

Seminar 1

**PERBANDINGAN PERFORMA BERBASIS FPGA UNTUK DETEKSI TEPI
PADA VIDEO STREAM MENGGUNAKAN SOFTWARE ACCELERATION
DAN HARDWARE ACCELERATION FPGA**



Oleh
SULAEMAN
H131 16 002

Pembimbing Utama	: Armin Lawi, M.Eng.
Pembimbing Pertama	: Dr. Diaraya, M.Ak.
Penguji	: 1.Drs. Khaeruddin, MSc 2.Drs. Aluysius Sutjijana, M.Sc.

**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2020

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR Gambar	ii
DAFTAR Table	iii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 Citra Digital	5
2.1.2 Video Streaming	6
2.1.3 FPGA	6
2.1.4 Deteksi Tepi	7
2.1.5 Konvolusi	8
2.2 State of the Art	9
BAB III METODE PENELITIAN	10
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	10
3.2 Tahapan Penelitian	10
3.3 Objek dan Variabel Penelitian	10
3.4 Instrumen Penelitian	11
DAFTAR PUSTAKA	14

DAFTAR GAMBAR

1.5	Sebuah gambar	3
1.5	ini gambar na	4
2.1	Struktur FPGA	7

DAFTAR TABEL

1.5	Ini Caption tabel	4
-----	-----------------------------	---

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Citra digital merupakan citra yang dihasilkan dari pengolahan secara digital dengan merepresentasikan citra secara numerik dengan nilai-nilai diskret. 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 pixel. Setiap pixel mewakili sebuah warna, pada citra biner sebuah pixel hanya berwarna hitam atau putih saja. Pada citra grayscale warna sebuah pixel mewakili tingkat keabuannya. Sedangkan pada citra warna (RGB) setiap piksel mewakili warna yang merupakan kombinasi dari tiga warna dasar (Putra 2010).

Pada umumnya warna dasar dalam citra RGB menggunakan penyimpanan 8 bit untuk menyimpan data warna, yang berarti setiap warna mempunyai gradasi sebanyak 255 warna. Dewasa ini, citra digital dapat menggunakan 16 bit untuk menyimpan data warna dasarnya, hal ini menyebabkan semakin banyak gradasi warnanya sehingga citra yang dihasilkan memiliki tingkat warna yang jauh lebih banyak. Namun tentu saja hal ini mengakibatkan ukuran file citra yang dihasilkan juga menjadi semakin besar walaupun dengan resolusi yang sama.

Deteksi tepi merupakan salah satu metode dalam pemrosesan citra digital untuk deteksi fitur dan ekstraksi dengan mengidentifikasi titik-titik (pixel) dalam citra yang mengalami perubahan tingkat keabuan secara drastis dan mengalami diskontinu. Salah satu tujuan deteksi tepi yaitu untuk mengurangi jumlah data secara signifikan dalam suatu gambar dan mempertahankan sifat strukturalnya untuk pemrosesan citra lebih lanjut (Rashmi 2013).

Berbagai macam metode deteksi dapat digunakan untuk mendeteksi tepi pada citra. Setiap teknik memiliki keunggulan dan karakteristiknya masing-masing. Suatu teknik deteksi tepi mungkin dapat bekerja sangat baik dalam suatu aplikasi tertentu namun sebaliknya belum tentu dapat berjalan secara maksimal pada aplikasi lainnya.

Field Programmable Gate Arrays atau FPGA adalah perangkat semikonduktor yang berbasis *matriks configurable logic block* (CLBs) yang terhubung melalui in-

terkoneksi 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).

Video stream dapat dipandang sebagai serangkaian citra digital berturut-turut (Zhao 2015). Dengan menganggap Video stream adalah kumpulan citra digital maka dapat dilakukan metode pengolahan seperti pada citra digital, termasuk deteksi tepi. Setiap citra yang ditangkap disebut sebagai frame, setiap frame ini dilakukan deteksi tepi kemudian hasilnya ditampilkan secara berkesinambungan sehingga nampak seperti video yang telah mengalami deteksi tepi.

Frame per second (FPS) atau Frame rate adalah banyaknya frame yang ditampilkan dalam setiap detik pada video. Semakin tinggi FPS sebuah video maka semakin halus pula gerakan yang dapat ditampilkan karena dibentuk dari frame yang lebih banyak, namun dengan jumlah frame yang lebih besar tentu dibutuhkan juga resource yang lebih besar dalam pengolahan video tersebut.

FPGA Xilinx PYNQ-Z2 yang digunakan dalam penelitian ini secara official dapat menerima input video stream dari port HDMI Input dengan resolusi maksimal 720p. Video hasil deteksi tepi yang ditampilkan melalui port HDMI Output mengalami penurunan fps, hal ini disebabkan oleh penambahan jeda waktu komputasi untuk deteksi tepi antara setiap frame. Setiap frame yang diterima dari port HDMI Input dilakukan metode deteksi tepi, kemudian hasilnya disalurkan melalui HDMI output untuk kemudian ditampilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante

lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

1.3 Batasan Masalah

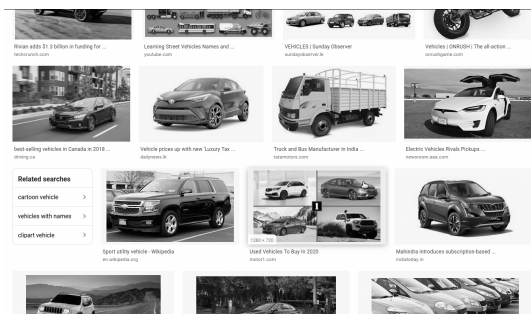
Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

1.4 Tujuan Penelitian

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

1.5 Manfaat Penelitian

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.



Gambar 1.5: Sebuah gambar

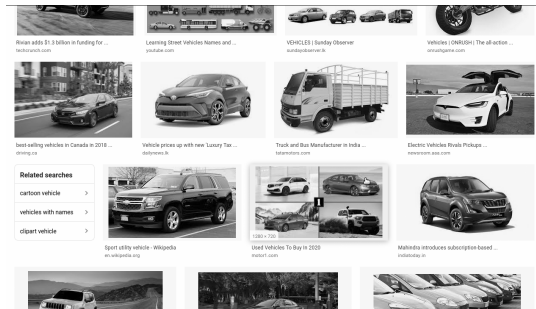
Tabel 1.5: Ini Caption tabel

fad	dfaf	fdsfdfads	fdasf	fda
fdas	fdas	ss	ss	ss
ss	dfa	dfsfa	fdsa	fdsa
ddd	fdd	dda	da	da

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut

metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. 1.5

for reference 1.5



Gambar 1.5: ini gambar na

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Citra Digital

Citra digital merupakan representatif dari citra yang diambil oleh *device* dengan bentuk pendekatan berdasarkan sampling dan kuantisasi. Sampling menyatakan besarnya kotak-kotak yang disusun dalam baris dan kolom. Dengan kata lain, sampling pada citra menyatakan besar kecilnya ukuran pixel pada citra, dan kuantisasi menyatakan besarnya nilai tingkat kecerahan yang dinyatakan dalam nilai tingkat keabuan sesuai dengan jumlah bit biner yang digunakan oleh *device* yang digunakan.

Citra digital dapat didefinisikan sebagai fungsi $f(x,y)$ berukuran M baris dan N kolom, dengan x dan y adalah kordinat spasial, dan amplitudo f di titik kordinat (x,y) dinamakan intensitas atau tingkat keabuan dari citra pada citra tersebut (Putra 2010). Berdasarkan jenis warnanya citra digital dibagi menjadi 3 jenis:

- **Citra Biner (Monokrom)**, Banyaknya dua warna, yaitu hitam dan putih. Warna hitam direpresentasikan dengan 1 dan warna putih direpresentasikan dengan 0. Dibutuhkan 1 bit di memori untuk menyimpan warna ini.
- **Citra Grayscale (Skala keabuan)**, Banyaknya warna tergantung pada jumlah bit yang disediakan di memori untuk menampung kebutuhan warna ini. Citra 2 bit mewakili 4 warna, citra 3 bit mewakili 8 warna, dan seterusnya. Semakin besar jumlah bit warna yang disediakan di memori, semakin halus gradasi warna yang terbentuk. Pada umumnya citra digital grayscale menggunakan 8 bit memori dengan derajat keabuan dari 0 sampai 255.
- **Citra Warna**, Setiap piksel pada citra warna mewakili warna yang merupakan kombinasi dari tiga warna dasar (RG8 = Red Green Blue). Setiap warna dasar menggunakan penyimpanan 8 bit, yang berarti setiap warna mempunyai gradasi sebanyak 255 warna. Berarti setiap piksel mempunyai kombinasi warna sebanyak $255 \times 255 \times 255 = 16$ juta warna lebih. Dibutuhkan $3 \times 8 = 24$ bit di

memori untuk menyimpan sebuah data warna ini.

2.1.2 Video Streaming

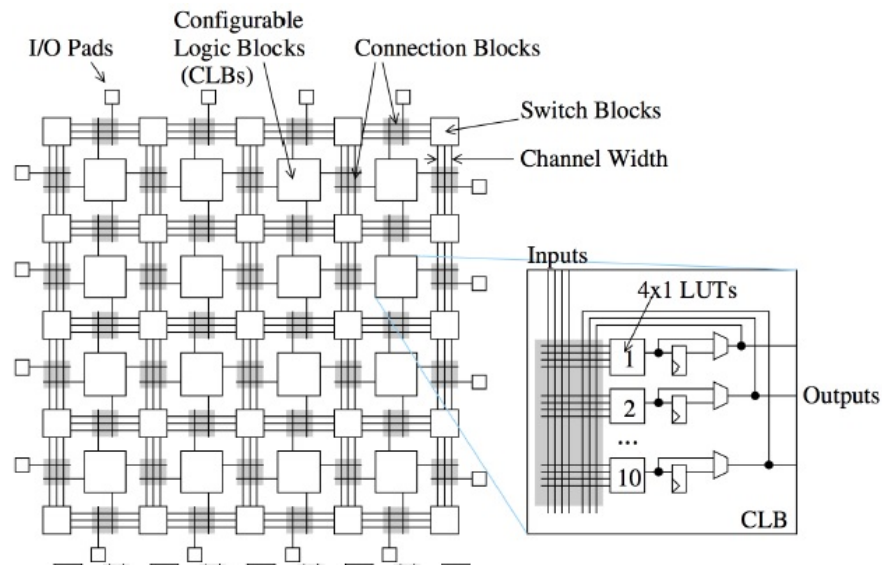
Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

2.1.3 FPGA

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 ke 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).

Sebuah *microprocessor* menerima instruksi berupa kode 1 atau 0, kode-kode ini selanjutnya diinterpretasikan oleh komputer untuk menjalankan perintah yang diberikan. *Microprocessor* ini membutuhkan instruksi berupa kode secara terus menerus untuk menjalankan fungsinya. Sedangkan pada FPGA hanya dibutuhkan sekali konfigurasi *chip* setiap kali dinyalakan. Membuat atau mengunduh *bitstream* yang menentukan fungsi logika dilakukan oleh *logic elements* (LEs), sebuah sirkuit dapat dibuat dengan mengabungkan beberapa LEs menjadi satu kesatuan. Setelah *bitstream* dipasang, FPGA tidak perlu lagi membaca instruksi berupa 1 dan 0, berbeda dengan *microprocessor* yang selalu membutuhkan instruksi (Cheung 2019).



Gambar 2.1: Struktur FPGA

2.1.4 Tepi Citra

Suatu titik (x, y) pada citra digital dikatakan sebagai tepi apabila perubahan nilai intensitas derajat keabuan yang mendadak (besar) dalam jarak yang berdekatan. Tepi biasanya terdapat pada batas antara dua daerah yang berbeda pada suatu citra. Tepi pada citra dapat merepresentasikan objek-objek yang terkandung dalam citra tersebut, bentuk dan ukurannya atau terkadang juga informasi tentang teksturnya.

Tepi citra dapat dilihat melalui perubahan intensitas pixel pada suatu area. Berdasarkan perbedaan perubahan intensitas tersebut, tepi dapat dibagi menjadi 4 jenis yaitu tepi steep, ramp, line dan step-line (Putra 2010).

2.1.4.1 Step

Tepi jenis *step* merupakan tepi citra yang berbentuk dari perubahan intensitas nilai pixel secara signifikan dari tinggi ke rendah ataupun sebaliknya.

2.1.4.2 Ramp

Tepi jenis ini terbentuk dari perubahan intensitas nilai pixel secara perlahan. Perubahan secara perlahan dapat dilihat pada bentuk kurva yang semakin tinggi dengan perubahan kontinu.

2.1.4.3 Line

Tepi jenis ini ditandai dengan perubahan intensitas nilai pixel secara drastis dari rendah-tinggi-rendah atau sebaliknya.

2.1.4.4 Step-line

Tepi *step-line* merupakan gabungan dari tepi jenis step dan line. Tepi jenis ini ditandai dengan peningkatan intensitas yang tajam dalam interval tertentu dan kemudian ditandai dengan penurunan yang tidak signifikan, sehingga perubahan intensitas nilai pixel selanjutnya berlangsung stabil.

2.1.5 Deteksi Tepi

Deteksi tepi merupakan salah satu metode dalam pemrosesan cira digital untuk deteksi fitur dan ekstraksi dengan mengidentifikasi titik-titik (pixel) dalam citra yang mengalami perubahan tingkat keabuan secara drastis dan mengalami diskontinu. Salah satu tujuan deteksi tepi yaitu untuk mengurangi jumlah data secara signifikan dalam suatu gambar dan mempertahankan sifat strukturalnya untuk pemrosesan citra lebih lanjut. (Desi Herawti 2018).

Berbagai macam metode deteksi dapat digunakan untuk mendeteksi tepi pada citra. Setiap teknik memiliki keunggulan dan karakteristiknya masing-masing. Suatu teknik deteksi tepi mungkin dapat bekerja sangat baik dalam suatu aplikasi tertentu namun sebaliknya belum tentu dapat berjalan secara maksimal pada aplikasi lainnya.

Terdapat berbagai operator deteksi tepi yang telah dikembangkan berdasarkan turunan pertama (first order derrivate), di antaranya operator Robert, operator Sobel, operator Prewitt, operator Krisch, dan operator Canny. Konsep dasar dari deteksi tepi dengan turunan pertama adalah dengan memanfaatkan perbedaan nilai suatu pixel dengan pixel tetangganya.

2.1.6 Konvolusi

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi

nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

2.2 State of the Art

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

3.2 Tahapan Penelitian

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

3.3 Objek dan Variabel Penelitian

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi

nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

3.4 Instrumen Penelitian

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis

facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

fadfalkfjaldjflk ldf aklfjaldf fasdllfjk (Zhao 2015)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Darma Putra. *Pengolahan Citra Digital*. Penerbit Andi, 2010.
- [2] Rohini Saxena Rashmi Mukesh Kumar. "ALGORITHM AND TECHNIQUE ON VARIOUS EDGE DETECTION A SURVEY". In: *Signal & Image Processing An International Journal (SIPIJ)* 4.3 (June 2013).
- [3] Jin Zhao. "Video/Image Processing on FPGA". Master thesis. Worcester Polytechnic Institute, Apr. 2015.
- [4] Aqwam Rosadi Kardian Desi Herawti. "Analisis Deteksi Tepi Pada Citra Digital Berbasis JPG Dengan Operator Canny Menggunakan Matrix Laboratory". In: *Jurnal Ilmiah Komputasi* 17.3 (Sept. 2018). p-ISSN 1412-9434/e-ISSN 2549-7227.
- [5] Peter Cheung. *Introduction to FPGAs*. http://www.ee.ic.ac.uk/pcheung/teaching/ee2_digital/Lecture2-IntroductiontoFPGAs.pdf. Accessed on 2020-04-19. 2019.
- [6] Xilinx. *Field Programmable Gate Array (FPGA)*. <https://www.xilinx.com/products/silicon-devices/fpga/what-is-an-fpga.html>. Accessed on 2020-04-17. 2020.