

Aplikasi Teknologi Baterai Li-Ion pada Pesawat Udara

Dewi Anggraeni

dewi.anggraeni@lapan.go.id

(29 Desember 2020)

ABSTRAK

Baterai sekunder digunakan sebagai alat untuk menyimpan energi pada UPS, sistem pesawat udara, kendaraan listrik, maupun perangkat *portable*. Baterai memiliki prosentase yang tinggi dalam memenuhi kebutuhan pesawat terbang baik pesawat komersial, militer, dan UAV. Terdapat beberapa tipe baterai sekunder yang digunakan pada pesawat udara, yaitu Lithium ion, NiCad (*Nickel Cadmium*), NiMH (*Nickel metal hybride*), *lead Acid*. Li-ion memiliki kepadatan energi dan energi spesifik yang paling tinggi dengan jenis yang berbeda-beda bergantung kepada kebutuhan listrik pesawat itu sendiri.

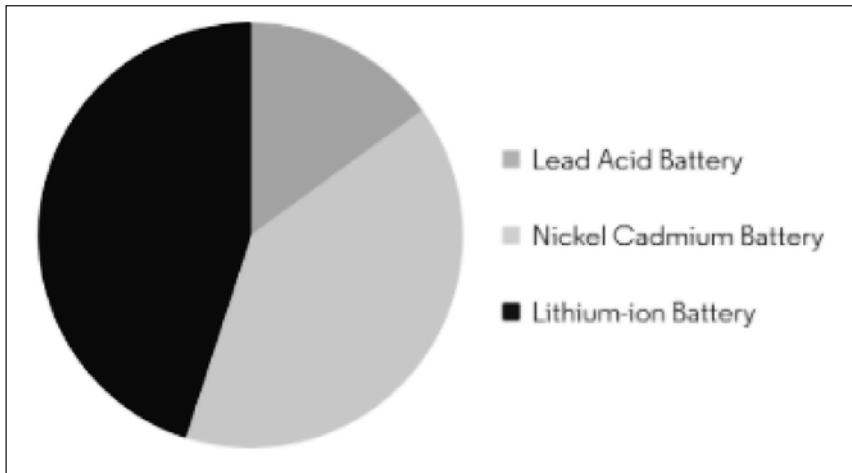
Kata Kunci: baterai, Lithium, pesawat udara

1. Pendahuluan

Baterai adalah alat yang dapat mengkonversi energi kimia yang berada didalam material aktif, dimana terjadi reaksi oksidasi dan reduksi sehingga menghasilkan energi listrik. Baterai sekunder digunakan sebagai alat untuk menyimpan energi pada UPS, sistem pesawat udara, kendaraan listrik, maupun perangkat *portable*^[1]. Perkembangan kebutuhan *power* listrik pada pesawat udara yang tinggi dalam 50 tahun ini mengakibatkan kebutuhan terhadap baterai meningkat, dengan ketentuan, kemampuan yang baik dalam transfer energi, aman, ringan dan memiliki realibilitas yang tinggi^[2].

Baterai Lithium, Nicad dan lead Acid memiliki prosentase yang tinggi dalam memenuhi kebutuhan pesawat terbang baik pesawat komersial, militer, dan UAV, lihat Gambar 1^[3]. Baterai pada pesawat berfungsi untuk memenuhi kebutuhan listrik pada perangkat elektronik pada pesawat seperti pada perangkat *engine starter generator* (ESG), *Auxiliary Power Unit* (APU), perangkat control penggerak (*flight control actuation*), manajemen dan distribusi daya (*Power Management and Distribution/PMAD*) and *motor driver system*^[2]. Selain itu kebutuhan daya listrik semakin meningkat dalam memenuhi sistem komunikasi, tampilan layar pada kokpit, radar cuaca, peralatan entertainment, dan juga peralatan militer yang membutuhkan daya listrik yang kuat seperti radar, sensor dan sistem kokpit serta sistem persenjataan^[4].

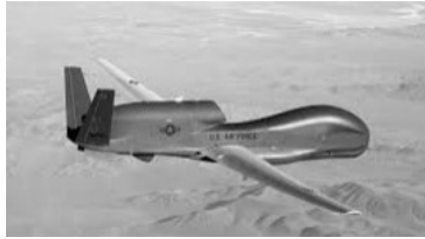
Pada makalah ini akan dilakukan ulasan baterai sekunder yang digunakan pada pesawat udara saat ini, sebagai dasar untuk pengembangan integrasi baterai pada pesawat udara yang memiliki efisiensi dan realibitas yang tinggi serta aman.



Gambar 1. Pasar baterai pesawat^[3]

Baterai pada Pesawat Udara

Vented Lead Acid (VLA) masih digunakan pada pesawat udara di tahun 1950. Di akhir tahun 1950an, mulai digunakannya baterai NiCd (*Nickel Cadmium*). Sampai akhir tahun 1960 NiCd masih dikembangkan dan digunakan dalam pesawat komersial dan militer. Pengembangan baterai *Lead Acid* juga masih digunakan untuk aplikasi pesawat seperti C-130, C-141, F4, F117, F-16 fighter jet, Boeing 777 dan lainnya^[2]. Pada pasar UAV di tahun 2020 ini, mencapai 120 juta dolar Amerika, UAV dari kelas mikro hingga MALE (*Maximum Altitude Long Endurance*) mempunyai kebutuhan daya yang berbeda sesuai dengan misi masing-masing UAV. Baterai Lithium ion Polymer merupakan kebutuhan bagi UAV kelas mikro sebesar 90%^[5]. Sedangkan Lithium ion diaplikasikan pada UAV RQ4 Global Hawk dan Aurora Excalibur VTOL, serta Northrop Grumman X-47B yang merupakan UAV pertama yang dapat lepas landas dari dek kapal^[6], Lihat Gambar 2.



(a)



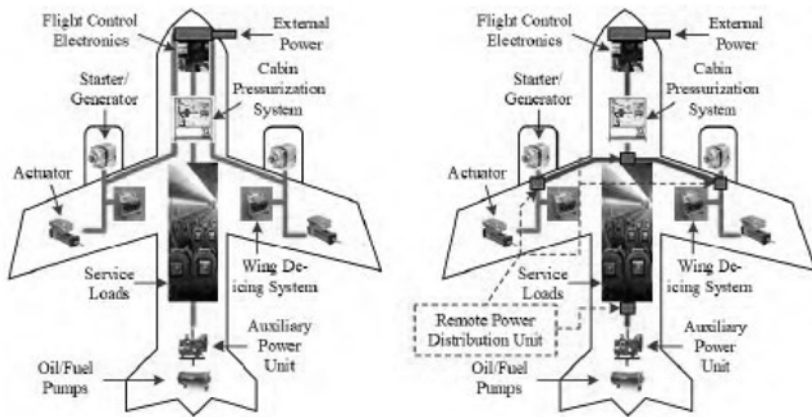
(b)



(c)

Gambar 2. (a) RQ4 Global Hawk, (b) Aurora Excalibur VTOL,
(c) Northrop Grumman X-47B

Pada distribusi daya listrik pesawat udara konvensional (*electric power distribution networks/EPDS*) memiliki peluang kehilangan daya dan berat yang lebih besar karena tidak memiliki *remote power distribution unit* seperti pada MEA (*More Electric Aircraft*) yang saat ini berkembang. Dapat dilihat pada Gambar 3a. distribusi tersentralisasi pada elektronik kendali terbang (*flight control electronic*) yang merugikan dalam proses distribusi daya, sedangkan pada Gambar 3.b merupakan MEA yang memiliki *Power Distribution Unit* (PDU) dan sudah terpasang pada pesawat Boeing 787 dan Airbus A380^[7].



Gambar 3. Distribusi sistem (a) pesawat terbang konvensional (b) MEA^[7]

2. Teknologi Baterai Sekunder

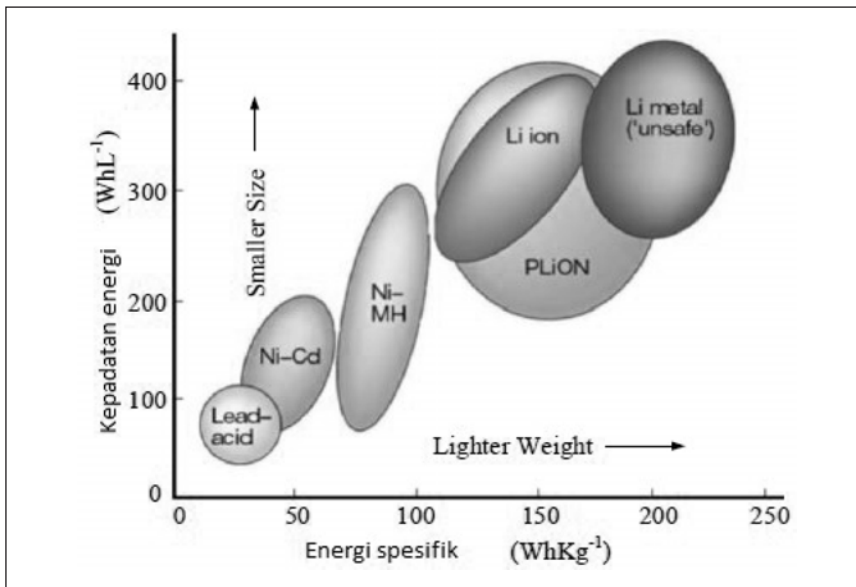
Baterai sekunder adalah baterai rechargeable yang dapat melakukan proses *charging* dan *discharging*, yang disebut juga penyimpanan baterai atau akumulator^[1, 8]. Terdapat beberapa tipe baterai sekunder yang digunakan pada pesawat udara, yaitu Lithium ion, NiCad (Nickel Cadmium), NiMH (*Nickel metal hybride*), lead Acid^[3, 4]. Selain aman baterai harus memiliki 4 poin yang dimiliki yaitu pertama, mampu memberikan daya yang handal dan keamanan yang bersertifikat, kedua adalah ringan; poin ketiga yaitu memiliki keluaran daya yang tetap saat keadaan beroperasi dan terakhir adalah memiliki umur yang cukup panjang^[2].

Energi spesifik (*specific energy*) dan kepadatan energi baterai memberikan maksimum energi dari sistem elektrokimia yang aktif didalam material baterai untuk memenuhi kebutuhan daya listrik pesawat. Pada Tabel 1 menunjukkan energi spesifik dan kepadatan energi serta siklus hidup (*Cycle Live*) baterai. Perbandingan baterai *Lithium ion*, *Lead Acid*, *Nicad*, dan NiMH menunjukkan bahwa baterai Li-ion memiliki kepadatan energi dan energi

spesifik yang paling tinggi, dimana dapat memudahkan dalam melakukan desain baterai yang ringan dan dimensi yang kecil, hal ini diperkuat dengan Grafik dimensi dan berat terhadap kepadatan energi yang ditunjukkan pada Gambar 4. Baterai Li-ion merupakan kebutuhan yang penting untuk masa depan dalam aplikasi dirgantara^[9]. Selain daya yang tinggi, diperlukan standarisasi dimana salah satunya memuat tentang keselamatan dan regulasi^[1].

Tabel 1. *Specific energy* dan kepadatan energi baterai

| Tipe baterai/sifat | Energi spesifik (Wh/g) ^[1] | Kepadatan energi (Wh/L) ^[1] | Cycle Live ^[9] |
|--------------------|---------------------------------------|--|---------------------------|
| <i>Lithium ion</i> | 150 | 400 | 500-1000 |
| <i>NiCd</i> | 35 | 100 | 1500 |
| <i>Lead Acid</i> | 35 | 70 | 200-300 |
| <i>NiMH</i> | 75 | 240 | 300-500 |



Gambar 4. Gravimetri dan volumetrik kepadatan energi dari tipe baterai

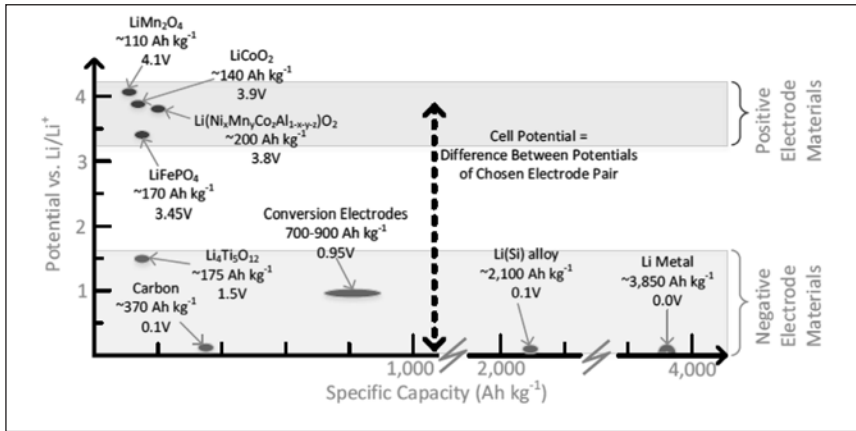
International Electrotechnical Commission (IEC) adalah organisasi yang ditunjuk yang bertanggung jawab untuk standardisasi di bidang kelistrikan, elektronik, dan teknologi terkait. Adapun standar baterai untuk aircraft dapat dilihat pada Tabel 2^[10].

Tabel 2. Standar baterai untuk pesawat udara

| Nomor Standar | Judul |
|---------------|--|
| 99/200338 DC | <i>Aircraft batties. Part 1. General test requirement and performance levels (IEC document 21/466/CD)</i> |
| 00/202302 DC | <i>BS EN 60952-2, Ed.2 Aircraft batteries Part2. Design and construction requirements (IEC Document 21/509/CD)</i> |
| 00/202303 DC | <i>BS EN 60952-3 Ed.2. Aircraft batteries Part3. Design and construction requirements (IEC Document 21/510/CD)</i> |

3. Tipe Baterai Lithium Ion

Bateri Li-Ion memiliki material penyusun yang berbeda, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Karakteristik baterai LiCoO_2 memiliki performansi yang sangat baik namun memiliki harga yang cukup mahal^[9, 11], lihat Gambar 6, sebab sumber daya alam *Cobalt* (Co) masih terbatas dan rendah^[9]. Dan baterai ini di aplikasikan pada telepon genggam, laptop dan kamera digital^[9, 11].



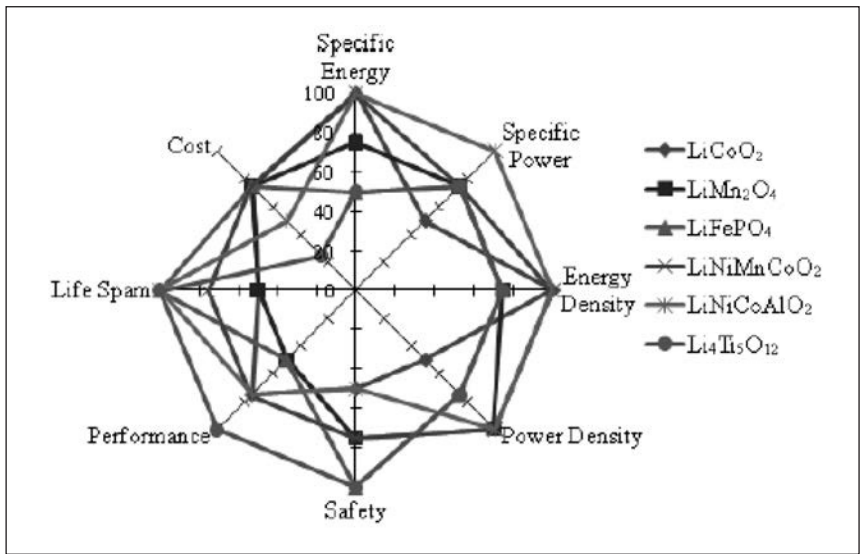
Gambar 5. Profile operasi tegangan pada semua material electrode Lithium^[11]

LiMn₂O₄ (LMO), LiFePO₄ (LFP), LiNiMnCoO (NMC), Li₄Ti₅O₁₂ (LTO) dan LiNiCoAlO₂ (LNA) merupakan baterai yang diaplikasikan ke kendaraan listrik (*Electrical Vehicle* EV) serta hibrid (*Hybrid Electrical Vehicle/HEV*)^[9,11]. Yang perlu diperhatikan adalah keamanan dan kepadatan energi yang tinggi dalam aplikasi EV dan HEV^[12]. Pada Gambar 6 dijelaskan perbandingan energi spesifik, kepadatan energi, energi daya, biaya, kemanan, performansi dan siklus hidup baterai Li-Ion. LCA dan NMC memiliki kapasitas yang tinggi dan tegangan serta performansi yang tinggi^[11], namun industri EH lebih memilih NMC karena lebih aman^[12].

4. Kesimpulan dan Saran

Telah dijelaskan secara singkat aplikasi baterai pada pesawat komersil, militer maupun UAV. Terdapat 4 tipe baterai yang digunakan dalam teknologi pesawat udara yaitu Li-Ion, NiCd, NiMH dan Lead Acid. Namun Baterai Lithium Ion memiliki performansi yang lebih baik. Dan jenis baterai Lithium

Ion yang digunakan dalam EV dan HEV adalah LiMn_2O_4 (LMO), LiFePO_4 (LFP), LiNiMnCoO (NMC), $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (LTO), dan LiNiCoAlO_2 (LNA). Untuk lebih lanjut akan dilakukan studi lebih lanjut mengenai tipe baterai Li-Ion yang spesifik yang dapat diaplikasikan pada pesawat udara agar pemenuhan kebutuhan daya listrik dapat maksimal.



Gambar 6. Nilai index perbandingan tipe baterai Lithium Ion

Daftar Pustaka

- [1] David Linden, "Handbook Of Batteries",
- [2] Mohd Tariq, Ali I. Maswood, Chandanan Jayampathi G, Amit Kumar Gupta, "Aircraft batteries: current trend towards more electric aircraft", IET Electrical Systems in Transportation 2017, Vol.7 Iss.2, pp. 93-103.
- [3] Aircraft Battery Market- Growth, Trends and Forecast (2020-2025). Tersedia pada: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/aircraft-battery-market>.
- [4] Alfonso Damiano, Mario Porru, Vincenzo Castiglia, dan Antonino Oscar D. T, "Batteries for Aerospace: a Brief Review", publikasi tersedia pada: <https://www.researchgate.net/publication/329747591>
- [5] Mohammed Nadir Boukoberine, Zhibin Zhou dan Mohamed Benbouzid."A Critical Review on Unmanned Aerial Vehicles Power Supply and Energy Management: Solutions, Strategies and Prospects", Version of Record: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261919315107>.
- [6] Powering Unmanned Aerial Vehicle. Tersedia di: <https://www.eaglepicher.com/markets/aviation/unmanned-aerial-vehicles/>
- [7] K. Ni et al., "Electrical and Electronic Technologies in More-Electric Aircraft: A Review," in IEEE Access, vol. 7, pp. 76145-76166, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2921622.
- [8] H. A. Kiehne, "Battery Technology Handbook" Second Edition Marcel Dekker. Inc. 2003
- [9] M. A. Hannan, M. M. Hoque, Aini Hussain dan Yushaid Yusof, P.J. Ker, "State of the art and Energy Management System of Lithium Ion Batteries in Electric Vehicle Applications: Issues and Recommendations.", DOI 10.1109/ACCES.2018.2817655, IEEE Access
- [10] Aircraft Battery Standards, Tersedia di: <https://www.mpoweruk.com/standards.htm>
- [11] Yu Miao, Patrick Hynan, Annette von Jouanne dan Alexandre Yokochi, "Current Li-Ion Battery Technologies in Electric Vehicles and Opportunities for Advancements", MDPI, Energies 2019,12, 1074.
- [12] Matthew Hocking, James Kan, Paul Young, Chris Terry dan David Begleiter, "Industry Lithium 101", FITT Research, Deutsche Bank Markets Research, 9 Mei 2016.