

## **GAME PACMAN DENGAN SD CARD SEBAGAI MEDIA PENYIMPANAN GAME PADA GAME CONSOLE BERBASIS FPGA**

### **PACMAN GAME WITH SD CARD AS GAME STORAGE MEDIA ON FPGA-BASED GAME CONSOLE**

Moh. Aditya Rafi Pratama<sup>1</sup>, Dr. Rizki Ardianto P., S.T., M.T<sup>2</sup>, Dr. Sony Sumaryo, S.T., M.T<sup>3</sup>

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[madityarafip@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:madityarafip@student.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[rizkia@telkomuniversity.ac.id](mailto:rizkia@telkomuniversity.ac.id), <sup>3</sup>[sny@ittelkom.ac.id](mailto:sny@ittelkom.ac.id)

#### Abstrak

Teknologi di bidang permainan atau *game* saat ini sudah sangat berkembang, dan menjadi sebuah hal yang tidak bisa dipandang sebelah mata. Hal itu dibuktikan dengan semakin meningkatnya permintaan konsumen terhadap teknologi permainan tersebut. Mengembangkan *game console* sederhana dapat menggunakan *Field-Programmable Gate Array* atau biasa disebut FPGA.

Pada tugas akhir ini, telah dikembangkan sebuah *video game console* sederhana berbasis FPGA dengan *SD Card* sebagai media penyimpanan *game*. FPGA dan *SD Card* dihubungkan melalui modul *MicroSD Card* yang telah terintegrasi dengan sebuah *interface UART-to-SPI converter* dengan menggunakan ATmega328P. *SD Card* dengan tipe *SDHC class 6* diletakkan di dalam soket modul *MicroSD Card*. *SD Card* tersebut menyimpan *data* penyusun *game Pacman* yang telah dirancang.

Dari hasil percobaan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa FPGA dapat dirancang sebagai *game console* sederhana dengan memainkan *game Pacman* sebagai *game* yang digunakan untuk menguji sistem *game console* yang telah dirancang. Hal ini dapat dilihat pada penggunaan sebanyak 19% *logic cell* dan 51% *memory bits* yang tersedia pada FPGA. Selain itu, *SD Card* yang digunakan sebagai media penyimpanan *game* dapat berfungsi dengan baik dan mempunyai *Transfer rate* sebesar 2,7 KB/s.

**Kata Kunci :** *Game Console, FPGA, SD Card, Pacman.*

#### Abstract

*Technology in the field of games or game currently is highly developed, and it became a thing that could not be considered one eye. It is evidenced by the increasing consumer demand towards the game technology. Developing a simple console game can use a Field-Programmable Gate Array or commonly called an FPGA.*

*In this final project, a simple FPGA based video game console with SD Card will be developed as a game storage media FPGA and SD Card are connected via a MicroSD Card module that has been integrated with a UART-to-SPI converter interface using ATmega328P. SD Card with SDHC class 6 type is placed in the MicroSD Card module socket. The SD Card stores data from The Pacman game that has been designed.*

*From the results of experiments conducted, it can be concluded that FPGA can be designed as a simple game console by playing the Pacman game as a game used to test the game console system that has been designed. This can be seen in the use of as many as 19% logic cells and 51% memory bits available on the FPGA. In addition, the SD Card that is used as a storage medium game can work well and have a transfer rate of 2.7 KB/s.*

**Keywords:** *Game Console, FPGA, SD Card, Pacman.*

#### 1. Pendahuluan

Teknologi di bidang permainan atau *game* saat ini sudah sangat berkembang, dan menjadi sebuah hal yang tidak bisa dipandang sebelah mata. Hal itu dibuktikan dengan semakin meningkatnya permintaan konsumen terhadap teknologi permainan tersebut. Oleh karena itu, di bidang bisnis sendiri teknologi permainan ini juga

memegang peran penting bagi industri yang mengandalkan teknologi permainan sebagai salah satu lini bisnis mereka. Contoh yang dapat dilihat pada salah satu perusahaan teknologi terbesar di dunia yaitu, *Sony Corporation*. Yang mengalami kenaikan pendapatan sebesar 346,4% yaitu dengan penjualan mencapai 2,06 triliun yen pada *kuartal ke-2 tahun 2017*. [1]

. Di Indonesia sendiri, minat dari masyarakat untuk menggunakan *video game console* sangat tinggi. Terutama *video game console* seperti *PlayStation 4* dan *Xbox One* yang kini sangat populer di masyarakat Indonesia. Menurut pengamat industri *game*, Remy Fabian Subijakto hal itu dapat dilihat dari semakin canggihnya fitur yang ditawarkan oleh para *developer video game console*, seperti diberikannya kebebasan untuk *player* memilih karakter dan cara bermain yang menyebabkan masyarakat Indonesia semakin tertarik untuk memainkan sebuah *game console*. [2] Namun, di Indonesia belum terdapat industri yang berada di bidang teknologi permainan khususnya untuk *video game console*. Sebenarnya, terdapat banyak cara untuk mengembangkan sebuah *video game console*. Salah satunya yaitu, mengembangkan *video game console* sederhana menggunakan *board Field-Programmable Gate Array* atau biasa disebut *FPGA*.

Oleh karena itu, pada tugas akhir ini akan dikembangkan sebuah *video game console* sederhana berbasis *FPGA* dengan *SD Card* sebagai media penyimpanan *game*. Dimana *FPGA* akan berperan sebagai *hardware* dari *video game console* yang akan dikembangkan.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Pacman Game

*Pac-man* merupakan sebuah *video game* yang dikembangkan dan dirilis oleh perusahaan asal Jepang yaitu *Namco Bandai Game* atau yang sekarang dikenal sebagai *Namco*. *Pac-man* pertama diluncurkan di Jepang pada tahun 1980. *Game Pac-man* ini disajikan dengan peraturan permainan yang sederhana, karakter lucu dan berwarna, efek suara yang unik, dan *humorous intermissions* (dikenal sebagai “*coffe breaks*”) diantara *level game* tertentu. [3]

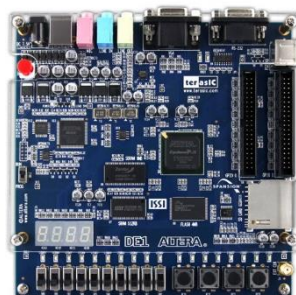
Cara memainkan *game Pac-man* ini yaitu *player* mengontrol karakter utama dari *game* yaitu *Pac-man* untuk memakan semua titik yang berada di dalam labirin dan menghindari dari hantu (karakter jahat/antagonis) yang mencoba untuk mengejar dan menangkap *Pac-man*. Pergerakan dari *Pac-man* itu sendiri menggunakan sebuah *Joystick* yang dapat menggerakkan sesuai dengan keinginan *player*. [3]

### 2.2 Field Programmable Gate Array (FPGA)

*Field-programmable Gate Array* (*FPGA*) merupakan sebuah *Integrated Circuits* (*IC*) yang dapat diprogram atau dikonfigurasi ulang bahkan ketika program telah terinstal di dalam board. *FPGA* sendiri tersusun oleh ribuan atau jutaan transistor yang terhubung dan mempunyai fungsi logika tertentu, yang memungkinkan pengguna untuk dapat menciptakan sebuah fitur ataupun sebuah fungsi program. Selain itu, *FPGA* juga memiliki komponen yang disebut *logic cell* dan *programmable switch*. [4][5][6]

*Logic cell* merupakan sebuah komponen yang dapat dikonfigurasi atau diprogram untuk menjalankan seperti fungsi yang kompleks ataupun gerbang logika sederhana seperti gerbang *AND*, dan *OR*. Sedangkan *Programmable Switch* merupakan sebuah komponen yang dapat dikonfigurasi untuk menentukan hubungan setiap *logic cell* yang digunakan. [4]

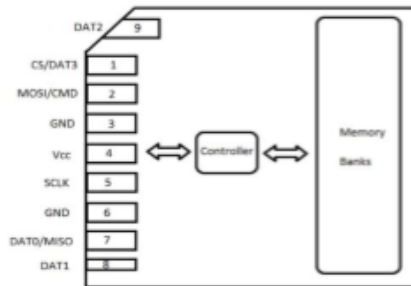
Konfigurasi dari *FPGA* sendiri biasa dirancang dengan menggunakan sebuah bahasa deskripsi yang dikenal dengan nama *hardware description language* (*HDL*). *HDL* sendiri mempunyai dua jenis umum yang sering digunakan yaitu *Verilog* dan *Very High-Speed Integrated Circuit* (*VHSIC*) *HDL* atau yang biasa dikenal sebagai *VHDL*. [4][6]



Gambar 1 Contoh dari sebuah *FPGA* yaitu *Altera DE1 Cyclone II*

### 2.3 Secure Digital Card (SD Card)

*SD Card (Secure Digital Memory Card)* merupakan sebuah perangkat *flash memory* berdasarkan dari sebuah generasi baru perangkat memori semikonduktor. SD Card memiliki kapasitas memori yang besar, kecepatan transfer atau transmisi data yang cepat, fleksibilitas yang bagus, dan keamanan dari data yang baik.[7] Umumnya, sebuah SD Card memiliki 9-pin yang mengandung *physical interface*, *internal controller*, dan bank memori.[8]

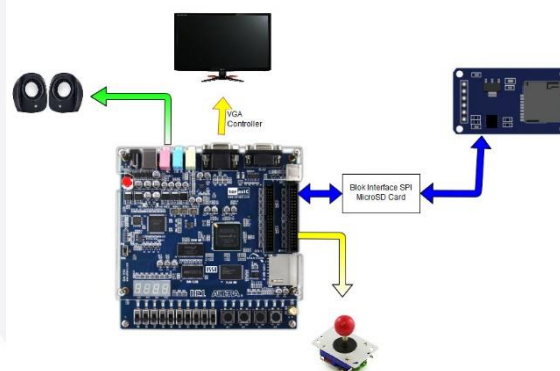


**Gambar 2 Struktur internal dan pin dari SD Card**

Agar sebuah *SD Card* dapat berkomunikasi dengan sebuah kontroler, dalam hal ini yaitu dalam *read/write* data, maka dibutuhkan suatu protokol untuk menghubungkan keduanya. Protokol tersebut mengatur bagaimana proses transmisi dari sebuah *SD Card*. Terdapat tiga jenis mode transmisi yang dapat digunakan di dalam sebuah *SD Card*, yaitu *Serial Peripheral Interface (SPI) mode*, *1-bit SD mode*, dan *4-bit SD mode*. [9][11] Yang menjadi perbedaan dari ketiga mode transmisi tersebut salah satunya yaitu kecepatan transmisi yang mempunyai perbedaan yang cukup signifikan. Seperti yang dijelaskan pada referensi [7][9][10], *SPI mode* mempunyai kecepatan transmisi mencapai 25 Mb/s, *1-bit SD mode* mempunyai kecepatan transmisi mencapai 25 Mb/s, dan *4-bit SD mode* mempunyai kecepatan transmisi mencapai 100 Mb/s.

## 3. Perancangan Sistem

### 3.1 Desain Sistem

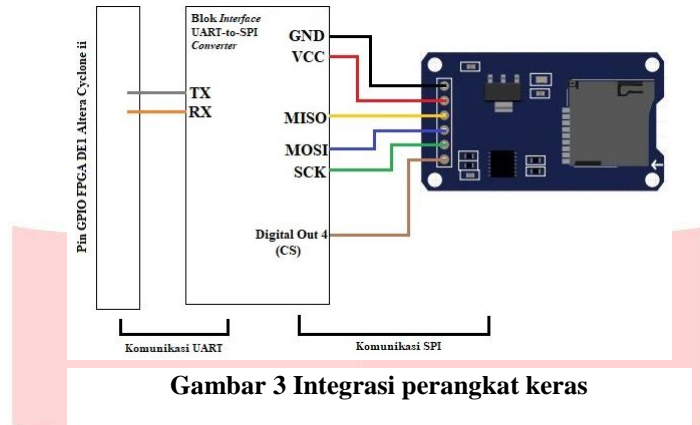


**Gambar 1. Blok Diagram Sistem**

Dalam tugas akhir ini akan dikembangkan sebuah *video game console* berbasis FPGA yang akan memainkan *game Pacman*. *Video game console* ini didukung oleh beberapa komponen pelengkap agar *video game console* ini dapat berjalan dengan lancar. Komponen itu antara lain, *Joystick* sebagai penggerak di dalam *game* yang akan dihubungkan melalui port GPIO di FPGA yang digunakan, *SD Card* sebagai media penyimpanan *game* yang dipasang melalui modul *MicroSD Card* yang sudah terpasang antarmuka dan terhubung pada port GPIO FPGA, *Speaker* sebagai keluaran suara dari *game*, dan *Monitor* sebagai penampil *game* yang akan dihubungkan melalui port VGA yang tersedia. Gambar 3 menjelaskan desain sistem secara keseluruhan yang akan dikerjakan oleh kelompok pada tugas akhir ini. Bagian yang ditunjukkan oleh panah berwarna biru merupakan lingkup kerja yang akan dikerjakan dalam penyelesaian tugas akhir ini. Untuk bagian yang ditunjukkan oleh panah berwarna hijau dan kuning akan dikerjakan oleh anggota kelompok yang lain.

### 3.2 Integrasi Perangkat Keras

Sistem yang dikerjakan menggunakan modul *MicroSD Card* sebagai soket dari *SD Card* yang digunakan. Modul *MicroSD Card* dihubungkan dengan FPGA melalui ATmega328P sebagai blok *interface* yang akan tersambung dengan pin GPIO dari FPGA DE1 Altera Cyclone ii yang digunakan. *SD Card* berfungsi untuk menyimpan data *game* yang sudah dirancang. Sistem yang dirancang dapat dilihat pada Gambar III-4.

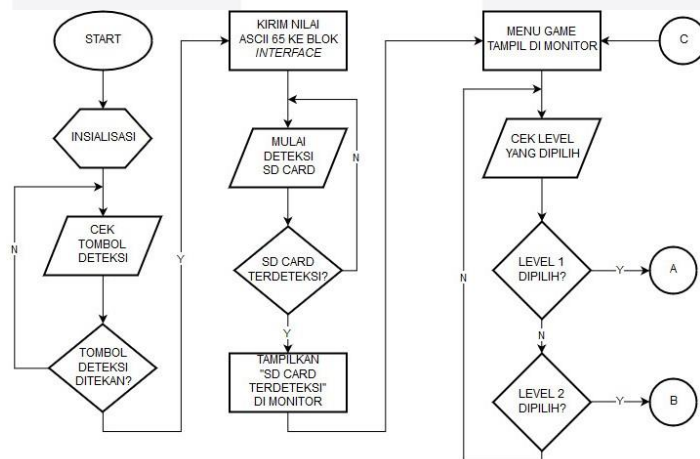


Gambar 3 Integrasi perangkat keras

### 3.3 Desain Perangkat Lunak

Gambar 5 menjelaskan *flowchart* atau diagram alir dari sistem yang akan dirancang. Sistem ini menggunakan mode transmisi *Universal Asynchronous Receiver-Transmitter* (UART) antara FPGA dan blok *interface* dan menggunakan mode transmisi *Serial Peripheral Interface* (SPI) antara blok *interface* dan *MicroSD Card Module*. Sistem yang dirancang terdiri dari tiga proses utama yaitu, pendeteksian *SD Card*, proses membuka *data game* yang telah disimpan, dan proses pengiriman *data game*.

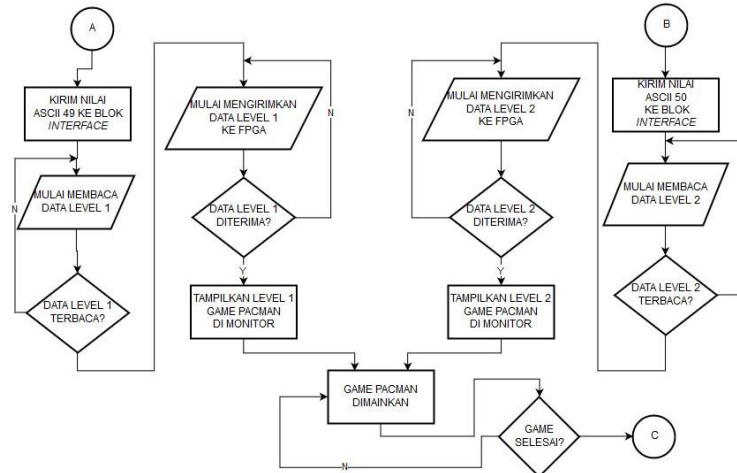
Proses inisialisasi atau pendeteksian *SD Card* ini dapat dilihat pada gambar 5. Proses ini berfungsi untuk memeriksa apakah *SD Card* terdeteksi dan sudah siap digunakan. Pendeteksian akan dimulai ketika tombol deteksi ditekan, lalu FPGA akan mengirimkan sebuah kode ASCII dengan nilai 65 ke blok *interface* melalui komunikasi UART (*Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*). Ketika blok *interface* sudah menerima kode ASCII



Gambar 4 Flowchart dari sistem yang akan dirancang

tersebut maka akan dimulai pendeteksian *SD Card*. Ketika *SD Card* terdeteksi oleh *microSD Card module* yang terpasang maka akan muncul sebuah tulisan di layar monitor berupa “SD Card Terdeteksi”. Setelah *SD Card* terdeteksi maka proses akan berlanjut menampilkan menu *Game Pacman* untuk memilih *level* atau tingkatan mana yang ingin dimainkan.

Proses pada Gambar 6 ini dapat dilakukan ketika menu dari *Game Pacman* telah muncul di layar monitor. Saat salah satu *level* atau tingkatan permainan dipilih maka FPGA akan mengirimkan sebuah kode ASCII ke blok *interface* melalui komunikasi UART. Ketika kode ASCII yang telah dikirimkan oleh FPGA itu telah diterima maka blok *interface* akan membaca data *level* yang dipilih dari *Game Pacman* yang telah tersimpan di dalam *SD Card*. Setelah data terbaca, maka data yang terbaca tadi akan dikirimkan ke FPGA sehingga FPGA akan menampilkan *level* yang terpilih tadi untuk ditampilkan dan dimainkan. Ketika *Game Pacman* sudah selesai maka *Game* akan kembali menuju menu untuk memilih *level* kembali.

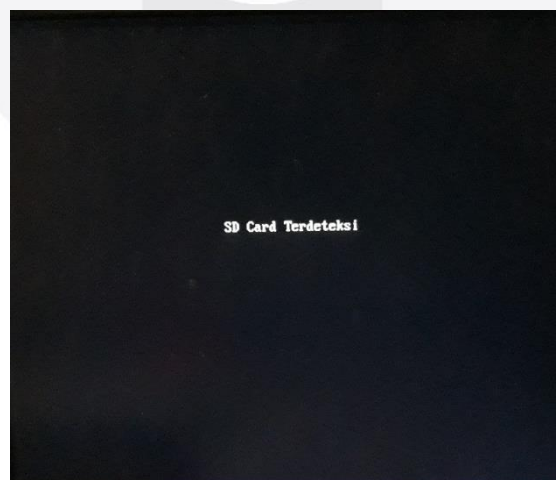


Gambar 5 Flowchart Proses Membuka dan Mengirimkan Data *Game*

## 4. Pengujian Sistem

### 4.1 Pengujian dan Analisis Deteksi SD Card

Pengujian ini dilakukan untuk mendeteksi *SD Card* yang terpasang pada modul *MicroSD Card* dan berapa lama waktu yang dibutuhkan dalam mendeteksi *SD Card* tersebut. Di dalam pengujian ini waktu proses yang diinginkan adalah selama 1 detik dengan *baud rate* yang sudah ditentukan yaitu sebesar 115.200 bps (*bit per second*). Pendektasian *SD Card* dilakukan dengan menghubungkan modul *microSD Card* yang telah terintegrasi ke pin GPIO dari FPGA. Ketika Tombol Deteksi ditekan maka FPGA akan mengirimkan kode dalam bentuk ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*) yang bernilai 65 (01000001) melalui komunikasi UART ke blok *interface*. Ketika kode ASCII tersebut terdeteksi, maka blok *interface* akan mendeteksi apakah terdapat *SD Card* di soket modul *microSD Card*. Jika *SD Card* terdeteksi maka blok *interface* akan mengirimkan sebuah *feedback* berupa kode ASCII dengan nilai 66 (01000010) yang dapat terlihat pada lampu LED yang terdapat pada FPGA dan pada layar monitor akan menampilkan informasi apakah *SD Card* terdeteksi. Jika *SD Card* terdeteksi maka akan muncul *text* atau kalimat seperti yang terlihat pada gambar 7.



Gambar 6 Tampilan Monitor Pendeteksian SD Card

Pengujian ini dilakukan sebanyak 10 kali dengan mengirimkan kode ASCII yang sudah ditentukan ketika tombol *Detect* ditekan. Dalam tabel IV-2 dapat dilihat waktu proses yang diperlukan untuk menyelesaikan proses deteksi *SD Card* pada modul *MicroSD Card*.



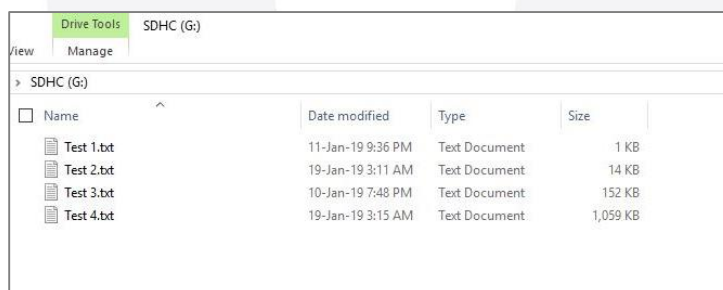
**Tabel 1** Tabel pengujian pendeteksian SD Card

Pengujian ke-	Command yang dikirim	Waktu Proses (s)
1	CMD55 dan ACMD41	1,648
2		1,658
3		1,655
4		1,670
5		1,640
6		1,641
7		1,667
8		1,635
9		1,678
10		1,665
Rata-rata		1,656

Dari hasil pengujian pendeteksian *SD Card* yang terdapat pada Tabel 1, dapat disimpulkan bahwa waktu proses yang dibutuhkan dalam pengujian ini membutuhkan waktu rata-rata 1,656 s dari 10 kali percobaan. Jika dibandingkan dengan waktu proses yang diinginkan yaitu 1 s, maka pendeteksian *SD Card* lebih lama dari waktu proses yang diinginkan.

#### 4.2 Pengujian dan Analisis Pengiriman *File* dari SD Card ke FPGA

Setelah SD Card terdeteksi, maka pengujian akan berlanjut ke pengujian membaca dan mengirimkan data yang terdapat di dalam SD Card. Data yang tersimpan di dalam SD Card berupa data dari Game Pacman yaitu Level 1 dan Level 2 dari Game Pacman. Pengujian ini diawali dengan melakukan pengujian pengiriman data dari

**Gambar 7** Besar *file* yang akan digunakan dalam pengujian

SD Card, dengan beberapa besar data yang berbeda-beda, dan susunan data yang berbeda pada setiap file dengan tujuan untuk mengetahui yang mana dari file yang digunakan memiliki kecepatan pengiriman yang paling cepat. Pengujian ini menggunakan baud rate sebesar 115.200 bps. Besar file dapat dilihat pada Gambar 8.

*Data* disimpan dalam *file* dengan tipe .txt seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8. Terdapat 4 *file* yang digunakan dalam pengujian ini. Keempat *file* ini memiliki besar *file* yang berbeda-beda mulai dari 1 KB (*Kilo Bytes*) sampai dengan 1 MB (*Mega Bytes*) dan susunan *data* yang berbeda-beda untuk setiap *file*.

Tabel 2 Tabel Pengujian Pengiriman *file* dari *SD Card* ke FPGA

Pengujian ke-	Besar <i>file</i> (Byte)	Waktu Proses (s)	Waktu Proses Rata-rata (s)
1	1 KByte	1,991	2.009
2		1,969	
3		2,035	
4		2,025	
5		1,989	
6		2,052	
7		2,019	
8		1,996	
9		2,013	
10		2,001	
1	14 KByte	17,782	17,797
2		17,75	
3		17,882	
4		17,792	
5		17,801	
6		17,842	
7		17,772	
8		17,75	
9		17,76	
10		17,838	
1	152 KByte	54,875	54,884
2		54,854	
3		54,906	
4		54,923	
5		54,883	
6		54,892	
7		54,936	
8		54,858	
9		54,859	
10		54,853	
1	1.059 KByte	1272,5	1272,414
2		1272,464	
3		1272,442	
4		1272,383	
5		1272,394	
6		1272,452	
7		1272,466	
8		1272,423	
9		1272,442	
10		1272,172	

Dari hasil pengujian pada tabel 2, proses pengiriman data menunjukkan waktu proses yang berbeda untuk setiap *file* yang besarnya berbeda. Waktu proses disini merupakan waktu pengiriman *data* dari *SD Card* menuju FPGA dari *file* yang telah dipilih. Dari besar *file* dan waktu proses rata-rata dapat ditentukan berapa Kecepatan Pengiriman Data (*Transfer Rate*) untuk masing-masing *file*.

## 5. Kesimpulan

1. Berdasarkan perancangan, pengujian, dan analisis mengenai “Game Pacman dengan SD Card Sebagai Media Penyimpanan Game pada Game Console Berbasis FPGA” yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:
2. Sebuah FPGA dapat dikembangkan menjadi sebuah Game Console dengan perancangan yang disesuaikan dengan spesifikasi FPGA yang digunakan, terbukti dengan dari penggunaan 19% logic elements dan 51% memory bits dari yang tersedia pada FPGA yang digunakan yaitu Altera DE1 Cyclone II.
3. Algoritma Game yang telah dirancang dapat berjalan dengan baik yaitu dibuktikan dengan game dapat dimainkan sesuai dengan apa yang sudah dirancang sebelumnya.
4. SD Card dapat diintegrasikan di dalam FPGA dengan menggunakan modul MicroSD Card. Namun, didalam penggunaannya Transfer Rate yang tercepat dihasilkan hanya 2,7 KB/s untuk mengirimkan data sebesar 152 Kbyte dan 153 KByte.

## Daftar Pustaka

- [1] Okezone Finance, “Wih! PlayStation, Tulang Punggung Terkuat Sony Raih Untung Besar,” *Okezone Finance*, 10 November 2017. <https://economy.okezone.com/> [Diakses 10 Maret 2018].
- [2] The Daily Oktagon, “Perang Konsol Game Generasi Baru di Indonesia, Siapa Juara?”, *The Daily Oktagon*, 26 April 2017, <https://daily.oktagon.co.id/> [Diakses 14 Februari 2018]
- [3] Pac-Man Web, “What is Pac-Man”, *Pac-Man Web*, 28 November 201. [Diakses 18 Maret 2018]
- [4] Jatmiko, W., Mursanto, P., Fajar, M., Tawakal, M. I., Trianggoro, W., Rambe, R. S., Ramadhan Arief. *Implementasi Berbagai Algoritma Neural Network Dan Wavelet Pada Field Programmable Gate Array*. Januari 2011
- [5] M. Andrew, W. Ron. *FPGA for Dummies, 2<sup>nd</sup> Special Edition*,. Hoboken, NJ, 2017.
- [6] Liang, H. W., Li, J. A., & Kan, L. L. *Implementation of SD card music player using altera DE2-70, Proceedings* - presented at 2011 International Conference on Multimedia and Signal Processing, 2011.
- [7] Lu, Z., Li, J., & Yao, Z. *The reading/writing SD card system based on FPGA, Proceedings* - presented at 2010 1st International Conference on Pervasive Computing, Signal Processing and Applications, 2010
- [8] Rafique, M. A., Alam, I., Tayyab, M., & Mustafa, A. (n.d.). *A Cost and Resource Efficient Telemetry Host Station Design using FPGA*, Islamabad Pakistan, 2018.
- [9] Susana, R., Ichwan, M., & Phard, S. A. L. *Penerapan Metoda Serial Peripheral Interface ( SPI ) pada Rancang Bangun Data Logger berbasis SD card, Jurnal ELKOMIKA*, vol. 4, no. 2, pp.208-227 Bandung, Indonesia, 2016
- [10] L. Dee. *The Literacy Controller Design of SD Card Based on FPGA, Applied Mechanics and Materials*, vol. 263-266, pp.118-121, Switzerland, 2013
- [11] Chu, P. P. *Embedded SoPC Design with Nios II Processor and Verilog Examples*,. Hoboken, NJ, 2011