

RANCANGAN OBC (ONBOARD COMPUTER) UNTUK SPACECRAFT SATELIT MIKRO

Abdul Rahman

Pusat Teknologi Elektronika Dirgantara

I. PENDAHULUAN

Dengan dimulainya program satelit microsat dalam ruang lingkup Kedepatian Bidang Teknologi Dirgantara maka rancangan suatu sistem OBC berdasar pada jenis microprocessor tertentu akan menentukan sendiri keberhasilan dari misi satelit mikro itu sendiri. Penulisan ini merupakan langkah kajian dari kegiatan awal penelitian OBC. Hasil yang diharapkan dari kegiatan penelitian ini adalah kemampuan dan kemandirian dalam mendisain sistem OBC baik sisi hardware maupun software. .

Selain itu, hasil dari penelitian ini adalah peningkatan sumber daya manusia divilngkungan Pusat Teknologi Elektronika Dirgantara. Penguasaan OBC berbasis microprocessor ini akan berguna pada aplikasi "embedded control system" seperti implementasi protocol untuk komunikasi digital, system data handling pada system telemetry dan telecommand, sampai dengan pemrosesan citra gambar digital.

Tujuan yang diharapkan pada penelitian ini adalah kajian microprocessor jenis tertentu yang akan dimanfaatkan dalam disain system OBC. Arsitektur microprocessor yang dipilih adalah microprocessor yang memiliki kinerja tinggi dengan fungsionalitas yang luas yang dapat memberikan fleksibilitas pada disain OBC.

II. OBC SATELIS MIKRO-SISI HARDWARE

2.1 Sistem OBC

Kesuksesan operasi satelit mikro salah satunya sangat bergantung pada sistem OBC. OBC menjadi fokus utama untuk suatu perencanaan misi dan kontrol yang fleksibel yang mutlak memerlukan "onboard command and control". Stasiun bumi kontrol hanya memiliki waktu kontak wahana sekitar 4 kali perhari dan masing-masing berlangsung selama kurang dari 12 menit. Konsekuensinya, hanya ada sekitar 5% dari waktu keseluruhan untuk memonitor dan mengontrol wahana. Laporan dari stasiun bumi di tempat-tempat lain memang berguna akan tetapi hal ini tidak cukup untuk memperoleh hasil monitor yang memuaskan dari berbagai fungsi wahana di setiap titik orbitnya. Di samping itu beberapa operasi dan prasyarat misi membutuhkan perintah atau "command" diluar jangkauan dari stasiun bumi kontrol.

Untuk itu pencatatan data otomatis (autonomous data recording) dan perintah (command generation) merupakan prioritas utama dalam rancangan OBC. OBC akan mencatat harga dari kanal telemetry selama satu periode orbit. OBC juga menyediakan "error-checked" kanal downlink yang

mentransmisikan terus menerus segmen informasi telemetri yang telah terakumulasi pada memori buffer. Program perintah bebas waktu (command timing program) ditulis untuk menerima paket informasi dari stasiun bumi kontrol; paket ini berisi urutan perintah dan juga mengindikasikan waktu tunda antar perintah. Hal ini menyebabkan perintah dapat dihasilkan pada setiap titik pada orbit mikrosat.

OBC didisain berbasis tipe 80C186 sebagai "OBC". Pemilihan microprocessor ini karena sejarah kesuksesan dari berbagai misi mikrosat lainnya seperti KitSat, ThaiSat dan UO-SAT 22, Prosesor ini menunjukkan ketahanan dan kehandalan yang solid pada lingkungan angkasa luar. Hal penting lainnya adalah tersedianya dukungan komersial yang substansial pada area compiler dan pemograman "high level language" seperti C dan Pascal. Di samping itu, set instruksi yang fleksibel-turunan dari 8086 yang sudah dikenal luas-menjadikan microprosesor ini sebagai pilihan utama.

Secara garis besar OBC memiliki fungsi :

- Decoding telecommands dan distribusi telecommand;
- Memformat paket telemetri dan data eksperimen dan "housekeeping";
- Mengatur operasi seluruh orbit (on-orbit operations management);
- Prosesor control ketinggian (attitude control processor);
- Prosesor komunikasi (communication controller).

2.2 Prasyarat Perancangan OBC

OBC memainkan peran yang sangat sentral dalam operasi wahana. Area

utama yang kritis adalah kehandalan dan "loading perangkat lunak" secara cepat, fleksibilitas "interfacing" dan interaksi ke seluruh bagian sub-sistem, serta kehandalan yang tinggi.

OBC akan mengekses semua aliran data serial kedalam "downlink multiplexer" disamping mengeluarkan sinyal output serial miliknya sendiri. Dengan demikian, seluruh peralatan yang menghasilkan data harus memiliki aliran output data serial-kalau memungkinkan. Dua serial Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART) akan digunakan pada OBC. Masing-masing kanal input UART akan memiliki multiplexer yang akan membuat computer dapat memilih diantara semua aliran data serial yang tersedia pada wahana.

Secara garis besar OBC memiliki prasyarat operasional: Mampu menangani semua protocol kanal yang diperlukan pada lapisan

- Mampu menangani semua protocol kanal yang diperlukan pada lapisan kedua, atau link layer protocol (Flow Control, Access Control)
- Implementasi AX.25 sebagai protocol lapisan kedua (link layer protocol)
- General microprocessor untuk general-purpose management dan data collection wahana
- Controller center untuk operasi mikrosat yang dapat bekerja secara "autonomous" maupun dikontrol dengan "telecommand"
- Dijalankan oleh system operasi yang "multitasking" dan "real time"
- Disain robust-sistem memory yang "protected"
- "Low Power Consumption"

III. PRASYARAT INTERFACING

Di samping prasyarat operasional diatas OBC, OBC mengatur dan mengontrol berbagai subsistem wahana seperti TT&C, misi store and forward, attitude control dengan demikian prasyarat "interfacing" yang dibutuhkan adalah:

- Tiga radio receiver (serial input);
- Tiga radio beacon (serial output);
- System telecommand (uplink command dan monitoring karakter data, parallel dan redundant serial command generation);
- System telemetry (monitoring telemetry, setting real-time clock, "dwell setting")
- Misi "Store and Forward" (high speed bidirectional serial link);
- Sun and horizon sensor (input, ditambah control output);
- Magnetometer (input).

IV. SPESIFIKASI OBC

- Central Processing Unit (CPU) berbasis 80C186
- CMOS RAM: 1024 kbyte.
- Proteksi Single Event Upset (SEU);
- Proteksi "real time" melalui hardware Error Detection and Control (EDC);
- Proteksi "long term" melalui rutin "background software"
- 32 kbyte PROM untuk BOOT, LOAD dan rutin "household" yang esensial.
- Optional on-board 128 kbyte EEPROM.
- 256 kbyte EEPROM untuk pencatatan data in-orbit yang esensial.

- 256 kbyte "RAMDISK" page.
- Manajemen power menggunakan elemen low-power, variable clock rate dan "standby" state control.
- Layanan Direct Memory Address (DMA).
- Kanal "bidirectional RS UART untuk serial data.
- Sampai 12 Mbytes CMOS STATIC RAM sebagai "RAM" disk yang terproteksi dari SEU melalui rutin "background software".

4.1 OBC-Sisi Software

Software untuk wahana mikrosat secara garis besar terdiri dari tiga kategori. Pertama adalah "test software". Test software digunakan untuk mengecek dan mengkalibrasi interface secara individu dan bagian-bagian hardware. Fungsi dari berbagai hardware akan dijalankan oleh kategori kedua yaitu "operasional software" yang akan melakukan aktifitas individu yang sangat penting seperti koleksi data dan transmisi ulang (re-transmission), control ketinggian (altitude control), dan sebagainya. Menggabungkan semua aktifitas-aktifitas tersebut pada akhirnya akan membawa ke kategori ketiga, "general purpose multi-tasking environment" atau yang dinamakan "diary software".

4.2 Prasyarat Inisialisasi Software

Inisialisasi system OBC merupakan bagian kritis dari operasi OBC. BOOT, LOAD dan rutin "household" yang esensial akan dibakar ke Programmable Read Only Memory (PROM) sebagai program "loader". Sebelum peluncuran, program untuk

men-support operasi inisialisasi dan software untuk testing dan "commissioning" berbagai bagian dari wahana dijalankan. OBC dirancang harus mampu me-"reload" program-program tersebut dari bawah (stasiun bumi).

4.3 Test Software

Selama hardware prototyping, setiap interface dan sinyal "internal status flag" dites dengan menulis program tersendiri yang berjalan pada feature tertentu yang dilakukan secara terisolasi. Segala fungsi utama dari eksperimen yang lain pada wahana yang dapat dikontrol dari computer dites dengan program lain yang hanya ditujukan untuk hal tersebut. Tidak ada usaha saat ini untuk menyediakan informasi "error-checked output" karena tidak ada kabel atau "beacon wahana" yang menyebabkan error pada bagian ini.

Selama berbagai fase test, program yang sama dijalankan untuk memberikan keyakinan pada computer dan interkoneksiya; proses ini berlanjut sampai wahana dimatikan dalam rangka persiapan untuk penempatan pada roket peluncur. Versi akhir dari software harus di "archive" atau didokumentasikan untuk digunakan sebagai materi referensi ketika masalah terjadi disaat orbit.

Setelah peluncuran, test program tetap tersedia untuk tujuan diagnosa. Yang lebih penting, program tersebut menyediakan suatu demonstrasi dari penggunaan masing-masing interface secara sukses-yang akan sangat berguna bagi perancang software yang baru.

V. KESIMPULAN

OBC berbasis microprocessor 80C186 dirancang untuk otomatisasi

operasi wahana di orbit, mengumpulkan data, control eksperimen "on-board" (store and forward communication, digital store and read) dan juga menyediakan "redundancy" beberapa modul wahana. Prasyarat demikian menyebabkan OBC harus dapat mengakses modul-modul wahana melalui parallel interfaces, koneksi serial, maupun bus data.

Software system operasi "Diary" akan diimplementasikan kedalam OBC, yang memungkinkan pengaktifan dalam urutan yang teratur atau terdefinisi dengan sebuah jam "real-time" atau fasilitas kalender. OBC dapat memberikan perintah (sub-ordinate dari stasiun bumi) ke sub-sistem wahana dan eksperimen. OBC juga memiliki akses ke system telemetry dan untuk dikoleksi pada saat wahana berada diluar jarak stasiun bumi, sehingga memberikan gambaran lengkap dari operasi wahana dan karakteristiknya. Secara prinsip, sejumlah kanal telemetry dapat dimonitor oleh OBC, dengan cara ini sejumlah data yang dikumpulkan hanya dibatasi oleh memory yang ada pada OBC.

DAFTAR PUSTAKA

- P.W. Fortescue and J.P.W. Stark, "Spacecraft Engineering", USA John Wiley and Sons Ltd, 1991.
- Wertz James R and Larson, "Space Mission Analysis and Design", Kluwer Academic Publisher USA, 1999