

TAMPILAN DATA MUATAN ROKET SECARA *REAL TIME* *DISPLAY OF ROCKET PAYLOAD DATA IN REAL TIME*

Effendi Dodi Aisandi¹, Sedy Destya²
^{1,2}Pusat Teknologi Raket
Effendi.dodi@lapan.go.id

Abstrak

Kegiatan uji terbang sebuah roket merupakan kegiatan akhir dari proses disain, pembuatan sampai terwujudnya sebuah roket. Desain roket sangat penuh perhitungan dan pertimbangan untuk memperoleh prestasi terbang roket yang optimal sesuai dengan tujuan. Untuk mengetahui perilaku sebuah roket pada saat uji terbang, maka diperlukan seperangkat alat elektronika yang dapat menggambarkan perilaku tersebut yang disebut dengan *payload*. Ada beberapa macam sensor yang dapat digunakan untuk menggambarkan perilaku tersebut yaitu; accelerometer, gyroscope, dan GPS. Informasi perilaku tersebut berupa data sensor selanjutnya dikirimkan ke *ground station* secara *real time* dengan menggunakan radio modem. Ada dua metode yang dapat digunakan untuk memproses data informasi perilaku roket yaitu; secara langsung di muatan roket atau diproses di *ground station*. Ada kelebihan dan kekurangan dari kedua metode tersebut. Jika data perilaku diproses pada muatan roket pada saat terbang maka diperlukan sistem prosesor yang cepat untuk melakukannya. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah mengirimkan data perilaku ke *ground station* dan selanjutnya akan dilakukan pemisahan data. Hal ini dilakukan karena prosesor pada muatan roket belum mempunyai kecepatan yang tinggi. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa data yang dikirimkan dari muatan roket dapat dikelompokkan berdasarkan sensor yang digunakan dan ditampilkan dalam bentuk grafik dan angka. Sebelum data yang diterima ditampilkan maka terlebih dahulu dilakukan filtering data.

Kata kunci: Pemisahan Data, *Payload*, *Real Time*, Filtering Data.

Abstract

The activity of flying rocket test is the end of the process from design, development, integrating and finally has been formed a rocket. A rocket is the result of design with calculation and decision to get the performance of rocket as the aim. To show the attitude when the rocket flying, it needed a system electronic which can describe it which is called payload. This information will be transmitted to the ground station by real time with radio modem. There are two methods which can be use to describe the information; directly in the payload or in the ground station. There are any advantages and disadvantages or those methods. If the data directly is processed in the payload so it need the fastest processor to do it. This paper is proposed that the data from payload is transmitted to the ground station and process it after parsing data is done. From the experiment simulation the attitude rocket that the data can be grouped base on the characteristic of the sensor which is used. The filtering data is needed before data displayed.

Keywords: Parsing Data, Payload, Real Time, Filtering Data.

1. PENDAHULUAN

Proses peluncuran sebuah roket merupakan kegiatan yang sangat menentukan untuk dapat memahami perilaku dari sebuah roket pada saat terbang. Informasi perilaku tersebut dapat diperoleh dari beberapa macam sensor yang terdapat pada muatan roket. Sensor yang dimaksud tersebut dapat berupa sensor accelerometer, gyroscope, magnetometer dan *global positioning system* (GPS). Sensor accelerometer dapat digunakan untuk mengukur percepatan gravitasi bumi yang terjadi pada saat roket terbang[1]. Sensor accelerometer juga dapat digunakan untuk mengukur jarak lintasan dari titik awal terbang sampai titik akhir dengan cara mengintergralkan 2 kali keluaran sensor accelerometer[2]. Sensor accelerometer juga dapat digunakan untuk mengetahui sudut yang terjadi dengan memanfaatkan gaya gravitasi yang ada. Sensor gyroscope memberikan informasi kecepatan sudut yang terjadi pada roket saat terbang. Untuk dapat mengetahui besaran sudut yang terjadi saat itu maka

data sensor gyroscope harus diintegrasikan satu kali[3]. Sensor magnetometer digunakan untuk mengukur besaran *magnetic* bumi yang sedang dialami oleh muatan roket. Sensor magnetometer secara khusus digunakan untuk mengetahui arah mata angin dengan titik acuan adalah arah utara[4]. Sedangkan GPS secara detail dapat memberikan informasi posisi roket pada permukaan bumi selama terbang. Informasi posisi tersebut terhadap bumi dapat berupa informasi titik *longitude* (garis bujur), *latitude* (garis lintang) dan *altitude* (ketinggian). Tidak selamanya data GPS dapat diandalkan karena ada ketergantungan terhadap sinyal satelit yang diterima, sehingga diperlukan sebuah IMU (*inertial measurement unit*) yang dapat terdiri dari sensor accelerometer, gyroscope, dan magnetometer.

Pada saat ini, masih ada kendala penguasaan teknologi pada sistem muatan roket yang masih belum bisa memproses data roket secara langsung dan ditambah dengan pengiriman data yang tidak bisa besar, maka pemrosesan data sensor tersebut dilakukan di *ground station*. Pemrosesan data tersebut juga belum dilakukan secara langsung di *ground station* dikarenakan belum tersedianya program aplikasi yang dapat digunakan. Selama ini data akan diproses secara manual baik menggunakan excel atau program aplikasi matematik. Oleh karena itu diperlukan suatu terobosan pembuatan *software* aplikasi yang dapat menerima data dan mengolahnya hingga menampilkan secara langsung. Hambatan yang akan terjadi pada saat uji terbang roket adalah pengiriman data yang tidak selamanya bagus, melainkan ada cacat dalam satu paket data. Hal ini dikarenakan roket bergerak menjauhi *ground station* secara cepat dan mengirimkan data dan pengaruh kualitas dari radio *transceiver* yang digunakan. Oleh karena itu diperlukan suatu filtering data yang dapat memilah data yang cacat atau tidak sehingga dapat diproses selanjutnya. Jadi dalam penelitian ini mempunyai tujuan untuk membuat aplikasi tampilan data muatan roket secara *real time* sehingga pada saat uji muatan dapat ditampilkan datanya secara langsung.

Metode penelitian dalam pembuatan tampilan data muatan roket secara *real time* dibagi menjadi dua; metode filtering data dalam satu paket data, metode *parsing* data agar data dapat diolah secara cepat dan ditampilkan secara *real time*. Filtering data dapat dilakukan dengan pengecekan *header* paket data tersebut, kemudian menghitung panjang data dalam satu paket dan pengecekan data *checksum*. Jika tahapan pengecekan paket data tersebut tidak terpenuhi maka dalam satu paket data bisa dianggap data bermasalah. Namun semua data selama roket terbang akan tetap tersimpan dalam file tertentu untuk *back up* data jika diperlukan dikemudian hari. Pengiriman data dari muatan roket ke *ground station* menggunakan sistem *wireless*. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk pengiriman data secara *wireless* seperti yang dijelaskan oleh[5] bahwa pada saat ini pengiriman data secara *wireless* dapat menggunakan radio khusus untuk pengiriman data atau menggunakan *smartphone* dengan jaringan wifi[6], *Bluetooth*, jaringan wifi tersendiri yang terhubung pada komputer [7][8] dan sebagainya.

Pembuatan aplikasi tampilan data agar mudah untuk dipahami oleh pengguna atau yang disering disebut dengan GUI (*graphical user interface*) menggunakan *software* C++ sangat diperlukan untuk menyajikan data muatan roket. Pada penelitian ini aplikasi GUI yang dibuat belum diuji cobakan pada roket terbang, namun sistem ini diujicobakan dengan muatan roket secara laboratorium. Dikarenakan jarak *ground station* dengan muatan roket tidak jauh maka fenomena data cacat dalam satu paket dapat belum ditemukan, namun untuk menguji sistem GUI untuk dapat memfilter data yang cacat maka digunakan simulasi data roket.

2. Metode Real Time

Real time processing adalah sebuah mekanisme pengontrolan, perekaman data, pemrosesan yang sangat cepat sehingga keluaran yang dihasilkan dapat diterima dalam waktu yang relative sama. Meskipun tidak ada pemrosesan suatu data lebih dari satu macam yang dapat dikerjakan dalam waktu yang sama, namun waktu tunda tersebut dapat dikurangi mendekati nol detik. Satuan waktu yang digunakan dalam *real time* adalah seperseratus atau seperseribu detik, metode *real time* berinteraksi langsung dengan pemakai untuk mengamati suatu keadaan atau kondisi tertentu yang harus didapatkan informasi kondisi tersebut. Dengan perkembangan teknologi saat ini, metode *real time* sudah dapat menembus ruang dengan contoh metode *real time* menggunakan jaringan internet sehingga hasilnya dapat diakses atau dilihat melalui situs internet [9]. Ada beberapa kelebihan proses *real time*, yaitu:

1. Pemrosesan *real time* akan sangat menyederhanakan siklus pemrosesan data, sistem *real time* akan mengurangi atau malah menghilangkan hambatan-hambatan seperti keterlambatan pengambilan data yang dibutuhkan pengguna.
2. Pemrosesan *real time* memberikan keuntungan dapat menentukan atau melihat secara cepat. Informasi mutakhir yang disediakan, melalui proses *real time* akan meningkatkan kemampuan untuk mamaksimalkan kebutuhan pengguna dalam melihat secara langsung data yang sedang berjalan.
3. Prosedur manual mempunyai kecenderungan untuk menghasilkan kesalahan kritis dalam melakukan perhitungan. Program perbaikan yang dilakukan secara *real time* diharapkan dapat memperbaiki banyak tipe kesalahan yang teridentifikasi juga meningkatkan efektifitas serta efisiensi operasional.

Metode *real time* pada pengiriman data muatan roket ke *ground station* secara umum dapat digambarkan seperti pada blok diagram pada Gambar 1. Data yang dikirimkan oleh radio di muatan roket akan langsung ditampilkan dalam bentuk grafik. Sebelum ditampilkan, data tersebut akan diproses pemisahan jenis data, perhitungan, dan sebagainya.



Gambar 1. System Telemetry *Real Time*

Komunikasi data dari *mainboard payload* roket ke radio pemancar menggunakan komunikasi serial dengan *baud rate* 115.200 bps (bit per second). Pada radio penerima juga di *setting* dengan *baud rate* 115.200 bps agar kecepatan data yang dikeluarkan oleh radio penerima sama dengan kecepatan serial data pada radio pemancar. Frekuensi radio *transceiver* yang digunakan adalah 900MHz dengan modulasi komunikasi FSK (*frequency shift keying*).

3. Algoritma *Parsing* dan *Filtering* Data

Algoritma adalah suatu alur proses yang harus diikuti untuk mencapai tujuan tertentu, algoritma bisa diterapkan dalam kehidupan sehari-hari atau dalam suatu program aplikasi. Pada penelitian ini algoritma pemisahan (*parsing*) data muatan roket digunakan untuk memisahkan data tertentu untuk selanjutnya dapat diproses dan ditampilkan. Jadi yang dimaksud dengan *parsing* adalah proses penguraian data masukan, *parsing* bekerja sesuai dengan algoritma *parsing* yang telah dirancang sebelumnya [10]. Sesuai dengan algoritma yang dirancang bahwa untuk memisahkan antar data digunakan tanda koma (“,”). Data dalam satu paket data terdiri dari beberapa bagian yaitu; *header* sebagai penanda awal data masuk, data sensor, dan *check sum*. Data yang sudah di-*parsing* akan ditempatkan pada variable tertentu yang selanjutnya akan diproses sesuai dengan jenis atau kelompok data sensor. Berikut ini adalah Contoh data dalam satu paket data:

```
$DS,128,50,70,214,323,34,123,452,234,*,45
$GPGGA,1,024125,736.14,492,85,2-53,0,-19,21,31,8.25,*,76
```

Kecepatan *parsing* data sangat diperlukan[11] karena untuk dapat menerapkan algoritma selanjutnya dalam memproses data hasil *parsing* tersebut. Seperti contoh paket data diatas bahwa *header* yang dimaksud adalah “\$DS”selanjutnya diikuti oleh data-data sensor seperti accelerometer, gyroscope dan sebagainya. Pada baris kedua dari contoh paket data merupakan data GPS yang diawali dengan *header* “\$GPGGA”. Sehingga paket data untuk sensor dan GPS tidak akan tertuker karena

algoritma pendeteksi *header* akan bekerja. Tabel 1 merupakan algoritma untuk *parsing* data sensor dan GPS.

Tabel 1. Algoritma Parsing Data

Input	: data telemetri
Output	: parsing data
Begin	
	If \$DS then
	Proses data sensor
	Elseif \$GPPGA then
End	Proses data GPS
	Else

Data yang masuk pada *ground station* tidak semuanya utuh melainkan ada bagian-bagian data yang mengalami gangguan selama perjalanan dari pemancar ke penerima. Data yang tidak utuh akan mengalami permasalahan pada saat *parsing* data. Sehingga diperlukan *filter* untuk dapat mendeteksi atau mengetahui bahwa dalam satu paket data itu datanya utuh atau tidak. Jika data yang masuk utuh dengan dibuktikan bahwa data tidak mengalami cacat maka data akan diteruskan dalam proses *parsing*. Keutuhan suatu data dalam satu paket data tidak cukup hanya deteksi apakah dalam data tersebut ada karakter yang tidak sesuai, melainkan dilakukan juga dengan melakukan proses *check sum* data tersebut kemudian hasil *check sum*-nya dibandingkan dengan *check sum* dalam paket data yang dikirim. Karakter dan huruf yang ada pada paket data sudah tertentu sehingga mudah untuk dapat diketahui bila terdapat data yang cacat. Karakter yang digunakan sudah jelas yaitu karakter “\$GPPGADS” dan huruf “1234567890”. Jika pada proses pengecekan data ditemukan data berupa karakter “%” maka sudah dapat dipastikan bahwa data tersebut cacat. Namun karakter “\$” bias saja muncul dalam kelompok data sensor meskipun kelompok *header* sudah benar atau tidak cacat maka paket data tersebut dianggap cacat juga.

Ada beberapa tahapan dalam algoritma filtering data untuk mendeteksi suatu paket data cacat apa tidak. Tahapan pertama adalah mengecek apakah bagian *header* sudah tidak cacat, kedua mengecek apakah pada bagian data sensor tidak cacat, dan ketiga adalah pengecekan *check sum* antara data *check sum* yang dihitung oleh *ground station* dengan *check sum* yang dikirim atau dalam satu paket data tersebut. Tabel 2 berikut ini adalah algoritma untuk filtering data yang masuk pada *ground station* sebelum dilakukan proses *parsing* data:

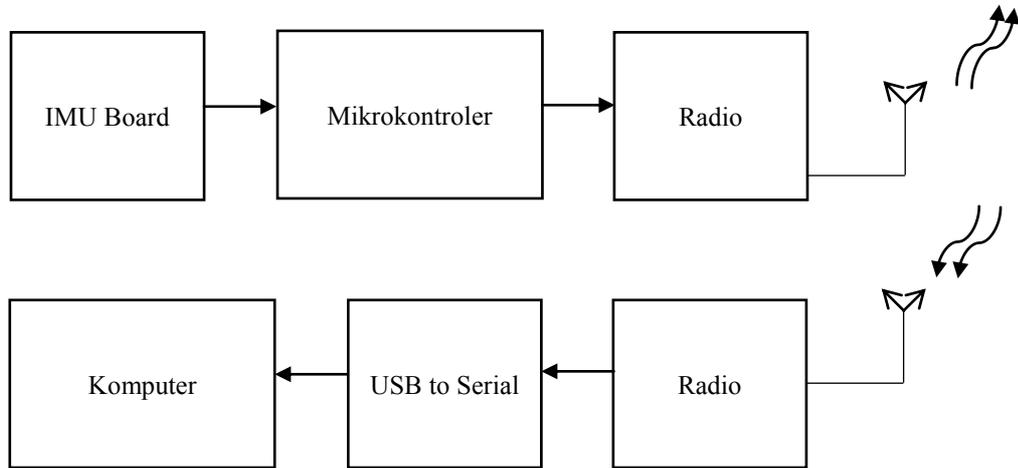
Tabel 2. Algoritma Filtering data

Input	: data telemetri
Output	: data cacat apa tidak
Begin	
	If header OK
	Temp<-data
	If data tidak cacat
	Check sum<-temp+check sum
	If check sum sama
	Data tidak cacak
	Else
	Data cacat
End	

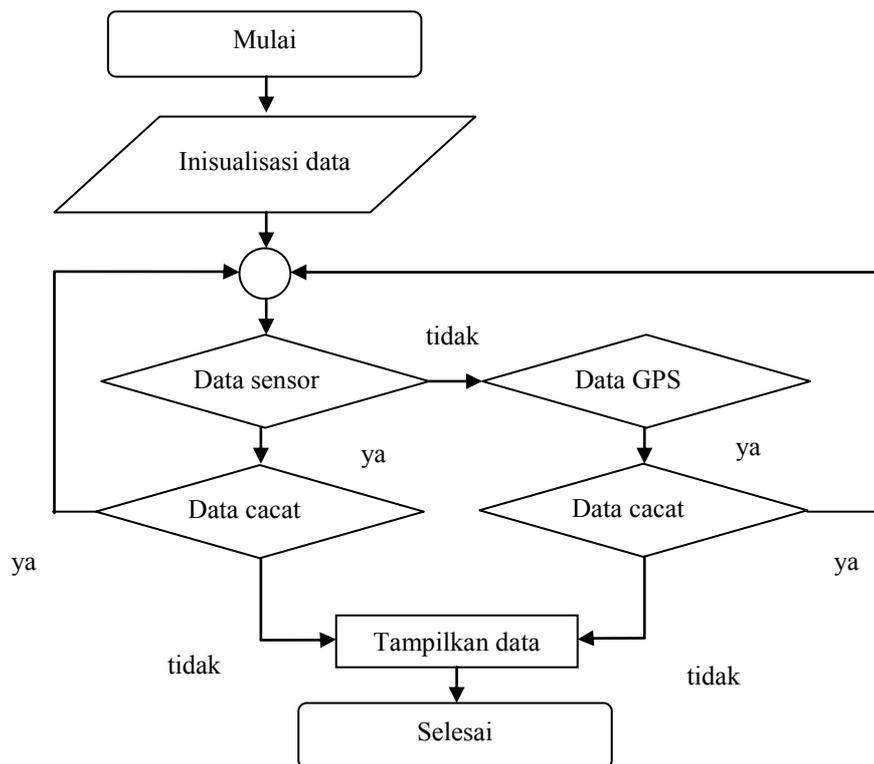
4. Hasil Eksperimen dan Diskusi

Pegiriman data dari sensor yang ada di muatan roket dikirimkan secara *wireless* dengan menggunakan modem radio. Radio tersebut bekerja pada frekuensi 900MHz dengan komunikasi

serial yang terhubung pada mikrokontroler. Kecepatan pengiriman data secara serial menggunakan baudrate 115200 bps (bit per second). Secara blok diagram sistem pengiriman dan penerimaan data muatan roket ditunjukkan seperti pada Gambar 2. Sedangkan Gambar 3 adalah blok diagram dari aplikasi pada algoritma yang telah disampaikan di pembahasan 3 yaitu algoritma *parsing* dan filtering data.



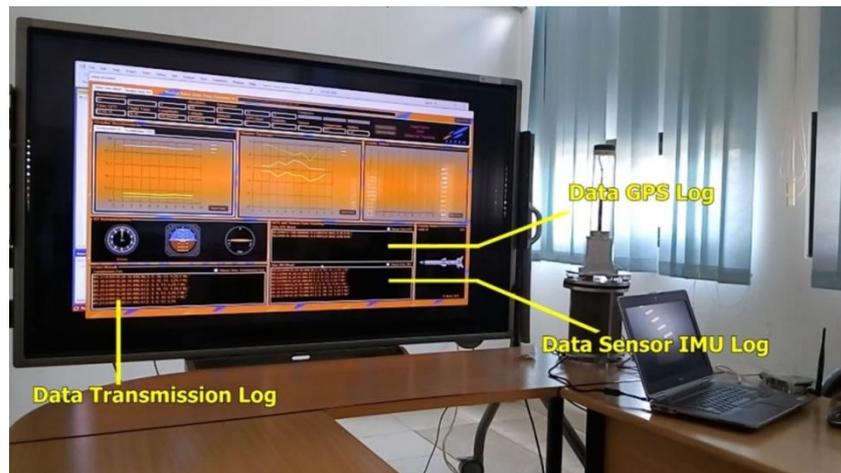
Gambar 2. Sistem Pengirim dan Penerima Data Muatan Roket



Gambar 3. Flowchart Algoritma *Parsing* dan Filtering Data

Dalam satu paket data terdiri dari *header*, counter, sensor accelerometer 3 aksis, sensor gyroscope 3 aksis dan sensor GPS. *Header* digunakan untuk sebagai penanda awal paket data, sedangkan *counter* digunakan untuk mengetahui urutan paket data yang diterima dari sistem pengirim *payload* roket.

Memahami data sensor yang ada pada muatan roket akan lebih mudah jika bisa disajikan dalam bentuk grafik yang disertai dengan tampilan angka. Penyajian data muatan roket dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 4. Pada Gambar 4 terdapat beberapa fitur penyajian data secara *real time* yang ditampilkan dalam bentuk grafik berdasarkan data yang diterima dari pemancar *payload* roket. Pada *parsing* data akan dilakukan pemisahan antara data GPS dan data IMU. Data GPS terdiri dari; waktu, longitute, altitute, dan latitute. Sehingga informasi data GPS akan ketinggian roket pada saat terbang dapat disajikan dalam bentuk grafik seperti pada bagian di tampilan GUI *real time* data. *Parsing* paket data muatan akan memberikan informasi pada bagian menu tersendiri yaitu data GPS log, hal ini berfungsi untuk mengetahui apakah GPS sudah log atau belum. GPS akan log atau tidak sangat tergantung pada penerimaan sinyal satelit yang diterima oleh GPS penerima yang dipasang pada muatan roket. Minimal 3 sinyal satelit GPS yang dapat memberikan status suatu GPS penerima sudah log. Jika GPS tidak dapat log maka GPS tersebut tidak dapat memberikan informasi akan perubahan data yang ada pada format data GPS.



Gambar 4. Menu Tampilan Pengelompokan Data Sensor

Pada bagian data sensor IMU log menunjukkan paket data serial untuk bagian sensor IMU yang terdiri dari 3 aksis sensor accelerometer dan 3 aksis sensor gyroscope. Data tersebut akan ditampilkan secara grafik untuk lebih mudah dipahami adanya perubahan data sensor dibandingkan dengan data yang hanya ditampilkan dalam bentuk teks. Gambar 5 adalah gambar grafik data sensor yang ditampilkan secara 3 dimensi namun belum menggambarkan muatan roket secara 3 dimensi.



Gambar 5. Simulasi Gerakan Roket

Penyajian data secara 3D akan lebih memberikan informasi yang lebih detail dikarenakan informasi 3D akan menggambarkan sebenarnya apa yang terjadi pada muatan roket atau informasi apa

yang diberikan oleh sensor IMU atau GPS. Sensor IMU dapat bentuk 3D akan memberikan informasi perilaku roket pada saat terbang, seperti *roll*, *yaw* atau *pitch*. Sedangkan data GPS pada tampilan 3D dapat memberikan informasi secara detail lokasi dan ketinggian pada peta yang telah dimasukkan dalam program GUI-nya.

Untuk dapat menyajikan data muatan roket dalam bentuk grafik maka diperlukan perhitungan skala pada *window image* grafik. Oleh karena itu harus diketahui terlebih dahulu tinggi dan lebar dari *property window image* tersebut yang akan digunakan untuk menampilkan grafik secara terus-menerus berdasarkan nilai data yang masuk. Tahap pertama yang harus diketahui adalah nilai maksimum pada sensor dan GPS. Tahap kedua adalah perhitungan skala data maksimum pada sumbu x dan y pada *property window image*. Persamaan 1 adalah perhitungan data yang masuk untuk dapat ditampilkan pada sumbu y. Sedangkan Persamaan 2 adalah urutan waktu pada saat urutan data masuk. Dimana nilai waktu tersebut diperoleh dengan membagi nilai *counter* dengan lebar *window image* pada sumbu x.

$$sb_y = \frac{T_{wi}}{2} + \left(\frac{Max_{data}}{Max_{sby}} \times data_{in} \right) \quad (1)$$

Dimana:

sb_y adalah nilai sumbu y yang akan diplotkan pada *window image*

T_{wi} adalah tinggi sumbu *window image*

Max_{data} adalah data maksimum dari sensor

Max_{sby} adalah tinggi maksimum sumbu y

$Data_{in}$ adalah data sensor

$$sb_x = \frac{nilai\ counter}{P_{wi_x}} \quad (2)$$

Dimana:

sb_x adalah nilai waktu

nilai *counter* adalah urutan data masuk

p_{wi_x} adalah panjang *window image* pada sumbu x

Sehingga nilai pada sumbu x dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2. Maka akan diperoleh nilai sumbu y dan sumbu x yang akan diplot pada *window image* yang digunakan. Tinggi sumbu y atau panjang sumbu x pada *window image property* merupakan nilai pixel yang ada pada *window* tersebut. Jadi pada saat menampilkan atau mengambil *window* harus mengetahui panjang/tinggi dan lebar berdasarkan nilai pixel yang diinginkan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Telah dilakukan penelitian dan percobaan untuk menampilkan data muatan roket secara langsung atau *real time*. Data tersebut ditampilkan berdasarkan pengelompokan data seperti data sensor accelerometer, gyroscope, dan data GPS. Tampilan data berupa grafik dan angka sehingga mudah untuk dibaca dan dipahami. Data yang dikirim dari muatan roket tidak selalu dalam kondisi baik atau utuh, kadangkala mengalami kehilangan data dikarenakan jarak atau data tidak jelas berupa angka karena ada interferensi disekitar lalu lintas pengiriman data.

Penjelasan kondisi roket pada saat terbang tidak cukup dengan menampilkan data dalam bentuk grafik atau angka. Maka akan dikembangkan tampilan 3D yang dapat menggambarkan keadaan roket pada saat terbang diudara. Sehingga diraharapkan dapat memberikan informasi yang lebih jelas dan detail perilaku roket selama terbang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan banyak terima kasih kepada kepala Pusat Teknologi Roket yang telah memberikan fasilitas untuk dapat melaksanakan penelitian ini. Semoga apa yang telah kami kerjakan dapat bermanfaat untuk perkembangan dan kemajuan Pusat Teknologi Roket dan program peroketan nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Grafika, “PENINGKATAN KETELITIAN PENGUKURAN DATA PERCEPATAN.”
- [2] E. Artono, “Analisis Data Sensor Accelerometer Pada Uji Terbang Roket Eksperimen Lapan Tipe Rx – 200 (Analysis Sensor Data Accelerometer in Flight Test Rocket Experiment Lapan Type Rx-200),” vol. 200, pp. 131–138, 2015.
- [3] W. Wahyudi *et al.*, “[Calibration Method of Rate-Gyroscope Sensor for Imu Rocket],” *J. Teknol. Dirgant.*, vol. 10, no. 2, pp. 105–112, 2012.
- [4] S. Utama and P. R. Hakim, “Sun Sensor dan Magnetometer Sebagai Sensor Penentu Sikap Satelit Inklinasi Rendah LAPAN-A2,” *J. Teknol. Dirgant.*, vol. 16, no. 1, p. 71, 2018.
- [5] N. Fratama, S. D. Panjaitan, and A. Hartoyo, “Sistem Telemetri Suhu dan Kelembaban Relatif pada Digester Anaerobik Menggunakan Telepon Seluler Cerdas Berbasis Android,” vol. 1, pp. 1–6.
- [6] M. Suryono, L. Elektronika, J. Fisika, and F. Sains, “Menggunakan Mikrokontroler Dan Jaringan Wifi,” *Youngster Phys. J.*, vol. 3, no. 3, pp. 249–256, 2014.
- [7] A. G. Alfaseho and S. (Universitas Diponegoro), “RANCANG BANGUN SISTEM TELEMETRI MULTI-CHANNEL UNTUK MONITORING SUHU DAN pH AIR MENGGUNAKAN JARINGAN WIFI,” *Youngster Phys. J.*, vol. 4, no. 4, pp. 257–264, 2015.
- [8] S. Adi *et al.*, “MONITORING GAS LPG DENGAN MENGGUNAKAN JARINGAN Wi – Fi” Sensor gas L P G terdiri dari, vol. 5, no. 2, 2016.
- [9] I. A. Saputro, J. E. Suseno, and E. Widodo, “Rancang Bangun Sistem Pengaturan Kelembaban Tanah Secara Real Time Menggunakan Mikrokontroler dan Diakses di WEB,” *Youngster Phys. J.*, vol. 6(1), no. 1, pp. 40–47, 2017.
- [10] I. Dalimunthe, “Penerapan Metode Recursive Descent Parsing Dalam Penyelesaian Perhitungan Matematika Sederhana,” *Inf. dan Teknol. Ilm.*, pp. 25–28, 2014.
- [11] D. Chen and C. Manning, “A Fast and Accurate Dependency Parser using Neural Networks,” no. i, pp. 740–750, 2015.