

# PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI *SISTEM GROUNDSTATION* UNTUK KOMPETISI MUATAN ROKET INDONESIA (KOMURINDO) 2012

Disusun oleh :  
**Sambya Aryasa Suryanata (13209106)**  
EL4193 – Pengembangan Keprofesian B  
Teknik Elektro Institut Teknologi Bandung

## Abstrak

*Kompetisi Muatan Roket Indonesia 2012 (KOMURINDO 2012) merupakan kegiatan kerjasama LAPAN dan DIKTI dan beberapa instansi lainnya yang bertujuan menarik minat mahasiswa terhadap teknologi kedirgantaraan khususnya roket dan satelit. Dalam kompetisi ini kami ditugaskan untuk merancang suatu sistem muatan dengan kemampuan telemetri, pengambilan gambar, dan kemampuan kembali ke area peluncuran (opsional), lengkap dengan sistem ground-stationnya yang harus mampu menampilkan, dan mengolah data-data telemetri tersebut secara real-time.*

*Sistem ground-station pada KOMURINDO 2012 memiliki fungsi utama sebagai antarmuka dari sistem payload roket ke user. Sistem ground-station terdiri dari sistem receiver Radio Frekuensi (disediakan oleh penyelenggara), dan sebuah personal computer (PC) dengan Graphical user interface (GUI). Pada laporan ini akan dibahas adalah sistem GUI ground-station pada PC. Sistem yang ada telah memiliki kemampuan untuk mengirimkan telecommand, mengolah data-data pengukuran yang diterima, serta menampilkannya secara realtime (online) dalam sebuah tampilan yang informatif. Selain itu sistem ground-station yang telah dibuat juga mampu mencatat data-data hasil pengukuran ke dalam suatu log, dan merekonstruksi data tersebut pada suatu simulasi (offline).*

*Kata kunci : Sistem ground-station, Real-time, Offline Simulation, KOMURINDO 2012, Graphical user interface.*

## 1. LATAR BELAKANG



Gambar 1.1: Logo KOMURINDO 2012

Kompetisi Muatan Roket Indonesia 2012 (KOMURINDO 2012) merupakan kegiatan kerjasama Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN); Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi (DIKTI), serta beberapa instansi lainnya yang bertujuan menarik minat mahasiswa terhadap teknologi kedirgantaraan khususnya roket dan satelit. Kegiatan ini juga salah satu target jangka panjang transformasi kemampuan kepada generasi muda.

Dalam kompetisi ini kami ditugaskan untuk merancang suatu sistem muatan dengan kemampuan telemetri, pengambilan gambar, dan kemampuan kembali ke area peluncuran. Dengan mengikuti kompetisi ini, kami berharap bisa meningkatkan kemampuan dalam merancang bangun muatan roket, mulai dari desain hingga uji peluncuran. Pada perkembangannya kami juga berharap rancang muatan ini bisa menjadi salah satu langkah menuju lahirnya satelit Indonesia hasil karya bangsa secara mandiri.

Adapun tujuan keikutsertaan kami dalam kompetisi ini adalah:

- Meningkatkan kemampuan anggota tim dalam rancang bangun dan pengujian muatan roket,
- Meningkatkan kemampuan anggota tim dalam teknologi penginderaan jauh dan sistem otomasi robotika pada muatan roket.
- Sebagai langkah awal tim kami untuk melakukan riset mengenai sistem telemetri roket.
- Sebagai sarana kami untuk mengimplementasikan teori yang telah kami peroleh selama kuliah.
- Mendapatkan pengalaman dalam hal desain, proses manufaktur, hingga mengintegrasikannya menjadi suatu sistem yang fungsional.

## 2. PENDAHULUAN

Sistem ground-station pada KOMURINDO 2012 memiliki fungsi utama sebagai antarmuka dari system payload roket ke user. Pada KOMURINDO 2012, panitia menyediakan sebuah sistem transmisi radio frequency pada ground-segment yang digunakan untuk berkomunikasi dari payload. Adapun antarmuka antara data dengan manusia berupa sebuah software dengan graphical user interface (GUI) merupakan suatu hal yang harus kami persiapkan. GUI merupakan salah satu aspek penting dalam KOMURINDO 2012, dan merupakan aspek utama penilaian juri.

Dengan sistem payload yang telah dirancang sedemikian rupa, diperlukan sebuah software yang khusus dibuat untuk dapat menampilkan data-data yang dikirimkan oleh payload. Data-data tersebut adalah hasil telemetri payload yang dikirimkan sesuai dengan protokol pengiriman data yang telah ditentukan sebelumnya oleh juri.

## 3. DESAIN DAN IMPLEMENTASI

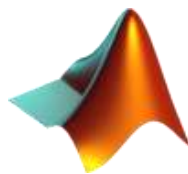
### 3.1 SPESIFIKASI UTAMA

Adapun perangkat lunak sistem ground-station yang telah saya rancang memiliki fitur-fitur utama sebagai berikut :

1. Sistem mampu memproses data-data yang dikirimkan oleh payload secara real-time secara tepat dan akurat.
2. Sistem mampu mengirimkan perintah telecommand ke payload untuk memulai telemetri, menghentikan telemetri, dan pengambilan foto udara.
3. Sistem mampu menampilkan data-data akselerasi dalam representasi grafik hasil akselerasi vs. waktu.
4. Sistem mampu menampilkan estimasi posisi payload dalam bentuk model 3 dimensi.
5. Sistem mampu merekonstruksi hasil foto udara yang dikirimkan oleh payload, serta melakukan algoritma perbaikan kualitas gambar, yang dijelaskan pada subbab metode pengolahan data, sehingga dapat dihasilkan foto udara dengan kualitas yang lebih baik. Hasil foto udara yang telah direkonstruksi dapat disimpan dalam suatu file gambar.
6. Sistem mampu menyimpan hasil pengukuran kedalam suatu file yang nantinya dapat digunakan untuk rekonstruksi data secara offline.

### 3.2 PERANGKAT PENGEMBANGAN

#### 3.2.1 MATRIX LABORATORY



Gambar 3.2.1: Logo MatLAB

GUI dikembangkan dengan menggunakan perangkat lunak Matrix Laboratory (MatLAB). MatLAB dipilih atas beberapa pertimbangan yakni:

- Memiliki kemampuan untuk melakukan operasi-operasi pengolahan data yang dibutuhkan dalam sistem ini, seperti filter, histogram equalization, graphic plotting, dan lain-lain,
- Merupakan scripting language sehingga memudahkan proses pengembangan, dan debugging,
- Memiliki komunitas online yang sangat membantu dalam pengembangan,
- Memiliki fitur ActiveX Control (dijelaskan pada bagian selanjutnya).

Walaupun demikian pembuatan GUI dengan perangkat lunak MatLAB memiliki beberapa keterbatasan, antara lain:

- GUI yang dihasilkan belum berupa program stand-alone yang dapat dieksekusi langsung,
- Kecepatan eksekusi MatLAB yang cukup lambat,
- Library serial yang kurang baik (terdapat byte-byte yang hilang) pada transmisi full load.

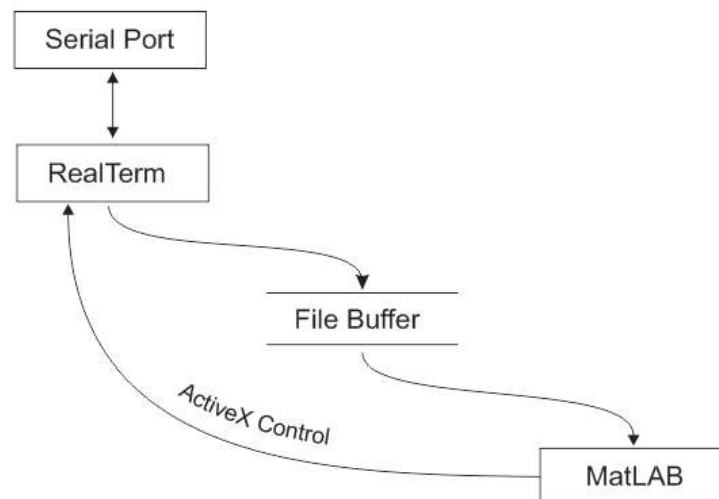
### 3.2.2 REALTERM



Gambar 3.2.2: Logo RealTerm

Realterm merupakan program terminal yang dapat melakukan komunikasi serial ke COM port seperti layaknya hyperterminal, atau putty. Realterm digunakan karena fitur ActiveX-nya; dimana realterm dapat digunakan oleh MatLAB untuk melakukan komunikasi serial menggantikan library serial MATLab yang kurang baik.

Berikut ini adalah DFD GUI yang telah dibuat:



Gambar 3.2.3: DFD GUI

Realterm menghilangkan kemungkinan hilang atau rusaknya data transmisi yang dapat terjadi oleh karena penuhnya serial receive buffer, ataupun kurang sempurnya library serial MatLAB dengan melakukan decoupling antara proses penerimaan data serial, dengan proses pengolahan data, yakni realterm dikhususkan untuk melakukan penerimaan data secara paralel, sementara MatLab dikhususkan untuk melakukan pengolahan, dan penampilan data. Dengan demikian seluruh data yang diterima melalui serial akan secara otomatis tersimpan dalam file buffer. MATlab dapat melakukan pengaturan state Realterm, ataupun interaksi pengiriman data dengan serial port dengan menggunakan protokol ActiveX.

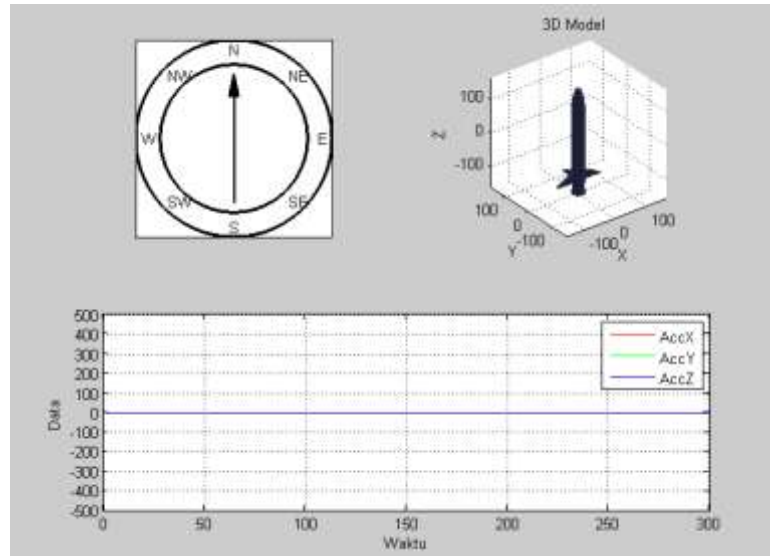
### 3.2.3 SIMULASI

Proses simulasi dilakukan dengan menggunakan 2 buah kabel DKU-5 yang disambungkan (TX-RX, RX-TX), sebagai pengganti kabel serial untuk mensimulasikan komunikasi serial antara 2 buah device yang berbeda (ground-segment, dengan payload); yakni dengan melakukan pengiriman data dummy melalui sebuah program java, yang diinterpretasi oleh GUI sebagai data telemetri payload. Simulasi ini dilakukan untuk mencoba ketahanan GUI terhadap kondisi yang mirip dengan kondisi aktual.

### 3.3 TAHAPAN PENGEMBANGAN

GUI ini dikembangkan dengan melalui beberapa tahapan, berikut ini adalah tampilan dari GUI mulai dari bersi awal, sampai versi akhir (Final):

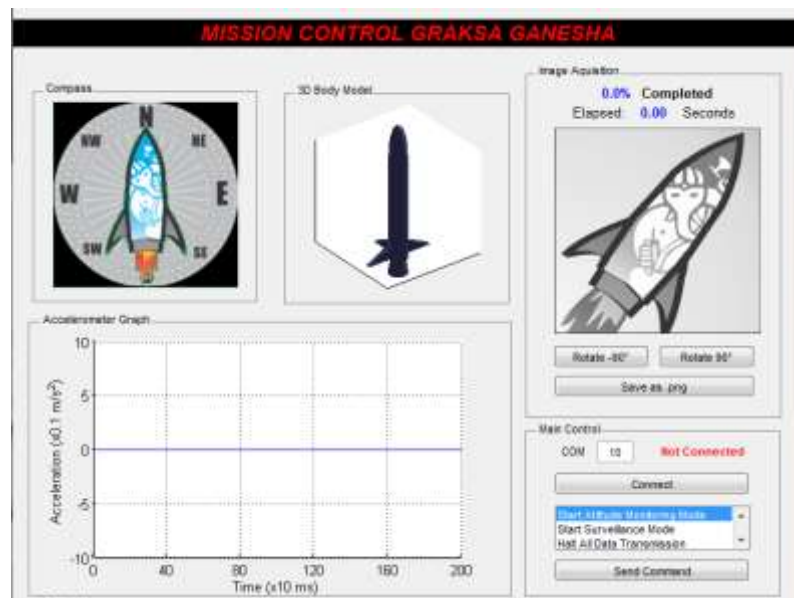
#### 3.3.1 PROTOTYPE #1 GUI (APRIL 2012)



Gambar 3.3.1: Prototype #1 GUI

GUI sudah dapat menampilkan data akselerasi dalam grafik, estimasi attitude dalam model 3 dimensi, dan data kompas.

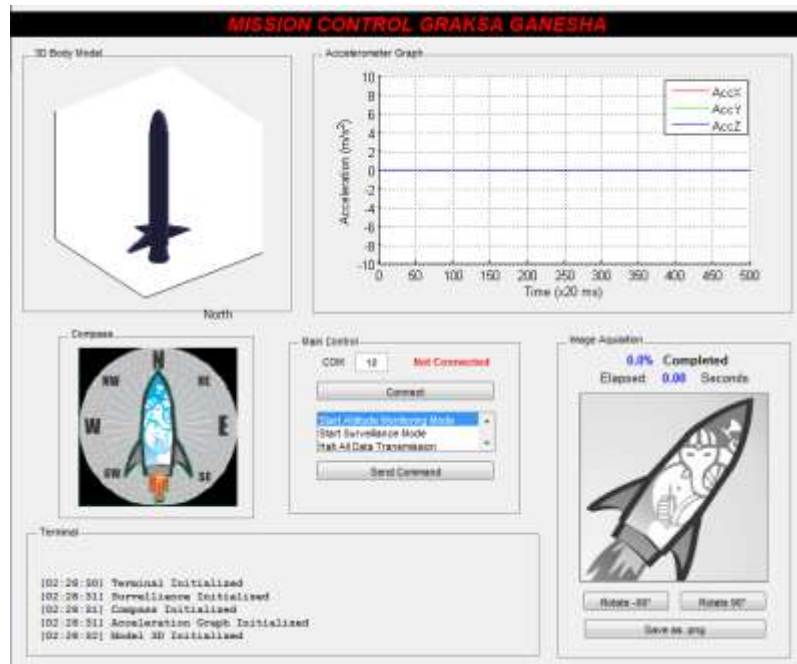
#### 3.3.2 PROTOTYPE #2 GUI (MEI 2012)



Gambar 3.3.2: Prototype #2 GUI

Pengembangan dari prototype#1, GUI sudah mampu untuk melakukan telecommand, rekonstruksi gambar, representasi kompas yang lebih baik, dan implementasi decoupling antara pengolahan, dan penerimaan data dengan realterm.

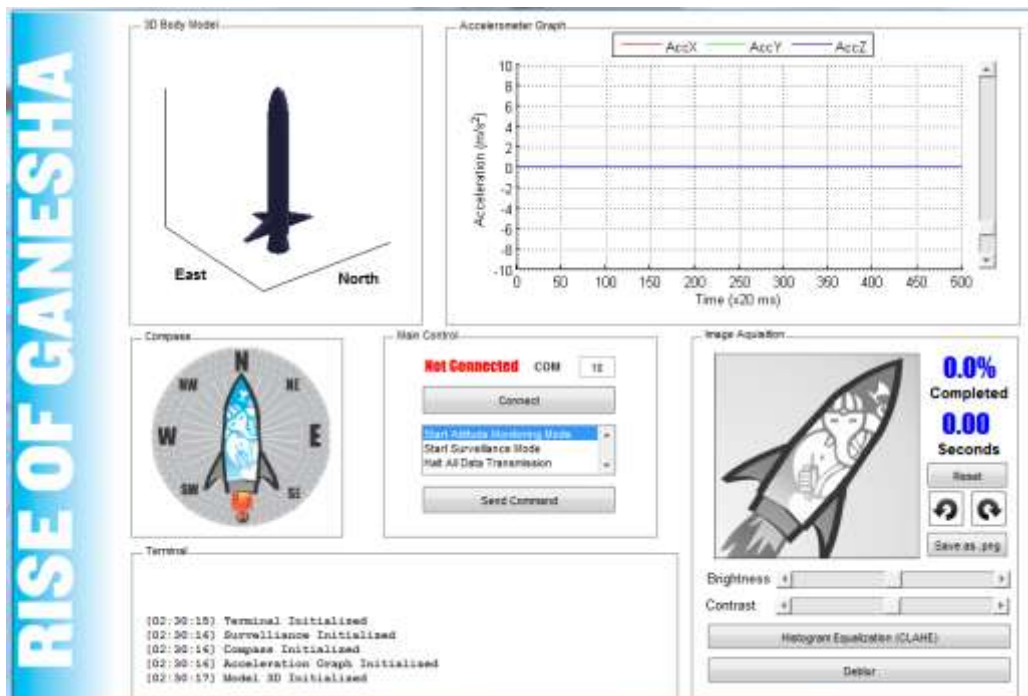
### 3.3.3 PROTOTYPE #3 GUI (JUNI 2012)



Gambar 3.3.3: Prototype #3 GUI

Pengembangan dari prototype#2, Penyempurnaan fungsi-fungsi internal GUI, dan penyempurnaan tampilan.

### 3.3.4 FINAL GUI (JUNI 2012)

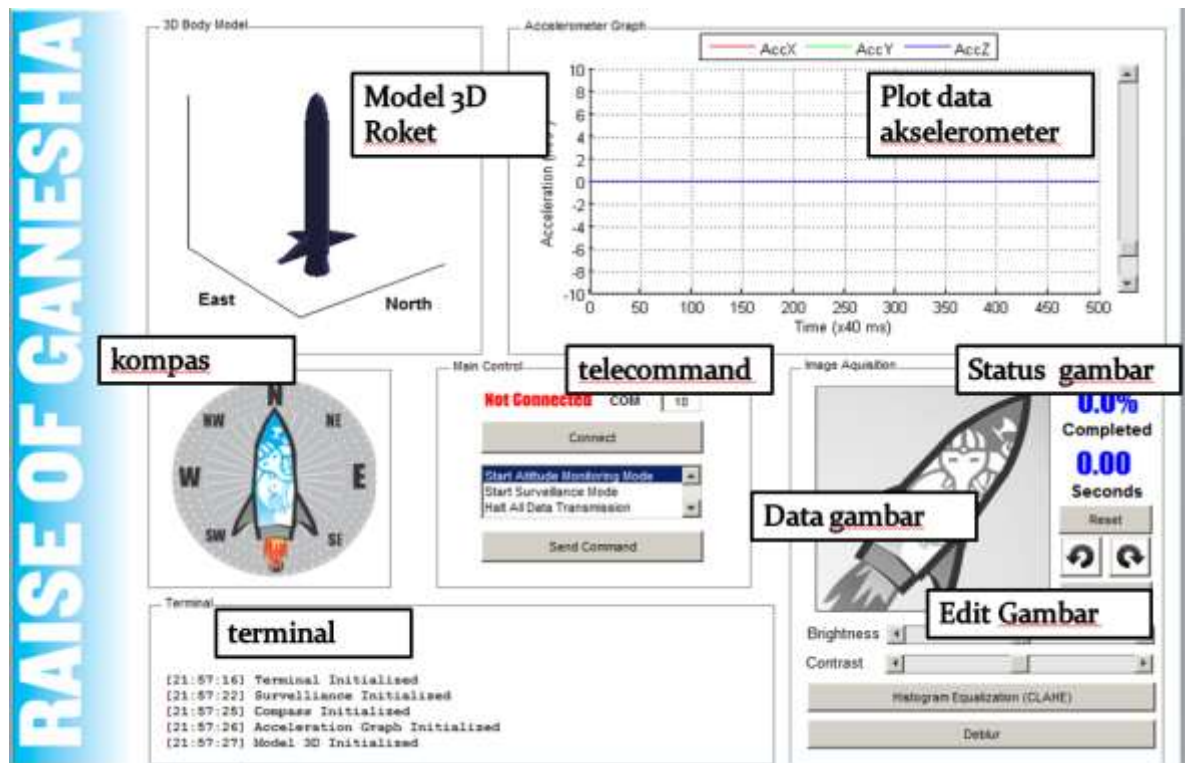


Gambar 3.3.4: GUI versi Final

Pengembangan dari prototype#3, Penyempurnaan tampilan, fungsi-fungsi internal, Implementasi Filter low-pass untuk data akselerasi, Implementasi fitur pengolahan gambar sederhana, Implementasi skala grafik yang dapat diubah, dan penambahan identitas tim.

### 3.4 BAGIAN-BAGIAN GUI FINAL

Bagian-bagian dari GUI versi final dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.4.1: GUI versi Final

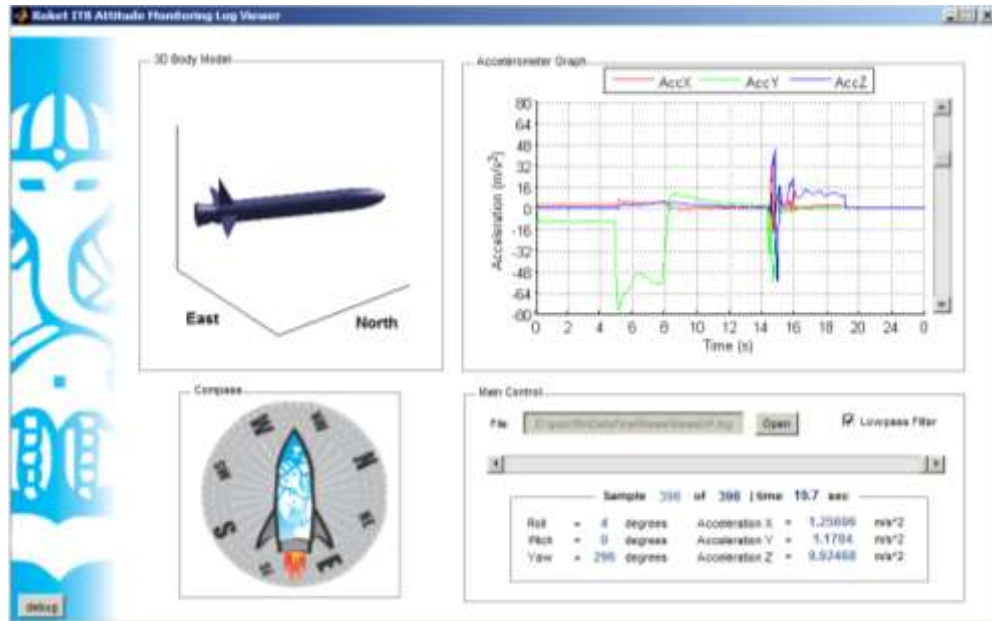
- **Model 3 Dimensi Roket** : Menampilkan attitude roket terhadap sumbu bumi.
- **Kompas** : Menampilkan arah hadap roket.
- **Plot data akselerometer** : Menampilkan data akselerasi 3 sumbu roket, dengan skala yang dapat diubah bahkan saat akuisisi data dilakukan.
- **Data Gambar** : Menampilkan hasil rekonstruksi foto udara.
- **Status Gambar** : Menampilkan berapa persen data gambar yang berhasil direkonstruksi, dan berapa detik yang telah berlalu sejak perintah ambil gambar dikirimkan.
- **Edit Gambar** : Kemampuan untuk pengolahan gambar sederhana, seperti mengubah brightness, contrast; Histogram Equalization; menyimpan gambar kedalam format png; dan juga deblurring.
- **Telecommand** : Berfungsi untuk sebagai control utama dari sistem, seperti pengaturan port serial yang digunakan; dan juga pengiriman telecommand, yakni mulai telemetry, hentikan telemetry, dan mulai pengambilan gambar.
- **Terminal** : Penampilan status program, dan log program.



### 3.5 GUI TAMBAHAN

Terdapat 2 buah GUI tambahan yang digunakan sebagai alat bantu untuk tahap Uji Analisa Data (UAD) pada KOMURINDO 2012 dengan fungsi utama untuk merekonstruksi rekaman data Uji Peluncuran (UP) sebagai berikut:

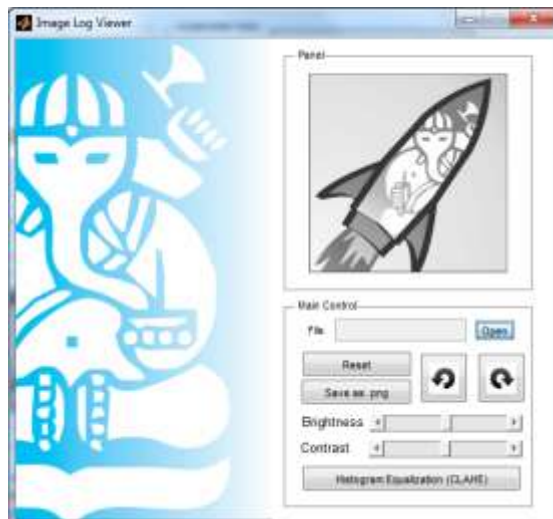
#### 3.5.1 LOG ANALYZER



Gambar 3.5.1: GUI Log Analyzer

GUI ini dibuat sebagai alat bantu untuk tahap Uji Analisa Data (UAD) pada KOMURINDO 2012 yang merupakan tahapan dengan bobot penilaian cukup tinggi. GUI ini mampu untuk merekonstruksi data telemetri rekaman, menampilkan data-data hasil pengukuran pada tiap data sampel, sehingga memudahkan analisa data.

#### 3.5.2 IMAGE LOG VIEWER



Gambar 3.5.2: Image Log Viewer

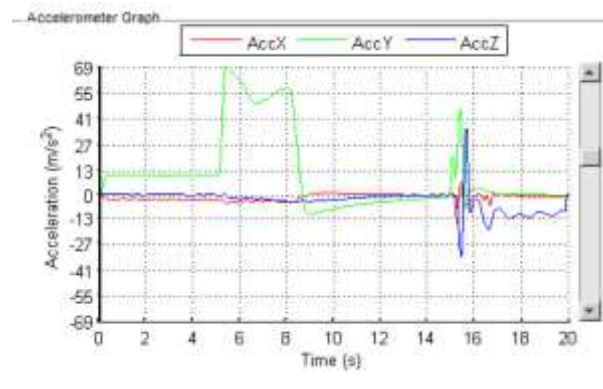
GUI ini dibuat sebagai alat bantu untuk tahap Uji Analisa Data (UAD) pada KOMURINDO 2012 yang merupakan tahapan dengan bobot penilaian cukup tinggi. GUI ini mampu untuk merekonstruksi data foto udara, dan melakukan pengolahan gambar sederhana.

#### 4. ANALISIS

Pelaksanaan babak final Kontes Muatan Roket Indonesia 2012 terdiri dari 3 (tiga) sesi. Sesi pertama adalah sesi uji fungsional (UF) yang akan menguji fungsi dari payload. Sesi kedua adalah uji peluncuran (UP) yang berhak diikuti oleh peserta yang lolos uji fungsional, dan terakhir adalah uji analisa data (UAD), dimana peserta diharuskan mempresentasikan hasil yang diperoleh saat UP.

Pada sesi UF, dan UP, sistem GUI dapat berfungsi dengan baik, dan optimal sehingga data-data hasil telemetri yang berupa akselerasi roket, heading roket, dan attitude roket terhadap sumbu bumi dapat diperoleh dengan baik. Pada sesi UP kami juga merekam tampilan layar kami dengan menggunakan handycam sebagai dokumentasi video.

Berikut ini adalah grafik akselerasi Roket pada UP:



Gambar 4.1: Grafik Akselerasi Roket pada UP

Pada sesi UAD saya mempresentasikan berbagai hal mulai dari perancangan, implementasi, hingga analisis data-data telemetri yang diperoleh pada UP. Data telemetri UP tersebut direkonstruksi ulang dengan menggunakan log analyzer yang telah dibuat. Log Analyzer ini menerima pujian dari juri atas kreativitas, dan keakuratannya.

Foto udara juga dapat diterima, dan direkonstruksi dengan baik. Rekonstruksi foto membutuhkan waktu 52.1 detik. Hal ini masih didalam ekspektasi kami dimana transmisi data 40000 byte dengan menggunakan baudrate 9600 bps membutuhkan waktu minimal 44 detik ditambah dengan waktu sinkronisasi kamera selama 8 detik. Berikut ini adalah foto garis pantai yang diterima oleh ground station:



Gambar 4.2: Hasil Foto Udara

Hasil foto udara yang diperoleh masih belum 100%. Hal ini dikarenakan oleh adanya transmisi data yang rusak/hilang oleh karena jauhnya jarak antara transmitter, dan receiver RF.



## 5. HASIL KOMPETISI

Setelah melalui 3 sesi perlombaan yang dilaksanakan selama 3 hari, diumumkan para juara dari KOMURINDO 2012. Dengan segala kekurangan dan keterbatasan, atas rahmat Tuhan Yang Maha Esa kedua tim wakil dari Institut Teknologi Bandung: tim *Raise of Ganesha* berhasil memperoleh Juara 2; dan tim *Graksa Ganesha* berhasil memperoleh Juara Harapan 2.



Gambar 5.1: Hasil Kompetisi

## 6. KESIMPULAN

- Sistem GUI yang telah dibuat telah berfungsi dengan baik, sehingga mampu menjawab semua spesifikasi yang diberikan oleh panitia.
- Simulasi sistem dengan 2 buah kabel DKU-5 sebagai kabel serial sangat membantu pengembangan sistem GUI ini.
- Perlu dilakukan pengembangan GUI dalam bahasa pemrograman lain, seperti Java atau Python untuk meningkatkan portabilitas sistem, atau bahkan mengkomersialisasikan sistem.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adiprawita, Widyawardana, "*Development of Attitude and Heading Reference System based on Inertial Rate Integration and TRIAD Algorithm*", School of Electrical Engineering and Informatics ITB, Bandung. 2006.
- [2] Pura, Pradithya Aria, "*Perancangan dan Implementasi Flight Controller Board untuk Oktorotor*", ITB. 2011.
- [3] Dokumentasi Internal MatLAB.