



**FUNDAMENTAL OF DIGITAL SYSTEM FINAL PROJECT REPORT  
DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING  
UNIVERSITAS INDONESIA**

**IMAGE COMPRESSION FOR BMP FORMAT**

**GROUP PA14**

<b>Izzan Nawa Syarif</b>	<b>2306266956</b>
<b>Nabiel Harits Utomo</b>	<b>2306267044</b>
<b>Neyla Shakira</b>	<b>2306250655</b>
<b>Stevie Nathania Siregar</b>	<b>2306242382</b>

## **PREFACE**

Puji syukur yang mendalam kepada dedikasi teman-teman dalam mengerjakan proyek akhir Pengantar Sistem digital, sehingga kami dapat menyelesaikan proyek akhir ini dengan judul “Compress Image: Pengurangan Resolusi Gambar Menggunakan Algoritma Averaging (Mean Filtering)”.

Pertama-tama, kami ingin menyampaikan terima kasih yang tulus kepada anggota tim yang telah menunjukkan dedikasi tinggi dan semangat kerja sama yang luar biasa. Kerja sama yang solid ini telah menjadi kekuatan utama yang mendasari keberhasilan proyek ini. Kami juga ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Asisten laboratorium kami, yang dengan bimbingan, dukungan, dan pengetahuan yang diberikan, telah memandu kami sepanjang perjalanan proyek ini.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak kekurangan, baik dalam hal penyusunan maupun teknis pelaksanaan. Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan proyek akhir ini, khususnya kepada Aslab yang telah memberikan arahan dan bimbingan yang sangat berarti. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi positif, baik dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, December 8, 2024

Group PA14

## **TABLE OF CONTENTS**

<b>CHAPTER 1: INRODUCTION.....</b>	<b>4</b>
1.1 Background.....	4
1.2 Project Description.....	5
1.3 Objectives.....	5
1.4 Roles and Responsibilities.....	6
<b>CHAPTER 2: IMPLEMENTATION.....</b>	<b>7</b>
2.1 Equipment.....	7
2.2 Implementation.....	7
<b>CHAPTER 3: TESTING AND ANALYSIS.....</b>	<b>8</b>
3.1 Testing.....	8
3.2 Result.....	9
3.3 Analysis.....	9
<b>CHAPTER 4: CONCLUSION.....</b>	<b>10</b>
<b>REFERENCES.....</b>	<b>10</b>
<b>APPENDICES.....</b>	<b>11</b>
Appendix A: Project Schematic.....	11
Appendix B: Documentation.....	11

# **CHAPTER 1**

## **INTRODUCTION**

### **1.1 BACKGROUND**

Kompresi gambar adalah proses mengurangi ukuran file gambar agar lebih efisien untuk disimpan dan dikirim. Kompresi gambar ini bertujuan untuk memperkecil resolusi gambar dengan menggunakan algoritma rata-rata (average filtering) pada gambar berformat BMP. Proses ini dilakukan tanpa mempengaruhi kualitas visual gambar secara signifikan. Teknik Mean Filtering menggantikan nilai piksel tertentu dengan nilai rata-rata piksel di sekitarnya, menghasilkan gambar dengan resolusi lebih rendah namun kualitasnya dapat diterima.

Proyek ini terdiri dari tiga tahap, yang pertama adalah decode yang digunakan untuk membaca file gambar BMP. Kedua adalah Execute yang berfungsi untuk menjalankan algoritma rata-rata untuk mengurangi resolusi gambar berdasarkan preset yang dipilih. Ketiga adalah Write, yang menyimpan gambar terkompresi dalam format BMP.

Pengguna dapat memilih antara preset standar dan kustom menggunakan OP Code, memberikan fleksibilitas dalam pengaturan kompresi. Proyek ini menghasilkan gambar BMP beresolusi lebih rendah yang dapat disimpan atau dikirim dengan lebih efisien.

## 1.2 PROJECT DESCRIPTION

Proyek **Image Compression** ini bertujuan untuk mengurangi resolusi gambar BMP menggunakan algoritma **Mean Filtering**. Proyek ini melibatkan tiga tahap utama, yaitu:

1. **Decode**: Membaca gambar BMP dan mengkonversinya menjadi format data yang dapat diproses.
2. **Execute**: Menerapkan algoritma Mean Filtering pada gambar untuk mengurangi resolusinya sesuai dengan preset yang dipilih.
3. **Write**: Menyimpan gambar yang telah diproses ke dalam format BMP dengan resolusi yang lebih rendah.

Proyek ini menyediakan dua jenis preset untuk proses kompresi: preset standar dan preset kustom. Pemilihan preset ini dilakukan menggunakan OP Code, yang memungkinkan pengguna memilih antara preset yang sudah ada atau membuat preset baru sesuai kebutuhan. Algoritma Mean Filtering bekerja dengan cara menghitung nilai rata-rata piksel di area sekitar piksel yang sedang diproses, dan mengganti nilai piksel tersebut dengan rata-rata yang dihitung.

## 1.3 OBJECTIVES

The objectives of this project are as follows:

1. Mengembangkan sistem yang dapat menerima gambar BMP, menurunkan resolusinya menggunakan algoritma **Mean Filtering**, dan menghasilkan gambar output dalam format BMP.
2. Menguji sistem untuk memastikan bahwa kompresi gambar tidak merusak kualitas visual dan bisa dilakukan dengan efisien.
3. Menyediakan pilihan antara preset filter standar dan preset custom, yang dapat dipilih menggunakan **OP Code** untuk memberikan fleksibilitas pada pengguna.
4. Membagi proses kompresi gambar menjadi tiga tahap utama: **Decode**, **Execute**, dan **Write**, untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas pemrosesan gambar.
5. Menghasilkan gambar dengan resolusi yang lebih rendah dan ukuran file yang lebih kecil, namun tetap mempertahankan kualitas gambar yang cukup baik

## 1.4 ROLES AND RESPONSIBILITIES

The roles and responsibilities assigned to the group members are as follows:

Roles	Responsibilities	Person
Role 1	Entity Read, Entity Write, Entity TopLevel, Entity ImageCompressor	Izzan Nawa Syarif
Role 2	Entity ImageCompressor, Entity Read, PPT	Nabiel Harits Utomo
Role 3	Membuat Laporan, README.md	Neyla Shakira
Role 4	Membuat Laporan, README.md	Stevie Nathania Siregar

Table 1. Roles and Responsibilities

## **CHAPTER 2**

### **IMPLEMENTATION**

#### **2.1 EQUIPMENT**

The tools that are going to be used in this project are as follows:

- Visual Studio Code
- GitHub
- ModelSim

#### **2.2 IMPLEMENTATION**

Sistem kompresi gambar BMP yang menggunakan VHDL terdiri dari beberapa bagian utama yang saling terhubung, yaitu ReadBMP, ImageCompressor, dan WriteBMP. Sistem ini dimulai dengan membaca file BMP lewat komponen ReadBMP. Pada tahap ini, header gambar yang berisi informasi seperti lebar, tinggi, dan format gambar dibaca dan disalin ke dalam port output. Kemudian, data piksel gambar dibaca dan disalin ke dalam array `image_data`. Setelah gambar dibaca, proses dilanjutkan dengan tahap kompresi menggunakan komponen ImageCompressor.

Komponen ImageCompressor bertugas untuk mengompresi gambar menggunakan teknik Mean Filtering pada blok piksel yang ditentukan oleh sinyal `op_code`. Pada tahap ini, gambar yang telah dibaca diproses per blok, di mana rata-rata warna dari setiap blok dihitung. Hasil rata-rata warna untuk setiap blok disalin kembali ke gambar output, yang berukuran lebih kecil dibandingkan gambar aslinya, sesuai dengan ukuran blok yang dipilih. Gambar hasil kompresi ini kemudian dikirimkan ke output ImageCompressor dan diteruskan ke tahap penulisan.

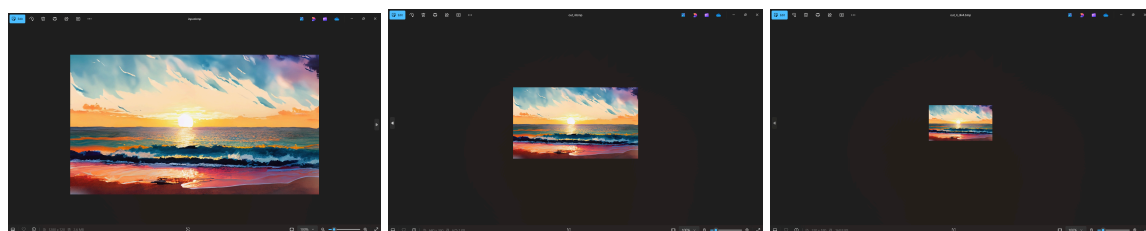
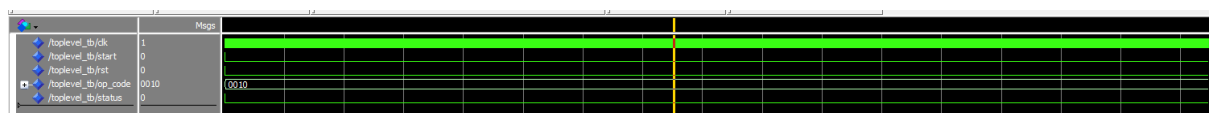
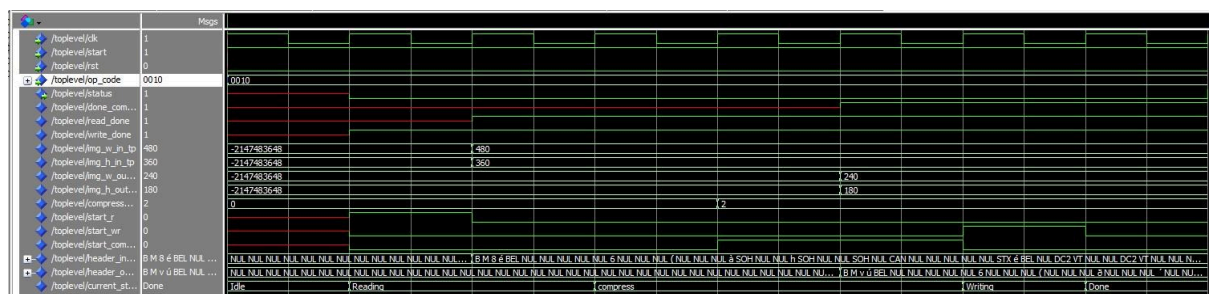
Komponen WriteBMP menulis gambar hasil kompresi ke dalam file BMP baru. Dalam proses ini, header gambar ditulis terlebih dahulu, diikuti oleh penulisan data piksel untuk setiap baris gambar. Jika perlu, padding ditambahkan pada akhir setiap baris untuk

memenuhi syarat kelipatan 4 byte. Setelah gambar ditulis, file ditutup, dan sinyal done diaktifkan untuk menandakan bahwa proses penulisan telah selesai.

## CHAPTER 3

### TESTING AND ANALYSIS

#### 3.1 TESTING



Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa entitas TopLevel dapat menjalankan semua langkah kerja yang meliputi membaca file gambar BMP, proses kompresi, dan menulis gambar yang telah dikompresi ke file BMP baru. Hasilnya, sinyal internal dan output dipantau untuk memastikan bahwa FSM (Finite State Machine) beroperasi sesuai dengan alur yang direncanakan.

Pada tahap awal, sistem berada dalam keadaan Idle menunggu sinyal start diaktifkan. Ketika sinyal start dinaikkan ke 1, FSM berpindah ke state Reading, di mana modul ReadBMP membaca file BMP untuk mengambil header, lebar, dan tinggi gambar. Setelah data gambar berhasil dibaca, FSM melanjutkan ke state Compress, di mana proses kompresi dilakukan oleh modul ImageCompressor berdasarkan ukuran blok yang ditentukan oleh op code. Ukuran blok pada pengujian ini adalah 2x2 sesuai dengan nilai op\_code "0010".



Setelah kompresi selesai, FSM berpindah ke state Writing, dimana modul WriteBMP menulis gambar hasil kompresi ke file output. Setelah proses penulisan selesai, FSM masuk ke state Done.

### **3.2 RESULT**

Hasil simulasi menggunakan ModelSim menunjukkan bahwa sistem berhasil mengikuti langkah-langkah yang dirancang, dimulai dari membaca file BMP, proses kompresi, hingga menulis gambar hasil kompresi. Pada tahap Membaca, sistem berhasil memperoleh lebar dan tinggi gambar input dengan ukuran 480x360, yang sesuai dengan spesifikasi gambar BMP yang diuji. Proses dilanjutkan ke tahap Kompres, di mana gambar dikompresi menggunakan ukuran blok 2x2, menghasilkan ukuran output 240x180, yang merupakan setengah dari ukuran gambar asli sesuai dengan tujuan kompresi menggunakan algoritma mean filtering. Namun, hasil simulasi juga menunjukkan adanya sinyal merah pada beberapa output seperti header\_out dan image\_out, yang menunjukkan bahwa data hasil proses belum valid. Hal ini menandakan adanya masalah pada proses membaca, pemrosesan, atau penulisan data yang memengaruhi keutuhan gambar hasil kompresi. Meskipun FSM berhasil beralih melalui setiap tahap hingga Selesai, sistem belum sepenuhnya mencapai tujuan utama dari kompresi gambar, yaitu menghasilkan gambar hasil kompresi yang valid dan dapat digunakan. Kesalahan ini perlu diperbaiki untuk memastikan bahwa gambar hasil kompresi memiliki header dan data piksel yang benar, sehingga dapat dibuka dengan format BMP tanpa masalah. Oleh karena itu, meskipun alur kontrol berjalan sesuai rencana, hasil akhir belum sepenuhnya memenuhi tujuan sistem kompresi gambar.

### **3.3 ANALYSIS**

Hasil dari simulasi menunjukkan bahwa sistem sebagian besar berjalan sesuai dengan rencana yang dibuat, tetapi ada kesalahan pada beberapa sinyal yang ditandai dengan munculnya warna merah pada sinyal tertentu, seperti header\_out dan image\_out. Kesalahan ini menunjukkan adanya data yang tidak valid atau yang belum diatur dengan benar selama

proses pembacaan, kompresi, atau penulisan. Pada tahap Reading, lebar dan tinggi gambar berhasil dibaca sebagai 480x360, namun saat data diteruskan ke modul berikutnya, ada kemungkinan bahwa header gambar tidak tepat atau tidak lengkap. Selain itu, pada tahap Compress, data piksel mungkin tidak diproses dengan baik, terutama jika ada masalah dalam perhitungan ukuran atau padding gambar. Hal ini berdampak pada tahap Writing, di mana data yang tidak valid dapat membuat file BMP hasil kompresi menjadi tidak dapat dibaca atau rusak.

## **CHAPTER 4**

### **CONCLUSION**

Proyek sistem kompresi gambar yang dibuat untuk menjalankan alur kerja utama, yaitu membaca file BMP, mengompresi gambar, dan menyimpan hasil kompresi ke file BMP baru. Setiap bagian, dari ReadBMP, ImageCompressor, hingga WriteBMP, berkontribusi pada proses yang diatur oleh entitas utama TopLevel. Hasil simulasi menunjukkan bahwa alur kontrol berjalan sesuai rancangan, dengan sistem mampu membaca gambar BMP. Proses ini sesuai dengan tujuan utama kompresi gambar, yaitu mengurangi resolusi gambar menggunakan teknik pemfilteran rata-rata tanpa menghilangkan data penting.

Namun, terdapat beberapa masalah dalam simulasi yaitu pada header\_out dan image\_out yang menunjukkan bahwa ada kesalahan dalam pengolahan data, baik dalam pembacaan, kompresi, maupun penulisan gambar.

Secara keseluruhan, sistem ini dapat menjalankan fungsi kompresi gambar sesuai spesifikasi, tetapi masih memerlukan perbaikan lebih lanjut. Penyempurnaan perlu difokuskan pada validasi data, terutama dalam pembacaan header dan penanganan data piksel saat kompresi dan penulisan gambar.

## REFERENCES

- [1] J. J. Jensen, "BMP file bitmap image read using TEXTIO," *VHDLwhiz*, Nov. 13, 2019. <https://vhdlwhiz.com/read-bmp-file/>
- [2] R. Fisher, S. Perkins, A. Walker, and E. Wolfart, "Spatial Filters - Mean Filter," [homepages.inf.ed.ac.uk](http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/mean.htm), 2003. <https://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/mean.htm>
- [3] Modul di Emas
- [4] Russell, "Arrays - VHDL Example. Learn to create 2D synthesizable arrays," Nandland, Jun. 09, 2022. <https://nandland.com/arrays/>

## APPENDICES

### **Appendix A: Project Schematic**

Put your final project latest schematic here

(Quartus tidak bisa Sintesis karena ModelSIM tidak bisa Alokasi memory yang besar)

akan menyusul di github bila bisa di sintesis di vivado

### **Appendix B: Documentation**

