



Simulator Generator Sinkron Menggunakan *Game Engine Unity*

Rizaldy Saputra Dharma Winata^{1*}, Andi Ulfiana¹, dan Benhur Nainggolan¹

¹Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

*Corresponding author *E-mail address*: rizaldy.saputradharmawinata.tm19@mhs.pnj.ac.id

Abstrak

Mengoperasikan generator sinkron di pembangkit listrik membutuhkan keahlian operator yang terampil. Namun, pandemi global COVID-19 berdampak signifikan terhadap berbagai sektor, termasuk pendidikan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang simulator generator sinkron yang dapat berjalan di sistem operasi Windows, menyediakan platform pelatihan virtual bagi operator di masa pandemi. Simulator menggabungkan teknik pemodelan dan simulasi yang akurat menggunakan game engine Unity dan Bahasa C#. Parameter-parameter yang digunakan pada simulator menggunakan data operasi generator sinkron. Simulasi dilakukan dengan variasi beban. Hasil penelitian menunjukkan bahwa simulator mencapai tingkat kesalahan rata-rata sebesar 1,83%.

Kata-kata kunci: Generator Sinkron, Simulator, Unity

Abstract

Operating a synchronous generator in a power plant requires the expertise of a skilled operator. The global COVID-19 pandemic has affected various sectors, including the education sector. This study aims to design a synchronous generator simulator that can run on the Windows operating system, providing a virtual training platform for operators during a pandemic. The simulator combines accurate modeling and simulation techniques using the Unity game engine and the C# language. The parameters used in the simulator use synchronous generator operating data. The simulation is carried out with a variety of loads. The results showed that the simulator achieved an average error rate of 1.83%.

Keywords: Synchronous Generator, Simulator, Unity

1. PENDAHULUAN

Generator sinkron merupakan suatu perangkat listrik yang berfungsi mengubah energi mekanis menjadi energi listrik melalui putaran. Energi mekanis ini dihasilkan oleh penggerak mula, seperti turbin, mesin diesel, atau baling-baling. Sementara itu, energi listrik dikeluarkan melalui kumparan jangkar pada generator. [1].

Selain itu, pandemi COVID-19 yang terjadi di seluruh dunia mempengaruhi banyak aspek kehidupan termasuk pada sektor pendidikan. Pembelajaran daring menjadi pilihan utama untuk meminimalkan interaksi fisik dan mengurangi risiko penyebaran virus. Namun, metode pembelajaran daring yang monoton dan membosankan dapat menurunkan minat belajar mahasiswa. Oleh karena itu, perlu ada metode pembelajaran yang lebih menarik dan interaktif, seperti *game-based learning*.

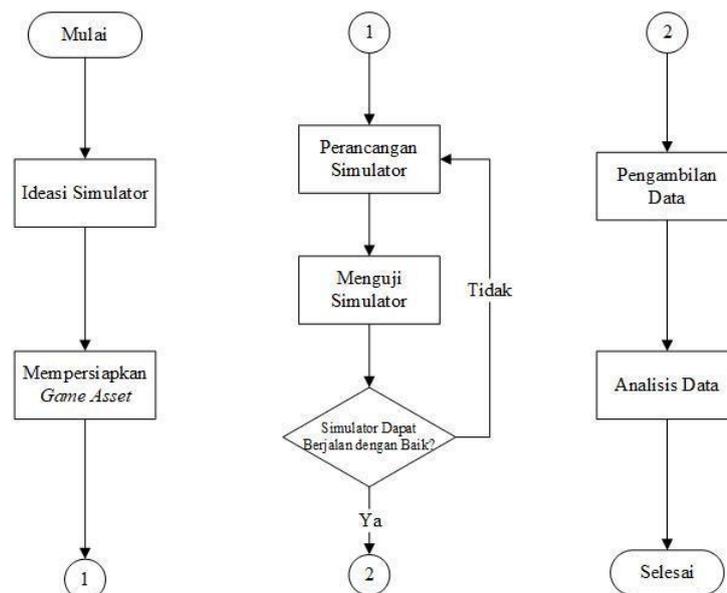
Studi oleh Sara de Freitas [2], hasil penelitiannya mengungkapkan adanya perbaikan yang signifikan dalam penggunaan game dibandingkan dengan metode tradisional, dan pendekatan gabungan antara game dan pembelajaran tatap muka semakin meningkatkan efektivitas pembelajaran. Studi lain oleh Colleen Stieler-Hunt dan Christian Jones [3] mengungkapkan hambatan paling signifikan untuk menggunakan *immersive digital game* (IGD) dalam kurikulum adalah pendapat negatif dari rekan pengajar terdekat dan guru yang tidak mengetahui cara terbaik untuk menggunakan IDG di ruang kelas. Kontribusi penuh IDG untuk pembelajaran tidak akan terwujud sampai semua guru merasa nyaman dan antusias untuk merangkul kemampuan IDG.

Penelitian yang dilakukan oleh Habibie [4] merancang simulator pengoperasian PLTU dengan menggunakan LabVIEW. Begitu juga dengan penelitian yang dilakukan oleh Fauzi [5] merancang simulator pembakaran Boiler Supercritical dengan menggunakan LabVIEW. Penelitian ini menggunakan software yang berbeda, yaitu Unity. Unity adalah *game engine* yang tidak hanya digunakan pada industri *game*, tetapi juga digunakan pada industri film, animasi, arsitektur, dan Pendidikan [6].

Dalam mengoperasikan generator sinkron pada pembangkit tenaga listrik, dibutuhkan seorang operator yang terampil. Agar seorang operator terampil dalam mengoperasikan generator sinkron, perlu adanya simulator yang merepresentasikan pengoperasian generator sinkron. Hal ini disebabkan pengoperasian generator sinkron memiliki risiko bahaya yang cukup merugikan apabila salah langkah dalam pengoperasiannya. Oleh karena itu dalam penelitian ini dibuat simulator generator sinkron dengan teknologi *game engine* Unity yang dapat digunakan oleh operator maupun sebagai media pembelajaran pada mata kuliah mesin listrik.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian komparatif yang menganalisis perbandingan hasil perhitungan simulator dengan data operasi generator PT XYZ.



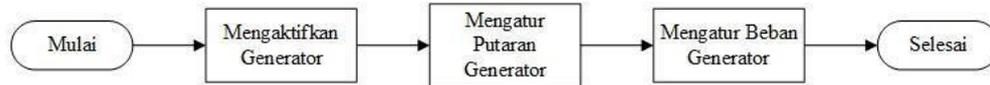
Gambar 1. Diagram Alir Metode Pembuatan Simulator Generator Sinkron

Simulator dibuat menggunakan Unity dan bahasa pemrograman C#, kemudian menyatukan atau mengimpor *game asset* yang sudah dipersiapkan pada tahap sebelumnya ke dalam Unity. Pengujian simulator dilakukan untuk menilai apakah *logic* yang diterapkan pada simulator sudah sesuai dengan teori dasar generator sinkron. Proses selanjutnya adalah simulatornya dapat di-*build* agar menjadi *standalone application*.

Gülen dalam bukunya [7] menuliskan keluaran daya nyata pada generator sinkron adalah:

$$P = \sqrt{3}V_T I_T \cos \theta \quad (1)$$

Langkah-langkah untuk menjalankan simulasi ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Pengoperasian Generator Sinkron pada Simulator

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Umum Simulator

Simulator ini berupa *standalone application* dengan format *.exe* yang dapat dijalankan pada sistem operasi Windows. Simulasi ini menyediakan suatu lingkungan virtual yang memungkinkan pengguna untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai konsep dasar dan proses yang terlibat dalam mengoperasikan generator sinkron. Pengguna akan diberikan akses ke antarmuka yang intuitif dan memiliki kesempatan untuk berinteraksi dengan berbagai elemen simulasi yang mencerminkan situasi sebenarnya dalam dunia nyata.

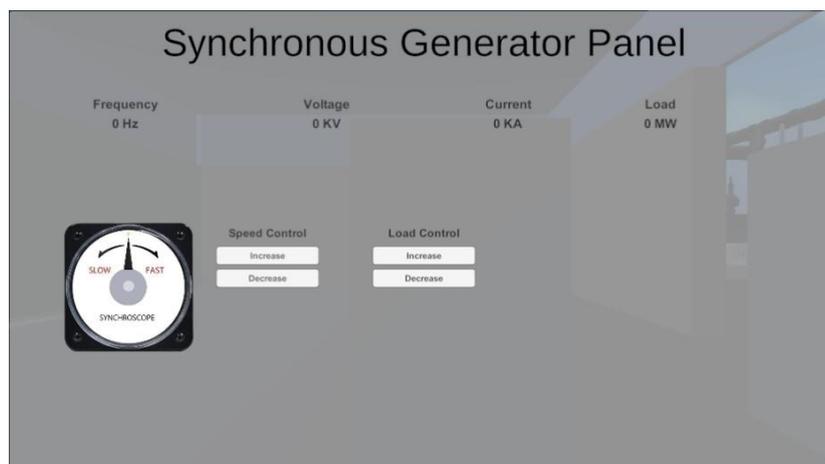
Spesifikasi perangkat yang digunakan untuk merancang simulator ini terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1 . Spesifikasi Perangkat yang Digunakan dalam Perancangan Simulator

Sistem Operasi	Windows 64-bit
CPU	Intel Core i5-3337U atau yang setara
GPU	Intel HD Graphics 4000 atau yang setara
Memori	4 GB
Penyimpanan	5 GB

Parameter-parameter pada simulator menggunakan data generator dari PT. XYZ. Arus beban simulator diatur untuk mendapatkan variasi beban.

Gambar 3 menunjukkan tampilan antarmuka panel generator sinkron.



Gambar 3. Antarmuka Panel Generator Sinkron

Analisis Perbandingan Hasil Perhitungan

Tabel 2 menunjukkan data operasi generator sinkron PT XYZ dan Tabel 3 menunjukkan data yang diperoleh dari simulator.

Tabel 2. Data Operasi Generator Sinkron PT XYZ

Generator Load (MW)	Generator Voltage (KV)	Generator Current (KA)
170,765	18,96	5,31
173,915	18,95	5,39
167,795	18,93	5,21
174,59	18,95	5,42
176,435	18,96	5,47

Table 3. Data Operasi Generator Sinkron Simulator

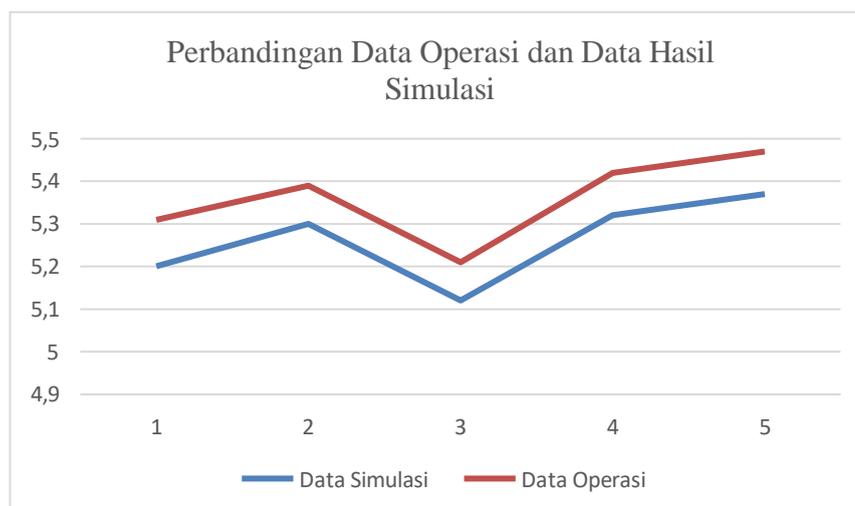
Generator Load (MW)	Generator Voltage (KV)	Generator Current (KA)
170,765	18,96	5,20
173,915	18,95	5,30
167,795	18,93	5,12
174,59	18,95	5,32
176,435	18,96	5,37

Tabel 4 menunjukkan persentase kesalahan dengan membandingkan arus data operasi dengan arus yang diperoleh pada perhitungan simulasi.

Tabel 4. Persentase Kesalahan Berdasarkan Data Operasi dengan Data Hasil Simulasi

Generator Current (KA)	Simulator Current (KA)	Percentage Error (%)
5,31	5,20	2,05
5,39	5,30	1,69
5,21	5,12	1,77
5,42	5,32	1,86
5,47	5,37	1,78

Grafik berdasarkan Tabel 4 ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Data Simulasi dengan Data Operasi

Gambar 4 menunjukkan grafik perbandingan arus beban dari hasil simulasi dengan data real. Arus beban yang dihasilkan dari simulator lebih kecil dari arus beban real pada tegangan simulator yang sama dengan tegangan real generator sinkron.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, simulator generator sinkron telah dibuat dan dapat dijalankan pada sistem operasi Windows dengan persentase kesalahan rata-rata 1,83%. Simulator ini dapat dikembangkan pada penelitian selanjutnya dengan melakukan variasi putaran dan arus eksitasi.

REFERENSI

1. Y. H. Istanto, "Analisis Pengaruh Arus Eksitasi pada Generator Sinkron Terhadap Pembebanan di PLTA Wlingi PT PJB Up Brantas," *J. Tek.*, vol. 9, no. 1, Art. no. 1, Mar 2019, doi: 10.35457/quateknika.v9i1.701.
2. S. de Freitas, "Are Games Effective Learning Tools? A Review of Educational Games," *J. Educ. Technol. Soc.*, vol. 21, no. 2, hlm. 74–84, 2018.
3. C. Stieler-Hunt dan C. Jones, "A professional development model to facilitate teacher adoption of interactive, immersive digital games for classroom learning," *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 50, no. 1, hlm. 264–279, 2019, doi: 10.1111/bjet.12679.
4. W. M. Habibie, C. S. Abadi, dan A. Ulfiana, "Perancangan Simulasi Pengoperasian Turbin Uap sebagai Media Pembelajaran Operasi PLTU berbasis LabVIEW," dalam *Seminar Nasional Teknik Mesin*, 2019, hlm. 1085–1092.
5. Y. Fauzi, C. Abadi, dan A. Ulfiana, "Simulasi Pembakaran pada Boiler Supercritical sebagai Media Pembelajaran Operasi PLTU," dipresentasikan pada Seminar Nasional Teknik Mesin, 2018.
6. Y. Nie, X. Luan, W. Gan, T. Ou, dan D. Song, "Design of Marine Virtual Simulation Experiment Platform Based on Unity3D," dalam *Global Oceans 2020: Singapore – U.S. Gulf Coast*, Okt 2020, hlm. 1–5. doi: 10.1109/IEEECONF38699.2020.9389006.
7. S. C. Gülen, *Gas Turbines for Electric Power Generation*. Cambridge University Press, 2019.