

## DESAIN DAN IMPLEMENTASI *EXTENDED PC-104* SEBAGAI MODUL PENDUKUNG AKUISISI DATA PADA OBDH SATELIT

Muhammad Taufik, Ahmad Fauzi  
Pusat Teknologi Satelit/LAPAN  
[muhammad08taufik@gmail.com](mailto:muhammad08taufik@gmail.com)

### Abstrak

Salah satu sasaran yang ingin dicapai dalam pelaksanaan program dan kegiatan LAPAN adalah peningkatan dalam penguasaan teknologi satelit salah satunya mengenai subsistem satelit yaitu subsistem OBDH. Salah satu modul OBDH yang telah dirancang dan diimplementasikan adalah Modul *Extended PC/104*. Modul ini sebagai modul pendukung akuisisi data pada *board* utama PC/104 OBDH satelit. Modul ini didesain untuk menampilkan data sensor satelit pada perangkat lunak menggunakan PC berupa GUI. Modul *Extended PC/104* terdiri dari pengendali utama mikrokontroler ATmega128, perangkat lunak mikrokontroler (*firmware*), sensor arus dan sensor tegangan serta 24 kanal sensor suhu. Sensor arus dan sensor tegangan mengukur konsumsi arus dan tegangan pada *board* utama PC/104, sedangkan sensor suhu mengukur suhu dari setiap subsistem yang terhubung pada *board* utama PC/104. Dari hasil pengujian, sensor arus mampu mengukur arus hingga 2,8 Ampere dengan selisih tegangan keluaran yang dihasilkan sebesar  $\pm 30$  mVolt setelah dilakukan kalibrasi pada keluaran rangkaian sensor. Sensor tegangan mampu mengukur tegangan hingga 6 Volt dan menghasilkan keluaran tegangan dengan selisih tegangan keluaran yang dihasilkan sebesar  $\pm 30$  mVolt. Untuk hasil pengukuran yang lebih akurat, penggunaan sensor digital dapat digunakan menggantikan sensor *analog* yang digunakan pada modul *Extended PC/104* serta implementasi setiap sensor pada subsistem satelit perlu diuji lebih lanjut.

Kata kunci: sensor, PC-104, arus, tegangan, suhu, satelit

### Abstract

*One of the targets to be achieved in the implementation of programs and activities LAPAN is an increase in satellite technology mastering one of the satellite subsystems are subsystems OBDH . One OBDH modules that have been designed and implemented is the Extended Modules PC / 104 . This module as supporting data acquisition module on the main board PC / 104 OBDH satellite. This module is designed to display the satellite data sensor using software on PC have the shape of the GUI. Extended module PC/104 is composed of a main controller ATmega128, microcontroller software (firmware), current sensor and voltage sensor and 24 channels temperature sensors. The current and voltage sensors are used to measure current consumption and voltage on the main board PC/104, while the temperature sensor measures the temperature of each subsystem connected to the main board PC/104. Based on the test results, the current sensor is able to measure currents up to 2.8 Ampere with the difference in output voltage generated in the mount of  $\pm 30$  mVolt after calibration on the output of the sensor circuit. Voltage sensors are capable of measuring voltages up 6Volt and generate output voltage with output voltage difference generated in the mount of  $\pm 30$  mVolt. For more accurate measurement results, the use of digital sensors can be used in place of analog sensors used in Extended PC/104 module as well as the implementation of each sensor on the satellite subsystem needs to be tested further.*

*Keywords: sensors ,PC-104, current, voltage, temperature, satellite*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan penelitian satelit dewasa ini berkembang pesat seiring dengan semakin majunya dunia persatelitan, hal ini ditandai dengan munculnya berbagai penelitian maupun kompetensi teknologi atau kerjasama baik antar instansi, swasta, perguruan tinggi maupun komunitas pemerhati teknologi khususnya teknologi satelit. Satelit dengan berbagai macam komponen pendukungnya terdiri dari berbagai sub-

sistem[1][2], seperti TCS (*Thermal Control System*), PSS (*Power supply Subsystem*), AOCS (*Attitude and Orbit Control System*), TMTC (*Telemetry and Telecommand Subsystem*), OBDH (*On Board Data Handling*) dan *Payload*. Sub sistem OBDH satelit merupakan salah satu motor penggerak yang akan mengontrol kinerja satelit melalui perintah yang diberikan kepada sub sistem lainnya. Karena OBDH pada satelit merupakan otak sistem satelit yang bertugas melakukan pemrosesan data dan perintah dengan cara berkomunikasi dengan subsistem lainnya. Pemrosesan data dilakukan oleh prosesor yang digunakan. Rancangan modul *Extended PC/104* menggunakan standar PC/104 dari segi bentuk dan ukuran dengan desain yang sederhana, dan didukung dengan penggunaan komponen pasaran yang berbasis COTS (*commercially of the shelf*)[3] dan didukung dengan kredibilitas komponen yang teruji, dan juga standar PC/104 yang memiliki *heritage* di orbit sehingga standar PC/104 dipilih dalam penelitian ini.

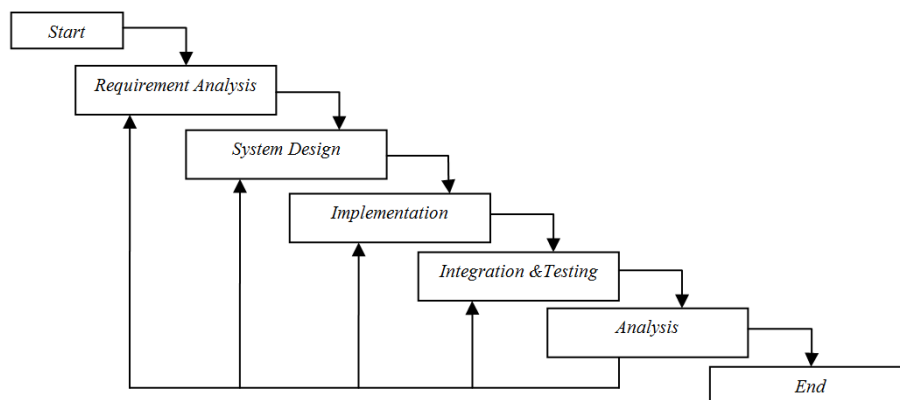
Pada *Extended PC/104* pengolahan data dilakukan oleh mikrokontroler ATMega128 sebagai prosesor. Mikrokontroler ATMega128 akan mengolah data yang diterima dari ketiga sensor yaitu sensor suhu, sensor tegangan dan sensor arus. Hasil keluaran dari sensor ditampilkan dalam bentuk GUI dan Tabel yang nilainya akan terus diperbaharui (*update*) setiap detik. *Extended PC/104* merupakan modul pendukung untuk *board* utama yaitu MPL-MIP405-3-XTEST yang telah tersertifikasi[5] dengan uji getar, uji temperatur  $-40^{\circ}\text{C}$  sampai  $+85^{\circ}\text{C}$  dan teruji radiasi. *Extended PC/104* dirancang untuk memudahkan dalam pencapaian tujuan komputerisasi secara efisien sesuai dengan kebutuhan baik dari segi bentuk maupun bus.

Tujuan perancangan dan implemetasi *Extended PC/104* adalah diperolehnya kemampuan dan pengalaman dalam merancang bangun sub sistem OBDH dari proses desain, fabrikasi, hingga integrasi sehingga untuk pengembangan satelit pada masa mendatang, sub sistem satelit terutama OBDH dapat dipenuhi sendiri.

## 2. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2-1 dengan langkah - langkah kegiatan penelitian yang dilakukan, antara lain[9]:

1. *Requirement Analysis*: Semua kebutuhan modul pada fase ini akan didefinisikan dengan cara menentukan kebutuhan yang diperlukan oleh sistem OBDH.
2. *System Design*: Menentukan spesifikasi *hardware* yang dibutuhkan, serta memastikan bahwa *hardware* yang dipilih mempunyai kualifikasi *space*.
3. *Implementation*: Pembuatan *hardware*, pemrograman *firmware* pada *Extended PC/104* sesuai dengan kebutuhan
4. *Integration & Testing*: dilakukan integrasi pada sistem dan tes fungsional berupa *unittest* dan *integrationtest*.
5. *Analysis*: Analisis hasil integrasi dan *test* modul *Extended PC/104* terhadap *Board* utama PC/104.

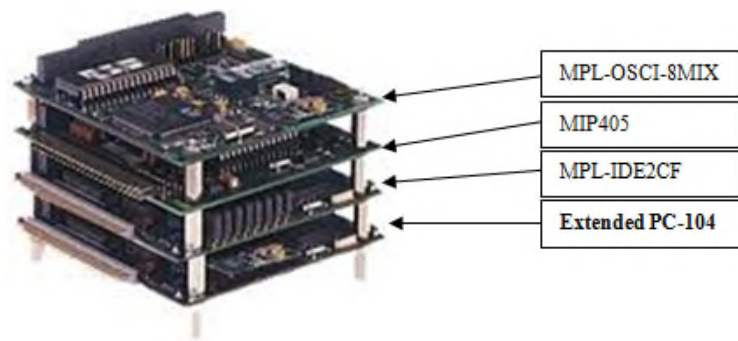


Gambar 2-1. Metodologi

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Requirement Analysis

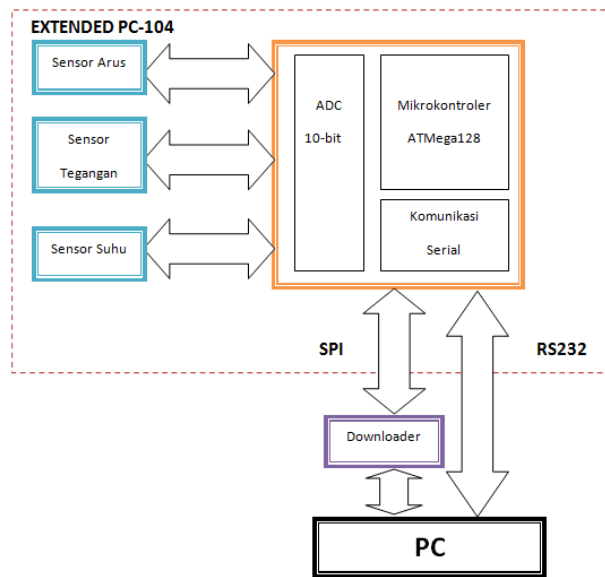
*Board* utama yang digunakan adalah MPL-MIP405-3-XTEST[4]. *Board* ini sudah banyak digunakan pada berbagai desain satelit[7][8]. *Board* ini juga telah melalui serangkaian pengujian antara lain uji getar, uji temperature dan uji radiasi oleh NASA[5]. *Board* utama berfungsi untuk monitoring, pengendalian, akuisisi, analisa, pengambilan keputusan dan eksekusi dari suatu perintah yang diberikan oleh pemakai (*user*). *Board* ini bekerja pada tegangan catu +5Volt dengan konsumsi arus maksimum  $\pm 2.5$  Ampere. *Extended PC/104* dirancang dengan tujuan untuk memonitoring konsumsi arus dan tegangan dari *Board* utama. *Extended PC/104* dilengkapi dengan 24 buah sensor suhu untuk memonitoring suhu pada *Board* utama maupun sub sistem lainnya yang terhubung pada *Board* utama antara lain *Wheel*, STS, *Battery*, dan lain-lain. Selain modul *Extended PC/104* yang dirancang, beberapa modul lainnya juga digunakan untuk mendukung kinerja *Board* utama antara lain MPL-OSCI-8MIX dan MPL-IDE2CF.



Gambar 3-1. Ilustrasi integrasi dari masing-masing modul dengan *Board* utama[6]

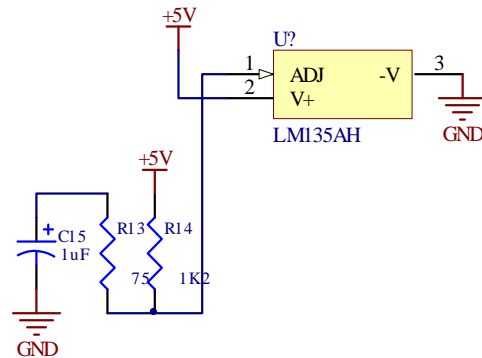
#### System Design

*Extended PC/104*[9] merupakan prototipe modul yang dirancang dengan komponen yang digunakan berbasis COTS (*commercial-off-the-shelf*). Hal ini perlu dilakukan untuk membuktikan apakah komponen nantinya dapat bertahan pada lingkungan ekstrim ruang angkasa. Modul *Extended PC/104* ini terdiri dari beberapa blok, yaitu blok sensor dan blok MCU.



Gambar 3-2. Blok Diagram *Extended PC/104*[6]

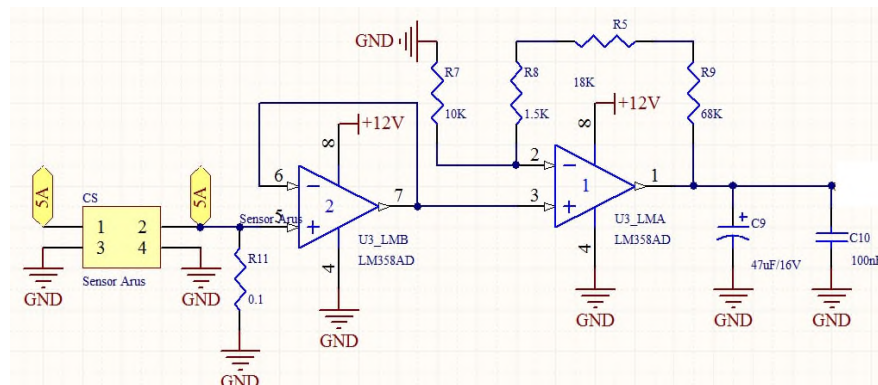
Pada blok sensor telah dirancang 3 rangkaian sensor, yaitu sensor suhu, sensor arus dan sensor tegangan. Sensor suhu menggunakan sensor LM135[12] dengan jenis komponen *Metal Can TO46-3* dari *Texas Instrument* yang sangat teliti dan terkemas dalam bentuk rangkaian terpadu (IC atau *Integrated Circuit*) sangat presisi dan mudah dikalibrasi, dengan tegangan keluaran sangat linear dengan perubahan suhu, mempunyai koefisien sebesar  $10 \text{ mV}/^\circ\text{C}$  dimana setiap kenaikan suhu  $1^\circ\text{C}$ , maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar  $10 \text{ mV}$ . Sensor LM135 dengan impedansi kurang dari  $1 \text{ ohm}$ , beroperasi pada kisaran arus  $400\mu\text{A}$  hingga  $5 \text{ mA}$ . Bila dioperasikan pada suhu  $25^\circ\text{C}$ , sensor ini akan mendapatkan keadaan stabil, tetapi bila dioperasikan pada suhu diatas  $100^\circ\text{C}$  akan terjadi *error* sebesar  $1^\circ\text{C}$ . Sensor ini dapat bekerja dengan baik dan memiliki kisaran suhu operasional yang dapat dideteksi antara  $-55^\circ\text{C}$  hingga  $+150^\circ\text{C}$ .



**Gambar 3-3. Rangkaian Sensor Suhu**

Sensor arus adalah perangkat yang mendeteksi arus listrik (AC maupun DC) di suatu kumparan, dan menghasilkan sinyal (sinyal tegangan *analog* atau digital bahkan arus) yang sebanding, dan dapat digunakan untuk menampilkan arus yang akan diukur dalam ammeter atau dapat disimpan untuk analisis lebih lanjut dalam sistem akuisisi data dan juga dimanfaatkan untuk sistem kontrol.

Sensor arus merupakan salah satu sensor yang terdapat pada *BoardExtended PC/104*. Sensor ini berfungsi untuk memonitor konsumsi arus pada *Board*. Sensor ini dirancang untuk mendeteksi arus *input* antara 0 sampai 5 Ampere dengan *output* antara 0 sampai 5 Volt dan toleransi kesalahan  $\pm 5\%$ . Sensor ini terdiri dari Op-Amp LM358 sebagai komponen utama. Terdapat dua jenis konfigurasi Op-Amp yang digunakan dalam desain rangkaian sensor yaitu *voltage follower* dan juga *non-inverting*, seperti pada Gambar 3-4.

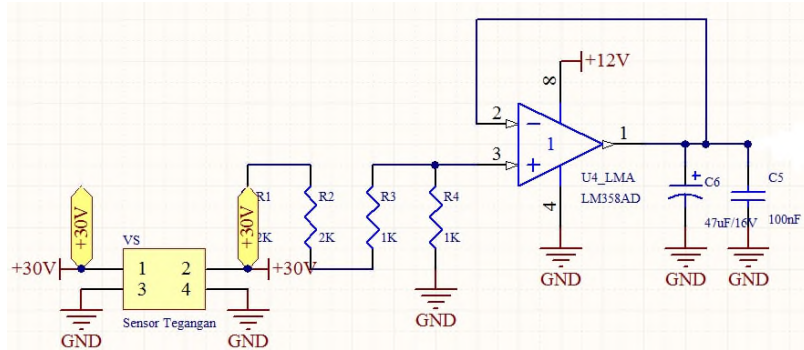


**Gambar 3-4. Rangkaian Sensor Arus**

Sensor tegangan merupakan salah satu sensor yang terdapat pada *BoardExtended PC/104*. Sensor ini berfungsi untuk memonitoring konsumsi tegangan pada *Board* utama **MPL-MIP405-3-XTEST**.

Pada perancangan rangkaian sensor tegangan digunakan rangkaian pembagi tegangan dengan penguat *voltage follower* atau *buffer*, dimana tegangan *input* 0 hingga 30 Vdc mempunyai keluaran tegangan yang diinginkan sebesar 0 hingga 5 Volt dengan toleransi kesalahan  $\pm 5\%$ .

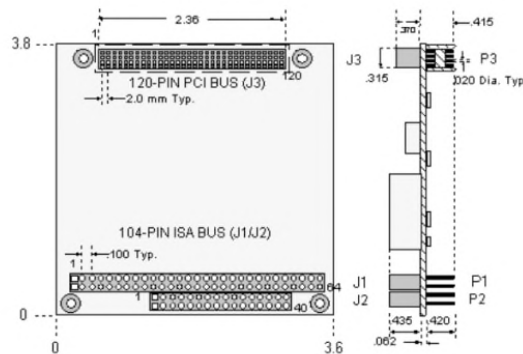
Rangkaian sensor tegangan menggunakan penguat op-amp LM358. Tegangan keluaran dari LM358 adalah tegangan *analog* dan digunakan ke ADC mikrokontroler Atmega128 melalui Port F. Pada *input* rangkaian menggunakan metode pembagi tegangan, dimana besarnya tegangan pada pin non-inverting (pin 3 dari LM358) kemudian diumpankan ke *output*. Adapun rangkaian sensor tegangan yang digunakan seperti pada Gambar 3-5.



Gambar 3-5. Rangkaian Sensor Tegangan

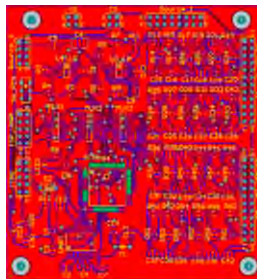
### Implementation

Pembuatan PCB *Extended PC/104* disesuaikan dengan *Board* utama mengikuti standar *PC/104* dari segi dimensi mekanik standar. Hal ini didasari agar modul dapat disusun secara terpadu sehingga memudahkan pada saat integrasi dan *testing*.



Gambar 3-6. Dimensi mekanik standar PC/104[4]

Dalam pembuatannya digunakan perangkat lunak berbasis CAD (*Computer Aided Design*) standar industri elektronika untuk merancang dan menentukan letak komponen serta standar dimensi PCB *Extended PC/104*. Peletakan dan ukuran dimensi PCB perlu diperhatikan agar tidak terjadi kegagalan *manufacturing* PCB.



Gambar 3-7. Manufacturing PCB *Extended PC/104*

Pemrograman *firmware* menggunakan *software C Compiler* untuk Atmel AVR. Pemrograman *firmware* meliputi inisialisasi variabel, *port* serial, dan *integrated* ADC ATmega128 kemudian *setting* komunikasi serial, pengaktifan ADC dan selanjutnya akuisisi data dari sensor arus, sensor tegangan dan sensor suhu. Proses akuisisi data ADC oleh ATmega128 bergantung dari *command (request)* GUI. Paket *command* yang diterima dan data yang dikirim oleh *Extended PC/104* ditunjukkan pada Tabel 3-1 dan Tabel 3-2.

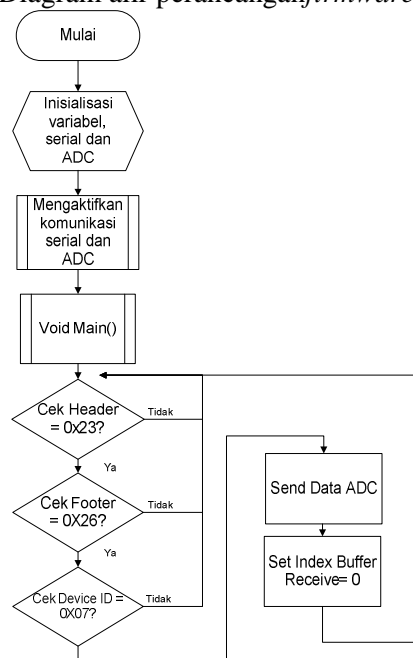
**Tabel 3-1. Paket Command yang diterima Extended PC/104**

Byte No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Command	23	07	01	C1	00	00	00	00	AC	26

**Tabel 3-2. Paket Data yang dikirim Extended PC/104**

Byte No.	1	2	3	4	5	6	7	8 - 56	57 - 58	59 - 60	61	62
Data	23	07	C1	00	00	00	00	Setiap 2 byte data Sensor Suhu	2 byte data Sensor Tegangan	2 byte data Sensor Arus	AC	26

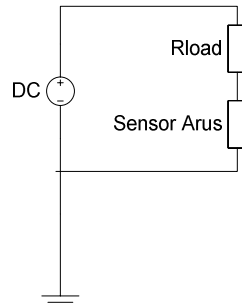
GUI mengirim 10 *byte* paket data dimana *byte* pertama dan terakhir merupakan *header* dan *footer*. Sedangkan *byte* ke-2 adalah *device ID* dari *Extended PC/104*. *Byte* ke-4 hingga *byte* ke-9 adalah *command* untuk akuisisi data dari GUI *Extended PC/104*. Ketika menerima data dari GUI maka *Extended PC/104* akan mengecek *byte* header, *device ID* dan *footer*. Apabila nilai *byte* ketiganya sesuai maka *Extended PC/104* akan mulai mengakuisisi data suhu, tegangan dan arus dari tiap – tiap sensor. Paket data yang dikirim dari *Extended PC/104* terdiri dari 62 *byte* data. *Byte* pertama dan terakhir adalah *header* dan *footer* sedangkan *byte* ke-2 adalah *device ID*. *Byte* ke-3 hingga ke-7 adalah sebagai *command* yang diterima. *Byte* ke 8 hingga *byte* ke-56 adalah 2 *byte* data dari 24 buah sensor suhu, kemudian berturut – turut 2 *byte* data sensor tegangan dan sensor arus. Diagram alir perancangan *firmware* ditampilkan pada Gambar 3-8.



**Gambar 3-8. Diagram Alir Pemrograman Firmware**

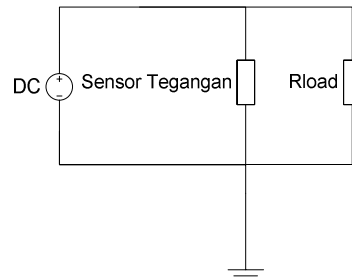
### Integration and Testing

Pengukuran arus oleh sensor arus dilakukan dengan metode teknik *low side current-sensing*, yaitu teknik pengukuran dengan menempatkan Rshunt diantara Rload dan *ground*. Pengukuran dilakukan dengan membandingkan nilai arus yang terukur oleh sensor arus dengan nilai arus yang terukur di *Power supply*. *Electronic Load* digunakan sebagai Rload (*dummy load*) pengganti *Board* utama dengan variasi arus 0 hingga 2,8Ampere. Sensor arus dirancang dengan arus *input* hingga 5Ampere, sedangkan konsumsi maksimal arus *Board* utama adalah 2,5Ampere sehingga pengukuran dilakukan hingga 2,8Ampere.



Gambar 3-9. Skema Pengukuran Sensor Arus

Pengukuran tegangan oleh sensor tegangan dilakukan dengan mengukur tegangan jatuh pada Rload. Skema pengukuran tegangan ditunjukkan seperti Gambar 3-10.



Gambar 3-10. Skema Pengukuran Sensor Tegangan

Pengukuran tegangan oleh sensor tegangan dilakukan dengan membandingkan nilai tegangan yang terukur oleh sensor arus dengan nilai tegangan yang terukur di *Power supply*. *Electronic Load* digunakan sebagai Rload (*dummy load*) pengganti *Board* utama dengan nilai arus 1Ampere. Sensor tegangan dirancang dengan tegangan *input* hingga 5A sedangkan konsumsi tegangan maksimal *Board* utama adalah 5Volt sehingga pengukuran dilakukan maksimal hingga 6Volt.

Sensor LM135 mempunyai keluaran *signal conditioning* 0 hingga 5Volt[10]. Sensor LM135 dalam pengukurannya dibandingkan dengan sensor DS18B20 yang merupakan sensor digital. Pengukuran dilakukan pada *Thermal Chamber* dimana perubahan suhu disimulasikan dengan rentang  $-55^{\circ}\text{C}$  hingga  $+80^{\circ}\text{C}$ . Pengukuran dilakukan dengan meletakkan masing-masing 2 buah sensor DS18B20 dan LM135. Pengukuran kedua sensor suhu dilakukan pada *Thermal Chamber* ditunjukkan pada Gambar 3-11.

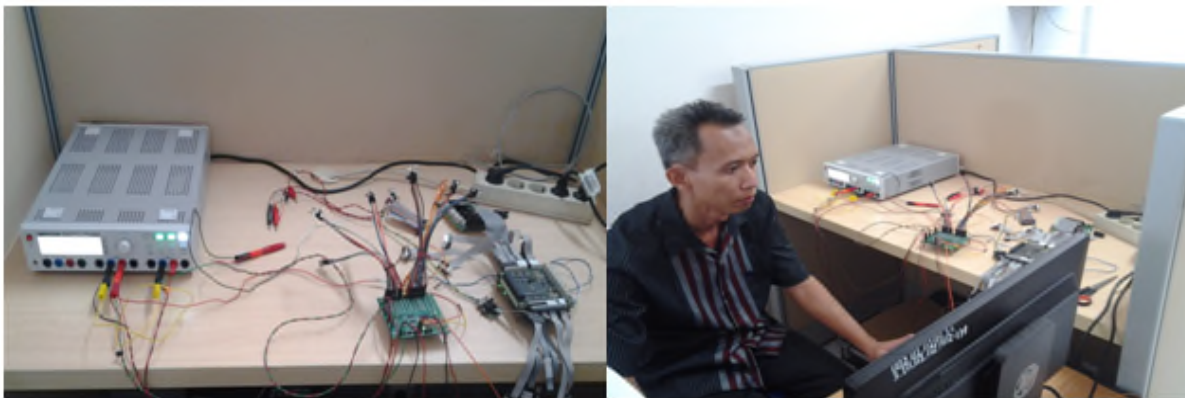
DS18B20[11][13] merupakan sensor temperatur digital yang menyediakan 9 bit hingga 12 bit untuk pengukuran temperatur dalam satuan celcius. Sensor ini menggunakan komunikasi *1wire* bus satu jalur sebagai komunikasi dengan mikrokontroler. Sensor ini bekerja pada rentang temperatur operasi antara  $-55^{\circ}\text{C}$  hingga  $+125^{\circ}\text{C}$  dengan tingkat akurasi  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  pada range  $-10^{\circ}\text{C}$  hingga  $+85^{\circ}\text{C}$ . Sensor ini digunakan sebagai pembanding dalam akuisisi data temperatur dengan LM135 di *Thermal Chamber VC<sup>3</sup>4018*.





**Gambar 3-11. Pengukuran Sensor Suhu di Laboratorium PUSTEKSAT**

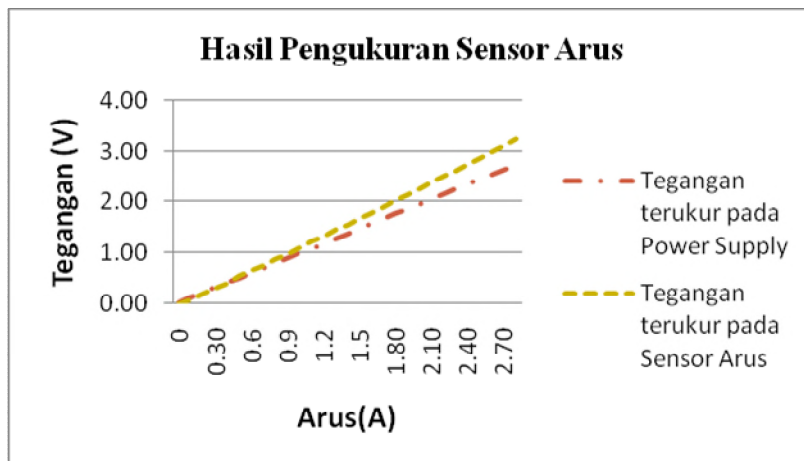
Integrasi dan *test* dilakukan dengan menggunakan *board* utama dalam mode *standby* sebagai pengganti Rload pada pengukuran fungsional *test*. Integrasi dan *test* ditunjukkan pada Gambar 3-12.



**Gambar 3-12. Integrasi dan test *Extended PC/104***

**Analysis**

Pengujian *Extended PC/104* dilakukan dengan Fungsional *Test* dan Unit *Test*. Hasil fungsional tes sensor arus ditunjukkan oleh Gambar 3-13.



**Gambar 3-13. Grafik hasil pengukuran sensor arus sebelum di koreksi**



Dari grafik dapat dilihat bahwa ketika arus *input* yang diberikan di bawah 1 Ampere, *output* tegangan yang dihasilkan adalah linier. Sedangkan ketika arus *input* yang diberikan di atas 1 Ampere, maka keluaran tegangan mulai mengalami selisih sekitar  $\pm 0.2$  Volt. Selisih melebar sekitar  $\pm 0.4$  Volt ketika nilai arus yang diukur lebih dari 2.3 A. Hasil pengukuran antar *input* arus dan *output* tegangan terdapat selisih, yang idealnya adalah linier. Hal ini disebabkan oleh resistor yang digunakan pada masing - masing op-amp memiliki nilai toleransi  $\pm 5\%$  sehingga menyebabkan hasil penguatan oleh op-amp menjadi tidak ideal. Penguatan ideal op-amp non-inverting adalah  $10V_{in}$ , tetapi nilai  $R_f$ , resistor *feedback*, tidak ideal dikarenakan keterbatasan komponen dipasaran, sehingga nilai *output* sensor arus pun menjadi tidak linier. Salah satu solusi untuk mengatasi ketidaklinieran ini adalah dengan melakukan metode koreksi persamaan garis lurus. Koreksi sensor arus dilakukan pada *output* sensor arus dengan menggunakan rumus persamaan garis lurus melalui 2 titik. Persamaan garis lurus melalui 2 titik, ditunjukkan pada persamaan (1)

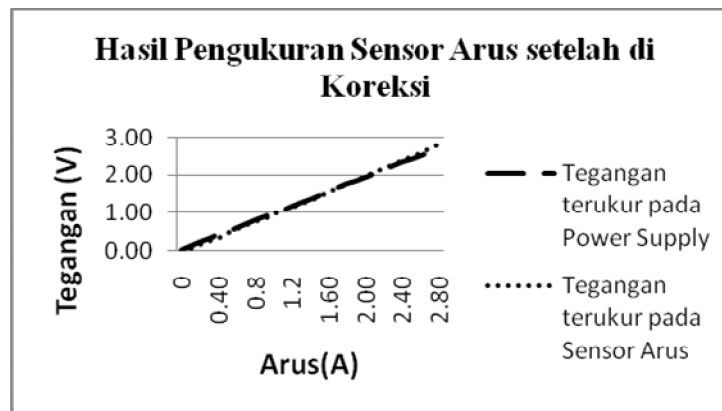
$$y - y_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} (x - x_1) \quad (1)$$

Dengan jangkauan pengukuran arus 0 hingga 2,8 Ampere, maka titik koordinat ditentukan dari *output* keluaran sensor arus yaitu 0 Ampere adalah 0 Volt dan 2,8 Ampere adalah 3.3 Volt. Sehingga titik koordinat yang didapat adalah  $X_1; Y_1(0;0)$  dan  $X_2; Y_2(2,8;3.3)$ . Maka, hasil koreksi sensor arus dengan menggunakan persamaan 1 adalah sebagai berikut:

$$y - 0 = \frac{3.3 - 0}{2.8 - 0} (x - 0) \quad (2)$$

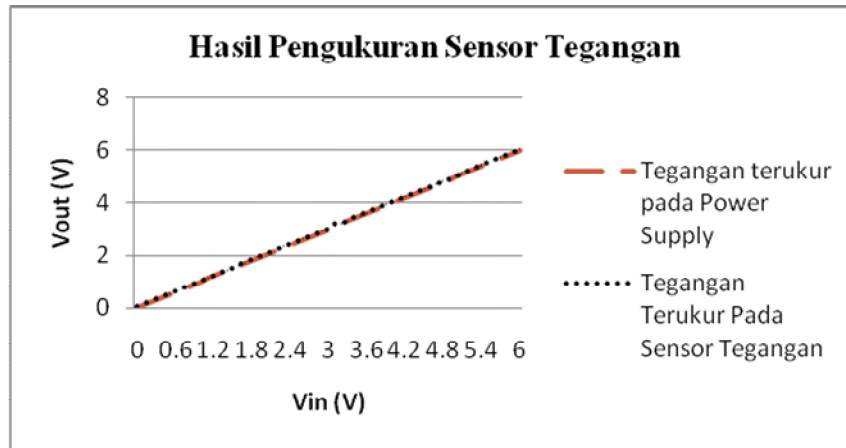
$$y = \frac{1}{1.17} x \quad (3)$$

Hasil dari pengukuran sensor arus setelah dilakukan koreksi ditunjukkan pada Gambar 3-14.



Gambar 3-14. Grafik hasil pengukuran sensor arus setelah di koreksi

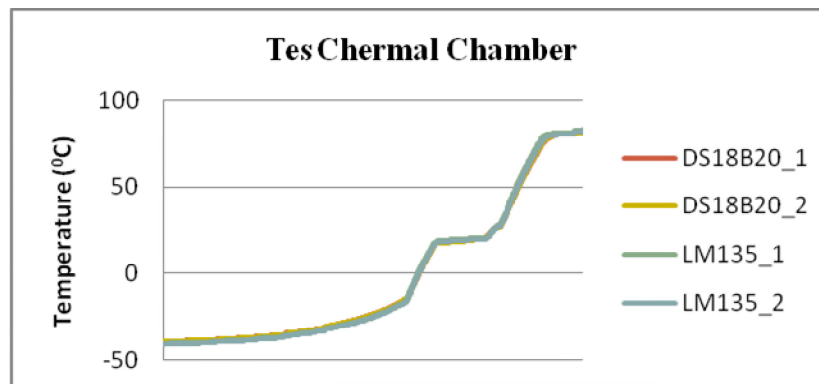
Koreksi dilakukan dengan persamaan garis lurus 2 titik. *Output* hasil pengukuran perlu diberikan penguatan sebesar 0,855 kali dari hasil yang telah didapat, sehingga selisih tegangan terukur pada *power supply* dan sensor arus  $\pm 30$  mVolt. Penguatan dapat dilakukan dengan penambahan Op-Amp *Non-Inverting* dengan nilai penguatan tersebut. Perubahan nilai komponen resistor *feedback* juga dapat dilakukan untuk meningkatkan akurasi pengukuran sensor arus. Hasil fungsional test sensor tegangan ditunjukkan oleh Gambar 3-15.



Gambar 3-15. Grafik hasil pengukuran sensor Tegangan

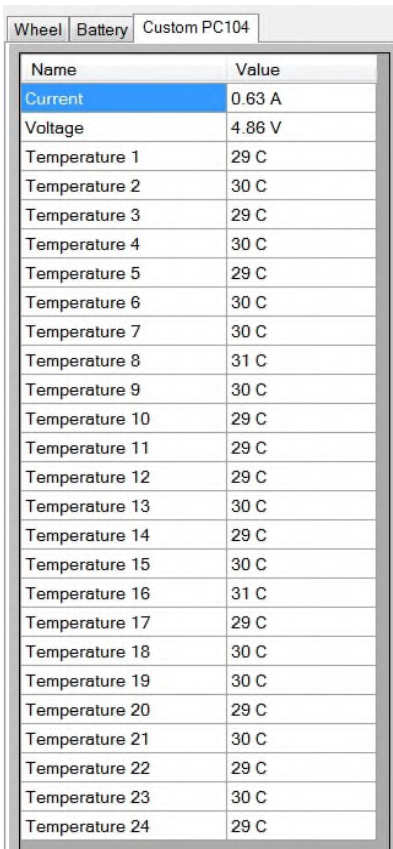
Tegangan yang terukur pada sensor tegangan maupun *power supply* tidak jauh berbeda. Selisih terbesar terjadi pada saat tegangan *power supply* menunjukkan nilai 3,1 Volt sedangkan pada sensor tegangan terukur nilai 3,24 Volt. Rata - rata selisih tegangan hasil pengukuran antar*power supply* dan sumber tegangan adalah  $\pm 30$  mVolt. Selisih ini terjadi karena adanya nilai toleransi komponen yakni resistor sekitar  $\pm 5\%$  yang menyebabkan tegangan *output* dari op-amp menjadi tidak ideal.

Hasil tes fungsional sensor suhu dengan menggunakan *Thermal Chamber VC<sup>3</sup>4018* ditunjukkan oleh Gambar 3-16.



Gambar 3-16. Grafik hasil pengukuran sensor suhu pada Thermal Chamber

Hasil pengukuran antara sensor DS18B20\_1 dengan DS18S20\_2 dan antara LM135\_1 dengan LM135\_2 tidak jauh berbeda dengan selisih  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan suhu yang terukur antara sensor DS18B20 dengan LM135 memiliki selisih  $\pm 3^{\circ}\text{C}$ . Hal ini disebabkan karena sensor arus membutuhkan ADC untuk proses konversi dari nilai *analog* ke digital. ADC sendiri memiliki  $V_{ref}$  sebagai acuan dalam proses konversi yang idealnya bernilai 5 Volt. Hasil konversi ADC akan menjadi tidak ideal ketika nilai  $V_{ref}$  menjadi tidak ideal yang disebabkan oleh beberapa hal antara lain faktor kabel dan toleransi nilai komponen yang digunakan. Hasil integrasi dan unit test *Extended PC/104* ditunjukkan pada Gambar 3-17. Dari hasil integrasi dan unit test menunjukkan bahwa *Extended PC/104* yang telah dirancang dan di test mampu mengakuisisi data berupa nilai tegangan dan arus konsumsi *board* utama yang ditampilkan pada GUI. Hasil akuisisi yang ditampilkan oleh perangkat lunak memiliki selisih nilai dengan yang terukur pada *power supply*. Data suhu yang ditampilkan oleh perangkat lunak dari 24 buah sensor memiliki selisih  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  dari suhu ruangan test. Selisih nilai yang diperoleh disebabkan oleh faktor kabel dan toleransi nilai komponen yang digunakan.



Name	Value
Current	0.63 A
Voltage	4.86 V
Temperature 1	29 C
Temperature 2	30 C
Temperature 3	29 C
Temperature 4	30 C
Temperature 5	29 C
Temperature 6	30 C
Temperature 7	30 C
Temperature 8	31 C
Temperature 9	30 C
Temperature 10	29 C
Temperature 11	29 C
Temperature 12	29 C
Temperature 13	30 C
Temperature 14	29 C
Temperature 15	30 C
Temperature 16	31 C
Temperature 17	29 C
Temperature 18	30 C
Temperature 19	30 C
Temperature 20	29 C
Temperature 21	30 C
Temperature 22	29 C
Temperature 23	30 C
Temperature 24	29 C

Gambar 3-17. Tampilan GUI hasil akuisisi data *Extended PC/104*

#### 4. KESIMPULAN

Telah berhasil didesain dan diimplementasikan *Extended PC/104* sebagai modul pendukung dalam mengakuisisi data pada OBDH satelit. Modul ini terdiri dari pengendali utama mikrokontroler ATmega128, perangkat lunak mikrokontroler (*firmware*), sensor arus dan sensor tegangan serta 24 kanal sensor suhu. Dari hasil pengujian, sensor arus mampu mengukur arus hingga 2,8 Ampere dengan selisih tegangan keluaran yang dihasilkan sebesar  $\pm 30$  mVolt setelah dilakukan kalibrasi pada keluaran rangkaian sensor. Sensor tegangan mampu mengukur tegangan hingga 6Volt dan menghasilkan keluaran tegangan dengan selisih tegangan keluaran yang dihasilkan sebesar  $\pm 30$  mVolt. Sensor suhu mampu mengukur suhu pada rentang  $-40^{\circ}\text{C}$  hingga  $+80^{\circ}\text{C}$  ketika diuji pada *Thermal Chamber VC<sup>3</sup>4018* dengan selisih  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  ketika dibandingkan dengan sensor digital yang telah terkalibrasi. Selisih nilai yang dihasilkan oleh masing - masing sensor umumnya dikarenakan oleh faktor kabel serta toleransi nilai komponen yang digunakan. Selanjutnya perlu digunakan sensor digital untuk menggantikan sensor *analog* yang digunakan khususnya pada sensor arus dan sensor tegangan, sehingga didapat nilai pengukuran yang lebih akurat dan tahan terhadap *noise* luar sehingga lebih stabil dalam pengukuran. Sensor suhu perlu diimplementasikan lebih lanjut pada subsistem satelit lainnya.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Pusat Teknologi Satelit atas fasilitas dan dukungan yang diberikan dalam kegiatan kelompok penelitian OBDH Satelit sehingga penulisan makalah ini bisa terselesaikan, kami juga ucapkan terima kasih kepada Dr. H.Haryono atas ide dan pemikirannya dalam kegiatan poklit ini dan Abdul Karim, M.T. atas semangat dan dukungan penuh dalam poklit ini, dan teman-teman lainnya atas *share*, saran dan masukannya dalam menyelesaikan penelitian ini.

## PERNYATAAN PENULIS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa seluruh isi menjadi tanggungjawab penulis.

## DAFTAR PUSTAKA

- 1) Priyambodo, T.K., dkk, 2011, *IINUSAT-1: Satelit Nano Perdana di Indonesia Untuk Penelitian dan Pendidikan*, Jurnal Ilmiah KURSOR, Vol.6 No.1, Hal. 45-54.
- 2) Ambrosio, A. M., Guimaraes, D. C., 2005, *Satellite Simulator Requirements Specification Based On Standard Services*, Technical Report: INPE-13942-NTE/370, INPE Sao Jose dos Campos.
- 3) Spiliotopoulos, I., Mirmont, M., and Kruijff, M., 2008, *Development and Flight Results of a PC104/QNX-Based On-Board Computer and Software for the YES2 Tether Experiment*, *Proceedings of the AIAA Symposium on Small Satellite Systems and Services (4S)* pp.1-15.
- 4) Rugged PC/104-Plus PowerPC Board for embedded application (MIP405). [Online], tersedia di: <http://www.mpl.ch/t2720.html>, diakses April 2016.
- 5) 400MHz CPU Board passes radiation testing for Space Station. [Online], tersedia di: <http://www.mpl.ch/news22.html>, diakses April 2016.
- 6) Cichocki, A., and Graczyk, R., 2007, *Integrated Extension Board for On-Board Computer (OBDH) of SSETI ESEO Satellite*, *Proceedings of SPIE 6937 Photonics Applications in Astronomy, Communications, industry, and High-Energy Physics Experiments*, Vol.6937, tersedia di: <http://dx.doi.org/10.1117/12.784587>
- 7) L.King, P. Hohnstadt, J. Katalenich, P. Radecki, and T. Venturino, 2009, *The Oculus: A Nanosatellite for Space Situational Awareness*, AIAAUSU Conf. Small Satellite.
- 8) T. Sorensen, L. French, W. Doi, J. Chan, E. Gregory, M. Kobayashi, Z. Lee Ho, M. Nunes, E. Pilger, A. Yamura, and L. Yoneshige, 2010, *HawaiiSat-1: Development of A University Microsatellite for Testing a Thermal Hyperspectral Imager*, AIAA Space 2010 Conference & Exposition, American Institute of Aeronautics and Astronautics.
- 9) Haryono, H., 2015, *Multitasking Programming of OBDH Satellite Based On PC-104* arXiv preprint arXiv:1510.02552.
- 10) Rosyid, M., dan Indrati Y, T., 2014, *Pembuatan Perangkat Lunak Sistem Akuisisi Data Perangkat Tungku Suhu Tinggi untuk Monitoring Proses Grafitisasi* Pertemuan Ilmiah XXVII HFI Jateng&DIY, Yogyakarta, Hal. 84-87.
- 11) Semiconductor, D. "DS18B20 Datasheet". www. dalsemi. com. Diakses April 2016
- 12) Texas Instruments. "LM135/LM235/LM335, LM135A/LM235A/LM335A Precision Temperature Sensors Datasheet". 1999. Diakses April 2016
- 13) Utami, N. P., 2011. *Akuisisi Data Temperatur dan Tekanan Udara Berbasis Mikrokontroler H8/3069F*, FMIPA-UI Prodi Fisika.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS 1



### DATA UMUM

Nama Lengkap : Muhammad Taufik  
Tempat & Tgl. Lahir : Pontianak, 30 Maret 1990  
Jenis Kelamin : Laki - laki  
Instansi Pekerjaan : Pusat Teknologi Satelit - LAPAN  
NIP. / NIM. : 19900330 201402 1 005  
Pangkat / Gol.Ruang : Penata Muda / IIIa  
Jabatan Dalam Pekerjaan : Perekayasa Pertama  
Agama : Islam  
Status Perkawinan : Belum Kawin

### DATA PENDIDIKAN

SLTA : SMAN 2 Bogor Tahun: 2007  
STRATA 1 (S.1) : Universitas Gunadarma Tahun: 2011  
STRATA 2 (S.2) : Tahun:  
STRATA 3 (S.3) : Tahun:

### ALAMAT

Alamat Rumah : Bojong Gede Indah RT 003/016, Bojong Gede, Bogor  
Alamat Kantor / Instansi : Jl. Cagak Satelit Km.04 , Rancabungur , Bogor  
HP. : 085693005209  
Telp. : -  
Email : muhammad08taufik@gmail.com

## RIWAYAT SINGKAT PENULIS



**MUHAMMAD TAUFIK, S.T**, lahir di Pontianak (Kalimantan Barat) pada hari Jumat tanggal 30 Maret 1990 bekerja sebagai pegawai negeri sipil di lingkungan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), masuk mulai tahun 2014, menjadi salah satu Perekayasa di satuan kerja Pusat Teknologi Satelit di Bidang Bus Satelit, yang terletak di daerah Rancabungur, Bogor. Sebelumnya pernah bekerja di kampus dari tahun 2011-2013. Riwayat pendidikan di Universitas Gunadarma Jurusan Teknik Elektro lulus pada tahun 2011

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS 2

### DATA UMUM

Nama Lengkap : Ahmad Fauzi  
Tempat &Tgl. Lahir : Jakarta, 05 Juli 1975  
Jenis Kelamin : Laki - laki  
Instansi Pekerjaan : Pusat Teknologi Satelit - LAPAN  
NIP. / NIM. : 19750705 200501 1 005  
Pangkat / Gol.Ruang : Penata Muda Tk.I/ IIIb  
Jabatan Dalam Pekerjaan : ---  
Agama : Islam  
Status Perkawinan : Menikah

### DATA PENDIDIKAN

SLTA : STMN 3 Tahun: 1995  
STRATA 1 (S.1) : FT - UMJ Tahun: 2002  
STRATA 2 (S.2) : Tahun:  
STRATA 3 (S.3) : Tahun:

### ALAMAT

Alamat Rumah : Jl. Puskesmas No.14 Jakarta  
Alamat Kantor / Instansi : Jl. Cagak Satelit Km.04 , Rancabungur , Bogor  
HP. : 0812 12440509  
Telp. : -  
Email : fauzi7557@gmail.com

### RIWAYAT SINGKAT PENULIS

**AHMAD FAUZI, S.T**, lahir di Jakarta dan mulai bekerja sebagai pegawai negeri sipil di lingkungan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) tahun 2005.