

## ANALISA PERCEPATAN ROKET UJI MUATAN

Oleh :  
Jalu Ahmad Prakosa\*

### Abstrak

Telah dilakukan pengukuran percepatan suatu roket muatan uji menggunakan sistem telemetri dimana digunakan accelerometer MMA3201 sebagai sensor percepatan dan mikrokontroler AVR ATMEGA8 sebagai pengolah data. Untuk komunikasi wireless digunakan modul RF data transceiver YS-1020U. Data percepatan roket diperlukan untuk mengetahui kecepatan, ketinggian, getaran, gaya dorong roket serta informasi bermanfaat lainnya. Dari hasil analisa data pengukuran percepatan roket diketahui grafik kecepatan( $v$ ) terhadap waktu( $t$ ) roket uji muatan yaitu  $v(t) = 8E-05*t^5 - 0,008*t^4 + 0,377*t^3 - 8,188*t^2 + 62,69*t - 13,29$  dan grafik ketinggian( $h$ ) terhadap waktu( $t$ ) roket uji muatan yaitu  $h(t) = 0,020*t^4 - 1,235*t^3 + 17,39*t^2 + 38,95*t - 43,46$ . Nilai besaran maksimum yang dihasilkan pada roket uji muatan ini yaitu percepatan sebesar 5,6 g atau 54,88 m/s<sup>2</sup>, kecepatan sebesar 137,37 m/s dan gaya dorong sebesar 252,45 N serta ketinggian mencapai 1323,01 m.  
Kata kunci: Analisa, percepatan, roket uji muatan, telemetri.

### Abstract

Payload test rocket acceleration measurements have been done using telemetry system which used the accelerometer MMA3201 as acceleration sensors and ATmega8 AVR microcontroller as a data processor. YS-1020U RF data transceiver module is used for wireless communications. Rocket acceleration data are needed to determine the velocity, height, vibration, thrust force of rocket as well as other useful information. From the data analysis of rocket acceleration measurement is known that graph of velocity ( $v$ ) versus time ( $t$ ) of this payload test rocket is yaitu  $v(t) = 8E-05*t^5 - 0.008*t^4 + 0.377*t^3 - 8.188*t^2 + 62.69*t - 13.29$  and graph of height ( $h$ ) versus time ( $t$ ) of this payload test rocket is  $h(t) = 0.020*t^4 - 1.235*t^3 + 17.39*t^2 + 38.95*t - 43.46$ . The maximum quantities value generated on the payload test rocket is the acceleration of 5.6 g or 54.88 m/s<sup>2</sup>, the velocity of 137.37 m / s and thrust force of 252.45 N and the height that has achieved of 1323.01 m.  
Keywords: analysis, acceleration, payload rocket, telemetry.

## 1. PENDAHULUAN

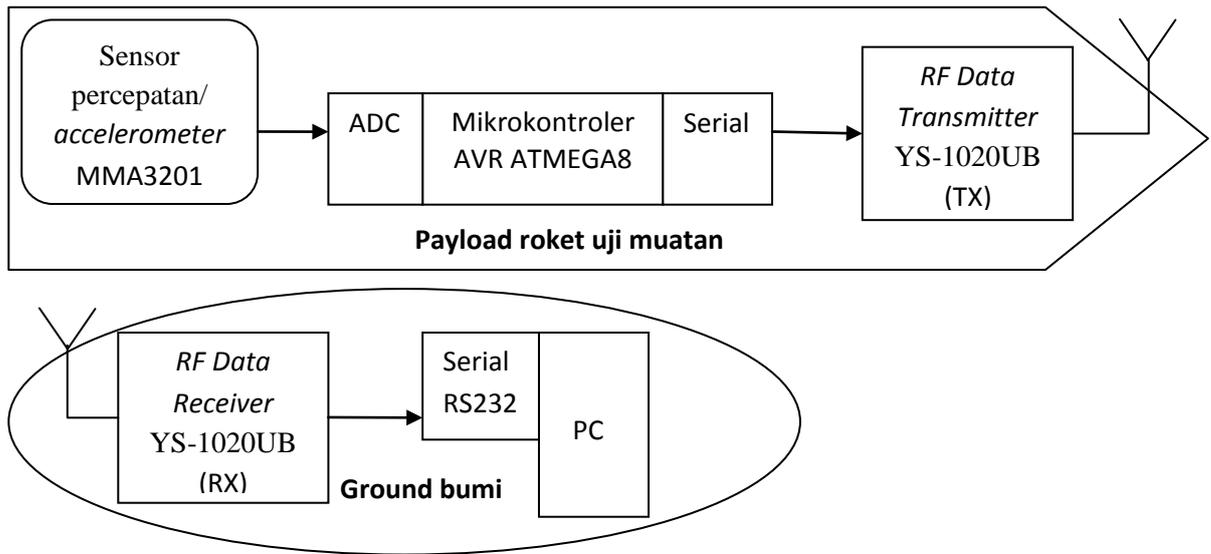
Percepatan merupakan besaran yang sangat penting untuk diketahui dalam peluncuran roket. Dengan mengukur percepatan roket maka dapat dianalisa data kecepatan, ketinggian, getaran, gaya dorong roket serta informasi bermanfaat lainnya. Salah satu manfaat pentingnya yaitu ketika roket yang sedang terbang mengalami gaya pengganggu, antara lain akibat gaya dorong roket dan getaran kejut yang didapatkan dari analisa besaran percepatan roket, sehingga jika payload rusak akibat gangguan tersebut maka akan sulit melacak keberadaan roket. Besaran percepatan roket dapat diukur menggunakan accelerometer yang memiliki rentang pengukuran percepatan yang luas, salah satunya accelerometer MMA3201 sampai titik ukur 40 g, karena roket menghasilkan percepatan yang tinggi. Medium sistem telemetri dapat digunakan modem wireless RF Data Transceiver. Mikrokontroler digunakan sebagai pengolah data. Pada kegiatan LOMBA PAYLOAD ROKET TINGKAT UNIVERSITAS 2008 di pantai Pandansimo Bantul pada tanggal 30 November 2008 telah dilakukan pengukuran percepatan roket uji muatan. Pada tulisan ini akan dianalisa hasil pengukuran percepatan roket tersebut untuk mengetahui informasi data kecepatan, ketinggian dan gaya dorong roket.

## 2. METODOLOGI

Sistem telemetri pengukuran percepatan roket uji muatan ditampilkan pada blok diagram Gambar 1.1 di bawah ini :

---

\* Peneliti Pusat Penelitian Kalibrasi, Instrumentasi dan Metrologi LIPI



Gambar 1.1. Blok diagram sistem telemetri

Sensor percepatan/*accelerometer* mengubah besaran fisis percepatan menjadi sinyal listrik analog yang dikirim ke mikrokontroler. Sinyal analog tersebut dikonversikan menjadi data digital oleh *Analog to Digital Converter*(ADC) yang tertanam pada mikrokontroler sehingga dapat dibaca oleh CPU mikrokontroler. Data tersebut diolah oleh mikrokontroler kemudian dikirim melalui komunikasi serial ke *RF Data Transmitter TX*. Modul *RF Data Transmitter TX* berfungsi sebagai modem dan pemancar yang memancarkan sinyal data dari roket yang sedang terbang ke penerima yang ada di ground bumi. Sinyal data tersebut diterima *RF Data Receiver RX* yang terdapat di ground bumi kemudian dikirim ke *Personal Computer*(PC) melalui komunikasi serial RS232 untuk disimpan guna keperluan analisa selanjutnya.

Metode pengambilan data waktu diatur melalui timer mikrokontroler dimana telah diprogram agar data percepatan roket diambil tiap 0,1 sekon sehingga dapat dibuat grafik persamaan percepatan terhadap waktu. Dari grafik persamaan percepatan tersebut dapat diketahui grafik persamaan besaran kecepatan dan ketinggian roket melalui persamaan integrasinya terhadap waktu yaitu sebagai berikut :

$$v_t = \int a_t . dt + v_0 \quad (1)$$

$$h_t = (\int v_t . dt) + h_0 = \int (\int a_t . dt) . dt + h_0 \quad (2)$$

Dimana:

- $v_t$ = kecepatan roket pada selang waktu t (m/s)
- $a_t$ = percepatan roket pada selang waktu t (m/s<sup>2</sup>)
- $h_t$ = ketinggian roket pada selang waktu t (m)
- t = waktu tempuh roket (s)
- $v_0$ = kecepatan awal roket (m/s)
- $h_0$ = ketinggian awal roket (m)

Nilai gaya dorong roket dapat dicari dengan nilai data percepatan roket sesuai perumusan hukum Newton II berikut ini :

$$F_t = m_t . a_t \quad (3)$$

Dengan :

- $F_t$ = gaya dorong roket pada selang waktu t (N)
- $m_t$ = massa roket pada selang waktu t (kg), telah diketahui massa roket muatan uji sebesar 4,6 kg

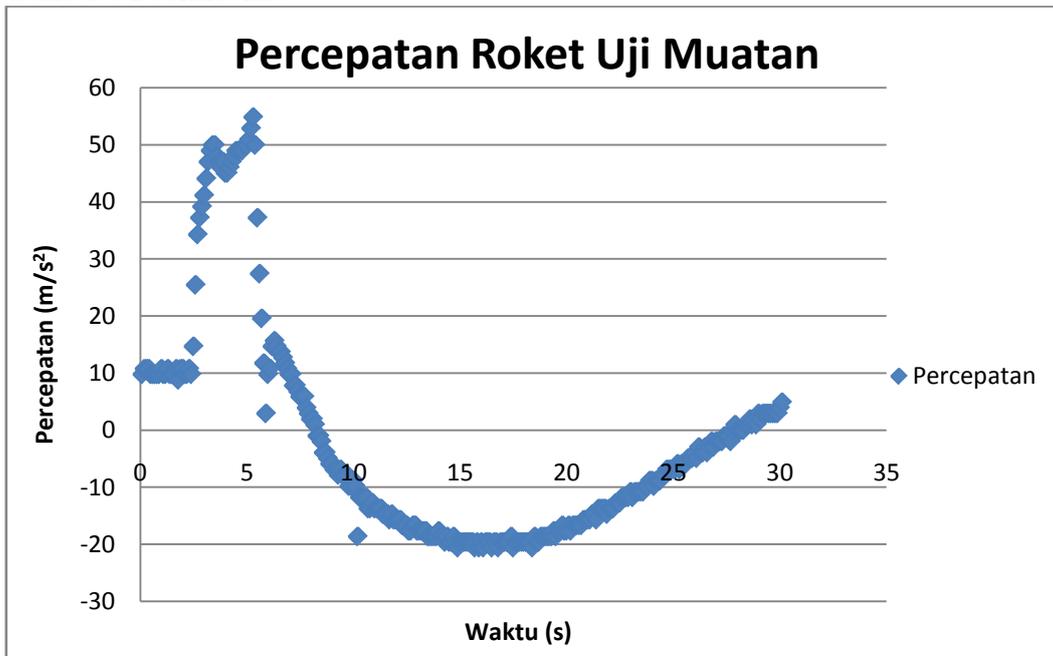
### 3. HASIL DAN ANALISA DATA

Pengukuran percepatan roket uji muatan dilakukan di pantai Pandansimo Bantul pada tanggal 30 November 2008 pada kegiatan LOMBA PAYLOAD ROKET TINGKAT UNIVERSITAS 2008. Berikut ini tampilan payload roket uji muatan yang telah diisi sistem telemetri seperti telah dipaparkan di atas sebelumnya :



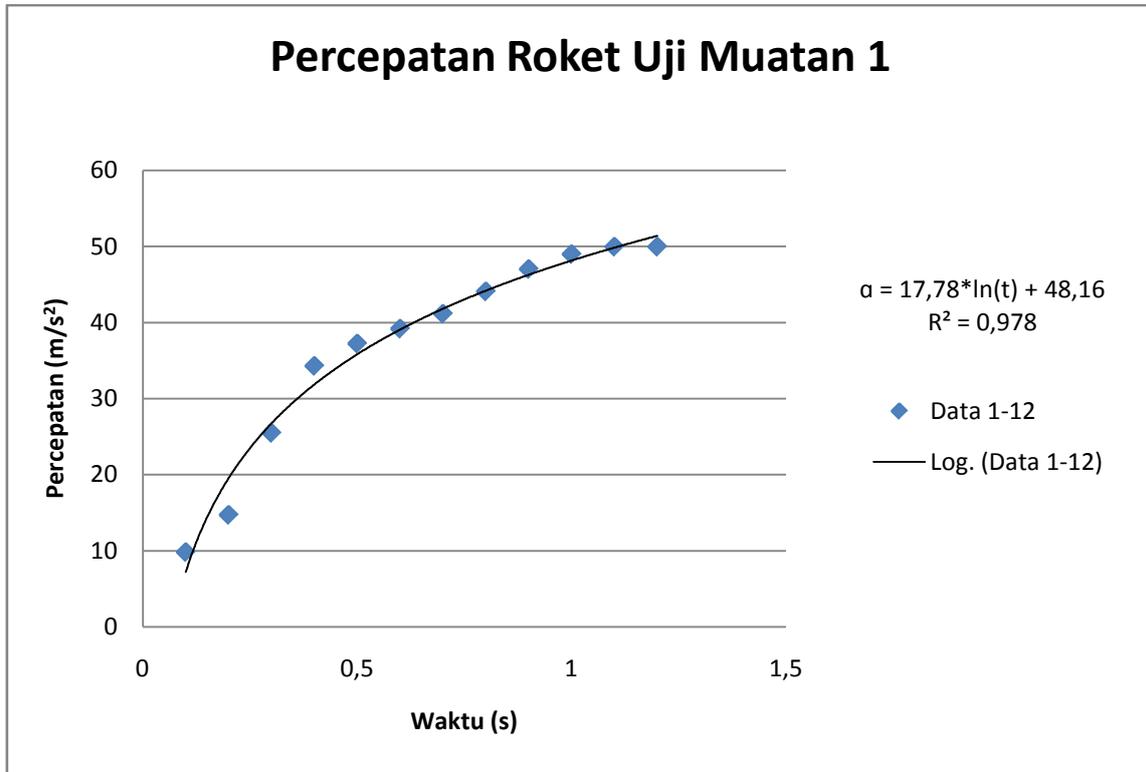
Gambar 3.1. Payload roket berisi sistem telemetri

Hasil pengukuran percepatan roket uji muatan yang terdiri dari 300 data yang tersimpan di PC dimana setiap pengambilan data dilakukan dalam selang waktu 0,1 sekon memanfaatkan timer mikrokontroler sehingga dapat dibuat persamaan percepatan terhadap waktu yang ditampilkan pada grafik Gambar 3.2 berikut ini :

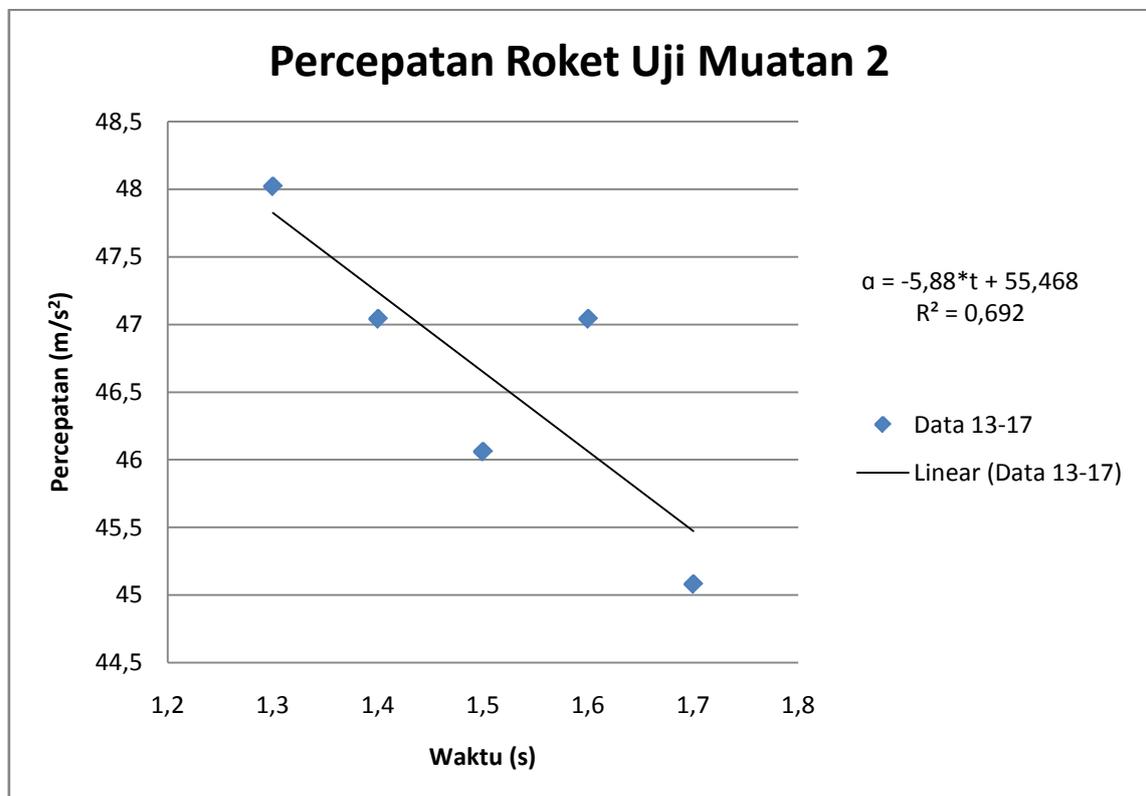


Gambar 3.2. Grafik percepatan roket uji muatan

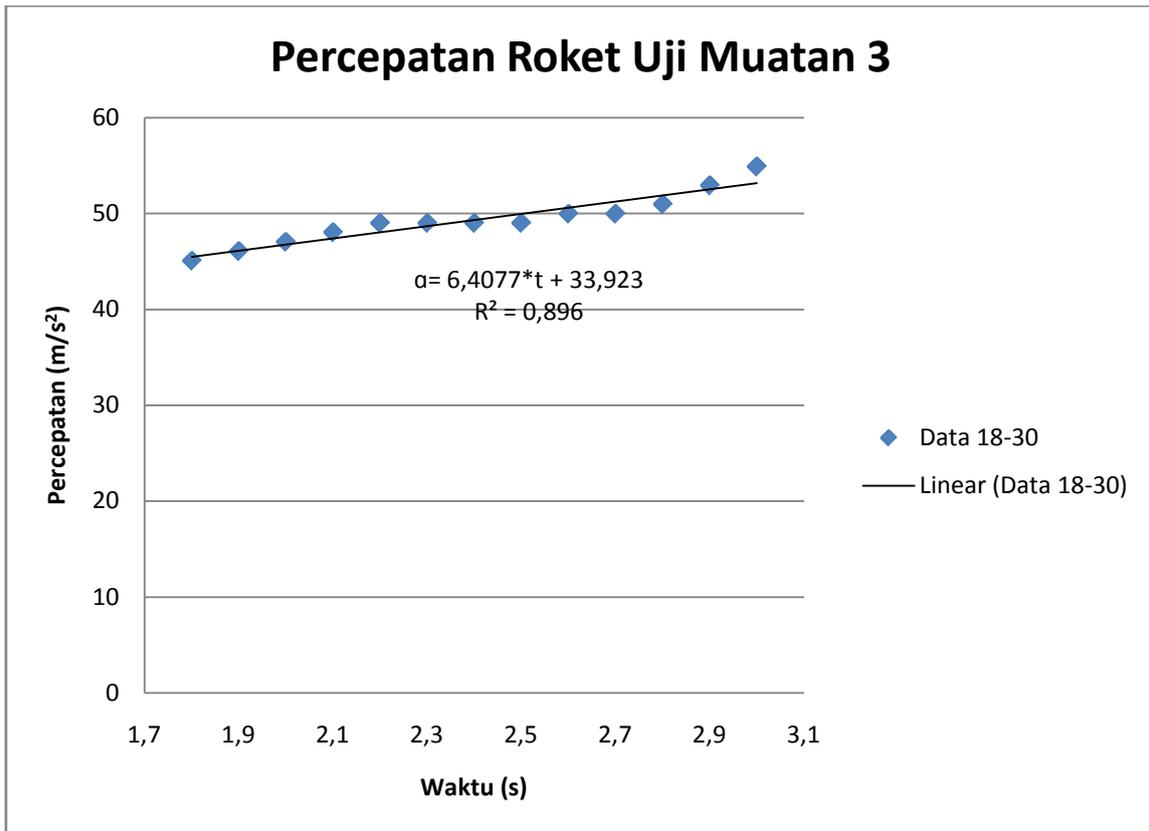
Data percepatan roket mulai meluncur pada urutan data ke-23 sehingga 22 data awal tidak dipakai. Untuk mempermudah membuat persamaan grafik maka grafik percepatan roket uji muatan di atas dibagi dalam empat bagian yang ditampilkan berikut ini :



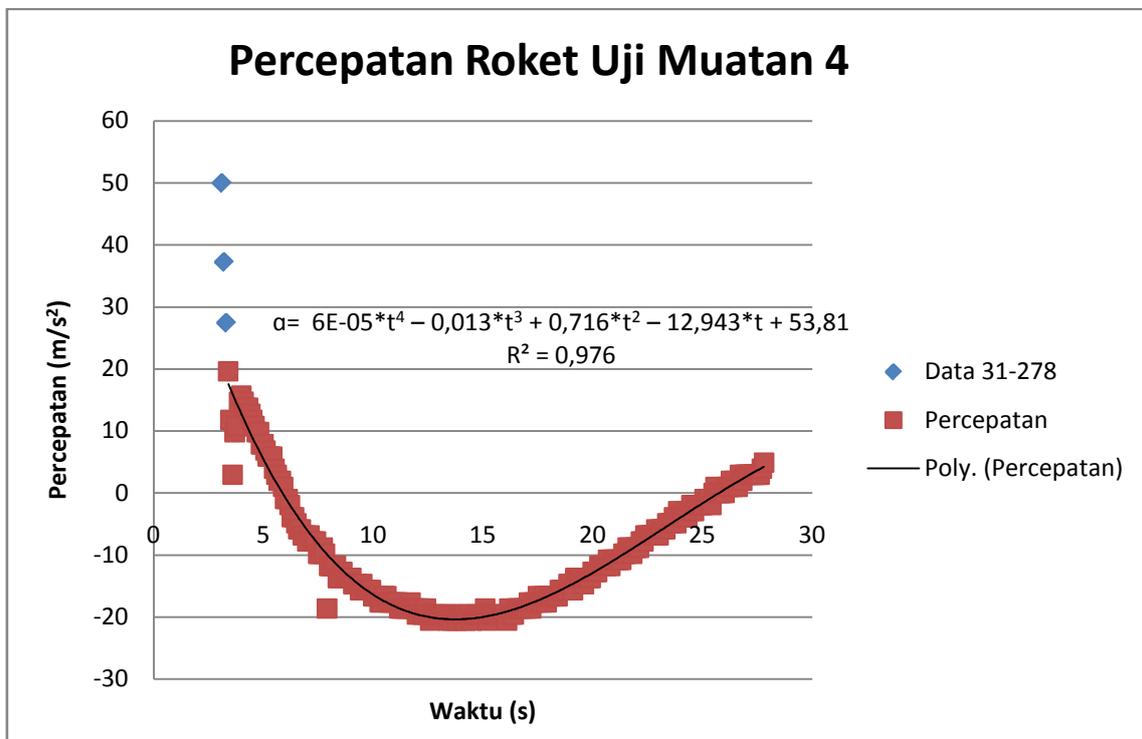
Gambar 3.3. Grafik percepatan roket uji muatan bagian pertama



Gambar 3.4. Grafik percepatan roket uji muatan bagian kedua



Gambar 3.5. Grafik percepatan roket uji muatan bagian ketiga



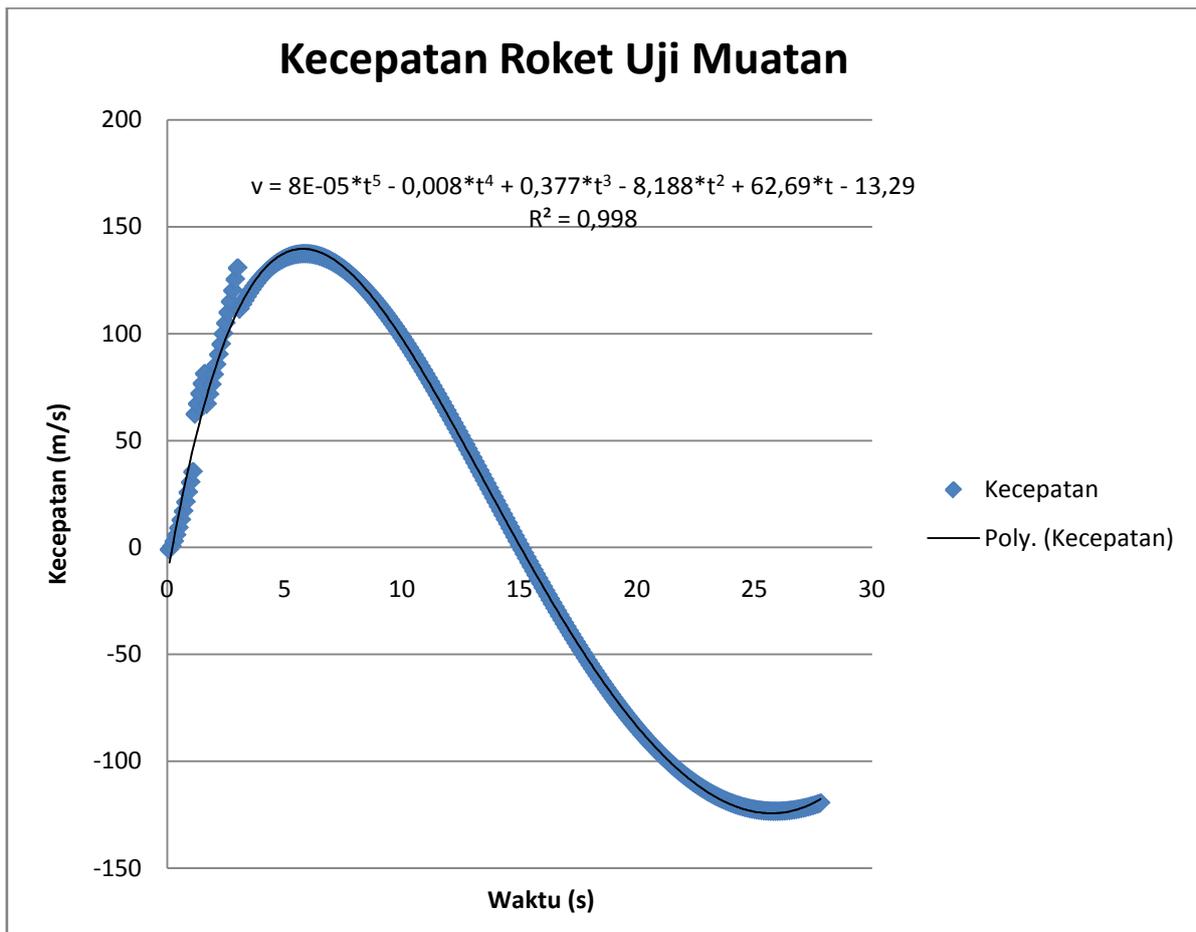
Gambar 3.6. Grafik percepatan roket uji muatan bagian keempat

Dari keempat persamaan grafik percepatan terhadap waktu tersebut dapat dicari persamaan grafik kecepatan terhadap waktu sesuai persamaan (1) dan grafik ketinggian terhadap waktu sesuai persamaan (2) di atas yang ditampilkan pada Tabel 3.1 berikut ini :

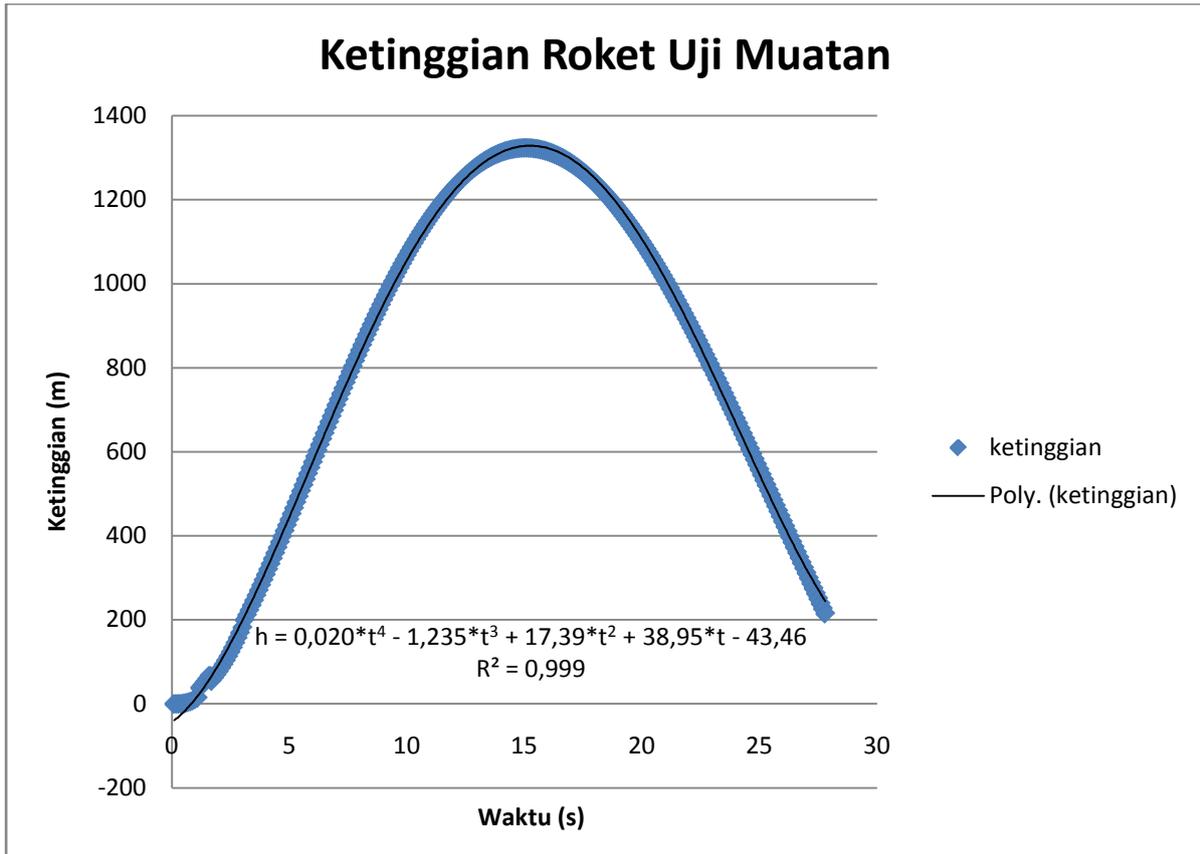
Tabel 3.1. Hasil perhitungan integrasi persamaan grafik percepatan terhadap waktu

Percepatan( $\alpha$ )	$\int dt \rightarrow$	Kecepatan( $v$ )	$\int dt \rightarrow$	Ketinggian( $h$ )
$\alpha = 17,785 \cdot \ln(t) + 48,161$ $0,1 < t < 1,2$		$v = 17,785 \cdot t \cdot \ln(t) + 30,376 \cdot t$ $0,1 < t < 1,2$		$h = 8,8925 \cdot t^2 \cdot \ln(t) + 10,74175 \cdot t^2$ $0,1 < t < 1,2$
$\alpha = -5,88 \cdot t + 55,468$ $1,3 < t < 1,7$		$v = -2,94 \cdot t^2 + 55,468 \cdot t$ $1,3 < t < 1,7$		$h = -0,98 \cdot t^3 + 27,734 \cdot t^2$ $1,3 < t < 1,7$
$\alpha = 6,4077 \cdot t + 33,923$ $1,8 < t < 3$		$v = 3,20385 \cdot t^2 + 33,923 \cdot t$ $1,8 < t < 3$		$S = 1,06795 \cdot t^3 + 16,9615 \cdot t^2$ $1,8 < t < 3$
$\alpha = 6E-05 \cdot t^4 - 0,013 \cdot t^3 + 0,716 \cdot t^2 - 12,943 \cdot t + 53,81$ $3,1 < t < 27,8$		$v = 0,000012 \cdot t^5 - 0,00325 \cdot t^4 + 0,23867 \cdot t^3 - 6,4715 \cdot t^2 + 53,81 \cdot t$ $3,1 < t < 27,8$		$S = 0,000002 \cdot t^6 - 0,00065 \cdot t^5 + 0,05967 \cdot t^4 - 2,157167 \cdot t^3 + 26,905 \cdot t^2$ $3,1 < t < 27,8$

Dari persamaan-persamaan kecepatan dan ketinggian yang didapat pada tabel di atas dapat dibuat grafik kemudian digabungkan kembali bagian-bagian persamaan grafik tersebut. Berikut ini Gambar 3.7 untuk grafik kecepatan roket dan Gambar 3.8 untuk grafik ketinggian roket :

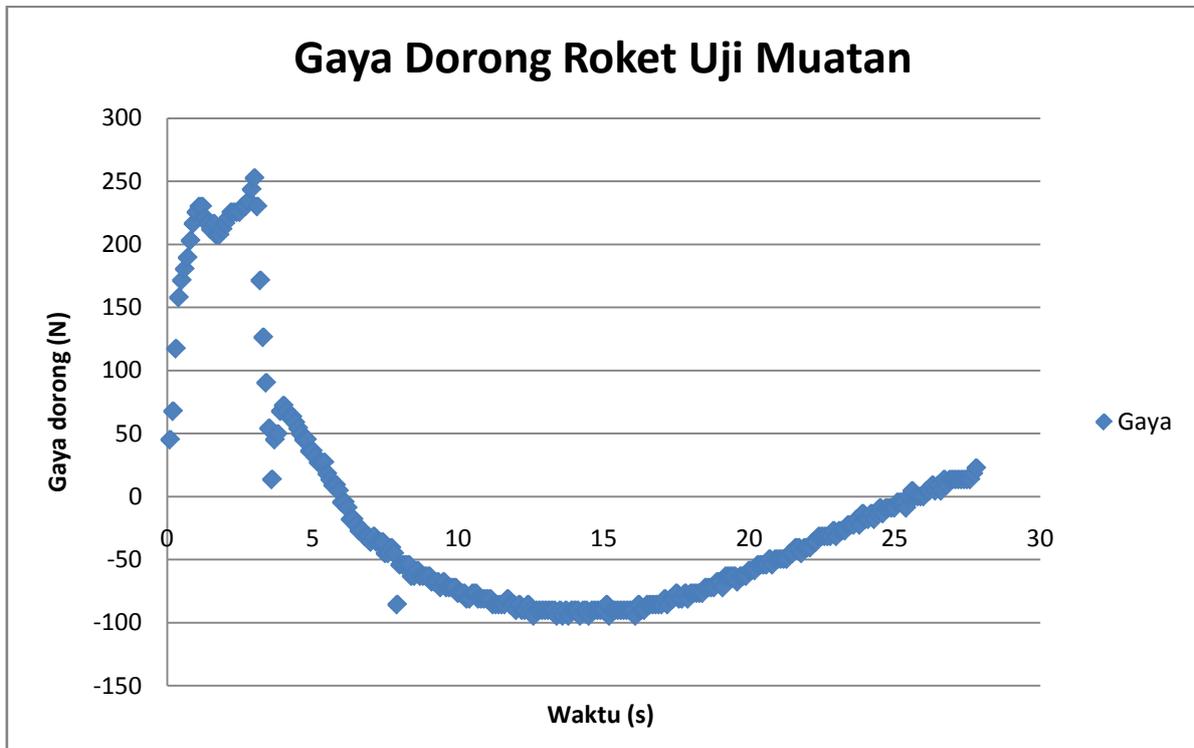


Gambar 3.7. Grafik kecepatan roket uji muatan



Gambar 3.8. Grafik ketinggian roket uji muatan

Untuk perhitungan gaya dorong roket digunakan persamaan(3) di atas dengan massa roket uji muatan telah diketahui sebesar 4,6 kg. Berikut ini grafik gaya dorong roket uji muatan yang ditampilkan pada Gambar 3.9 :



Gambar 3.9. Grafik gaya dorong roket uji muatan

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil analisa data pengukuran percepatan roket uji muatan melalui sistem telemetri dapat disimpulkan bahwa grafik percepatan roket yang rumit dalam pencarian persamaannya secara langsung dapat dipecahkan dengan membagi grafik dalam beberapa bagian. Hasil pengukuran percepatan dapat diolah menjadi informasi kecepatan dan ketinggian serta gaya dorong roket melalui perhitungan hukum fisika. Grafik kecepatan(v) terhadap waktu(t) roket uji muatan yaitu  $v(t) = 8E-05*t^5 - 0,008*t^4 + 0,377*t^3 - 8,188*t^2 + 62,69*t - 13,29$  dan grafik ketinggian(h) terhadap waktu(t) roket uji muatan yaitu  $h(t) = 0,020*t^4 - 1,235*t^3 + 17,39*t^2 + 38,95*t - 43,46$ . Nilai besaran maksimum yang dihasilkan pada roket uji muatan ini yaitu percepatan sebesar 5,6 g atau 54,88 m/s<sup>2</sup>, kecepatan sebesar 137,37 m/s dan gaya dorong sebesar 252,45 N serta ketinggian mencapai 1323,01 m.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, *8-bit AVR with 8K Bytes In-System Programmable Flash ATmega8 ATmega8L Summary*, Atmel Corporation, Orchard Parkway San Jose, 2011
- Anonim, *Surface Mount Micromachined Accelerometer MMA3201*, Freescale Semiconducton, Colorado, 2006.
- Anonim, *YS-1020U RF data transceiver*, Shenzhen Yishi Electronic, China Guangdong, 2006.
- Djatmiko, A. B, *PERANCANGAN PEREDAM GETARAN PADA MUATAN ROKET RX 320 LAPAN. RX-250*, Jurnal Teknologi Dirgantara Vol. 8 No. 1 Juni 2010:70-75, LAPAN, Jakarta, 2010
- Triharjanto, R. H, *PEREDAM KEJUT DAN GETARAN BAGI MUATAN RX-250*, Jurnal Teknologi Dirgantara Vol. 6 No. 1 Juni 2008:58-64, LAPAN, Jakarta, 2008.
- Wells D.A., H.S.Slusher, M.Browne, *Schaum's Outline of Physics for Engineering and Science*, ISBN 007008498X, McGRAW-HILL, New York, 1999.
- Widada, W. Kliwati, S. dan Nurdinsyah, A. H, *ON-BOARD FUNDAMENTAL FREQUENCY ESTIMATION OF ROCKET FLIGHT EXPERIMENTS USING DSP MICROCONTROLLER AND ACCELEROMETER*, Jurnal Teknologi Dirgantara Vol. 7 No. 1 Juni 2009:46-50, LAPAN, Jakarta, 2009.

#### DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

##### DATA UMUM

Nama Lengkap : Jalu Ahmad Prakosa  
Tempat & Tgl. Lahir : Blitar, 10 Desember 1986  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Instansi Pekerjaan : Pusat Penelitian Kalibrasi, Instrumentasi dan Metrologi LIPI  
NIP. / NIM. : 198612102010121001  
Pangkat / Gol. Ruang : Penata Muda / III a  
Jabatan Dalam Pekerjaan : Kandidat peneliti dan metrologist besaran laju aliran gas  
Agama : Islam  
Status Perkawinan : Belum menikah

##### DATA PENDIDIKAN

SLTA : SMA Negeri 1 Tangerang Tahun: 2002  
STRATA 1 (S.1) : Universitas Gadjah Mada Tahun: 2005

##### ALAMAT

Alamat Rumah : Komplek perumahan PUSPIPTEK Blok 1A No. 10 Setu Tangerang Selatan Banten HP. : 085643263806  
Alamat Kantor / Instansi : Pusat Penelitian Kalibrasi, Instrumentasi dan Metrologi LIPI (Puslit KIM LIPI) Kompleks PUSPIPTEK, Cisauk-Tangerang, Banten, 15314 INDONESIA  
Telp. : 62-21-7560562 Email: jalu@kim.lipi.go.id

**PUBLIKASI :**

1. Jalu Ahmad Prakosa. 2011. *VERIFIKASI PENGUKURAN NILAI K-FAKTOR PADA TURBIN GAS FLOWMETER MENGGUNAKAN BELL PROVER AUTOBELL SEBAGAI STANDAR PRIMER SISTEM KALIBRASI LAJU ALIRAN GAS*. Pertemuan dan Presentasi Ilmiah(PPI) KIM ke-37. Tangerang: Pusat Penelitian Kalibrasi, Instrumentasi dan Metrologi (KIM) LIPI. ISSN 0852 – 002 X.
2. Prakosa, Jalu A. dan Sirenden, Bernadus H. 2011. *Analisa Pengaruh Pengaturan Buka Tutup Katup Solenoid Proporsional Dua Arah Terhadap Laju Aliran Air Pada Sistem Kalibrasi Piston Prover OT-400*. Pertemuan dan Presentasi Ilmiah(PPI) KIM ke-37. Tangerang: Pusat Penelitian Kalibrasi, Instrumentasi dan Metrologi (KIM) LIPI. ISSN 0852 – 002 X.

**HASIL DISKUSI DALAM PELAKSANAAN SEMINAR**

Pertanyaan :

1. Bagaimana sistem telemetri roket uji muatan tersebut, sampai berapa jangkauannya? Berapa power supplynya dan menggunakan apa? (Bagus Wicaksono – Motor Roket LAPAN)
2. Apa maksud muatan pada roket uji muatan tersebut ? Untuk muatan apa saja itu ? (Entjie Mochamad Sobich – KIM LIPI)

Jawaban :

1. Sistem telemetri menggunakan modul RF data transceiver YS-1020U dengan hasil analisa data terhitung jangkauan ketinggian roket uji muatan mencapai 1300 m. Digunakan baterai handphone dengan tegangan 5 V sebagai supply modul RF tersebut.
2. RUM (Roket Uji Muatan) adalah jenis roket yang digunakan untuk melakukan pengujian muatan dan digunakan sebagai fasilitas lomba muatan tingkat perguruan tinggi tahun 2008. Sehingga merupakan roket yang pada bagian nosennya dapat di isi dengan berbagai macam muatan menurut kebutuhannya seperti sensor suhu, tekanan, percepatan dan spanduk serta lainnya.