

## THREE DIMENSIONAL SIMULATION OF CHANGES IN AIR FLOW ON A JET ENGINE DESKTOP BASED

Nurchayani Dewi Retnowati<sup>1</sup>, Sri Mulyani<sup>2</sup>, Frencha Talantha<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Program Studi Teknik Informatika, <sup>2</sup>Program Studi Teknik Penerbangan

Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto

Jl. Janti Blok R Adisucipto Yogyakarta

Email : <sup>1</sup>ndewiret@gmail.com, <sup>2</sup>srimulyani042@gmail.com, <sup>3</sup>frenchatalantha@gmail.com

### Abstract

*Learning about changes in air flow on jet engines requires a clear understanding because there are parts of the jet engine that work according to their functions and are interconnected. People often have difficulty understanding learning about changes in air flow in the jet engine and also about the brayton cycle. This study aims to make a simulation that explains the changes in air flow in a jet engine with a three-dimensional animated form in order to improve understanding of learning about it. The process of making three-dimensional simulations uses animation modeling techniques, texturing, lighting, editing, and rendering. In modeling and texturing on jet engines following the Brayton cycle. The three-dimensional simulation results show that this simulation can be run by computers with Windows 7 and Windows 8 operating systems, and from the results of user test analysis 80.2% agree that this three-dimensional simulation can be understood and can explain changes in airflow in jet engines.*

**Keywords:** *three dimensional, jet engine, brayton cycle*

### 1. Latar Belakang

Pengetahuan tentang prinsip kerja perubahan aliran udara pada *jet engine* dengan menggunakan siklus Brayton dapat dijelaskan dengan memanfaatkan animasi tiga dimensi. Penggunaan animasi tersebut dapat menjadi media penyampaian informasi dan pengetahuan yang dapat mendidik dan bermanfaat bagi pengguna[1].

Siklus dasar dari *jet engine* menggunakan siklus Brayton, sesuai dengan nama penemunya yaitu George Brayton[2], yang merupakan siklus daya gas untuk mesin pembakaran minyak bolak-balik dan banyak digunakan pada mesin turbin gas dimana proses kompresi dan ekspansi berlangsung dengan putaran mesin. Udara pada lingkungan dihisap oleh kompresor, kemudian suhu dan tekanannya dinaikkan. Udara bertekanan tinggi dari hasil kompresi dimasukkan ke dalam ruang pembakaran sebagai campuran bahan bakar, di mana bahan bakar dibakar pada tekanan konstan. Gas hasil pembakaran dengan temperatur tinggi kemudian dimasukkan ke turbin gas untuk menghasilkan putaran[3]. Efisiensi sistem turbin gas dengan cara siklus Brayton, berbasis pada energi termal yang dikandung udara[4].

Komponen utama dari mesin *jet engine* terdiri dari kompresor, ruang bakar dan turbin[5]. Ruang bakar adalah tempat terjadinya proses pembakaran bahan bakar dan udara. Hasil pembakaran ini berupa energi panas yang disalurkan ke turbin Turbin berfungsi untuk mengubah energi panas dalam gas panas hasil pembakaran dari ruang bakar menjadi energi mekanis/energi putar[6]. Percepatan udara untuk mengembangkan dorong terbagi menjadi dua konsep dimana yang pertama berjumlah besar udara kemudian dipercepat pada kecepatan rendah dan yang kedua berjumlah kecil udara kemudian dipercepat dengan kecepatan tinggi[5].

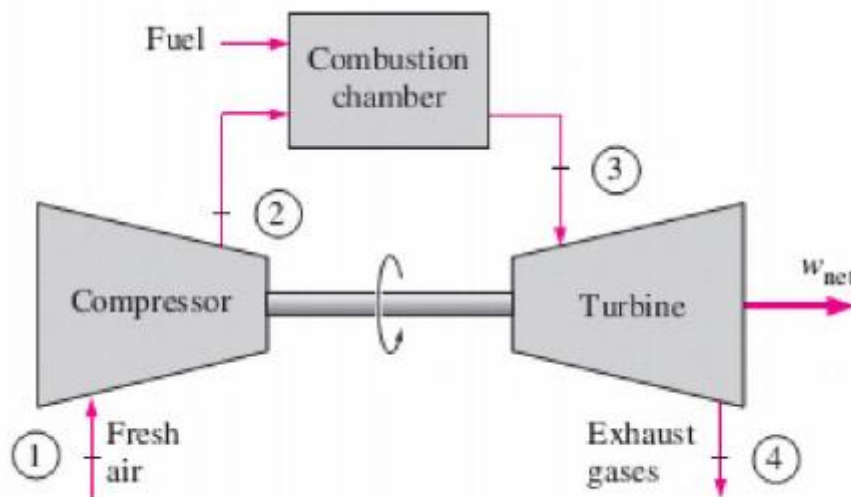
Simulasi pada penelitian ini menggunakan animasi tiga dimensi. Ciri khas dari tiga dimensi ditunjukkan dengan suatu titik koordinat Cartesian X, Y dan Z[7]. Pada perancangan

tiga dimensi, hal yang dilakukan adalah membentuk suatu benda atau obyek, yang didesain dan dibuat agar terlihat seperti hidup sesuai dengan obyek dan basisnya. Proses ini secara keseluruhan dikerjakan di komputer dan menggunakan *software* 3D studio max[8]. Dengan adanya simulasi tiga dimensi perubahan aliran udara pada turbojet berbasis *desktop* diharapkan dapat memudahkan dalam pemahaman pengetahuan tentang prinsip kerja pada *jet engine* pesawat terbang.

## 2. Metodologi Penelitian

Dalam pembuatan animasi tiga dimensi perubahan aliran udara pada turbojet ini dilakukan analisis kebutuhan sistem yang meliputi penentuan spesifikasi *hardware* atau perangkat keras dan *software* atau perangkat lunak yang digunakan, selain itu juga dilakukan analisis kebutuhan *brainware*[9]. *Brainware* merupakan setiap orang yang terlibat dalam kegiatan pemanfaatan komputer atau sistem pengolahan data. *Brainware* yang dibutuhkan dalam penelitian ini harus mampu mengoperasikan perangkat komputer dan mengerti tentang animasi dan bisa menjalankan animasi ini dengan *3Ds Max*.

Pada tahap selanjutnya dengan membuat *flowchart* pemodelan *jet engine* dan *flowchart* editing efek dengan menggunakan *software* visio. Kemudian dilakukan pemodelan objek tiga dimensi. Dalam pembuatan model *jet engine* ini digunakan alur proses produksi Animasi yang terbagi dalam tiga tahapan yaitu pra produksi, produksi dan pasca produksi [10]. Tahap pra produksi terdiri dari *storyboard*, *modelling*, *texturing*. Tahap produksi seperti *animating*, *lighting*, *rendering*. Tahap pasca produksi seperti *compositing*, *editing* dan *mastering*. Dalam membuat animasi perubahan warna berdasarkan perubahan aliran udara pada *jet engine* mengacu pada urutan siklus Brayton dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Urutan Siklus Brayton [4]

Siklus Brayton terdiri dari: proses kompresi isentropik di dalam kompresor, proses pemasukan kalor pada tekanan konstan di dalam ruang bakar atau alat pemindah kalor, proses

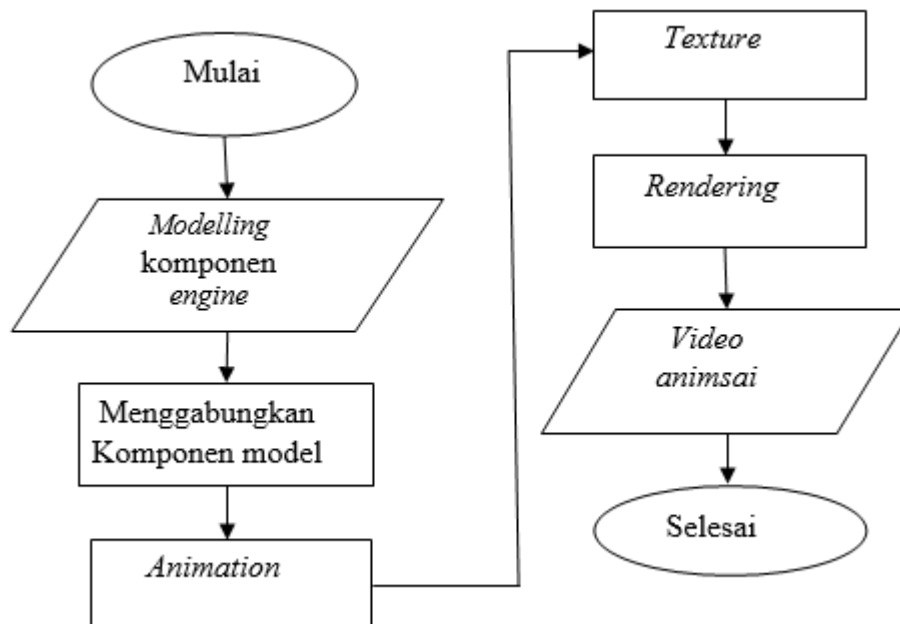
ekspansi isentropik di dalam turbin, dan proses pembuangan tekanan konstan dalam alat pemindah kalor (pendingin) [2].

Pengujian simulasi tiga dimensi pada penelitian ini menggunakan *black box testing*. Pengujian *black box* dengan 3 langkah: digunakan untuk menguji fungsi-fungsi khusus dari perangkat lunak yang dirancang, kebenaran perangkat lunak yang diuji hanya dilihat berdasarkan keluaran yang dihasilkan dari data atau kondisi masukan yang diberikan untuk fungsi yang ada tanpa melihat bagaimana proses untuk mendapatkan keluaran tersebut, dari keluaran yang dihasilkan, kemampuan program dalam memenuhi kebutuhan pemakai dapat diukur sekaligus dapat diketahui kesalahan-kesalahannya [9].

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Perancangan Sistem

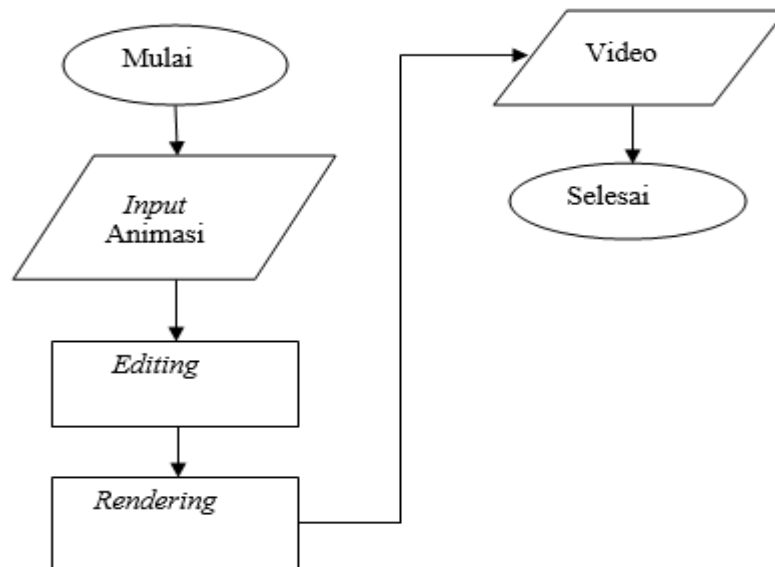
*Flowchart* pemodelan *jet engine* dapat dilihat pada Gambar 2 dan *flowchart editing* efek dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. *Flowchart* Pemodelan *Jet Engine*

Pada perancangan *flowchart* pemodelan *jet engine*, lihat Gambar 2, terdapat beberapa proses sebagai berikut :

1. Proses pertama langsung pada permodelan komponen pada *engine* yang meliputi *intake* (saluran udara masuk), *compressor* (kompresor), *combustion chamber* (ruang bakar), *turbine* (turbin), *exhaust* (saluran buang).
2. Langkah selanjutnya membuat animasinya atau gerakannya untuk direkam. Untuk merekam diperlukan *tools* kamera yang sudah tersedia pada aplikasi. Dengan merekam tombol rekam dan menyesuaikan *frame* per *frame* pada model yang akan digerakkan.
3. Langkah selanjutnya memberikan *texture* atau pewarnaan pada masing-masing komponen.
4. Tahap terakhir yaitu tahap rendering, proses ini menyatukan gambar menjadi video.



Gambar 3. *Flowchart Editing Efek*

Pada perancangan *flowchart editing* efek, dapat dilihat pada Gambar 3, terdapat beberapa proses sebagai berikut :

1. Masukkan video animasi di *after effect* kemudian atur frame untuk mengedit efek api.
2. Kemudian buat efek api dan atur posisi api di ruang pembakaran (*combustion chambers*).
3. Kemudian *rendering* video yang sudah diberi efek api.
4. Kemudian jadilah video dengan efek api yang ada di ruang bakar (*combustion chambers*).

### 3.2. *Storyboard*

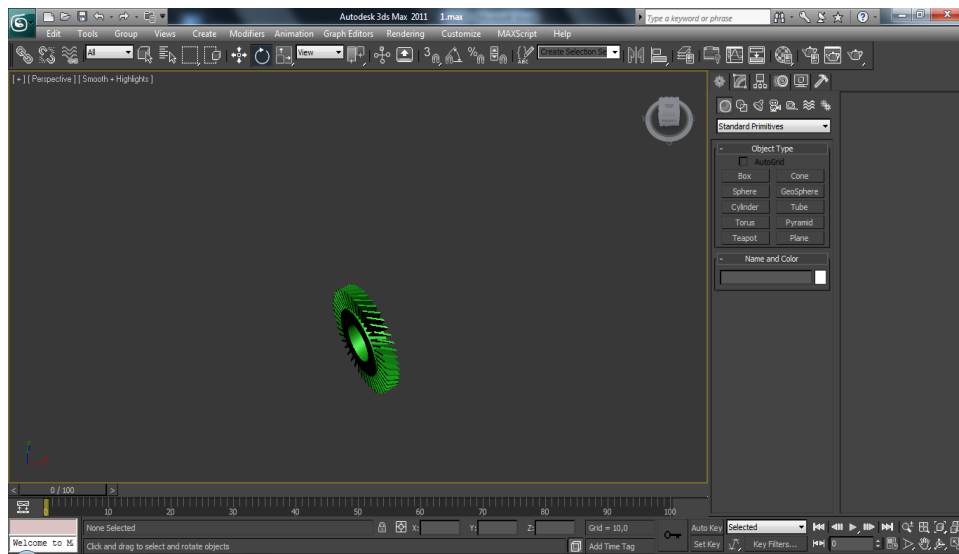
*Storyboard* adalah alur skenario yang ada pada simulasi tiga dimensi ini dan dapat dilihat Tabel 1.

Tabel 1. *Storyboard*

| No. | Rancangan Proses                         | Detail Proses   |
|-----|--|---|
| 1   | Jet Engine tampak keseluruhan            | Untuk memahami seluruh bentuk jet engine                          |
| 2   | Jet Engine tampak samping                | Untuk mengetahui putaran pada gear-gear jet engine                |
| 3   | Alur aliran udara di jet engine          | Ditunjukkan dengan arah panah dengan warna biru, orange dan merah |
| 4   | Penjelasan jet engine                    | Dengan cara menjelaskan bagian dari jet engine                    |
| 5   | Penjelasan dan kegunaan dalam jet engine | Detail proses dan penjelasan isi dalam jet engine                 |

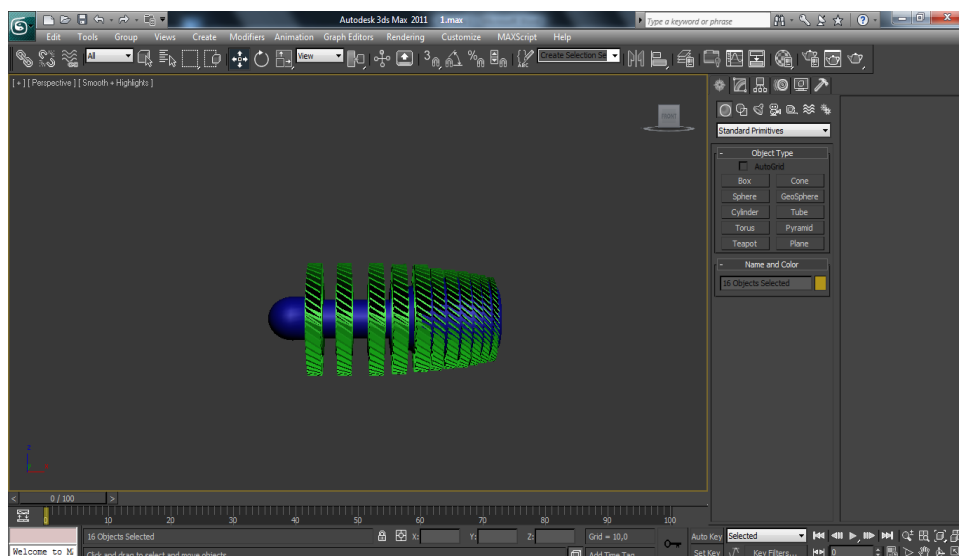
### 3.3. Modelling

*Modelling* tiga dimensi berbeda dengan gambar dua dimensi, kalau gambar tiga dimensi terlihat dari x,y, dan z. Sedangkan gambar dua dimensi hanya terlihat dari y dan x. Pada pembuatan *gear* pertama menggunakan *cylinder* untuk mengedit digunakan *convert to editable poly* lalu pilih *polygon* dan kemudian di *insert*, untuk membuat muncul *gear* di samping dengan cara di *extrude* lalu di *bevel*, setelah itu di *twist* yang gunanya membelokan *gear*. Proses pembuatan *gear* dapat dilihat pada Gambar 4.



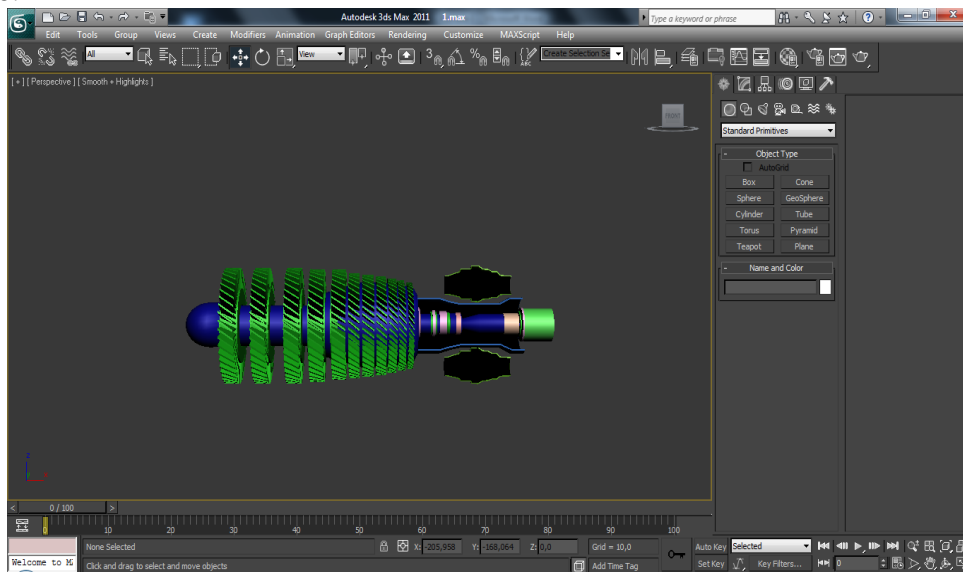
Gambar 4. Model *Gear*

Tahap ini adalah tahap pembuatan kompresor dimana setelah selesai membuat *gear* kemudian ditata sesuai besar dan kecil *gear*. Hasil dari kompresor dapat dilihat pada Gambar 5.



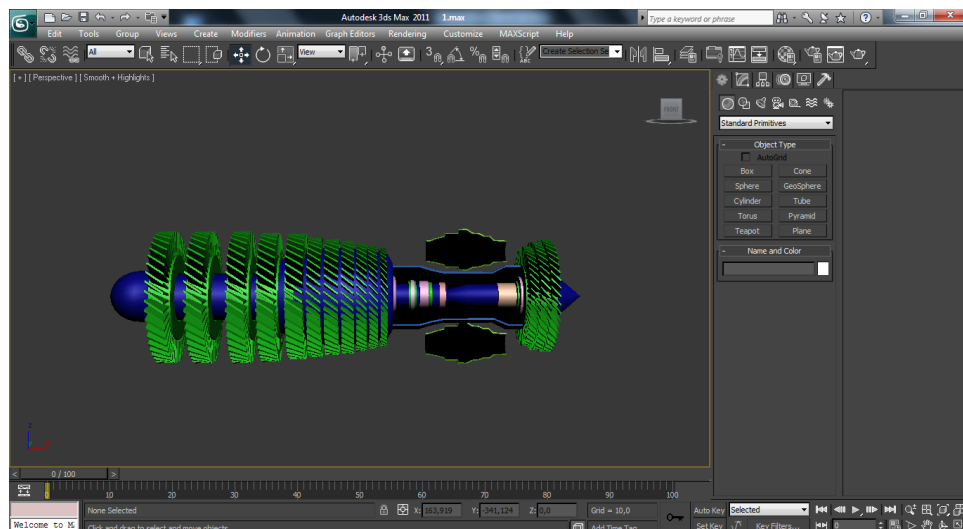
Gambar 5. Model Kompresor

Pada *modelling* ruang bakar menggunakan *cylinder* desain, ditambahkan juga batang penghubung antara kompresor dengan turbin. Hasil *modelling* ruang bakar dapat dilihat pada Gambar 6.



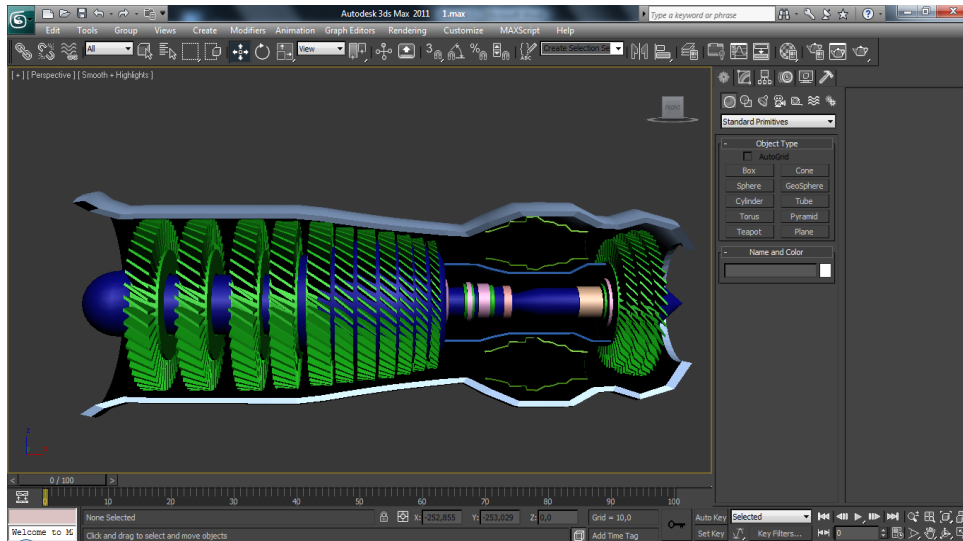
Gambar 6. Model Kompresor Dan Ruang Bakar

Membuat *modelling* turbin dengan membuat seperti cara pada pembuatan *gear* dan kompresor. Kemudian gabungkan turbin dengan batang antara kompresor dengan ruang bakar. Hasil *modelling* turbin dapat dilihat pada Gambar 7.



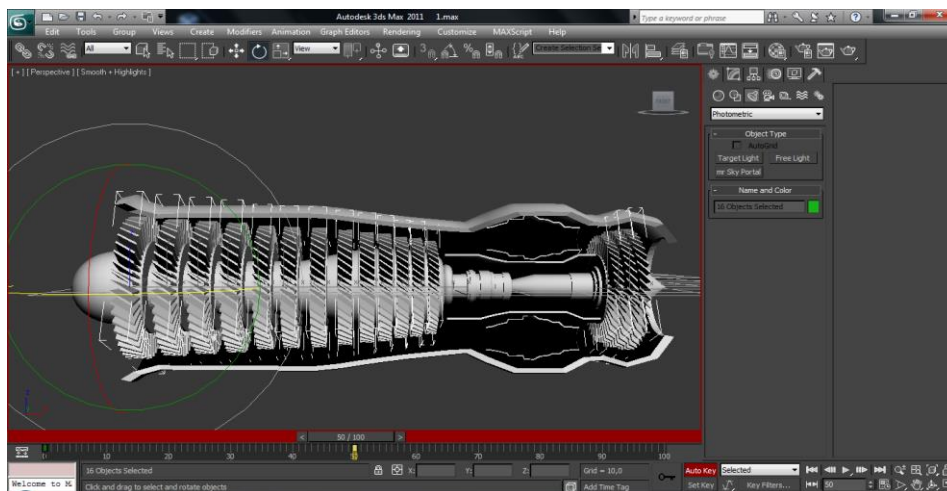
Gambar 7. Membuat Turbin Dan Digabungkan

Untuk *modelling* casing menggunakan *cylinder*, dengan menggunakan *convert to editable poly* kemudian dengan teknik *polygon* dan digabungkan bersama *Compressor*, *Combustors Chamber*, *turbine* dan asesoris lainnya. desain *jet engine* sesuaikan dengan *blueprint*. Hasil *modelling* dapat dilihat pada Gambar 8.



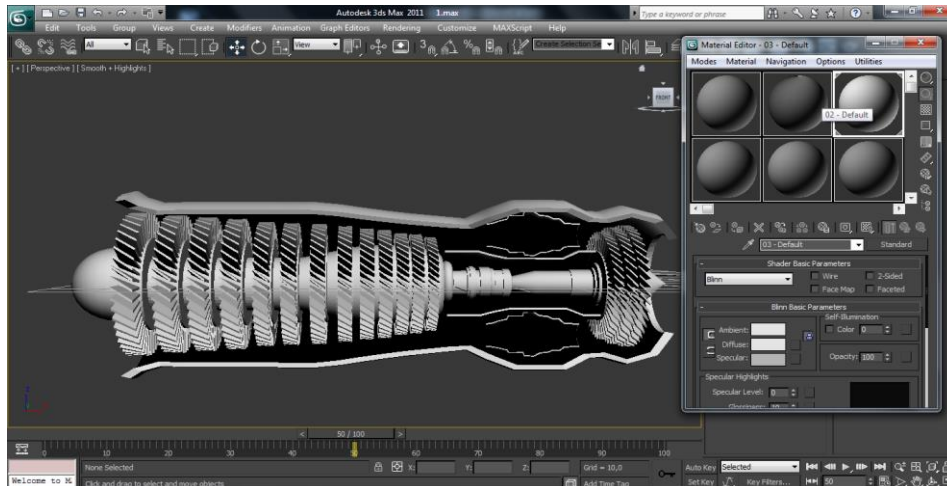
Gambar 8. Modelling Casing Jet Engine

Proses selanjutnya dengan membuat *animation* atau pemberian gerak objek atau karakter untuk memberi kesan hidup pada objek, dalam proses *animation* menggunakan gerakan manual sesuai dengan gerakan pada *gear* di dalam *jet engine*. Hasil dari *animation* dapat dilihat pada Gambar 9.



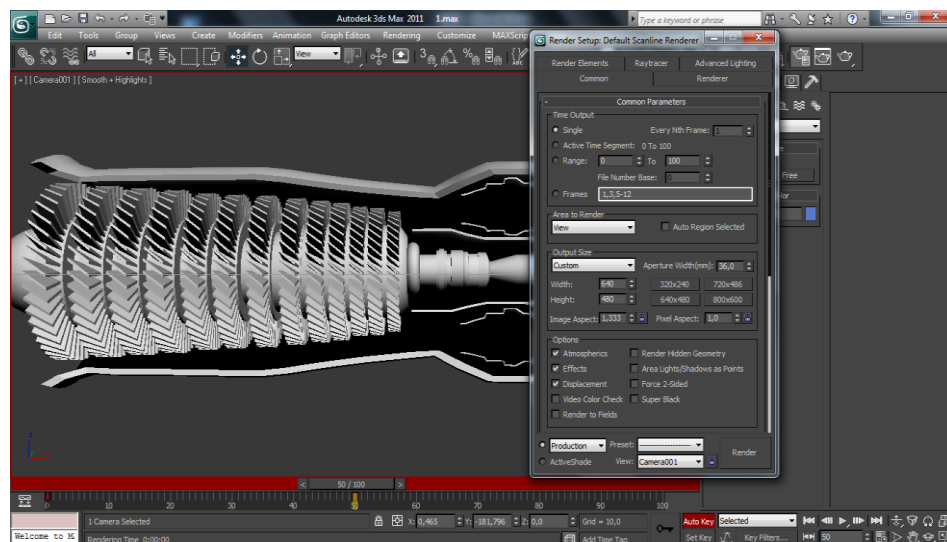
Gambar 9. Hasil Animation

Dalam proses *texturing* disesuaikan dengan proses perubahan aliran udara dalam turbojet, hasil *texturing* dapat dilihat pada Gambar 10. *Texturing* tersebut merupakan proses pemberian tekstur, warna maupun desain ke obyek. Setelah *texturing*, dilakukan pengaturan kamera dan lighting. Pada pengaturan kamera, perlu diatur posisi kamera, jumlah kamera, ukuran lensa, dan lainnya. Lighting merupakan proses pengaturan posisi cahaya, jumlah cahaya, ukuran cahaya, warna, kekuatan cahaya dan lainnya [10].



Gambar 10. Hasil *Texturing*

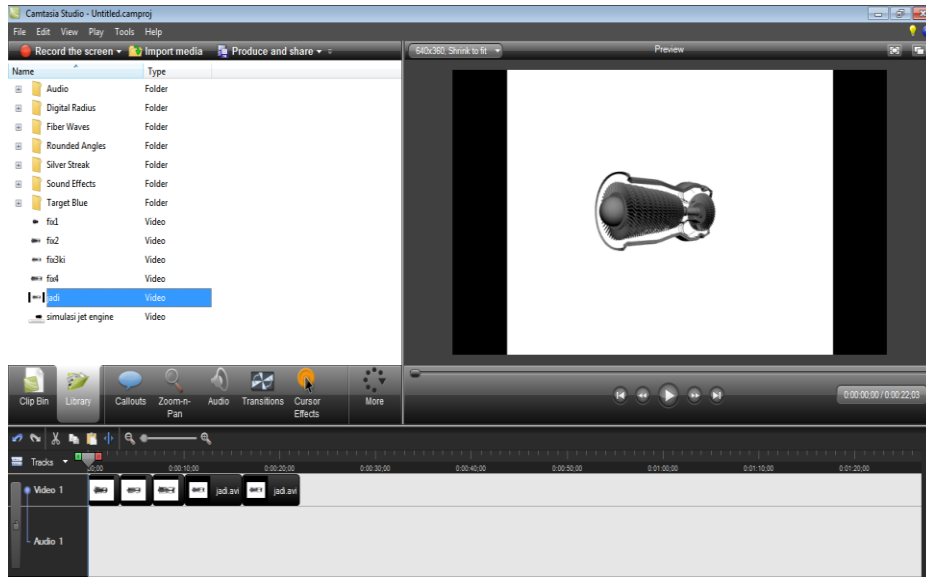
*Rendering* adalah tahap akhir untuk mendapatkan hasil yang baik maka setting *rendering* menjadi file video avi di *render setup* gunakan *width* 800 dan *height* 600. Dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. *Rendering*

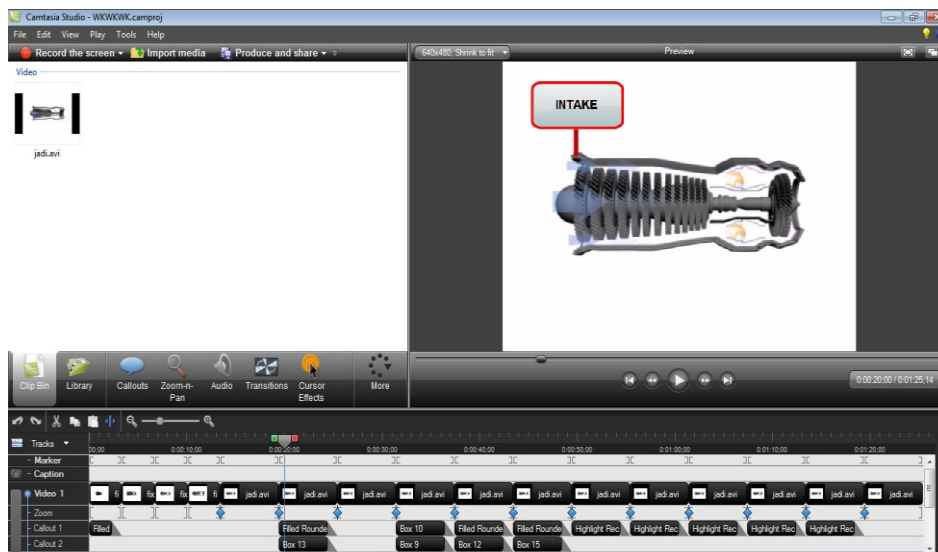
Proses editing ini akan dijelaskan cara penggabungan klip-klip hasil rendering pada *3ds max* dan *after effect* dengan menggunakan aplikasi *camtasia studio 7*. Berikut akan dijelaskan langkah yang akan dilalui dalam proses *editing* agar bisa menjadi file video. Proses *editing* menggunakan aplikasi *camtasia studio 7*. Proses cutting video dapat dilihat pada Gambar 12.



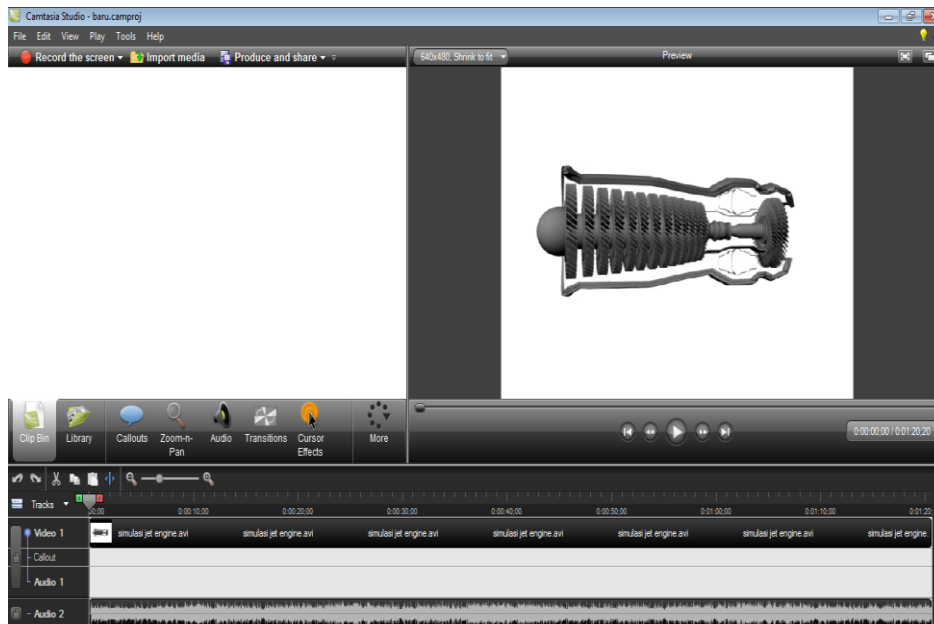


Gambar 12. *Cutting Video*

Proses pembuatan *title* atau memberi *text* pada video. Dengan menggunakan *callouts* untuk membuat *text* dan judul video animasi *jet engine*. Gambar 13 merupakan pembuatan *text* dan judul. Sedangkan proses penambahan suara atau backsound dengan tarik/*drag* ke *timeline audio* (dapat dilihat pada Gambar 14).

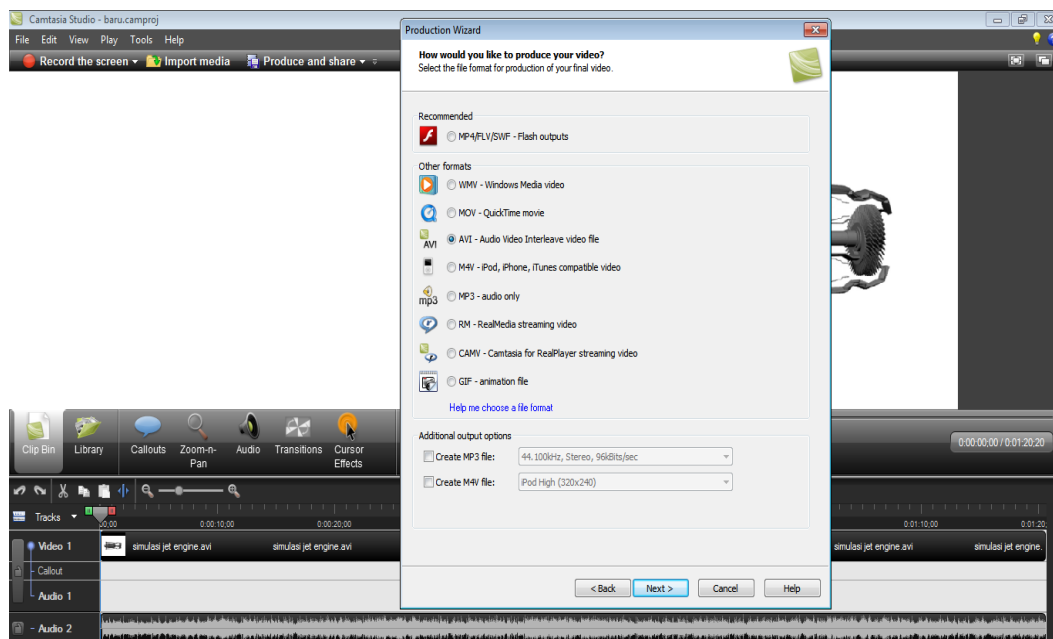


Gambar 13. Membuat *text* dan Judul Video



Gambar 14. *Backsound* Atau Suara

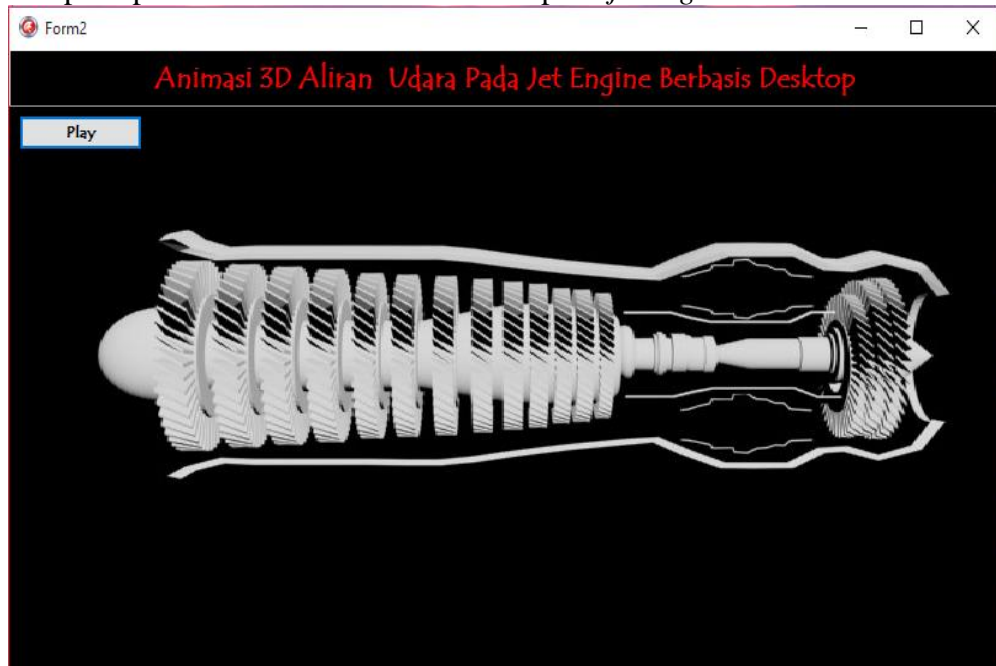
Proses *rendering* video merupakan tahapan akhir pembuatan animasi tiga dimensi ini. *Rendering* video ini dapat dipilih *produce and share*, lalu klik *custom production settings*, kemudian pilih *output AVI* (dapat dilihat pada Gambar 15).



Gambar 15. *Rendering* Video

Hasil akhir dari pembuatan animasi tiga dimensi dapat dilihat pada Gambar 16. Simulasi Simulasi pada turbo jet berupa grafik interaktif dengan tombol timeline. Gambaran umum dengan tombol timeline adalah munculnya oleh kursor. Contohnya, jika kursor diarahkan pada Combution Chamber pada *jet engine* maka akan muncul tulisan penjelasan

mengenai badan pesawat dan di dalamnya juga terdapat penjelasan perubahan warna berdasarkan pada perubahan tekanan aliran udara pada *jet engine*.



Gambar 16. Tampilan Desktop

Pengujian menggunakan *black box testing* menunjukkan bahwa aplikasi simulasi tiga dimensi ini dapat dijalankan dengan baik pada sistem operasi Windows 7 dan Windows 8. Pengujian juga dilakukan dengan uji pengguna dan dianalisis menggunakan skala likert, hasilnya menunjukkan bahwa sebanyak 80,20% pengguna setuju bahwa simulasi tiga dimensi ini dapat dipahami.

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil pembuatan simulasi tiga dimensi perubahan aliran udara pada *jet engine* berbasis *desktop* adalah sebagai berikut :

- a. Animasi tiga dimensi aliran udara pada *jet engine* berbasis *desktop* hanya dapat digunakan dengan menggunakan komputer Mempermudah pengguna mendapatkan pengetahuan mengenai aliran udara di dalam *jet engine*.
- b. Hasil pengujian menggunakan *black box testing* menunjukkan bahwa simulasi tiga dimensi ini dapat dijalankan pada sistem operasi Windows 7 dan Windows 8, dan dari hasil analisis uji pengguna menunjukkan sebanyak 80,20% pengguna setuju bahwa simulasi tiga dimensi ini dapat dipahami.

## Daftar Pustaka

- [1] Retnowati, N. D., Kusumaningrum, A., & Kariada, I. M. (2016). Animasi 3d Pergerakan Pesawat pada Apron dan Runway. *Compiler*, 5(1).
- [2] Hasan, B., & Gugi, T. H. (2008). Kaji Sistem Siklus Gabungan Pembangkit Listrik Turbin Gas di PT. Meta Epsi Pejebe Power Generation 2x40 MW.
- [3] Çengel, Y. A., & Boles, M. A. (2008). *Thermodynamics: An Engineering Approach*, - PDF. McGraw-Hill.
- [4] Mulud, T. H. (2016). Analisa Efisiensi Turbin Gas Unit 1 Sebelum Dan Setelah Overhaul Combustor Inspection Di PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan PLTGU Cilegon. *Eksergi*, 12(2).
- [5] Jaff, J. M. A., Tahir, M. H., Tahir, Y. F., Sleman, S. S., & Abdullah, H. B. (2015). Contribution in development of design and performance of Turbine jet engine. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 12(6), 14-23.
- [6] Gusnita, N. (2017). Analisa Efisiensi Dan Pemanfaatan Gas Buang Turbin Gas Alsthom Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas Kapasitas 20 MW. *Jurnal Sains dan Teknologi Industri*, 14(2), 209-218.
- [7] Hendratman, H. (2008). *The magic of 3D studio max*. Informatika Bandung, Bandung.
- [8] Aryanto, S., Retnowati, N. D., & Basir, B. (2014). Simulator Kendali Pesawat Terbang Extra 300 L Berbasis3d dengan Metode Simulation Game. *Compiler*, 3(1).
- [9] Retnowati, N. D. (2017, December). Animasi 3D Rute Jalur Bus Trans Jogja Trayek 1A Dan 3A Berbasis Android. In *Conference SENATIK STT Adisutjipto Yogyakarta* (Vol. 3, pp. 64-71).
- [10] Retnowati, N. D. (2016, November). Desain Dan Animasi 3D Pesawat Terbang Menggunakan Teknik NURBS. In *Conference SENATIK STT Adisutjipto Yogyakarta* (Vol. 2, pp. 85-92).