

ANALISIS SISTEM KELISTRIKAN CADANGAN PADA PESAWAT UDARA JENIS BOEING 737 NEXT GENERATION

Achmad Fauzi *¹

¹ Universitas Pamulang

*e-mail: fauziachmad1808@gmail.com ¹

Abstrak

Pesawat udara merupakan salah satu transportasi yang banyak diminati di Indonesia, salah satu jenis pesawatnya adalah Boeing 737 Next Generation. Selain lebih cepat dibanding moda transportasi lain, pesawat udara memiliki tingkat kecelakaan yang paling rendah diantara moda transportasi lain, akan tetapi juga memiliki tingkat persentase kemungkinan hidup yang rendah jika terjadi kecelakaan. Oleh karena itu pesawat udara harus memiliki sistem-sistem yang andal yang dibuktikan dengan pengujian, salah satunya sistem kelistrikan cadangan. Penelitian ini bertujuan untuk meneliti bagaimana sistem kelistrikan cadangan pada Boeing 737 Next Generation bekerja, dan melakukan penelitian tentang keandalan sistem kelistrikan cadangan pada Boeing 737 Next Generation dengan menghitung daya tahan baterai pada pesawat tersebut yang merupakan sumber kelistrikan untuk kelistrikan cadangan. Metode penelitian yang digunakan meliputi studi literatur, pengumpulan data dari sumber, serta analisis data. Data yang dikumpulkan berupa data sistem kelistrikan Boeing 737 Next Generation secara keseluruhan, data kelistrikan cadangan, dan data komponen sistem kelistrikan cadangan serta spesifikasinya. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem kelistrikan cadangan yang diteliti (Boeing 737 Next generation Block Number YT766 dan YH071) memiliki spesifikasi yang sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia yang tertuang dalam Civil Aviation Safety Regulation Chapter 23.

Kata kunci : pesawat terbang, sistem kelistrikan, cadangan, baterai.

Abstract

Aircraft is the one of transportation which have much interested people in Indonesia, the one of type of aircraft is Boeing 737 Next Generation. Besides being faster than other modes transportation, aircraft have rate of accident lowest than other modes of transportation, but also have rate of survival with low percentages if accident occur. Therefore, aircraft must have reliable systems proven by testing, one of the system is electrical back up system. This purpose of this study is to analyze how electrical back up system on Boeing 737 Next Generation work, and analyze reliability of aircraft battery which is the source of electrical back up system. The research method used includes literature study, data collection from sources, and data analysis. The data collected includes whole electrical system of Boeing 737 Next Generation data's, electrical back up system data's, and electrical back up system components data's with their specifications. The results of the analysis show that the backup electrical system on electrical back up system under this study (Boeing 737 Next Generation Block Number YT766 and YH071) Have specifications comply with regulation in Indonesia which contained in the Civil Aviation safety regulation chapter 23.

Keywords: aircraft, electrical system, back up, battery.

PENDAHULUAN

System cadangan pada pesawat udara memungkinkan pesawat beroperasi dengan aman dan juga nyaman. Pada pesawat konvensional, sistem cadangan terdiri dari sistem tenaga mekanik, sistem tenaga kelistrikan. (I. Moir, A. Seabridge dan M. Jukes, 2013)

Berdasarkan jurnal ilmiah Energi dan Kelistrikan yang ditulis oleh Retno Anita Diantari, ST., MT, dan Shulli Alifiannisa putri, pesawat Boeing 737 untuk dapat beroperasi memerlukan tegangan listrik sebesar 115 VAC dan 28 VDC. Tegangan listrik 115 VAC dan 28 VDC didapatkan dari beberapa sumber kelistrikan, diantaranya dari generator yang terpasang pada masing masing mesin, generator pada auxiliary power unit atau biasa disebut APU, external power, dan juga baterai. Generator pada masing masing mesin merupakan sumber listrik utama pada saat terbang, dan generator pada APU sebagai tambahan jika salah satu generator pada mesin terjadi kerusakan. Untuk External power sendiri hanya digunakan pada saat pesawat berada di darat. Dan hal yang tidak kalah krusial adalah baterai, yang merupakan sistem kelistrikan cadangan

paling akhir untuk pesawat ketika sumber kelistrikan lain tidak ada. Dikarenakan perannya yang sangat krusial, pemilihan baterai untuk pesawat udara harus sangat diperhatikan. Spesifikasi baterai dalam hal tegangan, arus, kapasitas, ukuran dan berat harus sangat diperhatikan.

Di Indonesia, untuk baterai terdapat peraturan dalam Civil Aviation Safety Regulation (CASR) Chapter 23, dimana baterai harus mampu minimum menyokong semua sistem kelistrikan darurat untuk sistem-sistem tertentu (standby system) selama tidak kurang dari 30 menit.

Tujuan penelitian ini adalah membuktikan dengan mencari data data terkait apakah baterai pesawat mampu menyuplai tidak kurang dari 30 menit untuk sistem sistem emergency. Hal ini dikarenakan belum adanya jurnal atau tulisan yang membahas tersebut secara detail. Maka dari itu penulis memilih untuk membuat tugas akhir dengan judul "Analisis Sistem kelistrikan Cadangan Pada Pesawat Boeing 737 Next Generation".

METODE

Penelitian ini menggunakan teknik analisis deskriptif dan kuantitatif. Penelitian yang dilakukan dan pengumpulan data data yang diperlukan untuk tugas akhir ini dilaksanakan di PT. Batam Aero Teknik, Bandara Soekarno-Hatta, Tangerang. Untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini, beberapa data diperlukan saat melakukan penelitian. Data-data yang diperlukan yaitu:

1. Peraturan yang mengatur tentang kelistrikan cadangan pesawat udara
2. Data spesifikasi baterai pada pesawat terbang Boeing 737 NG
3. Data analisis beban kelistrikan pesawat terbang Boeing 737 NG

Studi pustaka dilaksanakan dengan cara mengumpulkan dan mencari informasi berupa teori, rumus-rumus, maupun data teknik dari berbagai sumber seperti jurnal ilmiah, perpustakaan, website, serta manual dari pesawat Boeing 737 NG. Survei langsung dan pengambilan data dilakukan dengan cara melakukan pengamatan secara langsung di lapangan dan secara langsung melakukan penelitian. Peraturan penerbangan di Indonesia diatur dalam undang-undang nomer 1 tahun 2009. Untuk implementasi undang undang tersebut, peraturan dituangkan kedalam Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil (PKPS) atau dalam bahasa inggris disebut Civil Aviation Safety Regulation (CASR).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Cara Kerja Dan Lokasi Komponen Pada Sistem Kelistrikan Cadangan Boeing 737 Next Generation

Sistem kelistrikan pada Boeing 737 NG merupakan suplai tenaga listrik terakhir ketika sumber kelistrikan lain tidak tersedia pada saat pesawat terbang. Secara garis besar sistem kelistrikan cadangan pada Boeing 737 NG ditujukan untuk menyuplai dua standby bus utama, yaitu AC standby bus dan DC standby bus, dimana kedua bus ini merupakan bus utama yang menjadi penghubung atau penyuplai kekomponen komponen pilihan yang krusial fungsinya. Komponen utama penghasil listrik untuk sistem ini adalah baterai dengan jenis nickel cadmium baterai dengan output nominal 24 VDC dengan kapasitas 48 AH. Untuk menjaga pesawat udara tetap aman saat terbang untuk mencapai bandara tujuan atau bandara alternative ketika sumber kelistrikan lain tidak tersedia atau mengalami kerusakan, maka sistem kelistrikan cadangan harus mampu menyuplai kelistrikan sesuai dengan kebutuhan. Untuk Boeing 737 Ng sendiri membutuhkan beberapa jenis tegangan untuk mebjamin pesawat beroperasi dengan aman, yaitu tegangan AC dan DC. Untuk tegangan AC pesawat Boeing 737 Ng membutuhkan tegangan 115 VAC untuk satu phase dan 200 VAC untuk 3 phase dengan frekuensi 400 Hz, sedangkan untuk tegangan DC membutuhkan 28 VDC.

Lampu BAT DISCHARGE biasanya akan menyala bersamaan dengan lampu ELEC pada electrical meter dan lampu master caution pada glareshield ketika salah satu kondisi diatas terjadi, kecuali pada saat proses APU start. Lampu BAT DISCHARGE akan padam ketika output arus turun dibawah batas selama 1 detik.



Gambar 1. Baterai Dari Electronic Equipment Compartment



Gambar 2. Electrical Meter ketika baterai discharging



Gambar 3. Battery Charger

Battery charger memiliki input 115 VAC 400 Hz 3 phase dari sumber kelistrikan lain (IDG, APU Starter-Generator, External Power) melalui AC transfer bus 2. Cara kerja battery charger adalah battery charger mendapatkan input 115 VAC, 400 Hz dan 3 phase kemudian input ini dikonversikan oleh battery charger menjadi output 27.5 VDC yang dimana output ini akan digunakan tergantung mode apa yang sedang beroperasi didalam battery charger. Pada saat bekerja, battery charger memiliki 2 mode, yaitu battery charger mode, dimana battery charger beroperasi untuk mengisi baterai sampai titik maksimum, dan transformer rectifier mode, dimana battery charger akan menyuplai bus bus yang biasanya disuplai oleh baterai (hot battery bus dan switched hot battery bus). Perubahan mode battery charger dikontrol oleh SPCU.



Gambar 4. Standby Power Switch

Pada battery charger terdapat dua lampu indikasi berwarna hijau yang bertuliskan CHARGER dan BATTERY yang disebut status light. Normalnya kedua lampu ini menyala. Bila ada salah satu atau kedua lampu mati, maka bisa dipastikan terjadi suatu kerusakan.

Static Inverter merupakan komponen sistem kelistrikan cadangan pada Boeing 737 NG dimana komponen ini menyediakan tegangan listrik AC untuk AC standby bus. Static Inverter berada didalam EE Compartment di rak E2.

Cara kerja dari static Inverter adalah menggunakan tegangan DC dari baterai dan kemudian merubahnya menjadi tegangan AC dengan 115 VAC, 400 Hz dan 1 phase untuk menyuplai AC standby bus. AC standby bus sendiri normalnya disuplai oleh AC transfer bus 1. Static inverter akan menyuplai AC standby bus jika AC transfer bus tidak memiliki daya. Selain itu jika kita memindahkan switch Standby power ke posisi BAT, static inverter juga akan menyuplai AC standby bus walaupun AC transfer bus 1 memiliki daya. Kontrol dari static inverter ini dilakukan oleh SPCU. Untuk mengetahui voltase dan frekuensi output dari static inverter bisa dilihat di electrical meter dikokpit.

dapatkan untuk menentukan dari mana suplay yang akan masuk ke AC *standby bus* dan DC *standby bus*, dengan kata lain SPCU juga melau]kukan fungsi *monitoring* terhadap switch switch, seperti *switch* baterai, *switch standby power* dll. Karena perubahan posisi switch juga akan mempegaruhi dari mana suplai yang akan diberikan ke AC syandby bus dan DC standby bus.

Peraturan Yang Berlaku Untuk Kelistrikan Pesawat Di Indonesia

Untuk peraturan kelistrikan yang berlaku di Indonesia, diatur dalam Civil Aviation Safety Regulation (CASR) Part 23, tentang Airworthiness standard: Normal, Utility, Acrobatic, and Commuter Category Aircraft, Subpart F – Equipment, menjelaskan bahwa pesawat yang memiliki jumlah penumpang 10 orang atau lebih (di luar flight crew) harus memiliki sistem kelistrikan yang handal untuk pengoperasian secara terus menerus selama 30 menit setelah terjadinya kerusakan total pada sistem pembangkit kelistrikan. Untuk pesawat jenis Boeing 737 NG sendiri harus mengikuti peraturan ini, dikarenakan pesawat Boeing 737 NG memiliki penumpang 215 (all economy seat) dengan flight crew 7 orang, dengan konfigurasi 2 pilot dan 5 flight attendant. Peraturan ini dapat diartikan bahwa sistem kelistrikan cadangan pada pesawat udara harus mampu menyuplai kelistrikan secara terus menerus selama 30 menit. Didalam tugas akhir ini penulis melakukan penelitian untuk mendapatkan pembuktian apakah sistem kelistrikan cadangan dalam hal ini adalah sistem kelistrikan cadangan pesawat Boeing 737 NG mampu memenuhi persyaratan dari peraturan tersebut. Hal ini dikarenakan belum adanya penelitian yang membuktikan bahwa sistem kelistrikan cdangan Boeing 737 NG mampu bertahan minimum 30 menit ketika semua sumber kelistrikan mengalami kerusakan. Untuk membuktikan hal ini, penulis melakukan penelitian dan mengumpulkan data-data dari salah satu pesawat Boeing 737 NG yang dioperasikan oleh Lion Group yaitu pesawat dengan kode YT766 dan YH071. Data-data yang diambil antara lain spesifikasi baterai dan beban beban yang ada pada kelistrikan pesawat Boeing 737 NG. Setelah mendapatkan data-data ini penulis melakukan analisis serta perhitungan untuk membuktikan bahwa pesawat jenis 737NG yang penulis ambil sebagai sampel memnuhi syarat yang berlaku.

Tabel 1. Source Power rating Boeing 737 NG

Sumber	Daya (KVA)
IDG 1	90 KVA
IDG 2	90 KVA
Starter-generator APU	90 KVA (Sampai dengan ketinggian 30.000 kaki)
	62 KVA (diatas ketinggian 30.000 kaki)

Pada saat terbang, ketika ketiga sumber kelistrikan diatas tidak dapat menyuplai, maka suplai kelistrikan akan diambil alih oleh baterai sebagai sistem kelistrikan cadangan terakhir. Dimana esuai peraturan, baterai harus menyuplai kelistrikan pada komponen-komponen tertentu selama minimal 30 menit.

Tabel 2. 115 VAC BUS SEC1 (YT766)

Komponen	KVA	Faktor Daya
ATC 1	0.064	0.90
Radio Navigation DME 1	0.039	0.90
ADIRU Left AC	0.061	0.89
FMCS Computer 1	0.031	1.00
FMCS MCDU 1	0.067	1.00
Radio Navigation VOR/Marker Beacon 1	0.046	0.62
Radio Navigation Navigation Control Panel	0.009	0.80
Radio Navigation ADF 1	0.043	0.42
Radio Navigation RMI	0.023	0.39
Radio Navigation MMR1	0.051	0.82

TOTAL	0.434	
--------------	-------	--

AC Standby Bus atau 115 VAC STBY BUS adalah bus yang pada keadaan stby disuplai oleh baterai yang tegangannya diubah dari DC menjadi AC oleh static inverter. 115 VAC STBY BUS dibagi menjadi tiga bagian, yaitu 115 VAC STBY BUS Section 1 dan Section 2, dan 28 VAC STBY BUS yang masing-masing digunakan untuk menyuplai komponen-komponen.

Tabel 3. 28 VDC STBY BUS SEC 1 (YT766)

Komponen	Arus (Ampere)
Very High Communication 1 (Komunikasi)	1.262
Mach Warn SYS.1	0.159
Engine 1 Thrust Reverser Cont.	0.140
SMYD-1 CMPTR DC	0.341
Engine 1 Thrust Reverser SYNC. Lock	0.193
Display DEU 1 PRI.	4.591
Display Capt. OUTBD	3.661
Display Capt. INBD	3.661
Display Capt. EFIS Cont. Panel	0.075
Display Center UPR.	3.661
Radio Navigation NAV SNSR DC-1	0.128
STICK SHAKER LEFT	0.010
TOTAL	17.882

Dari tabel diatas diketahui bahwa komponen-komponen yang disuplai oleh 28 VDC STBY BUS SEC 1 terdiri dari beberapa sistem. Yang pertama komponen VHF1 dari sistem komunikasi yang sebelumnya sudah dijelaskan bahwa sistem ini krusial untuk suatu penerbangan. Yang kedua Mach warn sys. 1 yang merupakan sistem peringatan bahaya Ketika kecepatan pesawat hampir melebihi batas yang ditentukan. Yang ketiga ada dari sistem Eng 1 Reverser, sistem ini mencega thrust reverser terbuka pada saat pesawat diudara. Yang keempat sistem-sistem display dan radio navigasi untuk keperluan navigasi yang dibutuhkan pilot. Dan yang terakhir stick shaker left yang merupakan sistem peringatan tanda bahwa konsisi posisi kesudutan pesawat (angle of attack) hamper melewati batas yang sudah ditentukan.

Tabel 4. BAT BUS SEC 3 (YT766)

Komponen	Arus (Ampere)
<i>Landing Gear Latch & PRESS WARN</i>	0.800
<i>Master Caution Annunciator BAT</i>	0.625
<i>Indicator Master DIM DIM/TST CONT</i>	1.399
<i>Control Cabin Lighting STBY Compass</i>	0.047
<i>Landing Gear Aantiskid INBD</i>	0.265
<i>Control Cabin Lighting Dome White</i>	0.937
<i>Indicator Master DIM BAT</i>	1.346
<i>Fuel QTY 2</i>	1.250
<i>Landing Gear Aural WARN</i>	0.116
<i>MISC Clock Display</i>	0.023
<i>Master Caution Annunciator CONT 1</i>	0.184
<i>Master Caution Annunciator CONT 2</i>	0.184
<i>Master Caution Annunciator CONT 3</i>	0.184
<i>Master Caution Annunciator CONT 4</i>	0.184
<i>Engine Fuel Engine 1 HPSOV IND</i>	0.035
<i>Engine Fuel Engine 1 HPSOV IND</i>	0.035

Total	7.614
-------	-------

Untuk Battery Bus Section 3, sama seperti bus bus yang, bus ini akan mendistribusikan kelistrikan dari baterai kekomponen-komponen dan sistem- system krusial, yaitu indicator peringatan untuk roda pesawat, master caution, yang berfungsi sebagai penanda jika terjadi kerusakan suatu sitem, jam, dan katup bahan bakar untuk mesin nomer 1.

Beban-Beban Pada Saat Kelistrikan Disuplai Oleh Baterai Pada Pesawat dengan Block Number YT766 (737-8GP) (Standby Mode)

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, pada saat kelistrikan disuplai hanya oleh baterai atau bisa disebut dengan standby mode, tidak semua komponen-komponen tersuplai. Hal ini dikarenakan tidak semua bus tersuplai yang dikarenakan terbatasnya kapasitas dari baterai. Bus-bus yang tersuplai pada saat standby mode.

AC Standby Bus atau 115 VAC STBY BUS adalah bus yang pada keadaan stby disuplai oleh baterai yang tegangannya diubah dari DC menjadi AC oleh static inverter. 115 VAC STBY BUS dibagi menjadi tiga bagian, yaitu 115 VAC STBY BUS Section 1 dan Section 2, dan 28 VAC STBY BUS yang masing-masing digunakan untuk menyuplai komponen-komponen. Untuk AC Standby Bus ini, dikarenakan sumber tegangan berupa tegangan DC yaitu dari baterai, maka tegangan DC dari baterai harus diubah menjadi tegangan AC melalui Static Inverter. Untuk penghitungan lama waktu yang bisa ditahan oleh baterai, maka dicari arus input dari static inverter, dan didapat 26.107 Ampere. Dc Standby Bus atau 28 VDC STBY BUS adalah bus yang dalam keadaan stby disuplai oleh baterai melalui STBY DC ALT relay. 28 VDC STBY BUS dibagi menjadi dua bagian, yaitu 28 VDC STBY BUS Section 1 dan Section 2, yang masing masing bagian menyuplai komponen-komponen. Battery Bus merupakan bus yang dalam keadaan stby disuplai oleh baterai melalui BAT BUS ALT relay. Sama halnya seperti bus-bus sebelumnya yang telah dibahas, Battery bus atau 28 VDC BAT bus juga dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu Battery bus section 1, 2, dan 3, BUS yang masing-masing digunakan untuk menyuplai komponen-komponen. Untuk Bat Bus Sec 1, bus ini akan mendistribusikan tegangan dari baterai untuk beberapa komponen, yang pertama untuk sistem kontrol untuk anti ice untuk wing dan mesin nomer 1 atau sebelah kiri, yang mana sistem ini krusial Ketika pesawat terbang didalam keadaan kondisi icing, yang bisa meyebabkan terjadinya es di bagian sayap dan mesin pesawat. Yang selanjutnya untuk Engine 1 Start Lever chanel A dan B, sistem ini berfungsi untuk memberikan power untuk start lever untuk membuka tutup katup untuk bahan bakar pesawat. Dan yang terakhir adalah ISFD atau Integrated Standby Flight Director, komponen ini sangat penting Ketika semua display tidak dapat berfungsi, data untuk posisi, kecepatan dan ketinggian pesawat dapat dilihat di ISFD. Untuk Battery Bus Section 3, sama seperti bus bus yang, bus ini akan mendistribusikan kelistrikan dari baterai kekomponen-komponen dan sistem-sistemkrusial, yaitu indicator peringatan untuk roda pesawat, master caution, yang berfungsi sebagai penanda jika terjadi kerusakan suatu sitem, jam, dan katup bahan bakar untuk mesin nomer 1. Switch Hot Battery Bus atau 28VDC SW HOT BAT BUS adalah bus yang disuplai langsung oleh baterai ketika switch baterai di posisi on. Switch Hot Battery Bus dibagi menjadi tiga bus, yaitu section 1, 2, dan 3, akan tetapi untuk section 3 tidak digunakan. Komponen-komponen yang disuplai 28VDC SW.

KESIMPULAN

Penelitian ini memberikan analisis yang mendalam tentang sistem kelistrikan cadangan pada pesawat Boeing 737 Next Generation (YT766 dan YH071). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem kelistrikan cadangan pada pesawat ini memiliki desain yang memenuhi standar untuk menjaga kontinuitas pasokan daya listrik sesuai dengan CASR part 23. Beberapa temuan penting yang ditemukan meliputi : Sistem kelistrikan cadangan pada pesawat Boeing 737 Next Generation terdiri dari komponen-komponen krusial seperti baterai, battery charger, static inverter RCCB, dan SPCU. Analisis yang dilakukan meliputi penilaian keandalan sistem, waktu maksimal baterai dapat menyuplai Standby System dan kapasitas baterai. Dalam penelitian didapatkan baterai dapat menyuplai daya untuk komponen-komponen krusial dalam waktu

38.8335551 menit untuk YT766, dan 39.0362033 menit untuk YH071 yang dimana nilai minimumnya adalah 30 menit. Temuan penelitian ini mengonfirmasi bahwa sistem kelistrikan cadangan pada pesawat Boeing 737 Next Generation khususnya pada pesawat udara Boeing 737 NG dengan block number YT766 dan YH071 memenuhi standar keamanan dan keselamatan yang ditetapkan oleh otoritas penerbangan sesuai dengan CASR chapter 23.

DAFTAR PUSTAKA

- Chang, k. (2014). Electrical Load Analysis Model 737-8GP YT766. Amerika Serikat.
- Chang, k. (2014). Electrical Load Analysis Model 737-9GPER YH071. Amerika Serikat.
- W. Nono, M. (1999). Pengantar Sistem Tenaga Listrik. Surabaya: ITS Surabaya.
- Manual, A. M. (2022). Chapter 24 Electrical system.
- A. Emadi, M. Ehsani, "Aircraft Power Systems: Technology, State of the Art, and Future Trends," IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, Volume: 15, Issue: 1, pp. 28-32, Jan. 2000.
- Albright, Greg, 2012, A comparative of Lead Acid to Lithium-Ion in Stationary Storage Applications, New York: AllCell Technologies LLC.
- Buchman, Isidor, 2011, BU-203: Nickelbased Batteries, Germany: Battery University
- C.R. Avery, S.G. Burrow and P.H. Mellor, "Electrical generation and distribution for the more electric aircraft," in Proc. IEEE Universities Power Engineering Conference, pp. 1007-1012, Sep. 2007.
- Chamma, Bukry, 2015, Perancangan Alat Pengisi Baterai Lead Acid Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535, Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Cheng, K.W.E., "Comparative study of AC/DC converters for More Electric Aircraft," 7th International Conference on Power Electronics and Variable Speed Drives, pp. 299-304, Sep. 1998.
- Christian, Fendy, 2012, Mengenal Baterai Lithium Polymer (LiPo), Jakarta: Universitas Gunadarma.
- Elbuluk, M.E., Kankam, M.D., "Motor drive technologies for the power-by-wire (PBW) program: options, trends and tradeoffs," National Aerospace and Electronics Conference, pp. 511-522, May 1995.
- Elbuluk, M.E., Kankam, M.D., "Potential Starter/Generator Technologies for Future Aerospace Applications," IEEE Aerospace and Electronics Systems Magazine, pp. 17-24, May 1996.
- Hoffman A.C., "Advanced Secondary Power System for Transport Aircraft," NASA Technical paper 2463, 1985.
- Jones, R.I., "The More Electric Aircraft: the past and the future," Electrical Machines and Systems for the More Electric Aircraft, pp. 1/1-1/4, 1999.
- Lee, J.C., "Aircraft transformer-rectifier units," Students' Quarterly Journal, pp. 69-71, Sep. 1972.
- G. M. Raimondi, T. Sawata, M. Holme, A. Barton, J. Coles, P. H. Mellor, and N. Sidell, "Aircraft Embedded Generation Systems," International Conference on Power Electronics, Machines and Drives, pp. 217-222, June 2002.
- Monroy, A.O., Hoang Le-Huy and Lavoie, C., "Modeling and simulation of a 24-pulse Transformer Rectifier Unit for more electric aircraft power system," Electrical Systems for Aircraft, Railway and Ship Propulsion, pp. 1-5, Oct. 2012.
- Nelson, T., "787 Systems and Performance," The Boeing Company, 2005.
- Oswal, Mehul, 2010, A comparative Study of Lithium-Ion Batteries, USA: University of Southern California.
- Quigley, R.E.J., "More Electric Aircraft", IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition, pp. 906-911 APEC '1993.
- R. T. Naayagi, "A Review of More Electric Aircraft Technology," International Conference on Energy Efficient Technologies for Sustainability, pp. 750-753, April 2013.
- Schneider, Brian, 2012, A Guide to LiPo Batteries, USA: Roger's Hobby Center.
- SUPPO, 2014, NiMH Battery vs Li-On Battery, China: Union Suppo Battery.
- UK Transport and climate change data, UK Department of Transport Factsheets, pp.1-20, 2007.