

# **SISTEM PENYALA NIRKABEL JARAK JAUH UNTUK MUATAN ROKET (WIRELESS SWITCHING FOR ROCKET PAYLOAD)**

**Endro Artono<sup>1</sup>, Salman**

**Pusat Teknologi Roket**

**Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)**

**Jl. Raya Lapan No.2 Mekarsari, Rumpin, Bogor 16350, Jawa Barat**

**<sup>1</sup>e-mail: endro.artono@lapan.go.id**

**Diterima: 23 Juni 2018; Direvisi: 30 Juli 2018; Disetujui: 8 Agustus 2018**

## **ABSTRACT**

Currently in LAPAN, to activate the electronics system on the rocket payload is still done manually by pressing or shifting the switch at the rocket payload tube from the OFF to ON position. This payload wireless switching system is designed for turning the rocket payload to ON or OFF without any physical contact from operator and the rocket. As the result of this study, the rocket payload can be switched ON or OFF from the control room wirelessly. The system can also release the umbilical interface from the rocket body before the rocket launched, so it does not interfere with the rocketed.

*Keywords: payload, wireless, switch, electronics*

## **ABSTRAK**

Proses pengaktifan sistem elektronik pada muatan roket hasil penelitian dan pengembangan LAPAN selama ini masih dilakukan secara manual, dengan menggeser atau menekan saklar pada tabung muatan roket dari posisi mati (*OFF*) ke posisi hidup (*ON*). Sistem penyala muatan roket ini dirancang untuk dapat menyalakan atau mematikan muatan roket tanpa kontak fisik antara operator dengan roket. Hasil dari penelitian ini, telah dibuat sebuah sistem untuk menyalakan ataupun mematikan muatan roket secara nirkabel. Sistem ini juga dapat melepaskan perangkat antarmuka untuk penyalaan muatan dari badan roket, sehingga tidak mengganggu roket saat diluncurkan.

*Kata kunci: muatan, nirkabel, saklar, elektronika*

## 1 PENDAHULUAN

Pada roket-roket yang dilengkapi dengan sistem muatan, maka sistem muatan tersebut harus dihidupkan/dinyalakan sebelum roket ditembakkan dari peluncurnya. Pada sistem muatan roket-roket sonda LAPAN terdahulu, muatan elektronika roket dihidupkan dengan cara manual, yaitu dengan mengatur posisi saklar yang terpasang pada badan muatan roket pada posisi "ON" dengan diatur menggunakan tangan secara langsung pada saklar, begitu pula saat mematikannya. Dengan cara ini, muatan roket dapat dihidupkan/ dimatikan. Namun, hal ini cukup riskan dan berbahaya, karena roket telah berada pada posisi siap meluncur. Selain itu, dengan menggerakkan saklar secara manual, rawan terhadap timbulnya *electrostatic discharge* (Xue et al. 2016) dari tangan operator saat menyentuh saklar, dimana hal ini dapat menimbulkan kerusakan pada sistem elektronika muatan.

Ditambah lagi, dari sisi dimensi, saat ini roket-roket LAPAN telah semakin besar dan panjang, sehingga posisi muatan saat roket berada pada elevasi siap terbang di *launcher* menjadi sangat tinggi. Sebagai contoh, roket RX320 mempunyai panjang 6.2 meter. Saat berada di *launcher* dengan elevasi 70°, roket akan tampak sebagaimana terlihat pada Gambar 1.1.

Untuk menyalakan muatan roket, seseorang harus menaiki tangga dengan ketinggian 5 meter, dengan tangga yang terpasang pada sruktur *launcher* yang juga berkemiringan 70°. Hal ini tentu saja sangat riskan dan berbahaya.

Pada sistem roket yang lebih maju, metode penyalakan muatan roket dengan cara manual telah lama ditinggalkan, dan telah digantikan dengan metode sistem penyalakan muatan roket jarak jauh, dengan menggunakan sistem yang disebut *umbilical interface*. (Delap,

Glidden, and Lamoreaux 2013) Sistem penyalakan muatan roket pada tiap-tiap jenis roket dapat berbeda-beda, tergantung dengan sistem muatan pada roket itu sendiri dan fitur-fitur yang disediakan pada sistem penyalakan muatan roket tersebut.



Gambar 1.1: Posisi roket RX320 di *Launcher* (panah putih yang menunjukkan posisi muatan roket).

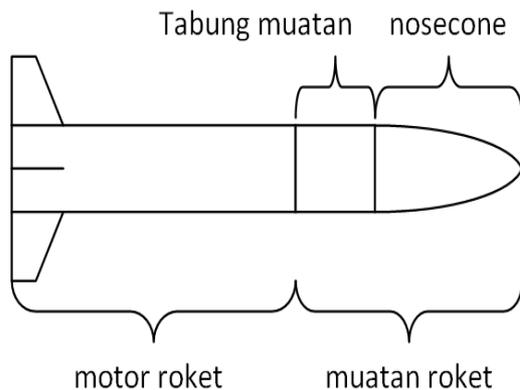
Pada roket-roket besar sebagaimana pada roket NASA maupun lembaga antariksa dari negara-negara maju, sistem penyalakan muatan ini telah sangat kompleks, karena tidak hanya berfungsi sebagai penyalakan muatan, namun juga memiliki fungsi-fungsi lain sebagai pendukung misi roket, seperti pembacaan data-data muatan, pengisian daya baterai, dan lain sebagainya (Gosselin 2007). Semakin kompleks sistem muatannya, maka akan semakin kompleks pula sistem penyalakan muatan yang digunakan.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu sistem yang mampu untuk menyalakan/mematikan muatan roket dari jarak jauh, serta dapat melepaskan sistem ini dari badan roket sebelum roket ditembakkan/diluncurkan.

Diharapkan penelitian ini menjadi salah satu solusi terbaik terhadap permasalahan atau kendala yang ada pada proses penyalakan muatan roket sebelumnya.

## 1 METODOLOGI

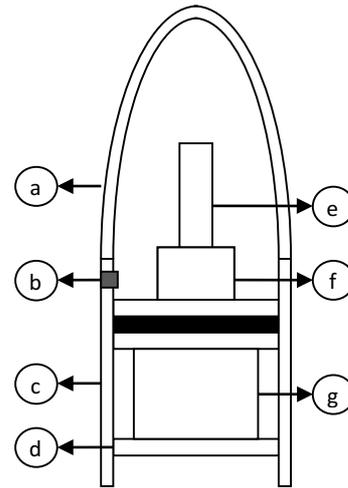
Sebagaimana diketahui, roket terdiri dari beberapa komponen seperti nosel, tabung untuk muatan, muatan, antena, tabung propelan, motor roket, sirip, dan sebagainya (Satria and Wigati 2013). Muatan sistem elektronika pada roket-roket sonda LAPAN ditempatkan di depan motor roket hingga *nosecone*, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 2-1.



Gambar 2-1:Komponen penyusun roket sonda LAPAN

Muatan ini ditempatkan di dalam tabung muatan, dengan konfigurasi sebagaimana dapat terlihat pada gambar 2.2. Pada gambar tersebut, sistem elektronika muatan (e, f dan g) berada di dalam tabung muatan dan sebagian berada di dalam *nosecone*, dengan disangga oleh struktur/ kompartemen (d) yang di baut ke tabung muatan.

Untuk menghubungkan antara sistem elektronika yang berada di dalam tabung muatan dengan sistem pendukung lain yang terpisah dengan roket (*Ground Support System, GSS*), seperti pengisian daya baterai, pemrograman, dan saklar power muatan, digunakan beberapa antarmuka (*interface*) yang diletakkan pada tabung muatan, sebagaimana dapat dilihat pada posisi *b* di gambar 2.2.



Gambar 2.2: Konfigurasi susunan muatan roket sonda LAPAN

Keterangan gambar:

- a: nosecone
- b: GSS *interface*
- c: tabung muatan
- d: struktur kompartemen muatan
- e: antena muatan
- f: radio *transceiver*
- g: sistem elektronika muatan

Untuk menghidupkan sistem elektronika muatan, maka saklar yang berada di *GSS interface* harus digeser dari posisi mati (*OFF*) ke posisi hidup (*ON*) secara manual, sebagaimana telah dijelaskan pada bagian pendahuluan. Agar dapat dilakukan penyalaan sistem elektronika muatan roket dari jarak jauh, maka diperlukan penggantian saklar, dari saklar manual menjadi sistem saklar elektrik / digital.

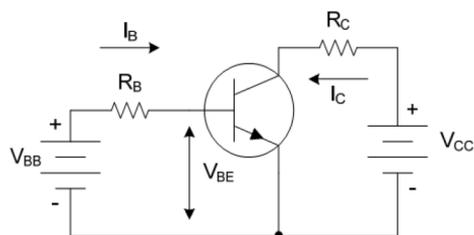
### 2.1 Saklar Elektrik / Digital

Fungsi dari sebuah saklar adalah untuk menyambungkan dua buah saluran / jalur elektronik sehingga dapat digunakan sebagai jembatan untuk melewatkan arus listrik. Pada saklar manual, cukup dengan menyambungkan dua buah jalur listrik tersebut dengan sebuah penghantar yang berfungsi seperti jembatan penghubung antara dua jalur tersebut secara mekanik.

Pada saklar elektrik / digital, tidak ada penghantar yang secara fisik digerakkan untuk menghubungkan antara dua buah jalur listrik. Jalur penghantar arus listrik tidak lagi berupa penghantar listrik secara fisik, namun diganti dengan penghantar elektrik yang tidak memerlukan pergerakan secara fisik, namun tetap berfungsi sebagaimana saklar mekanik. Prinsip dasar dari hal ini dapat dilihat pada komponen semikonduktor semisal transistor yang difungsikan sebagai saklar.

### 2.2 Transistor sebagai Saklar

Transistor merupakan sebuah komponen semikonduktor yang dapat difungsikan sebagai saklar. Dengan mengatur transistor berada pada kondisi saturasi, maka transistor akan berlaku seolah sebagai saklar yang tertutup. (Beauvoy, 1959)



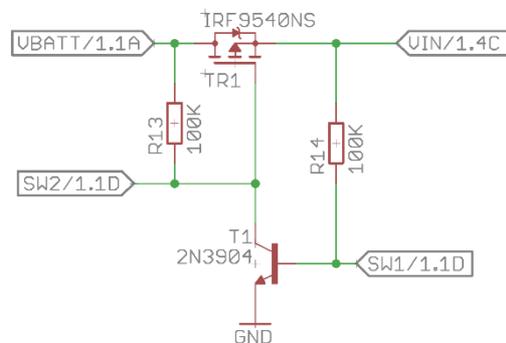
Gambar 2.3: Rangkaian sederhana transistor sebagai saklar.

Pada gambar 2.3 dapat dilihat rangkaian dari transistor yang difungsikan sebagai saklar. Transistor akan berada pada keadaan saturasi apabila arus yang mengalir pada basis ( $I_B$ ) sama atau lebih besar dari arus basis saturasi ( $I_{Bsat}$ ). Sebaliknya, transistor akan bekerja sebagaimana saklar terbuka apabila arus yang mengalir pada basis/  $I_B$  lebih kecil dari arus cut-off dari transistor. Sederhananya, dengan memberikan arus basis sebesar 0 (nol) volt, maka secara otomatis transistor akan berada pada kondisi *cut-off*, dan

berlaku sebagai saklar terbuka. (Zambou et al. 2016)

### 2.3 Mosfet IRF9540

Mosfet adalah salah satu komponen elektronika modern yang biasa digunakan sebagai saklar. Komponen ini bisa menggantikan transistor *junction bipolar* yang biasa digunakan di aplikasi rangkaian elektronika (Dobrescu, Smeu, and Dobrescu 2016). Gambar 2.4 berikut adalah rangkaian Mosfet IRF9540 yang difungsikan sebagai saklar.



Gambar 2.4: Mosfet IRF9540 sebagai saklar

Pada gambar 2.4 dapat dilihat rangkaian dari Mosfet IRF9540 yang difungsikan sebagai saklar. Saat rangkaian dalam posisi mati (*switched off*), rangkaian akan secara total memutus hubungan antara sumber tegangan / baterai dengan rangkaian elektronika di depannya. Pada situasi ini, tidak ada arus yang mengalir melewati mosfet. Sehingga rangkaian akan terputus total dari baterai, meski secara fisik tidak ada jalur yang diputus (Genc and Koc 2017).

Apabila pin SW2 dihubungkan ke GND, maka rangkaian akan menghantarkan arus baterai ke rangkaian elektronika di depannya melalui mosfet, yang berlaku sebagai saklar tertutup. Hal ini dapat terjadi, karena saat pin SW2 dihubungkan ke ground, maka gerbang *Gate* pada Mosfet akan terhubung ke *ground*, sehingga  $V_{GS}$

=  $V_{\text{baterai}}$ , sehingga Mosfet akan mengalami kondisi saturasi, yang akan mengalirkan arus dari gerbang *source* ke *drain*.

Saat Gerbang *Drain* teraliri arus, maka transistor T1 akan berada pada kondisi saturasi juga, sehingga akan berlaku sebagai saklar tertutup antara kaki kolektor / gerbang *Gate* pada Mosfet dengan kaki emitor / *ground*, sehingga akan tetap menjaga gerbang *Gate* pada Mosfet terhubung ke *ground*.

Saat pin SW1 dihubungkan ke *ground*, maka transistor T1 akan berada pada kondisi *cut-off*, sehingga kaki kolektor akan terputus dari kaki emitor, yang mengakibatkan gerbang *Gate* pada Mosfet terputus dari *ground*. Di sini nilai  $V_{GS}$  akan kecil atau hampir sama dengan 0 (nol), sehingga Mosfet akan berada pada kondisi *cut-off*, yang mengakibatkan terputusnya arus listrik dari baterai ke rangkaian elektronika di depannya.

#### 2.4 Komunikasi Serial

Proses pengiriman data dari satu mikroprosesor ke mikroprosesor atau peralatan lain dapat dilakukan dengan berbagai metode, tergantung dari jenis, besar dan kecepatan data yang dikirim. Salah satu dari jenis komunikasi yang sering digunakan adalah komunikasi serial. Berbagai macam jenis antarmuka serial, seperti RS232, RS422, RS485, dan lain sebagainya, telah digunakan pada berbagai peralatan industri (Wang, Hu, and Fu 2016).

Komunikasi serial dapat dimanfaatkan untuk pengiriman data, baik berupa karakter dalam format ASCII maupun format biner. Pada mikrokontroler umumnya terdapat satu atau lebih *port* serial, yang dapat digunakan sebagai *debugging* maupun pengiriman informasi/ komunikasi.

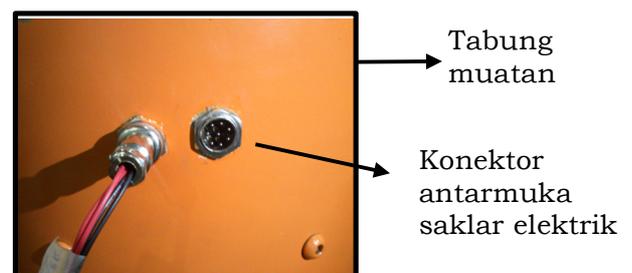
Media untuk pengiriman komunikasi serial dapat berupa *hardware* yaitu

kabel, dan dapat juga tanpa kabel/ *wireless*, dengan menggunakan perangkat radio *transceiver* serial. Banyaknya data yang dikirimkan/ diterima akan sangat berpengaruh terhadap pemilihan jenis radio *transceiver* ini. (Fajriansyah 2016)

### 3 HASIL PEMBAHASAN

Sistem penyala nirkabel jarak jauh untuk muatan roket ini dibuat dengan menggantikan saklar mekanik pada sistem muatan roket dengan saklar elektrik dengan menggunakan mosfet P-kanal, sehingga memungkinkan proses pensaklaran tanpa menggerakkan tombol saklar secara fisik pada muatan roket. Untuk melakukan proses pensaklaran pada muatan roket, digunakan konektor antarmuka (*interface*) yang akan menghubungkan antara rangkaian saklar elektrik pada muatan roket dengan rangkaian pensaklar dari stasiun bumi / kotak kontrol GSS.

Konektor antarmuka / *interface* saklar elektrik pada muatan roket ini berupa konektor *circular umbilical* yang ditempatkan secara permanen di tabung muatan roket, sebagaimana dapat dilihat pada gambar 3.1. Agar dapat di pasang-lepas dengan mudah, maka konektor yang digunakan adalah konektor dengan jenis *push-pull*, sehingga tidak diperlukan gerakan memutar untuk memasang maupun melepaskan konektor.



Gambar 3.1: Konektor antarmuka saklar elektrik muatan roket.

Pasangan dari konektor ini (*connector plug*) terhubung langsung ke kotak kontrol GSS, dengan konfigurasi desain *interface* sebagaimana terlihat pada gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2: Konfigurasi konektor antarmuka saklar elektrik dari GSS.

Pada gambar 3.2 terlihat konektor *circular* yang terpasang pada struktur aluminium dengan konfigurasi sebagaimana terlihat pada gambar, sehingga konektor tersebut dapat dilepaskan dari konektor yang berada pada tabung roket secara elektrik dengan menggunakan bantuan motor servo sebagai penggerakannya.

Lengan motor servo di set untuk menekan konektor saat posisi konektor dari GSS tersambung dengan konektor antarmuka dari muatan roket di tabung muatan.

Untuk melepaskan konektor dari tabung muatan, lengan motor servo di set untuk menarik konektor hingga terlepas dari konektor antarmuka di tabung muatan.

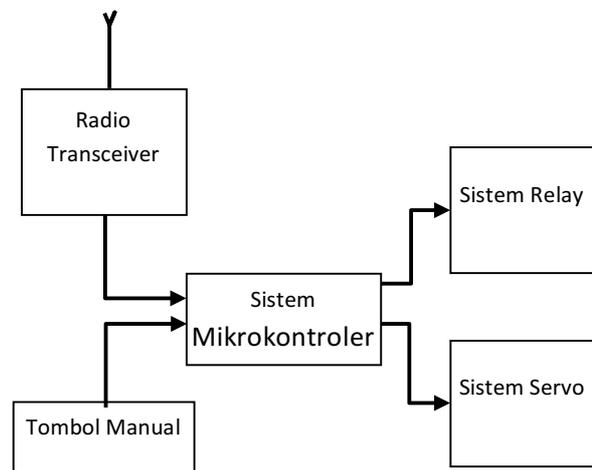


Gambar 3.3: Kotak kontrol GSS

Posisi lengan motor servo diatur oleh sistem mikrokontroler yang berada di kotak kontrol GSS. Motor servo dan konektor antarmuka tersambung ke sistem kotak kontrol GSS menggunakan kabel penghubung.

Pada gambar 3.3 terlihat kotak kontrol GSS yang berfungsi untuk mengatur sinyal untuk saklar dan posisi lengan motor servo. Pada kotak kontrol GSS terdapat sistem mikrokontroler, rangkaian *relay* untuk saklar, radio *transceiver*, baterai dan tombol-tombol untuk pengaturan manual.

Gambar 3.4 berikut adalah diagram blok sederhana pada sistem kotak kontrol GSS.

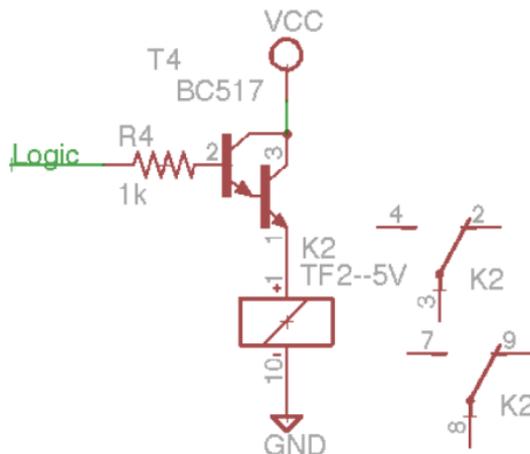


Gambar 3.4: Diagram blok sederhana Kotak kontrol GSS

Radio *Transceiver* berfungsi untuk menerima data serial dari *Ground Station* secara nirkabel, dan mengirimkan status dari kotak kontrol GSS ke *Ground Station*.

Sistem *Relay* berfungsi sebagai pengganti saklar manual untuk menyalakan sistem elektronika muatan roket. Sistem *relay* terdiri dari rangkaian *driver relay* dengan transistor Darlington sebagai komponen utamanya. Tegangan keluaran mikrokontroler yang hanya 5 volt dan arus yang kecil, sekitar 10 mA, akan mengaktifkan rangkaian *driver relay* ini, (Arisandi 2017) sehingga dapat mengaktifkan relay. Rangkaian *driver*

*relay* tersebut dapat dilihat pada gambar 3.5 berikut.



Gambar 3.5: Rangkaian *driver relay* .(Arisandi 2017)

Sistem servo berfungsi untuk menggerakkan lengan motor servo pada dua kemungkinan posisi, membuka atau menutup.

Pada posisi lengan servo menutup, akan menahan posisi konektor umbilikal dari kotak kontrol GSS di *interface* umbilikal pada tabung muatan roket. Pada posisi lengan servo membuka, berarti akan melepaskan konektor umbilikal pada kotak kontrol GSS dari *interface* umbilikal pada tabung muatan roket.

Sistem mikrokontroler akan menerima perintah pensaklaran maupun posisi lengan servo dari dua sumber, tombol manual dan radio *transceiver*. Dari perintah tersebut, kemudian mikrokontroler akan menerjemahkannya dalam bentuk sinyal digital untuk kemudian diumpankan ke sistem *relay* dan motor servo.

Radio *transceiver* akan menerima perintah pensaklaran dari *Ground Station* dalam bentuk data serial dengan format protokol tertentu.

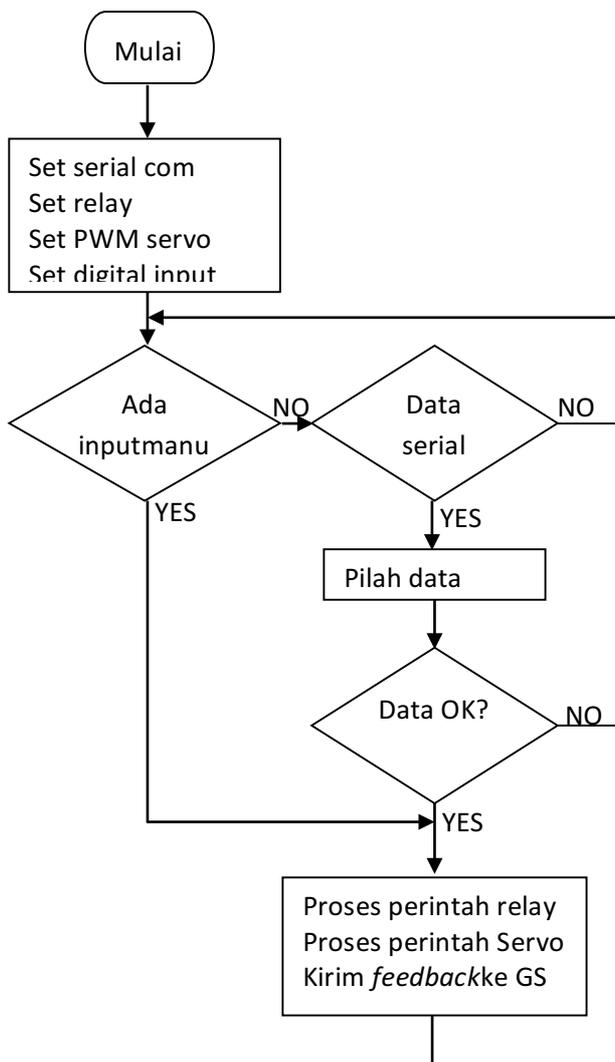
Pada protokol ini data serial yang dikirim akan memuat informasi (*pengenal*) dari *Ground Station*, kode keamanan, perintah posisi lengan servo, perintah posisi saklar *relay*, dan *checksum*. Protokol perintah ini dikirim dengan format komunikasi serial, dengan *baudrate* sebesar 38.400 bps.

Pada penelitian ini, radio *transceiver* yang digunakan adalah radio APC802 dengan frekuensi kerja 418 – 455 MHz. Pemilihan penggunaan radio ini, selain karena jarak transmisinya hingga 2800 meter, dimana masuk dalam jarak antara *launchpad* roket dengan *Ground Station* LAPAN, juga karena menghindari penggunaan frekuensi komunikasi yang sama dengan muatan roket, yang menggunakan frekuensi 900 MHz dan 2.4 GHz.



Gambar 3.6: Radio *transceiver* APC802

Mikrokontroler kemudian akan memilah data-data yang masuk, mengidentifikasi data, kemudian akan melakukan eksekusi perintah jika data yang diterimanya telah dianggap valid/ sesuai dengan protokol. Setelah melakukan eksekusi perintah, mikrokontroler kemudian akan mengirimkan sinyal balasan tentang status terakhir dari sistem penyala tersebut dalam format serial ke *Ground Station* melalui radio *transceiver*. Diagram alir dari kerja sistem mikrokontroler tersebut dapat dilihat pada gambar 3.7 berikut:



Gambar 3.7: Diagram alir program pada mikrokontroler.

#### 4 KESIMPULAN

Sesuai dengan fungsinya, sistem penyalakan roket ini dapat bekerja dengan baik untuk menyalakan muatan roket yang telah berada di peluncur roket secara nirkabel, yang diatur dari ruang *Ground Station*. Sistem ini juga dapat melepaskan konektor *umbilical GSS* dari tabung muatan roket sehingga tidak mengganggu roket saat proses meluncur dari *launcher*.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Kepala bidang Kendali dan Telemetri, dan seluruh tim muatan roket

yang telah banyak membantu dalam penelitian ini.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Xue, Fei et al. (2016). *MoS<sub>2</sub> Tribotronic Transistor for Smart Tactile Switch*. *Advanced Functional Materials* 26(13): 2104–9. <http://doi.wiley.com/10.1002/adfm.201504485>.
- Delap, Damon, Joel Glidden, and Christopher Lamoreaux. (2013). *Development of the Orion Crew-Service Module Umbilical Retention and Release Mechanism*. *Conference proceedings of the 15th European Space Mechanisms & Tribology Symposium (September): 25–27*. <http://www.esmats.eu/noordwijk/index.php>.
- Gosselin, Armand M. (2007). *Automated Ground Umbilical Systems (AGUS) Project*. *Proceedings. The Space Congress*. <http://commons.erau.edu/space-congress-proceedings>.
- Satrya, Errya, and Wigati. (2013). *Beberapa Masalah Dalam Proses Pembuatan Roket Seri Rx/Rkx-100 (Problems In The Production Process Of Rocket Rx/Rkx-100)*. *Majalah Sains dan Teknologi Dirgantara* 8(2): 70–77. [http://www.jurnal.lapan.go.id/index.php/majalah\\_sains\\_tekgan/article/view/2171](http://www.jurnal.lapan.go.id/index.php/majalah_sains_tekgan/article/view/2171).
- Beauvoy, *Transistor Switching-Circuit Design Using the Charge-Control Parameters*. The Institution of Electrical Engineers. paper no. 2970. May 1959.
- Zambou, Serges et al. (2016). *Variable Temperature Performance of a Fully Screen Printed Transistor Switch*. *Solid-State Electronics* 126: 59–66. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sse.2016.09.014>.
- Dobrescu, Lidia, Raluca Smeu, and Dragos Dobrescu. (2016). *Load Switch Power MOSFET SPICE Model*. *Proceedings of the 2016 International Conference and Exposition on Electrical and Power*

- Engineering, *EPE 2016* (Epe): 644–47.
- Genc, Naci, and Yavuz Koc. (2017). *Experimental Verification of an Improved Soft-Switching Cascade Boost Converter*. *Electric Power Systems Research* 149: 1–9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.epsr.2017.04.015>.
- Wang, Yinqiao, Xiaoguang Hu, and Li Fu. (2016). *Design and Realization of Multi-Function Serial Port with High-Speed/Large-Capacity/Asynchronous FIFO*. *IEEE International Conference on Control and Automation, ICCA 2016–July*: 227–31.
- Fajriansyah, Burhan. (2016). *Evaluasi Karakteristik XBee Pro Dan NRF24L01+ Sebagai Transceiver Nirkabel*. *jurnal Elkomika* 4(1): 83–97. I SSN (e): 2459-9638.
- Arisandi, Effendi Dodi. (2017). *Sistem Pengaman Power Shape-Charge pada Flight Termination System*. *Jurnal Teknologi Dirgantara*, vol.15 no.1, Juni 2017 : 21–28.

