PEMBANGUNAN APLIKASI *GROUND CONTROL STATION* UNTUK ROKET EDF KECEPATAN RENDAH

Panji Pambajeng[1], Ken Kinanti Purnamasari[2]

[1,2] Teknik Informatika – Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipatiukur 112-114 Bandung
E-mail : panji.pam@gmail.com[1], guinev_gs@yahoo.co.nz

ABSTRAK

Monitoring sebuah roket dengan memanfaatkan kapabilitas mata manusia sangat sulit dalam hal pemantauan. Area / Lintasan roket merupakan udara sehingga pada unguided area ini perlu dirancang sebuah sistem monitoring yang mampu berkomunikasi jarak jauh dengan roket dan memantau setiap perubahan-perubahan yang terjadi serta untuk mengetahui berfungsi atau tidaknya perangkat-perangkat yang terhubung ke dalam sistem roket.

Paper ini menjelaskan tentang analisis visualisasi data roket pada saat diluncurkan. Metodologi yang digunakan adalah studi kasus, analisis dilakukan pada monitoring roket pada saat diluncurkan berbasis teks/numerik dan visual. Hasil menunjukan bahwa hasil pengamatan dengan menggunakan visual dapat meningkatkan kinerja dalam hal pemantauan pergerakan roket saat diluncurkan daripada dengan cara pemantauan secara manual.

Kata kunci : *Monitoring*, Visualisasi Data, *Ground Control Station*, Pengolahan Data Sensor

1. PENDAHULUAN

Monitoring sebuah roket dengan memanfaatkan kapabilitas mata manusia sangat sulit dalam hal pemantauan. Area / Lintasan roket merupakan udara sehingga pada *unguided* area ini perlu dirancang sebuah sistem monitoring yang mampu berkomunikasi jarak jauh dengan roket dan memantau setiap perubahan-perubahan yang terjadi serta untuk mengetahui berfungsi atau tidaknya perangkat-perangkat yang terhubung ke dalam sistem roket.

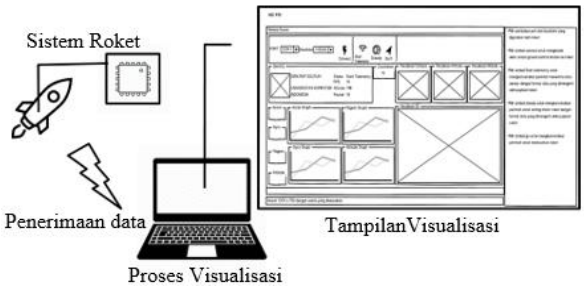
Data yang dikirim roket pada saat diluncurkan akan diterima oleh sistem monitoring dan diolah, hasil data akan dianalisa untuk menentukan keputusan lebih lanjut. Sehingga perlu untuk menambahkan fitur visualsasi data pada sistem monitoring untuk meningkatkan kinerja dalam hal pemantauan. Visualisasi yang efektif membantu pengguna dalam menganalisa dan penalaran tentang data dan bukti. Berdasarkan asumsi tersebut visualisasi data melalui grafis 3 dimensi menjadi alternatif alat dalam memonitor gerak roket pada saat diluncurkan.

Dalam penelitian ini, dirancang suatu aplikasi GCS (*Ground Control Station*) sebagai sistem monitoring yang dapat memvisualisasikan gerak roket pada saat diluncurkan. Sebelum melakukan proses visualisasi data sensor hasil pengamatan dilakukan tahap pengolahan data terlebih dahulu. Tahap pengolah data yang dilakukan yaitu tokenizing dan plotting. Konfigurasi input data dari sensor terdiri dari *accelerometer* 3-sumbu (m/s2), *gyroscope* 3-sumbu (rad/sec), kompas diproses dari data sensor magnetometer, ketinggian, sudut *roll*, *pitch*, *yaw*. Selanjutnya dilakukan tahap klasifikasi visual yang meliputi tata letak, warna, teks dan visual 3D..

2. ISI PENELITIAN

2.1 Analisis Solusi

Penyelesaian masalah dilakukan dengan membangun aplikasi *Ground Control Station* sebagai representasi roket saat diluncurkan dan input data berupa teks kemudian data dikirimkan dan diolah yang selanjutnya akan divisualisasikan sebagai representasi roket EDF yang sebenarnya. Berikut merupakan gambaran umum sistem yang dibangun.

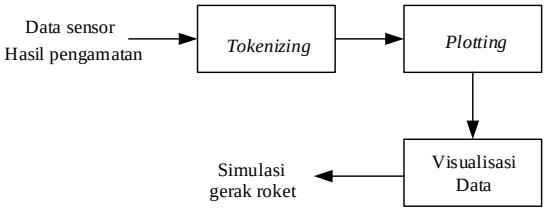


Gambar 1. Gambaran Umum Sistem

Data masukan berupa data sensor pada sistem roket yang diproses dengan pengolahan data mengimplementasikan data masukan sebagai perintah. Keluaran visualisasi yang diharapkan sesuai dengan pergerakan roket sebenarnya. Setelah data masukan sudah dikenali, maka selanjutnya *Ground Control Station* dapat berkomunikasi dengan roket dari hasil pengiriman data tersebut dapat memonitoring roket secara real time.

2.2 Analisis Proses

Proses yang dilakukan dalam aplikasi ini dibagi menjadi beberapa bagian diaman setiap proses memiliki peranan masing masing dalam memonitoring roket secara real time. Berikut proses yang dilakukan pada gambar 2.



Gambar 2. Analisis Proses

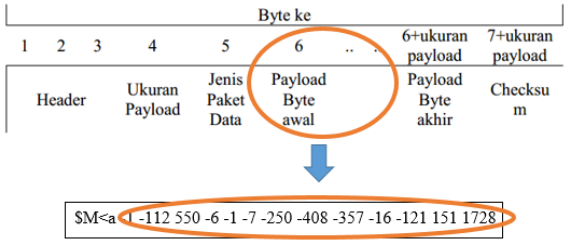
Pada blok diagram di atas, proses awal yang dilakukan yaitu input data sensor hasil pemantauan berupa array angka dari setiap data sensor roket. Langkah selanjutnya melalui tahap pengolahan data meliputi Tokenisasi, Plotting dan Visualisasi Data hasil akhir yang didapatkan berupa simulasi gerak roket.

c.

2.3 Data Masukan

Analisis data masukan ini menjelaskan tentang bagaimana proses komunikasi data yang dilakukan oleh pengguna dan roket. Data diperoleh dari hasil pengolahan sensor pada sistem roket berupa teks. Proses komunikasi data dilakukan dengan mengirimkan baris perintah. Baris perintah tersebut akan dicek apakah memiliki header yang sama. Selain itu, adanya checksum yang membantu komunikasi data untuk mengetahui kelengkapan data yang dikomunikasikan.

Pada proses pengiriman dan penerimaan data diperlukan suatu format transmisi data. Hal tersebut dimaksudkan untuk mempermudah perangkat dalam mengidentifikasi data yang ditransmisikan. Berikut ini format data yang dibuat untuk proses pengiriman data dari ground station ke roket.



Gambar 3. Format Data Masukan

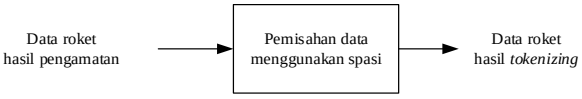
Keterangan

1. Byte ke 1,2,3 atau "*Header*" berisi byte yang menjadi identitas paket data untuk mengenali apakah data yang masuk merupakan data yang seharusnya.
2. Byte ke 4 atau "Ukuran *Payload*" berisi byte yang memberitahukan berapa byte data non-pengenal yang dikirim.
3. Byte ke 5 atau "Jenis Paket Data" berisi byte yang dapat menjadi identitas jenis paket untuk proses pengolahan data yang diterima. Contoh jenis paket.
   a. "A" : Komunikasi data perilaku roket
   b. "B" : Komunikasi data kontrol roket
4. Byte ke 6 sampai "6+ukuran *payload*" berisi byte yang digunakan dalam pengolahan sistem bisa berupa data sensor ataupun data yang lainnya.
5. Byte ke "7+ukuran *payload*" berisi byte checksum yang digunakan untuk mengecek apakah data diterima secara lengkap. checksum ini merupakan hasil dari proses XOR dari data yang diterima kecuali header.

d.

2.4 *Tokenizing*

Memisahkan spasi data sensor roket yang diterima berfungsi untuk membagi *array* data yang diterima kedalam variable data sensor. Proses Ini akan memudahkan ketika ingin melakukan *ploting* data.



Gambar 3. Proses *Tokenizing*

Adapun langkah langkah yang dilakukan sebagai berikut.

1. Data sensor dipisahkan dengan spasi pada *array* data yang diterima.
2. Kemudian data yang sudah dipisahkan dimasukkan kedalam *variable* data.
3. Nilai yang terdapat dalam variable akan menjadi nilai *output* sebelum melakukan *plotting* data.

Dari data sensor hasil pengamatan yang diterima akan dilakukan proses *tokenizing* dengan memisahkan data menjadi beberapa bagian. Berikut adalah hasil dari proses *tokenizing*.

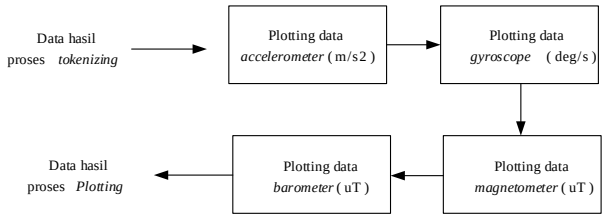
Tabel 1. Hasil Proses *Tokenizing*

Indeks	Data sensor roket	Hasil *tokenizing* data sensor roket
A	-1	data sensor accelerometer sumbu x
B	-112	data sensor accelerometer sumbu y
C	550	data sensor accelerometer sumbu z
D	-6	data sensor gyroscope sumbu x
E	-1	data sensor gyroscope sumbu z
F	-7	data sensor gyroscope sumbu z
G	-250	data sensor magnetometer sumbu x
H	-408	data sensor magnetometer sumbu y
I	-357	data sensor magnetometer sumbu z
J	-16	data sudut pitch
K	-121	data sudut roll
L	151	data sudut yaw
M	1728	data sensor barometer

Tabel 1. merupakan proses hasil *tokenizing* data yang diterima berupa *array* dari semua sensor *accelerometer*, *gyroscope*, *magnetometer* dan *barometer* dipisahkan menjadi per data, kemudian proses selanjutnya menempatkan data sesuai dengan data hasil *tokenizing* sesuai dengan data yang diterima.

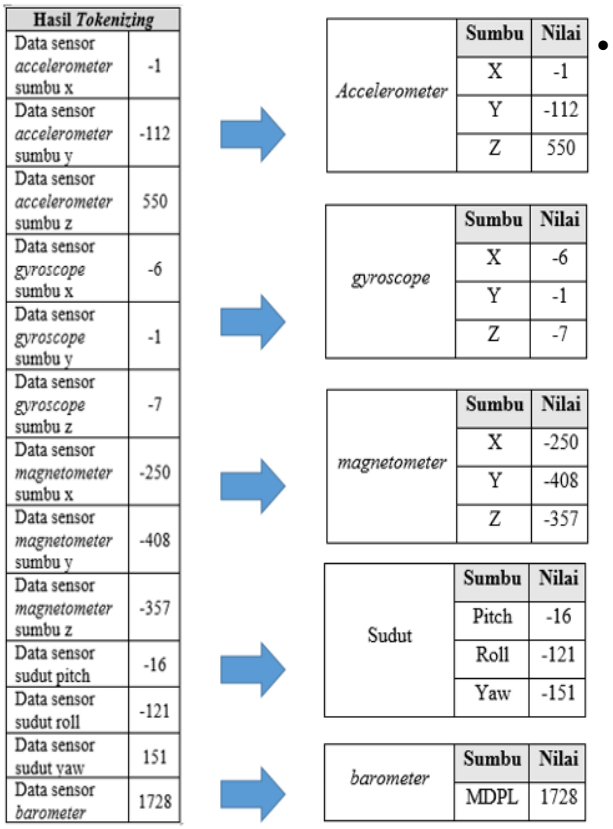
2.5 *Plotting*

Menempatkan data yang telah dipisahkan kedalam *variable* data dan menyesuaikan dengan data yang diterima. Gambar 3.2 merupakan *blok diagram* proses *plotting*.



Gambar 5. Proses *Plotting*

Pada blok diagram diatas merupakan gambaran proses plotting dimana hasil proses tokenizing diterima kemudian dilakukan data ditempatkan berdasarkan nilai sensor yang dikirimkan. Berikut adalah proses *plotting* yang dilakukan pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil Proses *Plotting*

Pada kasus ini data sensor yang digunakan adalah *accelerometer* 3-sumbu/axis, *gyroscope* 3-sumbu, *magnetometer* 3-sumbu/axis dan *barometer* penempatan data berdasarkan nama sensor, sumbu/*axis* sensor serta nilai sensor dari setiap data yang dikirimkan. Sedangkan data sudut yang diperoleh dari sensor *accelerometer* dan *gyroscope* yaitu sudut *pitch*, *roll* dan *yaw*.

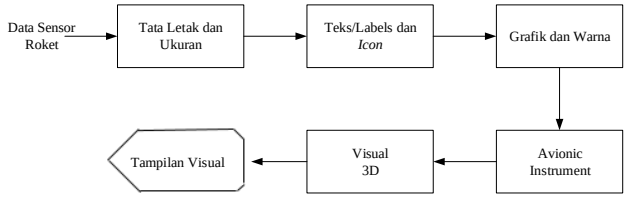
Setelah proses *plotting* data disimpan terlebih dahulu sebelum melakukan proses visualisasi data. Data yang disimpan berupa file .txt penyimpanan data bertujuan untuk sebagai bahan evaluasi pada percobaan selanjutnya.Berikut merupakan format data *logging*.

Tabel 2. Format Data *Logging*

Data	Keterangan
310	Urutan data-ke
9:15:42AM	Data waktu
-0.84	Data *accelerometer* x
-0.48	Data *accelerometer* y
-0.84	Data *accelerometer* z
29	Data *gyroscope* x
67	Data *gyroscope* y
-45	Data *gyroscope* z
-209	Data *magnetometer* x
457	Data *magnetometer* y
-127	Data *magnetometer* z
-5	Data *roll*
-6	Data *pitch*
28	Data *yaw*
752	Data *barometer*
Steady	Data Status

2.6 Visualisasi Data

Visualisasi data tidak semerta-merta mengubah data menjadi grafik visual, visualisasi data memerlukan perencanaan. Setiap jenis data memiliki teknik visualisasi berdasarkan kebutuhannya. Berdasarkan tingkat kompleksitas data, untuk menghasilkan solusi yang berharga diperlukan dari berbagai disiplin ilmu, yaitu: statistika, data mining, desain grafis, dan visualisasi informasi.

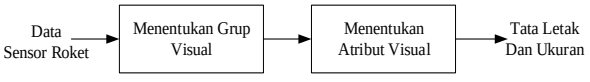


Gambar 7. Proses Visualisasi Data

Dalam proses visualisasi ini data per sensor yang sudah diplot dapat di visualisasikan ke dalam bentuk icon, teks/label dengan pemberian warna, bentuk grafik, *avionic instrument* dan visual 3D serta pengaturan tata letak yang dapat mempengaruhi dalam penyampaian informasi. Berikut penjelasan secara detail per proses dalam visualisasi data.

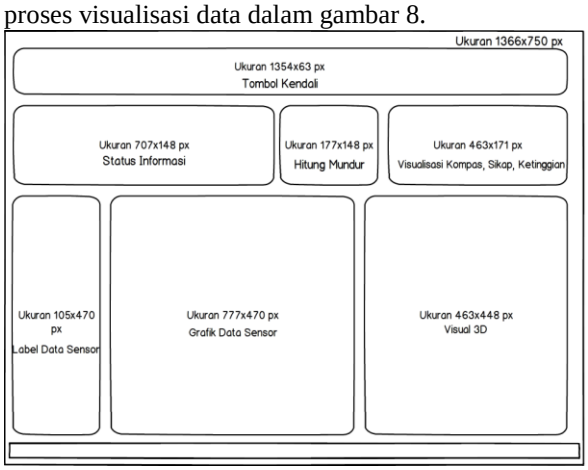
1. Tata Letak

Penempatan, dan posisi yang mungkin kurang dimanfaatkan dalam visualisasi. Ketika ini terjadi, peluang untuk mengkomunikasikan informasi hilang atau terbuang, tidak efisien dan lebih sulit untuk dipahami [12].



Gambar 8. Proses Tata Letak

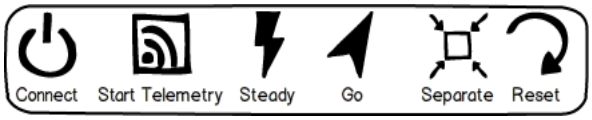
Pada kasus ini penempatan posisi dalam proses visualisasi dari semua data dimensi harus dipertimbangkan untuk melakukan monitoring dan kendali roket EDF serta nilai-nilai dan informasi terpenting seperti tombol kendali, arah roket, ketinggian yang mengacu pada rule book KOMURINDO 2015. Berikut adalah tata letak pada proses visualisasi data dalam gambar 8.



Gambar 9. Hasil Tata Letak

2. *Icon*

Icon adalah variasi dari bentuk dan cenderung memiliki lebih detail dari lingkaran sederhana atau persegi, misalnya, garis bentuk Alat software *tool* bar, atau bahkan tombol-tombol pada kebanyakan diremote kontrol. Pada kasus ini penggunaan icon sebagai kendali sistem roket [12].



Gambar 10. *Icon* Kendali Sistem Roket

3. Teks/Label

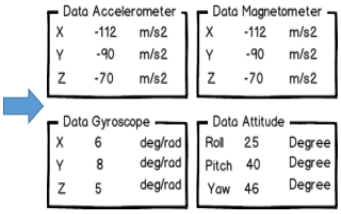
Sebuah visualisasi berguna menggunakan kata-kata atau nomor apapun sebagai judul, label axis, atau jenis lain dari label atau indikator [12].



Gambar 11. Proses Teks/Label

Jadi kita perlu mempertimbangkan kata-kata dan angka yang akan dipakai, bagaimana agar teks atau kata kata tersebut dapat berinteraksi dengan unsur-unsur visual. tujuan teks dan pelabelan adalah untuk membuat hal-hal yang jelas dan mudah dinavigasi untuk pembaca.

Sensor	Sumbu	Nilai
Accelerometer	X	-1
	Y	-112
	Z	550
Gyroscope	X	-6
	Y	-1
	Z	-7
Magnetometer	X	-250
	Y	-408
	Z	-357
Sudut	Roll	-16
	Pitch	-121
	Yaw	151
Barometer	M	1728



Gambar 12. Hasil Visualisasi Teks/Label

4. Grafik

Grafik adalah suatu visualisasi tabel yang dimana tabel tersebut berupa angka-angka yang dapat disajikan ataupun dapat ditampilkan ke dalam bentuk gambar.Berikut merupakan visualisasi grafik per data sensor yang diterima.

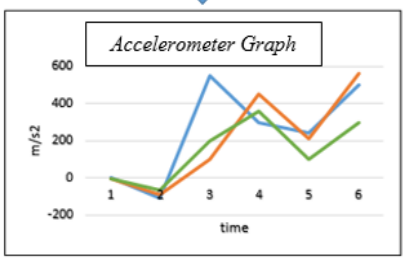


Gambar 13. Proses Grafik

1. Grafik *Accelerometer*

Pada grafik accelerometer data yang dipakai sebagai contoh hanya 6 data saja yang diambil berdasarkan sumbunya. Sumbu yang dipakai adalah sumbu x, sumbu y dan sumbu z. Berikut merupakan contoh visualisasi data accelerometer ke dalam grafik.

Satuan / Time / Data Ke	30ms/ 1	60ms/ 2	90ms/ 3	120ms/ 4	150ms/ 5	180ms/ 6
Sumbu x	-1	-112	550	300	243	500
Sumbu y	-6	-90	100	450	213	560
Sumbu z	-8	-70	200	356	100	300

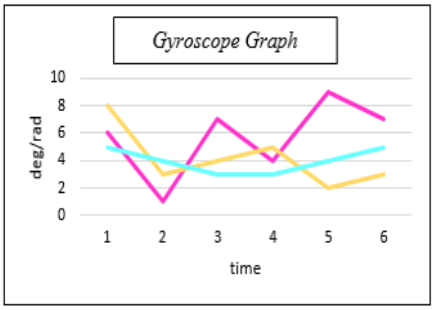


Gambar 14. Perancangan Grafik *Accelerometer*

1. Grafik *Gyroscope*

Pada grafik *gyroscope* data yang dipakai sebagai contoh hanya 6 data saja yang diambil berdasarkan sumbunya. Sumbu yang dipakai adalah sumbu x, sumbu y dan sumbu z. Berikut merupakan contoh visualisasi data *gyroscope* ke dalam grafik.

Satuan / Time / Data Ke	30ms/ 1	60ms/ 2	90ms/ 3	120ms/ 4	150ms/ 5	180ms/ 6
Sumbu x	6	1	7	4	9	7
Sumbu y	8	3	4	5	2	3
Sumbu z	5	4	3	3	4	5

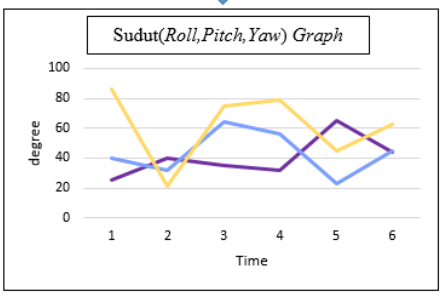


Gambar 15. Perancangan Grafik *Gyroscope*

2. Grafik Sudut

Pada grafik sudut data yang dipakai sebagai contoh hanya 6 data saja yang diambil berdasarkan sumbunya. Sumbu yang dipakai adalah sumbu *roll*, sumbu *pitch* dan sumbu *yaw*. Berikut merupakan contoh visualisasi data sudut ke dalam grafik.

Satuan / Time / Data Ke	30ms/ 1	60ms/ 2	90ms/ 3	120ms/ 4	150ms/ 5	180ms/ 6
Sumbu x	25	40	35	32	65	44
Sumbu y	40	32	64	56	23	45
Sumbu z	86	21	75	79	45	63

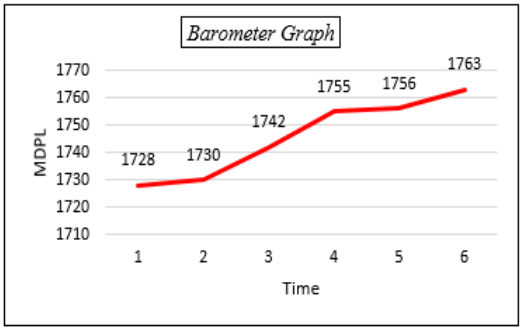


Gambar 16. Perancangan Grafik Sudut

3. Grafik Barometer

Pada grafik sudut data yang dipakai sebagai contoh hanya 6 data saja yang diambil berdasarkan sumbunya. Berikut merupakan contoh visualisasi data barometer ke dalam grafik.

Satuan / Time/ Data ke	30ms/ 1	60ms/ 2	90ms/ 3	120ms/ 4	150ms/ 5	180ms/ 6
MDPL	1728	1730	1742	1755	1756	1763



Gambar 17. Perancangan Grafik *Barometer*

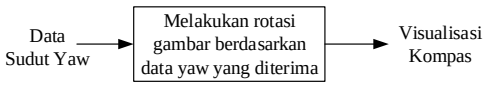
Pada kasus ini grafik yang digunakan menggunakan grafik garis, sumbu *horizontal* dalam grafik merupakan waktu/data-ke. Dalam penerimaan sensor sumbu vertical merupakan data sensor per sumbu dengan satuan. Grafik garis digunakan karena data sensor sudut yang mengirimkan data secara kontinu.

5. *Avionic Instrument*

Avionic berarti peralatan elektronik penerbangan yang mencakup seluruh sistem elektronik yang dirancang untuk digunakan di pesawat terbang. Sistem utamanya meliputi sistem komunikasi, navigasi dan indikator serta manajemen dari keseluruhan sistem.

1. Visualisasi Kompas

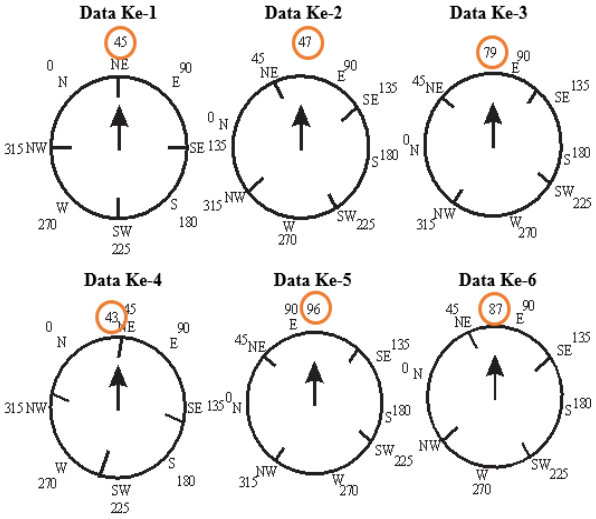
Kompas bertujuan untuk melengkapi kebutuhan robotika yang semakin canggih. Dunia robotika ini sangat membutuhkan alat navigasi yang efektif dan efisien.



Gambar 18. Proses Visualisasi Kompas

Berikut adalah hasil visualisasi data kompas.

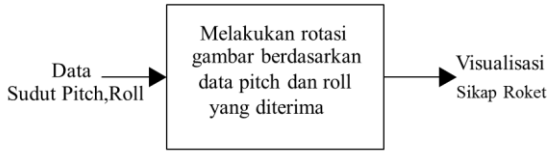
Sudut / Time/ Data Ke	30ms/ 1	60ms/ 2	90ms/ 3	120ms/ 4	150ms/ 5	180ms/ 6
Yaw	45.15	47	79	43	96	87



Gambar 19. Hasil Visualisasi Data Kompas

2. Visualisasi Sikap Roket

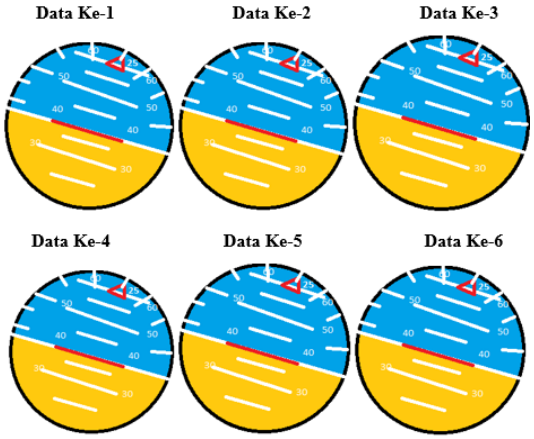
Indikator sikap roket dikenal juga sebagai *gyro horizon* atau indikator kemiringian adalah alat yang digunakan di dalam dunia penerbangan untuk menginformasikan pilot dari orientasi roket relatif terhadap Bumi. Hal ini menunjukkan depan dan tilt belakang dan sisi ke sisi miring.



Gambar 20. Proses Visualisasi Sikap Roket

Berikut adalah hasil visualisasi data sikap roket.

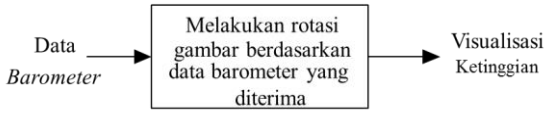
Sudut / Time/ Data Ke	30ms/ 1	60ms/ 2	90ms/ 3	120ms/ 4	150ms/ 5	180ms/ 6
Roll	25	28	30	32	45	21
Pitch	40	47	65	78	43	65



Gambar 21. Hasil Visualisasi Data Sikap

3. Visualisasi Ketinggian

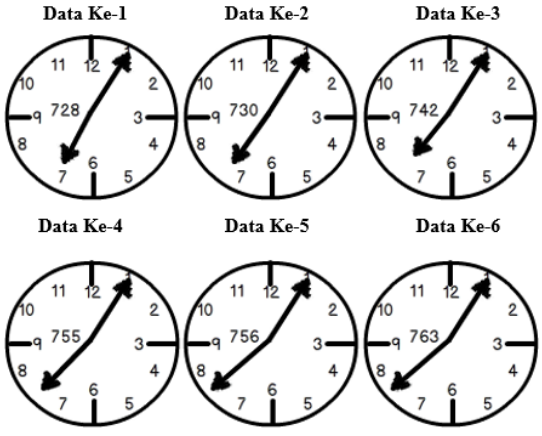
Barometer adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan udara. Dengan memanfaatkan tekanan udara, maka sensor ini juga dapat mengukur ketinggian.



Gambar 22. Proses Visualisasi Data Ketinggian

Berikut adalah hasil visualisasi data ketinggian.

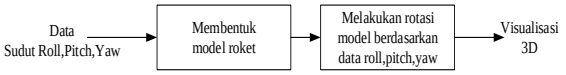
Satuan / Time/ Data ke	30ms/ 1	60ms/ 2	90ms/ 3	120ms/ 4	150ms/ 5	180ms/ 6
MDPL	728	730	742	755	756	763



Gambar 23. Hasil Visualisasi Data Ketinnggian

6. 3D

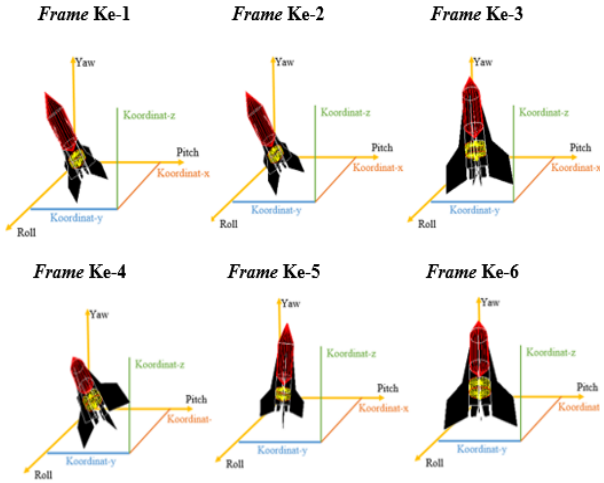
3 dimensi atau biasa disingkat 3D atau disebut ruang, adalah bentuk dari benda yang memiliki panjang, lebar, dan tinggi. Istilah ini biasanya digunakan dalam bidang seni, animasi, komputer dan matematika.



Gambar 24. Proses 3D

Berikut adalah contoh visualisasi data 3D.

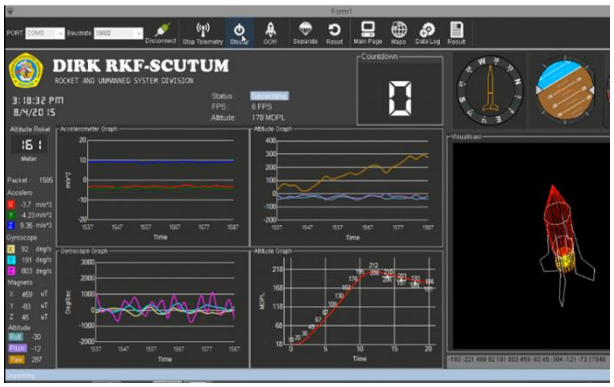
Sudut / Time/ Data Ke	30ms/ 1	60ms/ 2	90ms/ 3	120ms/ 4	150ms/ 5	180ms/ 6
Roll	25	28	30	32	45	21
Pitch	40	47	65	78	43	65
Yaw	45.15	47	79	43	96	87



Gambar 25. Hasil Visualisasi 3D

2.7 Implementasi Antarmuka

Ketika pertama kali aplikasi dijalankan maka akan langsung muncul tampilan Utama. Dalam tampilan utama pengguna. Gambar 26. berikut merupakan antarmuka tampilan utama.



Gambar 26. Antarmuka

2.8 Pengujian Sistem

Tahap pengujian sistem bertujuan untuk menemukan kesalahan-kesalahan atau kekurangan-kekurangan pada sistem yang diuji. Pengujian bermaksud untuk mengetahui apakah aplikasi yang dibuat sudah sesuai dengan tujuan penelitian.

1. Pengujian *Black Box*

Pengujian black box digunakan untuk menguji fungsi-fungsi khusus dari perangakat lunak yang dirancang. Berikut adalah tabel rencana pengujian black box.

Tabel 3. Pengujian *Black Box*

No	Komponen Yang Diuji	Butir Uji	Jenis Pengujian
1	*Tokenizing*	Melakukan proses *tokenizing* data hasil pengamatan	*Black box*
2	*Plotting*	Melakukan proses *plotting* data hasil *tokenizing*	*Black box*
3	Visualisasi Data	Melakukan proses visualisasi data *accelerometer*	*Black box*
		Melakukan proses visualisasi data *gyroscope*	*Black box*
		Melakukan proses visualisasi data *magnetometer*	*Black box*
		Melakukan proses visualisasi data *barometer*	*Black box*
		Melakukan proses visualisasi data *roll,pitch* dan *yaw*	*Black box*

Hasil dari pengujian *black box* yang telah dilakukan menunjukkan aplikasi yang dibangun memiliki fungsionalitas yang baik, karena hampir semua pengujian yang dilakukan menghasilkan hasil yang sesuai dengan harapan.

2. Pengujian Kebergunaan (*Usability Testing*)

Pada pengujian usability testing dalam penelitian ini adalah menggunakan metode kuisioner dengan respon user dari berbagai usia. Responden yang digunkan dalam usability testing ini berjumlah 17 orang. Jumlah ini dipilih sesuai dengan penelitian sebelumnya mengenai jumlah responden, yang mengatakan bahwa responden usability testing tidak boleh terlalu banyak [18]. Responden yang dipilih dari berbagai usia dengan pertimbangan telah mengerti mengenai aplikasi berbasis desktop, tetapi belum menggunakan aplikasi yang diuji sebelumnya. Secara teknis usability testing dilakukan di lingkungan kampus UNIKOM dengan alat-alat berupa laptop selembar task dan kuesioner, serta sebuah alat tulis. Berikut tabel pertanyaan pengujian aspek *usability*.

Tabel 4. Plot Pertanyaan *Usability*

NO	Pertanyaan	Aspek *Usability*				
		Learn	*Effic*	*Memor*	*Errors*	*Satisf*
1	Apakah aplikasi ini dapat dikenal dan mudah dipelajari dari *interface* awal ?	✓				✓
2	Apakah aplikasi ini dapat memberikan informasi yang merepresentasikan gerak roket yang sebenarnya ?	✓				✓
3	Apakah aplikasi ini dapat membantu memberikan solusi terhadap hasil pengamatan ?		✓			✓
4	Apakah simbol- simbol gambar mudah dipahami ?				✓	✓
5	Apakah dengan adanya penambahan fitur 3D mempermudah dalam pengamatan gerak roket ?		✓			✓
6	Apakah desain warna aplikasi ini nyaman dilihat ?				✓	✓
7	Apakah pemetaan konten dan pemilihan *font* memudahkan dalam menagkap informasi yang ditampilkan ?				✓	✓
8	Apakah dengan adanya fitur tampilan *responsive* pada aplikasi meningkatkan pengalaman pengguna (*user experience*) dibandingkan penelitian sebelumnya ?		✓			✓
9	Apakah dengan perubahan *user interface* aplikasi mampu meningkatkan kualitas aplikasi dibandingkan pada penelitian sebelumnya ?			✓		✓
10	Apakah anda dapat mengingat kembali menu-menu dan tampilan halaman yang ada pada aplikasi ?			✓		✓

Dari sepuluh pertanyaan di atas, masing-masing pertanyaan memiliki bagian tersendiri untuk mewakili tiap aspek dalam usability. aspek-aspek usability testing ini mencakup lima hal, yaitu.

1. *Learnability*, menjelaskan tingkat kemudahan pengguna untuk memenuhi task- task dasar ketika pertama kali mereka melihat atau menggunakan aplikasi.
2. *Efficiency*, menjelaskan tingkat kecepatan pengguna dalam menyelesaikan task-task setelah mereka mempelajari hasil perancangan.
3. *Memorability*, menjelaskan tingkat kemudahan pengguna dalam menggunakan rancangan yang baik, setelah beberapa lama tidak menggunakannya.
4. *Errors*, menjelaskan kemungkinan terjadinya error yang dilakukan oleh pengguna ketika menggunakan aplikasi.
5. *Satisfaction*, menjelaskan tingkat kepuasan pengguna dalam menggunakan aplikasi yang telah dibuat. Hal ini dapat diukur dari kemudahan dan kenyamanan pengguna dalam mencapai tujuan dari sistem yang dijalankan.

Tabel 5. Rekap Persentase *Usability*

No	Pertanyaan	Persentase
1	Apakah aplikasi ini dapat dikenal dan mudah dipelajari dari interface awal ?	94.1%
2	Apakah aplikasi ini dapat memberikan informasi yang merepresentasikan gerak roket yang sebenarnya ?	97.6%
3	Apakah aplikasi ini dapat membantu memberikan solusi terhadap hasil pengamatan ?	90.5%
4	Apakah simbol- simbol gambar mudah dipahami ?	90.5%
5	Apakah dengan adanya penambahan fitur 3D mempermudah dalam pengamatan gerak roket ?	92.9%
6	Apakah desain warna aplikasi ini nyaman dilihat ?	94.1%
7	Apakah pemetaan konten dan pemilihan font memudahkan dalam menagkap informasi yang ditampilkan ?	92.9%
8	Apakah dengan adanya fitur tampilan responsive pada aplikasi meningkatkan pengalaman pengguna (user experience) dibandingkan penelitian sebelumnya ?	90.5%
9	Apakah dengan perubahan user interface dan user experince pada aplikasi mampu meningkatkan kualitas aplikasi dibandingkan pada penelitian sebelumnya ?	91.7%
10	Apakah anda dapat mengingat kembali menu-menu dan tampilan halaman yang apada pada aplikasi ?	92.9%

Berdasarkan hasil persentase di atas yang didapatkan dari pengujian keberguanaan, maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi yang dibangun sudah sesuai dengan tujuannya menyediakan sistem monitoring sebagai visualisasi gerak roket pada saat diluncurkan yang dapat membantu dalam hal pemantauan

3. PENUTUP

3.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian fungsionalitas sistem pada kasus monitoring roket yang sedang diluncurkan dengan menggunakan teknik visualisasi data maka diperoleh sistem monitoring yang menyediakan representasi gerak roket pada saat diluncurkan, dan memberikan beberapa masukan mengenai tingkat effisiensi, efektivitas dan kepuasan pengguna terhadap aplikasi. Dapat dilihat bahwa untuk atribut kemudahan mengenali *interface* memiliki penerimaan oleh user sebesar 94.1%. Hal ini menunjukkan bahwa pengujian *usability* yang dilakukan untuk aplikasi dapat diterima oleh pengguna.

3.2 Saran

Penelitian selanjutnya tentang sistem monitoring gerak roket dapat membantu dalam hal pemantauan maka berikut adalah saran yang dapat dilakukan sebagai berikut.

1. Penambahan fitur yang dapat membaca file *log* hasil pengamatan untuk di-*play back*, sehingga memudahkan dalam hal melakukan pengamatan ulang.

2. Penambahan fitur 3D dibuat dalam model yang *solid* yang menggambarkan roket dengan menggunakan *library opengl.*

DAFTAR PUSTAKA

[1] B. Hariyanto, Rekayasa Sistem Berorientasi Objek, Bandung: Informatika, 2004.

[2] I. Ayu Primashanti, Analisis Dan Perancangan Sistem, Pendekatan Perancangan Terstuktur, 2014.

[3] Sugimiyanto, Membangun Sistem Informasi Ground Control Station Sebagai Visualisasi Posisi Global Muatan Roket(*Payload*) Di Bumi Pada Kompetisi Muatan Roket Indonesia, 2014.

[4] A. Lutfi Abdusalam, Perancangan On-Board Data Handling untuk Roket EDF (*Electric Ducted Fan*), 2015.

[5] Sugiyono, Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Kombinasi (*Mixed Method*), Bandung: Alfabeta, 2014.

[6] J. Simarmata, Rekayasa Perangkat Lunak, Yogyakarta: ANDI, 2010.

[7] M. Corps, Design, monitoring, and evaluation guidebook, 2005.

[8] R.Wrihatnolo, Monitoring, evaluasi, dan pengendalian : Konsep dan pembahasan, 2008.

[9] T. A. Chong, The synergies of the learning organization, visual factory management, and on the job training, Performance Improvement , vol. 44, pp. 15-20, 2005.

[10] Amsler, Performance monitoring: guidance for the modern workplace, Supervision, vol. 70, pp. 12-19, 2009.

[11] Williams, Performance management: Perspectives on employee performance, London: International Thomson Business Press, 2008.

[12] A. Kirk, Data Visualization: a successful, Birmingham: Packt Publishing Ltd, 2012.

[13] N. I. a. J. Steele, Designing Data Visualizations, Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472: O'Reilly Media, Inc, 2011.

[14] T. Ernawati, Analisis Visualisasi Data Keamanan Jaringan, Jurnal Teknologi, vol. 5, no. 1, pp. 53-61, 2012.

[15] Jasyanto, Rule Book KOMURINDO 2015, Bandung: LAPAN, 2015.

[16] A. Luthfiasari, Perancangan Huruf Display Berbasis Artefak Kebudayaan Jawa Barat dan Aplikasinya, Tingkat Sarjana bidang Senirupa dan Desain, 12 2014.

[17] R. Supriono, Desain Komunikasi Visual teori dan aplikasi, Yogyakarta, Andi, 2010.

[18] W. S. H. Theresia Wuri Oktaviani, Perancangan User Interface Berbasis Web Untuk Home Automation Gateway Yang berbasis IQRF TR53B, Teknologi Informasi dan Komunikasi , pp. 271-278, 2014.