

## Analisa Perancangan Dan Pembuatan *Timer* Untuk Separasi Roket Komurindo

Oleh:  
Agus Wiyono\*  
Email: aguswiyono.lpn@gmail.com

### Abstrak

Pewaktu elektronik (*timer*) untuk separasi Roket Komurindo diameter 70 cm telah dirancang dan dibuat. *Timer* ini mampu memberikan masukan arus dan tegangan pada squib untuk menyala dan menimbulkan separasi. *Timer* menggunakan mikrokontroler sebagai pengendali utama dengan memanfaatkan fitur *timer* didalamnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *timer* elektronik yang dirancang dapat bekerja dengan baik dengan menghasilkan tegangan keluaran 4924-5008 milivolt dan perbedaan antara nilai *timer* dengan referensinya yang disebabkan oleh rangkaian pengaman power on *timer* on delay tidak lebih dari 470 milidetik.

**Kata Kunci:** mikrokontroler, *timer*, separasi, Komurindo

### Abstract

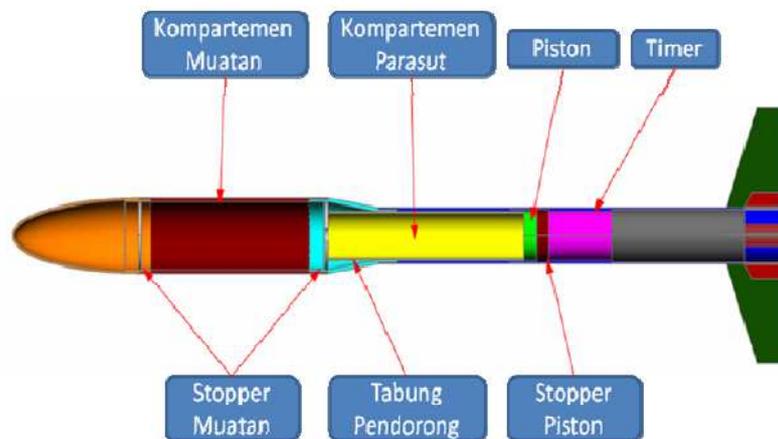
Electronic *timer* for Komurindo Rocket separation with 70 cm diameter has been designed and made. This electronic *timer* can give trigger current and voltage to squib to blow and generate separation. Electronic *timer* uses microcontroller as main controller by exploit feature *timer* inside. Testing result indicates that *timer* electronic that designed can work properly with productively output voltage 4924-5008 milivolts and difference between value *timer* and its reference that caused by power on *timer* on delay protector circuit at the most 470 msec.

**Keyword:** microcontroller, *timer*, separation, komurindo

## 1. PENDAHULUAN

Roket merupakan salah satu wahana dirgantara yang memiliki makna startegis. Wahana ini mampu digunakan untuk melaksanakan misi perdamaian maupun pertahanan, misalnya roket penelitian cuaca, roket kendali, roket balistik dari darat ke darat, darat ke udara dan udara ke udara. Teknologi roket dan muatannya dikenalkan pada generasi muda khususnya mahasiswa lewat Kompetisi Muatan Roket Indonesia (Komurindo). Pada tahun 2011 telah dilaksanakan Kompetisi Muatan Roket Indonesia yang wahana roket pembawa muatan mahasiswa menggunakan Roket Uji Muatan diameter 70 cm (RUM-70) disebut sebagai Roket Komurindo.

Spesifikasi teknis dari Roket Komurindo yang digunakan untuk Kompetisi Muatan Roket Indonesia tahun 2011 yaitu roket memiliki panjang 1230 mm, diameter pendorong roket 76 mm, berat roket 4,6 kg, dengan daya dorong 30 Kgf, dan ketinggian yang bisa di capai roket 600 m. Berat muatan yang bisa dibawa roket seberat 1 kg. Roket Komurindo memiliki kompartemen bagian seperti Gambar 1.<sup>1</sup>



**Gambar 1.1.** Gambar kompartemen Roket Komurindo tahun 2011.

\*Peneliti Pusat Teknologi Penerbangan LAPAN

Salah satu bagian penyusun Roket Komurindo sesuai dengan Gambar 1.1 yaitu pewaktu elektronik yang disebut *timer*. *Timer* ini berfungsi memberikan *sinyal* arus dan tegangan pada alat yang akan meledak karena pemberian arus listrik padanya yang disebut *squib*.<sup>2</sup> Besarnya tegangan untuk *squib* berdasarkan pengukuran dilaboratorium yaitu 4900 milivolt sebagai batas bawah dan 5100 milivolt sebagai batas atas. Tegangan normal dari *squib* ini yaitu 5000 milivolt. Meledaknya *squib* ini akan menyebabkan terjadi proses pemisahan muatan roket dengan roket pembawanya. Referensi waktu yang dibutuhkan *timer* untuk mengeluarkan picuan harus dapat diatur sesuai kebutuhan pada saat peluncuran roket dan *timer* harus mampu bekerja dengan referensi waktu yang diberikan tersebut.

Pengaturan referensi *timer* tidak lepas dari sistem komunikasi serial. Konsep komunikasi serial adalah proses pengiriman data satu bit pada satu waktu secara berurutan. Komunikasi serial sendiri dibedakan menjadi dua yaitu komunikasi asinkron dan komunikasi sinkron. Contoh komunikasi serial RS232, RS485, USB port dan lain lain. Komunikasi asinkron (tidak sinkron) adalah komunikasi antar dua perangkat dengan sumber *clock* yang berbeda misalkan komunikasi PC ke mikrokontroler, masing masing PC dan *mikrokontroler* mempunyai sumber *clock* sendiri. Pada komunikasi asinkron supaya tidak terjadi kesalahan pengiriman data maka *clock* antara perangkat yang berkomunikasi tersebut harus diset dengan nilai yang sama.<sup>3</sup>

Pada tulisan ini akan dibahas tentang analisa perancangan dan pembuatan *timer* elektronik untuk Roket Komurindo tahun 2011. *Timer* elektronik yang dirancang memperhitungkan beberapa faktor yaitu spesifikasi dimensi kompartemen, penghitungan pencacahan register *timer* agar mendapatkan nilai kerja *timer* presisi, analisa sistem pengaman *timer* elektronik berupa *power on timer on delay* untuk memberi waktu inialisasi sistem, kemampuan *timer* untuk mengalirkan tegangan yang cukup untuk penyalaaan *squib* (4900 – 5100 milivolt).

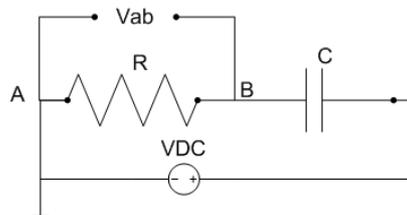
## 2. LANDASAN TEORI

Penghitungan waktu kerja *timer* didasarkan pada fitur register *timer* yang ada pada prosesor yang digunakan. Pada penggunaan *mikrokontroler* jenis AVR 8 bit, fitur *timer* dapat difungsikan menjadi pencacah maupun pewaktu. Ketika fitur register *timer* difungsikan sebagai pewaktu maka dengan perhitungan lama waktu T didapatkan dari penurunan persamaan frekuensi.<sup>4</sup> Dengan memilih menggunakan register 16 bit maka hasil penurunannya yaitu:

$$COVreg = \left( \frac{T \times f.clock}{2^x N} \right) - 1 \quad (1)$$

Dimana COVreg merupakan nilai register *timer* 16 bit, T adalah waktu penghitungan mundur(*interrupt*), f.clock adalah nilai sumber *clock* sistem, dan N adalah faktor pembagi sumber *clock*.

Selain dengan *mikrokontroler*, *timer* sederhana juga dapat diperoleh dengan penggunaan penurunan persamaan kapasitor. Gambar rangkaian pewaktu yang menggunakan kapasitor ini ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Pewaktu dengan kapasitor

Menurut Soetrisno nilai tundaan kenaikan tegangan  $V_{ab}$  dapat dihitung dari penurunan persamaan muatan kapasitor.<sup>5</sup> Dari penurunan rumus tersebut menghasilkan persamaan:

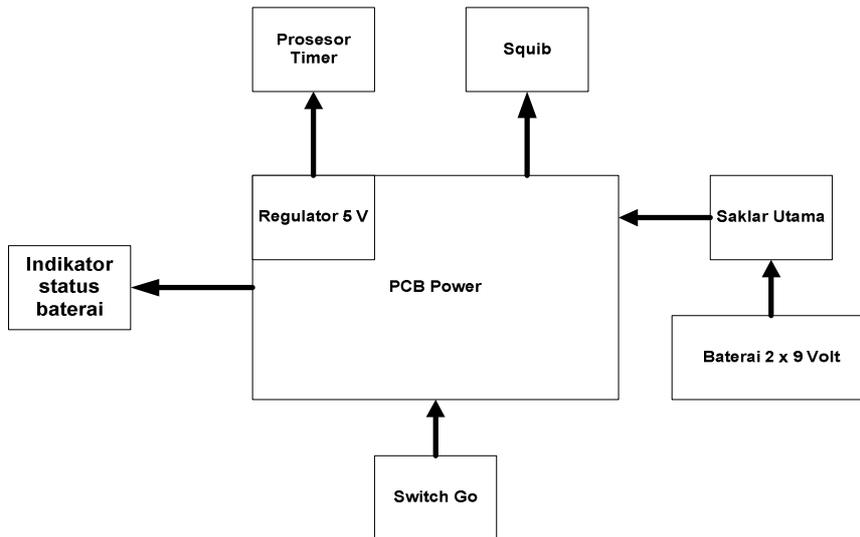
$$\Delta t = R \times C \quad (2)$$

## 3. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

Sistem elektronik separasi tergabung dalam sebuah rangkaian elektronika berupa *timer* separasi. Desain *timer* separasi dilakukan agar kegagalan bisa dikurangi. Desain *timer* yang dilakukan meliputi perancangan dimensi *timer*, perancangan sistem catu daya *timer* agar sistem mampu memberikan picuan tegangan keluaran pada *squib* diantara 4900 sampai 5100 milivolt, perancangan

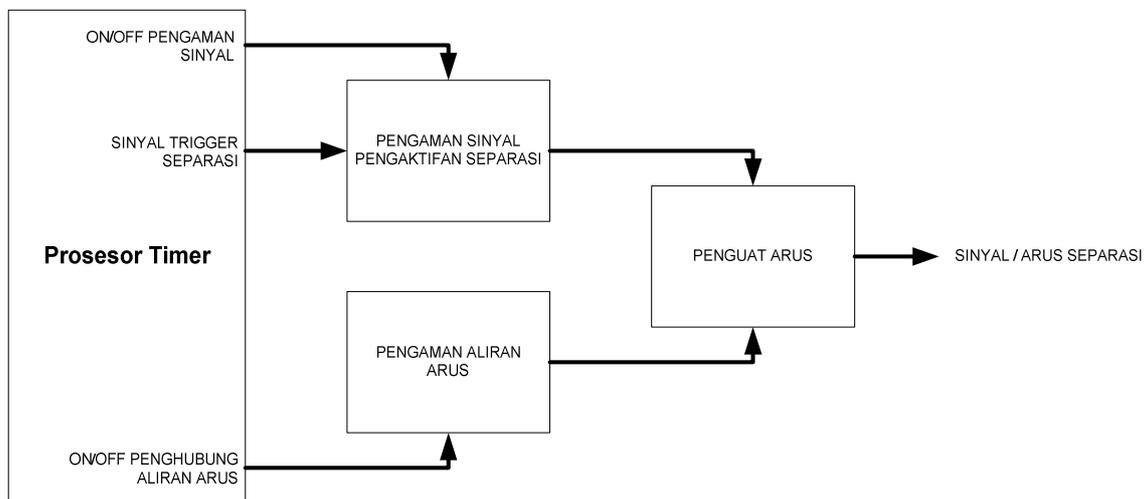
prosesor *timer* untuk mendapatkan penghitungan waktu yang tepat, perancangan sistem pengaman kegagalan *timer*.

Dimensi *timer* terbatas karena harus mengikuti dimensi tabung roket yaitu berbentuk silinder dengan diameter roket dalam sebesar 7 cm dan tinggi 10 cm. Agar *timer* yang dirancang dapat dimasukkan didalam tabung roket maka diameter luar dari *timer* dibuat 6 cm dan tinggi 8 cm. Karena maksimal ketinggian *timer* 8 cm maka sumber catu daya *timer* dirancang menggunakan sumber daya baterai alkalin 9V sebanyak 2 buah. Sumber daya ini akan memberi daya ke prosesor *timer* dan ke *squib*. Distribusi sumber daya pada *timer* secara diagram blok ditunjukkan pada Gambar 3.1.



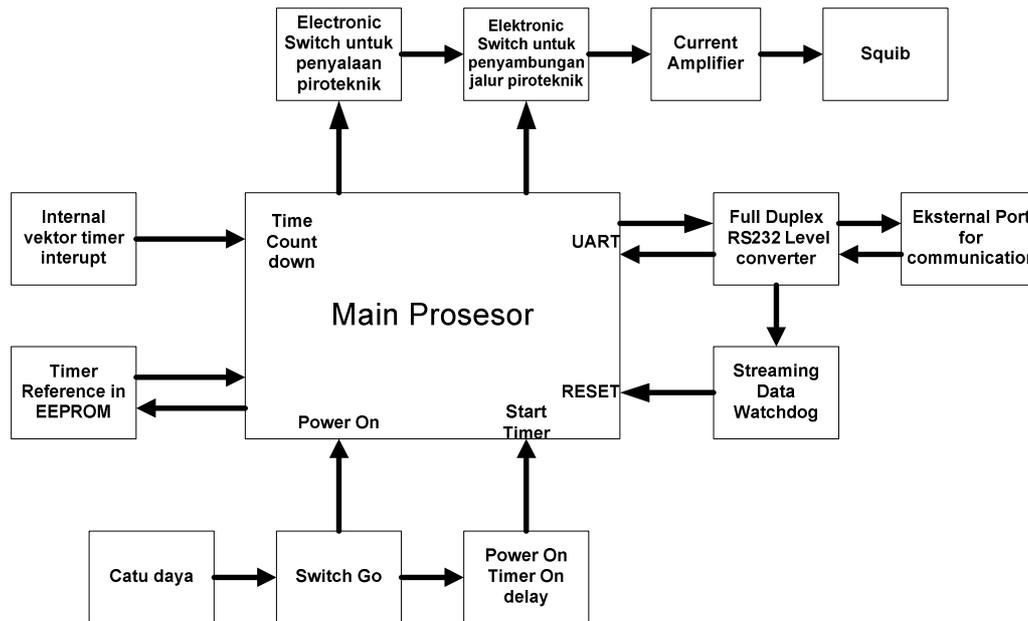
Gambar 3.1. Pembagian sumber daya pada *timer*

Agar arus ke *squib* dapat dikeluarkan dengan tepat dan sistem aman dari jatuhnya tegangan maka sistem elektronik separasi disusun seperti diagram blok Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Sistem elektronik separasi

Diagram blok *timer* yang dirancang ditampilkan pada Gambar 3.3. Bagian utama dari *timer* berupa prosesor *timer*. Bagian – bagian prosesor *timer* yang dirancang memiliki prosesor *High-performance, Low-power AVR® 8-bit Microcontroller with 8 Mhz Internal Clock*), *streaming data watchdog timer* (pengaman kegagalan prosesor), jalur komunikasi Full Duplex untuk pengesetan *timer, power on timer on delay*.



Gambar 3.3. Diagram blok Timer

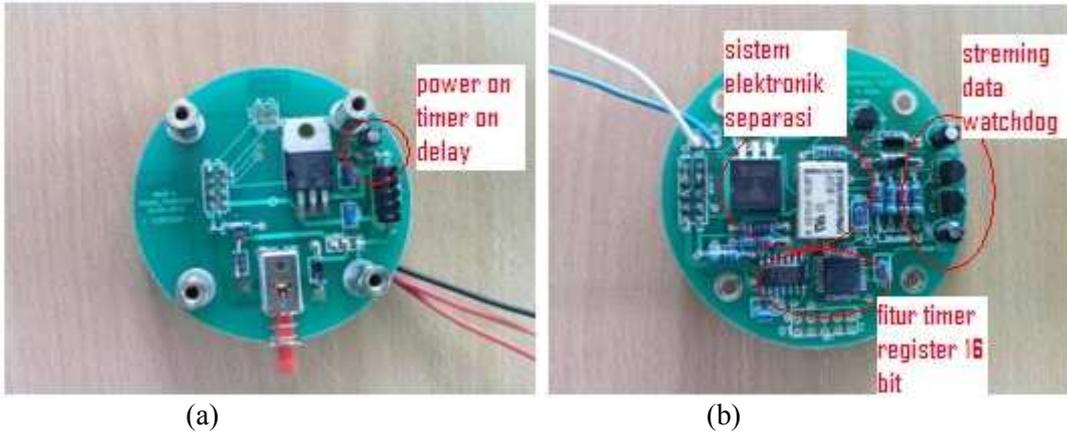
Ketika *timer* dinyalakan maka proses inialisasi akan dilakukan terlebih dahulu dengan membutuhkan waktu 380 milidetik berdasarkan percobaan dilaboratorium. Penghitungan pewaktuan pada *timer* dilakukan dari saat roket *Go* (mulai terbang) sampai saat terjadinya separasi (referensi *timer* yang diberikan). Prosesor *timer* dirancang melakukan penghitungan mundur dengan durasi waktu 1 detik sekali. Besarnya nilai penghitungan mundur 1 detik didapatkan dari penggunaan penghitungan nilai register fitur *timer* yang 16 bit. Dari persamaan 1, dengan  $T = 1$  detik,  $f_{clock} = 8.000.000$  Hz dan  $N = 256$  maka nilai  $COV_{reg}$  *timer* yang didapat yaitu 31249 atau  $7A11_H$ . Nilai ini yang dimasukkan ke register *timer* sehingga *timer* bisa menghasilkan penghitungan mundur selang 1 detik presisi.

Selain *timer* utama, juga dirancang *power on timer on delay* yang berfungsi memberi kesempatan prosesor untuk melakukan inialisasi dan melakukan pengecekan status *timer* dalam kondisi *start running* atau *in-running*. Dengan rangkaian ini sistem *timer* mempunyai kesempatan mengetahui kondisi *timer* sedang berhenti atau bekerja. Dengan menggunakan rangkaian Gambar 2 dan persamaan 2 maka dengan mengambil nilai  $C = 10\mu F$  dan  $R = 47K\Omega$  maka didapat nilai  $\Delta t$  sebesar 0,47 detik atau 470 milidetik. Tundaan ini memenuhi rancangan waktu yang dibutuhkan *mikrokontroler* untuk melakukan inialisasi sistem.

Seperti pada blok diagram Gambar 3.3, *streaming data watchdog* dirancang mendeteksi aliran keluaran data serial dari *timer*. Jika aliran terhenti karena gangguan maka rangkaian ini akan mengaktifkan sinyal reset sehingga *timer* akan memulai dari awal dan melakukan inialisasi ulang sistemnya. Untuk mengetahui hasil perancangan maka dipabrikan *timer* hasil rancangan secara lengkap. *Timer* yang dibuat sebanyak 80 buah dan untuk pengujian diambil 15 buah secara acak sebagai sampel yang mewakili 80 buah *timer* tersebut. Hasil pengujian 15 sampel ini yang akan dianalisa dan dibahas.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan *timer* elektronik ini memiliki diameter 6 cm. Gambar bagian dari *timer* hasil rancangan seperti ditampilkan pada Gambar 4.1. Dengan dimensi ini *timer* bisa dimasukkan ke dalam tabung roket.

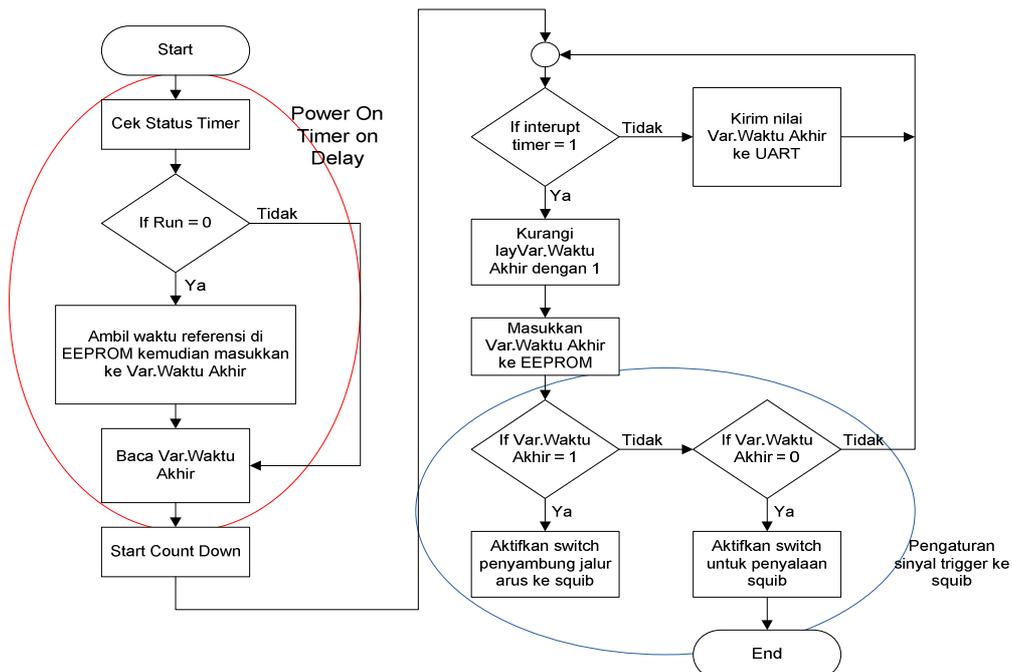


Gambar 4.1. Hasil perancangan pembagi sumber daya *timer*(a) dan prosesor *timer*(b)

Seperti terlihat dari Gambar 4.1.a, seluruh pembagian catu daya dilakukan oleh bagian ini, Selain itu tundaan *power on timer on delay* yang terdiri dari sebuah tahanan dan sebuah kapasitor juga dilakukan dibagian ini. Karena letaknya di pembagi sumber daya, *power on timer on delay* akan mendapatkan suplai power langsung dari sumber sehingga tingkat kegagalan sistem ini bisa dikurangi. Dengan penempatan ini dimensi PCB rangkaian bisa disesuaikan dengan perancangan.

Penyalan *squib* seperti pada Gambar 3.2. melalui beberapa proses yang harus dilalui yaitu jalur tegangan untuk *squib* dan sinyal trigger penguat arus tidak tersambung sebelum detik penghitungan mundur menghasilkan nilai 1. Dari perancangan ini dapat dianalisa bahwa ketika dibawa terbang, *timer* tidak akan memberikan tegangan ke *squib* sampai 1 detik menjelang separasi. Dengan demikian separasi tidak akan terjadi sebelum waktunya. Sinyal trigger akan memberikan sinyal ke penguat arus untuk memberikan daya ke *squib* pada detik bernilai 0. Dari Gambar 4.1b dapat dilihat bahwa sistem ini menggunakan gabungan relay dan SCR. Dengan menggunakan relay ini maka dapat dipastikan bahwa jalur tegangan dan sinyal benar-benar terpisah secara mekanik sampai 1 detik sebelum separasi sehingga proses seperti diagram blok Gambar 3.2 dapat dilakukan dengan benar. Penggunaan SCR akan memberikan kepastian bahwa tegangan benar-benar diteruskan ke *squib* karena sifat SCR yang aktif terus sekali dipicu gerbangnya.

Diagram alir *software* hasil perancangan untuk pengendalian seluruh proses pada *timer* ditunjukkan pada Gambar 4.2. Pengaturan sinyal trigger ke *squib* seperti Gambar 4 dapat dilihat pada gambar tersebut.



Gambar 4.2. Diagram alir proses pengendalian *timer*

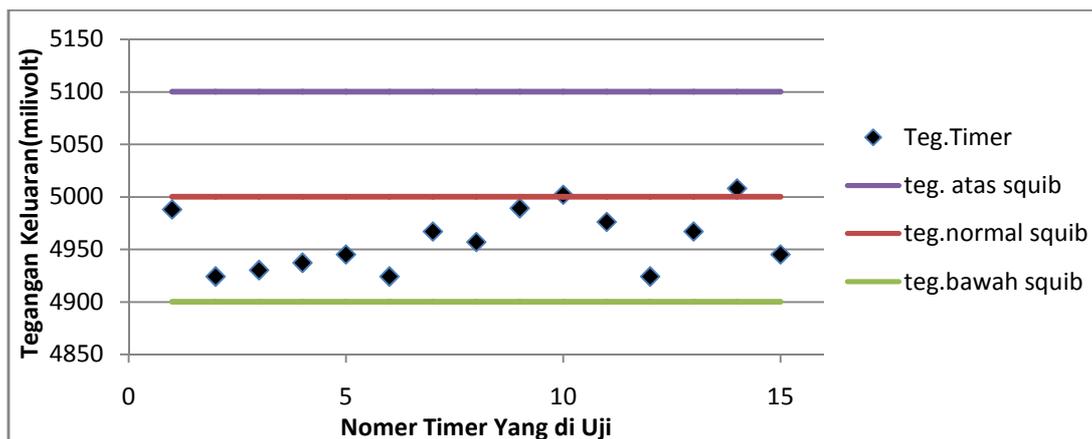
Dari Gambar 4.2, *power on timer on delay* sangat penting fungsinya dalam memberi kesempatan *timer* untuk melakukan inisialisasi dimulai dari cek status *timer* sampai baca variabel waktu yang terakhir sebelum penghitungan mundur dimulai. Ketidak akuratan rangkaian ini bisa menyebabkan *timer* salah mengartikan kondisi *timer* seharusnya *in-running*(ditengah proses penghitungan mundur) bisa dianggapnya *start running* (baru mulai penghitungan mundur) setelah terjadi *restart* ulang. Akibat kesalahan ini, *timer* akan mengulang penghitungan mundur dari awal sehingga waktu kerja *timer* bisa menjadi lebih panjang dari pada referensi waktu yang diberikan.

Pengujian dilakukan dengan mengukur langsung tegangan keluaran dan mengukur waktu kerja *timer* dengan memasukkan waktu referensi 7 detik. Hasil pengujian tegangan keluaran dari *timer* dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1.** Hasil Pengujian tegangan keluaran dari *timer* yang sudah diintegrasikan

No Timer	Tegangan Keluaran (Volt)
1	4988
2	4924
3	4930
4	4937
5	4945
6	4924
7	4967
8	4957
9	4989
10	5002
11	4976
12	4924
13	4967
14	5008
15	4945

Besarnya tegangan keluaran dibuat grafik dengan memberi batasan tegangan kerja *squib* dengan batas bawah 4900 milivolt dan batas atas 5100 milivolt ditampilkan pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3.** Grafik perbandingan hasil pengujian keluaran tegangan *timer* dengan batasan tegangan kerja *squib*.

Dari Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa hasil pengukuran tegangan keluaran *timer* elektronik terendah bernilai 4924 milivolt dan tegangan keluaran tertinggi bernilai 5008 milivolt. Dari Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa tegangan keluaran hasil pengujian masuk didalam batasan tegangan penyalaan *squib* yang dibutuhkan yaitu batas atas pada level tegangan 5100 milivolt dan batas bawah pada level tegangan 4900 milivolt. Tegangan keluaran *timer* tidak tepat sesuai dengan kebutuhan normal

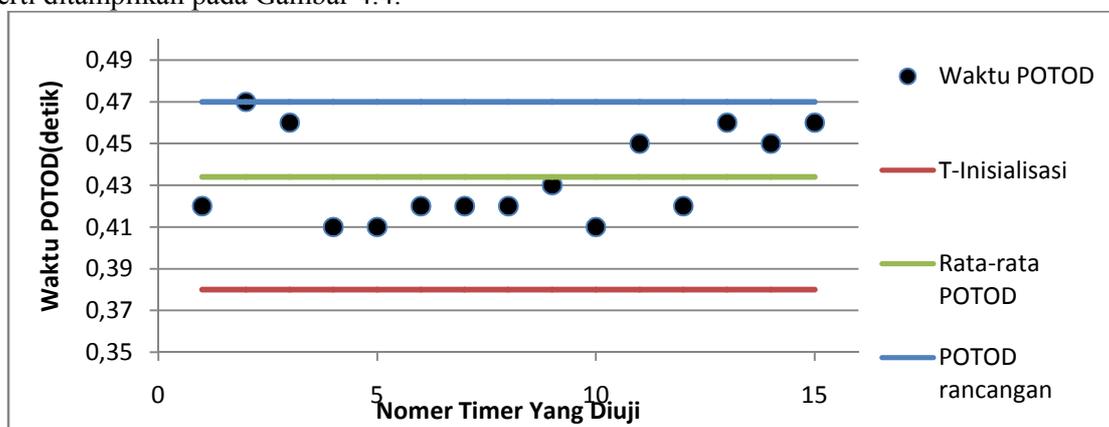
tegangan *squib* sebesar 5000 milivolt karena komponen elektronik yang dipakai tidak benar-benar ideal.

Hasil pengukuran dari pengujian waktu kerja *timer* ditampilkan pada Tabel 4.2. Nilai *power on timer on delay* didapatkan dari hasil pengukuran waktu kerja *timer* yang kemudian dikurangi dengan nilai referensi waktu yang dijadikan acuan.

**Tabel 4.2.** Hasil pengukuran waktu kerja *timer* separasi

No <i>Timer</i>	Referensi Waktu (detik)	Waktu Hasil Pengukuran (detik)	Nilai Waktu POTOD (detik)
1	7	7,42	0,42
2	7	7,47	0,47
3	7	7,46	0,46
4	7	7,41	0,41
5	7	7,41	0,41
6	7	7,42	0,42
7	7	7,42	0,42
8	7	7,42	0,42
9	7	7,43	0,43
10	7	7,41	0,41
11	7	7,45	0,45
12	7	7,42	0,42
13	7	7,46	0,46
14	7	7,45	0,45
15	7	7,46	0,46

Dari Tabel 4.2 dihitung rata-rata waktu yang dihasilkan dari rangkaian *power on timer on delay* dan membandingkan dengan nilai hasil rancangan dan waktu maksimal untuk inisialisasi sistem seperti ditampilkan pada Gambar 4.4.



**Gambar 4.4.** Grafik hasil pengukuran waktu *power on timer on delay* dan rata-ratanya dibandingkan nilai *power on timer on delay* hasil rancangan dan waktu inisialisasi.

Dari Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa nilai waktu *power on timer on delay* rata-rata 434 milidetik. Nilai ini lebih rendah dari perancangan yang bernilai 470 milidetik tetapi nilai ini masih diatas waktu yang dibutuhkan untuk inisialisasi sistem 380 milidetik. Pada Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa nilai waktu *power on timer on delay* terendah dari hasil pengukuran yaitu 410 milidetik dan nilai terbesar 470 milidetik. Perbedaan ini bisa disebabkan karena nilai komponen kapasitor yang lebih kecil dari nilai yang tertera pada kapasitor itu sendiri. Dengan rentang waktu ini prosesor rangkaian *timer* elektronik sudah selesai melakukan inisialisasi sistem dan penghitungan mundur bisa dimulai. Dari hasil pengujian tersebut dapat di analisa bahwa ketika dilakukan pengujian tidak terjadi kegagalan *timer* (restart sistem).

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.2 dapat dianalisa ketika *timer* pertama kali dinyalakan tundaan dari sistem *Power-ON-Timer-On Delay* akan langsung menambah total waktu kerja *timer*. Setiap *power on timer on delay* ini terjadi karena terhentinya *timer* bekerja, waktu total kerja *timer* akan bertambah secara konstan mengikuti jumlah terhentinya kerja *timer* yang dapat dituliskan menjadi persamaan:

$$T_{total} = T_0 + \{t_{potod} \times (N + 1)\}$$

Dimana  $T_0$  merupakan referensi *timer*,  $N$  adalah berapa kali *timer* terhenti prosesnya dan  $t_{potod}$  adalah waktu dari *Power-ON-Timer-On Delay*. Dari persamaan tersebut dapat ditarik pemahaman bahwa semakin sering *timer* terhenti prosesnya maka waktu total *timer* akan semakin besar yang akan menyebabkan *timer* semakin tidak akurat.

## 5. KESIMPULAN

Dimensi *timer* dapat dibuat dengan diameter 6 cm dengan menyesuaikan ukuran kompartemen *timer* pada roket. Nilai perhitungan register *timer overflow* menghasilkan register *timer overflow* 7A11<sub>H</sub> untuk waktu kerja penghitungan mundur 1 detik. Rangkaian *power on timer on delay* dapat memberikan waktu tundaan pada prosesor untuk melakukan inisialisasi sistem diatas 380 milidetik dengan nilai terkecil 410 milidetik dan terbesar 470 milidetik. Tegangan keluaran dari *timer* mempunyai nilai terkecil 4924 milivolt dan nilai terbesar 5008 milivolt. Nilai keluaran tersebut memenuhi kebutuhan tegangan untuk penyalaaan *squib* yaitu diantara 4900 – 5100 milivolt. Dari analisa hasil pengujian *timer* elektronik hasil rancangan memenuhi spesifikasi *timer* untuk Roket Komurindo.

## DAFTAR PUSTAKA

- <sup>1</sup>Nn.2011. “*Kontes Roket Indonesia 2011 Homing Meteo Payload : Panduan Peserta*” . DitJen DIKTI – LAPAN.
- <sup>2</sup>A. Dany, A, Rum. 2009. “*Komunikasi Data*”. Andi Publisier-Yogyakarta.
- <sup>3</sup>Evie Lestariana.2008. *Squib Sebagai Sumbu Penyala Listrik*. *Berita Dirgantara Vol. 9 No. 2 Juni 2008:46-50*
- <sup>4</sup>Atmel 8-bit with 8Kbytes In-System Programmable Flash ATmega8. 2009. ([http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc2486.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2486.pdf), diakses 28 Oktober 2009)
- <sup>5</sup>Sutrisno. 1986. *Elektronika Teori dasar dan Penerapannya*. ITB.Bandung.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

### DATA UMUM

Nama Lengkap : Agus Wiyono S.Si  
Tempat & Tgl. Lahir : Ponorogo, 6 Mei 1981  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Instansi Pekerjaan : Lembaga Penerbangan Dan Antariksa Nasional  
NIP. / NIM. : 19810605 200901 008  
Pangkat / Gol. Ruang : Penata Muda Tk I / IIIa  
Jabatan Dalam Pekerjaan : Peneliti  
Agama : Islam  
Status Perkawinan : Menikah

### DATA PENDIDIKAN

SLTA : Smu Negeri 2 Ponorogo Tahun : 1997  
STRATA 1 (S.1) : Fisika - Universitas Brawijaya Malang Tahun : 2000

**ALAMAT**

Alamat Rumah : Jl.Cendana Raya No:5 Perumnas Suradita Cisauk Tangerang  
banten  
HP. : 081210434722  
Alamat Kantor / Instansi : Lapan PUSTEKBANG, Sukamulya ,Rumpin, Bogor  
Telp. : 021-75790038  
E-mail : [aguswiyono.lpn@gmail.com](mailto:aguswiyono.lpn@gmail.com)

**HASIL DISKUSI DALAM PELAKSANAAN SEMINAR**

Pertanyaan :

1. Berapa tegangan input yang digunakan pada rangkaian timer tersebut? Bagaimana jika terjadi drop voltage pada tegangan input, apakah algoritma dan sistem elektronik separasi masih sesuai dengan waktu sebenarnya? Apakah terjadi delay? Satria (LAPAN)

Jawaban :

1. Tegangan input yang digunakan sebesar 9V DC. Dalam kasus drop voltage atau tegangan masih diatas 5V, algoritma masih berjalan normal karena tegangan sistem yang digunakan diregulasi pada tegangan 5V. Dan delay masih normal (tidak ada penambahan atau pengurangan delay)  
Bila drop tegangan dibawah 5V maka sistem akan terhenti