

RANCANG BANGUN 3D HOLOGRAM VIDEO DISPLAY INFORMASI BINATANG DI KEBUN BINATANG BANDUNG

Design 3D Hologram Display Video Information of Animals in Bandung Zoo

Rizal Firdaus Adhika¹, Denny Darlis S.Si., MT.², Tengku Ahmad Riza ST., MT.³

^{1,2}Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

¹rizalfrdsa@gmail.com, ²dennydarlis@telkomuniversity.ac.id

³tengku.riza@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Kebun binatang adalah tempat binatang dipelihara dalam lingkungan buatan, dan dipertunjukkan kepada publik. Selain sebagai tempat rekreasi, kebun binatang berfungsi sebagai tempat pendidikan, riset, dan tempat konservasi untuk satwa terancam punah. Perkembangan teknologi pada saat ini semakin berkembang pesat yang sudah semakin maju dan modern. Contohnya seperti penyampaian informasi 3D hologram yang lebih modern dan lebih menarik di kebun binatang dapat menjadi point penting bagi para wisatawan. Penyampaian informasi mengenai binatang berupa 3D hologram yang menarik dapat membuat masyarakat tertarik untuk melihat binatang dan tidak membosankan.

Pada proyek akhir ini, dibuat sebuah sistem untuk menampilkan informasi 3D hologram serta video yang memanfaatkan mini PC berbasis Raspberry Pi sebagai solusi untuk menyelesaikan permasalahan diatas. Sistem ini dirancang menggunakan Raspberry Pi sebagai pengendali sistem, dengan Raspberry OS sebagai media yang menampilkan informasi binatang yang hasilnya akan ditampilkan pada sebuah LCD TV dan menjadi display 3D hologram.

Hasil akhir Proyek akhir ini menghasilkan sebuah informasi 3D hologram yang diaplikasikan pada kebun binatang. Delay yang diperlukan dari 3D hologram ini sekitar 1 detik. Penggunaan listrik yang digunakan relative kecil karena hanya digunakan untuk mini PC, monitor LCD dan lampu hiasan. Dengan menampilkan citra tiga dimensi yang modern dan menarik, dapat mnarik pengunjung untuk mengetahui informasi lebih dan tidak membosankan. Sistem informasi ini akan diaplikasikan Di Kebun Binatang Bandung.

Kata kunci: Mini PC, Raspberry Pi, Hologram, LCD TV, Sistem Operasi.

ABSTRACT

The zoo is where animals are kept in an artificial environment, and displayed to the public. In addition to being a place of recreation, the zoo serves as a place of education, research, and conservation sites for endangered species. Technological developments at this time growing rapidly that has been more advanced and modern. Examples of such a more modern and more interesting holographic 3D information delivery at the zoo can be an important point for tourists. Submission of information about animals in the form of an interesting 3D hologram can make people interested to see animals and not boring.

In this final project, a system for displaying 3D hologram information and video using Raspberry Pi-based mini PC as solution to solve the above problem. The system is designed using Raspberry Pi as a system controller, with Raspberry OS as a medium that displays animal information whose results will be displayed on an LCD TV and into a 3D display of holograms.

The final result of this final project produces a 3D hologram information applied to the zoo. The required delay of this 3D hologram is about 1 second. The use of electricity used is relatively small because it is only used for mini PCs, LCD monitors and decoration lights. By displaying a modern and attractive three-dimensional image, it can attract visitors to find out more and less boring information. This information system will be applied at Bandung Zoo.

Keywords: Mini PC, Raspberry Pi, Hologram, LCD TV, Operating System .

1. Pendahuluan

Kebun binatang adalah tempat binatang dipelihara dalam lingkungan buatan, dan dipertunjukkan kepada publik. Selain sebagai tempat rekreasi, kebun binatang berfungsi sebagai tempat pendidikan, riset, dan tempat konservasi untuk satwa terancam punah. Perkembangan teknologi pada saat ini semakin berkembang pesat yang sudah semakin maju dan modern. Contohnya seperti penyampaian informasi 3D hologram yang lebih modern dan lebih menarik di kebun binatang dapat menjadi point penting bagi para wisatawan. Penyampaian informasi mengenai binatang berupa 3D hologram yang menarik dapat membuat masyarakat tertarik untuk melihat binatang dan tidak membosankan.

Permasalahan yang terjadi seperti pengunjung yang sudah bosan terhadap informasi binatang yang kurang menarik. Penerapan teknologi pada kebun binatang membawa dampak yang cukup besar bagi para pengunjung. Informasi 3D hologram dirasa sangat membantu pengunjung agar lebih tertarik melihat sesuatu yang baru di kebun binatang.

Dari latar belakang tersebut, maka dirancanglah sebuah 3D hologram video display yang diaplikasikan di kebun binatang. Sistem ini menggunakan mini PC sebagai server. Sistem ini menggunakan komputer pribadi mini yang dapat menampilkan data video empat sisi untuk kemudian diproyeksikan ke suatu bahan transparan dengan bangun ruang tertentu sehingga membentuk citra tiga dimensi dari binatang yang akan diinformasikan kepada pengunjung.

Sistem ini bekerja dengan menggunakan mini PC atau Raspberry Pi. Raspberry Pi merupakan sebuah mini PC yang biasa digunakan sebagai pengganti komputer dan tidak memerlukan konsumsi daya yang tinggi. Sistem ini bekerja menampilkan informasi, gambar, dan video yang nantinya akan ditampilkan untuk pengunjung. Raspberry Pi nantinya akan disambungkan ke LCD TV untuk menampilkan binatang yang berada di kebun binatang tersebut.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Holografi

Holografi adalah teknik yang memungkinkan cahaya dari suatu benda yang tersebar direkam dan kemudian direkonstruksi sehingga objek seolah-olah berada pada posisi yang relatif sama dengan media rekaman yang direkam. Gambar berubah sesuai dengan posisi dan orientasi dari perubahan sistem pandangan dalam cara yang sama seperti saat objek itu masih ada, sehingga gambar yang direkam akan muncul secara tiga dimensi (3D) yang biasa disebut dengan hologram. Teknologi perekaman citra tiga dimensi ini menggunakan sinar murni.

Fisikawan berkebangsaan Hungaria-Inggris, Dennis Gabor, diberi Penghargaan Nobel bidang Fisika pada tahun 1971 berkat penemuan dan pengembangannya dalam metode/teknik holografi. Pekerjaan dia yang dilakukan pada akhir tahun 1940-an, didasari oleh pekerjaan sebelumnya di bidang mikroskopi sinar X oleh ilmuwan lain, seperti Mieczysław Wolfke pada tahun 1920 dan William Lawrence Bragg pada tahun 1939. Penemuan ini merupakan hasil yang tidak diduga dari riset yang dilakukan dalam mengembangkan mikroskop elektron di perusahaan British Thomson-Houston (BTH) di Kota Rugby, Inggris, dan perusahaan tersebut mengajukan paten pada Desember 1947.

2.2. Hologram



Gambar 2.2 Hologram

Hologram adalah produk dari teknologi holografi. Hologram terbentuk dari perpaduan dua sinar cahaya yang koheren dan dalam bentuk mikroskopik. Hologram bertindak sebagai gudang informasi optik. Informasi-informasi optik itu kemudian akan membentuk suatu gambar, pemandangan, atau adegan.

Hologram merupakan pengembangan dari gudang informasi (*information storage*) yang mutakhir. Kelebihan hologram ialah ia mampu menyimpan informasi, yang di dalamnya memuat objek-objek 3 dimensi (3D). Hal itu disebabkan prinsip kerja hologram tidak sesederhana lensa fotografi. Hologram menggunakan prinsip-prinsip difraksi dan interferensi, yang merupakan bagian dari fenomena gelombang.

2.3. Kebun Binatang



Gambar 2.3 Kebun Binatang Bandung

Kebun binatang atau taman margasatwa adalah tempat hewan dipelihara dalam lingkungan buatan, dan dipertunjukkan kepada publik. Selain sebagai tempat rekreasi, kebun binatang berfungsi sebagai tempat pendidikan, riset, dan tempat konservasi untuk satwa terancam punah. Binatang yang dipelihara di kebun binatang sebagian besar adalah hewan yang hidup di darat, sedangkan satwa air dipelihara di akuarium.

Salah satu Tempat Wisata Di Bandung dan merupakan objek wisata terbaik dan murah adalah Kebun Binatang Bandung, karena selain sebagai sarana pemenuhan kebutuhan manusia akan rekreasi, objek wisata alam dan binatang di Bandung ini juga merupakan pusat cagar kebudayaan, pendidikan, Iptek dan juga Cagar perlindungan dan pelestarian kekayaan alam.

2.4. Sistem Informasi

Sistem informasi adalah kombinasi dari teknologi informasi dan aktivitas orang yang menggunakan teknologi itu untuk mendukung operasi dan manajemen. Dalam arti yang sangat luas, istilah sistem informasi yang sering digunakan merujuk kepada interaksi antara orang, proses algoritmik, data, dan teknologi. Dalam pengertian ini, istilah ini digunakan untuk merujuk tidak hanya pada penggunaan organisasi teknologi informasi dan komunikasi (TIK), tetapi juga untuk cara di mana orang berinteraksi dengan teknologi ini dalam mendukung proses bisnis.

2.5. Single Board Computer



Gambar 2.4 Single Board Computer

Sebuah single-board computer (SBC) adalah komputer yang lengkap dibangun pada papan sirkuit tunggal, berikut mikroprosesor(s), memori, input / output (I/O) dan fitur lain yang dibutuhkan pada sebuah komputer fungsional. Komputer single-board dibuat termasuk sebagai platform pengembangan sistem, untuk sistem pendidikan, atau untuk digunakan sebagai pengendali komputer tertanam (embedded). Banyak jenis komputer portabel yang mengintegrasikan semua fungsi mereka ke sebuah papan sirkuit tunggal.

Berbeda dengan desktop dan komputer pribadi, komputer papan tunggal sering tidak bergantung pada slot ekspansi untuk fungsi perifer atau ekspansi dan sebagai pengganti acapkali menyediakan pin GPIO (General-purpose input/output).

2.6. Sistem Operasi

Sistem operasi adalah komponen pengolah piranti lunak dasar (essential component) tersistem sebagai pengelola sumber daya perangkat keras komputer (hardware), dan menyediakan layanan umum untuk aplikasi perangkat lunak. Sistem operasi adalah jenis yang paling penting dari perangkat lunak sistem dalam sistem komputer. Tanpa sistem operasi, pengguna tidak dapat menjalankan program aplikasi pada komputer mereka, kecuali program booting.

2.7. Raspbian

Raspbian adalah sistem operasi gratis berdasarkan Debian yang dioptimalkan untuk perangkat keras Raspberry Pi. Sistem operasi adalah kumpulan program dasar dan utilitas yang membuat Raspberry Pi Anda berjalan. Namun, Raspbian menyediakan lebih dari OS murni: ia hadir dengan lebih dari 35.000 paket, perangkat lunak yang telah dikompilasi sebelumnya yang dikemas dalam format yang bagus untuk instalasi mudah pada Raspberry Pi Anda.

Pembuatan awal lebih dari 35.000 paket Raspbian, dioptimalkan untuk kinerja terbaik di Raspberry Pi, selesai pada bulan Juni 2012. Namun, Raspbian masih dalam pengembangan aktif dengan penekanan pada peningkatan stabilitas dan kinerja paket Debian sebanyak mungkin.

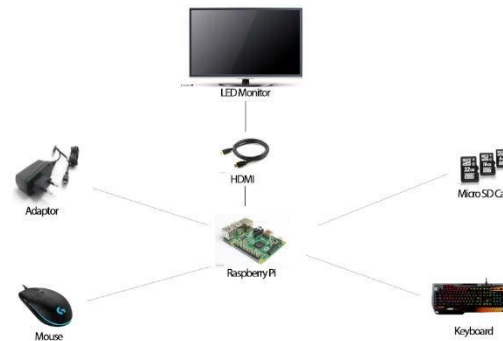
Raspbian tidak berafiliasi dengan Raspberry Pi Foundation. Raspbian dibuat oleh tim pengembang kecil yang berdedikasi yang merupakan penggemar perangkat keras Raspberry Pi, tujuan pendidikan dari Yayasan Raspberry Pi dan, tentu saja, Proyek Debian.

3. Perancangan Sistem

3.1. Survey Kebutuhan

Berdasarkan survey kebutuhan yang telah dilakukan, maka untuk sistem ini dibutuhkan perangkat seperti : Mini PC, Akrilik, LED Monitor, kabel HDMI, Mouse, dan Keyboard. Pada tahap proses survey awal yang penulis lakukan mendapatkan hasil bahwa pada saat ini informasi yang sudah ada masih berupa lisan dan tulisan serta penjelasan dari petugas kebun binatang, sehingga informasi yang disampaikan belum menarik. Maka dari itu, penulis membuat citra tiga dimensi di Kebun Binatang Bandung.

3.2. Sistem 3D Hologram Video Display



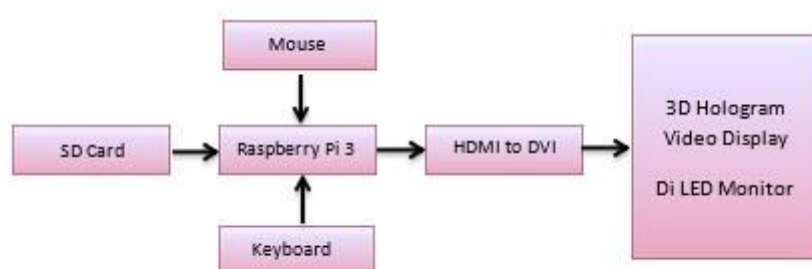
Gambar 3.1 Sistem Hologram

Berdasarkan gambar diatas, spesifikasi sistem ini adalah :

1. Sumber tegangan listrik untuk Raspberry Pi berasal dari adaptor.
2. Raspberry Pi sebagai Mini PC dan pusat sistem.
3. SD Card untuk sistem operasi dan berisi konten video hologram.
4. Mouse sebagai navigasi untuk mengoperasikan OS dan memilih konten video yang akan ditampilkan.
5. Keyboard sebagai navigasi sistem operasi.
6. HDMI untuk menghubungkan Raspberry Pi dengan Monitor LED.
7. Monitor LED sebagai alat penampil 3D Hologram Video Display.

3.3. Mekanisme Kerja Sistem

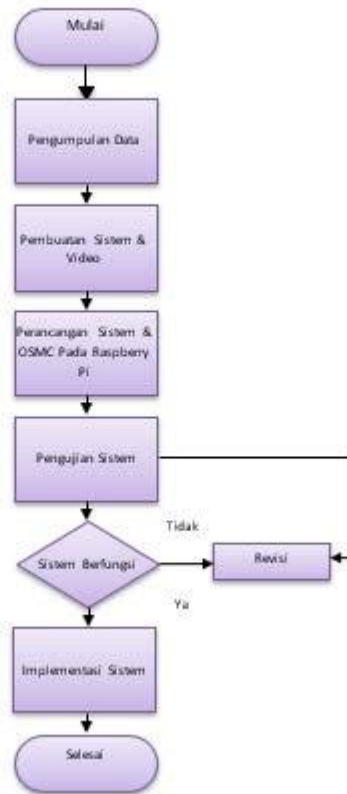
Berdasarkan studi literatur yang dilakukan penulis, maka telah dilakukan pembuatan 3D Hologram Video Display yang berisi Video Hologram Binatang.



Gambar 3.2 Mekanisme Kerja Sistem

Proses dimulai dengan instalasi OSMC yang dilakukan di SD Card yang nantinya digunakan pada Raspberry Pi. Setelah itu Raspberry Pi disambungkan ke LED Monitor dengan menggunakan kabel HDMI to DVI dan LED Monitor menampilkan video 3D Hologram. Mouse dan Keyboard disambungkan pada Raspberry Pi sebagai alat untuk mengoperasikan OSMC. Adaptor disambungkan ke Raspberry Pi sebagai daya.

3.4. Flowchart Sistem

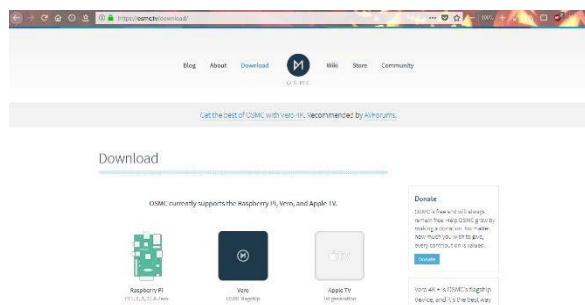


Gambar 3.3 Flowchart Sistem

Gambar diatas merupakan flowchart pengerjaan dari perancangan 3D Hologram Video Display ini. Langkah pertama yaitu pengumpulan data dan video untuk bahan pembuatan konten pada 3D Hologram Video Display ini.

3.5. Proses Instalasi Sistem

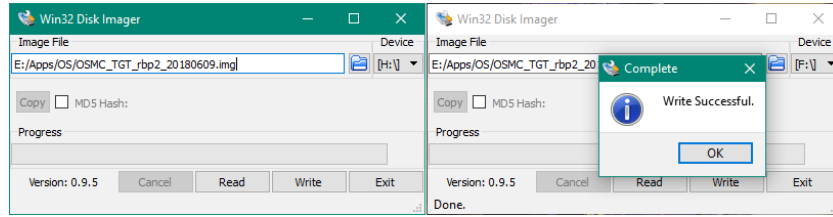
Pertama install software Win32DiskImager pada PC kita lalu download OSMC pada website resmi OSMC. Tahap selanjutnya yaitu sediakan micro SD yang kosong untuk nantinya diisi OSMC untuk Raspberry Pi. Pada tampilan Win32DiskImager di menu “Image File” masukan file ISO dimana OS yang akan kita gunakan disimpan. Pilih OS yang sudah disediakan dan pada menu “device” pilih device yang akan kita gunakan untuk membuat OS. Setelah semuanya selesai lalu klik “Write” tunggu beberapa saat sampai proses selesai.



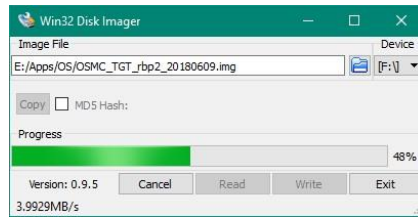
Gambar 3.4 Website Resmi OSMC

Pada website resmi OSMC terdapat beberapa pilihan download untuk macam-macam sistem operasi, juga terdapat berbagai macam versi dari OSMC tersebut. Dikarenakan OSMC yang dibutuhkan adalah untuk Raspberry Pi, maka OSMC yang di download adalah Disk Image untuk Raspberry Pi.

*



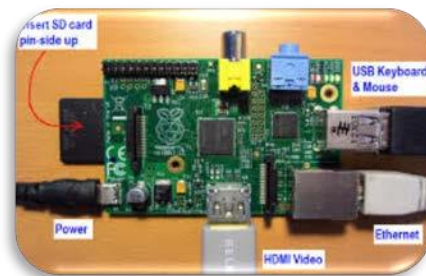
Gambar 3.5 Instalasi OSMC



Gambar 3.6 Proses Instalasi OSMC Sukses



Gambar 3.7 SD Card Pada Raspberry Pi

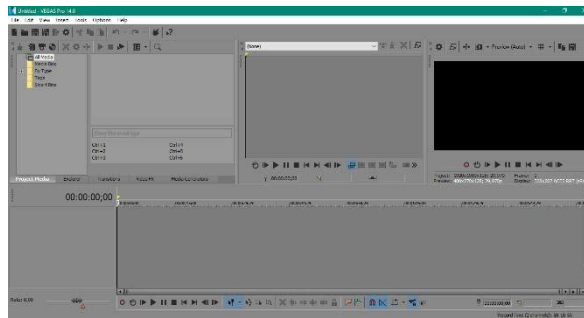


Gambar 3.8 Set Up Pada Raspberry Pi

Setelah proses instalasi selesai, SD Card dimasukkan pada Raspberry Pi. Raspberry Pi. OSMC akan tampil pada Raspberry Pi. Adaptor untuk power, Keyboard, Mouse, SD Card, dan Kabel HDMI to DVI dihubungkan pada Raspberry Pi.

3.6. Pembuatan Konten Video

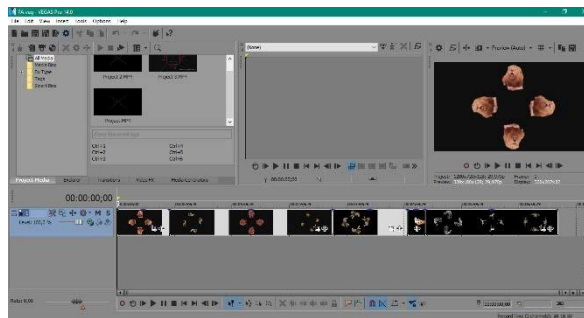
Proses pembuatan konten dan editing video disini penulis menggunakan MAGIX Vegas Pro Karena lebih mudah digunakan. Proses pembuatan konten dan editing video menggunakan format .MP4 untuk video yang diputar pada Video Player OSMC.



Gambar 3.9 Interface MAGIX Vegas Pro

Pada MAGIX Vegas Pro, penulis akan membuat project video untuk dijadikan sebagai 3D Hologram Video Display. Video yang dibuat berbentuk 4 sisi, terdiri dari atas, bawah, samping kanan, dan samping kiri. Video harus dibuat 4 sisi agar dapat memantulkan cahaya yang membuat video tersebut menjadi sebuah Hologram. Langkah mengedit video adalah sebagai berikut :

1. Buka Aplikasi MAGIX Vegas Pro.
2. Masukkan gambar atau video yang akan di edit dengan cara klik *file* lalu *open* dan pilih video yang akan digunakan.
3. Untuk penyimpanan video format yang digunakan adalah .MP4 dikarenakan Format video yang diputar oleh OSMC Video Player lebih baik jika berformat .MP4. langkah awal untuk menyimpan video tersebut klik *file* lalu pilih *render as* lalu pilih lokasi dimana video itu akan disimpan dan pilih format video yang akan digunakan, pilih resolusi video, lalu klik *ok*.



Gambar 3.10 Proses Editing Video

3.7. Pembuatan Akrilik Piramida



Gambar 3.27 Akrilik Piramida

Akrilik Piramida dibuat untuk memantulkan cahaya dari LED Monitor agar menjadi sebuah 3D Hologram Video Display. Akrilik Piramida ini dibuat menggunakan bahan dasar Akrilik dengan ukuran 5,5cm x 21cm x 30cm. Setiap sisi mempunyai ukuran yang sama agar dapat membentuk piramida. Agar dapat menempel pada keempat sisinya, Akrilik Piramida ini diberi lem khusus untuk akrilik seperti lem pada kaca.

3.8. Pembuatan Tempat 3D Hologram Video Display

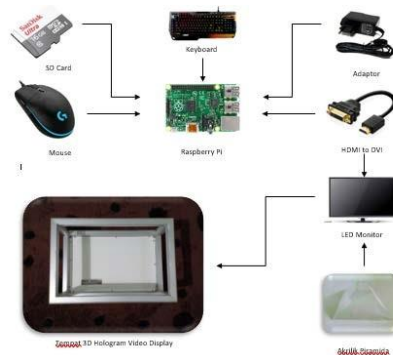


Gambar 3.30 Meja 3D Hologram Video Display

Meja 3D Hologram Video Display dibuat dengan ukuran 54cm x 36cm x 30cm. Meja tersebut berbahan dasarnya aluminium dan kayu. Di dalam meja tersebut terdapat slider untuk menyimpan Raspberry Pi, Keyboard, dan lain-lain.

4. Hasil Implementasi Sistem

4.1. Implementasi Perangkat Keras



Gambar 4.1 Blok Diagram Perangkat Keras

Blok diagram diatas memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Raspberry Pi	Otak dari inti sistem. Mini PC untuk menggunakan OSMC
SD Card	Penyimpanan sistem operasi, data video, dan aplikasi
Adaptor	Daya untuk Raspberry Pi
Mouse	Untuk pengoperasian OSMC
Keyboard	Untuk pengoperasian OSMC
HDMI to DVI	Menyambungkan antara Raspberry Pi dan LED Monitor
LED Monitor	Luaran dan Display dari OSMC
Akrilik Piramida	3D Hologram
Tempat 3D Hologram Video Display	Tempat untuk seluruh perangkat disimpan

Tabel 4.1 Spesifikasi Perangkat Keras

4.2. Pengujian Fungsionalitas

Pengujian dilakukan untuk mengetahui semua fitur yang terdapat pada OSMC apakah berjalan dengan baik sesuai fungsinya. Pengujian ini dilakukan dengan mengetes apa yang ada di dalam OSMC yang nantinya akan digunakan sebagai video player untuk 3D Hologram Video Display. Jika terjadi kesalahan maka dilakukan pembenaran pada bagian kesalahan sehingga video bisa berjalan dengan lancar dan sistem menjadi tidak ada masalah.

4.2.1. Booting Sistem

Pengujian ini dilakukan mengingat adanya jeda waktu saat sistem OSMC melakukan booting. Berikut adalah table dari pengujian tersebut :

Pengujian Ke	Durasi
1	29.89s
2	29.33s
3	29.03s
4	29.88s

Tabel 4.2 Pengujian Booting Sistem

Bisa dilihat pada table diatas bahwa waktu tunggu atau durasi booting sistem OSMC berbeda-beda tergantung pada keadaan Raspberry Pi dan kecepatan SD Card. Hasil tercepat yang diperoleh dari booting sistem berada pada angka 29.03s. Dan hasil terlama yang diperoleh adalah 29.89s

4.2.2. Restart Sistem

Pengujian ini dilakukan mengingat adanya waktu itu saat sistem OSMC melakukan booting. Berikut adalah table dari pengujian tersebut :

Pengujian Ke	Durasi
1	27.79s
2	26.94s
3	28.02s
4	27.77s

Tabel 4.3 Pengujian Restart Sistem

Bisa dilihat pada table diatas bahwa waktu tunggu atau durasi restart sistem OSMC berbeda-beda tergantung pada keadaan Raspberry Pi dan kecepatan SD Card. Hasil tercepat yang diperoleh dari restart sistem berada pada angka 27.77s. Dan hasil terlama yang diperoleh adalah 28.02s. Namun jika dibandingkan dengan proses booting sistem, proses restart ini lebih cepat dibandingkan dengan pada saat booting.

4.2.3. Pemutaran Video

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa lama waktu untuk membuka file video yang telah dibuat

Pengujian Ke	Durasi
1	0.50s
2	3s
3	0.50s

Tabel 4.4 Pengujian Pemutaran Video

Pada hasil pengujian pemutaran video diatas terlihat bahwa OSMC sangat cocok untuk dijadikan sebagai basic dari sistem informasi 3D Hologram Video Display dikarenakan proses untuk pemutaran video yang sangat cepat dan juga pada pemutaran video sangat stabil dan tidak ada jeda sama sekali, sekalipun video dengan ukuran yang sangat besar.

4.2.4. ShutDown Sistem

Pengujian Ke	Durasi
1	4.91s
2	7.24s
3	4.67s

Tabel 4.5 Pengujian ShutDown Sistem

Bisa dilihat pada table diatas bahwa waktu tunggu atau durasi mematikan daya sistem OSMC berbeda-beda tergantung pada keadaan Raspberry Pi yang habis digunakan atau tidak. Hasil tercepat yang diperoleh dari booting sistem berada pada angka 4.67s. Dan hasil terlama yang diperoleh adalah 7.24s.

4.3. Hasil Implementasi Sistem



Gambar 4.10 Hasil Implementasi Sistem



Gambar 4.11 3D Hologram Video Display

Gambar diatas merupakan hasil dari Implementasi Sistem dan juga keluaran dari OSMC yang ada pada Raspberry Pi. Hasil diatas adalah hasil akhir dari 3D Hologram Video Display.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan proses, hasil implementasi, pengujian dan Analisa terhadap alat yang dibuat, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Implementasi 3D Hologram Video Display telah berhasil dilakukan.
2. Instalasi Sistem Operasi pada Raspberry Pi berjalan dengan lancar, dan tidak ada masalah pada Raspberry Pi.
3. Raspberry dapat memuta video untk Hologram dengan lancar dan dapat dilakukan selama 12 jam ataupun lebih.
4. Total ada 5 perangkat yang disambungkan ke Raspberry Pi yang diteruskan ke LED Monitor untuk hasil.
5. Proses Booting, Restart dan pemutaran video memiliki waktu yang terbilang cepat tanpa delay yang terlalu lama.
6. Bahan Akrilik untk Piramida lebih baik untk memantulkan cahaya saat kondisi terang maupun gelap.

5.2. Saran

Untk pengembangan dan penelitian serupa yang akan dating, ada baiknya untk mempertimbangkan saran dari penulis sebagai berikut :

1. Untk penelitian lebih lanjut, OSMC bisa menggunakan update terbaru untk hasil yang lebih maksimal, atau mencari alternative OS lain yang lebih mumpuni.
2. Konten bisa lebih beranekaragam, tidak hanya video binatang yang ditampilkan dalam bentuk Hologram.
3. Alat yang lebih baik dan lebih besar, agar bisa ditampilkan dengan jelas dan lebih puas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ramadhan, Aries Priyadi. 2015. **Perancangan dan Implementasi Pusat Informasi Denag Perumahan Perkluster Di Buah Batu Regensi**. Telkom University.
- [2] <http://www.raspberrypi.org/>
- [3] Rayhan, Laode Muhammad. 2015. **Pusat Informasi Digital Pada Kereta Api Berbasis Web Menggunakan Raspberry Pi**. Telkom University.
- [4] Mirabito, M.A.M., & Morgenstern, B.L (2004). **New Communication Technology: Applications, Policy, and Impact, Fifth Edition, UK: Focal Press**.
- [5] Ray, A. K.; Bhurchand, K.M. **Advanced Microprocessors and Peripherals**. India: Tata McGraw-Hill.
- [6] ***"Techdata: Raspberry Pi Foundation Raspberry Pi 3 B"***. openwrt.org. Retrieved 2018-04-17.
- [7] <https://osmc.tv/2016/02/raspberry-pi-3-announced-with-osmc-support/>
- [8] www.raspbian.org
- [9] Sutabri, Tata. 2012. **"Konsep Sistem Informasi"**. Yogyakarta: Andi Offset
- [10] Kindersley, Dorling, (1992), **Jendela Iptek, Terjemahan : Pusat Penerjemah FSUI, edisi pertama**, Balai Pustaka, Jakarta, 1997, [ISBN 979-666-107-1](https://www.isbn-international.org/number/979-666-107-1).