB yang telah dipilih, lalu citra RGB tersebut diolah menjadi citra grayscale. Setelah itu citra dihaluskan dan dikurangi noisennya dengan algoritma gaussian blur lalu citra dideteksi tepinya dengan algoritma laplacian edge atau sobel edge.

### 3.2 Rencana Kerja

**Tabel 3.1. Rencana Pelaksanaan Penelitian**

Kegiatan	Bulan ke-																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Penyusunan Proposal																		
Pengajuan Proposal																		
Pengerjaan Penelitian																		
Publikasi Ilmiah / Seminar																		
Pengembangan Atas Saran Seminar																		
Penyusunan Desertasi																		
Sidang Desertasi																		

## DAFTAR PUSTAKA

- [Hery, 2017] Hery Sunandar. (2017). Perbaikan kualitas Citra Menggunakan Metode Gaussian Filter. *MEANS (Media Informasi Analisa dan Sistem)*, Volume 2 No. 1, Juni 2017
- [Kusrini, et all 2021] Kusrini, Muhammad Resa Arif Yudianto, Hanif Al Fatta (2021). *The effect of Gaussian filter and data preprocessing on the classification of Punakawan puppet images with the convolutional neural network algorithm*, International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE). Vol. 12, No. 4, August 2022, pp. 3752~3761
- [Muhammad, dll., 2018] Muhammad Naufal, L. F., , Wijaya Kurniawan, Dahnial Syauqy (2018). Analisis Perbandingan Proses Pengolahan Citra Menggunakan FPGA dan Mikrokomputer. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. Vol. 2, No. 11, November 2018, hlm. 5700-5707.
- [Safa Bouguezzi, et all 2021] Safa Bouguezzi, Hana Ben Fredj, Tarek Belabed, Carlos Valderrama, Hassene Faiedh and Chokri Souani (2021). An Efficient FPGA-Based Convolutional Neural Network for Classification: Ad-MobileNet, *Electronics* 2021, 10, 2272.
- [Zuliatul, 2016] Zuliatul Afifa. (2016). Implementasi Metode Gaussian Filter Untuk Penghapusan Noise Pada Citra Menggunakan Gpu. Skripsi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik.