

SISTEM PENGAMAN POWER SHAPE-CHARGE PADA FLIGHT TERMINATION SYSTEM (POWER SHAPE CHARGE SECURITY SYSTEM ON FLIGHT TERMINATION SYSTEM)

Effendi Dodi Arisandi

Pusat Teknologi Roket

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional

Jl. Raya LAPAN No. 2, Mekar Sari, Rumpin, Bogor 16350 Indonesia

e-mail: effendi.dodi@lapan.go.id

Diterima 20 Juli 2017; Direvisi 21 Agustus 2017; Disetujui 18 September 2017

ABSTRACT

Battery is reusable electric energy resource. Thus, the battery can be used as power for various kind of electronics equipment. The Flight Termination System (FTS) module also uses battery as electric energy resource. The FTS module which has been integrated in the rocket system must be controlled strictly in order to avoid accident that can be caused by switching on the battery power. (*Smart system yang menjadi focus pada penelitian ini terdiri dari komponen mikrokontroler, inverter, relay, resistor, dan thyristor-belum ada terjemahan untuk ini*). This research was focused on how to protect battery resource as power shape-charge in the FTS module. The research showed that smart system usage could obstruct the activation of the relay when the battery power is switched on.

Keywords: smart system, FTS module, relay, shape-charge power

ABSTRAK

Baterai adalah sumber energi listrik yang dapat digunakan secara berulang-ulang. Dengan demikian, baterai dapat digunakan sebagai sumber energi listrik untuk berbagai macam peralatan elektronika. Modul *Flight Termination System* (FTS) juga menggunakan baterai sebagai sumber energi listrik. Modul FTS yang telah terintegrasi dalam sistem roket harus dikontrol secara ketat agar tidak terjadi kecelakaan yang dapat ditimbulkan oleh penyalaan *power* modul. Hal ini disebabkan, pada saat *power* modul FTS dinyalakan maka akan menimbulkan logika *high* pada mikrokontroler yang dapat memicu aktifnya komponen elektronika. Penelitian ini fokus pada sistem proteksi sumber daya baterai sebagai pemicu sistem *shape-charge* pada modul FTS. *Smart system* yang menjadi fokus pada penelitian ini terdiri dari komponen mikrokontroler, *inverter*, *relay*, *resistor*, dan *thyristor*. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa penggunaan *smart system* dapat menghambat aktifnya *relay* yang diakibatkan oleh penyalaan *power* modul FTS.

Kata kunci: *smart system*, modul FTS, *relay*, *power shape-charge*

1 PENDAHULUAN

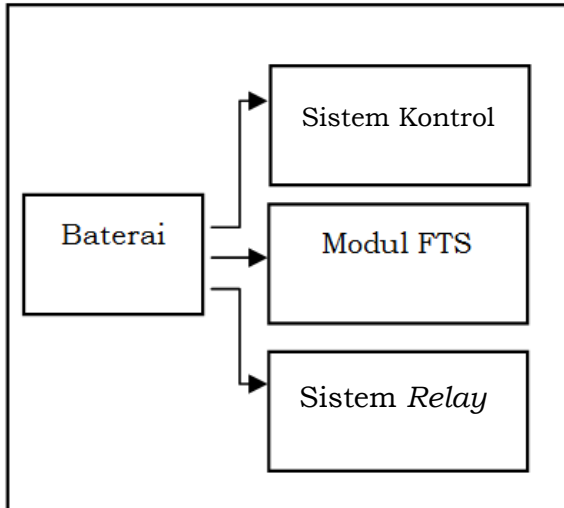
Perkembangan teknologi roket yang dikembangkan oleh LAPAN khususnya pusat teknologi roket telah memasuki tahapan awal menuju roket peluncur satelit (RPS). Penelitian RPS diawali dengan penelitian roket sonda dengan diameter 320 mm. Muatan telemetri yang ada pada roket tersebut harus menggunakan sumber energi baterai. Baterai juga merupakan sumber energi yang digunakan *payload*.

Baterai adalah energi listrik yang dapat digunakan secara berpindah-pindah. Baterai mempunyai banyak tipe seperti baterai LiPo [E. Cordero, dkk, 2015] dan daya simpannya seperti baterai basah [H. Weiss dan S. Volgger, 2014] atau kering. Baterai dapat digunakan sebagai sumber energi untuk telepon genggam atau sistem elektronika lainnya. Dengan kemajuan teknologi, baterai dapat diisi ulang (*rechargeable*) [Jang-Hyuck Lee dan Joon-young Sung, 2004]. Energi baterai juga dapat digunakan pada sistem modul FTS. Modul FTS mempunyai dua baterai sebagai sumber energi listrik, baterai pertama sebagai sistem *power* modul dan baterai kedua sebagai *power* pada sistem *shape-charge*. Oleh karena itu, diperlukan

pendistribusian *power* baterai yang tepat untuk kebutuhan arus listrik pada sistem [S. K Wong dan A. Kalam, 1996]. Di samping itu juga diperlukan proteksi sumber tegangan yang dapat menggunakan metode algoritma arnoldi [Garng Huang dan Tong Zhu, 1999].

Modul FTS [Effendi Dodi Arisandi, 2015] akan diintegrasikan pada sistem roket yang akan tertutup secara rapat. Dengan demikian, aktivasi baterai pada sistem *shape-charge* harus betul-betul diperhatikan untuk menghindari ledakan. Untuk mengaktifkan *power shape-charge* maka digunakan sistem *relay* yang dikontrol oleh sebuah mikrokontroler [Effendi Dodi Arisandi, 2015]. Pada saat *power* modul diaktifkan maka mikrokontroler akan mengeluarkan tegangan 5 volt pada masing-masing pin keluaran dalam waktu sesaat dengan arus $\pm 10\text{mA}$ [http://www.atmel.com, 2016]. Tegangan sesaat ini sudah dapat mengaktifkan sistem *relay* pada modul FTS. Jika sistem *relay* aktif di luar kendali yang telah ditentukan, maka *relay* tersebut dapat mengaktifkan sistem tegangan *shape-charge* yang dapat menimbulkan aktifnya *shape-charge* (ledakan). Ledakan ini diakibatkan oleh telah tersambungannya *shape-charge* dengan

sumber baterai sebagai pemicu aktifnya *shape-charge* tersebut. Blok diagram rangkain elektronika yang belum menggunakan *smart system* dapat dilihat pada Gambar 1-1.



Gambar 1-1: Blok diagram *NonsmartSystem*

Penelitian ini difokuskan pada solusi bagaimana mengontrol sistem *relay* agar tidak aktif pada saat *power system* dinyalakan. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengatasi hal tersebut, yang pertama adalah metode pemisahan saklar *power module* FTS dengan *power relay*, yang kedua adalah dengan *smart system*. Pada penelitian FTS, untuk menghindari adanya ledakan *shape-charge* pada saat *power module* dinyalakan, maka saklar antara *power* modul dan sistem FTS dipisahkan secara manual. Sistem pengontrolan *relay* pada metode pemisahan saklar maupun *smart system* sama-sama dikendalikan oleh sebuah mikrokontroller. Mikrokontroller dapat mengeluarkan logika tinggi 5 volt atau logika rendah 0 volt. Dengan tegangan keluaran 5 volt dari mikrokontroller sudah dapat digunakan untuk menggerakkan/mengaktifkan sebuah *relay* dengan menggunakan rangkaian tambahan transistor darlington [Akash A., Hongunti dkk, 2014]. Metode *smart system* adalah

metode yang digunakan untuk mengendalikan arus keluar pada mikrokontroller pada saat *power* modul FTS dinyalakan. Keluaran logika tersebut akan dibandingkan dengan logika lain sebelum mengaktifkan *system relay*.

Makalah ini terdiri dari empat bab yang dibagi sebagai berikut; bab pertama adalah pendahuluan yang merupakan latar belakang dan permasalahan dalam penelitian ini serta solusi yang akan didapatkan. Bab kedua adalah metode yang digunakan pada penelitian ini. Bab ketiga adalah hasil dan pembahasan. Bab keempat adalah kesimpulan dan saran untuk pengembangan penelitian ini.

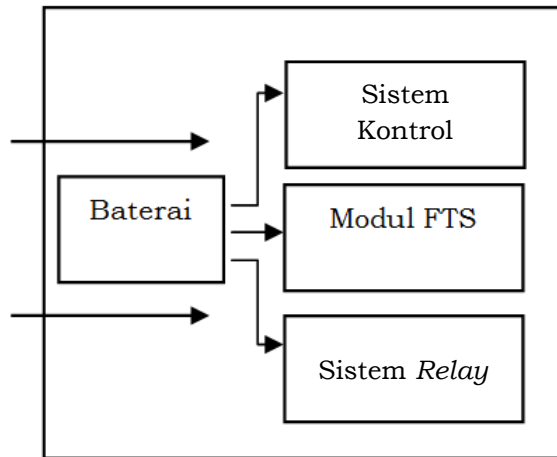
2 METODOLOGI

Pada bab pendahuluan telah disebutkan bahwa penelitian ini menggunakan dua metode untuk memproteksi sistem *relay* pada modul FTS. Metode pertama adalah dengan memisahkan saklar *power system relay* dan *power* saklar pada modul FTS. Metode kedua adalah dengan menggunakan metode *smart system*.

2.1 Pemisahan Saklar Modul FTS dan Sistem Relay

Metode ini adalah metode yang sangat sederhana yaitu menyediakan dua saklar yang terpisah. Saklar pertama digunakan untuk mengaktifkan *power* modul FTS. Saklar kedua digunakan untuk mengaktifkan sistem *relay* sebagai penghubung *power shape-charge*. Gambar 2-1 adalah blok diagram untuk menjelaskan metode pemisahan dua saklar *power* modul FTS dan *power relay*. Metode ini akan mengalami kesulitan jika modul FTS sudah terintegrasi pada sebuah roket, karena harus melakukan pengaktifan saklar sebanyak dua kali. Prosedur pengaktifan kedua saklar

tersebut harus mengikuti prosedur yang telah ditentukan untuk menjaga aktifnya *relay* yang disebabkan oleh arus sesaat dari keluaran mikrokontroller. Arus sesaat yang ada merupakan hasil pengamatan dari desain rangkaian sistim FTS sebelumnya.



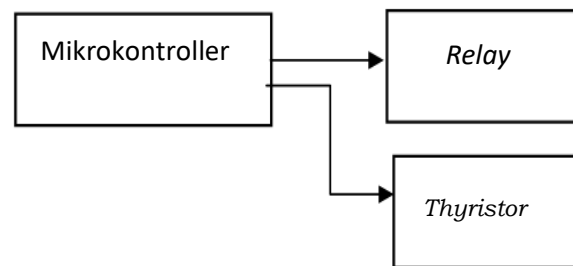
Gambar 2-1: Metode pemisahan saklar *power*

Saklar modul FTS yang terdapat mikrokontroller harus diaktifkan terlebih dahulu, kemudian saklar *power* sistem *relay* dapat diaktifkan. Jika saklar *power* sistem *relay* aktif terlebih dahulu maka pada saat *power* modul FTS diaktifkan akan ada arus sesaat yang keluar dari pin mikrokontroller. Arus sesaat ini sudah cukup untuk mengaktifkan sistem *relay*. Jika sistem *relay* aktif, maka sumber tegangan untuk *power* sistem *shape-charge* dapat mengaktifkan *shape-charge* sehingga akan terjadi ledakan.

2.2 Metode Smart System

Metode *smart system* adalah suatu metode yang digunakan untuk menyalakan modul FTS beserta sistem *relay* secara bersamaan. Pada metode ini saklar *power* yang digunakan hanya satu saklar. Sumber tegangan untuk modul FTS dan sistem *relay* berasal dari sumber baterai yang sama. Metode *smart system* ini secara blok diagram dapat dilihat pada Gambar 2-2. Ada tiga bagian secara umum pada gambar

tersebut, bagian pertama adalah sistem mikrokontroller yang mempunyai tugas untuk mengontrol *driver relay*. Bagian yang kedua adalah sistem *thyristor* untuk melewatkan sumber tegangan untuk *shape-charge*. Sedangkan bagian yang ketiga adalah sistem *relay* itu sendiri yang mempunyai tugas untuk meloloskan pemicu *gate* pada bagian *thyristor*. Untuk menghemat konsumsi arus listrik pada sistem *relay*, maka dapat digunakan *relay* dengan *low power* [Hei Kam, Tsu-Jae King Liu dan Vladimir Stojanovic, 2011] sehingga baterai dapat bertahan lama.

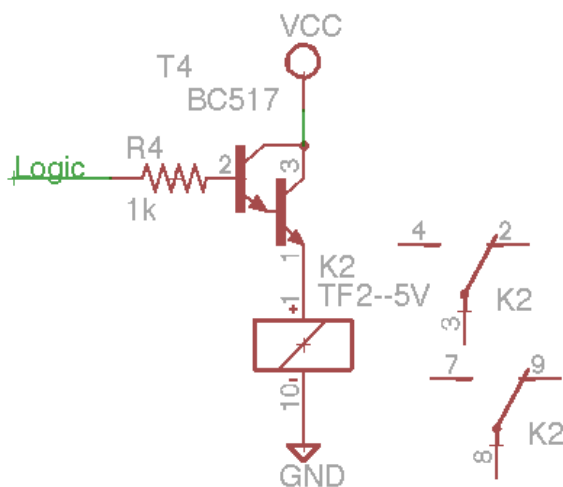


Gambar 2-2: Metode *smart system*

Pada saat penyalan *power* mikrokontroller pada modul FTS maka akan ada arus yang keluar pada pin *output* mikrokontroller. Besarnya arus yang keluar tersebut sudah cukup untuk mengaktifkan *relay* yang ada pada modul FTS. Jika *relay* aktif hanya dengan penyalan *power* module FTS maka akan dapat mengakibatkan menyalanya *shape-charge*. Jadi metode *smart system* ini digunakan untuk mencegah aktifnya *relay* pada saat *power* module FTS dinyalakan. Prinsip dari metode ini adalah dengan mengkondisikan bahwa logika ke *driver relay* selalu pada kondisi *low* (nol volt) pada saat *power* modul FTS dinyalakan. Dengan penambahan *pull-up resistor* dan *inverter* maka kondisi logika ke *driver relay* akan selalu *low* (nol volt) pada saat *power* dinyalakan atau dimatikan. Pada bab 3 tentang hasil dan pembahasan akan menjelaskan metode *smart system* secara rinci.

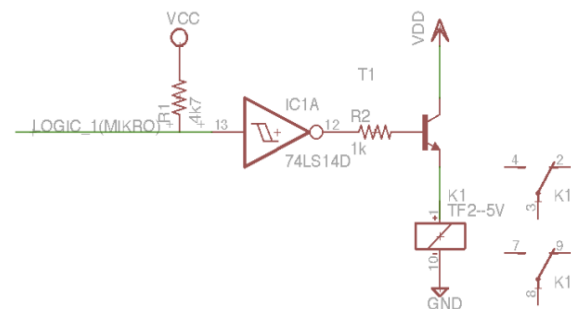
3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode dua saklar untuk modul FTS mempunyai kelebihan yaitu bahwa keamanan aktifnya *relay* oleh arus dari mikrokontroller dapat dihindari dikarenakan sumber tegangan mikrokontroller dan *relay* berbeda. Namun, metode ini mempunyai kendala dalam kepraktisannya jika modul FTS sudah terintegrasi pada roket karena diperlukan lebih dari satu kali pengaktifan sebuah sumber tegangan dan memerlukan sumber energi listrik yang berbeda. Pada saat sebuah mikrokontroller diberikan catu daya 5 volt maka mikrokontroller akan mengeluarkan logika tinggi (5 volt) dengan arus tertentu yang sesaat. Arus sesaat sebesar 10mA sudah dapat digunakan untuk mengaktifkan *driver relay*, karena *driver relay* menggunakan rangkaian transistor yang disusun secara darlington. Dengan memberikan arus kecil pada kaki basis transistor pertama maka penguatannya menjadi cukup besar. Rangkaian *driver relay* yang tersusun secara darlington dapat dilihat pada Gambar 3-1 dimana rangkaian ini menggunakan transistor NPN. *Driver relay* akan aktif jika arus yang mengalir pada basis transistor dapat mengaktifkan gerbang pada transistor NPN tersebut.



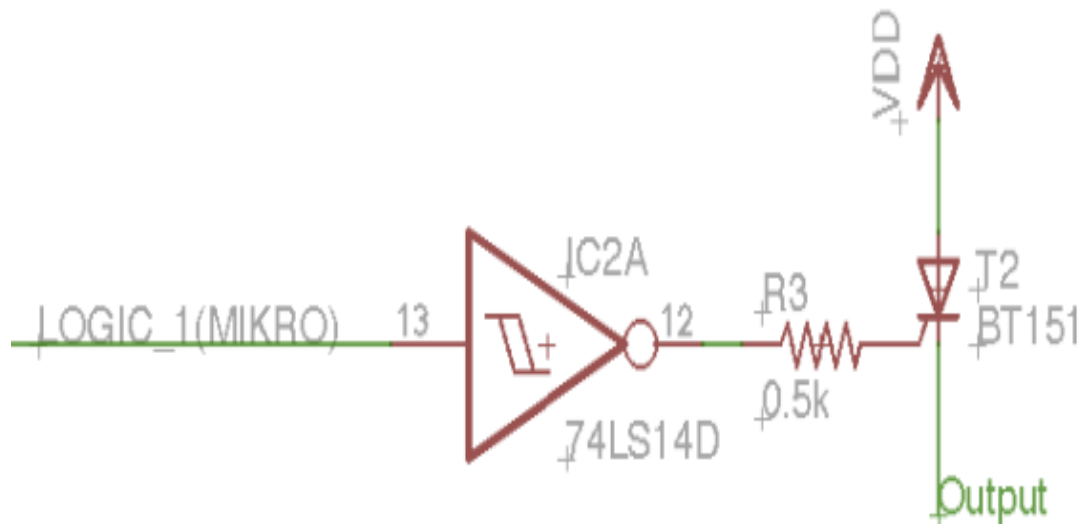
Gambar 3-1: *Driver relay darlington*

Metode dengan *smart system* terdiri dari 3 bagian, bagian pertama adalah mikrokontroller sebagai pengontrol *smart system* aktif atau tidak, bagian kedua adalah rangkaian *driver relay* untuk mengaktifkan *relay*, bagian ketiga adalah rangkaian thyristor untuk menyalurkan sumber tegangan *shape-charge* yang akan dikontrol. Untuk bagian pertama dalam penelitian ini menggunakan mikrokontroller dari ATMEL ATmega8. Pertimbangan menggunakan IC mikro ini adalah dikarenakan dimensi IC-nya kecil dan memiliki performa yang cukup tinggi. Mikrokontroller akan memberikan logika rendah (nol volt) atau logika tinggi (5 volt) pada rangkaian *driver relay*. Rangkaian *driver relay* menggunakan transistor NPN dan tambahan resistor pada kaki basis serta *inverter* 74LS14. Rangkaian *driver relay* dapat dilihat pada Gambar 3-2.



Gambar 3-2: Rangkain *driver relay* dengan transistor NPN

Bagian ketiga adalah rangkaian *thyristor*, bagian ini terdiri dari IC *inverter* 74LS14 dan resistor. *Thyristor* terdiri dari tiga kaki yaitu *gate* yang berfungsi sebagai sumber pemicu, anode sebagai masukan arus yang akan dilewatkan, dan katode sebagai keluaran dari sistem *thysistor*. Jika tegangan pada kaki *gate* positif maka arus akan mengalir dari anode ke katode dan sebaliknya jika tegangan pada kaki *gate* nol atau negatif maka arus dari kaki anode akan tertahan.



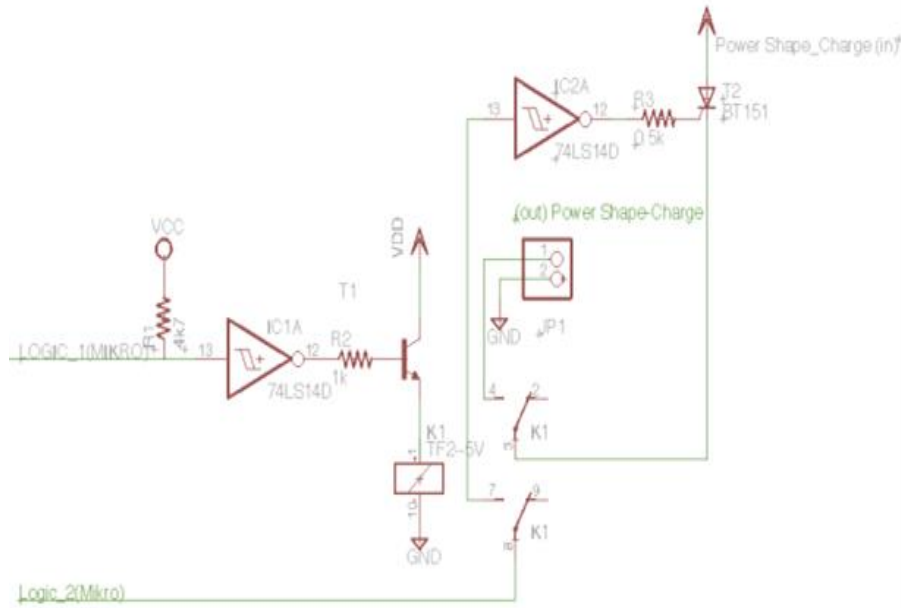
Gambar 3-3: System thyristor

Rangkaian *smart system* secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3-4. Prinsip kerja dari sistem ini adalah pada saat *logic_1*(mikro) berlogika tinggi (5 volt) maka keluaran dari inverter IC1A adalah berlogika rendah (nol volt) maka *relay* tidak aktif dikarenakan tidak cukup arus basis untuk memicu kerja rangkaian *driver relay*. Pada bagian prinsip ini sebenarnya *power shape charge* sudah aman tetapi pengamanan secara bertingkat akan lebih baik dikarenakan jika *power shape-charge* aktif sebelum waktunya akan dapat membahayakan. Prinsip selanjutnya adalah pengaktifan *thyristor* yang dilakukan oleh *logic_2* (mikro). Prinsip kerja dari *smart system* untuk pengamanan *power shape-charge* pada sistem FTS dapat ditabelkan seperti ditunjukkan pada Tabel 3-1. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa ada dua tingkatan yang dapat mengamankan sistem *power shape-charge* dari sistem penyalaan *power* modul FTS secara keseluruhan.

Table 3-1: PRINSIP KERJA SMART SYSTEM

No.	Logic_1	Logic_2	Status Relay	Status Thyristor/ Power Shape-Charge
1	0	0	Tidak aktif	Tidak aktif
2	0	1	Tidak aktif	Tidak aktif
3	1	0	Aktif	Tidak aktif
4	1	1	Aktif	Aktif

Keluaran logika tinggi atau rendah pada Tabel 3-1 untuk *Logic_1* dan *Logic_2* dikendalikan oleh mikrokontroler. Mikrokontroler hanya akan mengaktifkan *relay* jika mendapatkan sinyal dari *ground station*. *Flow chart* dari *software* yang dirancang dapat dilihat pada **Gambar 4-4**.

Gambar 3-4: Rangkaian *smart system*

4 KESIMPULAN

Sistem *driver relay* sederhana yang hanya terdiri dari mikrokontroller dan *driver relay* tidak dapat digunakan sebagai sistem pengontrol *power shape-charge* pada modul FTS. Hal ini disebabkan, sistem driver relay sederhana akan aktif dengan sendirinya ketika *power* modul FTS dinyalakan. Aktifnya *driver relay* ini disebabkan oleh arus yang keluar secara alamiah dari mikrokontroller pada saat mikrokontroller diberikan sumber tegangan. Berdasarkan permasalahan tersebut maka telah diteliti dan didapatkan sebuah sistem yang dapat mencegah aktifnya *relay* pada saat *power* modul diaktifkan. Sistem ini disebut dengan *smart system* yang terdiri dari komponen mikrokontroller, *inverter*, *relay*, resistor, dan *thyristor*. Dengan metode *smart system* maka aktifnya *power shape-charge* dapat terkontrol dengan baik.

Penelitian ini perlu dikembangkan terus untuk mendapatkan *smart system* yang lebih andal, karena pengujian ketahanan secara vibrasi atau uji *shock* terhadap sistem ini belum dilakukan.

Keandalan suatu modul yang ditempatkan pada sebuah roket harus lulus uji vibrasi dan uji *shock*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ditujukan kepada kepala pusat teknologi roket sebagai kuasa pengguna anggaran yang telah memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Akash A. Hongunti dkk. 2014. *Voice Operated Wheelchair*, International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering Volume 4, Issue, April. ISSN:2277 128X.
- E. Cordero, dkk, 2015. *Implementation of a Battery Management and Protection System for High Power Pulsed Applications*, IEEE Pulsed Power Conference (PPC) Austin, TX, ISSN: 2158-4915, DOI: 10.1109/PPC.2015.7296920.
- Effendi Dodi Arisandi, 2015. *Design and Development of Low Cost Flight Termination System Encoder Based on DDS AD9850 for Flight Vehicle*, Proceedings International Seminar of Aerospace Science and Technology

- (ISAST III-2015), Bali, December, ISBN: 978-602-71833-1-5.
- Effendi Dodi Arisandi, 2015. *Multi Frekuensi Encoder Flight Termination System*. Jurnal Teknologi Dirgantara Vol. 13 No. 1 Juni: 87-94.
- Garng Huang dan Tong Zhu, 1999. *Voltage Security Assessments Using the Arnoldi Algorithm*, Power Engineering Society Summer Meeting, 1999, Edmonto, Alta, ISBN:0-7803-5569-5, DOI: 10.1109/PCESS.1999.787391.
- H. Weiss dan S Volgger, 2014. *Insular Power Supply Batteray Manager with Balancing and Protection Unit for Lithium-Ion Batteries*, 12TH International conference APEIE-34006.
- Hei Kam, Tsu-Jae King Liu, dan Vladimir Stojanovic, 2011. *Design, Optimization, and Scaling of MEM Relays for Ultra-Low-Power Digital Logic*, IEEE Transactions on electron devices, Vol. 58, NO. 1, January.
- [http:// www.atmel.com/images/atmel-2486-8-bit-avr-microcontroller-atmega8_I_datasheet.pdf](http://www.atmel.com/images/atmel-2486-8-bit-avr-microcontroller-atmega8_I_datasheet.pdf), diakses Juni 2016.
- Jang-Hyuck Hyuck Lee dan Joon-young Sung, 2004. *Design of Batteray Protection Circuit*, Intelligent Signal Processing and Communication System, 2004. ISPACS 2004. Pages 784-786, ISBN: 0-7803-8639-6.
- S. K., Wong dan A., Kalam, 1996. *Distributed Intelligent Power System Protection Using Case Based and Object Oriented Paradigms*, Intelligent Systems Applications to Power Systems, 1996. Proceedings, ISAP '96., International Conference on 28 Jan-2 Feb 1996, Orlando, FL. Pages 74-78, ISBN:0-7803-3115-X.