

PROTOTIPE SIMULATOR NANOSATELIT GANESHA CUBESAT DENGAN INTEGRASI FUNGSIONALITAS TELEMETRI DAN VISUALISASI 3D BERBASIS KOMPUTER

Liya Yuni Astutik^{1*}, Moh Abdul Azis

^{1,2*}Prodi Teknik Komputer Kontrol; Politeknik Negeri Madiun; Jl. Serayu No.84, Pandean, Taman, Pandean, Kec. Taman, Kota Madiun, Jawa Timur 63133

Keywords:

CubeSat, Nanosatelit, Telemetry

Correspondent Email:

liya@pnm.ac.id

Abstrak. Ganesha CubeSat merupakan sistem simulasi nanosatelit yang dikembangkan sebagai media pembelajaran praktikum di kelas. Simulator ini dirancang dengan bodi yang kokoh, mudah dalam perawatan, serta memiliki desain sirkuit modular yang mendukung kemudahan dalam pemasangan komponen sistem. Fungsionalitasnya dibuat menyerupai CubeSat asli untuk memberikan pengalaman belajar yang realistis. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan prototipe simulator Ganesha CubeSat yang mengadopsi fitur-fitur utama dari ARRL ETP CubeSat, sebuah sistem simulasi yang dikembangkan oleh Mark Spencer (WA8SME) pada tahun 2009. Selain membahas rancangan prototipe, penelitian ini juga mengkaji penerapan sistem modulasi telemetry berbasis komputer yang terhubung dengan jaringan internet. Sistem ini memungkinkan pengguna lain untuk mengakses dan melakukan decoding data secara mandiri melalui koneksi server. Data hasil decoding disimpan secara real-time dalam database MySQL. Lebih lanjut, penelitian ini menyajikan pengembangan antarmuka animasi 3D CubeSat pada komputer, yang mampu mensimulasikan pergerakan sistem secara virtual dalam tiga sumbu (x, y, dan z). Berdasarkan hasil pengujian, sistem modulasi telemetry terbukti efektif dalam hal transmisi data dan jangkauan. Seluruh data berhasil dikirim dan disimpan secara real-time di database MySQL, dan animasi 3D menunjukkan kinerja optimal tanpa bug, mengikuti pergerakan sistem secara presisi pada ketiga sumbu.



JITET is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

Abstract. Ganesha CubeSat is a nanosatellite simulation system developed as a practical learning tool in classroom settings. The simulator is designed with a durable body, easy maintenance, and modular circuit architecture to facilitate component integration. Its functionality closely resembles that of an actual CubeSat, providing students with a realistic learning experience. This study aims to describe the prototype of the Ganesha CubeSat simulator, which adopts key features from the ARRL ETP CubeSat—originally developed by Mark Spencer (WA8SME) in 2009. In addition to discussing the prototype design, the research also examines the implementation of a telemetry modulation system based on a computer connected to the internet. This system allows remote users to access and decode data independently via server connection. Decoded data is stored in real time in a MySQL database. Furthermore, this study presents the development of a 3D CubeSat animation interface on a PC, capable of simulating system movement virtually along three axes (x, y, and z). Based on the testing results, the telemetry modulation system proves to be effective in terms of data transmission and communication range. All transmitted data was successfully stored in real time in the MySQL database, and the 3D animation operated flawlessly—accurately tracking system movements in real time across all three axes without any bugs.

1. PENDAHULUAN

CubeSat merupakan wahana antariksa mini kelas U yang digunakan untuk keperluan penelitian di bidang antariksa. Umumnya, CubeSat memiliki volume satu liter ($10\text{ cm} \times 10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$), berat tidak lebih dari 1,33 kilogram, dan memanfaatkan rak komponen komersial (COTS) untuk sistem elektroniknya [1]. Beberapa studi internasional, seperti yang dilakukan oleh Alan B. Johnston et al. (2018), menunjukkan bahwa telah dilakukan replikasi terhadap fungsionalitas dari simulator ETP CubeSat asli. Simulator tersebut mendukung dua jenis modulasi telemetri, yaitu CW dan AFSK X.25 1200 bps.

Namun, terdapat keterbatasan dalam penelitian tersebut, yakni hanya pengguna dengan antena radio dan RTL-SDR yang dapat berpartisipasi dalam proses decoding. Perbedaan utama antara penelitian Alan B. Johnston et al. (2018) dengan penelitian ini adalah pada skema transmisi data, di mana penelitian ini menggunakan modulasi telemetri CW dan AFSK X.25 1200 bps yang diintegrasikan dengan komputer yang terhubung ke internet. Dengan demikian, pengguna dapat mengakses data secara jarak jauh dan melakukan decoding secara mandiri melalui server.

Penelitian lanjutan oleh Alan B. Johnston et al. (2019) berhasil melakukan troubleshooting terhadap berbagai simulasi kegagalan, mengoptimalkan efisiensi energi, serta menghitung titik daya maksimum dari simulator. Penelitian ini juga memperkenalkan penggunaan Arduino Uno sebagai simulator payload. Namun demikian, penggunaan Arduino Uno memiliki kekurangan, yaitu keterbatasan kecepatan transfer data yang hanya sebesar 8 bit. Dalam penelitian ini, penulis menggantikan Arduino Uno dengan ESP8266, karena memiliki kecepatan transfer 16 bit, mendukung koneksi WiFi, berukuran lebih ringkas, dan lebih efisien dari segi daya dan biaya.

Selanjutnya, pada penelitian oleh Alan B. Johnston et al. (2020), dikembangkan perangkat keras AMSAT CubeSatSim versi baru yang terdiri dari Raspberry Pi Zero WH, PCB utama, battery board, dan STEM payload board. Meski menghadirkan berbagai fitur tambahan, biaya produksi menjadi salah satu kendala, mengingat harga satu unit Raspberry Pi Zero WH

mencapai sekitar Rp880.000. Sebaliknya, penelitian ini menggunakan mikrokontroler ESP8266 dengan harga yang jauh lebih terjangkau (sekitar Rp65.000), serta mengembangkan main board yang terdiri dari sensor DHT, sensor GY-91 MPU9250 + BMP280, sensor INA219, OLED 0,91", dan battery board dengan baterai LiPo 7,4V yang dapat diisi ulang menggunakan panel surya.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan simulator CubeSat sebagai media pembelajaran di tingkat perguruan tinggi, sehingga mahasiswa dapat mempelajari prinsip dasar nanosatelit tanpa harus meluncurkan satelit sungguhan. Penggunaan ESP8266 memungkinkan integrasi sistem dengan internet, sehingga pengguna dapat terhubung ke server dan memantau data secara real-time. Modul WiFi pada ESP8266 juga memungkinkan koneksi langsung ke database server MySQL untuk menyimpan data sensor secara otomatis.

Selain itu, penelitian ini juga mengimplementasikan antarmuka animasi 3D CubeSat pada komputer untuk mensimulasikan pergerakan sistem secara virtual pada sumbu x, y, dan z. Pengguna diberi pilihan untuk melakukan pemantauan sistem secara virtual melalui animasi 3D, atau secara langsung pada sistem fisik. Pergerakan sistem dikendalikan oleh mikrokontroler yang terhubung ke sensor MPU6050. Sensor ini membaca data orientasi pada sumbu x, y, dan z, kemudian mengirimkannya melalui komunikasi serial ke perangkat lunak Blender yang menampilkan animasi CubeSat. Jika data sensor berhasil dikirim, maka animasi akan bergerak secara sinkron dengan sistem fisik [2].

Dengan pengembangan ini, diharapkan mahasiswa dapat memahami dinamika sistem CubeSat secara praktis dan komprehensif, sekaligus memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT) dan simulasi 3D untuk mendukung proses pembelajaran.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. CubeSat

CubeSat merupakan jenis nanosatelit yang dirancang dengan standar ukuran $10 \times 10 \times 10\text{ cm}^3$ dan memiliki massa tidak lebih dari 1,33 kg. Karena bentuknya yang kompak dan biaya produksinya yang rendah, CubeSat banyak digunakan dalam penelitian dan pendidikan

antarksa. Menurut Swartwout (2013), CubeSat memberikan peluang besar bagi institusi pendidikan dalam melakukan eksperimen di luar angkasa dengan biaya yang lebih efisien. Dalam konteks pendidikan, simulator CubeSat dikembangkan sebagai media pembelajaran untuk memberikan pengalaman praktis kepada mahasiswa. Salah satu sistem simulator yang telah dikembangkan sebelumnya adalah **ARRL ETP CubeSat** oleh Mark Spencer (WA8SME) pada tahun 2009, yang dikenal sebagai sistem simulasi pendidikan berbasis perangkat keras dan lunak untuk memahami prinsip dasar kerja CubeSat. Simulator ini menjadi acuan dalam pengembangan Ganesha CubeSat karena kesederhanaan desain dan relevansinya untuk pembelajaran teknik satelit.

2.2 Desain Modular dan Integrasi Sistem

Desain modular menjadi pendekatan penting dalam pengembangan perangkat sistem tertanam, termasuk simulator satelit [3]. Modul-modul seperti sensor, mikrokontroler, aktuator, dan antarmuka pengguna dapat diatur secara fleksibel dan diganti tanpa mempengaruhi sistem secara keseluruhan. Hal ini sejalan dengan pendapat Meier (2008) bahwa modularitas meningkatkan efisiensi proses perawatan dan pengembangan sistem. Dalam simulator Ganesha CubeSat, desain modular mempermudah pemasangan komponen sistem seperti sensor GY-91, INA219, dan DHT11, serta integrasi dengan LCD OLED dan kipas pendingin.

2.3 Modulasi dan Sistem Telemetri Berbasis Komputer

Sistem telemetri digunakan untuk mentransmisikan data pengukuran dari satelit ke stasiun penerima secara nirkabel. Menurut Wertz & Larson (1999), telemetri merupakan komponen penting dalam sistem satelit untuk monitoring parameter teknis [4] seperti temperatur, tekanan, dan posisi. Dalam penelitian ini, sistem telemetri berbasis komputer terhubung ke jaringan internet, sehingga memungkinkan pengiriman data ke database secara real-time. Teknologi ini diperkuat oleh penggunaan protokol komunikasi serial dan pengolahan data menggunakan database MySQL, sesuai dengan pendekatan IoT (Internet of Things) untuk sistem monitoring terdistribusi.

2.4 Animasi 3D dan Simulasi Pergerakan

Animasi 3D digunakan untuk mensimulasikan orientasi dan pergerakan CubeSat secara visual dalam sumbu x, y, dan z. Simulasi ini meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap dinamika rotasi satelit[5]. Teknologi ini menggabungkan sensor gerak seperti MPU6050 dan mikrokontroler seperti Arduino untuk menghasilkan data yang dikirim ke antarmuka Blender melalui komunikasi serial. Sejalan dengan pendapat Vaughan & Andres (2005), penggunaan animasi 3D dalam pendidikan teknis mampu meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa terhadap sistem kompleks melalui visualisasi gerakan yang realistis.

3 METODE PENELITIAN

Untuk mencapai tujuan penelitian, dilakukan serangkaian tahapan metodologis yang meliputi studi literatur, penentuan spesifikasi alat, perancangan sistem, dan implementasi. Tahapan-tahapan tersebut dijelaskan dalam subbab berikut:

3.1 Studi literatur

Tahap studi literatur bertujuan untuk mengumpulkan data dan informasi pendukung yang relevan dengan pengembangan simulator CubeSat. Informasi diperoleh dari berbagai sumber seperti buku, artikel ilmiah, jurnal nasional dan internasional terakreditasi. Hasil dari studi ini menjadi dasar dalam merumuskan konsep sistem, menentukan spesifikasi teknis, serta membandingkan pendekatan dengan penelitian sebelumnya.

3.2 Penentuan spesifikasi alat

Penentuan spesifikasi alat bertujuan untuk menyederhanakan proses perancangan dan pembuatan suatu sistem, sehingga sistem mampu bekerja sesuai dengan target yang telah disepakati sejak awal.

3.3 Perancangan sistem

Tahapan ini mencakup perancangan sistem baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak. Tujuannya adalah membangun sistem yang mampu beroperasi sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan penelitian. Perancangan ini mencakup dua aspek utama, yaitu alat dan bahan yang digunakan serta rancangan perangkat keras secara menyeluruh.

3.3.1 Alat dan Bahan

Berikut adalah daftar alat dan komponen yang digunakan dalam pengembangan simulator CubeSat:

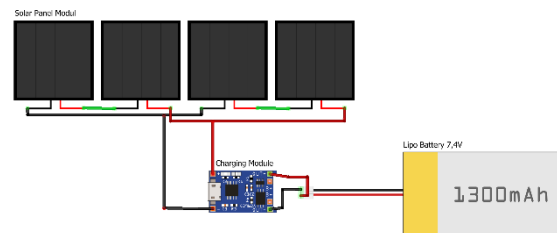
- Mikrokontroler ESP8266
- Sensor GY-91 MPU9250 + BMP280
- Sensor INA219
- Sensor DHT
- LCD OLED 0,91"
- Relay DC 5V
- Kipas DC 5V
- Baterai LiPo 7,4V
- Modul UBEC 5V
- Modul pengisian baterai LiPo
- Panel surya 5V
- Saklar on/ off
- Indikator baterai
- Kabel jumper

3.3.2 Desain Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras mencakup integrasi berbagai komponen ke dalam sistem CubeSat. Salah satu bagian penting dalam desain ini adalah sistem manajemen panel surya.

3.3.2.1 Rangkaian Manajemen Panel Surya

Perancangan manajemen panel surya pada simulasi nanosatelit Ganesha CubeSat diimplementasikan pada board khusus dengan menggunakan 4 buah modul panel surya dan menggabungkan outputnya hingga 10V untuk mengisi baterai Lipo 7,4V. Proses penggabungan output modul panel surya dilakukan secara seri dan paralel. Dimana dari ke-4 modul tersebut, setiap 2 buah modul panel surya dihubungkan secara seri, sehingga akan terdapat 2 rangkaian yang dihubungkan secara seri. Kedua rangkaian seri tersebut selanjutnya akan dihubungkan kembali secara paralel. Dari hasil penggabungan secara seri dan paralel akan diperoleh tegangan sebesar 10V yang akan digunakan sebagai input pengisian baterai Lipo 7,4V. Pada proses pengisian baterai Lipo 7,4V, cepat atau tidaknya proses pengisian baterai dipengaruhi oleh kondisi cahaya matahari yang terjadi pada saat proses pengisian [6], hal ini dikarenakan proses pengisian modul panel surya hanya akan bekerja ketika mendapatkan cahaya matahari secara langsung, dan tidak akan bekerja jika tidak mendapatkan cahaya matahari. Gambar 1 adalah gambar desain modul manajemen panel surya dalam simulasi nanosatelit.



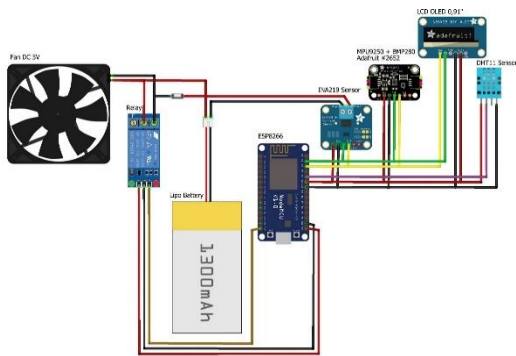
Gambar 1. Rangkaian Manajemen Panel Surya

3.3.2.2 Rangkaian Kontrol dan Payload

Rangkaian kontrol dalam simulasi nanosatelit Ganesha CubeSat dirancang menggunakan mikrokontroler ESP8266. Mikrokontroler ini bertugas untuk mengendalikan sistem simulator secara keseluruhan dan berkomunikasi dengan komponen lainnya melalui koneksi GPIO. Sementara itu, rangkaian payload juga diimplementasikan menggunakan mikrokontroler ESP8266 yang terintegrasi dengan beberapa sensor, antara lain sensor GY-91 (MPU9250 + BMP280), sensor INA219, sensor DHT11, serta LCD OLED 0,91" yang menggunakan antarmuka komunikasi I2C. Konfigurasi koneksi pin komunikasi antara mikrokontroler ESP8266 dan masing-masing sensor dijelaskan sebagai berikut:

- Sensor GY-91 (MPU9250 + BMP280)
 - Pin D2 ESP8266 terhubung ke pin SDA
 - Pin D1 ESP8266 terhubung ke pin SCL
 - Pin 3.3V terhubung ke VCC sensor
 - Pin GND terhubung ke GND sensor
- Sensor INA219
 - Pin D2 ESP8266 terhubung ke pin SDA
 - Pin D1 ESP8266 terhubung ke pin SCL
 - Pin 3.3V terhubung ke VCC sensor
 - Pin GND terhubung ke GND sensor
- Sensor DHT11
 - Pin D4 ESP8266 terhubung ke pin data sensor DHT11
 - Pin 3.3V terhubung ke VCC sensor
 - Pin GND terhubung ke GND sensor

Gambar 2 merupakan rancangan kontrol dan payload pada simulasi nanosatelit Ganesha CubeSat.



Gambar 2. Rangkaian Kontrol dan Payload

3.3.3 Desain Basis Data MySQL

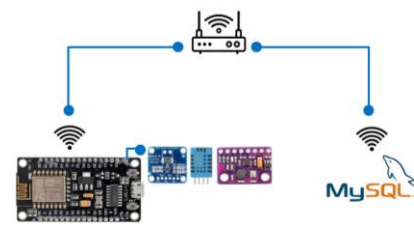
Perancangan basis data MySQL pada simulasi nanosatelit Ganesha CubeSat bertujuan untuk memfasilitasi proses pemantauan data sensor secara real time [7], yang dapat diakses secara jarak jauh melalui koneksi WiFi. Alasan pemilihan MySQL sebagai sistem basis data adalah kemampuannya dalam menangani query data dalam jumlah besar serta kemudahannya dalam menyimpan dan mengakses data sensor dalam bentuk string atau teks. Gambar 3 menampilkan antarmuka basis data MySQL yang digunakan dalam simulasi ini.



Gambar 3. Desain Basis Data MySQL

3.3.4 Perancangan Integrasi MySQL dengan Mikrokontroler

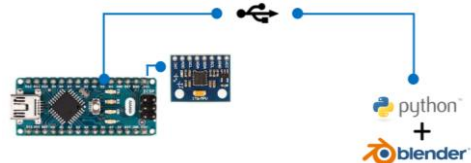
Tahapan ini bertujuan untuk menggambarkan proses integrasi antara mikrokontroler ESP8266 dengan basis data MySQL [8]. Mikrokontroler yang telah terkoneksi dengan server melalui jaringan WiFi akan mengirimkan data hasil pembacaan sensor secara langsung ke server untuk disimpan dalam database. Setelah data tersimpan di dalam MySQL, informasi tersebut dapat ditampilkan kepada pengguna melalui webserver secara real time. Ilustrasi proses pengiriman data dari ESP8266 ke MySQL disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Perancangan Integrasi MySQL dengan Mikrokontroler

3.3.5 Desain Animasi 3D

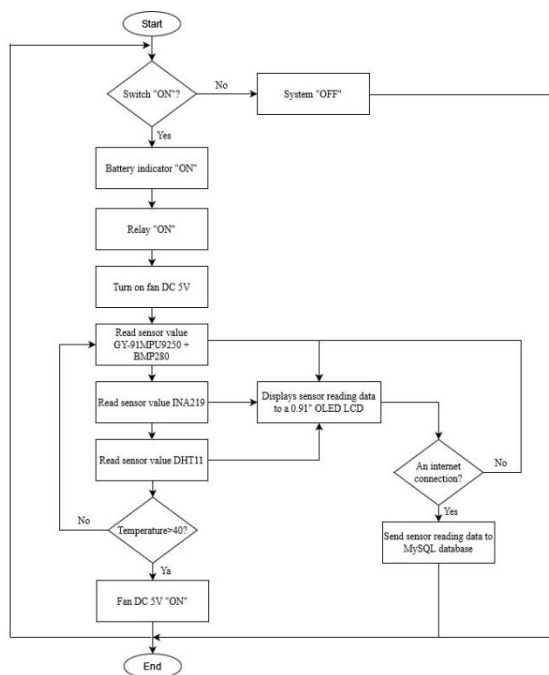
Desain animasi 3D dilakukan menggunakan perangkat lunak **Blender** yang berfungsi untuk mensimulasikan pergerakan sistem CubeSat secara virtual pada sumbu x, y, dan z [9]. Untuk merealisasikan pergerakan virtual yang menyerupai sistem nyata, digunakan kombinasi antara mikrokontroler dan sensor. Mikrokontroler Arduino Nano digunakan untuk mengendalikan pergerakan berdasarkan nilai yang dibaca oleh sensor MPU6050. Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi pergerakan sistem pada sumbu x, y, dan z. Nilai pembacaan dari sensor akan dikirimkan ke perangkat lunak Blender melalui komunikasi serial, sehingga animasi dapat berjalan sesuai pergerakan aktual dari sistem. Gambar 5 menunjukkan proses pengiriman data dari Arduino Nano ke Blender.



Gambar 5. Ilustrasi Pengiriman Data Sensor oleh Arduino Nano ke Blender untuk Simulasi Animasi 3D

3.4 Diagram Alir

Gambar 6 adalah diagram alir sistem pada simulasi nanosatelit Ganesha CubeSat:



Gambar 6. Diagram alir sistem pada simulasi nanosatelit Ganesha Cubesat

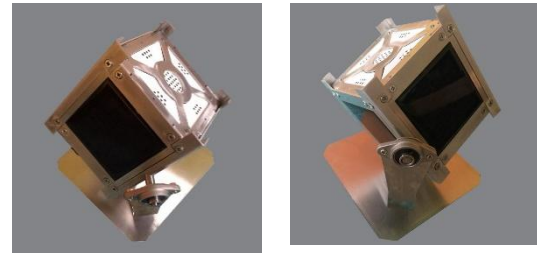
Berdasarkan Gambar 6 yang menunjukkan diagram alir sistem pada simulasi nanosatelit Ganesha CubeSat, diketahui bahwa sistem akan mulai beroperasi ketika saklar On/ Off berada dalam posisi On. Pada kondisi ini, indikator baterai dan relay akan aktif (logika high). Saat relay aktif, kipas DC 5V akan menyala selama 5 detik untuk menstabilkan suhu di dalam frame. Setelah durasi tersebut, kipas akan mati secara otomatis, dan mikrokontroler akan mengaktifkan sensor-sensor untuk mulai bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing. Sensor-sensor tersebut meliputi:

- Sensor GY-91 (MPU9250 + BMP280): berfungsi untuk melacak rotasi atau perputaran sistem berdasarkan pergerakannya, mengukur kecepatan sistem, temperatur dalam frame, serta tekanan sistem.
- Sensor INA219: digunakan untuk mengukur nilai tegangan dan arus listrik selama sistem Ganesha CubeSat beroperasi.
- Sensor DHT11: bertugas untuk mengukur temperatur pada bagian luar frame.

Data hasil pembacaan dari masing-masing sensor akan ditampilkan secara langsung pada LCD OLED 0,91", serta dikirimkan ke basis data MySQL sebagai bagian dari proses pemantauan sistem secara real-time.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari metodologi perancangan yang telah dilakukan, dihasilkan sistem mekanik riil dari simulasi nanosatelit Ganesha CubeSat sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 7. Pengujian terhadap masing-masing subsistem dari Ganesha CubeSat dijelaskan dalam poin 4.1 hingga 4.4 berikut:



Gambar 7. Mekanik riil nanosattellite Ganesha CubeSa

4.1 Pengujian Payload dan Sistem Kontrol

Pada subsistem ini, seluruh sensor dan komponen pendukung dikendalikan oleh mikrokontroler [10] ESP8266 sebagai pusat sistem kontrol. Komponen-komponen yang dikontrol meliputi:

- Sensor GY-91 (MPU9250 + BMP280)
- Sensor INA219
- Sensor DHT11
- LCD OLED 0,91"
- Kipas DC
- Saklar on/off
- Indikator baterai

Semua sensor dan komponen dihubungkan ke pin GPIO [11] ESP8266 untuk menerima perintah sesuai fungsinya masing-masing. Subsistem kontrol dan payload hanya aktif saat saklar dalam posisi **On**. Ketika saklar dinyalakan, arus dan tegangan dari baterai LiPo 7,4V akan mengalir ke seluruh subsistem, sedangkan dalam kondisi **Off**, aliran daya terputus sepenuhnya, sehingga semua komponen akan mati.

Dalam kondisi siaga, sistem dapat bertahan hingga 24 jam dengan tegangan 7,4V. Rincian kondisi saklar, arus/ tegangan, serta status sistem kontrol ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kondisi Saklar, Arus/Tegangan, dan Status Sistem Kontrol

Kondisi Saklar	Arus/Tegangan	Status Payload dan Sistem Kontrol
ON	Tersedia	ON
OFF	Tidak Tersedia	OFF

4.2 Pengujian Sistem Pengisian Panel Surya

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja modul panel surya dalam mengisi daya baterai LiPo 7,4V. Konfigurasi dilakukan dengan menghubungkan output panel surya ke input modul pengisian, lalu output modul pengisian ke baterai. Empat modul panel surya digunakan dengan konfigurasi dua pasang panel disusun secara seri, kemudian kedua pasang tersebut dihubungkan kembali secara paralel, menghasilkan tegangan total sekitar 10V untuk mengisi baterai. Waktu pengisian penuh (dari kondisi kosong) memerlukan sekitar 8 jam, dan peningkatan tegangan sebesar 1V membutuhkan ± 1 jam, tergantung intensitas sinar matahari. Tabel 2 menjelaskan kondisi pengisian tergantung ketersediaan cahaya matahari.

Tabel 2. Status Pengisian Berdasarkan Kondisi Cahaya Matahari

Kondisi Matahari	Status Pengisian	Tegangan Masuk
Ada	Mengisi	1 volt/ jam
Tidak Ada	Tidak Mengisi	0 volt

Berdasarkan Tabel 2, pengisian hanya dapat terjadi jika terdapat cahaya matahari langsung, karena sistem panel surya tidak berfungsi tanpa sinar matahari.

4.3 Pengujian Transfer Data dari ESP8266 ke Database MySQL

Pengujian ini bertujuan untuk mengamati pengiriman data hasil pembacaan dari sensor GY-91 (MPU9250 + BMP280), sensor INA219, dan sensor DHT11 ke database MySQL. Transfer data dapat berjalan jika sistem dalam keadaan ON dan terhubung ke jaringan WiFi. Dalam kondisi ini, data akan dikirim secara real-time dan dapat diakses oleh pengguna melalui jaringan.

Tabel 3. Kondisi transfer data sensor dari ESP8266 ke MySQL

Status Sistem	Status WiFi	Status Transfer ke MySQL
OFF	OFF	Gagal
OFF	ON	Gagal
ON	OFF	Gagal
ON	ON	Berhasil

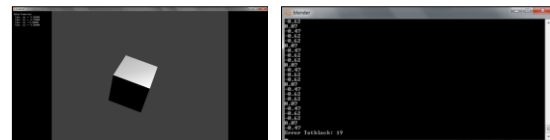
Berdasarkan Tabel 3, transfer data hanya berhasil ketika sistem dan koneksi WiFi dalam kondisi aktif secara bersamaan. Ketiadaan koneksi WiFi akan mengakibatkan kegagalan pengiriman data sensor ke database.

4.4 Pengujian Animasi 3D Menggunakan Software Blender

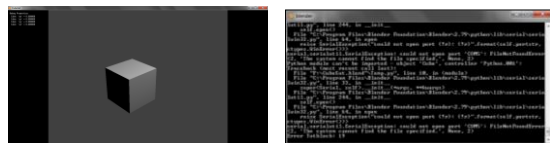
Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memverifikasi apakah animasi 3D yang dijalankan di software Blender merepresentasikan gerakan sistem nyata dengan benar. Sistem menggunakan:

- Mikrokontroler Arduino Nano
- Sensor MPU6050

Sensor MPU6050 membaca nilai gerakan pada sumbu **x**, **y**, dan **z**, kemudian Arduino Nano mengirimkan data tersebut ke script Python [12] pada software Blender melalui **komunikasi serial**. Port yang digunakan diinisialisasi ke dalam script untuk memastikan koneksi antar perangkat [13]. Jika komunikasi berhasil, Blender akan menjalankan animasi sesuai arah pergerakan nyata dan menampilkan nilai sumbu pada pojok kiri atas serta pada console. Jika komunikasi gagal, animasi akan diam, nilai x, y, z akan bernilai 0, dan pesan error akan ditampilkan di console.



Gambar 8. Animasi 3D Berhasil Dijalankan pada Blender



Gambar 9. Animasi 3D Gagal Dijalankan akibat Gagal Komunikasi Serial

5 KESIMPULAN

CubeSat merupakan jenis satelit mini yang digunakan untuk penelitian antariksa. Umumnya, CubeSat memiliki volume sebesar satu liter (berbentuk kubus dengan ukuran 10 cm × 10 cm × 10 cm), massa tidak melebihi 1,33 kilogram, dan menggunakan komponen elektronik komersial yang tersedia di pasaran. Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menguji Ganesha CubeSat sebagai media praktik pembelajaran di kelas,
2. Menguji implementasi modulasi telemetry melalui PC yang terhubung ke internet [14],
3. Menguji antarmuka animasi 3D CubeSat yang ditampilkan pada perangkat PC.

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Ganesha CubeSat memiliki tiga subsistem utama, yaitu:
 - Subsistem manajemen tenaga surya,
 - Subsistem kontrol, dan
 - Subsistem payload
- b. Subsistem kontrol dan muatan hanya akan aktif ketika saklar On/ Off berada dalam posisi On.
- c. Dalam kondisi siaga, subsistem kontrol dan subsistem manajemen tenaga surya mampu bertahan selama 24 jam dengan pasokan tegangan sebesar 7,4V.
- d. Proses pengisian baterai LiPo 7,4V dengan menggunakan empat panel surya membutuhkan waktu sekitar 8 jam untuk pengisian penuh (dari kondisi kosong), dan sekitar 1 jam untuk peningkatan tegangan sebesar 1 volt.
- e. Transfer data hasil pembacaan sensor GY-91 (MPU9250 + BMP280), sensor INA219, dan sensor DHT11 dari mikrokontroler ESP8266 ke database MySQL hanya dapat dilakukan ketika sistem dan koneksi WiFi dalam kondisi On [15].
- f. Animasi 3D pada perangkat lunak Blender dijalankan melalui komunikasi serial antara port sistem dan port pada PC.

Tahapan penelitian selanjutnya difokuskan pada identifikasi penyebab serta solusi perbaikan pada sistem pengisian baterai LiPo 7,4V dengan menggunakan panel surya, agar dapat menghasilkan tegangan optimal dalam waktu yang lebih singkat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Y. Astutik and R. Yusuf, "Comparing Different Supervised Machine Learning Accuracy for Weather Analysis on CubeSat Simulation," in *2022 International Symposium on Electronics and Smart Devices (ISESD)*, 2022, pp. 1–5. doi: 10.1109/ISESD56103.2022.9980651.
- [2] A. Abdullah, "OKTAL : Jurnal Ilmu Komputer dan Science PERANCANGAN SISTEM KONTROL JARAK JAUH RECEIVER SATELIT MENGGUNAKAN METODE SMS BERBASIS ARDUINO NANO DI PT. IMANI PRIMA," vol. 3, no. 6, 2024, [Online]. Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/oktal>
- [3] M. I. Prasetya *et al.*, "Engineering Model of Single Channel AIS Receiver Payload for Cubesat," in *2024 11th International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE)*, 2024, pp. 181–185. doi: 10.1109/ICITACEE62763.2024.10762772.
- [4] D. Kim *et al.*, "SWARM CubeSat: Smart mmWave Active Radio Module on a 2U CubeSat Platform for Ground-Space LEO Communication Networks," in *2023 17th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP)*, 2023, pp. 1–4. doi: 10.23919/EuCAP57121.2023.10133259.
- [5] Edwar and M. A. Murti, "Implementation and analysis of remote sensing payload nanosatellite for deforestation monitoring in Indonesian forest," in *2013 6th International Conference on Recent Advances in Space Technologies (RAST)*, 2013, pp. 185–189. doi: 10.1109/RAST.2013.6581197.
- [6] M. N. Mahmoud and R. Baktur, "Integrated Solar Panel Slot Antennas Certified for CubeSat Missions," *IEEE Open Journal of Antennas and Propagation*, vol. 5, no. 3, pp. 686–692, 2024, doi: 10.1109/OJAP.2024.3385288.
- [7] R. A. Pradipta, P. B. Wintoro, and D. Budiarto, "PERANCANGAN PEMODELAN BASIS DATA SISTEM INFORMASI SECARA KONSEPTUAL DAN LOGIKAL," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 10, no. 2, May 2022, doi: 10.23960/jitet.v10i2.2541.
- [8] N. Wibisono, H. Purnomo Ipung, M. Amin Soetomo, E. Budiarto, A. Putri Sakinah, and R. Fitriana, "Analysis of Stakeholder Satisfaction using ITILv4 for Data Management in Telkomsat ERP," in *2022 International Conference on Informatics, Multimedia, Cyber and Information System (ICIMCIS)*, 2022, pp.

- 82–87. doi:
10.1109/ICIMCIS56303.2022.10017492.
- [9] T. P. Reynolds *et al.*, “SOC-i: A CubeSat Demonstration of Optimization-Based Real-Time Constrained Attitude Control,” in *2021 IEEE Aerospace Conference (50100)*, 2021, pp. 1–18. doi:
10.1109/AERO50100.2021.9438540.
- [10] M. I. Prasetya *et al.*, “Engineering Model of Single Channel AIS Receiver Payload for Cubesat,” in *2024 11th International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE)*, 2024, pp. 181–185. doi:
10.1109/ICITACEE62763.2024.10762772.
- [11] I. P. G. Rusma Wirawan *et al.*, “Multichannel Vessel Tracking Payload for Indonesian University Cubesat: First Result,” in *2024 IEEE International Conference on Advanced Telecommunication and Networking Technologies (ATNT)*, 2024, pp. 1–4. doi:
10.1109/ATNT61688.2024.10719312.
- [12] A. F. Razali, M. F. M. Ariff, Z. Majid, and H. A. Hamid, “Statistical Assessment for Point Cloud Dataset,” in *2023 19th IEEE International Colloquium on Signal Processing & Its Applications (CSPA)*, 2023, pp. 42–47. doi: 10.1109/CSPA57446.2023.10087473.
- [13] M. K. Andaristiyana and N. T. Dhastira, “Static Jacchia 1977 Atmospheric Modeling Using Python for Future LEO Satellite Orbit Prediction,” in *2024 IEEE International Conference on Aerospace Electronics and Remote Sensing Technology (ICARES)*, 2024, pp. 1–5. doi:
10.1109/ICARES64249.2024.10767988.
- [14] C. Chen, “A Dual-Band Circularly Polarized Shared-Aperture Antenna for 1U CubeSat Applications,” *IEEE Trans Antennas Propag*, vol. 70, no. 5, pp. 3818–3823, 2022, doi:
10.1109/TAP.2021.3125371.
- [15] R. A. Pradipta, P. B. Wintoro, and D. Budiyo, “PERANCANGAN PEMODELAN BASIS DATA SISTEM INFORMASI SECARA KONSEPTUAL DAN LOGIKAL,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 10, no. 2, May 2022, doi:
10.23960/jitet.v10i2.2541.