

PROYEK AKHIR PSD

IMAGE DOWNSCALER

USING BOX SAMPLING

ALGORITHM

Kelompok PA06

Alexander Christhian 2306267025

Muhammad Iqbal Alfajri 2306250705

Muhammad Raditya Alif N 2306212745

Zhafira Zahra Alfarisy 2306250636



BACKGROUND

- Bertujuan membuat hardware untuk menurunkan ukuran gambar dengan mengurangi jumlah piksel.
- Menggunakan algoritma box sampling untuk mengelompokkan piksel dalam area tertentu dan menghitung nilai rata-rata atau representasi lain.
- Cocok untuk aplikasi dengan kebutuhan pemrosesan gambar efisien, seperti perangkat IoT atau sistem pemantauan dengan kapasitas penyimpanan yang terbatas.
- Implementasi dilakukan menggunakan VHDL untuk menciptakan sistem digital yang cepat dan akurat tanpa bergantung pada daya komputasi CPU.
- Scaling Factor dapat diatur sebagai input untuk menentukan seberapa besar gambar akan di-downscale.

PROJECT DESCRIPTION

Proyek ini berfokus pada desain dan implementasi Image Downscaler, sistem perangkat keras untuk mengurangi ukuran gambar dengan menurunkan jumlah pixel, untuk mengoptimalkan aplikasi transmisi, mengurangi penggunaan bandwidth, kebutuhan penyimpanan, dan konsumsi daya. Algoritma yang digunakan adalah box sampling, yang mengelompokkan pixel dan menghitung nilai rata-rata untuk mengurangi pixel tanpa mengorbankan detail gambar.

Sistem diimplementasikan dengan VHDL untuk FPGA, yang melakukan pemrosesan secara paralel dan ketergantungan minimal pada CPU. Faktor skala menentukan sejauh mana downscaling diterapkan, sehingga terdapat fleksibilitas berdasarkan bandwidth dan penyimpanan.



OBJECTIVES

01

Sebagai pemenuhan nilai dalam Praktikum Perancangan Sistem Digital.

02

Mengimplementasikan pemrograman VHDL untuk desain sistem downscaling gambar.

03

Merancang Hardware Accelerator untuk menjalankan Image Downscaling menggunakan algoritma Box Sampling.

04

Menyediakan solusi untuk transmisi gambar dengan mengurangi ukuran gambar tanpa mengorbankan kualitas visual.



COMPONENT AND **IMPLEMENTATION**



COMPONENT

01

Image Downscaler
Bertugas sebagai komponen utama yang menangani gambar input, state machine, dan koordinat yang berkaitan dengan Box Sampling.

02

Box Sampling
Bertugas untuk memproses gambar input dan menghasilkan versi yang sudah di-downscale

03

RGB Package
Bertugas untuk mendefinisikan tipe data dan function untuk menangani RGB dari gambar input. Selain itu juga menangani dimensi dari image dan memperkirakan sizenya setelah di-downscale.

04

Testbench
Komponen pengujian yang mensimulasikan behavior dari Image Downscaler. Tugasnya memberikan gambar input dan memeriksa output yang diberikan.

MODULE IMPLEMENTATION



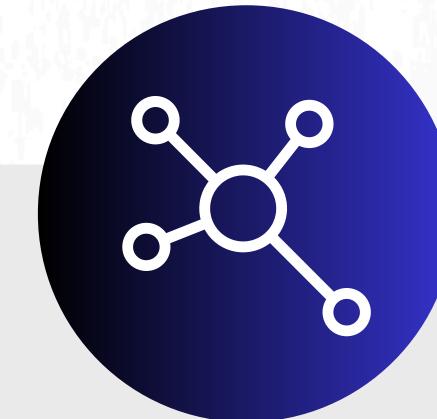
DATAFLOW

Data mengalir dari sinyal input menuju sinyal internal dan output, dengan algoritma BoxSampling memetakan port ke sinyal seperti clk, rst, width, dan lainnya.



BEHAVIORAL

Menggunakan state machine dengan state seperti IDLE, PROCESS_INPUT, dan DOWNSCALE untuk mendeskripsikan perilaku komponen ImageDownscaler.



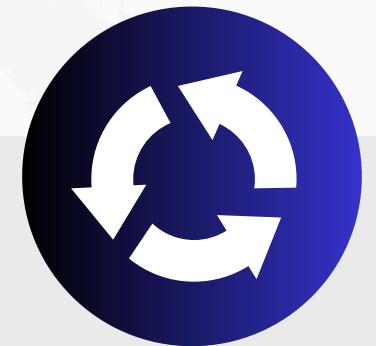
STRUCTURAL

BoxSampling terhubung ke ImageDownscaler dengan memetakan port ke sinyal sesuai prinsip structural design.



TESTBENCH

Testbench digunakan pada secara hierarchy paling atas untuk menyimulasikan downscaling algorithm dari component - component yang dibuat.



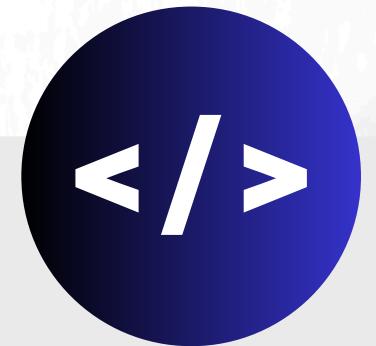
LOOPING

Looping digunakan pada state DOWNSCALE untuk menyalin hasil downscale ke output image.



FUNCTION

Function seperti calculate_downscaled_size digunakan untuk menghitung dimensi gambar berdasarkan faktor downscale.

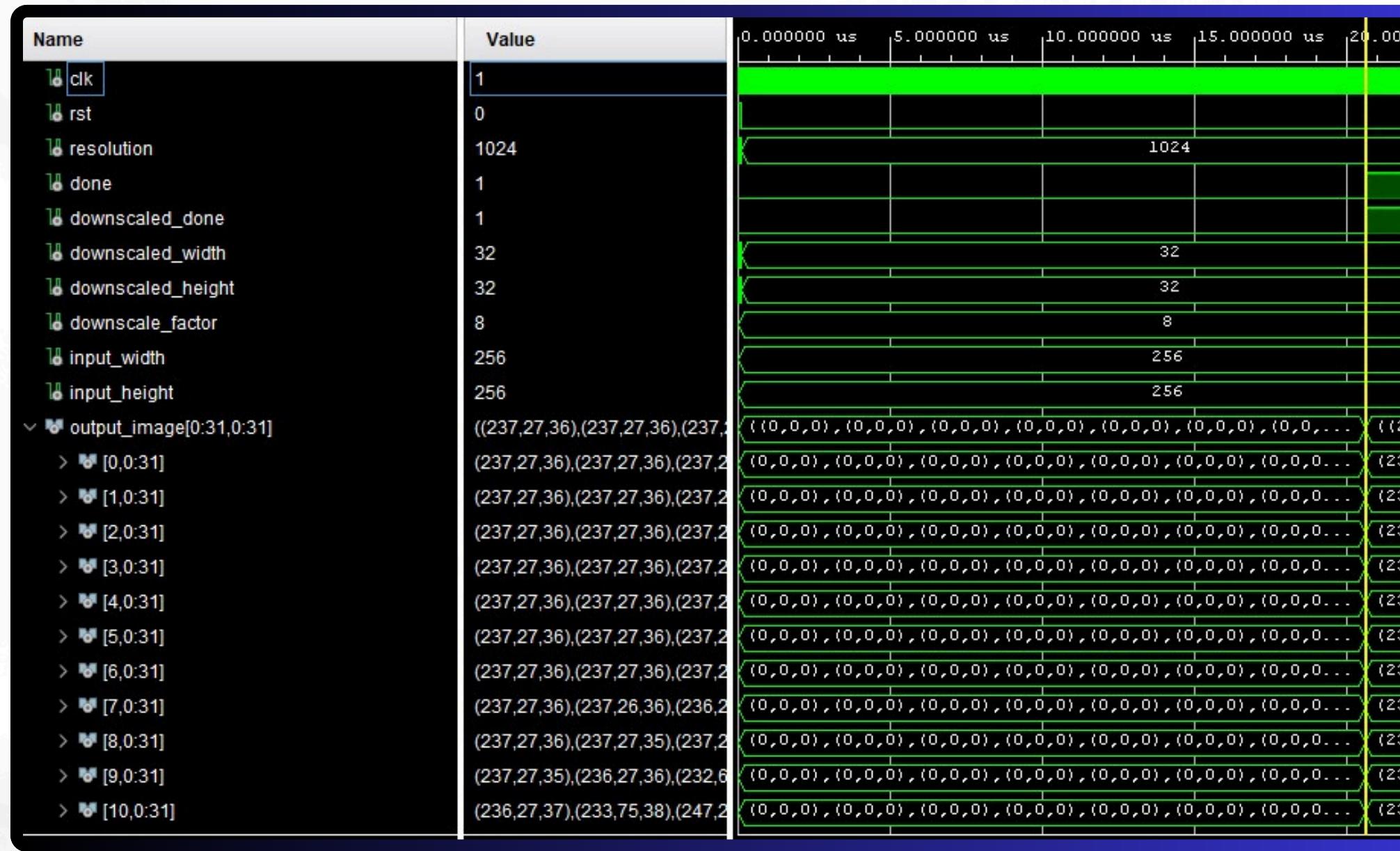


FINITE STATE MACHINE

State machine dalam process utama dapat dianggap sebagai bentuk FSM, di mana terdapat setiap state (IDLE, PROCESS_INPUT, DOWNSCALE) yang mengontrol alur dari komponen ImageDownscaler.

TESTING AND RESULT

TESTING



Proses testing menggunakan gambar 256x256 pixel RGB yang diperkecil menjadi 32x32 pixel dengan faktor downscale 8. BoxSampling menghitung rata-rata warna RGB tiap blok 8x8 pixel untuk menghasilkan gambar output. ImageDownscaler mengelola proses dengan finite state machine yang melalui tahap IDLE, PROCESS_INPUT, dan DOWNSCALE. Setelah downscaling, gambar disalin ke output dan status "done" serta "downscaled_done" diatur menjadi '1'.

RESULT



Setelah downscaling, gambar output berukuran 32x32 pixel dengan warna yang dihitung berdasarkan rata-rata blok 8x8 pixel dari gambar input. Jika nilai RGB dalam blok input identik, warna output akan sama. Gambar output mempertahankan pola dominan warna input meskipun lebih kecil, namun beberapa detail dan ketajaman hilang karena Box Sampling mengurangi sharpness dengan menghitung rata-rata warna dalam blok besar. Output tetap mempertahankan kualitas warna, meski mengorbankan detail dan ketajaman.



ANALYSIS AND CONCLUSION

ANALYSIS

Rangkaian dapat melakukan Downscaling menggunakan algoritma Box Sampling dengan baik. Kami berhasil menggunakan algoritma box sampling untuk menurunkan skala dari gambar dan menyediakan solusi transmisi gambar dengan mengurangi ukuran gambar tanpa mengorbankan kualitas visual.

kendala utama saat program di run, adalah "freezing" saat program mencoba melakukan downscale pada JPG yang berukuran besar. Hal tersebut dikarenakan semakin besarnya ukuran JPG maka semakin banyaknya pixel yang harus di "downscale" oleh algoritma box sampling.



CONCLUSION

Proyek Image Downscaler Using Box Sampling Algorithm berhasil mencapai tujuannya dengan baik, yaitu membuat sistem untuk mengecilkan ukuran gambar menggunakan algoritma Box Sampling.

Proses pengujian berhasil menunjukkan bahwa sistem dapat menghasilkan gambar yang tetap mempertahankan warna utama dari gambar asli, walau pasti detailnya berkurang.

REFERENCES

- 1.R. A. Jordhie, R. Fauzan, F. R. Permana, and N. Febriyanto, "Bicubic Interpolation Image Upscaling Hardware Accelerator on VHDL," GitHub, Dec. 10, 2022. <https://github.com/Jordinia/Bicubic-Interpolation> (accessed Nov. 23, 2024).
- 2.V. Parthipan , "Image Down-Scaler Using the Box Filter Algorithm," repository.rit.edu, Dec. 07, 2024. <https://repository.rit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=10864&context=theses> (accessed Nov. 23, 2024).
- 3.Chaubey, Aashish , "Downsampling and Upsampling of Images – Demystifying the Theory," medium.com, Jan. 14, 2020. <https://medium.com/analytics-vidhya/downsampling-and-upsampling-of-images-demystifying-the-theory-4ca7e21db24a> (accessed Nov. 23, 2024).
- 4.Adam Finkelstein , "Sampling, Resampling, and Warping," princeton.edu, 2018. <https://www.cs.princeton.edu/courses/archive/spring18/cos426/lectures/03-warp.pdf> (accessed Nov. 23, 2024).
- 5.Render Pool , "Image Scaling: Introduction to Scaling, Resizing & Resampling," renderpool.net, Aug. 24, 2020. <https://renderpool.net/blog/image-scaling/> (accessed Nov. 23, 2024).

**THANK
YOU**