

Rancangan Sistem Monitoring Objek Berbasis APRS (*Automatic Packet Reporting System*) Menggunakan Satelit ISS (*International Space Station*)

Oleh
Irwan Priyanto *
Suhata*
Rakhmad Yatim*

Abstrak

Sebagai tahap uji coba untuk sistem stasiun APRS dilakukan pengujian rancangan sistem monitoring penerimaan dan pengiriman data memanfaatkan instrumentasi APRS sebagai digital *repeater* yang terdapat pada ISS (*international space station*). Stasiun penerima yang digunakan merupakan stasiun *fixed* menggunakan piranti radio, TNC (*Terminal Node Control*) untuk radio paket, computer dan program aplikasi APRS *software* UI-View. Hasil pada gambar tampilan *software* UI-View, Stasiun APRS yang berlokasi di Malaysia yang secara otomatis akan tampil dilayar saat ISS lewat dengan simbol kendaraan yang berarti stasiun APRS ini merupakan stasiun *mobile*.

Kata Kunci : instrumentasi APRS, digital *repeater*, stasiun *fixed*, TNC, stasiun *mobile*

Abstract

As the pilot phase for testing systems APRS station monitoring system design and receive data utilizing digital instrumentation as APRS repeater contained in ISS (international space station). Receiving station used a fixed station devices using radio, TNC (Terminal Node Control) for packet radio, computer and software application programs APRS UI-View. The yield on the image display software UI-View, APRS stations located in Malaysia that will automatically appear when the ISS passed the screen with symbols of vehicles means APRS station is a mobile station.

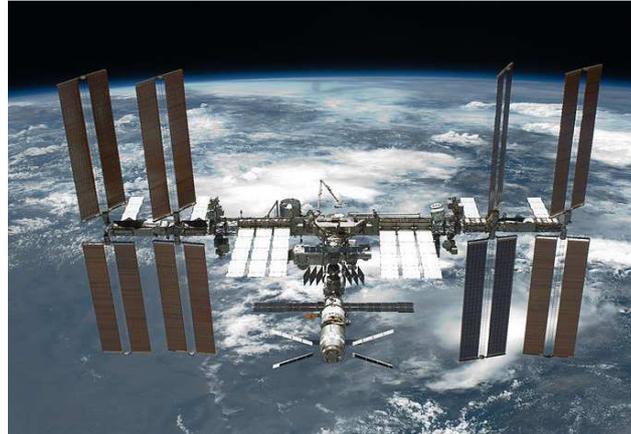
Keywords: APRS instrumentation, digital repeaters, fixed station, TNC, the mobile station

1. PENDAHULUAN

LAPAN saat ini sedang membangun satelit LAPAN A-2 yang akan membawa muatan berupa APRS (*Automatic Packet Reporting System*). APRS merupakan integrasi perangkat keras dan perangkat lunak yang memanfaatkan sistem komunikasi digital dari radio amatir untuk melakukan pertukaran informasi antar anggota jaringan secara real-time. APRS dapat digunakan untuk melacak (*tracking*) posisi dari sasaran yang bergerak (*mobile*) maupun tidak bergerak (*fixed*) dengan melihat pada *software* APRS yang menampilkan peta yang pada layar monitor. Sistem ini dirancang oleh Bob Bruninga yang saat ini bekerja di United States Naval Academy. APRS pertama kali dibuat pada tahun 1990 dan mengalami perkembangan yang pesat setelah 10 tahun.

ISS adalah stasiun luar antariksa yang merupakan proyek gabungan dari 16 negara yang berada pada orbit rendah 402 km dengan inklinasi orbit 51,6 derajat. Perangkat *Digipeater* APRS (Kenwood D700) merupakan salah satu instrumentasi yang terdapat pada ISS yang telah terpasang semenjak bulan Desember 2003 .

* Peneliti Pusat Teknologi Satelit- LAPAN



Gambar 1.1. *International Space Station (ISS)*

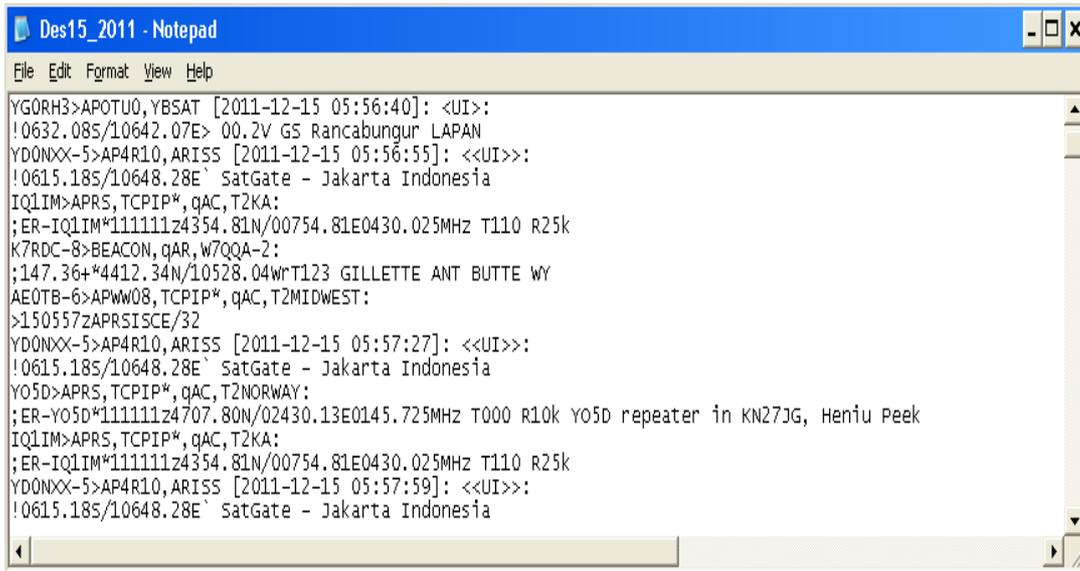
Makalah ini membahas tentang pengujian sistem stasiun APRS yang dilakukan dengan menerima data secara langsung dari satelit. Sebelum satelit A-2 diluncurkan dilakukan pengujian dengan memanfaatkan muatan APRS yang terdapat pada satelit ISS. Sebagai tahap uji coba untuk sistem stasiun APRS dilakukan pengujian penerimaan dan pengiriman data memanfaatkan instrumentasi APRS sebagai digital repeater yang terdapat pada ISS (international space station).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Payload APRS dapat difungsikan sebagai transmitter, digital repeater (TNC), dan tracker. Bersifat tracker broadcast jika payload APRS hanya mengirimkan data GPS, data telemetri, kode morse /callsign. Bersifat digipeater jika data tersebut dapat dikirimkan ulang ke beberapa terminal/stasiun dengan beberapa pesan tambahan yang berupa text. Terminal yang dituju dapat berupa mobile (bergerak) atau tetap (*fixed*). Sedangkan transmitter jika terminal/stasiun tersebut dapat memberikan perintah/*command* agar pesan atau data telemetri yang diinginkan dikirimkan ke terminal/stasiun yang diinginkan. Dengan demikian sistem jaringan atau topologi jaringan dapat menjadi lebih kompleks.

APRS menggunakan UNCONNECTED protocol untuk memancarkan posisi tepat (koordinat) dari stasiun, simbol yang menunjukkan jenis stasiun yang digunakan dan keterangan singkat mengenai kondisi stasiun tersebut karena menggunakan UNCONNECTED protocol, jumlah paket yang dipancarkan dapat diminimalkan. APRS cukup mengirim 1 paket yang membawa semua informasi mengenai stasiun. Jika paket tersebut tidak dapat diterima pada transmisi pertama, APRS akan mengulang pancarannya setiap beberapa waktu yang ditentukan. Ini membuat penggunaan frekuensi menjadi lebih efisien. APRS dapat pula digunakan mengirim pesan pendek, mempunyai kemampuan mencari arah, dapat dihubungkan dengan stasiun APRS lainnya diseluruh dunia melalui internet, Melihat lokasi dan spesifikasi gempa bumi yang dipancarkan oleh stasiun cuaca, dan sebagainya.

Untuk dapat membangun dan mengoperasikan APRS dibutuhkan perangkat amatir radio, TNC (Terminal Node Control) untuk radio paket, komputer, Program APRS (UI-VIEW, WinAPRS, javAPRS, APRSPPLUS, Pocket APRS dll). Sebagai piranti tambahan untuk stasiun APRS yang bergerak (*mobile*) digunakan *Global Positioning System* (GPS) yang dihubungkan dengan komputer pada stasiunnya. Namun tidak menutup kemungkinan untuk menggunakan GPS pada stasiun yang tidak bergerak (*fix Station*). Contoh data terminal APRS ditampilkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Tampilan data terminal APRS

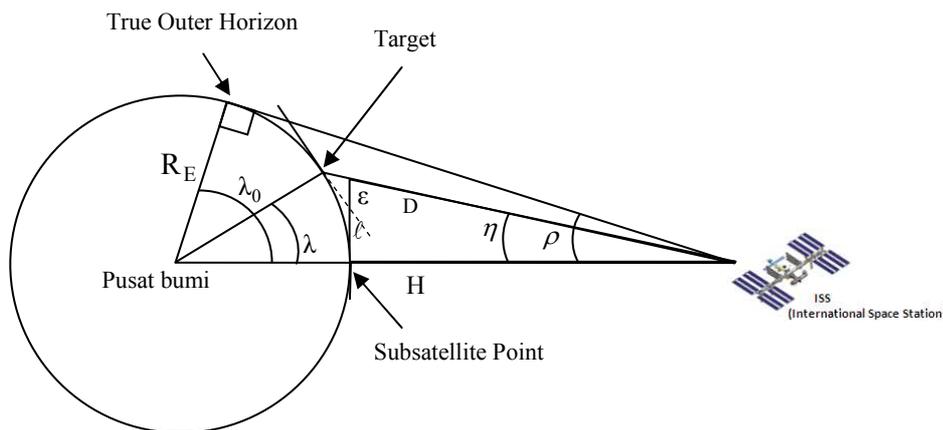
Pada saat pengaturan frekuensi perlu diperhatikan efek Doppler pergeseran frekuensi pada saat pergerakan satelit ISS. Satelit ini memiliki orbit LEO di ketinggian sekitar 214 mil (344 Km) di atas permukaan bumi dengan kecepatan sebesar 17.500 mph (28.000 kph). Oleh karena itu frekuensi radio stasiun penerima harus mengkompensasi frekuensi dengan mengimbangi ketika ISS mendekati AOS (Acquisition of sinyal) seperti pada saat ISS terbit diatas horizon dan LOS (Loss of signal) seperti pada saat ISS melewati horizon. Pada umumnya radio VHF 2m memiliki step minimum 5khz sehingga pengaturan frekuensi sebagai berikut:

AOS: Tx 145.820 Mhz, Rx 145.830 Mhz FM

LOS: Tx 145.830 Mhz, Rx 145.820 Mhz FM

TCA: 145.825 Mhz FM simplex (Tx = Rx)

Sebagai contoh TCA (Time of Closest Approach) adalah pada saat elevasi maksimum ISS.



Gambar 2.2. Geometri orbit satelit

Untuk mengetahui waktu kontak satelit dengan stasiun penerima, perlu diketahui pula parameter sudut angular bumi, periode, orbit satelit, sudut nadir, sudut pusat bumi dan jarak satelit.

Nilai sudut angular bumi (ρ) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\sin \rho = \frac{R_E}{R_E + H} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana R_E adalah radius ekuator bumi (km) dan H adalah ketinggian satelit diatas permukaan bumi (km).

Periode P (dalam satuan menit) dihitung dengan persamaan:

$$P = 1.658660 \times 10^{-4} (R_E + H)^{3/2}$$

Untuk nilai sudut nadir (η) menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\tan \eta = \frac{\ell}{H} \dots\dots\dots (2.2)$$

nilai sudut elevasi (ε) sebagai berikut:

$$\cos \varepsilon = \frac{\sin \eta}{\sin \rho}$$

Setelah itu, dicari nilai sudut pusat bumi (λ) menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\eta + \lambda + \varepsilon = 90^\circ$$

Waktu kontak satelit dengan stasiun bumi T (dalam satuan menit) dihitung dengan persamaan:

$$T = (P/180^\circ) \cos^{-1}(\cos \lambda_{maks} / \cos \lambda_{min})$$

Selain menggunakan persamaan diatas, untuk mempermudah mengetahui jadwal waktu satelit melewati (pass) lokasi stasiun APRS, dan waktu kontak (duration) satelit dengan stasiun bumi dapat digunakan perangkat lunak orbitron atau dapat pula menggunakan fasilitas *online satellite pass prediction* yang terdapat pada website www.amsat.org seperti yang ditampilkan pada gambar 2.3.

AMSAT Online Satellite Pass Predictions - ISS
View the current location of ISS

Date (UTC)	AOS (UTC)	Duration	AOS Azimuth	Maximum Elevation	Max El Azimuth	LOS Azimuth	LOS (UTC)
27 Dec 11	05:46:30	00:09:49	341	24	37	126	05:56:19
27 Dec 11	07:23:31	00:07:49	284	8	243	185	07:31:20
27 Dec 11	17:23:02	00:05:48	159	3	133	91	17:28:50
27 Dec 11	18:56:37	00:10:36	222	55	317	30	19:07:13
28 Dec 11	04:50:56	00:07:51	360	9	60	102	04:58:47
28 Dec 11	06:26:08	00:09:41	306	23	249	164	06:35:49
28 Dec 11	18:00:18	00:10:26	204	37	109	47	18:10:44
28 Dec 11	19:37:55	00:07:25	265	6	306	354	19:45:20
29 Dec 11	03:56:46	00:03:23	31	1	43	69	04:00:09
29 Dec 11	05:29:26	00:10:16	324	87	79	144	05:39:42

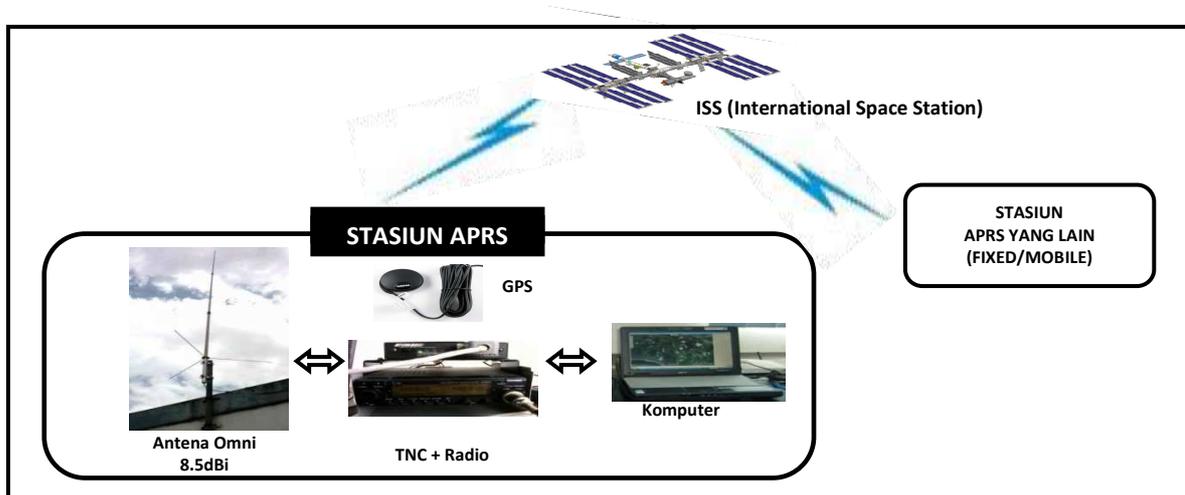
Gambar 2.3. Prediksi waktu satelit untuk melewati lokasi stasiun APRS

3. METODOLOGI

Metode yang digunakan meliputi pengambilan data & informasi dari satelit sebagai berikut:

- a. Mengatur frekuensi Radio sebesar 145.825 (Satellite Digipeater frequency)
- b. Mencari jadwal satelit ISS yang akan lewat (pass), menggunakan perangkat lunak orbitron atau dapat mengakses www.amsat.org
- c. Menentukan waktu pass dengan elevasi yang tinggi (80°-100°)
- d. Menjalankan software APRS (UI-view)
- e. Menjalankan terminal APRS untuk mengirimkan /menerima pesan untuk di pancar ulang kembali oleh ISS.

Pengujian sistem monitoring ini menggunakan tipe stasiun yang tidak bergerak (*fix Station*). Pengoperasian APRS dilakukan menggunakan perangkat amatir radio Kenwood, TNC (Terminal Node Control) Kantronik, Laptop sebagai media penampil data monitoring. Perangkat lunak yang digunakan adalah program APRS UI-VIEW. Sebagai piranti tambahan digunakan *Global Positioning System* (GPS). Antena yang digunakan adalah Antena Omni 8.5 dBi yang dipasang diatas gedung pada ketinggian ± 9 meter diatas permukaan tanah. Konfigurasi eksperimen stasiun APRS ini dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Konfigurasi Eksperimen Stasiun APRS menggunakan Antena Omni 8.5 dBi

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian rancangan sistem stasiun APRS ini, dilakukan monitoring penerimaan data langsung dari satelit. Sebelum satelit A-2 diluncurkan maka dilakukan pengujian memanfaatkan satelit ISS. Paket data yang berhasil di terima oleh Digipeater APRS pada ISS akan di pancarkan ke seluruh stasiun APRS yang berada di dalam jangkauan wilayah ISS yang di lewatinya. Dan menampilkan lokasi (koordinat) stasiun APRS pengirim data dan simbol yang menunjukkan jenis stasiun yang digunakan pada perangkat lunak APRS (UI-View).



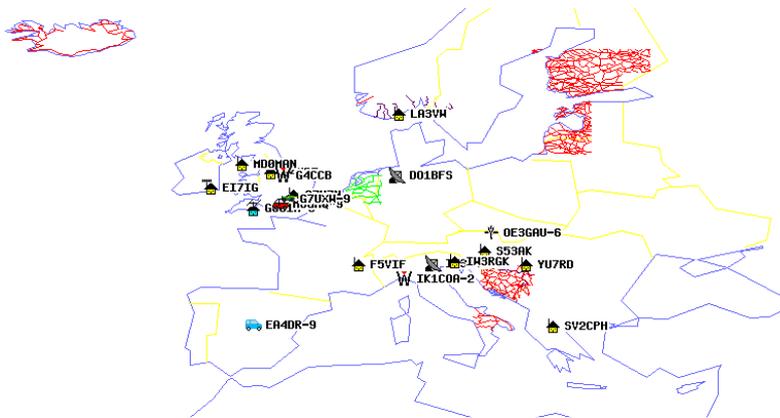
Gambar 4.1 Tampilan UI-View saat ISS melewati Indonesia (pass)

Pada gambar 4.1 yang merupakan tampilan software UI-View hasil dari pengujian, Stasiun APRS dengan callsign 9w2JEK yang tidak terjangkau oleh komunikasi teresterial dan berlokasi di Malaysia yang secara otomatis akan tampil dilayar saat ISS lewat diatas permukaan lokasi stasiun APRS. Stasiun APRS dengan callsign 9w2JEK ini memiliki simbol kendaraan yang berarti stasiun

APRS ini merupakan stasiun mobile. Hal ini membuktikan bahwa komunikasi melalui APRS pada satelit dapat mengatasi hambatan jarak yang terdapat pada komunikasi APRS melalui terrestrial.

Berdasarkan hasil pengujian, bila dibandingkan dengan referensi gambar 4.2 yang merupakan data yang terdapat pada www.arisss.net, hasil rancangan memiliki kinerja yang kurang memuaskan. Hal ini terlihat pada hasil pengujian ini hanya satu saja stasiun yang bisa terakses. Hal ini dapat disebabkan kurangnya kualitas & performa antenna, redaman sinyal pada perangkat penerima maupun kabel penghubung serta konektor yang digunakan. Namun, berdasarkan analisa, faktor utama yang menyebabkan hasil rancangan ini kurang maksimal adalah faktor penggunaan jenis antenna yang kurang tepat.

Pada pengujian, stasiun penerima sinyal APRS dengan YGORH pada eksperimen menggunakan antena jenis *omni* dengan penguatan penerimaan (gain antenna) sebesar 8.5 dBi yang memiliki pola radiasi yang menyebar keseluruh arah bukan directional (searah), sehingga hanya cocok untuk mengakses satelit ISS yang melintas dengan elevasi yang tinggi. Hal ini menghambat untuk melakukan monitoring satelit ISS melintas setiap saat untuk berbagai nilai elevasi.



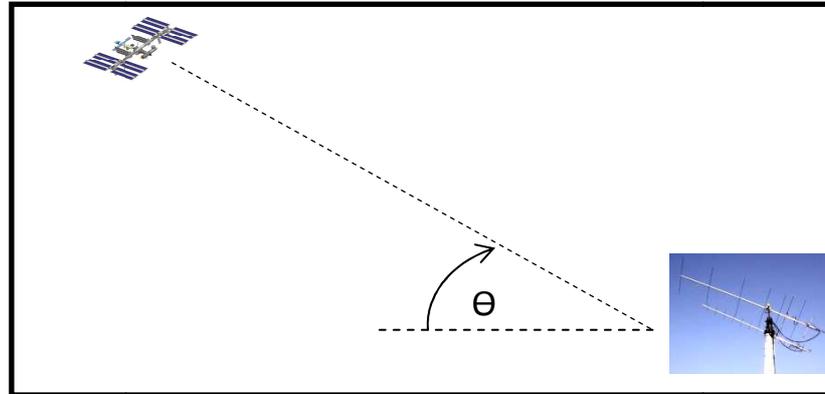
Gambar 4.2. Tampilan stasiun penerima yang termonitoring melalui ISS di wilayah eropa

Untuk memperoleh hasil penerimaan data yang lebih baik dan menerima data setiap saat satelit ISS melintas, dapat digunakan antenna directional seperti yagi menggunakan modul sistem penjejak azimuth-elevation rotator yang dilengkapi dengan controller, sehingga dapat mengakses ISS dengan elevasi sedang sampai tinggi.



Gambar 4.3 Antena yagi yang dapat digunakan untuk stasiun penerima APRS

Keutamaan jenis antenna **yagi** (gambar 4.3) dibandingkan dengan antenna omni, bahwa antenna yagi penguatan penerimaan (gain antenna) dapat mencapai 18 dBi. Dengan gain sebesar itu, stasiun penerima APRS, dapat menerima sinyal satelit dengan baik pada elevasi (Θ) sedang $30^\circ - 60^\circ$ seperti yang di ilustrasikan pada gambar 4.4.



Gambar 4.4. Stasiun penerima APRS dengan rotator antenna untuk sudut elevasi sedang.

Selain itu parameter lain yang dapat meningkatkan keberhasilan monitoring penjejak satelit adalah akurasi pointing antenna (azimuth dan elevasi) kemampuan motor antenna dalam memposisikan arah antenna sepanjang periode waktu akuisisi dan modul penjejak satelit yang menggunakan auto track yang dapat melakukan autokoreksi posisi pada saat akuisisi data monitoring. Ketepatan posisi antenna akan berpengaruh terhadap level penerimaan sinyal RF yang diperoleh.

Dengan rancangan stasiun penerima APRS yang memiliki kualitas yang baik, akan terkait dengan kualitas penerimaan data dan berhubungan dengan kuantitas stasiun APRS lain yang diakses. Hal ini tentu saja sangat bermanfaat untuk penyebaran informasi/data terutama disaat bencana sehingga semakin banyak stasiun penerima lain yang diperoleh maka informasi akan lebih cepat tersebar luaskan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan antenna omni, rancangan sistem stasiun APRS telah dapat di implementasikan sebelum satelit LAPAN A-2 berada di angkasa.
2. Untuk memperoleh hasil yang lebih baik dapat digunakan antenna yagi menggunakan azimuth-elevation rotator yang dilengkapi dengan controller.

DAFTAR PUSTAKA

- Beech, William A. Douglas Nielsen. Jack Taylor. *AX-25 Link Access Protocol for Amateur Packet Radio*. Texas: The American Radio Relay League, Inc. <http://www.tapr.org/pdf/AX25.2.2.pdf> (4 Oktober 2011). 1998.
- Bruninga, Bob. 2011. *Argent Data Systems OpenTracker USB User's Manual*. Santa Maria: Argon Data Sytem. http://www.argentdata.com/support/OpenTrackerUSB_manual.pdf (8 Oktober 2011).
- Hayward, Wes. Rick Campbell. *Experimental Methods in RF Design*. Newington USA: ARRL. 2009.
- Iksan, M.Yoyok. Muhammad Mukhayadi.Wahyudi Hasbi. *Kajian Penerapan AIS pada Satelit Laplan-A2*. Bogor: IPB Press. 2011.
- Killen, Harold B. *Modern Electronic Communication Techniques*. New York: Macmillan, Inc. 1985.
- Suhermanto. *Koreksi Posisi Antena Penjejak pada Penerimaan Data Terra/Aqua*. Bogor: IPB Press.2011.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

DATA UMUM

Nama Lengkap : Irwan Priyanto
Tempat & Tgl. Lahir : Jakarta, 09 Maret 1983
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Instansi Pekerjaan : LAPAN
NIP. / NIM. : 19830309 2008011004
Pangkat / Gol. Ruang : Penata Muda Tk.I- III/b
Jabatan Dalam Pekerjaan : Staff
Agama : Islam
Status Perkawinan : Menikah

DATA PENDIDIKAN

SLTA : SMU 71 Jakarta Tahun: 1998
STRATA 1 (S.1) : T.Elektro UNDIP Tahun: 2001

ALAMAT

Alamat Rumah : Jl. Flamboyan no.19, Jatibening Satu, Pondok Gede, Bekasi
HP. : 081805846644
Alamat Kantor / Instansi : Jl. Cagak Satelit Km.04 Rancabungur, Bogor
Telp. : (0251)8621667
Email: irwan_priyanto@yahoo.co.id

DATA UMUM

Nama Lengkap : Suhata,S.Si,MM
Tempat & Tgl. Lahir : Jombang, 8 Juli 1959
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Instansi Pekerjaan : Pusteksat-LAPAN
Nip. / Nim. : 19590708 198011 1 001
Pangkat / Gol. Ruang : Penata Tk.I/III d
Jabatan Dalam Pekerjaan : Peneliti Muda
Agama : Islam
Status Perkawinan : Nikah

DATA PENDIDIKAN

SLTA : Yogyakarta Tahun: 1979
STRATA 1 (S.1) : Unas Jakarta Tahun: 1987
STRATA 2 (S.2) : IGI Jakarta Tahun: 2007

ALAMAT

Alamat Rumah : Kamp Pisangan Rt 10 Rw.11 No. 24 Penggilingan
Jakarta-Timur 13940
Alamat Kantor / Instansi : Jln Cagak Satelit Km 04. Rancabungur – Bogor
Email:suhata2003@yahoo.com

DATA UMUM

Nama Lengkap : Rakhmad Yatim
Tempat & Tgl. Lahir : Mojokerto, 10 September 1977
Jenis Kelamin : Laki-laki
Instansi Pekerjaan : LAPAN
NIP. / NIM. : 19770910 200604 1 011

Pangkat / Gol. Ruang : Pengatur- II/c
Jabatan Dalam Pekerjaan : Teknisi Litkayasa
Agama : Islam
Status Perkawinan : Menikah

DATA PENDIDIKAN

SLTA : SMA PGRI 1 MOJOKERTO Tahun: 1995

ALAMAT

Alamat Rumah : Puri Nirwana 3 Blok CE-34 Karadenan, Cibinong, BOGOR
HP. : 08129507098
Alamat Kantor / Instansi : Jl. Cagak Satelit Km.04 Rancabungur, BOGOR
Telp. : (0251)8621667
Email: kossidi@yahoo.com