

**DESAIN DAN IMPLEMENTASI SWITCH MODEM TT&C SATELIT  
LAPAN DENGAN MENGGUNAKAN IC MULTIPLEXER ANALOG**  
**DESIGN AND IMPLEMENTATION OF SWITCH MODEM TT&C SATELLITE LAPAN USING  
IC MULTIPLEXER ANALOG**

Rommy Hartono dan Deddy El Amin  
Pusat Teknologi Satelit - LAPAN  
rommyhartono@ymail.com

**Abstrak**

*Telemetry, Tracking, and Command (TT&C)* merupakan salah satu bagian dari *subsystem* satelit yang memiliki fungsi sebagai penghubung komunikasi antara satelit dengan *ground station*. Sistem TT&C menyediakan komunikasi *uplink* untuk *command*, *downlink* untuk memantau parameter satelit melalui *telemetry*, dan memonitor satelit agar tetap di orbit melalui *tracking*. Khusus untuk *ground station* LAPAN, konfigurasi TTC menggunakan satu unit radio *transceiver* UHF, dan satu *modem* untuk masing-masing satelit yaitu satelit LAPAN A2 dan LAPAN A3, untuk menyederhanakan kebutuhan *ground station* LAPAN, maka diperlukan suatu modul *switch* yang dapat menggabungkan dua *modem* satelit dengan satu unit radio *transceiver*, tanpa menghambat atau mengurangi kualitas sinyal dari radio ke *modem*. Tulisan ini menjelaskan hasil observasi, perancangan, dan pengujian dari modul *switch* tersebut. Modul *switching modem* ini menggunakan mikrokontroler ATmel dengan IC *multiplexer* 4053 sebagai komponen utama. Perangkat lunak yang bekerja pada mikrokontroler menggunakan bahasa *basic compiler*, *interface serial* RS-232, dan *Visual basic* sebagai *interface* GUI. Perancangan simulasi rangkaian *switch modem* menggunakan *Proteus 7*, dan desain skematik serta *layout printed circuit board* (PCB) dengan menggunakan *software Eagle*. Dari hasil pengujian yang dilakukan, komponen utama dari *switching modem* yaitu IC *multiplexer* 4053 mampu melewatkan sinyal dengan tegangan minimum sebesar -84.0 mV dan tegangan maksimum sebesar 90.0 mV dan juga tegangan antara puncak sebesar 182mV. Diharapkan dengan adanya modul *switch* dapat mempermudah operator untuk tracking satelit, khususnya untuk *ground station* yang dikendalikan secara jarak jauh dan mengurangi penggunaan perangkat di *ground station*.

Kata kunci: TT&C, radio *transceiver*, *switch modem*, IC *Multiplexer* 4053.

**Abstract**

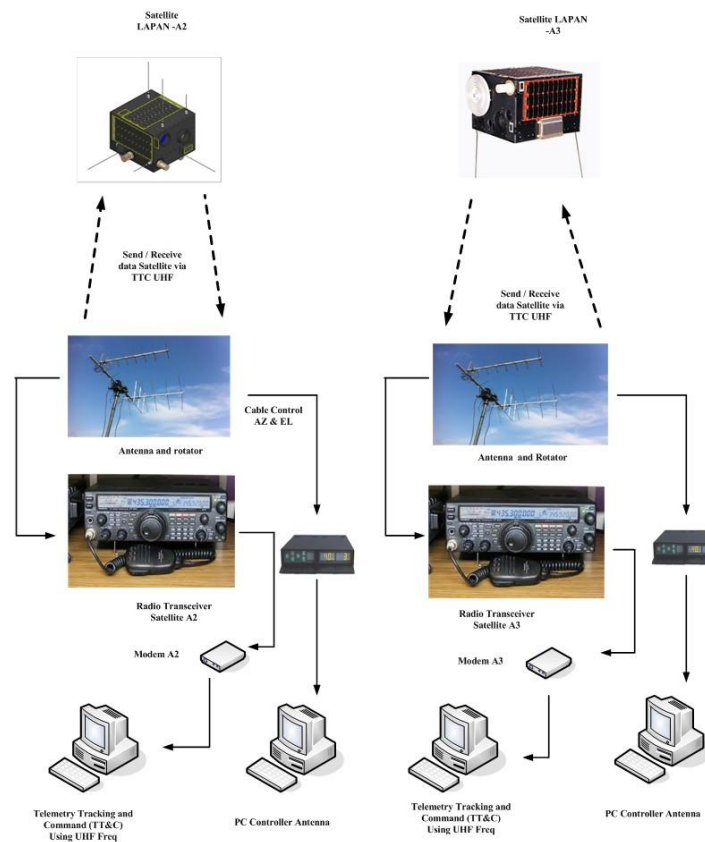
*Telemetry, Tracking, and Command (TT&C)* is part of the satellite subsystem that functions as a communication link between satellites and ground stations. The TT&C systems provide the *uplink* for *command*, *downlink* for monitoring parameters through *telemetry* and is needed for monitoring satellite position in orbit. In LAPAN ground station, the TT&C configuration uses one UHF *transceiver* radio unit, and one *modem* for each satellite of LAPAN A2 and LAPAN A3. To simplify the need for LAPAN ground station, a *switch* module is required that can combine two *modems* with one *transceiver* radio unit, without reducing quality of signal from radio to *modem*. This paper describes the results of design, and testing of the *switch* module. The *modem* *switch* module uses ATmel microcontroller with IC 4053 *multiplexer* as main component. Meanwhile, software implemented on microcontroller uses *basic compiler* language, with RS-232 serial interface, and *Visual studio* as GUI interface. The design of *modem* *switch* circuit simulation uses *Proteus 7*, and schematic design and layout of printed circuit board (PCB) use *Eagle* software. From the testing, the main component of the *switching modem* IC 4053 *multiplexer* capable of passing the signal with minimum voltage -84 mV, maximum voltage 90.0 mV, and peak voltage 182 mV. So that the *switch* module can facilitate the operator to track the satellite, especially for remote ground stations and reduce of device in the ground station.

Keywords: TT &C, radio *transceiver*, *switch modem*, IC *Multiplexer* 4053.

## 1. PENDAHULUAN

Dalam rangka kemandirian penguasaan teknologi satelit khususnya di Indonesia, Pusat Teknologi Satelit sampai saat ini masih terus melakukan penelitian dan pengembangan di setiap perangkat pendukung satelit yang dibawanya, mulai dari *payload* satelit, *spacecraft bus* dan *ground station*[1]. Khusus untuk *ground station* di LAPAN, aktifitas utama stasiun bumi mencakup tiga fungsi kerja sekaligus yaitu yang pertama sebagai stasiun bumi kendali yang akan menerima data *telemetry* dari satelit, yang kedua mengirim data perintah atau *command* ke satelit menggunakan jalur frekuensi UHF saat melakukan manuver tertentu untuk menjaga kestabilan gerakan satelit (*attitude control*), dan yang ketiga melakukan fungsi penjejakan (*tracking*) terhadap satelit yang melintas di atas stasiun bumi[2].

Konfigurasi stasiun bumi LAPAN khususnya di Rancabungur Bogor, terdiri dari beberapa bagian, antara lain: sistem *Antenna*, *Antenna transceiver* UHF 8 element, *rotator control antenna*, *antenna rotator system* (ARS), sistem RF, *cable coax*, radio *transceiver* Yaesu FT 847, *satellite modem link manager*, *power supply*, komputer *control*, dan *software* Sat-PC32[3]. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1. Konfigurasi TTC stasiun bumi Rancabungur LAPAN**

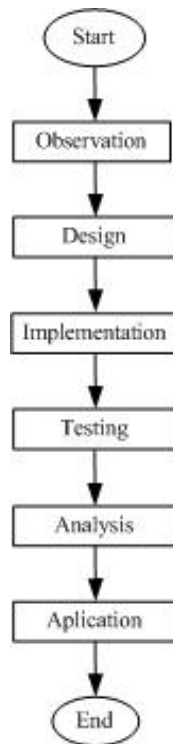
Berdasarkan konfigurasi Gambar 1, untuk melakukan proses TT&C membutuhkan banyak sekali perangkat untuk satu satelit, hal ini menyebabkan banyak perangkat yang digunakan di dalam stasiun bumi kendali, khususnya untuk radio *transceiver*. Selama ini untuk melakukan kegiatan *tracking* satelit membutuhkan satu unit radio *transceiver* untuk satu satelit LAPAN yang melintas di atas stasiun bumi Rancabungur. Dikarenakan stasiun Rancabungur, selalu di lewati satelit LAPAN A2 dan LAPAN A3, maka selama ini membutuhkan 2 unit radio *transceiver* untuk melakukan operasi *tracking* satelit.

Dalam makalah ini akan dibahas mengenai modul *switching* yang berfungsi untuk menggabungkan modem satelit LAPAN A2 dan modem satelit LAPAN A3 hanya dengan menggunakan satu radio *transceiver* UHF. Batasan dari penelitian ini adalah melakukan observasi terhadap radio pemancar UHF, radio pemancar untuk stasiun bumi Rancabungur menggunakan radio tipe Yaesu FT 847 dengan memanfaatkan *port* TNC (*terminal node controller*), perancangan, pembuatan, dan pengujian modul

*switch* modem. Tujuan perancangan dan implementasi ini adalah terciptanya suatu modul *switch* yang dapat terintegrasi dengan perangkat TT&C di stasiun bumi Rancabungur, sehingga dapat mempermudah operator satelit dalam melakukan kegiatan rutin yaitu operasi *tracking* satelit LAPAN, selain itu modul *switch* ini dapat menyederhanakan perangkat TT&C.

## 2. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2 dengan langkah-langkah kegiatan penelitian yang dilakukan, antara lain:



Gambar 2. Metodologi

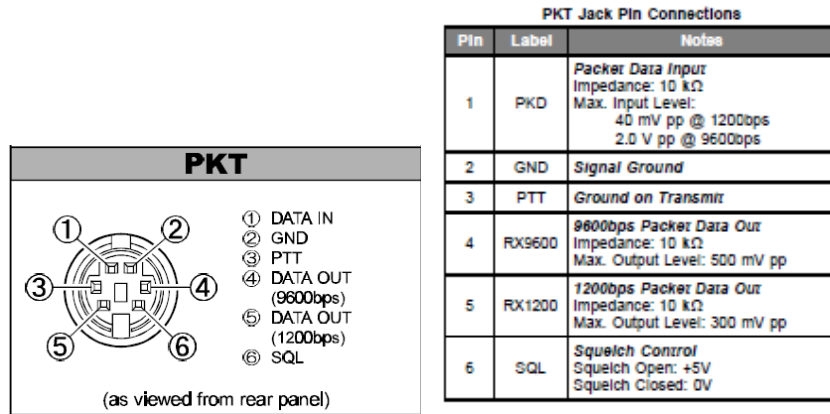
1. Observasi: Pengamatan bentuk sinyal yang dikeluarkan oleh radio *transceiver*.
2. Desain: Menentukan komponen utama yang digunakan untuk modul *switch modem* TT&C yang sesuai dengan hasil observasi, serta melakukan perancangan *hardware* dan *software* dengan simulasi.
3. Implementasi: Pembuatan *hardware*, pemrograman mikrokontroler, dan pembuatan GUI sesuai dengan kebutuhan.
4. Pengujian: Pengujian modul *switch modem* TT&C dengan alat bantu instrumentasi.
5. Analisa: Analisis hasil *design*, *implementation*, dan *testing* modul *switch* terhadap radio *transceiver*.
6. Aplikasi: Penerapan modul *switch* pada stasiun bumi Rancabungur dan stasiun bumi lainnya.

## 3. HASIL DAN PEMBAHAAN

### Observasi

Kegiatan yang pertama kali dilakukan dalam desain dan implementasi modul *switch* ialah melakukan observasi terhadap objek utama yaitu radio *transceiver* model radio FT847 dan modem satelit, radio ini sudah di gunakan sejak adanya satelit LAPAN TUBSAT hingga satelit LAPAN A3. Radio Yaesu ini bekerja pada tegangan 13.8 Vdc, konsumsi arus pada saat transmit sebesar 22A, dan bekerja pada frekuensi multi band (HF,VHF,UHF)[4]. Observasi yang dilakukan ialah dengan melihat

panel I/O yang ada pada panel belakang radio, yakni dengan memanfaatkan *jack* PKT (6 *din connector*). Observasi yang dilakukan dengan cara mengamati bentuk sinyal dimasing-masing pin I/O PKT di radio Yaesu FT-847 dengan menggunakan osiloskop beserta software tracking ground station LAPAN A2 dan LAPAN A3. Terdapat 3 sinyal PKT yang diamati ialah, sinyal *DATA IN*, *PTT (Push To Talk)*, dan *DATA OUT* (1200bps).



Gambar 3. Pin I/O port PKT radio Yaesu FT-847[4]

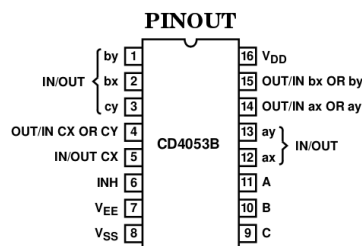
Dari hasil pengamatan sinyal radio dan modem satelit didapat data yang dijadikan referensi untuk pembuatan modul *switch* modem TT&C, dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Tabel hasil pengamatan sinyal PKT radio

Pin	Label	Fungsi/Keterangan	Parameter	Nilai				Besaran
				Min	Standby	Max	Vpp	
1	Data_in	Sinyal input ke radio	Vdata_in	-87,5	0	87,5	175	mV
3	PKT	Sinyal pengaktif transmit data	Vpkt	0	4,8	4,8	4,8	V
5	Data_out	Sinyal output ke modem	Vdata_out	-4,27		-0,125	4,15	mV
		Kondisi: Transmit data	Vdata_out	-3,275		1,45	4,725	mV
		Kondisi: Standby	Frek data_out		1,7794			KHz

### Sistem Desain

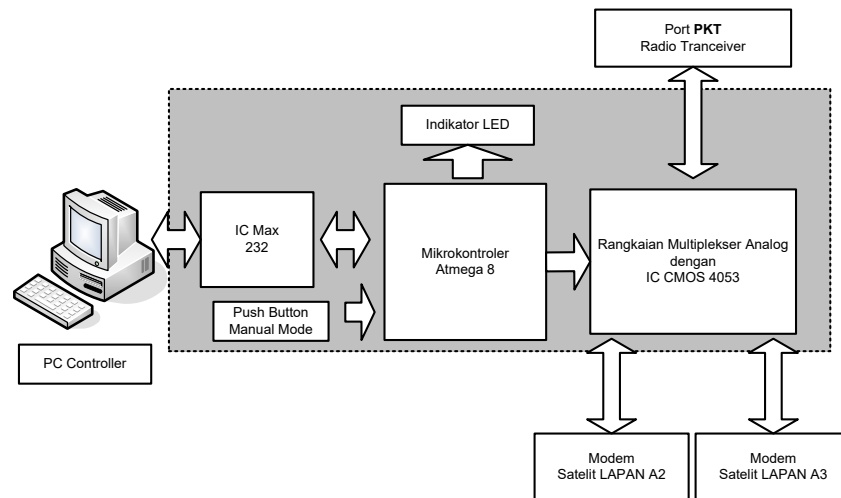
Modul *switch* PKT adalah modul yang dapat memilih dan meneruskan sinyal antara 1 radio *transceiver* dengan 2 modem satelit. Komponen utama pada modul *switch* ini menggunakan IC4053 *multiplexer* analog. IC4053 memiliki karakteristik tegangan  $V_{DD} = -0.5$  s/d 18 V dan  $V_{EE} = -11$ s/d 0.5V dan memiliki 16 pin I/O, di mana VDD berfungsi untuk catu daya positif dan Vee adalah catu daya negatif, dan Vss adalah *ground reference*[5].



Gambar 4. Pin I/O IC4053[6]

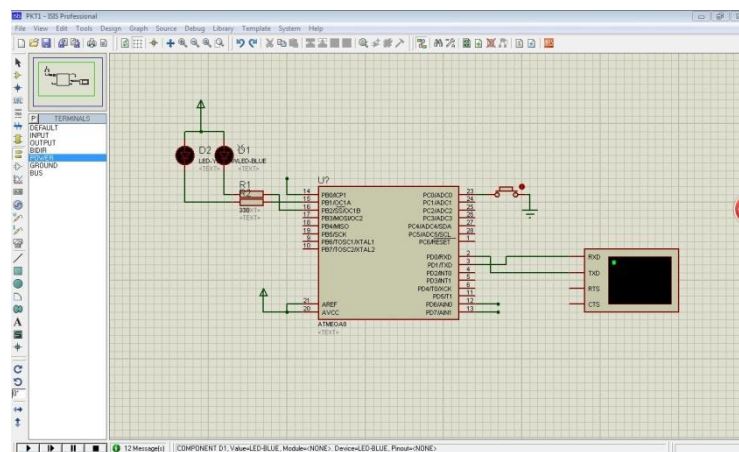
Penggunaan modul ini nantinya akan meringkas kebutuhan stasiun bumi yang semula 1 radio pada masing-masing satelit yaitu satelit LAPAN-A2 dan LAPAN-A3 menjadi hanya 1 radio untuk 2 satelit.

Modul *switch* PKT ini nantinya harus mampu melewati semua sinyal antara radio dan modem satelit dengan tidak menghambat atau mengurangi kualitas sinyal yang dilewatinya.



**Gambar 5. Konfigurasi sistem desain modul *switching* TT&C**

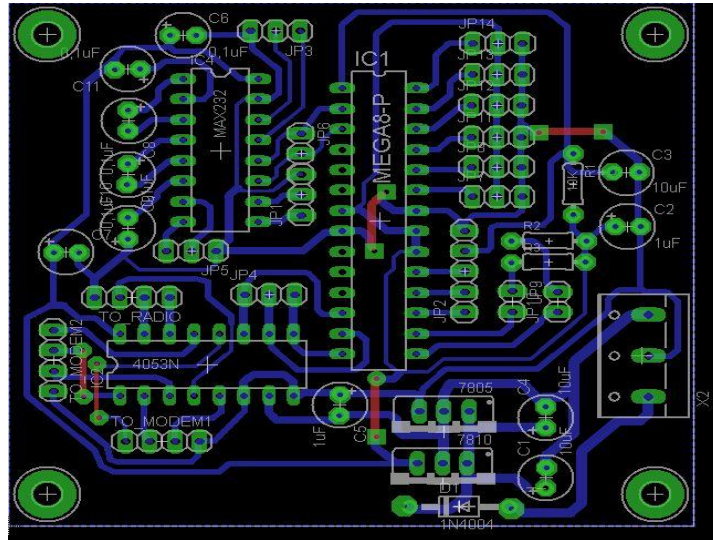
Perancangan modul *switch* modem TT&C terdiri atas 3 bagian yaitu: rangkaian *multiplexer* analog rangkaian mikrokontroler dan rangkaian *interfacing*. Blok diagram modul ini ditunjukkan pada Gambar 5. Secara garis besar cara kerja modul *switch* modem TT&C ini adalah sebagai berikut: *Port* PKT dan radio yang semula terhubung langsung akan dipisahkan oleh modul *multiplexer analog*. *Multiplexer* ini yang bertugas sebagai jembatan jalur sinyal dan dikendalikan oleh mikrokontroler. Pemilihan jalur sinyal oleh operator dapat dilakukan melalui komunikasi *serial* ke mikrokontroler maupun secara manual dengan tombol. Terdapat juga panel indikator (LED) sebagai tanda jalur yang terhubung ke modem. Untuk mempermudah dalam pembuatan rangkaian ini, penulis melakukan simulasi rangkaian dengan menggunakan *software proteus*[7].



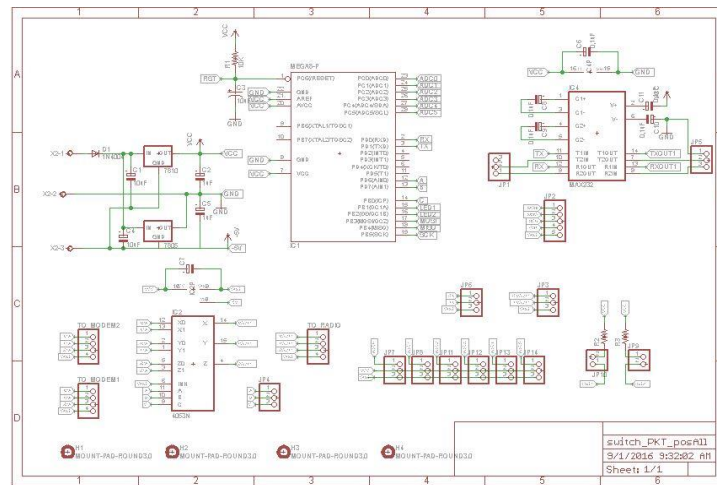
**Gambar 6. Simulasi rangkaian *switch* modem TT&C dengan Proteus**

### Implementasi

Pembuatan *Printed Circuit Board* (PCB) dilakukan dengan menggunakan *software Eagle*. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan PCB ialah tata letak komponen elektronika baik *pasif* atau *aktif* harus sesuai standar dimensi komponen yang akan digunakan, agar tidak terjadi kegagalan dalam pembuatan PCB[8].

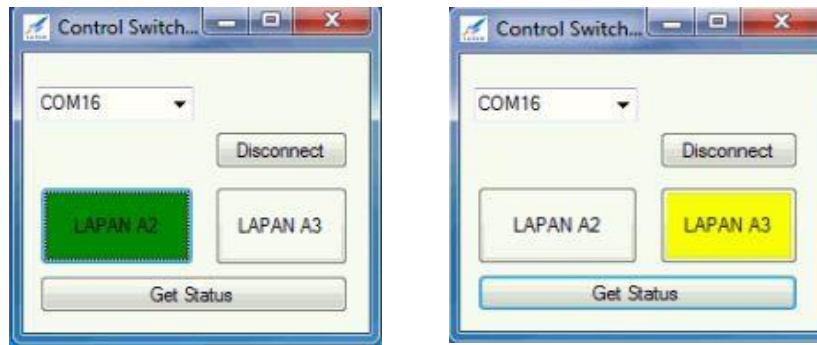


Gambar 7. PCB Board rangkaian switch modem TT&C



Gambar 8. Layout schematic PCB modul switch modem TT&C

Pemrograman mikrokontroler menggunakan bahasa *Basic Compiler* (Bascom-AVR). Pemrograman mikrokontroler meliputi inisial *variabel* IC4053, frekuensi *crystal*, *port serial*, dan pengaturan *baud rate*[9]. Kemudian untuk memudahkan operator satelit untuk memilih modem satelit yang akan dipakai maka dibuatlah GUI dengan menggunakan program VB. GUI yang dibuat sangat sederhana hanya *open Com Port serial* yang dipakai, dan satelit apa yang akan di *tracking*. Berikut rancangan tampilan GUI untuk *switch* modem TT&C.

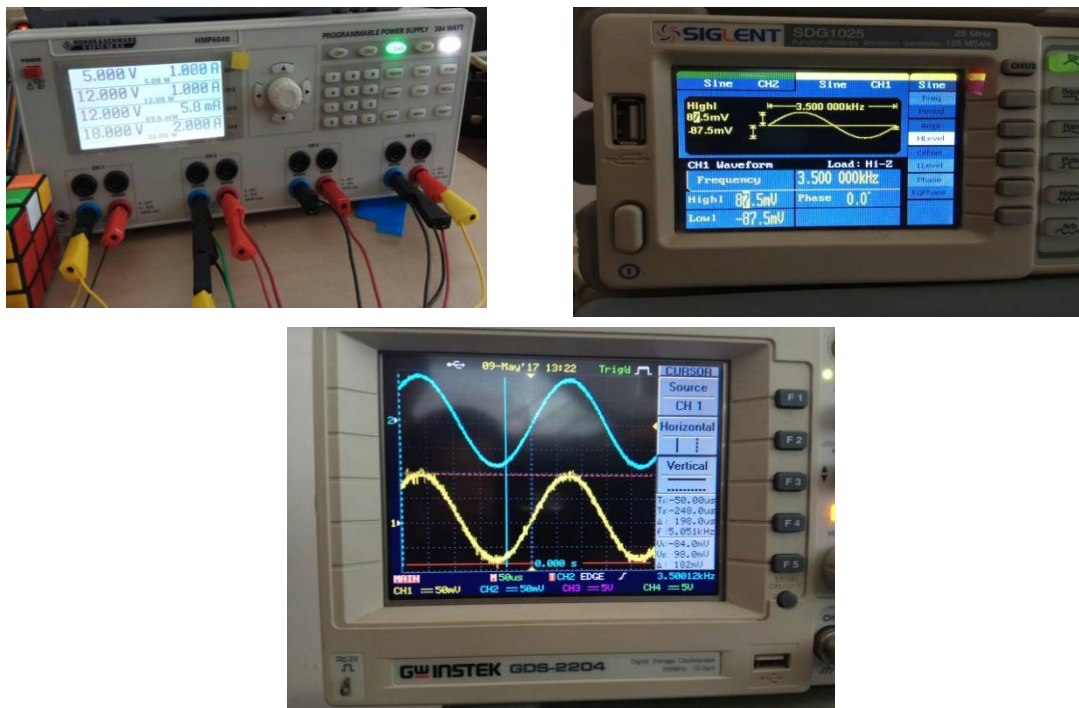


Gambar 9. Tampilan GUI switch modem TT&C



### Pengujian Modul Switch Modem

Pengujian modul *switch* modem TT&C dilakukan dengan alat bantu instrumentasi yakni *power supply* HAMEG, osiloskop, dan Siglent (*Signal generator*). *Power supply* digunakan untuk memberikan tegangan sumber kepada mikrokontroler, di mana diberikan  $V_{dc}$  sebesar 12V, dan  $I_{standby}$  dari *power supply* sebesar 500mA, pada saat pengujian didapatkan arus yang bekerja pada mikrokontroler hanya sebesar 5.8 mA, terlihat pada Gambar 10. *Signal generator* digunakan sebagai pembangkit sinyal *input* seperti radio *transceiver*. *Signal generator* memberikan sinyal dengan frekuensi sebesar 3.5 KHz, memberikan bentuk gelombang *sinusoidal* (sin) dan juga level *amplitude* 175mV (*low amplitude* sebesar -87.50mV dan *high amplitude* sebesar 87.5mV) atau sesuai dengan Tabel 1 hasil dari observasi atau seperti gambar pengujian di bawah ini. Selanjutnya pengujian dilanjutkan dengan menggunakan osiloskop untuk melihat sinyal output pada IC4053 yang akan digunakan untuk *multiplexer* modem satelit LAPAN A2 dan LAPAN A3, ada 2 kanal yang akan diamati dalam pengujian ini, kanal 1 dan kanal 2, kanal 1 adalah *input* pin IC 4053 yang dibangkitkan dengan menggunakan *signal generator* yang berwarna ungu, dan kanal 2 adalah hasil *output* pin IC4053 berwarna hijau



Gambar 10. Hasil pengujian dengan menggunakan alat bantu instrumentasi antara lain: power supply, signal generator dan osiloskop

Dapat dilihat pada pengujian dengan menggunakan osiloskop di mana sinyal kanal 1 (*output* IC4053) memiliki bentuk sinyal yang sama dengan kanal 2 (*Input* dari *signal generator*), kanal satu mampu melewati sinyal dengan tegangan minimum sebesar -84.0 mV dan tegangan maksimum sebesar 90.0 mV dan juga tegangan antara puncak ( $V_{pp}$ ) sebesar 182 mV yang bekerja pada frekuensi 3.50012 KHz, dengan tidak ada *delay* antara sinyal *input* dan sinyal *ouput*. Dengan demikian desain *switch* modem TT&C dengan memanfaatkan IC4053 sebagai *multiplexer* analog dapat diaplikasikan karena hasil pengujian menunjukkan nilai di antara *range* hasil observasi atau pengamatan yang dilakukan pertama kali pada makalah ini.

Selanjutnya pengujian yang dilakukan adalah pengujian *firmware* mikrokontroler, di dalam pengujian ini memanfaatkan simulasi *software proteus*. Simulasi ini membutuhkan beberapa *device*, diantaranya *push button*, led, mikrokontroler ATmega8, dan *virtual terminal*. *Virtual terminal* yang di hubungkan pada pin TXD mikrokontroler ke pin RXD *virtual terminal* yang berfungsi untuk simulasi komunikasi *serial* pada mikrokontroler [10]. Langkah selanjutnya adalah memasukan program Bascom-AVR dalam bentuk format .Hex ke dalam mikrokontroler. Untuk hasil simulasi dapat dilihat gambar di bawah ini.

Pengujian simulasi dilakukan dengan cara menekan tombol *push button* pada rangkaian simulasi, maka LED lampu akan menyala atau dengan cara menekan *keyboard* angka 2 dan 3[11] maka indikator *virtual terminal* akan tampil LAPAN A2 dan LAPAN A3, hal ini menandakan komunikasi *serial* dari mikrokontroler dengan PC (*personal computer*) berfungsi dengan baik. Dari hasil Gambar 11, dapat dilihat bahwa program *firmware* yang telah dibuat untuk *switching* 2 modem satelit telah berhasil, dan siap di integrasikan ke *hardware* modul *switch* modem.

```

$regfile = "m8def.dat"
$crystal = 1000000
$baud = 4800

Config PORTD.7 = Output
Config PORTD.6 = Output
Config PORTB.0 = Output

Config PORTB.1 = Output
Config PORTB.2 = Output

Config PINC.5 = Input
Tombol Alias PINC.5
Set PORTC.5

B Alias PORTD.7
A Alias PORTD.6
C Alias PORTB.0

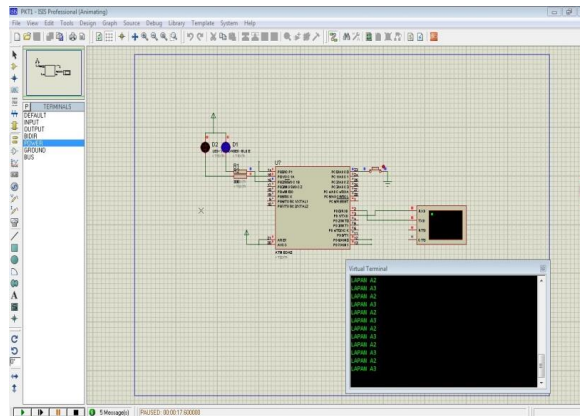
Led_a2 Alias PORTB.1
Led_a3 Alias PORTB.2

Dim Buff_ser As Byte
Dim Status As Byte

Mulai:
Set Led_a3
Set Led_a2
Waitms 500
Reset Led_a3
Reset Led_a2
Waitms 500
Set Led_a3
Set Led_a2
Waitms 500
Reset Led_a3
Reset Led_a2
Waitms 500
Set Led_a3
Set Led_a2
Waitms 500

Print "Switch PKT Ready : LAPAN A2"

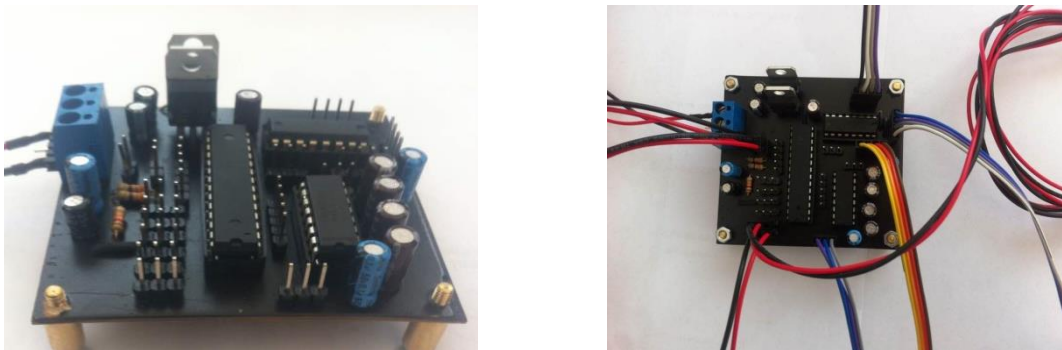
```



Gambar 11. Potongan coding Bascom AVR dan hasil simulasi Rangkaian Modul Switch TT&C

### Analisa

Berdasarkan hasil desain, implementasi, dan hasil dari pengujian rangkaian modul *switch* modem TT&C maka dapat disimpulkan adalah modul ini dapat melewati sinyal yang berasal dari radio *transceiver* dan meneruskannya ke peralatan modem satelit, tanpa merubah atau mengurangi kualitas sinyal yang dilewatinya. Berikut adalah gambar hasil dari modul *switch* modem TT&C.

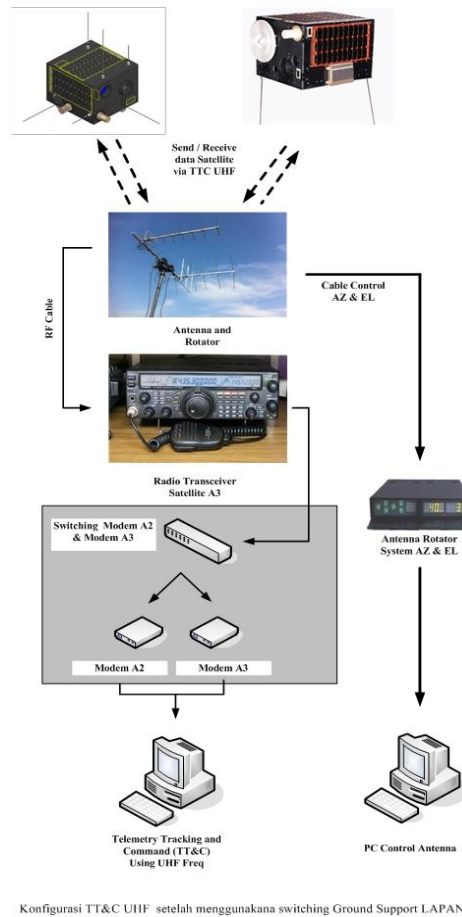


Gambar 12. Tampilan rangkaian modul *switch* modem TT&C

Cara kerja *switch* ini sangatlah sederhana, cara kerja dari *switch* ada 2 cara, yakni manual dengan menekan tombol *push button* yang ada pada rangkaian ini, maka indikator LED warna hijau untuk LAPAN-A2 dan warna kuning untuk LAPAN A3 akan menyala, selain itu dengan menggunakan perintah *serial* dengan memanfaatkan GUI yang telah dibuat operator hanya tinggal *open com port serial* dan memilih satelit yang akan di *tracking*, dan juga lampu indikator yang ada akan berubah secara otomatis, baik dengan manual ataupun *command serial* IC4053, *multiplexer* sudah dapat berfungsi karena dikendalikan oleh mikrokontroler dan juga sudah dilakukan inisiasi pada tahap implementasi.

Dengan adanya modul *switch* ini maka stasiun bumi Rancabungur Bogor telah memiliki konfigurasi untuk TT&C yang baru, konfigurasi nya dapat dilihat pada Gambar 13 di bawah ini:





Konfigurasi TT&C UHF setelah menggunakan switching Ground Support LAPAN

**Gambar 13. Konfigurasi TT&C UHF setelah menggunakan switch modem**

Gambar 13 menunjukkan konfigurasi TT&C UHF yang baru, konfigurasi ini memiliki kelebihan dibandingkan dengan konfigurasi TT&C lama, konfigurasi dengan tipe lama masih mengandalkan 1 unit radio *transceiver* untuk *tracking* satu satelit LAPAN, konfigurasi tipe lama juga memakai banyak perangkat untuk melakukan tracking satelit LAPAN, sehingga tidak efisien dalam pemakaian perangkat. Dengan adanya konfigurasi yang baru diharapkan dapat menyederhanakan perangkat TT&C hanya dengan 1 buah radio *transceiver* yang di gabung dengan modul *switch* ini dapat meringkas atau menyederhanakan kebutuhan *ground station* khususnya TT&C, dan juga dapat *tracking* satelit LAPAN A2 atau LAPAN A3.

### Aplikasi

Rangkaian modul switch modem TT&C ini sudah di terapkan di stasiun bumi Rancabungur, Bogor, dan juga stasiun bumi yang dikendalikan dari jarak jauh, seperti di Kototabang Sumatera, Parepare Sulawesi, dan Biak Papua. Khusus untuk stasiun bumi yang dikendalikan secara jarak jauh / *remote ground station*, modul ini sangat bermanfaat dan membantu para operator dalam operasi *tracking* satelit LAPAN, khusus nya satelit LAPAN A2 dan LAPAN A3, dengan hanya menggunakan satu unit radio *transceiver* dan 2 modem satelit, *interface* GUI yang sangat sederhana hanya dengan memilih satelit yang akan di *track*, maka proses operasi *tracking* sudah siap dioperasikan. Diharapkan dengan modul *switch* ini proses operasi tracking satelit dapat lebih efisien, dan mengurangi *resource* peralatan di stasiun bumi,

## 4. KESIMPULAN

Telah berhasil didesain, diimplementasikan, dan diaplikasikan modul *switch* modem TT&C satelit LAPAN dengan menggunakan IC *Multiplexer* analog. Rangkaian *switch* modem ini terdiri dari 3

rangkaian utama, yaitu rangkaian *multiplexer*, rangkaian mikrokontroler, dan rangkaian *interface* serial. Rangkaian *multiplexer* menggunakan IC 4053, IC4053 ini merupakan komponen utama yang digunakan untuk menggabungkan 2 modem satelit dengan menggunakan 1 radio *transceiver*, Rangkaian modul *switch* modem ini mampu melewatkan sinyal tanpa mengurangi merusak sinyal yang dilewatinya, berdasarkan hasil pengujian IC 4053 mampu melewatkan sinyal  $V_{EE}$  sebesar  $-87.5mV$  untuk catu daya *negative*, dan  $V_{DD}$  sebesar  $4.8V$  untuk catu daya positif. Rangkaian mikrokontroler menggunakan mikrokontroler versi Atmel dengan bahasa pemrograman Bascom-AVR, mikrokontroler ini mampu berkomunikasi secara *serial* dengan *interface* GUI VB (*Visual Basic*) yang telah di buat, dan mampu untuk mengendalikan IC4053 untuk meneruskan sinyal salah satu modem satelit yang akan di gunakan untuk melakukan operasi tracking satelit LAPAN.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Abdul Karim ST,MT selaku Plt Kepala Pusat Teknologi Satelit Lapan, Bapak Iwan Faizal,ST selaku Kepala Bidang Diseminasi, dan Ibu Nayla Najati,ST atas arahan, bimbingan, serta fasilitas sehingga karya tulis ilmiah ini dapat terselesaikan dengan baik.

### PERNYATAAN PENULIS

Keseluruhan isi karya tulis ilmiah ini merupakan tanggung jawab penulis dan merupakan hasil karya penulis, semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah dinyatakan dengan benar.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Laporan kegiatan Bidang teknologi muatan satelit Pusat teknologi satelit, Tahun 2015
- [2] Judianto, Chusnul Tri, 2007, Implementasi Stasiun Bumi TT&C Satelit LAPAN-TUBSAT, Jurnal Tekgan.
- [3] Rahman, Abdul, 2008, Sistem Tracking Stasiun Bumi Satelit Orbit Rendah, Berita Dirgantara Vol 9 no 4, Desember 2008.
- [4] Yaesu Musen Co.,Ltd 1998. FT-847 Operating Manual, tersedia di : [www.rigpix.com/yaesu/ft847\\_manual.pdf](http://www.rigpix.com/yaesu/ft847_manual.pdf), diakses Januari 2017
- [5] NXP Semiconductor N.V. 2016. HEF4053B, tersedia di : [www.nxp.com/documents/data\\_sheet/HEF4053B.pdf](http://www.nxp.com/documents/data_sheet/HEF4053B.pdf), diakses Januari 2017
- [6] <http://eksfiles.net/building-the-kd1jv-survivor-75m-ssb-kit/building-the-survivor-txrx-switching/> [Online], Diakses Maret 2017.
- [7] Microcomputer System Design, 2000, "Introduction to Proteus VSM (Part I)", Microcomputer.
- [8] <http://www.cadsoftusa.com/eagle-pcb-design-software/schematic-editor/>. [Online], Diakses Maret 2017.
- [9] Setiawan, Afrie. 2011. 20 APLIKASI MIKROKONTROLER ATMEGA 8535 & ATMEGA 16 MENGGUNAKAN BASCOM-AVR. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [10] Putra, A.E., 2002, Teknik Antarmuka computer: konsep dan aplikasi, Grah ilmu, Yogyakarta.
- [11] National Semiconductor Corporation. 2000. Datasheet ATmega8.(online). ([http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet.pdf/view/77388/ATMEL/ATMEGA\\_8-16A1.html](http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet.pdf/view/77388/ATMEL/ATMEGA_8-16A1.html)). Maret 2017

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS 1

### DATA UMUM

Nama Lengkap : Rommy Hartono  
Tempat & Tgl. Lahir : Bogor, 29 Maret 1988  
Jenis Kelamin : Pria  
Instansi Pekerjaan : Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional  
NIP. / NIM. : 19880329 201502 1 001

### DATA PENDIDIKAN

SLTA : SMA Sudirman Jakarta Timur Tahun: 2003 – 2006  
STRATA 1 (S.1) : Elektro ISTN Tahun: 2006 – 2011

### ALAMAT

Alamat Kantor / Instansi : Jl. Cagak Satelit No.8 Rancabungur – Bogor 16310 Indonesia  
Telp. (office) : 0251-8621667  
Email : rommyhartono@ymail.com

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS 2

### DATA UMUM

Nama Lengkap : Deddy El Amin  
Tempat & Tgl. Lahir : 11 Mei 1984  
Jenis Kelamin : Pria  
Instansi Pekerjaan : Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional  
NIP. / NIM. : 19840511 200901 1 007

### DATA PENDIDIKAN

SLTA : SMU N 1 Wonosobo Tahun: 1999-2002  
DIPLOMA III : Elektronika Instrumentasi UGM Tahun: 2002-2005  
STRATA 1 (S.1) : Teknik Elektro UGM Tahun: 2005-2008

### ALAMAT

Alamat Kantor / Instansi : Jl. Cagak Satelit No.8 Rancabungur – Bogor 16310 Indonesia  
Telp. (office) : 0251-8621667  
Email : deddy.la@gmail.com