

## ANALISIS DAN IMPLEMENTASI MEL SCRIPT UNTUK LIGHTING DAN RENDERING PADA FILM ANIMASI 3D ROBOCUBE

Rangga Pramudia<sup>1</sup>, Meyti Eka Apriyani<sup>2</sup> dan Sandi Prasetyaningsih<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Politeknik Negeri Batam

Parkway Street, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

E-mail : rangga.pramudia7@gmail.com<sup>1</sup>, meyti24@gmail.com<sup>2</sup>, sandi.prasetya10@gmail.com<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Saat ini penggunaan animasi 3D semakin populer, karena dapat diaplikasikan ke berbagai aspek, dan memiliki berbagai manfaat. Dalam proses pembuatannya, animasi 3D memiliki beberapa kelemahan, yaitu banyaknya sumber daya, waktu, dan usaha yang dibutuhkan serta terdapat beberapa *human error* yang fatal pada proses pembuatan animasi 3D, seperti pada bagian *lighting* dan *rendering*. Salah satu solusi untuk masalah tersebut adalah dengan memanfaatkan MEL script. Penelitian ini menggunakan beberapa *shot* dan *scene* pada film animasi 3D sebagai sampel pengujian. Metode pengujian yang digunakan terdiri dari penghitungan kecepatan proses pengerjaan *lighting* dan *render settings*, analisa grafik kestabilan warna, analisa jumlah *human error* yang terjadi, serta survey pengguna tentang *interface* MEL script yang digunakan. Hasil dari pengujian membuktikan bahwa metode MEL script dapat membuat proses pengerjaan animasi 3D dari sisi *lighting* dan *render settings* menjadi lebih efektif.

**Kata kunci :** animasi 3D, *lighting*, *render settings*, *human error*, MEL script.

### 1. PENDAHULUAN

Saat ini penggunaan animasi 3D semakin populer, karena dapat diaplikasikan ke berbagai aspek. Animasi 3D mampu menyampaikan konsep yang rumit menjadi mudah dimengerti. Selain itu, dengan kelebihan 3D yang dimilikinya, hal ini menjadikan penonton lebih mudah memberikan perhatian. Dengan adanya beberapa manfaat tersebut, tentunya animasi 3D sangat bermanfaat dalam pembelajaran dan pendidikan. Selain itu, teknologi 3D yang ada sekarang sudah lebih realistis dan mirip benda di dunia nyata [1].

Akan tetapi, dalam proses pembuatan animasi 3D, terdapat beberapa kelemahan, yaitu banyaknya sumber daya, waktu, dan usaha yang dibutuhkan [12]. Selain itu, terdapat beberapa *human error* yang fatal pada proses pembuatan animasi 3D, seperti pada bagian *lighting* dan *rendering*. Pada umumnya *human error* pada *lighting* dan *rendering* terjadi

karena kurangnya metode yang memungkinkan *render* dan *lighting artist* bekerja dan menghasilkan *shot-shot* animasi yang sesuai dengan kebutuhan dan terjadi banyak kesalahan yang membuat keseluruhan film animasi menjadi tidak stabil dan terjadi pemborosan waktu dalam pembuatan animasi karena harus mengulang proses *lighting* dan *rendering* agar sesuai yang diinginkan [5]. Dibutuhkan kestabilan dalam proses *rendering* dan *lighting*, karena hal tersebut akan menunjang hasil dari keseluruhan proses pembuatan animasi 3D. Salah satu cara untuk mengotomatisasi dan mengoptimalkan kinerja pembuatan animasi 3D, baik dari segi penghematan waktu maupun pengurangan *human error* (kesalahan dari *artist*) adalah dengan menggunakan MEL script.

MEL adalah script pada salah satu aplikasi grafis 3D yang digunakan untuk mengotomatisasi perintah-perintah yang ada di *Autodesk Maya*. Dengan menggunakan MEL, pengguna dapat membuat script sendiri yang akan menghemat waktu dalam melakukan pekerjaannya serta meningkatkan kinerja dari aplikasi *Autodesk Maya* tersebut [3]. Dengan diterapkannya MEL script pada *lighting* dan *rendering*, akan menambah keefektifan dalam pembuatan animasi 3D pada aspek waktu pengerjaan dan kestabilan hasil *render* [5].

### 2. DASAR TEORI

#### 2.1 Animasi

Animasi berasal dari kata “*to animate*” yang artinya membuat seolah-olah hidup dan bergerak. Animasi adalah film yang berasal dari gambar-gambar yang diolah sedemikian rupa hingga menjadi sebuah gambar bergerak dan bercerita [2].

Animasi dibangun berdasarkan manfaatnya sebagai perantara atau media yang digunakan untuk berbagai kebutuhan, diantaranya animasi sebagai media hiburan, media presentasi, media iklan/promosi, media alat bantu, dan pelengkap suatu objek atau tampilan [14].

Secara umum animasi terbagi 2 kategori, yaitu animasi 2D dan animasi 3D [2]. Animasi 2D adalah animasi yg dibuat manual berdasarkan sumbu x dan y. Dimulai dengan cara menggambar di kertas, di-scan, lalu dibuat dalam bentuk digital. Semua *frame* di gambar satu persatu sehingga menghasilkan animasi 2D.

Kelebihan animasi 2D adalah proses pembuatan karakter yang cepat dan mudah, biaya produksi yang murah, dan kemudahan perbaikan kesalahan. Namun kekurangannya adalah *animator* harus mampu menggambar atau menggerakkan elemen grafis yang diperlukan pada setiap *frame* dan karakter atau hasil gambar sulit digunakan kembali (*reusable*) sehingga membutuhkan usaha yang lebih banyak pada proses animasinya [12].



Gambar 1. Animasi 2D

Animasi 3D adalah animasi yang dibuat berdasarkan sumbu x, y, dan z. Objek dapat dilihat dari berbagai sudut pandang. Animasi 3D pada umumnya dikerjakan melalui komputer dan sudah berupa *file* digital. Walaupun begitu, sketsa manual sangat diperlukan dalam animasi 3D untuk dijadikan sebagai acuan.

Kelebihan dari animasi 3D adalah lebih realistis, banyaknya elemen yang dapat digunakan kembali (*reusable*), serta proses animasi yang lebih cepat. Sementara itu, kekurangan animasi 3D terdapat pada mahalnya modal yang diperlukan, seperti dibutuhkan komputer dengan spesifikasi tinggi dan aplikasi grafis 3D yang mahal. Selain itu terbatasnya kreatifitas yang dapat diterapkan juga termasuk kekurangan dari animasi 3D [12].



Gambar 2. Animasi 3D

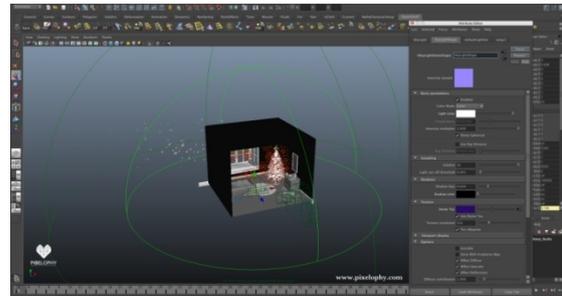
**2.2 Sinopsis**

Dalam film animasi 3D Robocube ini, menceritakan tentang kota robot yang kehabisan energi utama, sehingga para robot yang tinggal di kota ini hampir tidak ada yang dapat hidup. Namun robot yang tersisa berhasil menemukan sumber energi baru yang dapat memulihkan para robot di kota tersebut [4].

**2.3 Lighting**

*Lighting* adalah tahapan dalam memberikan dan mengontrol elemen cahaya pada *scene* dan *shot*

animasi 3D [10]. Proses *lighting* juga diperlukan agar objek tampak menyatu dengan *background* sesuai posisi cahaya [11]. Untuk mendapatkan proporsi cahaya yang sesuai, diperlukan waktu dan beberapa kali untuk percobaan [7]. Setelah didapatkan hasil yang sesuai, seorang *lighting artist* harus konsisten dalam menentukan *lighting settings* yang sudah dibuat, agar hasilnya stabil.



Gambar 3. Lighting

Analisa penggunaan MEL *scripting* pada *lighting* dilakukan untuk melihat apakah MEL *scripting* dapat membuat proses *lighting* menjadi lebih efektif atau tidak. Hasil analisa yang akan didapat berupa perbandingan penggunaan MEL *scripting* dan tanpa MEL *scripting*.

**2.4 Rendering**

*Rendering* adalah proses membuat atau membangun *output file* dari animasi komputer. ketika sebuah animasi di-*render*, program akan mengambil bermacam-macam komponen, variabel, dan aksi dalam *scene* yang sudah dianimasi dan membangunnya menjadi hasil akhir yang dapat dilihat atau ditonton. Hasil *render* dapat berupa sebuah gambar, kumpulan gambar (*frame*), atau kumpulan gambar yang disatukan menjadi *format video* [8].



Gambar 4. Rendering

Dalam *rendering* terdapat *setting-an output* dari animasi yang kita buat, seperti apa yang akan terlihat pada kamera, kualitas, ataupun elemen gambar tertentu untuk *compositing* [10].

Analisa di dalam *rendering* diperlukan untuk melihat apakah fungsi MEL *scripting* dapat berjalan dengan efektif. Hasil analisa yang akan didapat

berupa perbandingan penggunaan MEL *scripting* dan tanpa MEL *scripting*.

**2.5 MEL Script**

MEL (*Maya Embedded Language*) adalah *script* pada salah satu aplikasi grafis 3D yang digunakan untuk mengotomatisasi perintah-perintah yang ada di *Autodesk Maya*. Dengan menggunakan MEL, pengguna dapat membuat *script* sendiri, yang akan menghemat waktu pengerjaan dan memaksimalkan kinerja dari aplikasi *Autodesk Maya* [3]. MEL termasuk jenis *scripting language*, bukan *programming language* seperti C++. Perbedaannya adalah *programming language* membutuhkan proses *compiling* ke sebuah program eksekusi, namun *scripting language* yang sudah berada di dalam aplikasi atau program tertentu, dapat langsung dieksekusi.

```
proc lighting()
{
    defaultDirectionalLight(1, 1,1,1, "0", 0,0,0, 0);
    setAttr "directionalLight1.rotateY" 30;
    setAttr "directionalLight1.rotateX" -34.726;
    setAttr "directionalLightShape1.intensity" 0.8;
    setAttr "directionalLightShape1.useRayTraceShadows" 1;

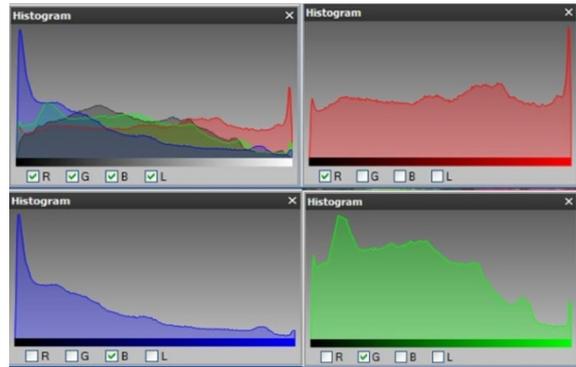
    defaultDirectionalLight(1, 1,1,1, "0", 0,0,0, 0);
    setAttr "directionalLight2.translateX" -2;
    setAttr "directionalLight2.rotateY" -41.617;
    setAttr "directionalLight2.rotateX" -30.426;
    setAttr "directionalLightShape2.intensity" 0.4;
}
```

**Gambar 5.** MEL Script

Dalam penelitian ini, MEL adalah bahasa pemrograman yang digunakan untuk membuat *tool* tersendiri yang fungsinya mengotomatisasi *lighting* dan *setting* pada *rendering* animasi 3D.

**2.6 Histogram**

Sebuah foto terdiri atas sejumlah banyak piksel dan setiap piksel memiliki elemen warna yang dihasilkan oleh campuran warna utama, yaitu *red*, *green* dan *blue* (RGB). Masing-masing warna RGB tersebut memiliki tingkat terang-gelap yang bernilai 0 sampai 255. Saat menghasilkan sebuah foto, komputer atau prosesor dalam kamera digital akan membaca nilai gelap-terang (*tonal*) tersebut. Hasil bacaan ini kemudian dikeluarkan dalam bentuk grafik, dan grafik inilah yang disebut dengan histogram [9].

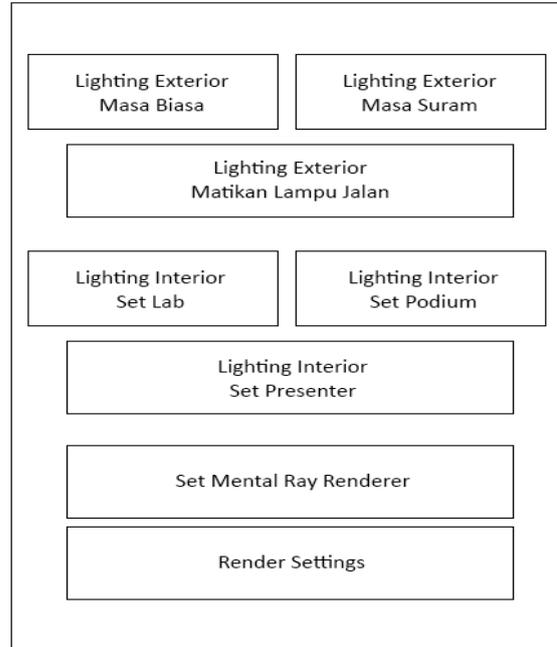


**Gambar 6.** Histogram

Histogram yang memiliki tampilan 3 warna disebut dengan *color histogram*. *Color histogram* terdiri dari warna RGB yang menampilkan keterangan tingkat terang pada masing-masing warna tersebut. Kelebihan dari *color histogram* adalah dapat mengetahui warna yang *over-exposed* atau *under-exposed*. Dengan demikian dapat terlihat apakah tingkat *white-balance* pada gambar sudah tepat atau belum [13].

**3. PERANCANGAN**

Berikut ini adalah perancangan interface dan fungsi-fungsi yang akan dibuat menggunakan MEL *script*.



**Gambar 7.** Rancangan Interface MEL Script

Cara penggunaan dan tujuan dari *interface* ini adalah mempermudah pengguna dalam menggunakan metode MEL *script* ini. Pengguna hanya memilih *button* yang diinginkan dalam proses yang sedang dikerjakan. Sebagai contoh, pengguna ingin mematikan lampu jalan karena sedang

mengerjakan *scene exterior* biasa (siang hari), maka pengguna akan memilih button “*Lighting Exterior Mematikan Lampu Jalan*”.

Terdapat 3 jenis *scene* yang ada pada Film Animasi 3D Robocube dengan pengaturan *lighting* dan *rendering* yang berbeda setiap jenisnya. Untuk sampel *shot* yang akan digunakan pada implementasi dan pengujian metode MEL Script diambil dari jenis *scene* yang ada pada Film Animasi 3D Robocube tersebut.

Tabel 1. Daftar *scene* dan *shot* untuk sampel

Jenis Scene		
Exterior Masa Biasa	Exterior Masa Suram	Interior
Scene 5, Shot 2	Scene 1, Shot 1	Scene 6, Shot 1
Scene 5, Shot 4	Scene 1, Shot 2	Scene 8, Shot 1
Scene 10, Shot 1	Scene 2, Shot 1	Scene 15, Shot 1

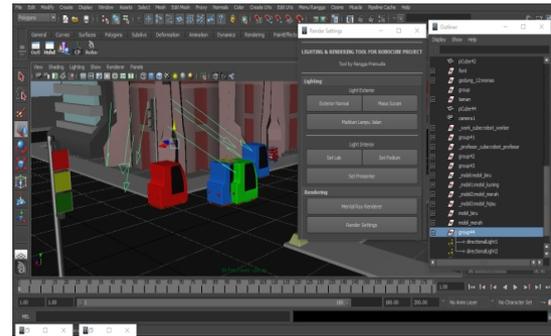
#### 4. IMPLEMENTASI

Berikut ini adalah hasil implementasi dari perancangan *interface MEL script* untuk proses *rendering* dan *lighting* pada pengerjaan film animasi 3D Robocube.



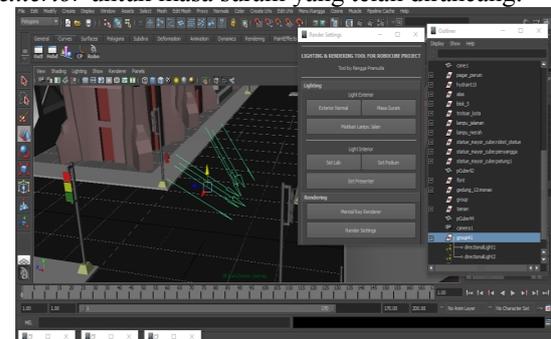
Gambar 8. Implementasi *Interface MEL Script*

Fungsi-fungsi yang telah dirancang juga dibuat dan berfungsi sesuai dengan tujuan awal. Berikut ini adalah implementasi fungsi *lighting exterior* yang telah dirancang.



Gambar 9. Implementasi MEL Script untuk *Lighting Exterior*

Berikut ini adalah implementasi fungsi *lighting exterior* untuk masa suram yang telah dirancang.



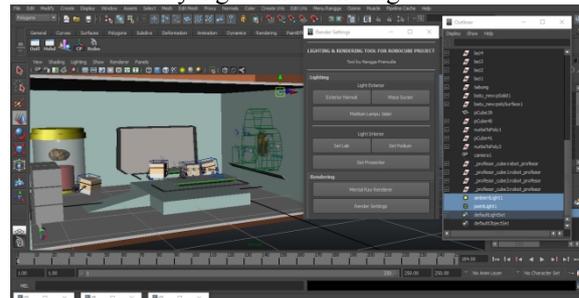
Gambar 10. Implementasi MEL Script untuk *Lighting Exterior Masa Suram*

Berikut ini adalah implementasi fungsi *mematikan lampu jalan* yang telah dirancang.



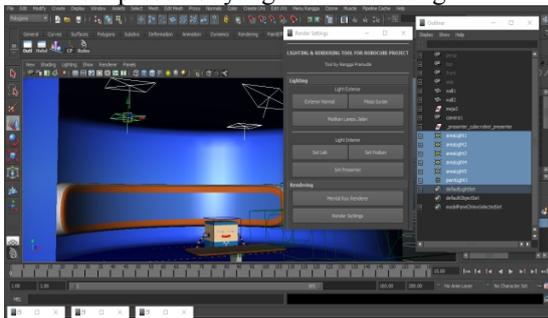
Gambar 11. Implementasi MEL Script untuk *Mematikan Lampu Jalan*

Berikut ini adalah implementasi fungsi *lighting interior set lab* yang telah dirancang.



Gambar 12. Implementasi MEL Script untuk *Lighting Interior Set Lab*

Berikut ini adalah implementasi fungsi *lighting interior set* presenter yang telah dirancang.



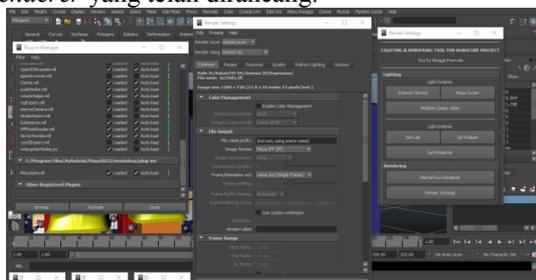
**Gambar 13.** Implementasi MEL Script untuk *Lighting Interior Set Presenter*

Berikut ini adalah implementasi fungsi *lighting interior set* podium yang telah dirancang.



**Gambar 14.** Implementasi MEL Script untuk *Lighting Interior Set Podium*

Berikut ini adalah implementasi fungsi *set render* yang telah dirancang.



**Gambar 15.** Implementasi MEL Script untuk *Set Render*

Berikut ini adalah implementasi fungsi *render settings* yang telah dirancang.



**Gambar 16.** Implementasi MEL Script untuk *Render Settings*

### 5. PENGUJIAN

Parameter untuk pengujian penelitian ini adalah waktu proses *lighting* dan *rendering*, tingkat kestabilan hasil *render*, jumlah *human error* yang terjadi, serta survey pengguna tentang penggunaan metode MEL script pada proses *lighting* dan *rendering*.

Berikut ini merupakan hasil pengujian waktu proses pengerjaan *lighting* dan *rendering*.

**Tabel 2.** Hasil pengujian kecepatan proses *lighting* dan *render settings*

Nomor Scene dan Shot Sampel	Waktu Pengerjaan	
	Dengan MEL script	Tanpa MEL script
Scene 1, Shot 1	7 detik	1 menit 32 detik
Scene 1, Shot 2	10 detik	1 menit 53 detik
Scene 2, Shot 1	12 detik	2 menit 11 detik
Scene 5, Shot 2	8 detik	1 menit 36 detik
Scene 5, Shot 4	8 detik	1 menit 31 detik
Scene 6, Shot 1	10 detik	6 menit 35 detik
Scene 8, Shot 1	8 detik	3 menit 31 detik
Scene 10, Shot 1	14 detik	1 menit 25 detik
Scene 15, Shot 1	14 detik	3 menit 57 detik

Berdasarkan hasil pengujian, rata-rata pengerjaan untuk scene yang dikerjakan dengan menggunakan metode MEL script adalah sekitar 10 detik, sedangkan scene/shot yang dikerjakan dengan cara manual memiliki durasi sekitar 161 detik atau 2 menit 41 detik. Dapat diambil kesimpulan bahwa metode penggunaan MEL script lebih cepat 16 kali lipat dibandingkan dengan tidak menggunakan MEL script (cara manual).

Berikut ini merupakan tabel pengujian analisis histogram dan *human error*.

**Tabel 3.** Hasil pengujian analisa histogram dan *human error*

No Scene dan Shot	Keterangan Hasil Analisa Histogram	Keterangan Hasil Analisa Human Error
Scene 1, Shot 1	Tidak terdapat perbedaan pada hasil pengujian dengan acuan.	Terdapat error yang terjadi, yaitu perbedaan sudut kamera yang disebabkan <i>human error</i> pada bagian <i>animating</i> .
Scene 1, Shot 2	Terdapat sedikit perbedaan hasil pengujian dengan acuan, disebabkan faktor <i>human error</i> yang terjadi.	Terdapat error yang terjadi, yaitu perbedaan sudut kamera yang disebabkan <i>human error</i> pada bagian <i>animating</i> .
Scene 2,	Terdapat sedikit	Tidak terdapat

No Scene dan Shot	Keterangan Hasil Analisa Histogram	Keterangan Hasil Analisa <i>Human Error</i>
Shot 1	perbedaan pada hasil pengujian dengan acuan.	<i>human error</i> yang terjadi.
Scene 5, Shot 2	Tidak terdapat perbedaan pada hasil pengujian dengan acuan.	Tidak terdapat <i>human error</i> yang terjadi.
Scene 5, Shot 4	Tidak terdapat perbedaan pada hasil pengujian dengan acuan.	Tidak terdapat <i>human error</i> yang terjadi.
Scene 6, Shot 1	Terdapat perbedaan hasil pengujian dengan acuan, disebabkan faktor <i>human error</i> yang terjadi.	Terdapat <i>human error</i> yang terjadi, yaitu kesalahan penempatan <i>light</i> pada proses <i>lighting</i> dan perbedaan sudut kamera yang disebabkan <i>human error</i> pada bagian <i>animating</i> .
Scene 8, Shot 1	Tidak terdapat perbedaan pada hasil pengujian dengan acuan.	Tidak terdapat <i>human error</i> yang terjadi.
Scene 10, Shot 1	Terdapat sedikit perbedaan pada hasil pengujian dengan acuan.	Tidak terdapat <i>human error</i> yang terjadi.
Scene 15, Shot 1	Terdapat sedikit perbedaan pada hasil pengujian dengan acuan.	Tidak terdapat <i>human error</i> yang terjadi.

Berdasarkan pengamatan dari pengujian kestabilan warna dan jumlah *error*, dapat diambil kesimpulan bahwa beberapa perbedaan grafik histogram dapat berasal dari *human error* yang terjadi. *Shot* yang memiliki *minor difference* dibandingkan gambar acuan, juga tidak terlalu terlihat perbedaan pada gambar hasil *render* (*render beauty*).

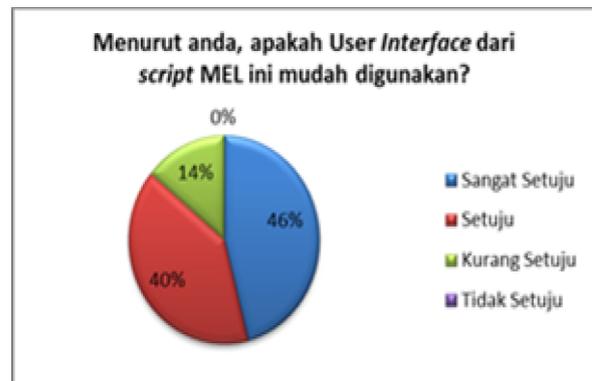
Untuk pengujian survey pengguna tentang penggunaan metode MEL *script* terdapat 4 pertanyaan yang diberikan kepada responden. Berikut ini adalah persentase dari jawaban responden untuk pertanyaan nomor 1.



Gambar 17. Hasil Kuesioner Nomor 1

Dari hasil persentase, responden yang menyatakan sangat setuju sebanyak 58%, setuju sebanyak 42%, 0% kurang setuju dan tidak setuju 0 %, maka dapat disimpulkan bahwa metode MEL *Script* dapat membantu dan mempermudah proses pembuatan animasi 3D, terutama pada proses *lighting* dan *render settings*. Untuk grafik hasil kuesioner pertanyaan nomor 1.

Berikut ini adalah persentase dari jawaban responden untuk pertanyaan nomor 2.



Gambar 18. Hasil Kuesioner Nomor 2

Dari hasil persentase, responden yang menyatakan sangat setuju sebanyak 46%, setuju sebanyak 40%, 14% kurang setuju dan tidak setuju 0 %. Dari hasil tersebut, terdapat beberapa responden yang menyatakan kurang setuju. Hal ini disebabkan kurangnya pemahaman responden atau pengguna tentang hubungan *button* dan fungsi pada *scene*. Selain itu, kurangnya beberapa fitur kustomisasi juga menjadi tanggapan responden tentang *interface* dari *script* ini. Solusi untuk tanggapan responden tersebut adalah dengan memberikan pemahaman lebih baik lagi tentang GUI dari *script*, memberikan petunjuk penggunaan pada *interface*, dan menambahkan beberapa fitur kustomisasi. Berdasarkan hasil dan pengamatan tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa *interface* pada MEL *script* untuk *lighting* dan *render settings*

ini cukup mudah digunakan. Untuk grafik hasil kuesioner nomor 2.

Berikut ini adalah persentase dari jawaban responden untuk pertanyaan nomor 3.



Gambar 19. Hasil Kuesioner Nomor 3

Dari hasil persentase, responden yang menyatakan sangat setuju sebanyak 48%, setuju sebanyak 24%, kurang setuju sebanyak 18% dan tidak setuju 10%. Dari hasil tersebut, lebih dari 25% responden menyatakan kurang setuju dan tidak setuju. Berdasarkan tanggapan responden, hal ini dikarenakan kurangnya minat dalam mendalami animasi 3D dan kurangnya minat untuk membuat *script* pemrograman pada animasi. Meskipun responden memiliki minat untuk menggunakan hasil dari *script* MEL.

Solusi untuk tanggapan responden tersebut adalah dengan memberikan *workshop* atau pelatihan untuk menambah pengetahuan tentang bagaimana membuat *tool* dengan MEL *script* dan meningkatkan minat responden dalam membuat sendiri *script* sesuai fungsi yang mereka inginkan, serta adanya pembagian tugas dalam tim animasi yang tujuannya membuat *script* MEL untuk mempermudah kinerja anggota tim yang lain. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sebagian orang kurang memiliki ketertarikan dan minat untuk mempelajari pembuatan MEL *script* untuk pengerjaan film animasi 3D.

## 6. PENUTUP

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, dapat diambil kesimpulan bahwa metode penggunaan MEL *script* dapat diimplementasikan pada *scene* dan *shot* film animasi 3D Robocube, dan lebih efektif dalam proses pengerjaannya diantaranya mempercepat proses pengerjaan, menjaga kestabilan hasil *render*, dan mengurangi *human error* yang dapat terjadi.

### 6.2 Saran

Sebagai langkah pengembangan, maka terdapat beberapa saran yang diperlukan untuk penelitian Analisis dan Implementasi MEL *Script* untuk *Lighting* dan *Rendering* pada film animasi 3D Robocube ini.

a. Mempersiapkan *file* atau subjek pengujian dengan lebih variatif dan memiliki manajemen

*file* yang baik dengan hasil yang dikerjakan pada proses sebelumnya.

b. Mengembangkan bahasa pemrograman untuk animasi menjadi kompatibel dengan aplikasi grafis 3D lainnya, sehingga metode *scripting* dan otomatisasi proses pembuatan animasi 3D dapat diimplementasikan pada aplikasi grafis 3D lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ghazali, Norsairah Mohd, *Pengenalan Kepada Multimedia*, Irghazali Studio, Malaysia, 2014.
- [2]. Gunawan, Bami Bambang, *Nganimasi bersama Mas Be!*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 2012.
- [3]. Palamar, Todd, et. al., *Mastering Autodesk Maya 2013*, Syblex, USA, 2012.
- [4]. Pramudia, Rangga, et. al., *Film Animasi 3D Robocube*, Proyek Akhir 3 Teknik Multimedia dan Jaringan Politeknik Negeri Batam, 2015.
- [5]. Ariyantono, Delly interview, *A Simple Talk About Rendering and Lighting*, Ruko Tunas KDA, Batam, 2015.
- [7]. 3D Artist, *24 Things You Need To Know About Lighting*, 2015, [berita online], <http://www.3dartistonline.com/news/2015/04/24-things-you-need-to-know-about-lighting/> (diakses pada 20 Agustus 2015)
- [8]. About Tech, *In Computer Animation, What is Rendering?*, 2010, [berita online], <http://animation.about.com/od/faqs/f/In-Computer-Animation-What-Is-Rendering.htm> (diakses pada 22 Agustus 2015)
- [9]. Belajar Fotografi, *Memahami Konsep Histogram Dan Cara Membacanya*, 2013, [berita online], <http://belfot.com/membaca-histogram/> (diakses pada 19 Januari 2016)
- [10]. Digital Tutors, *Understanding a 3D Production Pipeline - Learning The Basics*, 2013, [berita online], <http://blog.digitaltutors.com/understanding-a-3d-production-pipeline-learning-the-basics/> (diakses pada 22 Agustus 2015)
- [11]. ESDA. *Production Pipeline*, 2014, [berita online], <http://esda.co.id/index.php/site/pipeline> (diakses pada 20 Agustus 2015)
- [12]. Maya Academy of Advanced Cinematics, *2D & 3D Animation*, 2015, [berita online], <http://www.maacindia.com/blog/index.php/2d-vs-3d-animation/> (diakses pada 18 Agustus 2015)

- 
- [13]. Practical Photography Tips, *Color Histograms*, 2011, [berita online] <http://practicalphotographytips.com/Digital-Camera-Basics/color-histograms.html> (diakses pada 19 Januari 2016)
- [14]. Titan Media Internusa, *Animasi*, 2007, [berita online], <http://mediainternusa.com/animasi/> (diakses pada 22 Agustus 2015).