

# MANAJEMEN KONTROL KUALITAS DALAM PEMBANGUNAN SATELIT LAPAN-A2

Suriadi Barsyam  
Pusat Teknologi Satelit  
e-mail; suriadi\_barsyam@yahoo.com

## RINGKASAN

Pembangunan satelit LAPAN-A2 oleh para *engineer* Pusat Teknologi Satelit (Pusteksat), dimulai dari perancangan, pemilihan komponen, pengujian komponen, pengintegrasian komponen dan uji level satelit. Manajemen kontrol kualitas dalam pembangunan satelit LAPAN-A2 adalah untuk menghindari kesalahan dalam pembangunan satelit LAPAN-A2 sehingga diharapkan selesai tepat pada waktunya. Tahapan pembangunan satelit LAPAN-A2 harus dilakukan kontrol kualitas secara ketat sesuai dengan tahapan yang dituangkan dalam perencanaan satelit. Melalui manajemen kontrol kualitas yang baik dapat memenuhi semua persyaratan dan dapat menjalankan misinya dengan baik di orbit.

## 1 PENDAHULUAN

Menghadapi persaingan teknologi persatelitan di dunia, LAPAN telah memulai kerjasama dengan TU Berlin (*Technical University of Berlin*). Para *engineer* LAPAN belajar di TU Berlin untuk membuat rancangan satelit, memilih komponen-komponen yang diperlukan, mengintegrasikan satelit, dan pengujian komponen serta pengujian satelit di laboratorium. Selanjutnya belajar pula tentang pengoperasian satelit dengan menggunakan peralatan stasiun bumi. Berdasarkan pengalaman, keahlian dan keterampilan yang diperoleh selama proses perancangan dan pembangunan satelit LAPAN-A2, dan supervisi tenaga ahli TU Berlin Jerman, para *engineer* Lapan telah berhasil melanjutkannya dengan merancang dan membangun satelit berukuran mikro dengan berat 78 Kg, dan direncanakan akan ditempatkan pada orbit polar dengan ketinggian orbit 650 km. Satelit LAPAN-A2 dibangun di fasilitas LAPAN Rancabungur dan membawa misi digital kamera, *Automatic Position Reporting System* (APRS), *Automatic Identification System* (AIS) (Triharjanto, R. H dan Mukhayadi, M, 2012). APRS digunakan untuk kegiatan

komunikasi radio amatir dan AIS digunakan untuk pemantau kapal yang berlayar di lautan.

Peluncuran satelit LAPAN-A2 akan dilaksanakan pada kuartal tahun 2015 sebagai *secondary payload* (*piggy back*) dengan menggunakan *Polar Satellite Launch Vehicle* (PSLV) *Indian Space Research Organisation* (ISRO) (Indian Space Research Organization, 2005) India yang membawa misi utama Astrosat (*main payload*). Hal ini dilakukan karena LAPAN belum mempunyai sarana peluncuran satelit berupa roket untuk meluncurkan satelit LAPAN-A2 (Budianto, P.A. dan Huzain, M.F, 2013).

Satelit LAPAN A2 dirancang, diintegrasikan di Lapan Rancabungur dan selanjutnya dilakukan uji *level system*, uji getar dan uji EMC (*Electromagnetic Compatibility*). Uji di laboratorium EMC Pusat Penelitian Sistem Mutu Teknologi Pengujian (P2SMTP) Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) (Nasser, E.N. dan Hasbi, W., 2013). Sekarang LAPAN A2 sudah siap untuk diluncurkan dengan menggunakan wahana peluncur PSLV yang rencananya akan diluncurkan di Sriharikota Chennai India.

Dalam proses pembangunan satelit LAPAN A-2 mulai dari perancangan, pengadaan komponen, integrasi dan uji lab, perlu dilakukan pengawasan melalui kontrol kualitas untuk mengontrol setiap tahap kegiatan. Kegiatan ini dilakukan dalam pembangunan satelit untuk mendapatkan hasil yang optimal dan dapat dipertanggung jawabkan baik dari segi keakuratan hasil kerjaan dan menghindari kesalahan lebih lanjut. Setiap tingkat pengawasan melalui kualitas kontrol akan ada laporan dengan catatan yang diperlukan untuk hal tersebut. Tulisan ini bertujuan untuk menguraikan kegiatan manajemen kontrol (QC) dalam pembangunan satelit LAPAN-A2. Manajemen kontrol dalam pembangunan satelit LAPAN-A2 adalah untuk menghindari kesalahan dan selesai tepat pada waktunya. Makalah ini menjadi acuan para peneliti/perekayasa dalam pengembangan dan pembangunan satelit generasi berikutnya.

## 2 MANAJEMEN KUALITAS PEMBANGUNAN SATELIT LAPAN-A2

Mutu (*kualitas*) diartikan sebagai "ciri karakter menyeluruh dari suatu produk atau jasa yang mempengaruhi kemampuan tersebut untuk memuaskan kebutuhan tertentu". Hal ini berarti bahwa kita harus dapat mengidentifikasi ciri dan karakter produk yang berhubungan dengan mutu dan kemudian membuat suatu dasar tolok ukur dan cara pengendaliannya (<http://huangcorp.wordpress.com>, 2008).

Pengertian ini jelas menekankan pada kepuasan pelanggan atau pemakai produk. Dalam proyek pengembangan satelit, pelanggan dapat berarti pemberi tugas, atau masyarakat pemakai. Misalnya dari segi desain, kepuasan dapat diukur dari segi estetika, pemenuhan fungsi, keawetan bahan, keamanan, dan ketepatan waktu. Sedangkan dari segi pelaksanaan, ukurannya adalah pada kerapihan

penyelesaiannya, integritas (sesuai gambar dan spesifikasi) pelaksanaan, tepatnya waktu penyerahan dan biaya, serta bebas cacat.

Manajemen mutu adalah aspek-aspek dari fungsi manajemen keseluruhan yang menetapkan dan menjalankan kebijakan mutu suatu perusahaan/organisasi. Dalam rangka perusahaan/organisasi. Dalam rangka mencukupkan kebutuhan pelanggan dan ketepatan waktu dengan anggaran yang hemat dan ekonomis, seorang manager proyek harus memasukan dan mengadakan pelatihan manajemen kualitas. Hal-hal yang menyangkut kualitas yang dimaksud di atas adalah, proses pelaksanaan dan proses manajemen proyek itu sendiri.

Ada beberapa bagian yang dalam manajemen kualitas ditinjau dari konteks pengembangan dan pembangunan satelit sebagai berikut;

- Inspeksi, Inspeksi merupakan alat untuk mengukur kegiatan proses pengembangan dan pembangunan satelit untuk memeriksa apakah standard spesifikasi sudah dicapai.

- *Quality Control*, Pengendalian kualitas (*quality control*) adalah teknik dan aktivitas operasi yang digunakan agar mutu tertentu yang dikehendaki dapat tercapai. Aktivitasnya mencakup monitoring, mengeliminasi problem yang diketahui, mengurangi penyimpangan/perubahan yang tidak perlu serta usaha untuk mencapai efektivitas ekonomi.

Pemastian kualitas (*quality assurance*) adalah keseluruhan tindakan yang sistematis dan terencana yang diperlukan agar terjadi kepastian dan kepercayaan terhadap mutu produk/jasa yang diberikan. Aktivitasnya mencakup kegiatan proses, baik internal maupun eksternal termasuk merumuskan kebutuhan pelanggan. Maksud dari pemastian kualitas ini adalah mendefinisikan kemajuan dari kualitas. Pemastian kualitas mengevaluasi *cost* dari proyek secara keseluruhan

secara teratur untuk menetapkan anggaran yang keluar relevan dan sesuai dengan standar kualitas (<http://huangcorp.wordpress.com>, 2008).

Bila suatu satelit yang dibangun, dibiayai dan digunakan atau dimanfaatkan oleh pengguna jasa (pemerintah atau masyarakat) sesuai dengan persyaratan, maka dapat dikatakan berkualitas. Persyaratan yang dimaksud adalah sesuai dengan kebutuhan dan keinginan pengguna jasa. Oleh karena itu dalam konsep *Total Quality Management* (TQM), pengguna jasa bukan hanya diartikan sebagai pembeli jasa pembangunan satelit, tetapi diartikan juga sebagai pengguna jasa berikutnya dan pihak yang menentukan persyaratan. Usaha peningkatan dan pengendalian kualitas pada awalnya hanya dalam lingkup penyedia jasa dan pengguna jasa, sehingga diperlukan pihak ketiga yang sifatnya independen. Kehadiran pihak ketiga ini dianggap lebih obyektif dan dapat diterima kedua belah pihak, sehingga memunculkan lembaga akreditasi di beberapa negara dengan menggunakan produk standar seperti; ASTM, JIS, BS dan lain sebagainya. Untuk memberikan jaminan pada semua pihak yang terlibat dalam perdagangan global (termasuk pelayanan jasa konstruksi/konsultansi) bagi pihak pengguna jasa, diperlukan pihak ketiga yang independen dan dapat diterima semua pihak. Demikian sedikit kupasan mengenai hubungan globalisasi, jasa pembangunan satelit, konsultasi dengan manajemen kualitas.

Kontrol kualitas merupakan suatu kegiatan berupa melakukan penelitian dan pengembangan, perancangan yang ditujukan untuk memenuhi kepuasan pengguna, serta memberikan pelayanan yang baik, dimana pelaksanaannya melibatkan seluruh kegiatan dalam suatu kegiatan mulai dari pimpinan penentu kebijakan sampai kepada para *engineer* atau pelaksana kegiatan dalam rangka

pencapaian tujuan dengan hasil yang diharapkan sesuai dengan rencana yang telah disetujui sebelumnya.

Dalam pencapaian tujuan dimaksud diperlukan kontrol kualitas untuk memastikan apakah kebijakan tentang mutu atau ukuran dan seberapa dekat sebuah barang atau jasa memiliki kesesuaian dengan standar yang tercantum yang dapat tercermin dalam hasil akhir. Kontrol kualitas dapat dikatakan juga sebagai usaha untuk mempertahankan mutu dan kualitas dari barang yang dihasilkan agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijakan manajemen.

Maksud dari pengawasan kualitas adalah agar hasil spesifikasi produk yang telah ditetapkan sebagai standar dapat tercermin dalam produk atau hasil akhir. Secara terperinci dapat dikatakan bahwa tujuan dari pengawasan mutu sebagai berikut:

- Agar barang hasil produksi dapat menjadi standar mutu yang telah ditetapkan.
- Mengusahakan agar biaya inspeksi dapat menjadi sekecil mungkin.
- Mengusahakan agar biaya desain dari produk dan proses dengan menggunakan mutu produksi tertentu dapat menjadi sekecil mungkin.
- Mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin.

Kualitas suatu produk adalah keadaan fisik, fungsi dan sifat suatu produk dapat memenuhi misi dan persyaratan misi sesuai dengan anggaran yang telah dikeluarkan. Kontrol kualitas sangat diperlukan dalam memproduksi suatu barang untuk menjaga kestabilan mutu. Kontrol kualitas secara statistik berbeda dengan kontrol kualitas secara kimia atau fisika. Pada kontrol kualitas secara statistik tidak menghendaki terbaik absolut, tetapi kualitas yang diinginkan adalah yang memenuhi permintaan konsumen. Biasanya permintaan konsumen ini diwujudkan dalam dua

syarat yaitu, akhir kegunaan suatu produk dan harga jual suatu produk. Dalam proses produksi menurut kedua syarat di atas dijabarkan dalam bentuk berupa, spesifikasi ukuran, ciri operasi, ongkos produksi dan syarat produksi untuk menghasilkan produk yang dikehendaki.

Kontrol kualitas adalah kombinasi semua alat dan teknik yang digunakan untuk mengontrol kualitas suatu produk dengan biaya seekonomis mungkin untuk memenuhi syarat pesanan. Beberapa langkah yang dilakukan dalam proses kontrol antara lain;

- Penentuan standar kualitas produk sesuai dengan permintaan,
- Konfirmasi membandingkan hasil produksi dengan ukuran standar yang telah ditentukan,
- Mengambil tindakan (koreksi) bila standar dilampaui,
- Rencana perbaikan, yaitu menggambarkan terus menerus untuk memperbaiki standar harga dan standar mutu.

### 3 PEMBAHASAN

#### 3.1 Kontrol Kualitas pada Perancangan/Desain Satelit

Pembuatan desain (perencanaan) merupakan salah satu fungsi dari manajemen yang merupakan kegiatan atau sebagai alat penting dalam pencapaian suatu tujuan dari sebuah kegiatan organisasi. Desain dimaksud disini adalah desain pembuatan satelit LAPAN-A2.

Satelit LAPAN-A2 didesain oleh para *engineer* Pusat Teknologi Satelit dibawah konsultan satelit TU Berlin Prof. Udo Renner, dengan bobot kurang lebih 75 Kg. Satelit LAPAN-A2 akan diluncurkan pada pertengahan 2015 di Sriharikota Chennai India. Masa operasi Satelit LAPAN-A2 direncanakan 2 tahun sejak satelit beroperasi.

Dalam perancangan satelit LAPAN-A2 oleh para *engineer* Pusteksat,

perlu dilakukan beberapa pengujian terhadap rancangan/desain dibawah kontrol kualitas yang sangat ketat. Pengujian terhadap rancangan/desain dimaksudkan agar rancangan setelah disahkan dan selanjutnya disetujui untuk dilaksanakan pembangunannya, tidak mendapat hambatan atau kendala baik dari segi tersedianya komponen, mengurangi kesalahan dalam pengintegrasian, tidak sulit dalam pengujian, memperhatikan ruangan yang diperlukan pada roket peluncur serta mudah dioperasikan setelah satelit LAPAN-A2 diluncurkan. Satelit LAPAN-A2 dirancang dan diintegrasikan langsung oleh para *engineer* Pusteksat.

Dengan adanya kontrol kualitas pada proses perancangan/desain, diharapkan tujuan pembangunan satelit LAPAN-A2 terlaksana dengan tepat waktu, hemat biaya dan dapat dipertanggung jawabkan secara teknologi dan biaya serta mendapatkan hasil yang diharapkan sesuai dengan rencana. Adapun langkah-langkah dalam pembangunan Satelit LAPAN-A2 yang perlu dikontrol kualitasnya harus mengacu kepada standar dan syarat-syarat yang telah digunakan dalam pembangunan/perancangan satelit Lapan Tubsat yang sudah beroperasi, ditambah dengan beberapa desain untuk kegiatan lainnya.

Perancangan pembangunan satelit LAPAN-A2 harus memenuhi persyaratan misi untuk pengembangan teknologi, mengakomodir hasil-hasil eksperimen LAPAN, dan memenuhi persyaratan peluncur PSLV. Misi satelit meliputi, observasi bumi dengan *video surveillance*, pembangunan satelit di Indonesia secara mandiri, dan ditempatkan pada orbit LEO dekat ekuator pada inklinasi 8 derajat menggunakan PSLV. Peningkatan pengembangan teknologi meliputi (Triharjanto, R.H, dan Mukhayadi, M., 2012):

- Menggunakan *Global Sistem Positioning* (GPS) yang berguna untuk

- sinkronisasi waktu, posisi dan juga untuk perhitungan elemen orbit satelit,
- Menggunakan *Attitude Determination and Control System* (ADCS) presisi tinggi untuk menjaga kestabilan selama satelit beroperasi dan akuisisi data,
- Menggunakan program *autonomous camera lock-on* ke target pengamatan,
- Menggunakan *On-board solid state memory* menyimpan data akuisisi dan data *Tracking Telemetry & Command* (TT&C) satelit.
- Menguji kemampuan *reaction wheel* yang dibangun oleh peneliti Pushteksat dibawah bimbingan IRE / TU-Berlin.

Persyaratan peluncur PSLV yang harus dipenuhi oleh satelit LAPAN-A2 dapat dilihat pada Tabel 3-1.

Persyaratan desain satelit LAPAN-A2 yang tertera di atas harus ditaati dan dikontrol sebaik-baiknya guna memudahkan dalam pembangunan dan

pengoperasian satelit setelah diluncurkan.

Setelah tahap perencanaan selesai disini perlu diperhatikan kontrol kualitas pada tahapan pembangunan dan pengembangan teknologi satelit antara lain;

- a) Pengadaan komponen maupun material satelit, aluminum yang dipakai type 7075.
- b) Pada saat *test* dan *handling* satelit, tahapan kegiatannya dibagi ke dalam beberapa tahapan antara lain;
  - *Subsystem test*,
  - *System test*, di sini dilihat ketahanan, fungsi (hasilnya),
  - *Pre-departure* yang dilihat juga fungsinya,
  - *Post-departure* yang dilihat juga fungsinya.
- c) Pada saat komponen satelit dibuat sendiri atau komponen yang dimodifikasi.

Tabel 3-1: PERSYARATAN PELUNCUR PSLV

Parameter	Nilai
Berat	50-150 Kg (PSLV muatan sekunder)
Dimensi	600mm (radial) x 700mm (transversal) x 800mm (tinggi).
Sistem Separasi	IBL-298 (kelas 120 kg).
Beban quasi statis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Akselerasi longitudinal: 7g / -2,5 g</li> <li>- Akselerasi lateral: ± 6 g</li> <li>- Faktor beban: 1,25</li> </ul>
Titik pusat massa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Longitudinal &lt; 450 mm antara dudukan satelit dengan roket</li> <li>- Lateral dalam ± 5mm dari pusat pemisah adaptor satelit</li> </ul>
Frekuensi Struktur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Frekuensi dasar dalam sumbu longitudinal &gt; 90hz sumbu</li> <li>- Frekuensi dasar dalam sumbu lateral &gt; 45 Hz</li> </ul>
Grounding kontak antara satelit dan roket	<10 mW

Tabel 3-2: PARAMETER UJI GETAR KONDISI SINUSOIDAL

	Frequency Range(Hz)	Acceptance Test Level	Real Test Condition	Remark
Vertical Axis (Upward-downward)	8 – 100	3.0 G 2 Oct/min	3.0 G 2 Oct/min	Accordance with the acceptance test level
Lateral I Axis (frontward – backward)	8 – 100	2.0 G 2 Oct/min	2.0 G 2 Oct/min	Accordance with the acceptance test level
Lateral II Axis (Rightward – Leftward)	8 – 100	2.0 G 2 Oct/min	2.5 G 2 Oct/min	Accordance with the acceptance test level

Table 3-3: PARAMETER UJI GETAR KONDISI ACAK

Frequency (Hz)	Qualification ( $g^2/Hz$ )	Result
20	0.002	Ok
110	0.002	Ok
250	0.034	Ok
1000	0.034	ok
2000	0.009	ok
g RMS	6.7	ok
Duration	2 min/axis	ok

### 3.2 Kontrol Kualitas Pada Pengujian Satelit (Uji Getar)

Untuk mendapatkan kualitas yang diinginkan sesuai dengan rencana maka perlu adanya kegiatan uji getar Satelit LAPAN-A2 yang dilakukan di laboratorium Sentra Teknologi Polimer-BPPT Puspitek Serpong Tangerang. Parameter pengujian yang dipersyaratkan oleh wahana peluncur PSLV dapat dilihat pada Tabel 3-2 dan Tabel 3-3 (Huzain, M.F. dan Triharjanto, R.H, 2013).

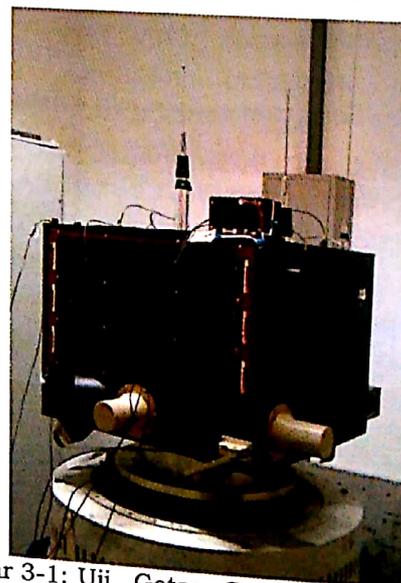
Dari hasil pengujian getar di laboratorium uji getar STP-BPPT sebagaimana data di atas dinyatakan bahwa Satelit LAPAN-A2 dinyatakan sudah lulus terhadap uji getaran, memenuhi *acceptance test level* dan tidak ada kerusakan pada benda uji (satelit LAPAN-A2) pasca pengujian.

### 3.3 Pengiriman Satelit

#### 3.3.1 Kontainer satelit

Satelit LAPAN-A2 yang sudah selesai pengujian baik itu di

laboratorium maupun uji getar dan dinyatakan sudah siap untuk diluncurkan. Peluncuran satelit LAPAN-A2 akan dilakukan di Sriharikota Chennai India, sedangkan satelit LAPAN-A2 berada di Indonesia.



Gambar 3-1: Uji Getar Satelit LAPAN-A2 di STP-BPPT

Untuk membawa satelit LAPAN-A2 dari Indonesia ke India dengan menggunakan transportasi pesawat udara. Persyaratan

yang diperlukan untuk membawa satelit dengan pesawat udara diperlukan alat bantu yaitu kontainer untuk pengiriman satelit. Kontainer dirancang sedemikian rupa agar satelit tidak rusak selama perjalanan.



Gambar 3-2: Kontainer Satelit

Kontainer harus dirancang dengan ketentuan bahwa kontainer harus bisa meredam getaran yang timbul dalam proses pengiriman dengan pesawat udara ke India dan selanjutnya pengiriman dari bandara di India ke tempat peluncuran. Kontainer dibuat dalam bentuk kotak yang berlapis (dua lapis), kotak luar dengan ukuran panjang 100 Cm, lebar 90 Cm dan tinggi 136 Cm. Lapisan pertama kotak luar yang sifatnya meredam getaran langsung dari luar dan selanjutnya dibuat kotak kedua yang di dalamnya ditempatkan satelit LAPAN-A2. Diantara kotak luar dengan kotak lapis kedua dibuat suatu ruangan yang diisi dengan *foam* dan per berbentuk spiral. Sistem kontainer dengan kotak berlapis ini, satelit dijamin lebih aman dari getaran sewaktu pengiriman. Sepanjang perjalanan satelit dari Indonesia ke India dilakukan perekaman kondisi lingkungan yang meliputi, temperatur, kelembaban dan *shock*/getaran.

70

### 3.3.2 Moda angkutan

Satelit akan dikirim ke tempat peluncuran satelit di *Satish Dhawan Space Centre Shar (SDSCS) Sriharikota Chennai India*. Pengiriman satelit akan dilakukan melalui transportasi udara yaitu dengan menggunakan pesawat cargo. Sesampainya di Bandara, di kota Chennai, India satelit akan dibawa langsung ke Sriharikota melalui darat dengan menggunakan truk. Pengaturan perjalanan darat tersebut dengan ketentuan bahwa kecepatan truk maksimal 20-30 Km/jam. Jarak tempuh antara bandara Chennai ke Sriharikota dengan jarak kurang lebih 105 Km. Satelit LAPAN-A2 sampai di Sriharikota sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Satelit harus tiba di Sriharikota paling lambat 2 bulan sebelum peluncuran. Selama menunggu waktu peluncuran dua bulan satelit harus dilakukan pemeliharaan kesehatan satelit oleh *engineer* Pusteksat. Pada saat peluncuran, dilakukan pengintegrasian satelit LAPAN-A2 oleh para *engineer* India pada roket PSLV selanjutnya satelit diluncurkan dan ditempatkan di orbit yang telah ditentukan yaitu pada ketinggian sekitar 630 km.

## 4 PENUTUP

Manajemen kontrol kualitas sangat diperlukan dalam tahapan pembangunan satelit LAPAN-A2, mulai dari desain awal, pemilihan komponen, pengujian komponen, pengintegrasian dan pengujian akhir (uji level) satelit di laboratorium agar satelit dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan misinya. Kontrol kualitas yang ketat dalam pembangunan satelit dengan berpedoman kepada ukuran, standar, waktu yang tepat menghasilkan produk berupa satelit LAPAN A2 selesai tepat pada waktunya secara efisien dan efektif dan sesuai dengan rancangan awal.

## DAFTAR RUJUKAN

- Budianto, P.A. dan Huzain, M.F., 2013. *Perancangan Struktur Satelit Lapan-Orari/A2 Untuk Menghasilkan Mass Properties Optimal*, Buku Ilmiah Pengembangan Teknologi Satelit di Indonesia, IPB Press.
- Huzain, M.F. dan Triharjanto, R.H., 2013. *Pengukuran Karakteristik Dinamika Struktur Satelit Lapan-Orari/A2*", Jurnal Teknologi Dirgantara, Volume 11 Nomor 2.
- Indian Space Research Organisation, 2005. *ISRO, PSLV Project*, VSSC, VSSC, Valimala, Trivandrum.
- Nasser, E.N. dan Hasbi, W., 2013. *Karakteristik Kinerja EMC (Radiated Emission) di Level Sistem Satelit Lapan-Orari/A2*, Buku Ilmiah Pengembangan Teknologi Satelit di Indonesia, IPB Press.
- Triharjanto, R.H, dan Mukhayadi, M., 2012. *Optimasi Misi dan Modifikasi Desain Satelit Mikro Lapan A2*, Buku Ilmiah Pengembangan Satelit Mikro Lapan, IPB Press.
- <http://huangcorp.wordpress.com/2008/04/29/manajemen-kualitas-quality-management>, diakses tanggal 18 September 2013.