

RANCANG BANGUN SIMULATOR POWER SATELIT

Abdul Karim

Pusat Teknologi Satelit, Lapan
Jl Cagak Satelit Km 04, Bogor, 16310
HP : +62 811 945 660
E-mail : karim.lapan@gmail.com

Abstrak

Pengujian sistem power satelit menggunakan cahaya matahari langsung belum optimal dikarenakan selain beresiko tinggi membawa satelit ke ruang terbuka juga nilai yang dihasilkan belum dapat mensimulasikan nilai operasi yang sesungguhnya di orbit satelit. Untuk itu perlu dirancang sebuah sistem simulator power. Sistem ini akan dibuat menggunakan perangkat lunak untuk mensimulasi nilai power yang dihasilkan solar panel terhadap cahaya matahari. Data diambil berdasarkan spesifikasi solar panel yang digunakan satelit Lapan-A2. Nilai power keluran yang telah diolah oleh perangkat lunak akan menjadi masukan sebuah power supply sekaligus menjadi nilai keluarannya. Dengan demikian nilai keluaran power supply tersebut akan mensimulasikan nilai solar panel sistem satelit.

Kata kunci: satelit, simulator, power

Abstract

Satellite power system test using sunlight directly is not optimal yet because it has a high risk to move satellite to outdoor and cannot simulate the real value of its orbit. Therefore it need to be designed a power simulator system. The system will be done using a software for simulating the value of converting sunlight to solar array. The specification of Lapan-A2 solar array will be used as the simulator data. The output power that has been processed by software will be the input and also output of power supply. Thus, the output of power supply will simulate the solar array of satellite.

Key words: satellite, simulator, power

1. PENDAHULUAN

Pusat Teknologi Satelit Lapan bekerjasama dengan TU Berlin telah berhasil membangun sistem satelit mikro bernama Lapan-Tubsat. Satelit tersebut telah mengorbit di ruang angkasa lebih dari 6 tahun. Sekarang Lapan sedang melakukan pembangunan satelit mikro Lapan-A2 dan Lapan-A3. Satelit Lapan-A2 telah selesai diintegrasikan dan siap diluncurkan pada awal tahun 2014, kemudian saat ini juga secara paralel sedang dilakukan pembangunan satelit Lapan-A3 [1].

Banyak pengujian yang harus dilakukan sebelum satelit diluncurkan diantaranya adalah pengujian fungsional, uji getar, *electromagnetic compability*, temperatur, tekanan, sistem power dan lain sebagainya. Hal ini dilakukan tentunya untuk memastikan bahwa satelit yang dirancang dapat bekerja di ruang angkasa sesuai dengan yang diharapkan.

Dalam tulisan ini akan difokuskan pada pengujian sistem power satelit. Pengujian sistem power satelit menggunakan cahaya matahari langsung belum optimal. Keterbatasan ruang integrasi satelit yang mengharuskan membawa satelit keluar ruangan terbuka mempunyai resiko yang tinggi. Selain itu pengujian sistem dengan cara tersebut menghasilkan nilai yang belum dapat mensimulasikan nilai operasi yang sesungguhnya di orbit satelit.

Untuk itu perlu dibuat sistem simulator. Perancangan simulator ini juga pernah dilakukan penulis dalam pengembangan OBDH satelit, studi kasus Lapan-Tubsat. Penggunaan simulator dapat mengurangi cost dan resiko dalam pengembangan sistem satelit yang seringkali memerlukan waktu proses yang panjang dan sulit. Ketika pengembangan satelit dalam fase awal maka pengembangan perangkat lunak sudah dapat dimulai. Hal ini merupakan suatu keuntungan dalam pengembangan satelit secara keseluruhan [2].

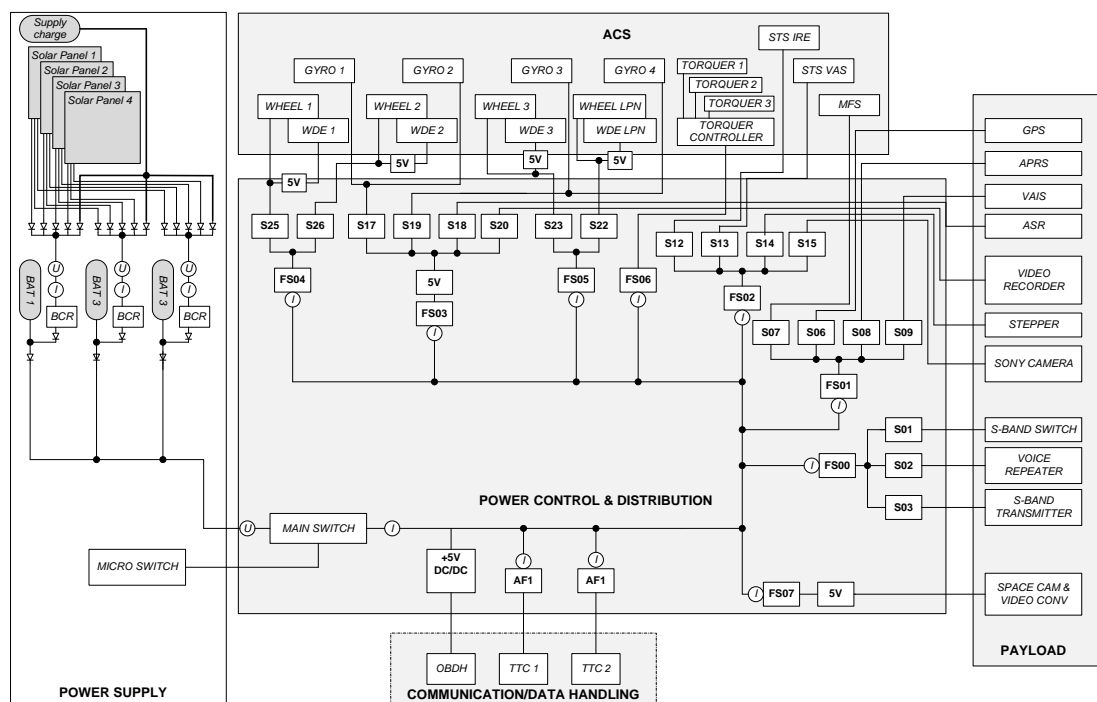
Rancang bangun sistem ini akan dibuat menggunakan perangkat lunak untuk mensimulasi nilai power yang dihasilkan solar panel dengan masukan cahaya matahari. Data diambil berdasarkan spesifikasi solar panel yang digunakan satelit Lapan-A2. Selain itu juga akan digunakan data rekam power Lapan-Tubsat selama mengorbit di ruang angkasa. Nilai power keluran yang telah diolah oleh perangkat lunak akan menjadi masukan sebuah power supply sekaligus menjadi nilai keluarannya. Dengan demikian nilai keluaran power supply tersebut akan mensimulasikan nilai solar panel sistem satelit.

2. SISTEM POWER SATELIT

Seperti halnya satelit-satelit besar, sumber power utama pada satelit mikro dihasilkan oleh matahari. Energi matahari ini ditangkap oleh sel-sel surya yang biasanya dirangkai dalam sebuah panel untuk kemudian didistribusikan ke sub sistem elektronik di dalam satelit. Selain itu energi matahari ini biasanya juga disimpan sebagai cadangan di dalam baterai untuk dipakai pada saat satelit berada pada kondisi *eclipse* (kondisi dimana satelit tidak mendapat supply energi dari matahari karena matahari tertutup oleh bayangan bumi).

Karena ketersediaan power pada satelit sangat mutlak diperlukan agar subsistem elektronik dapat bekerja, maka pada proses perancangan satelit sangat perlu dilakukan analisis dan estimasi ketersediaan power selama satelit berada di orbitnya. Analisa ketersediaan power ini meliputi beberapa kondisi yaitu kondisi normal, dan kondisi *eclipse*. Ketersediaan power yang dihasilkan oleh matahari dipengaruhi oleh banyak faktor yaitu orbit satelit, jumlah dan ukuran solar panel, jenis dan efisiensi solar panel, serta sudut matahari.

Banyak perangkat atau komponen yang digunakan oleh sistem satelit. Semua perangkat atau komponen tersebut mempunyai spesifikasi persyaratan seperti tegangan, arus dan lain-lain. Persyaratan tersebut harus dipenuhi oleh sistem power satelit. Sebagai contoh dapat dilihat dalam blok diagram Satelit Lapan-A2 [3]. Solar panel sebagai sumber power satelit mendapat pasokan power dari cahaya matahari. Power tersebut akan disimpan dalam baterai. Kemudian power tersebut akan didistribusikan melalui *Power Control Unit* (PCU) ke subsistem-subsistem satelit seperti reaction wheel, *Star Tracker Sensor* (STS), *Global Positioning System* (GPS) dan lain-lain seperti tampak dalam Gambar 1.



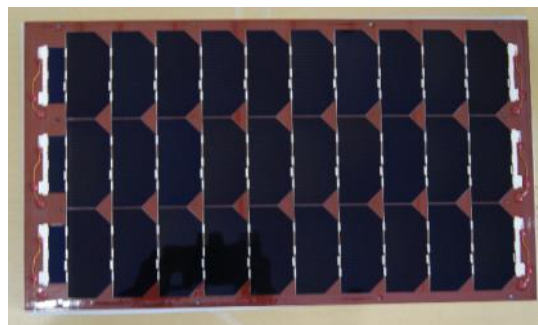
3. ANALISA POWER SOLAR PANEL

Faktor yang sangat berpengaruh pada ketersediaan power adalah solar panel. Beberapa jenis solar sel yang biasa digunakan untuk satelit mikro diantaranya Silikon, Galium Arsenat dan Indium Phospide dengan karakteristik masing-masing. Karakteristik sel dari tiap jenis dapat dilihat dalam Tabel 1.

Table 1. Jenis dan karakteristik solar panel [4]

Parameter	Silicon	Thin Sheet Amorphous Si	Gallium Arsenate	Indium Phosphide	Multijunction GaInP/GaAs
Planar cell theoretical efficiency	20.8%	12%	23.5%	22.8%	25.8%
Achieved efficiency:					
- Production	14.8%	5%	18.5%	18%	22%
- Best laboratory	20.8%	10%	21.5%	19.9%	25.7%
Equivalent time in geosynchronous orbit for 15% degradation:					
- 1 MeV electron	10 year	10 year	33 year	155 year	33 year
- 10 MeV electron	4 year	4 year	6 year	89 year	6 year

Sebagai contoh dapat dilihat dalam Gambar 2 yaitu solar panel yang digunakan oleh satelit Lapan-A2. Solar panel ini menggunakan tipe Gallium Arsenate dimana masing-masing string terdiri dari 10 sel yang dihubungkan secara serial dan setiap panel terdiri dari 3 buah string. Berdasarkan spesifikasi arus maksimum yang dapat dihasilkan adalah 1,539 Ampere dan Tegangan maksimumnya adalah 24,27 Volt.

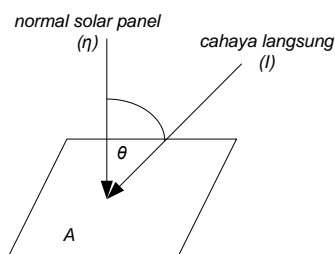


Gambar 2. Satu buah panel satelit Lapan-A2

Dimensi solar panel $46,5 \times 26,2 \text{ cm}^2$ dengan area efektif $905,4 \text{ cm}^2$. maka power yang dapat dihasilkan satu solar panel dapat dihitung dari persamaan berikut:

$$P = \eta A I \cos \theta \quad (1)[5]$$

Dimana P adalah Power, η adalah normal solar panel, I adalah intensitas cahaya, A adalah luas solar panel, dan θ adalah sudut sinar matahari tegak lurus terhadap solar panel.



Gambar 3. Sudut θ antara sinar matahari dan normal solar panel

3.1. Power Minimum

Power minimum terjadi pada saat hanya salah satu sisi solar panel yang terkena sinar matahari. Untuk itu didapatkan parameter sebagai berikut ini:

$$I = 1367 \text{ W/m}^2$$

$$\theta = 0^\circ$$

$$A = 905,4 \text{ cm}^2$$

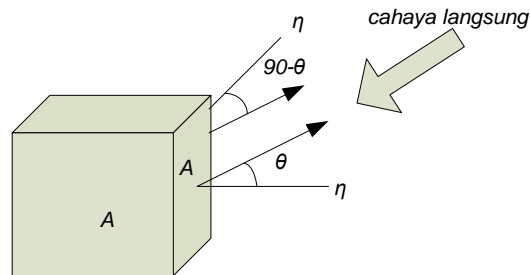
$$\eta_{\min} = 18,5\%$$

maka power output yang dapat dihasilkan oleh 1 panel yaitu:

$$P_{\text{out}(\min)} = \eta_{\min} A I \cos \theta = (0,185)(905,4 \times 10^{-4}) (1367)(\cos 0^\circ) = 22.987 \text{ W} \quad (2)$$

3.2. Power Maximum

Power maksimum akan diperoleh pada kondisi dimana dua permukaan solar panel yang paling besar (A1) terkena matahari yang membentuk sudut 30° dengan arah normal salah satu panel.



Gambar 4. Arah matahari terhadap solar panel untuk kondisi power maksimum

$$P_{\text{out}(\text{maks})} = \eta A I (\cos \theta + (\cos 90 - \theta)) \quad (3)$$

Dengan kondisi ini, maka power maksimum yang diperoleh adalah

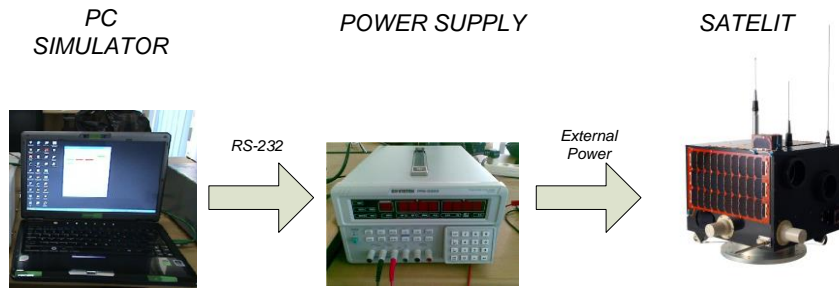
$$P_{\text{out}(\text{maks})} = \eta_{\text{maks}} A I (\cos 30^\circ + (\cos 60^\circ)) = (0,215)(905,4 \times 10^{-4}) (1367)(1,37) = 36.45 \text{ W} \quad (4)$$

4. PERANCANGAN DAN PENGUJIAN

Berdasarkan analisa diatas maka dalam perancangan simulator ini dibutuhkan sebuah power supply dengan spesifikasi minimal sesuai dengan solar panel yang digunakan oleh sistem satelit. Dalam hal ini spesifikasi minimal adalah dapat mengeluarkan arus sampai 1,5 Ampere dan tegangan 24 Volt atau daya 36,45 Watt. Untuk itu dalam perancangan sistem ini akan digunakan power supply Instek PPE-3323 dengan spesifikasi[6] :

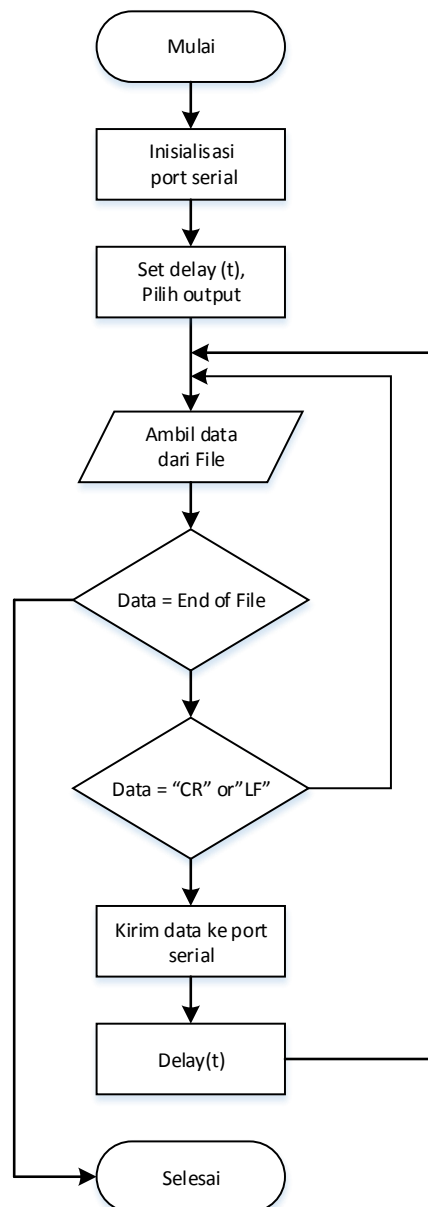
Keluaran Tegangan	: 0-32V ; -32-0V; 3,3V/5V fixed.
Keluaran Arus	: 0-3A ; -32-0V; 3,3V/5V fixed.
Akurasi program	
Tegangan	: $\leq 0.05\% + 25\text{mV}$ (+ 50mV rating voltage > 36 V)
Arus	: $\leq 0.2\% + 10\text{mA}$
Interface	: Rs232

Perangkat lunak direalisasikan dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic yang dirancang untuk sistem operasi berbasis windows. Lihat Gambar 5, data yang diolah melalui *Personal Computer* (PC) akan dikeluarkan melalui jalur usb dan dikonversi ke level tegangan RS-232 sehingga dapat diterima oleh power supply. Power supply akan mengeluarkan nilai arus dan tegangan untuk mensupply sistem power satelit sesuai dengan input data yang diterima melalui perangkat lunak.



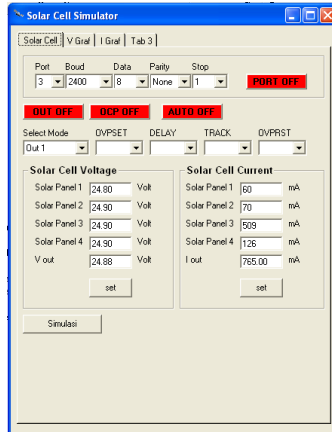
Gambar 5. Sistem simulator power satelit

Adapun *flowchart* atau diagram alir perancangan perangkat lunak dapat dilihat dalam Gambar 6. Perangkat lunak bekerja diawali dengan inialisasi port serial yang tersedia didalam PC termasuk menentukan nilai baudrate 2400 bps, 8 bit data, dan no parity yang harus disesuaikan dengan spesifikasi yang ditentukan oleh power supply.



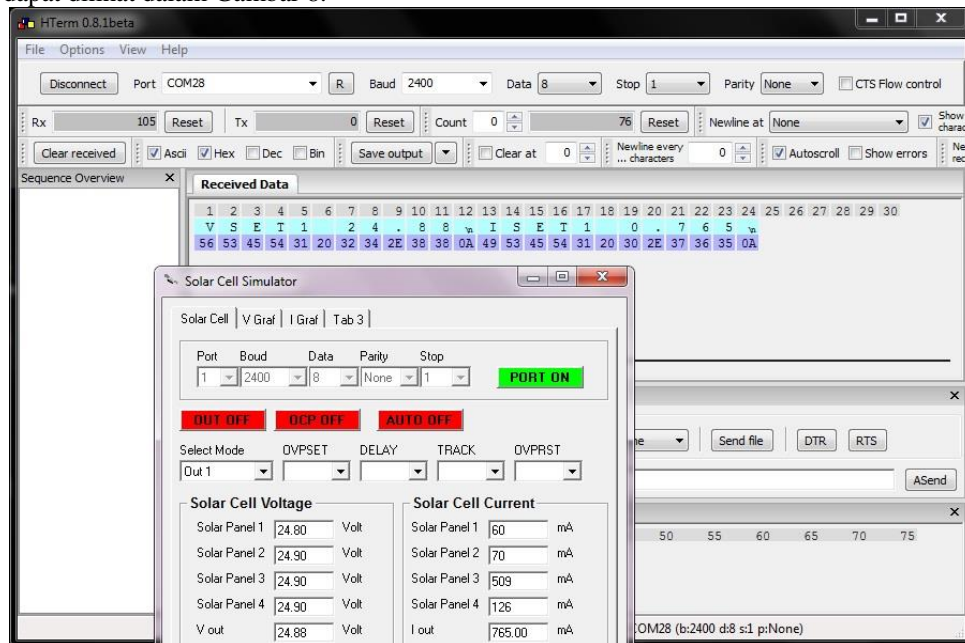
Gambar 6. Diagram alir perancangan perangkat lunak

Setelah itu dilanjutkan dengan menentukan nilai *delay* atau waktu jeda yang akan digunakan untuk pengambilan data berikutnya. Data yang tersimpan didalam file akan dibaca tiap karakter. Jika data didalam file kosong atau telah mencapai data terakhir (*End of file*) maka proses akan selesai. Jika tidak maka perangkat lunak akan mengumpulkan tiap data sampai menerima karakter "CR" atau "LF". Kumpulan data ini dapat berisi perintah menset tegangan dan arus power supply serta jalur kanal yang akan digunakan sebagai keluaran. Kemudian data tersebut akan dikeluarkan PC melalui jalur USB sesuai dengan kanal port serial yang telah kita tentukan didalam inisialisai port. Setelah melewati waktu jeda yang telah ditentukan sebelumnya maka proses pengambilan data akan diulang akan berakhir jika data atau karakter terkahir didalam file telah terbaca. Hasil perancangan perangkat lunak dapat dilihat dalam Gambar 7.



Gambar 7. Perangkat lunak simulator

Pengujian perangkat lunak ini dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak HTerm versi 0.8.1 karya Tobias Hammer. Data yang dikirim perangkat lunak simulator akan diterima oleh perangkat HTerm melalui jalur port serial yang berbeda dimana jalur pengirim dan jalur penerimanya saling disilang. Sebagai contoh perangkat lunak simulator diset menggunakan port serial 1 dan HTerm menggunakan port serial 28, maka jalur pengirim port 1 dihubungkan dengan jalur penerima port 28 dan sebaliknya jalur penerima port 1 dihubungkan dengan jalur pengirim port 28. Jika data yang dikirim perangkat lunak simulator sama dengan data yang diterima perangkat lunak Hterm maka perangkat lunak simulator disimpulkan dapat bekerja dengan baik. Pengujian dapat dilihat dalam Gambar 8.



Gambar 8. Pengujian perangkat lunak simulator menggunakan perangkat lunak HTerm

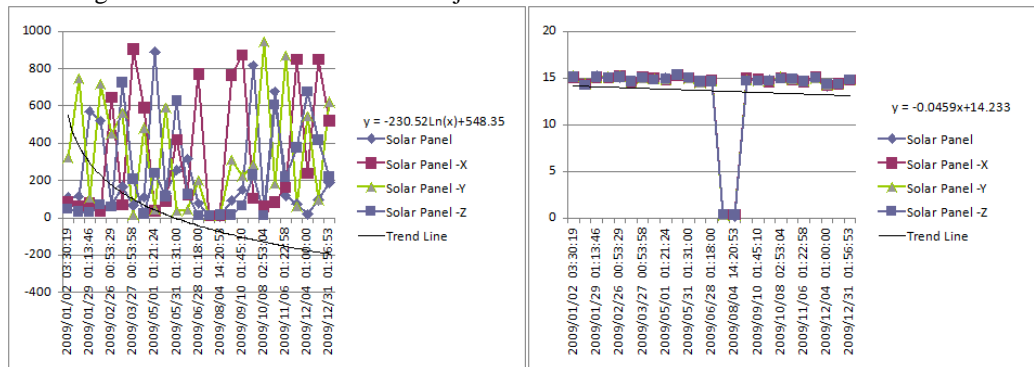
Hasil pengujian menunjukan bahwa data ($V_{out} = 24,88$ Volt dan $I_{out} = 765$ mA) yang dikirim oleh perangkat lunak simulator dapat diterima perangkat lunak Hterm dengan nilai yang sama. Kemudian perangkat lunak

tersebut dapat dihubungkan dengan power supply. Hasil pengujian dapat dilihat dalam Gambar 9. Data yang dikirim adalah Vout 24,88 Volt dan arus 3 mA.



Gambar 9. Hasil pengujian perangkat lunak simulator dan power supply

Untuk melihat simulasi yang riil dalam pengujian dapat digunakan data telemetry satelit Lapan-Tubsat dengan sistem waktu yang dipercepat. Data yang dikumpulkan berhari-hari dapat disimulasikan tiap detik perdata atau disesuaikan dengan kebutuhan. Contoh data ditunjukkan dalam Gambar 10.



Gambar 10. Data telemetry arus dan tegangan solar panel satelit Lapan-Tubsat

5. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penjelasan diatas maka dapat ditarik beberapa kesimpulan dan saran untuk pengembangan kegiatan ini selanjutnya.

5.1 Simpulan

Sistem simulator ini mempunyai fleksibilitas yang tinggi karena berbasis perangkat lunak. Perubahan nilai yang ingin dihasilkan atau disesuaikan dengan opsional satelit dapat dilakukan hanya dengan cara memasukkan nilai input parameter tersebut kedalam perangkat lunak. Penggunaan sistim ini dalam pengujian sistem power satelit sangat optimal dikarenakan beresiko rendah dan berbiaya murah. Beresiko rendah dalam arti pengujian satelit ini dapat dilakukan tanpa harus memindahkan satelit pada tempatnya dimana sistem satelit harus disimpan diruangan tertentu (*clean room*) dengan nilai temperatur dan kelembaban yang terjaga. Berbiaya murah dalam arti ketika sistem ini akan digunakan untuk pengujian sistem power satelit yang berbeda maka pengembangan hanya dilakukan dengan menambahkan kode dalam *source code* perangkat lunak.

5.2 Saran

Untuk menghasilkan sistem simulator yang lebih mendekati kenyataan maka sistem ini dapat digabungkan dengan perangkat lunak STK (*System Tool Kit*) produksi Analytical Graphic Inc atau yang berbasis *open source* seperti Celestia dan OpenSimKit. Perangkat lunak tersebut telah dilengkapi simulasi matahari terhadap orbit satelit yang dirancang.

6. DAFTAR RUJUKAN

- [1] Karim, A., Hasbi, W., 2011. On Board Data Handling Software Updatable for Satellite Lapan-A2. *International Conference on Space, Aeronautical and Navigational Electronics 2011(ICSANE)*. Bali Indonesia, October 17-19, 2011
- [2] Karim, A., 2010. *Perancangan Simulator untuk Pengembang OBDH Satelit, Studi kasus Lapan-Tubsat* . Master Tesis. Institute Teknologi Bandung.
- [3] Hasbi, W., Karim A., 2013. LAPAN-A2 System Design For Equatorial Surveillance Missions, 9th *International Symposium of The International Academy of Astronautics (IAA)*. Berlin Germany, April 8-12, 2013
- [4] Wertz, James R. and Larson, Wiley J., 1999. “*Space Mission Analysis and Design*”, Kluwer Academic Publishers, USA.
- [5] Anil K.Maini., Varsha Agrawal., 2011. “*Satellite Technology, Principles and Applications*”, A.John Wiley and Sons, Ltd. UK.
- [6] Programmable Power supply, 2001. *User Manual*. GW Instek.