

# ANALISIS PERUBAHAN SUHU SATELIT LAPAN-TUBSAT

**Gunawan S Prabowo, M Arief Saefudin**

*Mechatronics Division, Indonesian Space and Aeronautics Institute LAPAN,*

*Email: [gunawan\\_prab@yahoo.com](mailto:gunawan_prab@yahoo.com)*

## ABSTRACT

Analysis temperature data of satellite telemetry LAPAN-TUBSAT can be applied to know temperature condition on the satellite, day-by-day temperature condition and its change. From data processing we got that the highest data temperature is around  $70^{\circ}\text{C}$  s.d  $80^{\circ}\text{C}$ , average temperature shows around  $25^{\circ}\text{C}$  and lowest temperature show around  $-40^{\circ}\text{C}$ , and the temperature change have ranges from  $0,003^{\circ}\text{C}/\text{second}$  and the highest temperature speed is around  $0.04^{\circ}\text{C}/\text{second}$ , this data could be used in manufacture, test, and assembly of sub system development.

Key word: *Satellite telemetry, LAPAN-TUBSAT, Manufacture*

## ABSTRAK

Analisa data satelit LAPAN-TUBSAT dapat digunakan untuk mengetahui sejauh mana suhu ekstrim yang terjadi, kondisi suhu sehari-hari dan perubahannya. Dari pengolahan data didapatkan bahwa temperatur yang tertinggi adalah sekitar  $70^{\circ}\text{C}$  s.d  $80^{\circ}\text{C}$ , temperatur rata-rata tertinggi yang ada menunjukkan harga sekitar  $25^{\circ}\text{C}$  dan terendah menunjukkan  $-40^{\circ}\text{C}$ , dan perubahan suhu rata-rata berkisar antara  $0,003^{\circ}\text{C}/\text{detik}$  dengan perubahan kecepatan suhu yang ekstrem sekitar  $0.04^{\circ}\text{C}/\text{detik}$ , data ini dapat menjadi catatan bagi proses pengembangan dan manufaktur sub sistem yang sedang dikembangkan LAPAN.

Kata kunci: *Satelit telemetri, LAPAN-TUBSAT, Manufaktur*

## 1 PENDAHULUAN

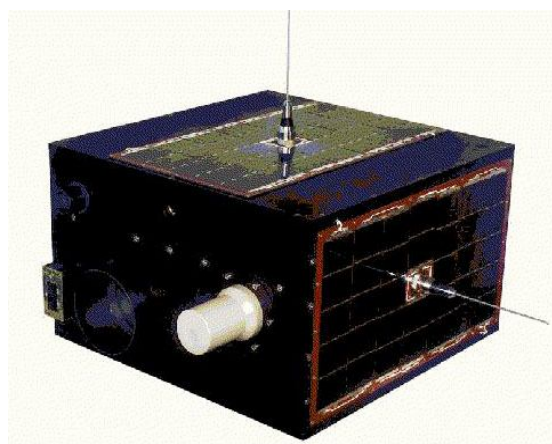
Penguasaan teknologi satelit telah menjadi program utama di LAPAN sejak beberapa tahun lalu. Beberapa proyek satelit yang ada seperti program pembuatan LAPAN-TUBSAT maupun program RUK INASAT, diarahkan untuk lebih menguasai teknologi satelit khususnya teknologi manufaktur, perakitan dan testing.

Salah satu aspek penguasaan teknologi yang sangat penting dalam bidang satelit adalah aspek manufaktur, yaitu aspek-aspek pengembangan satelit yang menyangkut proses perakitan, komponen dalam sub modul/modul elektronik yang mampu bertahan dalam kondisi ekstrim di ruang angkasa.

Aspek ini menjadi rahasia banyak institusi atau pabrikan satelit di dunia. Dan menjadi kunci dimana sub

sistem menjadi mahal karena proses pengalaman dan pengujian yang cukup lama. Manufaktur tersebut termasuk bagaimana cara melindungi komponen dari ganasnya kondisi lingkungan antariksa seperti: kondisi suhu, tekanan, debu partikel, dan kondisi antariksa lain.

## 2 DATA SATELIT LAPAN-TUBSAT



Gambar 2-1: LAPAN-TUBSAT

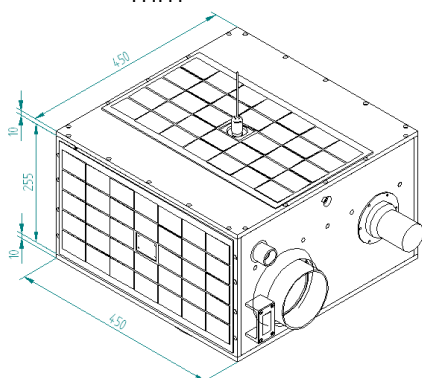
Satelit LAPAN-TUBSAT adalah satelit mikro yang dibuat atas kerjasama LAPAN dengan Universitas Teknik Berlin (TUB) pada kurun waktu 2004-2005. Satelit Lapan-Tubsat mempunyai misi video *surveillance* untuk pemantauan bumi.

## 2.1 Karakteristik Umum

Karakteristik umum satelit LAPAN-TUBSAT adalah sebagai berikut:

Tabel 2-1: SPESIFIKASI LAPAN-TUBSAT

Dimensi : 450 mm x 450 mm x 255 mm



Gambar 2-2: Dimensi Satelit LAPAN-TUBSAT

Berat : 57 kg  
 Power : - 4 solar panel; 432 x 243 mm; 35 sel seri; max power output 14 W  
           - 5 NiH2 batere; 12,5 V nominal voltage; 12 Ah  
 Komunikasi : 2 TTC : Freq. 437,325 MHz; Modulation FFSK; 1200 bps; 5 W RF Output  
 Data Handling : OBDH 524 kb eksternal dan 4 kb internal RAM, 524 kb EEPROM, 16 kb PROM, 38,4 kbps SCI Speed  
 ACS : - 3 Reaction Wheel  
       - Fiber optic laser gyro in orthogonal axis  
       - CMOS Star Sensor  
       - 3 Magnetic coil in orthogonal axis  
       - 2 single solar cell for sun sensor

Payload : - S-Band : Freq. 2220 MHz; Modulation FM; 5 W RF Output  
           - Camera 1 : CCD with color splitter prism; Effective Picture Element : 752 x 582; swath 3.5 km; ground resolution 6 m; 1000 mm Casegrain lens  
           - Camera 2 : color CCD; Effective Picture Element 752 x 582; swath 81 km; ground resolution 200 m; 50 mm lens

Analisis sikap dan kendali satelit akan dilakukan dengan menggunakan data-data telemetri, baik itu *long* telemetri maupun *short* telemetri.

## 3 ANALISA DATA

### 3.1 Analisis Data Long Telemetri

Data long telemetri yang diperoleh yaitu dari tanggal 1 Maret 2007 sampai 24 Maret 2007. Nama file yang digunakan untuk analisis adalah file *tele\_gesamt.txt*. Di dalam file tersebut menampilkan data telemetri untuk beberapa hari secara serial, artinya sistem waktu (*system time*) dilakukan secara kontinyu dalam detik (*second*). Dalam analisis data telemetri untuk orde harian, data tersebut akan diklasifikasikan per hari. Artinya sistem waktu yang digunakan akan dikembalikan ke nilai awal (*resetting*). Data long telemetri menampilkan kolom D (*Day*) yang menunjukkan urutan hari dalam sistem waktunya. Nilai D (*Day*) ditampilkan dalam format 2 angka (XX) dan selalu diawali dengan angka 00 yang menunjukkan hari pertama. Misalnya data long telemetri tanggal 1 Maret 2007, kolom D (*Day*) diawali dengan angka 00 yang menunjukkan tanggal 1 Maret 2007 dan diakhiri dengan angka 04 yang menunjukkan hari kelima atau tanggal 5 Maret 2007. Untuk memudahkan analisis data, maka data telemetri dikonversi ke dalam file microsoft excel.

Untuk *resetting* sistem waktu, cara yang digunakan adalah dengan mengembalikan orde waktu dalam detik pertama untuk hari berikutnya. Contoh ditunjukkan di bawah ini:

Tabel 3-1: FILE tele\_gesamt.txt

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		
1	Address	System T	D	H	M	S	Cmd	Cou	Sw	Req	Main Bus	System C
257	00471FE0	83571	0	23	14	31	728	00010010	14.5	440		
258	472000	84000	0	23	20	0	728	00010010	14.5	451		
259	472000	84329	0	23	25	29	728	00010010	14.6	440		
260	472040	84658	0	23	30	58	728	00010010	14.6	440		
261	472060	84986	0	23	36	26	728	00010010	14.6	440		
262	472080	85313	0	23	41	53	728	00010010	14.5	440		
263	004720A0	85641	0	23	47	21	728	00010010	14.3	451		
264	004720C0	85968	0	23	52	48	728	00010010	14.3	440		
265	4.72E+03	86295	0	23	58	15	728	00010010	14.3	451		
266	472100	86622	1	0	3	42	728	00010010	14.3	451		
267	472120	86949	1	0	9	9	728	00010010	14.2	440		
268	472140	87277	1	0	14	37	728	00010010	14.2	451		
269	472160	87605	1	0	20	5	748	00010010	14.2	2080		
270	472180	87935	1	0	25	35	798	00010010	14.3	610		
271	004721A0	88263	1	0	31	3	805	00010010	14.4	451		

Selanjutnya *resetting* sistem waktu menghasilkan data sebagai berikut :

Tabel 3-2: FILE DENGAN RESSETING WAKTU

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		
1	Address	System T	D	H	M	S	Cmd	Cou	Sw	Req	Main Bus	System C
257	00471FE0	83571	0	23	14	31	728	00010010	14.5	440		
258	472000	84000	0	23	20	0	728	00010010	14.5	451		
259	472000	84329	0	23	25	29	728	00010010	14.6	440		
260	472040	84658	0	23	30	58	728	00010010	14.6	440		
261	472060	84986	0	23	36	26	728	00010010	14.6	440		
262	472080	85313	0	23	41	53	728	00010010	14.5	440		
263	004720A0	85641	0	23	47	21	728	00010010	14.3	451		
264	004720C0	85968	0	23	52	48	728	00010010	14.3	440		
265	4.72E+03	86295	0	23	58	15	728	00010010	14.3	451		
266	472100	222	1	0	3	42	728	00010010	14.3	451		
267	472120	549	1	0	9	9	728	00010010	14.2	440		
268	472140	877	1	0	14	37	728	00010010	14.2	451		
269	472160	1205	1	0	20	5	748	00010010	14.2	2080		
270	472180	1535	1	0	25	35	798	00010010	14.3	610		
271	004721A0	1863	1	0	31	3	805	00010010	14.4	451		

Pada hari berikutnya atau *day* 1, sistem waktu kembali ke detik awal.

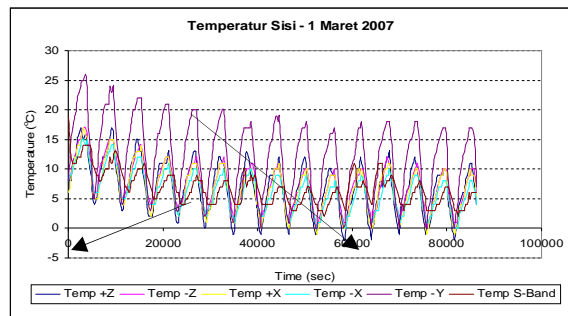
### 3.2 Analisis Temperatur Sisi Satelit

Data temperatur sisi satelit yang terdapat dalam data *long* telemetri dapat digunakan untuk menganalisis sikap satelit. Temperatur yang lebih tinggi menunjukkan sisi satelit tersebut lebih banyak mendapatkan sinar matahari (*solar radiation*) sehingga diketahui pada saat itu sisi tersebut orientasinya condong menghadap matahari meskipun tidak secara frontal karena untuk mengetahuinya diperlukan data-data pendukung yang lain seperti data dari star sensor dan gyro.

Data tempetur sisi satelit untuk setiap sisi satelit secara lengkap telah terdapat dalam data *long* telemetri.

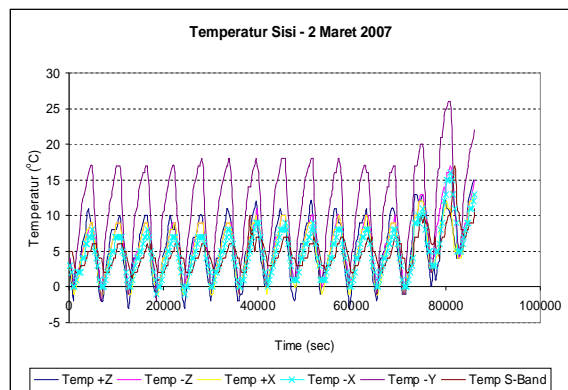
- Data Telemetri Tanggal 1 Maret 2007 s.d 5 Maret 2007

Data *long* telemetri tanggal 1 Maret 2007 (seperti dalam lampiran 1) memiliki serial data selama 4 hari, terlihat dari data pada kolom D (*Day*) berisi angka 00 sampai dengan 04. Angka 00 menunjukkan hari pertama tanggal 1 Maret dan angka 04 menunjukkan hari kelima tanggal 5 Maret. Grafik temperatur untuk masing-masing hari ditunjukkan oleh gambar berikut:

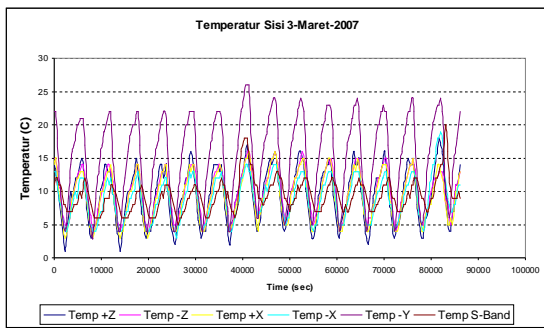


Gambar 3-1: Temperatur sisi tanggal 1 Maret 2007

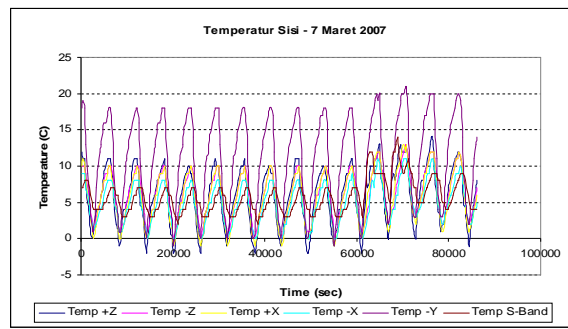
Pada gambar di atas, terdapat perubahan suhu yang terbesar pada sumbu -X dan perubahan yang terkecil adalah sumbu Z+, hal ini menandakan ada pergerakan yang lebih dinamis pada sumbu -X, dengan perubahan perubahan suhu mencapai +/- 20°C dalam waktu 5700 det atau dengan kecepatan perubahan sebesar 0.003°C pada tiap detik, data ini bisa dipergunakan untuk mensetup uji thermal terhadap komponen.



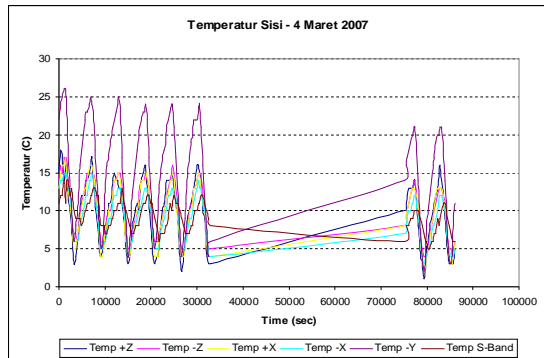
Gambar 3-2: Temperatur sisi tanggal 2 Maret 2007



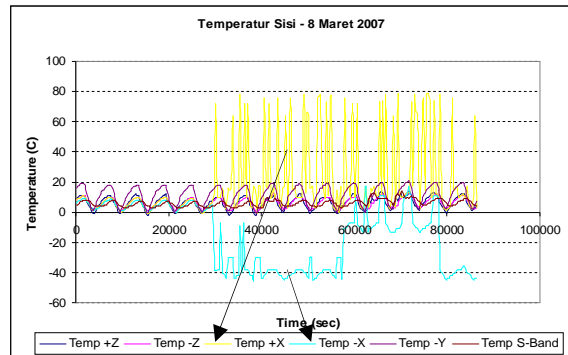
Gambar 3-3: Temperatur sisi tanggal 3 Maret 2007



Gambar 3-7: Grafik tanggal 7 Maret 2007



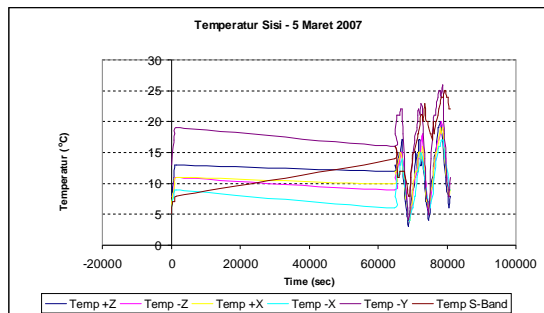
Gambar 3-4: Temperatur tanggal 4 Maret 2007



Gambar 3-8: Grafik tanggal 8 Maret 2007

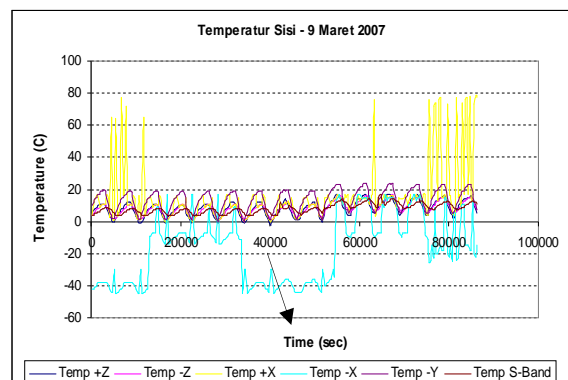
Gambar di atas, yang menarik adalah satuan waktu per 1000 detik, terlihat ada perubahan suhu sebesar 20°C untuk tiap 500 detik, atau ada perubahan suhu sebesar 0.04°C/detik.

Pada gambar di atas, data menunjukkan hal yang cukup ekstrem di kondisi suhu pada sisi -Z, suhu mencapai 78°C - (+) 80°C, yang pola siklusnya bergerak antara 0°C hingga 80°C dan sebaliknya dalam jangka waktu yang singkat sekitar 500 detik, artinya ada perubahan kecepatan suhu 0,04°C per detik. Sementara pada sisi +X terdapat suhu minus sebesar -40°C dan cenderung konstan dari detik 30000 s.d detik 5800.

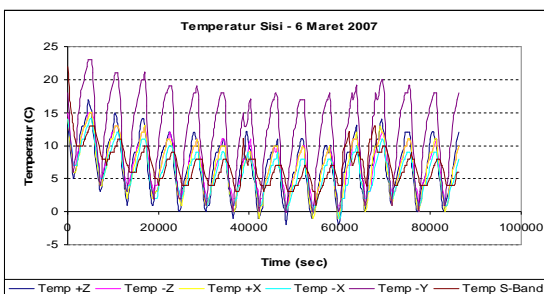


Gambar 3-5: Grafik temperatur tanggal 5

▪ Data Telemetri Tanggal 6 Maret 2007 s.d 15 Maret 2007

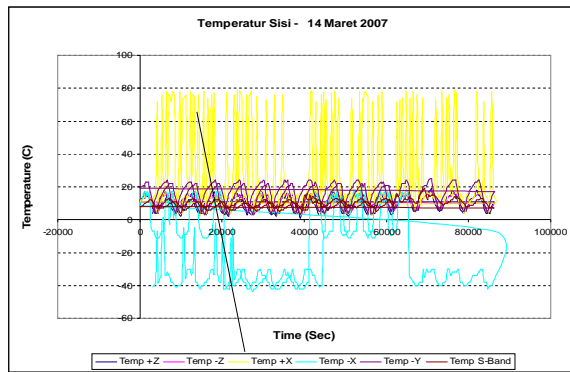


Gambar 3-9: Grafik tanggal 9 Maret 2007



Gambar 3-6: Grafik tanggal 6 Maret 2007

Seperti juga tanggal 8 Maret, pada tanggal 9 Maret kondisi perubahan suhu pada sisi -Z, baik perubahan kecepatan maupun kondisi nominal paling tinggi, kondisinya hampir sama.



Gambar 3-10: Grafik tanggal 14 Maret 2007

Gambar ini menunjukkan kondisi maksimal dan minimal, baik perubahan kecepatan suhu maupun suhu nominal. Dapat dilihat kecepatannya hampir sama dengan kondisi pada tanggal 8 Maret dan kondisi dinginnya juga sama sekitar  $-40^{\circ}\text{C}$

#### 4 KESIMPULAN

Dari data yang terekam ada beberapa hal yang bisa ditarik menjadi kesimpulan secara kualitatif maupun kuantitatif, sebagai berikut:

- Data temperatur yang tertinggi adalah sekitar  $70^{\circ}\text{C}$  s/d  $80^{\circ}\text{C}$ .
- Temperatur rata-rata tertinggi yang ada menunjukkan harga sekitar  $25^{\circ}\text{C}$  dan terendah menunjukkan  $-40^{\circ}\text{C}$ .
- Perubahan suhu rata-rata berkisar antara  $0,003^{\circ}\text{C}/\text{detik}$  dan perubahan kecepatan suhu yang ekstrem sekitar  $0,04^{\circ}\text{C}/\text{detik}$ .

Data kesimpulan diatas dapat dipakai untuk membuat pola pengujian thermal di *Thermal Chamber*. Pola tersebut meliputi harga tertinggi dan terendah kondisi suhu, lama waktu.

#### DAFTAR RUJUKAN

- David G. Gilmore, 2002. *Spacecraft Thermal Control Handbook, Vol. 1: Fundamental Technologies*. The Aerospace Corporation. AIAA.
- Prabowo, S. Gunawan, 2005. *Dokumen-dokumen Pengkajian Persiapan Program Satelit Generasi II*, Indonesian Institute of Space and Aeronautics, Indonesia.
- Wertz, James R. and Larson, Wiley J., 1999. *Space Mission Analysis and Design*, Kluwer Academic Publishers, USA.
- User's Manual Thermal Desktop, 2006A. *CAD Based System For Thermal Analysis and Design*, C&R Technologies.
- P. Butz, U. Renner, 1996. *TUBSAT-C, A Microsat-Bus For Earth Observation Payloads*. 3<sup>rd</sup> International Symposium "Small Satellites Systems and Services", Annecy, France.
- Alan C. Tribble, 2003. *The Space Environment, Implications for Spacecraft Design*. Princeton University Press, New Jersey.
- Anonymus, 2007. *Laporan Operasional LAPAN-TUBSAT*.