

Kajian Ketidaksesuaian *Adjusted Pressure* terhadap Ketentuan *Component Maintenance Manual* pada *Life Raft*

Arliana Maharani Noor^{1,*}, Yohanes Sinung Nugroho²

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : ^{1,*}arliana.maharani.aer20@polban.ac.id, ²sinung@polban.ac.id

ABSTRAK

Jurnal ini membahas kerusakan yang terjadi pada *life raft* akibat *porosity* serta inspeksi dan perbaikan pada *life raft* P/N: R0202A211 di pesawat Boeing 737-800. Metode penyelesaian yang dilakukan adalah analisis dan kajian melalui observasi dan survei ke perusahaan yang memiliki *life raft*. Hasil yang didapat dalam Penelitian ini dapat mengenal lebih jauh tentang *porosity* pada *life raft*, cara mencegah *porosity*, cara penanggulangannya, serta cara menginspeksi *life raft*. Dokumen yang menunjang penelitian ini adalah CMM (*Component Maintenance Manual*) *life raft* P/N: R0202A211 serta AMM (*Aircraft Maintenance Manual*) dan beberapa informasi mengenai pesawat Boeing 737-800. Kajian ini juga dilakukan untuk memberikan evaluasi dan masukan kedepannya terhadap *life raft* apabila terjadi kebocoran akibat *porosity*.

Kata Kunci

Emergency Equipment, Life Raft, Porosity

1. PENDAHULUAN

Keselamatan merupakan hal yang paling utama di dalam dunia penerbangan. Salah satu peralatan yang menunjang keselamatan penumpang ketika dalam keadaan darurat adalah *emergency equipment*. *Emergency equipment* yang digunakan pada pesawat pun harus dilakukan inspeksi serta *test* secara berkala untuk memastikan kondisi peralatan. Salah satu *emergency equipment* pada pesawat adalah *life raft*. *Life raft* harus terpasang di dekat pintu keluar di mana *life raft* mudah diluncurkan ketika *ditching* yang tidak direncanakan. [1] *Life raft* pun harus menggunakan pelindung supaya terhindar dari kerusakan yang tidak disengaja. [1] Gudang atau ruangan yang digunakan untuk penyimpanan *life raft* pun harus tetap dijaga suhu dan kelembabannya.

Perawatan pada *life raft* dilakukan dengan melakukan inspeksi setiap tiga tahun sekali sejak tanggal perawatan dilakukan. [2] Bila *life raft* berusia lebih dari lima belas tahun, inspeksi dilakukan setiap tahun. [3] Pemeliharaan tersebut dilakukan pada *life raft* yang masih digunakan maupun yang ditempatkan di gudang. Inspeksi *life raft* harus dilakukan sesuai dengan jadwal yang ditentukan oleh manufaktur untuk mencegah kerusakan pada *life raft*. Salah satu kerusakan yang terjadi pada *life raft* adalah *porosity*.

Menurut *Material Defect Report*, sepuluh *life raft* yang memiliki kerusakan pada tahun 2008 hingga 2022 semuanya mengalami *porosity*. [4] Bila kondisi tersebut tidak terdeteksi dan diperbaiki, ketika pesawat diharuskan *ditching*, maka *life raft* akan gagal untuk mengembang dengan benar. Kemampuan apung dari *life raft* pun harus diperhatikan. Kemampuan apung dari *life raft* harus tetap ada walaupun *life raft* memiliki kebocoran. [5]

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

CASR (Civil Aviation Safety Regulation) Part 25 Sec. 1415 (b) menyatakan bahwa daya apung (*buoyancy*) dan kapasitas tempat duduk di luar kapasitas rata-rata *life raft* harus mengakomodasi semua penumpang pesawat jika terjadi kehilangan satu *life raft* dengan *rated capacity* terbesar. [1]

Menurut MDR (*Material Defect Report*) yang dikeluarkan oleh PT. Rekatama Putra Gegana Aviation, sepuluh *life raft* yang mengalami kerusakan pada tahun 2008 hingga 2022 semuanya mengalami *porosity*. [4]

AC (Advisory Circular) 43.13-1B Sec. 3 menyatakan bahwa *life raft* mengalami kerusakan umum karena penuaan. Terdapat pula catatan dan pengalaman yang menunjukkan adanya *porosity* di *rubber coated material*. Keausan peralatan

Menurut Caswell (2000), *porosity* pada sekoci atau perahu yang dilapisi *neoprene* dan memiliki substrat berbahan nilon disebabkan oleh umur, paparan sinar matahari, penyimpanan yang tidak tepat, kepanasan, atau adanya paparan air asin yang berkepanjangan. [7]

2.2.1. Boeing 737-800

2.2.2. Life Raft

The diagram consists of two parts. The top part is a side profile of the aircraft, showing the location of the 'FWD CABIN STORAGE UNIT' and 'MID CABIN STORAGE UNITS' with arrows pointing to their respective locations. The bottom part is a detailed perspective view of the 'OVERHEAD STORAGE UNIT (17)'. Labels include: 'ACTIVATOR (12)', 'DOOR', 'BATT. CONTROL SWITCHER (12)', 'FWD (17)', 'RETRUSING RATE CONTROL SWITCHER (12)', 'LATCH', 'HINGE PIVOT PIN ASSEMBLY', 'DOOR', 'PASSENGER COMPARTMENT (VIEW LOOKING UP)', 'OVERHEAD STORAGE UNIT (17)', 'LATCH HANDLE', 'DOOR', 'FWD (17)', 'OVERHEAD STORAGE UNIT (17)', 'CEILING PANELS (17PP)', and 'FIRM PANEL (17P)'. A note at the bottom states: 'NOTE: FORWARD CABIN OVERHEAD STORAGE UNIT SHOWN. MID AND AFT CABIN UNITS ARE SIMILAR.'

Life raft yang digunakan sebagai sampel adalah *life raft* P/N: R0202A211. *Life raft* ini memiliki tipe *self-inflating system* (sistem pemompaan mandiri) yang diaktifkan secara manual menggunakan *lanyard* (tali). Waktu yang dibutuhkan *life raft* P/N: R0202A211 untuk mengembang secara sempurna harus kurang dari dua puluh detik. Spesifikasi lebih lanjut dari *life raft* P/N: R0202A211 dapat dilihat pada Tabel 1.

No	Item	Specification
1	Capacity	Rated 46 orang. Overload 69 orang.
2	Raft Material (Tube and Floor)	Yellow, fabric berbahan neoprene coated nylon.
No	Item	Specification
2	Raft Material (Tube and Floor)	Yellow, fabric berbahan neoprene coated nylon.
3	Raft Material (Canopy)	Orange, fabric berbahan urethane- coated nylon.
4	Carrying Case Material	Yellow, fabric berbahan urethane- coated nylon.
5	Dimensions of Raft (Inflated with Canopy)	205x200x70.25in. (5.20x5.08x1.78m)
6	Dimensions of Raft (Inflated without Canopy)	205x200x32.5in (5.20x5.08x0.82m)
7	Packed Weight	98±1 lbs. (41.7±0.5 kg)
8	Total Tube Buoyancy	9422 lbs. (4273.8 kg)
9	Buoyancy per Person (@ rated capacity)	204.3 lbs. (92.7 kg)
10	Total Deck Area	166.0 ft. ² (15.4 m ²)
11	Minimum Tube Operating Pressure	1.5 psig (0.103 bar)
12	Nominal Tube Operating Pressure	2.0 psig (0.138 bar)
13	Maximum Tube Operating Pressure	3.0 psig (0.207 bar)
14	Tube Burst Pressure	Lebih dari +10 psig (+0.69bar)
15	Cylinder Size of Inflation System	165 In. ³
16	Cylinder Type of Inflation System	DOT 3HT-3000, Steel
17	Charge Pressure of Inflation System	3000 psig
18	Weight of N ₂ on Cylinder	1.09 sampai 1.23 lbs. (0.49 sampai 0.56 kg)
19	Weight of CO ₂ on Cylinder	0.73 sampai 0.75 lbs. (0.33 sampai 0.34 kg)
20	Temperature Limits for Functional Range	-20 sampai 160°F (-30 sampai 71°C)
21	Temperature Limits for Storage Range	-65 sampai 160°F (-64 sampai 71°C)
22	Humidity Limits	Hingga 95% kelembaban relatif.
23	Altitude Limits	-2000 sampai 45000 ft. di atas permukaan laut.

265

Spesifikasi lebih lanjut mengenai *neoprene coated nylon* dapat dilihat pada Tabel 2. [11]

Tabel 2 Spesifikasi <i>neoprene coated nylon</i>		
No	General Properties	Minimum-Maximum
1	Warp breaking strength of fabric	1000 sampai 20000N/5 cm
2	Weft breaking strength of fabric	900 sampai 14000N/5 cm
No	General Properties	Minimum-Maximum
3	Warp elongation at break of fabric	10%-30%
4	Weft elongation at break of fabric	10%-30%
5	Hardness ShA of rubber	30 sampai 90 ShA
6	Hardness IRHD of rubber	30 sampai 90 IRHD
7	Tensile strength of rubber	8 MPa sampai 20 MPa
8	Elongation at break of rubber	100%-900%
9	Continuous temperature of rubber	-35°C sampai 95°C

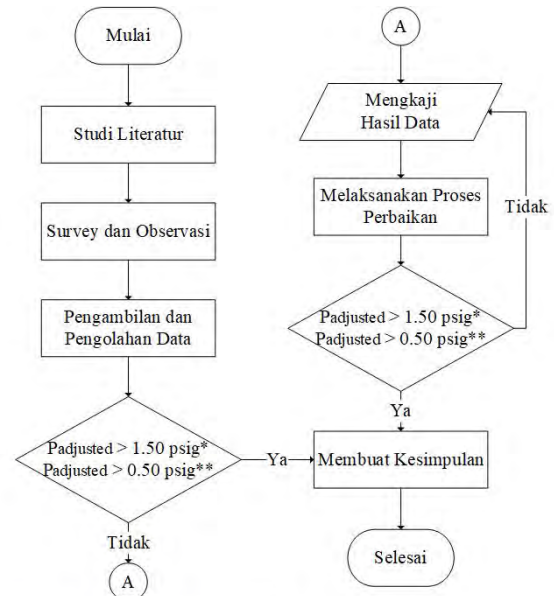
3. METODOLOGI

3.1. Metode

Metode yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah analisis deskriptif. Analisis deskriptif digunakan untuk menemukan pemecahan masalah dengan menganalisis data penelitian, mengkaji artikel yang berkaitan dengan *porosity*, dan menghubungkannya dengan spesifikasi dari *life raft* terutama dibagian *environmental limits* (batasan lingkungan). Analisis ini berdasarkan ketentuan nilai *adjusted pressure* yang diperbolehkan oleh *component maintenance manual life raft* P/N: R0202A211.

3.2. Diagram Alir

Diagram alir pada Gambar 2 berisi langkah-langkah dalam mengerjakan penelitian ini.



* untuk *upper* dan *lower flotation tubes*.

** untuk *deck center float tube*.

Gambar 2 Diagram alir

3.3. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memahami hal-hal dasar yang berkaitan dengan *emergency equipment* dan *life raft*. Sumber pada studi literatur berasal dari CMM (Component Maintenance Manual) yang diproduksi oleh Eastern Aero Marine, AMM (Aircraft Maintenance Manual) Chapter 25 Equipment and Furnishings Emergency Equipment dari pesawat Boeing 737-800, CASR (Civil Aviation Safety Regulation) Part 25 Airworthiness Standards: Transport Category Airplanes, AC (Advisory Circular) 43.13-1B Acceptable Methods, Techniques, and Practices Aircraft Inspection and Repair, dan MDR (Material Defect Report) yang dikeluarkan oleh PT. Rekatama Putra Gegana Aviation. Sumber studi literatur juga berasal dari artikel yang berkaitan dengan spesifikasi pesawat Boeing 737-800, jenis-jenis *emergency equipment*, dan *life raft*.

3.4. Survei dan Observasi

Survei dan observasi dilakukan untuk memperoleh informasi di perusahaan yang menyediakan *life raft*. Observasi pun dilakukan dengan melakukan pencatatan mengenai proses inspeksi dan perbaikan yang berkaitan dengan penelitian.

3.5. Pengambilan dan Pengolahan Data

3.5.1. Pengambilan Data

Pengambilan data pada penelitian ini disebut *leakage test*. Pengambilan data dilakukan dengan mengukur tekanan dari *lower flotation tube*, *upper flotation tube*, dan *deck center float tube* setelah *life raft* didiamkan selama 24 jam. Pengukuran *barometric pressure* (tekanan barometrik) serta *ambient temperature* (suhu sekitar) dilakukan sebelum dan sesudah *life raft* didiamkan. Setelah didiamkan selama 24 jam, tekanan dari *tube* diukur. Tanggal dan waktu pelaksanaan pengambilan data juga harus dicatat.

Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5 memperlihatkan pengukuran pada *tube* setelah *life raft* didiamkan selama 24 jam.



Gambar 3 Pengukuran P_{tube} pada *lower flotation tube*



Gambar 4 Pengukuran P_{tube} pada *upper flotation tube*



Gambar 5 Pengukuran P_{tube} pada *deck center float tube*

3.5.2. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menghitung nilai dari *adjusted pressure* dari *lower flotation tube*, *upper flotation tube*, dan *deck center float tube*. Nilai *adjusted pressure* diperoleh dengan memasukkan data mentah ke persamaan berikut:

$$P_{adjusted} = P_{tube} + \{0.031(T1 - T2)\} + \{0.49(P2_{amb} - P1_{amb})\} \quad (1)$$

Di mana,

$P_{adjusted}$	: Adjusted Pressure
P_{tube}	: Tube Pressure
$T1$	: Ambient Temperature 1
$T2$	: Ambient Temperature 2
$P1_{amb}$	: Barometric Pressure 1
$P2_{amb}$	: Barometric Pressure 2

Nilai dari *adjusted pressure* menentukan apakah *life raft* lolos tes atau tidak. Nilai *adjusted pressure* pada *upper* dan *lower flotation tube* harus lebih dari 1,5 psig., sedangkan pada *deck center float tube* harus lebih dari 0,5 psig.

3.6. Mengkaji Hasil Data

Pengkajian hasil data dilakukan untuk mengetahui letak kebocoran pada *life raft*. Kebocoran pada *life raft* dapat terjadi pada *upper* dan *lower flotation tubes*, *deck center float tube*, *aspirator*, dan *aspirator's attach location to the raft*. Untuk mengetahui jenis kerusakan yang menyebabkan kebocoran, *life raft* dioleskan *leak detector solution* yang kemudian dilakukan inspeksi secara visual.

3.7. Melaksanakan Perbaikan

Proses perbaikan dilakukan menggunakan metode *patching*. Proses *patching* terdiri dari empat tahapan, yakni pembuatan tambalan (*patch fabrication*), persiapan pada permukaan pelekak (*preparation of adhering surfaces*), persiapan perekat (*preparation of adhesive*), dan aplikasi perekat dan tambalan (*application of adhesive and patch installation*).

Kerusakan yang memiliki panjang 3in atau kurang, maka hanya memerlukan tambalan luar (*outside patch*). Kerusakan yang memiliki panjang 3 hingga 6in. memerlukan tambalan luar dan dalam (*outside and inside patches*). Selain itu, perlu dilakukan pencocokan antara tambalan dengan *fabric (neoprene coated nylon)* pada area yang diperbaiki.

Untuk tambalan luar (*outside patch*), mendapat ukuran tambalan setidaknya 1in. ke segala arah di luar area yang rusak. Untuk tambalan dalam (*inside patches*), mendapat ukuran tambalan setidaknya ½in. lebih besar di semua sisi daripada tambalan luar (*outside patch*).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengambilan serta pengolahan data, mengkaji hasil data, dan setelah perbaikan diperoleh hasil:

4.1. Pengambilan Data

Tabel 3 merupakan data mentah hasil *leakage test* di *main flotation tubes* dan *deck center float tube* pada *life raft* P/N: R0202A211.

Tabel 3 Leakage Test Record		
Item	Tanggal : 16 Maret 2023	Tanggal : 17 Maret 2023
	Waktu : 15.06 WIB	Waktu : 15.06 WIB
	T1 = 82.040 °F	T2 = 77.540 °F
	P1 _{amb} = 27.234 inHg.	P2 _{amb} = 27.308 inHg.
Pressure: Upper Flotation Tube	2.0 psig.	1.1 psig.
Pressure: Lower Flotation Tube	2.0 psig.	1.4 psig.
Pressure: Deck Center Float Tube	1.0 psig.	0.5 psig.

4.2. Pengolahan Data

Tabel 4 merupakan nilai dari *adjusted pressure* yang telah dihitung. Karena nilai *adjusted pressure* dari *upper flotation tube* kurang dari 1.5 psig., maka terdapat indikasi terjadinya kebocoran.

Tabel 4 Nilai adjusted pressure		
No	Item	P _{adjusted}
1	Upper Flotation Tube	1.276 psig.
2	Lower Flotation Tube	1.576 psig.
3	Deck Center Float Tube	0.676 psig.

4.3. Mengkaji Hasil Data

Dari hasil pemeriksaan, pada *upper flotation tube* ditemukan adanya *bubble* seperti pada Gambar 6. Hal ini mengindikasikan adanya kebocoran pada area tersebut. Setelah dilakukan inspeksi secara *visual* di bawah lampu yang terang ditemukan bahwa terdapat *porosity* pada area tersebut.



Gambar 6 Bubble di *upper flotation tube*

4.4. Proses Perbaikan

Pada sampel *life raft* yang digunakan untuk penelitian, *life raft* hanya memerlukan tambalan luar (*outside patch*) saja karena ukuran area yang terkena *porosity* kurang dari 3 in.

4.5. Pembahasan

Setelah proses perbaikan dilaksanakan, perlu dilakukan pengambilan dan pengolahan data kembali seperti yang tertera pada sub-bab 3.5. *Life raft* baru bisa dinyatakan dapat berfungsi kembali setelah dilaksanakan perbaikan. Apabila nilai *adjusted pressure* dari *main flotation tube* bernilai lebih dari 1.5 psig., sedangkan pada *deck center float tube* bernilai lebih dari 0.5 psig.

Tabel 5 Leakage Test Record setelah perbaikan		
Item	Tanggal: 27 Maret 2023	Tanggal: 28 Maret 2023
	Waktu : 14.21 WIB	Waktu : 14.21 WIB
	T1 = 79.340 °F	T2 = 77 °F
	P1 _{amb} = 27.196 inHg.	P2 _{amb} = 27.282 inHg.
Pressure: Upper Flotation Tube	2.0 psig.	1.4 psig.
Pressure: Lower Flotation Tube	2.0 psig.	1.4 psig.
Pressure: Deck Center Float Tube	1.0 psig.	0.5 psig.

Tabel 5 menunjukkan data mentah dari *leakage test* yang dilakukan setelah melaksanakan perbaikan. Setelah dilakukan pengolahan data, maka diperoleh nilai *adjusted pressure* seperti pada Tabel 6.

Tabel 6 Nilai adjusted pressure setelah perbaikan		
No	Item	P _{adjusted}
1	Upper Flotation Tube	1.515 psig.
2	Lower Flotation Tube	1.515 psig.
3	Deck Center Float Tube	0.615 psig.

Proses penyimpanan pada *life raft* akan berpengaruh pada munculnya keausan pada *life*

raft. Hal ini terbukti pada MDR (Material Defect Report) yang menunjukkan adanya *porosity* pada setiap *life raft* yang mengalami kerusakan. Selain itu, *environmental limits* (batasan lingkungan) ditetapkan untuk menghindari kondisi tersebut.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan dari pelaksanaan inspeksi inspeksi dan perbaikan terhadap *life raft* P/N: R0202A211:

1. Penelitian ini dinyatakan berhasil karena menemukan penyebab ketidaksesuaian *adjusted pressure* pada *life raft* dan penyebab kerusakannya. Ketidaksesuaian *adjusted pressure* disebabkan keberadaan *porosity*. *Porosity* pada *life raft* ini dapat terjadi karena umur, paparan sinar matahari, penyimpanan yang tidak tepat, kepanasan, atau adanya paparan air asin yang berkepanjangan. Oleh karena itu, *environmental limits* (batasan lingkungan) dari *life raft* harus diperhatikan. *Environmental limits* (batasan lingkungan) terdiri dari batasan suhu, batasan kelembapan, dan batasan ketinggian.
2. Prosedur *leakage test* dilakukan untuk mendeteksi kebocoran pada *main flotation* dan *deck center float tubes*. Nilai *adjusted pressure* dihitung untuk menentukan terjadinya kebocoran pada *life raft*. Proses penambalan dilakukan untuk menanggulangi *life raft* yang bocor.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada PT. Rekatama Putra Gegana Aviation yang telah memfasilitasi dan membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, Civil Aviation Safety Regulation Part 25 Airworthiness Standards: Transport Category Airplanes, 2003.
- [2] Eastern Aero Marine, Component Maintenance Manual with Illustrated Part List Model EAM-T46, Miami: Eastern Aero Marine, 2012.
- [3] Anon., "How Do Aviation Life Rafts Work?," [Online]. Available: <https://www.hrd-aerosystems.com/blog/how-life-rafts-work/>. [Diakses 2 Januari 2023].
- [4] PT. Rekatama Putra Gegana Aviation, "Material Defect Report," PT. Rekatama Putra Gegana Aviation, Bandung.
- [5] E. Staff, "AVweb," 2019. [Online]. Available: <https://www.avweb.com/ownership/aviation-life-rafts-part-two-a-life-raft-primer/>. [Diakses 1 Januari 2023].
- [6] Federal Aviation Administration, Advisory Circular No. 43.13-1B Techniques and Practices-Aircraft Inspection and Repair, 1998.
- [7] C. Caswell, "Inflatable Repair," 4 Agustus 2000. [Online]. Available: <https://www.boats.com/inflatable-repair/>. [Diakses 2 Juni 2023].
- [8] Anon., "Boeing 737-800," [Online]. Available: http://www.flugzeuginfo.net/acdata_php/acdata_7378_en.php. [Diakses 10 Januari 2023].
- [9] Boeing Company Inc., "Chapter 25-Equipment/Furnishings," dalam *Boeing 737-600/700/800/900 Aircraft Maintenance Manual*, Boeing Company Inc., 2021.
- [10] T. Ad, "Techno Ad," [Online]. Available: <https://www.technoad.com/engineering/rubber-shelf-life/>. [Diakses 13 Juni 2023].
- [11] Colmant, "Colmant Coated Fabrics," [Online]. Available: <https://www.colmant-coated-fabrics.com/our-products/coated-fabrics/polyamide-fabric/cr-neoprene-coated-polyamide-fabric/>. [Diakses 8 Juni 2023].