

RANCANGAN OBC (*ONBOARD COMPUTER*) UNTUK *SPACECRAFT* SATELIT MIKRO

Abdul Rachman
Peneliti Pusat Teknologi Elektronika Dirgantara. LAPAN

RINGKASAN

Saat ini sejumlah satelit mikro dengan berat kurang dari 100 kg telah operasional untuk digunakan para operator radio amatir. LAPAN telah memulai program satelit mikro yang memiliki misi untuk membangun satelit tersebut secara mandiri. Satelit mikro telah menjadi populer disebabkan memiliki waktu disain yang relatif pendek dan biaya rendah. Jenis satelit ini memungkinkan untuk memenuhi kebutuhan Indonesia akan pengembangan penelitian dan tujuan-tujuan praktis. Tulisan ini memberikan gambaran mengenai *platform* dan *On Board Computer* (OBC) satelit mikro baik sisi *hardware* maupun *software*.

1 LATAR BELAKANG

Dengan dimulainya program satelit mikrosat dalam ruang lingkup Kedepuis...i Bidang Teknologi Dirgantara maka rancang...i suatu sistem OBC berdasar pada jenis *mtci - processor* tertentu akan menentukan kel...-hasilan misi satelit mikro itu sendiri. Penulisan ini merupakan langkah kajian dari kr- J.it. i awal penelitian OBC. Hasil yang diharapkan...ia dari kegiatan penelitian ini adalah kemampu...ni dan kemandirian dalam mendesain sistem Oil ", baik sisi *hardware* maupun *software*.

Selain itu, hasil dari penelitian ini adalah peningkatan sumber daya manusia <i>di lingkungan Pusat Teknologi Elektronika i Dirgantara. Penguasaan OBC berbasis *mtci - processor* ini akan berguna pada aplikasi "*embeddt. I control system*" seperti implementasi protokol 1 untuk komunikasi digital, sistem data *handlii* • pada sistem telemetri dan *telecommand*, sanip i dengan pemrosesan citra gambar digital.

Tujuan yang diharapkan pada peneliii...i ini adalah kajian *microprocessor* jenis tertem...i yang akan dimanfaatkan dalam disain ostein OBC. Arsitektur *microprocessor* yang dipilih adal...i *microprocessor* yang memiliki kinerja tmft...i dengan fungsionalitas yang luas dan dapat memberikan fleksibilitas pada disain OBC.

2 OBC SATELIT 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 perh...iri 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 lempat-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 bebrapa operasi dan pr...isyarat misi membuluhkan perintah atau "*command*" di luar 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 harj...a dari kanal telemetri selama satu periode orbit OBC juga menyediakan "*error-checked*" kanal *dcumlink* yang mentransmisikan terus menerus segmen informasi telemetri yang telah terakumulasi pada memori *buffer*. Program perintah berbasis

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 ape 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 pemrograman "*high level language*" seperti C dan Pascal. Di samping itu, set instruksi yang fleksibel-turunan dari 8086 yang sudah dikenal menjadikan *microprocessor* 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 kontrol 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 interkoneksi ke seluruh bagian sub-sistem, serta kehandalan yang tinggi.

OBC akan mengakses semua aliran data serial kedalam "*downlink multiplexer*" di samping 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 komputer dapat memilih di antara semua aliran data serial yang tersedia pada wahana.

Secara garis besar OBC memiliki prasyarat operasional:

- Mampu menangani semua protokol kanal yang diperlukan pada lapisan kedua, atau *link layer protocol* (*Flow Control, Access Control*),
- Implementasi AX.25 sebagai protokol 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 sistem operasi yang : *multi-tasking*" dan "*real time*",
- Disain robw sr-sistem memori yang "*protected*".
- "*Low Power Consumption*".

3 PRASYARAT INTERFACING

Di samping prasyarat operasional di atas, 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*).

4 SPESIFIKASI OBC

- *Central Processing Unit* (CPU) berbasis 80C186,
- CMOS RAM:1024 kbyte,
- Proteksi *Single Event Upset* (SEU),

- Proteksi "real time" melalui *liardware 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 "RAM DISK" page,
- Manajemen *power* menggunakan elemen *low-power, variable clock rate* dan "*sta?idbye*" *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 *liardware* akan dijalankan oleh kategori kedua yaitu "*operasional software*" yang akan melakukan aktifitas individu yang sangat penting seperti koleksi data dan transmisi ulang (*re-transmission*), kontrol ketinggian (*altitude control*), dan sebagainya. Menggabungkan semua akrifitas-aknhtas tersebut pada akhirnya akan membawa ke kategori ketiga, "*general purpose multi-tasking environment*" atau yang dinamakan "*diary software*".

4.2 Prasyarat Inisialisasi Software

Inisialisasi sistem 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 mendukung operasi inisialisasi dan *software* untuk *testing* dan "*commissioning*" berbagai bagian dari wahana dijalankan. OBC dirancang harus mampu melakukan "*reload*"

program-program tersebut dari bawah (stasiun bumi).

4.3 Test Software

Selama *hardware prototyping*, sen'ap *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 komputer dites dengan program lain yang hanya ditujukan untuk hal tersebut Tidak ada usaha saat ini untuk menyediakan informasi "*error-ctiecked 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 komputer dan interkoneksinya; proses ini berlanjut sampai wahana dimatikan dalam rangka persiapan untuk penempatan pada roket peluncur. Versi akhir dari *software* harus di "*arcliieve*" atau didokumentasikan untuk digunakan sebagai materi referensi ketika terjadi masalah 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 bam.

5 KESIMPULAN

OBC berbasis *microprocessor* 80C186 dirancang untuk otomarisasi operasi wahana di orbit, mengumpulkan data, kontrol eksperimen "*on-board*" (*store and forward communication, digital store and read*) dan juga menyediakan "*redundancy*" ke 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 ke dalam OBC, yang memung-

kinkan 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 sistem telemetri dan untuk dikoleksi pada saat wahana berada di luar jarak stasiun bumi, sehingga memberikan gambaran lengkap dari operasi wahana dan karakteristiknya. Secara prinsip, sejumlah kanal telemetri dapat dimonitor oleh OBC, dengan cara ini

sejumlah data yang dikumpulkan hanya dibatasi oleh *memory* yang ada pada OBC.

DAFTAR RUJUKAN

P.W. Fortescue; and J.P.W. Stark, 1991. *Spacecraft Engineering*, USA John Wiley and Sons Ltd.

Wertz James R.; and Larson, 1999. *Space Mission Analysis and Design*, Kluwer Academic Publisher USA.