

# ANALISA PERUBAHAN TEMPERATUR KONDUKTOR DAN TEGANGAN SQUIB TERHADAP NILAI RESISTANSI KONDUKTOR PADA RANGKAIAN EMERGENCY UPPERDECK DOOR PESAWAT BOEING 747-300

Munnik Haryanti,<sup>[1]</sup> Muhammad Aldimas Romadhoni<sup>[2]</sup>

Program studi Teknik Elektro, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma Jakarta

Jakarta, Indonesia

munnik@unsurya.ac.id<sup>[1]</sup>, dimasrmadhoni12@gmail.com<sup>[2]</sup>

*Abstract—* Penghantar listrik merupakan salah satu komponen penting dalam distribusi daya listrik, Terlebih lagi apabila penghantar listrik tersebut untuk menginisiasi ledakan sebuah igniter squib pada rangkaian emergency upperdeck door system pesawat Boeing 747-300. Kemampuan penghantar listrik dalam menghantarkan daya listrik sangat dipengaruhi oleh kualitas konduktor dan resistansinya. Pengujian ini dilakukan untuk menganalisa pengaruh variasi sumber tegangan terhadap perubahan nilai temperatur konduktor dan tegangan squib serta pengaruhnya terhadap nilai resistansi konduktor saat sebelum dan sesudah dilakukan pengujian. Setelah pengujian dengan satu sumber tegangan selesai dilakukan dilanjutkan dengan pengukuran nilai resistansi konduktor menggunakan Igniter tester Alpha 4314, demikian pula untuk sumber tegangan yang lain. Sehingga akan diketahui temperatur konduktor cenderung naik hingga stabil pada nilai tertentu sedangkan tegangan squib cenderung mengalami penurunan Perubahan nilai keduanya pun mempengaruhi nilai resistansi konduktor yang mengalami kenaikan.

**Kata Kunci—** Resistansi, temperatur konduktor, igniter squib

## I. PENDAHULUAN

Penghantar listrik merupakan salah satu komponen penting dalam distribusi daya listrik, Terlebih lagi apabila penghantar listrik tersebut untuk menginisiasi ledakan sebuah igniter squib. Kemampuan penghantar listrik dalam menghantarkan daya listrik sangat dipengaruhi oleh kualitas konduktor dan resistansinya. Salah satunya adalah pemeriksaan nilai tahanan (resistance) terhadap fungsi Pintu dek atas (Upperdeck door) pesawat Boeing 747-300 saat kondisi darurat yang dinamai “Functional check Emergency Upperdeck Door System”.

Pengujian ini dilakukan untuk menganalisa pengaruh variasi sumber tegangan terhadap perubahan nilai temperatur konduktor dan tegangan squib serta pengaruhnya terhadap nilai resistansi konduktor saat sebelum dan sesudah dilakukan pengujian. variasi sumber tegangan yang digunakan yaitu 5,5Vdc, 6Vdc, 6,5Vdc, 7Vdc, 7,5Vdc dan

8Vdc dalam enam kali percobaan pengujian. Saat Pengujian dengan masing-masing sumber tegangan akan dicatat tiap 5 detik sampai detik ke 60 (1menit) terhadap nilai temperatur konduktor dan tegangan squibnya. Setelah pengujian dengan satu sumber tegangan selesai dilakukan dilanjutkan dengan pengukuran nilai resistansi konduktor menggunakan Igniter tester Alpha 4314, demikian pula untuk sumber tegangan yang lain.

Sehingga akan diketahui, dalam rentang satu menit temperatur konduktor cenderung naik hingga stabil pada nilai tertentu sedangkan tegangan squib cenderung mengalami penurunan setelah melewati 35 detik pertama. Perubahan nilai keduanya pun mempengaruhi nilai resistansi konduktor yang mengalami kenaikan.

## II. LANDASAN TEORI

Resistansi atau Hambatan listrik adalah perbandingan antara tegangan listrik dari suatu komponen elektronik (misalnya resistor) dengan arus listrik yang melewatinya. Seperti yang kita ketahui bahwa arus listrik adalah banyaknya muatan listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian listrik dalam tiap satuan waktu yang dikarenakan oleh adanya pergerakan elektron-elektron pada konduktor. Maka Resistansi Listrik yang biasanya dalam bahasa Indonesia disebut dengan Hambatan Listrik ini juga diartikan sebagai penghambat aliran elektron dalam konduktor tersebut. Hambatan listrik yang mempunyai satuan *Ohm* dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$R = V/I \quad \dots\dots\dots(1)$$

Atau

$$R = \delta V/I \quad \dots\dots\dots(2)$$

Dari persamaan tersebut, dapat dijelaskan bahwa setiap *I Ampere* arus listrik yang mengalir melewati sebuah komponen dengan beda potensial atau tegangan sebesar *1 Volt*, maka resistansi atau hambatan listrik pada komponen tersebut adalah *1 Ohm*.

*Ohm* (lambang:  $\Omega$ ) adalah satuan SI dari impedansi listrik, atau dalam kasus arus searah, hambatan listrik. Nama satuan ini berasal dari ilmuwan *George Ohm*. Resistansi dalam suatu penghantar hanya dipengaruhi oleh 3 hal, yaitu :

- a. Panjang penghantar
- b. Luas penghantar
- c. Bahan penghantar

Semakin panjang penghantar atau kawat semakin besar nilai resistansinya dan sebaliknya semakin luas penampang penghantar atau kawat maka akan semakin kecil nilai resistansinya. Inilah alasan kenapa kabel pada tiang listrik dibuat besar dan tebal karena untuk mengurangi resistansi pada penghantar kabel itu sendiri. Karena jenis bahan penghantar juga mempengaruhi resistansi maka diketahuilah sebuah konstanta baru yaitu hambatan jenis ( $\rho$ ). Resistansi ini juga berbanding lurus dengan jenis bahan (Hambatan jenis) oleh karena itu secara matematika diperoleh rumus.

$$R = \rho \times L / A \dots\dots\dots (3)$$

- $R$  = Resistansi (Ohm)
- $\rho$  = hambatan jenis (ohm/m)
- $A$  = Luas Penampang ( )
- $L$  = Panjang Penampang ( )

2.1 Rangkaian Listrik

Rangkaian Listrik adalah interkoneksi dari sekumpulan elemen atau komponen penyusunnya ditambah dengan rangkaian penghubungnya disusun dengan cara-cara tertentu dan minimal memiliki satu lintasan tertutup. Rangkaian listrik memiliki tiga jenis rangkaian yang sering dijumpai yaitu rangkain seri, rangkaian paralel, dan rangkaian campuran.

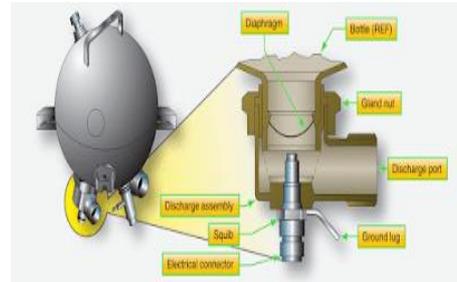
Pada umumnya ada 3 faktor yang mempengaruhi tahanan konduktor yaitu temperatur, campuran bahan, dan tekanan mekanis. Tahanan pada beberapa bahan konduktor (terutama pada bahan logam murni) akan bertambah dengan kenaikan temperatur. Perubahan tahanan bahan per ohm per derajat *celcius* dengan adanya perubahan temperatur dinamakan koefisien temperatur tahanan bahan dan dinyatakan dengan  $\alpha$  tahanan konduktor akan berubah sesuai dengan perubahan temperatur sesuai dengan persamaan.

$$R_t = R_o[1 + \alpha(T-T_o)] \dots\dots\dots (4)$$

- $R_t$  = Nilai resistansi setelah dipanaskan ( $\Omega$ )
- $R_o$  = Nilai resistansi sebelum dipanaskan ( $\Omega$ )
- $\alpha$  = Koefisien temperatur tembaga( $^{\circ}C$ )
- $T$  = Temperatur akhir ( $^{\circ}C$ )
- $T_o$  = Temperatur awal ( $^{\circ}C$ )

2.2 Igniter Squib

Squib merupakan bagian dari igniter suatu *control device pressure vessel cartridge* dan pemantik paling pertama untuk membakar komposisi primer (inisiator atau bahan isian) *squib*, kemudian meledakan bahan isian utama *igniter*. *Squib* merupakan sumbu penyala listrik.

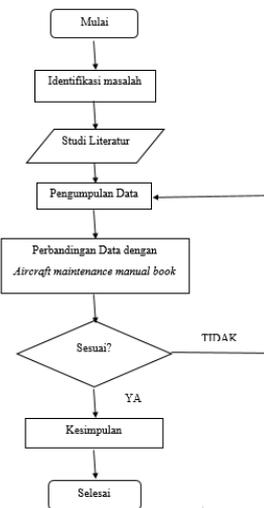


Gambar 1 Igniter Squib pada reservoir

Didalam botol *pressure vessel cartridge* terdapat udara bertekanan 3000 psi yang ditahan oleh sebuah membran diafragma. Ketika *squib* dipantik ledakan nya akan merusak membran tersebut dan membuat udara didalamnya keluar melalui saluran menuju motor pneumatik, putaran dari motor inilah yang kemudian menggerakkan aktuator dan membuka pintu darurat. Untuk merusak membran diperlukan *igniter* (penyala). Penyala yang sering digunakan adalah penyala listrik, terdiri dari sumbu penyala listrik yang membakar komposisi primer, kemudian membakar bahan isian utama *igniter*. Botol yang berisi udara bertekanan 3000psi memiliki *vessel cartridge* diujung kepala (*cap*) yang didalamnya terdapat *electric igniter squib*. Ketika ada arus listrik masuk dari sebuah rangkaian seketika *squib* akan membakar komposisi primer dan meledakan *igniter* untuk merusak membran sehingga udara akan terhentak keluar melalui saluran outlet.

III METODOLOGI

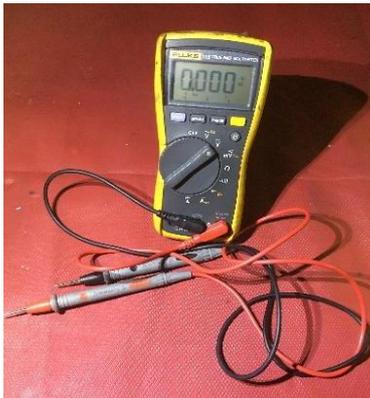
3.1 Diagram Alur Penelitian



Gambar 2 Diagram alur penelitian

### 3.2 Alat dan Bahan

- a. Shunt
- b. Multimeter (Fluke 87V, Corporation or equivalent)



Gambar 3 Multimeter fluke 87V

Fluke 87V Industrial adalah salah satu Multimeter yang memberikan resolusi dan akurasi untuk memecahkan masalah penggerak motor secara efisien, otomatisasi pabrik, distribusi daya, dan peralatan elektromekanis - bahkan di lokasi yang bising, berenergi tinggi, dan di ketinggian.

- c. Pressure vessel cartridge test box (TE65B846838)



Gambar 4 Pressure vessel cartridge test box

Alat ini digunakan sebagai pengganti beban dari *vessel cartridge* pada *igniter squib* untuk mengukur tegangan yang masuk ke dalamnya. Terdiri dari sebuah konektor yang dapat dihubungkan ke rangkaian elektrik dan dua port positif dan negatif sebagai tempat untuk probe multimeter.

- d. Igniter tester (Alpha 4314)



Gambar 5 Igniter tester Alpha 4314

Igniter tester adalah suatu alat ukur resistansi digital portable, khususnya digunakan untuk *ultra-safe* pengukuran

resistansi pada perangkat ledakan (*explosive device*), seperti: *squib, igniters, fuses, explosive bolts* dan lain-lain.

- e. Thermometer digital



Gambar 6 Thermometer digital fluke



- f. Stopwatch

Adapun bahan yang digunakan penulis pada penelitian ini, antara lain

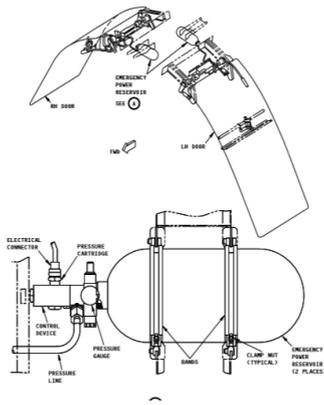
- a. Rangkaian elektrik *squib* pada sistem darurat pintu dek atas pesawat *Boeing 747-400*
- b. Manual data pada *Aircraft maintenance manual book*.

### 3.3 Pengambilan Data

Melaksanakan pengukuran tegangan pada *igniter squib* dan resistansi konduktor pada rangkaian *igniter squib emergency upperdeck door* pesawat *Boeing 747-400* berdasarkan panduan *aircraft maintenance manual book*. Dalam pengukuran ini akan dilaksanakan dengan beberapa sumber tegangan (*battery*) yang berbeda, yaitu 5,5Vdc, 6Vdc, 6,5Vdc, 7Vdc, 7,5Vdc, dan 8Vdc.

Proses kerja :

- a. Dapatkan akses untuk menjangkau *emergency power reservoir* dengan membuka panel di atas kepala.
- b. Tutup penuh pintu dan pastikan tuas *arm/disarm* pada posisi *Manual*.
- c. Secara visual pastikan kondisi *reservoir* dan *vessel cartridge* tidak rusak dan terpasang pada *clamp* dengan benar.
- d. Cek wiring kabel dan pipa pneumatik telah aman dan tidak rusak.
- e. Cek tekanan pada *reservoir* dengan melihat dial yang terletak dibagian atas, pastikan jarum dial ada pada posisi gelang hijau (*greenband*). Jika tekanan tidak didalam gelang hijau ganti *reservoir*.



Gambar 7 Emergency power reservoir B747-300

- f. Lepaskan elektrikl konektor dari vessel cartridge dan untuk keamanan pasang shunt menutupi cartridge pin. (catatan: hati-hati dalam pemasangan shunt, kegagalan dalam pemasangan dapat menyebabkan reservoir meledak).
- g. Pastikan circuit breaker berikut ini sudah dalam keadaan tertutup.
  - CARTRIDGE LH UPPERDECK DOOR
  - CARTRIDGE RH UPPERDECK DOOR
  - BATTERY LH UPPERDECK DOOR
  - BATTERY RH UPPERDECK DOOR
- h. Tekan dan tahan BATTERY OK switch pada modul door Annunciator, pastikan switch akan menyala hijau setelah jeda waktu 2 detik dan mati ketika dilepas.
- i. Pasang elektrikl konektor ke test tool
- j. Posisikan tuas arm/disarm ke Automatic dan angkat handle pintu keatas untuk membuka. (Peringatan : untuk mencegah mengembangnya escape slide jangan membuka door secara elektrikl maupun manual dalam kondisi handle pintu terangkat penuh).
- k. Pastikan tegangan antara kedua jacks di test tool adalah minimum 5.0 Vdc.(secara bersamaan ukur suhu konduktor pada titik yang sudah ditentukan menggunakan thermometer digital)
- l. Kembalikan handle pintu ke posisi tertutup penuh, pastikan tegangan turun menjadi 0.0 Vdc.



Gambar 8 Pengukuran tegangan igniter squib

- m. Buka circuit breaker berikut ini :
  - BATTERY UPPERDECK DOOR
  - CARTRIDGE UPPERDECK DOOR

- n. Lepaskan elektrikl konektor Battery-upperdeck door.
- o. Posisikan handle pintu tertutup penuh dan tuas arm/disarm ke Automatic.
- p. Lepaskan elektrikl konektor dari test tool dan pasang kembali ke vessel cartridge.
- q. Hubungkan igniter tester antara terminal 1 pada circuit breaker cartridge-upperdeck door dengan ground.
- r. Angkat handle pintu ke posisi buka. Catat nilai tahanan yang ditampilkan pada igniter tester tool.



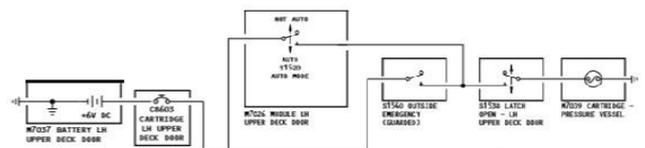
Gambar 9 Proses pengukuran resistansi konduktor

- s. Kembalikan handle pintu ke posisi tertutup. dan tuas arm/disarm ke Manual.
- t. Lepaskan igniter tester. Hubungkan kembali elektrikl konektor ke Battery.
- u. Masukkan kembali circuit breaker berikut ini:
  - BATTERY UPPERDECK DOOR
  - CARTRIDGE UPPERDECK DOOR
- v. Pastikan elektrikl konektor telah terpasang pada vessel cartridge. Dan tutup kembali akses panel.

Selain dari tegangan dan resistansi, data yang diambil adalah perubahan temperatur konduktor baik sebelum maupun sesudah pengukuran. Penulis juga akan menggunakan wiring diagram rangkaian tersebut pada aircraft maintenance manual yang ditujukan sebagai data primer.

#### IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

##### A. Wiring Diagram



Gambar 10 Rangkaian elektrikl igniter squib emergency upperdeck door

Battery sebagai sumber tegangan terhubung dengan sebuah circuit breaker (CB) sebelum masuk ke rangkaian. Pada rangkaian tersebut terdapat 3 buah switch yang masing-masing terpasang pada tuas auto/manual, kontrol sisi luar, dan tuas pintu pegangan bagian dalam. Ketika menjadi

sebuah rangkaian tertutup arus akan mengalir sehingga pada *igniter squib* akan timbul nilai tegangan.

**B. Hasil pengujian temperatur konduktor**

Berikut adalah nilai hasil pengukuran temperatur konduktor dalam rentang waktu satu menit.

*Tabel 1 Nilai hasil pengukuran temperatur konduktor*

Percobaan ke-	5,5 Vdc (°C)	6,0 Vdc (°C)	6,5 Vdc (°C)	7,0 Vdc (°C)	7,5 Vdc (°C)	8,0 Vdc (°C)
1	30,2	30,2	30,3	30,3	30,3	30,4
2	30,3	30,3	30,3	30,4	30,4	30,5
3	30,3	30,3	30,4	30,4	30,4	30,6
4	30,4	30,4	30,4	30,5	30,5	30,8
5	30,4	30,4	30,5	30,5	30,6	30,9
6	30,4	30,5	30,5	30,6	30,7	31,0

*Tabel 2 Persentase perubahan nilai temperatur terhadap temperatur awal*

Percobaan ke-	5,5 Vdc (%)	6,0 Vdc (%)	6,5 Vdc (%)	7,0 Vdc (%)	7,5 Vdc (%)	8,0 Vdc (%)
1	0,6	0,6	1,0	1,0	1,0	1,3
2	1,0	1,0	1,0	1,3	1,3	1,6
3	1,0	1,0	1,3	1,3	1,3	2,0
4	1,3	1,3	1,3	1,6	1,6	2,6
5	1,3	1,3	1,6	1,6	2,0	3,0
6	1,3	1,6	1,6	2,0	2,3	3,3

**C Hasil pengukuran tegangan igniter squib**

*Tabel 3 Nilai hasil pengukuran tegangan igniter squib*

Percobaan ke-	5,5 Vdc (Vdc)	6,0 Vdc (Vdc)	6,5 Vdc (Vdc)	7,0 Vdc (Vdc)	7,5 Vdc (Vdc)	8,0 Vdc (Vdc)
1	4,5	5,2	5,4	6,4	6,8	7,4
2	4,5	5,2	5,4	6,3	6,8	7,3
3	4,4	5,2	5,3	6,2	6,7	7,3
4	4,4	5,1	5,2	6,2	6,6	7,2
5	4,4	5,0	5,2	6,2	6,4	7,0
6	4,3	4,8	5,0	6,1	6,4	6,9

*Tabel 4 Persentase penurunan tegangan squib*

Percobaan ke-	5,5 Vdc (%)	6,0 Vdc (%)	6,5 Vdc (%)	7,0 Vdc (%)	7,5 Vdc (%)	8,0 Vdc (%)
1	4,4	1,9	1,8	1,5	1,4	1,3

2	4,4	1,9	1,8	1,5	1,4	1,3
3	2,2	3,8	1,8	0	1,5	1,3
4	4,5	3,9	1,9	1,6	3,0	2,7
5	4,5	4,0	1,9	1,6	0	1,4
6	2,3	2,1	2,0	1,6	1,5	1,4

**D. Hasil pengukuran resistansi konduktor setelah pengujian**

*Tabel 5 Nilai resistansi konduktor dari semua pengujian*

Percobaan ke-	Resistansi (Ω)					
	5,5 Vdc	6,0 Vdc	6,5 Vdc	7,0 Vdc	7,5 Vdc	8,0 Vdc
1	0,004	0,009	0,012	0,019	0,031	0,043
2	0,016	0,023	0,027	0,033	0,049	0,071
3	0,031	0,039	0,045	0,062	0,074	0,095
4	0,042	0,066	0,075	0,076	0,092	0,129
5	0,053	0,079	0,086	0,089	0,115	0,142
6	0,062	0,089	0,093	0,103	0,132	0,205

*Tabel 6 Persentase kenaikan resistansi konduktor terhadap resistansi awal*

Percobaan ke-	Resistansi (Ω)					
	5,5 Vdc	6,0 Vdc	6,5 Vdc	7,0 Vdc	7,5 Vdc	8,0 Vdc
1	0,217	0,488	0,651	1,031	1,682	2,334
2	0,868	1,248	1,465	1,791	2,660	3,854
3	1,682	2,117	2,442	3,365	4,017	5,157
4	2,280	3,583	4,071	4,125	4,885	7,003
5	2,877	4,288	4,668	4,831	6,243	7,709
6	3,365	4,831	5,048	5,591	7,166	11,129

Nilai resistansi sebelum pengujian adalah 1,842 Ω

**E. Persamaan temperatur koefisiens**

Contoh perhitungan dibawah ini adalah perhitungan nilai resistansi sebelum dipanaskan ( $R_0$ ) saat konduktor diberi sumber tegangan 5,5 Vdc dalam temperatur 30°C

$$R = 1,846\Omega$$

$$\alpha = 0,0039/^{\circ}C$$

$$T = 30,2^{\circ}C$$

$$T_0 = 30^{\circ}C$$

Jawab,

$$R = R_0[1 + \alpha(T - T_0)]$$

$$1,846 = R_0[1 + 0,0039(30,2 - 30)]$$

$$R_0 = 1,844\Omega$$

Tabel 7 Hasil perhitungan nilai resistansi Ro dengan persamaan temperatur koefisien

Perco baan ke-	Resistansi ( $\Omega$ )					
	5,5 Vdc	6,0 Vdc	6,5 Vdc	7,0 Vdc	7,5 Vdc	8,0 Vdc
1	1,844	1,849	1,851	1,858	1,870	1,882
2	1,855	1,862	1,866	1,872	1,888	1,909
3	1,870	1,878	1,884	1,901	1,913	1,932
4	1,881	1,905	1,914	1,914	1,928	1,964
5	1,892	1,918	1,924	1,927	1,952	1,977
6	1,901	1,927	1,931	1,940	1,968	2,039

Dari tabel hasil perhitungan diatas dapat diketahui, untuk masing-masing sumber tegangan pengujian, menunjukkan error pada pengukuran nilai Ro. Nilai terkecil (*min*) dan nilai terbesar (*max*) dalam tabel 7 kita ambil hasil pengujian dengan sumber tegangan 5,5 Vdc sebagai sampel untuk menghitung persentase error tersebut.

$$\begin{aligned} \text{Persentase error min} &= \frac{(Rx-Ry)}{Ry} \times 100\% \\ &= \frac{0,002}{1,842} \times 100\% \\ &= 0,108\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase error max} &= \frac{(Rx-Ry)}{Ry} \times 100\% \\ &= \frac{0,059}{1,842} \times 100\% \\ &= 3,203\% \end{aligned}$$

## V KESIMPULAN

1. Dalam proses hingga 6 kali pengujian nilai Temperatur konduktor cenderung naik hingga stabil pada nilai tertentu. Namun tegangan squib cenderung mengalami penurunan.
2. Dalam pengujian 6 kali percobaan Variasi Sumber tegangan 5,5Vdc hanya mampu memberikan tegangan squib maksimum sebesar 4,5Vdc, sedangkan variasi sumber tegangan 6,5Vdc ke atas mampu memberikan tegangan squib minimum 5,0Vdc ,selain itu temperatur konduktor mengalami perubahan tertinggi sebesar 1,0 saat percobaan ke-6 saat diberikan variasi sumber tegangan 8Vdc (titik maksimum pengujian).
3. Nilai resistansi penghantar mengalami kenaikan setelah dilakukan pengujian, berbanding lurus dengan besar sumber tegangannya. perubahan tertinggi terjadi setelah pengujian ke-6 dengan sumber tegangan 8Vdc yaitu sebesar 11,129%.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Minda Mora, “Jurnal Penelitian Perhubungan Udara” Vol. 38 No. 4 Desember 2012.

- [2] Suryawan, Hendra (2014) Pembuatan alat praktikum fisika listrik untuk kegiatan praktikum di laboratorium fisika dasar dan material teknik S1
- [3] Rudy Triandi , “Analisi pengaruh temperature terhadap penghantar listrik NFA2X 2x10mm rm 0,6/1Kv” FT UI, 2010.
- [4] K.L and B.J Kosanke, “Electric matches and Squibs” American firework news No. 150 (1994)
- [5] ALPHA 4314 Digital Igniter Tester User Manual Revision # 65 Edition 1 (2015)
- [6] Yin, Robert K. (2008). Case study research: design and method. Illinois : sage publications, inc
- [7] Boeing 747-300 Aircraft Maintenance Manual (AMM) ATA Chapter 52 (doors), Atlas Air.inc Rev. Jul