

Advanced Training Program on INTEGRATED THREE-AXIS ATTITUDE CONTROL SYSTEM and DEPLOYABLE MECHANISM to Support The Development of LAPAN-A4 Satellite

(H.Mayditia, P.A. Budiantoro, B. Pratomo, M. Soedjarwo, A. Sarah, A. Fauzi)

(Tohoku University – Japan, 03 September 2018 – 16 November 2018)

Latar Belakang

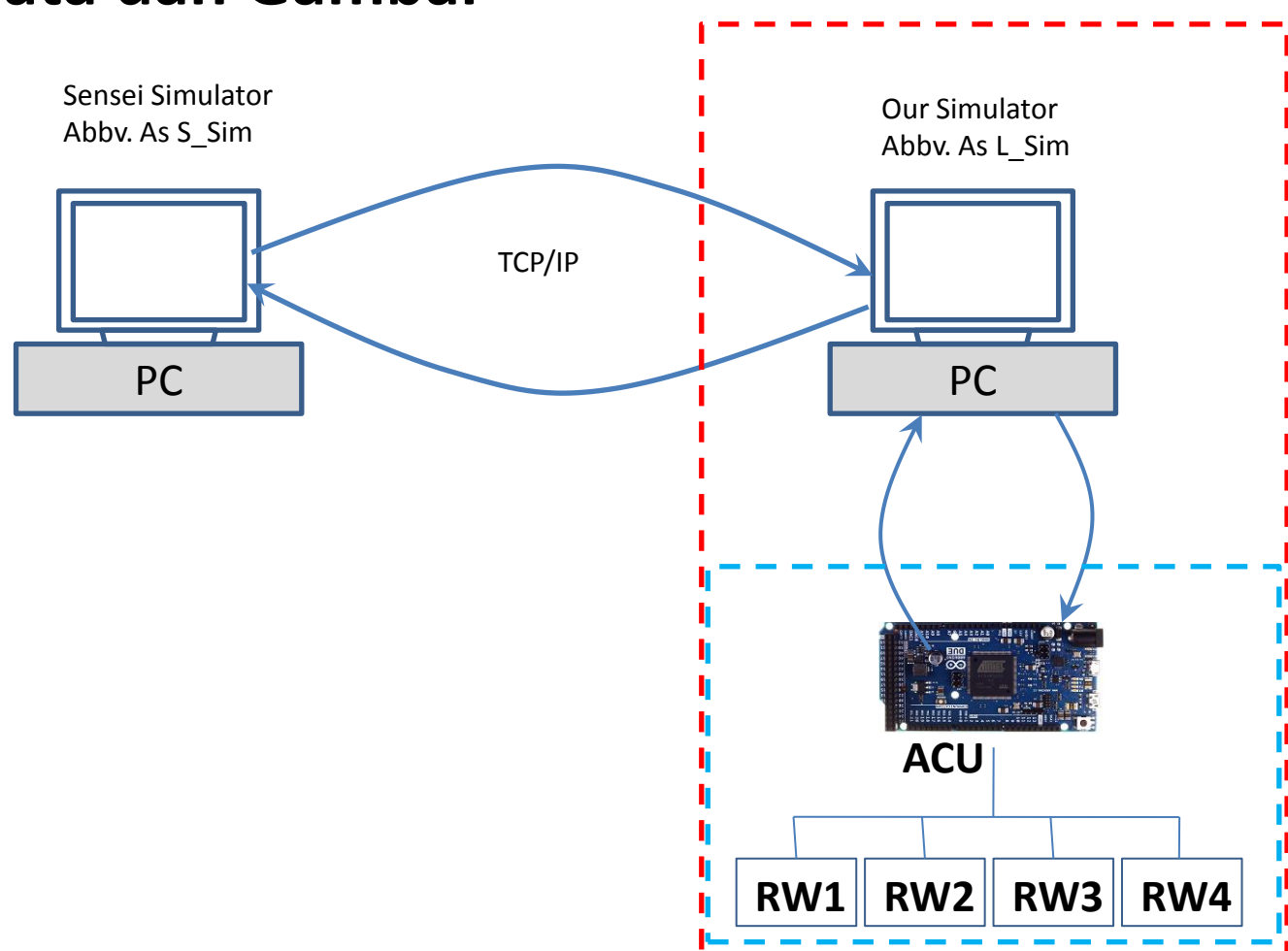
Satelit-satelit mikro yang telah berhasil dikembangkan oleh para peneliti dan perekayasa PUSTEKSAT- LAPAN memiliki sistem kendali sikap (ACS) menggunakan *Reaction Wheels* (RWs) dan *magnetic coils* sebagai aktuaturnya. Konfigurasi ACS-RWs yang digunakan adalah orthogonal yang konvensional, dimana tiga unit RWs ditempatkan sejajar pada tiga sumbu rotasi satelit dan bekerja secara independen. Telah umum diketahui bahwa konfigurasi tersebut memiliki kelemahan antara lain tidak adanya *redundant*, dimana ketika terjadi kegagalan pada salah satu aktuator RWs atau lebih, maka satelit akan kehilangan kemampuan pengendalian di satu atau lebih sumbunya, sehingga mengganggu operasi misi yang direncanakan.

Selain itu, oleh karena keterbutuhan daya listrik dari misi satelit-satelit LAPAN selanjutnya terus meningkat, maka dibutuhkan pengembangan sistem satelit lebih lanjut, salah satunya adalah dengan pengembangan mekanisme Deployable Solar Panel (DSP) untuk meningkatkan energi listrik hasil konversi dari energi matahari.

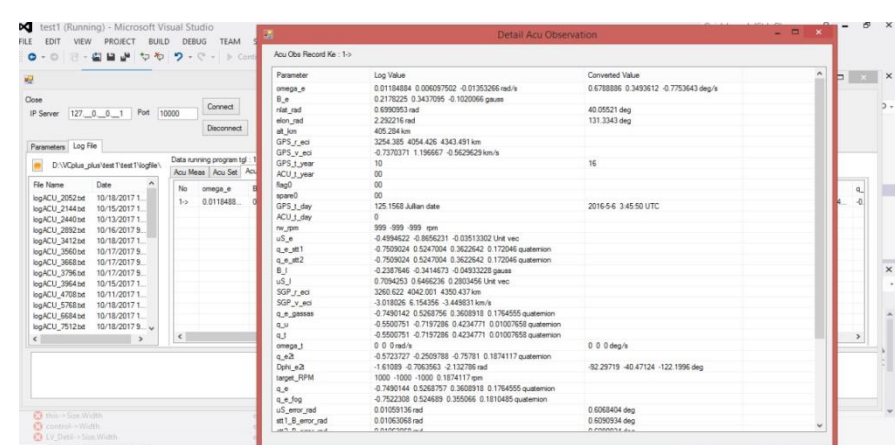
Metode

- 1. Integrated Three-Axis ACS.** Konfigurasi RWs yang sedang dikembangkan adalah 4-skew, tersusun dari 4 unit RWs yang dikendalikan oleh prototipe modul ACU. Digunakan dua metode dalam pengembangannya, antara lain dengan *Software In The Loop Simulation* (SILS) dan *Hardware In The Loop Simulation* (HILS). Pada SILS, pemodelan orbit dan lingkungannya, sensor dan aktuator seluruhnya dimodelkan dan disimulasikan dengan perangkat lunak pada komputer personal (PC). Berbeda dengan SILS, pada HILS digunakan prototipe modul ACU dengan firmware tertanam di dalam chip mikrokontrollernya untuk membaca keluaran-keluaran sensor-sensor, parameter orbit dan lingkungannya yang dihasilkan oleh simulator di PC. Hasil keluaran perhitungan pengendalian dari ACU selanjutnya dimasukkan pada keempat aktuator RWs sebenarnya yang tersesusun pada platform uji *air bearing*. SILS dan HILS bisa digabungkan baik dalam proses pengembangan maupun operasional satelit di orbit nantinya.
- 2. Deployable Mechanism.** Satelit dengan *solar panels* pada *body mounted* menghasilkan daya listrik yg lebih kecil dibandingkan dengan yang menggunakan DSP. Hal ini disebabkan karena secara rata-rata hanya satu *solar panel* pada salah satu sisi yang efektif terpapar matahari untuk dapat menghasilkan energi listrik. Dengan DSP dengan dua panel terdeploy, setidaknya tiga solar panel yang efektif terpapar matahari, sehingga dapat menghasilkan daya listrik setidaknya tiga kali lipat dari jenis *body mounted*. Tahapan penelitian yang dilakukan antara lain, membuat desain CAD Engsel (*Hinges*) dan Pengunci (*Latch*), melakukan simulasi uji ketahanan (getar, thermal, dll), pabrikan, dan pengujian Engsel dan pengunci pada lingkungan peluncur dan luar angkasa.

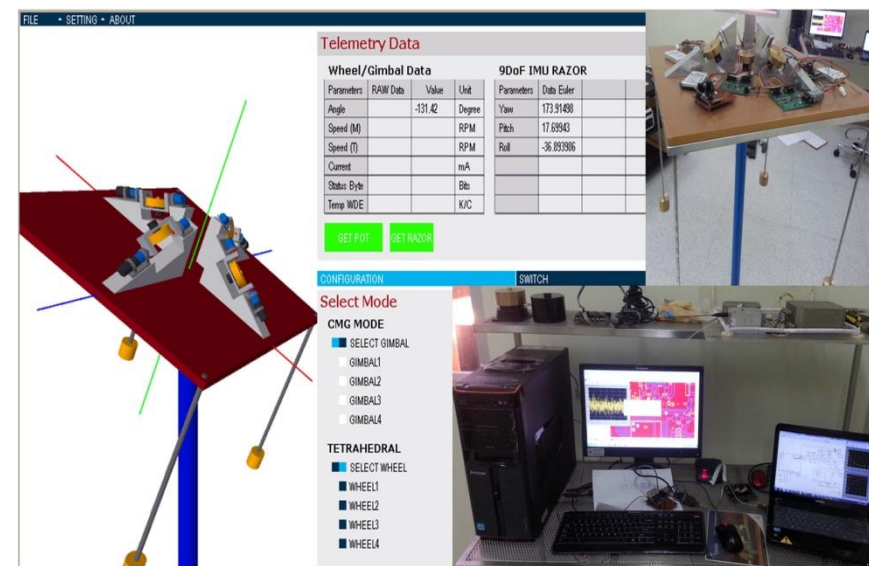
Data dan Gambar



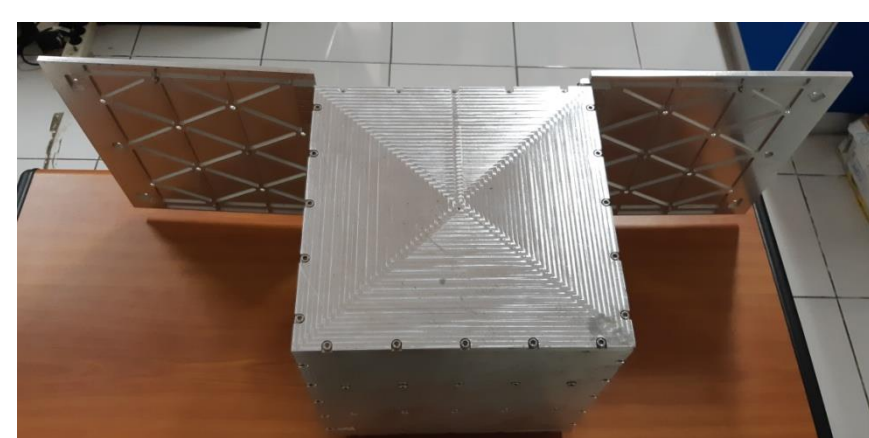
Gambar 1. SILS dan HILS



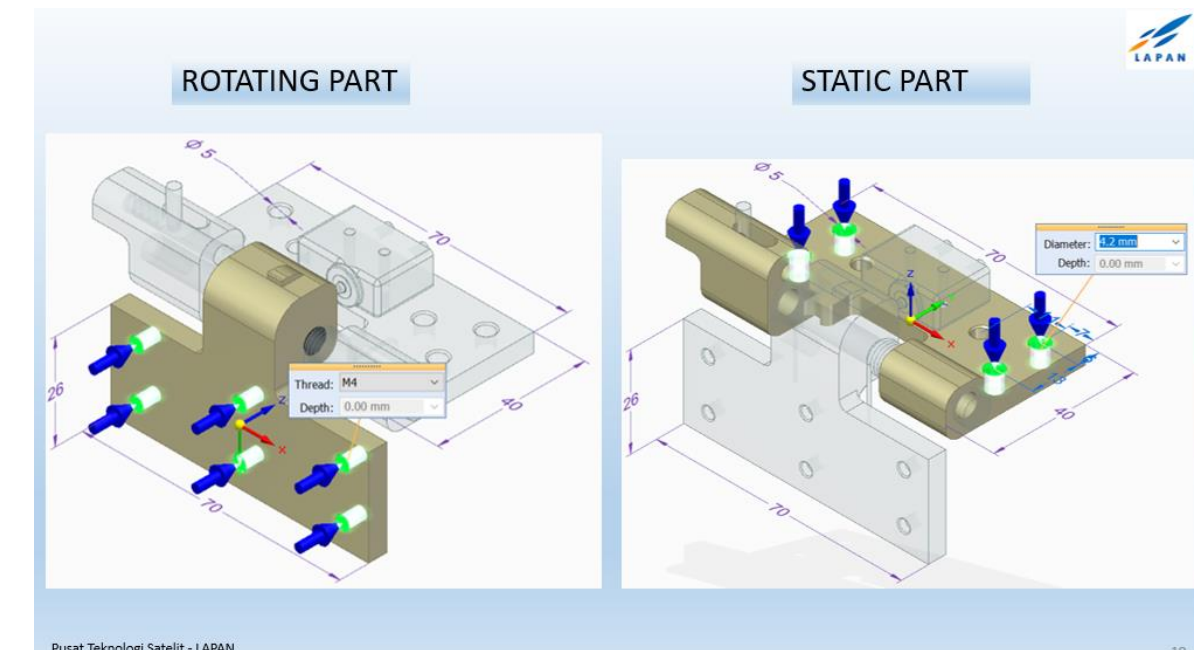
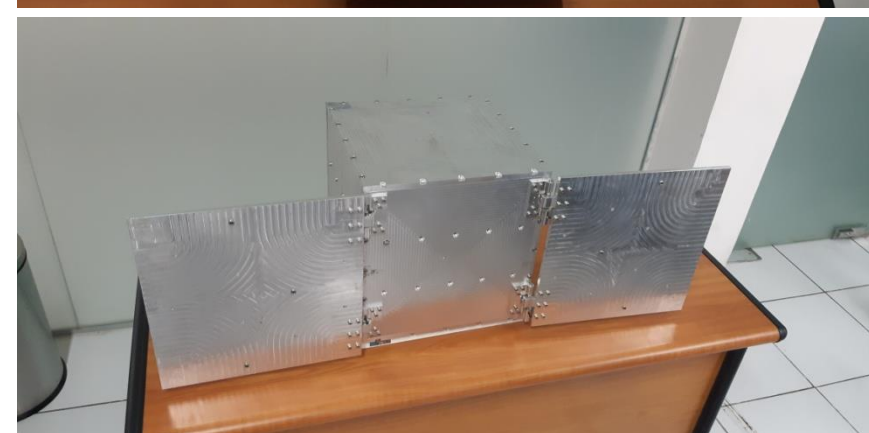
Gambar 2. Software SILS perhitungan parameter penentu sikap satelit



Gambar 3. Pengujian awal sistem 4-Skew dengan 3D



Gambar 4. Prototipe DSP saat ter-deploy



Gambar 5. Desain CAD Engsel (Hinge) untuk DSP



Gambar 6. Engineering model engsel (Hinge) deployable solar panel

Keluaran & Manfaat

Keluaran dari kegiatan ini adalah bertambahnya pengetahuan dalam upaya penguasaan materi pengendalian sikap satelit yang baik didapat dari *lectures* maupun *hand-on training*. Program aplikasi simulasi perhitungan parameter penentu sikap satelit dapat dibuat dan telah diverifikasi oleh pakar di tohoku university melalui aplikasi simulaturnya yang sudah divalidasi. Prototipe perangkat elektronik ACU sebagian sudah dibuat. Untuk deployable mechanism telah di desain secara 3 dimensi dan telah diverifikasi oleh para pakar di tohoku university baik engsel dan locking mechanism. Prototipe engsel pun sudah dibuat dengan bahan aluminium.

Melalui laporan yang dibuat dan diserahkan ke pihak LAPAN dan Riset-Pro, dapat dijadikan rujukan dan pengembangan lebih lanjut untuk pembuatan satelit LAPAN generasi berikutnya. HKI yang dihasilkan dari kegiatan ini berupa 1 hak cipta yang sudah tercatat dan 1 paten sederhana terdaftar. Selain itu pula, telah dihasilkan 3 publikasi di jurnal nasional terakreditasi.

Kesimpulan

Kegiatan pelatihan melalui program non gelar RISET-PRO yang diselenggarakan KemenRistek-DIKTI ini menghasilkan peningkatan kompetensi SDM, terutama peningkatan pengetahuan terhadap sistem pengendali sikap satelit 3 sumbu terintegrasi. Selain itu diperoleh juga peningkatan kompetensi SDM untuk pengembangan sistem *Deployable Solar Panel* (DSP) untuk meningkatkan sumber daya listrik guna memenuhi kebutuhan daya satelit. Keduanya dapat diterapkan pada satelit-satelit LAPAN maupun Indonesia berikutnya.

Solusi

Peningkatan kompetensi sumberdaya manusia untuk menguasai sistem ACS tiga sumbu terintegrasi dengan konfigurasi RWs 4-skew. Dimana konfigurasi ini memberikan solusi redundant pada sistem ACS, bahkan hingga apabila dua RWs mengalami kegagalan. Selain itu, sistem ini memberikan solusi konsumsi daya yang lebih efisien dibanding konfigurasi orthogonal. Sebuah prototipe modul *Attitude Control Unit* (ACU) dikembangkan untuk memproses data sensor-sensor attitude dan mengendalikan keempat aktuator RWs sehingga orientasi sikap tertentu yang diinginkan tercapai.

Sebuah sistem DSP telah dipelajari dan dikembangkan guna meningkatkan daya listrik yang dihasilkan oleh *solar panel* dari konversi energi matahari di orbit. Berbeda dengan satelit-satelit LAPAN sebelumnya, *solar panel* ditempatkan pada sisi-sisi permukaan struktur utama satelit (*body mounted*). Pada LAPAN-A4, A5, dan selanjutnya akan digunakan *Deployable Solar Panel* (DSP) untuk meningkatkan energi listrik yang dihasilkan.

HKI dan Publikasi

1. Program Komputer Simulasi Posisi Satelit Orbit Rendah 2 Dimensi. Hak cipta dengan nomor pencatatan ciptaan : **000143961**.
2. Engsel Panel Surya yang Dibentangkan untuk Satelit. Paten sederhana Terdaftar No : **S00201905062**
3. Simulator Visual 2 Dimensi Prediksi Lintasan Satelit Orbit Rendah Berbasis Model SGP4 Dalam Proyeksi Mercator. Jurnal Teknologi Dirgantara, Edisi Desember 2019
4. *Stiffness Evaluation Of LAPAN-A5/Chibasat Deployable Solar Panel Composite Plate Using Simplified Finite Element Model*. Jurnal Teknologi Dirgantara, Edisi Desember 2018.
5. Analisis Desain Kontrol Termal Panel Surya Yang Dapat Dibentangkan Pada Mikrosatelit-SAR LAPAN Menggunakan Metode Satu Nodal. Jurnal Teknologi Dirgantara. Jurnal Teknologi Dirgantara, Edisi Desember 2019