Pengembangan Modul Praktikum Baterai Pesawat Udara Berdasarkan Pengujian Low-Capacity Cell Baterai Ni-Cd pada Pesawat Eurocopter AS365 Dauphin

Mila Rohmah Hidayah[1,*], Teguh Wibowo[2]

[1,2]Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail: [1,]mila.rohmah.aer20@polban.ac.id; [2]teguh.wibowo@polban.ac.id*

ABSTRAK

Program Studi Teknik Aeronautika Politeknik Negeri Bandung merupakan salah satu program studi yang menawarkan pendidikan dalam bidang perawatan pesawat udara. Di bawah naungan kampus vokasi yang menawarkan kegiatan praktik lebih banyak daripada teori. Namun sayangnya pada bidang kelistrikan justru dirasa kurang dalam aspek praktikum, cenderung lebih banyak pembahasan teori daripada praktik langsung pada alatnya. Padahal listrik merupakan elemen yang sangat penting pada pesawat. Oleh karena itu, dalam jurnal ini akan membahas pengembangan modul praktikum untuk baterai pesawat udara. Modul ini akan mengacu pada pengujian *low-capacity cell* yang akan dilakukan pada baterai jenis *nickel-cadmium* dengan nominal tegangan 24 V dan kapasitas baterai 43 Ah. Hasil pengujian akan digunakan sebagai data yang akan digunakan dalam menyusun dan merancang modul praktikum. Maka didapatlah *output* rancangan modul praktikum baterai ni-cd yang terdiri dari empat sub-bab praktikum, dengan durasi total 18 jam yang nantinya akan dikerjakan oleh mahasiswa dengan sebuah PTG (*Practical Training Guide*) dan *Maintenance Manual* baterai sebagai dokumen penunjang.

Kata Kunci
Baterai, modul praktikum, low-capacity cell, Nickel-Cadmium

1. PENDAHULUAN

Pesawat udara ialah salah satu moda transportasi yang banyak digunakan orang-orang saat ini. Hal ini terjadi karena pesawat udara memiliki jarak tempuh yang jauh dengan durasi perjalanan yang singkat dan tingkat keamanan yang tinggi. Namun, pesawat udara juga dibatasi oleh beberapa faktor yang memengaruhi performanya seperti usia, penggunaan yang ekstrim maupun bentuk fisik. Oleh karena itu, untuk menjaga tingkat keamanan pesawat udara tetap tinggi maka diperlukannya proses perawatan sehingga performanya tidak mengalami perubahan yang signifikan jika dibandingkan dengan performa awal. [1, 2]

Baterai ialah salah satu komponen yang sangat penting pada pesawat udara. Baterai berfungsi sebagai salah satu sumber energi untuk starting *Auxiliary Power Unit* (APU), sebagai salah satu sumber energi terakhir untuk sistem *emergency*, juga sebagai sumber cadangan listrik terakhir apabila beberapa sumber sistem kelistrikan pada pesawat mengalami kegagalan. Apabila terdapat kegagalan pada baterai pesawat udara maka pesawat tidak boleh diterbangkan [1] karena tentu akan membahayakan penerbangan ketika kondisi tidak normal atau memerlukan sumber listrik darurat.

Gambar 1. Baterai Pesawat *[3]*

Sebagai salah satu institusi penyelenggara pendidikan bagi calon mekanik pesawat udara, PSTA Polban mencantumkan Mata Kuliah Listrik Pesawat Udara dalam kurikulumnya. Hanya saja pada pelaksanaan praktikumnya masih dirasa belum optimal, khususnya untuk *maintenance* pada baterai pesawat udara.

2. LANDASAN TEORI

Terdapat beberapa sumber ilmiah yang dijadikan sumber rujukan dalam pembuatan artikel ini diantaranya adalah teori dasar

mengenai baterai dan hasil karya ilmiah Tugas Akhir yang telah dilaksanakan sebelumnya.

2.1 Baterai

Baterai merupakan suatu perangkat yang mempunyai sel penghasil listrik di dalamnya yang bisa menyimpan energi dan dapat diubah menjadi daya. Baterai menghasilkan energi listrik dengan dua proses elektrokimia yang bersifat *reversible* (dapat berbalik), yaitu proses pengosongan atau pengurasan (*discharge*) dan proses pengisian (*charge*). [4] Baterai dibagi menjadi dua jenis yaitu baterai primer (tidak dapat diisi ulang) dan baterai sekunder (dapat diisi ulang).

2.1.1 Baterai Primer

Baterai primer merupakan jenis baterai kering yang terdiri dari elektroda positif dan elektroda negatif dengan pasta sebagai media penghantarnya. Baterai ini hanya dapat digunakan satu kali. Baterai jenis ini biasanya digunakan di jam tangan, mainan, dan lain-lain. [5, 6] Beberapa contoh jenis baterai primer diantaranya adalah:

1. Baterai *Zinc Carbon*
2. Baterai *Silver Oxide*
3. Baterai *Lithium*
4. Baterai *Alkaline-Mangenese Dioxide*

2.1.2 Baterai Sekunder

Baterai sekunder merupakan baterai yang bisa diisi ulang dan termasuk baterai basah yang terdiri dari elektroda positif dan elektroda negatif dengan elektrolit sebagai media penghantarnya. Baterai jenis ini banyak digunakan di otomotif atau system pesawat udara. Baterai sekunder kecil biasanya juga digunakan pada perangkat portabel seperti mainan, alat penerang, alat fotografi, dan alat-alat elektronik lainnya seperti telepon seluler. [5, 6] Beberapa contoh jenis baterai sekunder diantaranya adalah:

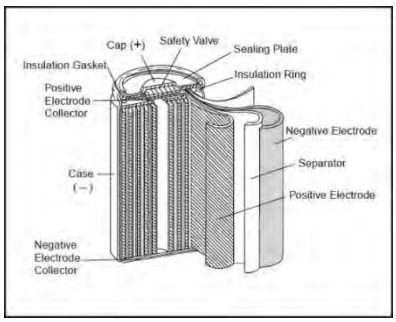
1. Baterai Asam.
2. Baterai Alkali.
3. Baterai *Lithium Ion*.

2.2 Baterai di Pesawat

Terdapat banyak sekali jenis baterai yang ada di dunia, namun tidak semuanya bisa digunakan pada pesawat. Pada umumnya ada dua jenis baterai yang paling sering digunakan di pesawat yaitu Ni-Cd dan *lead acid*.

2.2.1 *Nickel-Cadmium* (Ni-Cd)

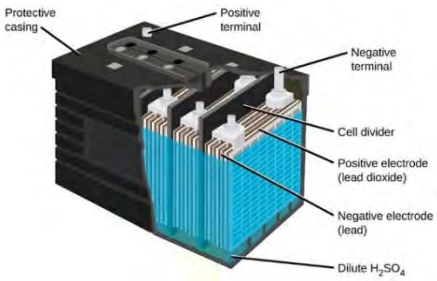
Baterai *Nickel-Cadmium* (Ni-Cd) terdiri dari *Nickel Hydroxide* sebagai elektroda positif, *Cadmium* sebagai elektroda negatif dan alkalin sebagai elektrolitnya. Reaksi pengisian baterai Ni-Cd bersifat *endotermic*, yaitu ketika proses pengisian (*charge*) temperatur sel akan menurun. [7] Baterai Ni-Cd memiliki tegangan nominal sebesar 1,2 V.



Gambar 2. Struktur Baterai Ni-Cd *[7]*

2.2.2 Lead Acid

Baterai *Lead Acid* menggunakan pelat timah oksida sebagai elektroda positif, timbal murni sebagai elektroda negatif, dan larutan asam sulfat sebagai elektrolitnya. Ukuran baterai *lead acid* biasanya lebih besar. Salah satu keunggulan dari baterai *lead acid* ini adalah baterai ini tidak memerlukan proses pengosongan atau pengurasan (*discharge*) sebelum melakukan proses pengisian (*charge*). [8]



Gambar 3. Struktur Baterai Lead Acid *[9]*

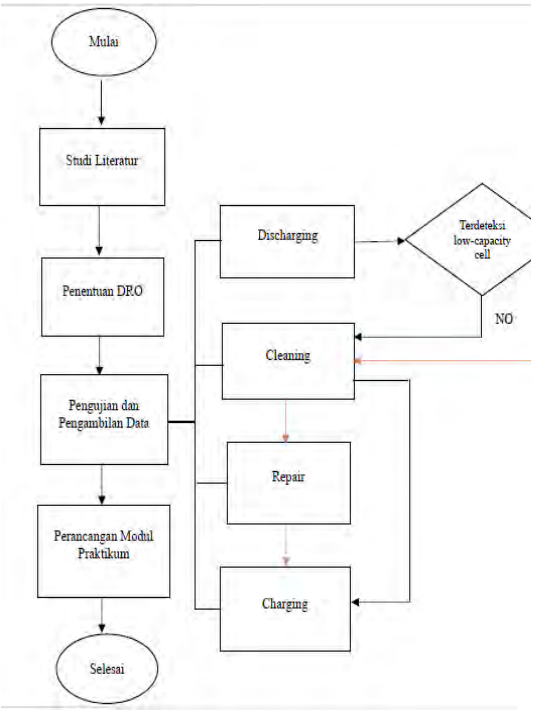
2.3 Kapasitas Baterai

Kapasitas baterai merupakan indikator yang menunjukkan berapa banyak energi maksimum yang bisa disimpan oleh sebuah baterai dengan dinyatakan dalam *Ampere hours* (Ah). Notasi ini menyatakan berapa banyak arus yang dapat diberikan oleh sebuah baterai selama satu jam atau nilai discharge baterai pada tegangan nominal. Akan tetapi, kemampuan penyimpanan sebuah baterai

dapat berbeda dari kapasitas nominalnya, hal ini dapat terjadi karena kapasitas baterai bergantung pada umur dan keadaan baterai itu sendiri, parameter *charging* dan *discharging*, dan temperatur.

3. METODE

Alur penyelesaian masalah pada artikel ini seperti pada diagram alir di bawah ini dengan beberapa tahapan yaitu studi literatur, penentuan DRO, pengujian dan pengambilan data, dan perancangan modul praktikum.



Gambar 4. Diagram Alir

3.1 Studi Literatur

Pada tahap pertama pembuatan artikel ini yang dilakukan adalah pencarian data dan sumber pemahaman dari berbagai literatur seperti jurnal, buku, tugas akhir, skripsi, *web site*, dan *maintenance manual* yang berkaitan dengan topik artikel ini.

3.2 Penentuan DRO (*Design Requirement Objective*)

Langkah selanjutnya adalah penentuan DRO, dengan tujuan untuk mengetahui spesifikasi alat dan material yang akan digunakan dalam kegiatan praktikum.

Tabel 1. Design Requirement Objectives (DRO)

Elemen	Spesifikasi
Jenis Baterai	*Nickel-Cadmium*
Tegangan Baterai	24 V
Kapasitas Baterai	43 Ah
Electrical Load	20A
Arus (*Current*) *Charging*	0.1 C_1A
Elektrolit	Air Distilasi+KOH

3.3 Pengujian dan Pengambilan Data

Pengujian dilakukan dengan melaksanakan prosedur inspeksi mulai dari proses *discharging* hingga proses *charging*. Dari rangkaian proses ini maka akan didapatkan hasil yang akan diolah menjadi rancangan modul praktikum. Baterai yang digunakan sebagai objek pengujian ialah baterai jenis Ni-Cd dengan nominal tegangan 24 V dan kapasitas 43 Ah yang terdiri dari 20 sel baterai yang dirangkain seri

3.4 Perancangan Modul Praktikum

Setelah pengujian dilakukan dan telah mendapatkan data yang dibutuhkan, maka langkah selanjutnya adalah pengkajian data hasil pengujian untuk perancangan modul.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian yang telah dilakukan mencakup beberapa pokok bahasan, diantaranya adalah *discharge*, *cleaning*, *repair*, dan *charging*.

4.1 Discharge

Proses pengosongan atau pengurasan (*discharging*) baterai dilakukan dalam waktu ± 2 jam dengan beban elektrik sebesar 20 A, maka didapat data seperti yang tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Proses Discharge

Cell	Time & Voltage			
	30	60	90	120
1	1.27	1.21	1.15	1.05
2	1.26	1.21	1.14	1.03
3	1.27	1.21	1.14	1.03
4	1.27	1.21	1.14	1.03
5	1.21	1.12	1.02	0.81
6	1.27	1.21	1.12	1.02
7	1.28	1.21	1.14	1.03
8	1.25	1.19	1.11	1.02
9	1.27	1.21	1.14	1.03
10	1.26	1.20	1.14	1.03

11	1.27	1.20	1.14	1.03
12	1.27	1.20	1.14	1.04
13	1.22	1.15	1.02	0.76
14	1.27	1.20	1.15	1.03
15	1.28	1.21	1.15	1.03
16	1.26	1.19	1.13	1.02
17	1.26	1.19	1.13	1.03
18	1.27	1.21	1.15	1.03
19	1.20	1.09	0.98	0.64
20	1.27	1.22	1.14	1.04

Dari Tabel di atas didapat tegangan total sebesar 19.73 V. Dimana rata-rata tegangan per sel nya adalah 0.98 V. Terlihat juga bahwa sel nomor 5, 13, dan 19 memiliki tegangan dibawah 1 V. Artinya sel nomor 5, 13, dan 19 mengalami *low-capacity*.

Gambar 5. Proses Discharge

4.2 Cleaning

Proses *cleaning* mencakup sel, *box, nut, spring washer, link*, dan *vent valve*. Diantaranya sebagai berikut:

a. Sel: Dibersihkan dengan mengeluarkan cairan elektrolit, garam mineral disekitar *cover* dan badan sel dibersihkan dengan air hangat dan *soft brush*.
b. *Nut, spring washer, link*: Dibersihkan dengan air sabun dan sikat.
c. *Box*: Dibersihkan dengan air sabun.
d. *Vent valve*: direndam dengan air distilasi selama beberapa jam atau semalaman.

4.3 Repair

Kemungkinan penyebab *low-capacity cell* yang terjadi pada sel baterai Ni-Cd 24 V ini adalah level elektrolit yang rendah atau elektrolit dalam sel kurang daripada yang seharusnya. Oleh sebab itu, perlakuan repair yang akan dilakukan pada sel adalah *adjustment electrolyte level* yaitu mengganti atau menambahkan jumlah elektrolit ke dalam sel yang bermasalah.

Gambar 6. Proses adjustment electrolyte level

4.4 Charging

Proses *charging* yang dilakukan pada pengujian ini adalah dengan arus 4.3 Ah dan durasi selama 12 jam main charge ditambah dengan 4 jam *final charge* (*overcharge*). Sesuai dengan ketentuan dalam manual yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3.
Charge Rate [10]

Main Charge			Final Charge	
Current & Durration		Minimum Voltage	Current & Duration	Minimum Voltage in the end of Charge
0.1 C_1 A	time min i 10 h maxi 12 h	1.5 V/Cell	0.1 C1A for 4 h	1.5 V/Cell for VO/VP/VHP/VXP 1.55 V/Cell for CVH/CVD/CVK
0.5 C_1 A	time min i 2 h maxi 2 h 30 min.	1.55 V/Cell	0.1 C1A For 4 h	1.5 V/Cell for VO/VP/VHP/VXP 1.55 V/Cell for CVH/CVD/CVK
1 C_1 A	time min i 1 h maxi 1 h 15 min.	1.57 V/Cell	0.1 C1A for 4 h	1.5 V/Cell for VO/VP/VHP/VXP 1.55 V/Cell for CVH/CVD/CVK

Setelah proses *charging* selesai dilakukan baterai memiliki total tegangan 31.83 V ketika

top charge dengan rata-rata setiap sel nya 1.59 V. Setiap sel baterai memiliki tegangan > 1.50 V.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan modul baterai pesawat udara ini akan dibagi lagi menjadi 4 sub-modul praktikum, diantaranya yaitu *discharge*, *cleaning*, *repair*, dan *charging*. Dengan total durasi praktikum secara keseluruhan adalah 18 jam dengan rincian sebagai berikut:

a. *Discharge*: 2 jam
b. *Cleaning*: 1,5 jam
c. *Repair*: 30 menit
d. *Main charging*: 10 jam
e. *Final charging*: 4 jam

Durasi ini diambil dari durasi aktual saat pengujian, dengan penyesuaian jam mata kuliah dan ketentuan di manual yang mungkin tersedia. Alokasi 14 jam untuk *charging* karena dalam prosedurnya proses *charging* dengan 4.3 Ah durasi main *charging* nya adalah 10 – 12 jam. Adapula dalam proses pengujian ini dilakukan dengan batas maksimumnya yaitu dengan 12 jam *charging*, namum mempertimbangan terbatasnya waktu yang tersedia kegiatan belajar mengajar, meskipun tetap akan melalui proses yang lama, namun proses ini bisa ditinggal sehingga mahasiswa bisa kembali keesokan harinya untuk mengukur tegangan akhirnya saja sebagai data terakhir. Untuk *cleaning* diambil 1,5 jam karena untuk *cleaning* bagian *vent valve* harus direndam selama beberapa jam, mempertimbangkan waktu yang tersedia dalam satu hari maka diambillah 1,5 jam.

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka didapatlah dua poin utama rancangan modul yaitu sub-modul praktikum yang akan dilakukan oleh mahasiswa dan jumlah alokasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu modul baterai pesawat udara ini, dengan rincian:

1. Modul terbagi menjadi 4 sub-modul praktikum yaitu *discharging*, *cleaning*, *repairing*, dan *charging*. Keempat sub-modul ini sudah mencakup proses lengkap *maintenance* baterai dari *disassembly* sampai *final charge* yang telah disederhanakan.
2. Durasi pelaksanaan praktikum berlangsung selama 18 jam dengan mayoritas waktu pelaksanaan tidak di bawah pemantauan mahasiswa, melainkan diperiksa di hari berikutnya untuk hasil akhir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis ucapkan untuk PT. Rekatama Putra Gegana Aviation (PT. RPG Aviation) karena telah memberikan kesempatan penulis untuk melakukan pengujian *low-capacity cell* pada baterai di *battery shop* perusahaan. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada manajer dari PT. RPG Aviation karena telah memberikan pengarahan dalam melaksanakan pengujian. Tak lupa pula penulis ucapkan terima kasih kepada para teknisi di battery shop PT. RPG Aviation karena telah membantu penulis dalam melaksanakan pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

[1] F. Ginanjar, “Kaji Keandalan Baterai pada Pesawat A320 Menggunakan Perangkat Lunak Minitab 19,” Politeknik Negeri Bandung, Bandung, 2020.

[2] R. A. Diantari dan S. A. Putri, “Sistem Proteksi Pesawat Boeing 737-Classic,” vol. 8, no. 2, 2016.

[3] Anonim, “xcopedia,” [Online]. Available: https://xcopedia.blogspot.com/2019/01/battery-emergency-power.html. [Diakses 26 Juni 2023].

[4] F. H. Widodo, M. R. Kirom dan A. Qurthobi, “Perancangan Sistem dan Monitoring Sumber Arus Listrik dari Lantai Piezoelectric untuk Pengisian Baterai,” vol. 4, no. 1, 2017.

[5] D. Linden dan T. B. Reddy, Handbook Of Batteries, 3rd Edition penyunt., New York: McGraw-Hill, 2002.

[6] A. F. Silvana, *Pengaruh Proses Pengosongan (Discharging) Terhadap Kapasitas dan Efisiensi Baterai 110 VDC di Gardu Induk Sungai Kedukan*

Palembang, Indralaya: Universitas Sriwijaya, 2019.

[7] A. W. Zaimardi, “Pengukuran Kapasitas Baterai NiCd dan NiMH Berbasis Mikrokontroler ATMega 8535,” Universitas Indonesia, Depok, 2009.

[8] J. B. Suprianto dan T. Wrahatnolo, “Analisis dan Efisiensi Kebutuhan Kapasitas Baterai 110 Volt DC Gas Insulated Switchgear (GIS) 150 KV Wonokromo Surabaya,” vol. 11, no. 03, 2022.

[9] Anonim, “Study Aircrafts,” [Online]. Available: https://www.studyaircrafts.com/aircraft-battery. [Diakses 26 Juni 2023].

[10] Saft, *Operating and Maintenance Manual for Ni-Cd Aircraft Battery,* Paris: Saft, 2016.