



PEMILIHAN MATERIAL PLASTIK DENGAN PENGUJIAN TAHAN BAKAR UNTUK KOMPONEN KURSI PESAWAT TERBANG

Teguh Wibowo^{1a}, R. Nur Akhmad Triwibowo¹, Muhammad Ridwan Ismail¹, Eko Poerwanto², Arwin Datumaya Wahyudi S.³

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Kedirgantaraan, Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto

²Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto

³Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto

Korespondensi:

^aProgram Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Kedirgantaraan, Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto
teguhwibowo@itda.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan Industri penerbangan adalah konstituen yang sangat diperlukan untuk perkembangan global suatu negara. Penghematan biaya bahan baku pembuatan interior pesawat terbang adalah dasar yang mendasari proyek ini, Hal ini menjadikan dasar dari penelitian untuk mengetahui kekuatan tarik serta flammability dari material PP-HI10HO, PP-AZ564G, dan ABS715FR. Penelitian ini menggunakan uji flammability horizontal, vertikal. Hasil dari penelitian ini adalah pengujian tarik material PP-HI10HO (21,476 Mpa) dan PPAZ564G (23,975 Mpa), dapat menggantikan material ABS715FR (19,288 Mpa) Sesuai dengan Appendix C Materials Used in Aircraft. Sedangkan pengujian flammability didapatkan kesimpulan bahwa dalam pengujian vertical, horizontal material PP-AZ564G dan PP-HI10HO memiliki laju pembakaran linier yang melebihi 40 mm/menit sesuai ASTM D 635 sedangkan ABS715FR memiliki laju pembakaran linier sebesar 1,74 mm/menit. Maka disimpulkan bahwa material PP-HI10HO dan PP-AZ564G tidak dapat menggantikan ABS715FR sebagai bahan baku pembuatan komponen kursi pesawat terbang karena memiliki flammability yang tinggi.

Kata kunci: material pesawat terbang, plastik, uji tahan bakar.

ABSTRACT

Use The aviation industry is an indispensable constituent for the global development of a country. The cost saving of raw materials for the manufacture of aircraft interiors is the basis for this project, this makes the basis of research to determine the tensile strength and flammability of PP-HI10HO, PP-AZ564G, and ABS715FR materials. This research uses the horizontal, vertical flammability tests. The results of this study are tensile testing of PP-HI10HO (21.476 Mpa) and PPAZ564G (23.975 Mpa) materials, can replace ABS715FR material (19.288 Mpa) in accordance with Appendix C Materials Used in Aircraft. While testing the flammability obtained the conclusion that in vertical, horizontal testing PP-AZ564G and PP-HI10HO materials have a linear burning rate that exceeds 40 mm/min according to ASTM D 635 while ABS715FR has a linear burning rate of 1.74 mm/min. So, it is concluded that PP-HI10HO and PP-AZ564G materials cannot replace ABS715FR as raw materials for making aircraft seat components because they have high flammability.

Keywords: aircraft materials, plastics, burn resistance test.

1. PENDAHULUAN

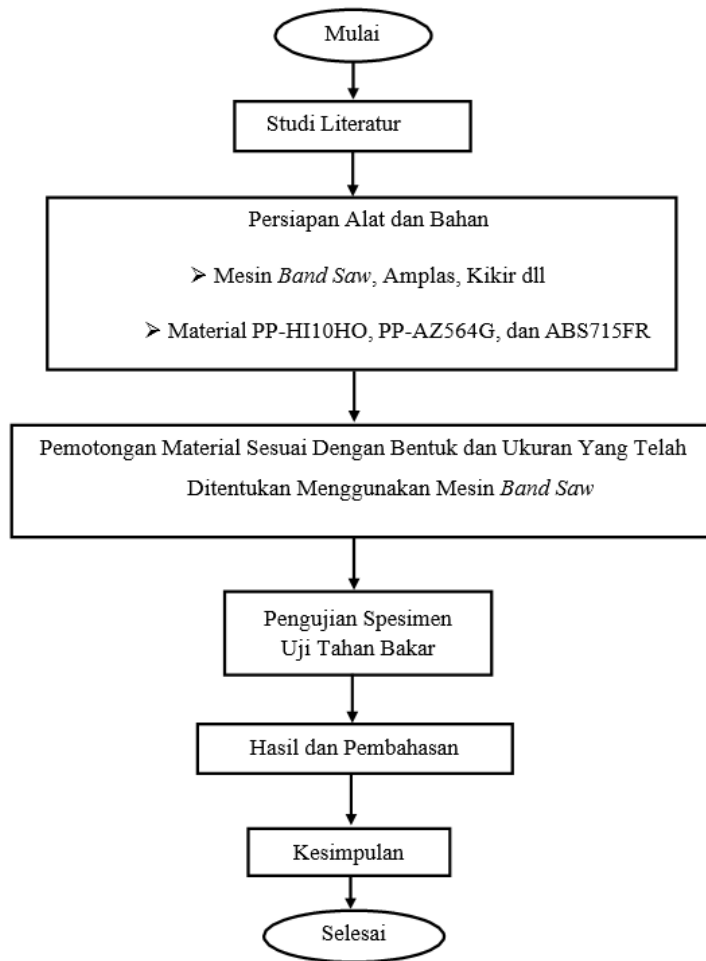
Penghematan biaya bahan baku pembuatan interior pesawat terbang adalah yang mendasari dari penelitian ini. Biaya import komponen cabin pesawat khususnya di bagian kursisangat mahal. Pentingnya memproduksi komponen pesawat didalam negeri yang di ijinakan oleh pihak Manufaktur melalui *Part Manufacturing Approval (PMA)*. Untuk memberikan solusi untuk hal ini, optimasi desain seperti yang disarankan oleh Henderson et al dapat dilakukan untuk mengeksplorasi berbagai parameter yang berbeda yang pada akhirnya dapat mengurangi biaya pembuatan kursi pesawat terbang [1].

Nurfani, M., & Santoso, D melakukan penelitian uji tahan api, menunjukkan bahwa api tidak dapat menyebar ke spesimen, dan api akan mati dalam waktu kurang dari 2 detik. Penelitian ini mengimprovisasi campuran penghambat api menggunakan *benzena* pada *polypropylene* atau mendaur ulang *polypropylene* [2]. Vasan, et.al. [3] melakukan desain dengan mengurangi massa sandaran tangan, bantalan kursi dan kaki sehingga interior pesawat dapat dioptimalkan juga. Penelitian Lyon, R.E., [4] fundamental untuk memahami mekanisme pembakaran dan mekanisme untuk menghilangkan kabin yang terbakar sebagai penyebab kematian dalam kecelakaan pesawat terbang, meliputi sintesis matrial baru yang stabil secara termal dan rendah sistem polimer organik dan anorganik yang bernilai tinggi. Murjianto [5] melakukan review tentang plastik dengan bahan aditif stabilizer berfungsi untuk mempertahankan produk plastik dari kerusakan. Material plastik yang memerlukan pre drying (pengeringan) sebelum di proses adalah : AS, ABS715FR, PC POM , PVC., sedangkan material plastik yang bisa langsung diproses adalah : PE, PP, PS selama proses, dalam penyimpanan maupun aplikasi produk. Rumatha [6] menunjukkan nilai stress terbesar terjadi pada rangka kaki dengan nilai 56,06 MPa. Pada bagian displacement menunjukkan nilai maksimum sebesar 2,61 mm yang terjadi pada ujung sandaran tangan. Dari data secara keseluruhan maka desain kursi aman untuk digunakan.

Dalam Penelitian ini, bahan baku kursi kelas ekonomi dipilih untuk diuji tahan bakar. Karena kursi kelas ekonomi adalah yang paling umum digunakan dalam industri dan memiliki pangsa pasar yang paling besar. Bahan baku kursi yang dipilih diperlukan analisis ketahanan api untuk syarat kelayakan bahan baku komponen kursi pesawat. Oleh sebab itu penelitian ini komparasi 3 material plastik terhadap *Flammability* (ketahanan bakar) untuk komponen sandaran tangan kursi pesawat terbang”.

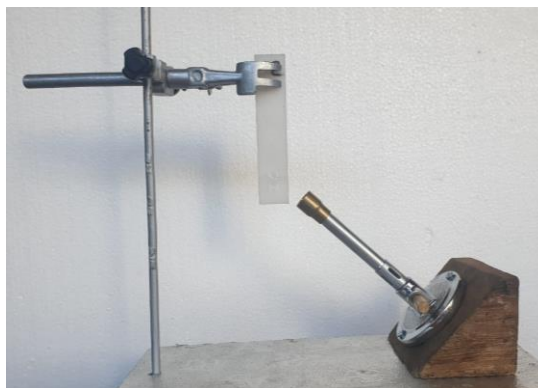
2. METODOLOGI PENELITIAN

Material uji yang akan digunakan adalah berbahan plastikdengan Material PP-HI10HO (putih transparan), Material PP-AZ564G (putih susu) dan Material ABS715FR (abu-abu). Dimensi dan jenis spesimen yang digunakan untuk pengujian menurut ASTM D638 diklasifikasikan berdasarkan jenisnya [7]. Pengujian Tahan Bakar: Komponen-komponen yang diperlukan dalam pembuatan alat uji rambat bakar plastik adalah case, top plate, base, statif dan clamp, bunsen burner, slider, perangkat sistem pengaturan dan penyediaan gas, perangkat sistem pemantik api. Penelitian ini juga mengacu pada pengembangan material cabin pesawat terbang yang tahan bakar untuk keselamatan pesawat komersil [8].



Gambar 1. Alur penelitian

Setting awal dilakukan terutama untuk melakukan pengujian, pencatatan temperatur ruangan, pencatatan waktu bakar, mengatur posisi spesimen dan mengatur nyala api. Dimensi spesimen uji yang sesuai dengan ASTM ditentukan sebagai berikut: Panjang spesimen 150 mm (125 mm standar panjang lintasan bakar), lebar spesimen 13 mm, dan tebal spesimen 2-3 mm. Metode uji ketahanan bakar ini sesuai standar UL 94 [9].



Gambar 2. Alat uji tahan bakar plastik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian *Flammability* dilakukan untuk mengetahui kemampuan dan waktu yang dibutuhkan material PP-HI10HO, PP-AZ564G, dan ABS715FR untuk padam setelah dilakukan pembakaran. Pengujian *flammability* menggunakan ASTM D 635, dan untuk pengujian vertikal menggunakan metode UL94V. Pengujian ini dilakukan di rumah dengan menggunakan alat buatan sendiri dengan memperhatikan ASTM D 635

Tabel 1 Data Pengujian *Flamability Horizontal*

Material Plastik	Burning Time (detik)	Flame Time (detik)	Kondisi: Uraian Visual
1A PP-AZ564G	30	71,63	Api menyala pada tetesan spesimen, asap hitam pekat, Lelehan spesimen tipis dan panjang.
1B PP-AZ564G	30	84,94	Api menyala pada tetesan spesimen, asap hitam pekat, Lelehan spesimen tipis dan panjang.
1C PP-AZ564G	30	89,08	Api menyala pada tetesan spesimen, asap hitam pekat, Lelehan spesimen tipis dan panjang, tidak padam
2A PP-HI10HO	30	82,76	Spesimen membutuhkan 3-4 detik untuk terbakar, setelah itu api tidak padam dengan sendirinya
2B PP-HI10HO	30	85,44	Saat dibakar spesimen akan melengkung sebelum terbakar
2C PP-HI10HO	30	56,74	Perambatan api tidak cepat, Ketika sudah terbakar spesimen mengeluarkan asap hitam
3A ABS715FR	30	1,32	Saat spesimen terkena api langsung mengeluarkan asap
3B ABS715FR	30	0,47	Api cenderung besar saat dibakar, setelah api di jauhkan spesimen langsung padam
3C ABS715FR	30	1,17	Spesimen akan mengembang dan melengkung Ketika dibakar



Gambar 3. Visualisasi setelah uji *Flammability* (tahan bakar)

Tabel 2 Data Laju Pembakaran Horizontal

No	Material	Burning Time T(detik)	Panjang Terbakar L(mm)	$V=60.T/L$ (mm/menit)
1A	Spesimen 1 PP AZ564G	71,63	75	57,30
1B		84,94	75	67,95
1C		89,08	75	71,26
		Rata-Rata		65,50
2A	Spesimen 2 PP HI10HO	82,76	75	66,20
2B		85,44	75	68,35
3C		56,74	75	44,80
		Rata-Rata		59,78
3A	Spesimen 3 ABS715FR	1,32	31	2,55
3B		0,47	49	0,57
3C		1,17	33	2,12
		Rata-Rata		1,74

Pada pengujian horizontal seperti yang dilakukan Ardiyanto et.al [9] dilakukan perhitungan laju pembakaran maka didapatkan sesuai Tabel 1 dan Tabel 2 dengan keterangannya. Nilai laju pembakaran untuk spesimen PP-AZ564G sebesar 65,50 mm/menit, spesimen PP-HI10HO sebesar 59,78 mm/menit, dan untuk ABS715FR sebesar 1,74 mm/menit. Berdasarkan standar ASTM D 635 yaitu: Tidak memiliki laju pembakaran melebihi 40 mm per menit pada rentang 75 mm untuk spesimen memiliki ketebalan 3,0 - 13 mm. Tidak memiliki laju pembakaran melebihi 75 mm per menit selama 75 mm untuk spesimen yang memiliki ketebalan kurang dari 3,0 mm. Berhenti terbakar sebelum tanda referensi 100 mm. Maka spesimen PP-AZ564G sebesar 65,50 mm/menit dan spesimen PP-HI10HO sebesar 59,78 mm/menit tidak memenuhi standar ASTM D 635 karena spesimen PP-HI10HO dan spesimen AZ564G memiliki laju pembakaran yang melebihi 40 mm per menit. Sedangkan spesimen yang memenuhi standar ASTM D 635 adalah spesimen ABS715FR dengan nilai laju pembakaran 1,74 mm/menit tidak melebihi 40 mm/menit. Jika dilihat dari uraian visual material ABS715FR langsung padam setelah api di jauhkan atau dimatikan, untuk material PP-AZ564G dan PP-HI10HO terbakar hingga melebihi batas ASTM D 635

Tabel 3 Data Uji *Flammability* Vertikal

Material Plastik	Flame Time (detik)	Kondisi: Uraian Visual
1D PP-AZ564G	14,00	Saat terkena api pada siklus pertama spesimen langsung terbakar, nyala api terbilang besar, tidak padam
1E PP-AZ564G	21,12	Perambatan api pada spesimen ini sedikit melambat dibanding sebelumnya
2D PP-HI10HO	27,69	Saat dibakar spesimen akan melengkung sebelum terbakar
2E PP-HI10HO	29,10	Membutuhkan 3 kali siklus untuk terbakar hingga api besar, Ketika sudah terbakar spesimen langsung meleleh
3D ABS715FR	1,47	Spesimen tidak menghasilkan tetesan lelehan,

Material Plastik	Flame Time (detik)	Kondisi: Uraian Visual
3E ABS715FR	1,12	Spesimen menjadi seperti arang setelah dibakar dan api padam

Tabel 5 Data Uji *Flammability* Vertikal

No	Material	Flame Time (detik)
1	Spesimen 1	14,00
2	PP AZ564G	21,12
	Rata-Rata	11,06
1	Spesimen 2	27,69
2	PP HI10HO	29,10
	Rata-Rata	28,39
1	Spesimen 3	1,47
2	ABS715FR	1,12
	Rata-Rata	1,29

Untuk standar uji vertikal nyala api UL94V, spesimen tidak melebihi waktu 2 detik saat material terbakar. Dengan mengacu pada UL94V maka material yang memenuhi standar UL94V adalah material ABS715FR karena memiliki rata-rata waktu nyala api yang singkat dibawah 2 detik yaitu 1,29 detik. Untuk material PP-AZ564G dan PP-HI10HO tidak memenuhi syarat UL94V dikarenakan saat pengujian kedua spesimen habis terbakar dengan panjang 75 mm dengan rata-rata waktu melebihi 2 detik.

4. KESIMPULAN

Pada pengujian *Flammability* didapatkan kesimpulan bahwa pada pengujian vertical material PP-AZ564G memiliki *flame time* sebesar 11,06 detik dan PP-HI10HO memiliki *flame time* yang lebih tinggi sebesar 28,39 detik sehingga tidak memenuhi syarat UL94V. Sedangkan material ABS715FR memiliki *flame time* yang rendah sebesar 1,29 detik sehingga memenuhi UL94V karena *flame time* tidak melebihi 2 detik. Dalam pengujian horizontal PP-AZ564G memiliki laju pembakaran linier sebesar 65,50 mm/menit, PP-HI10HO memiliki laju pembakaran linier sebesar 59,78 mm/menit, dan material ABS715FR memiliki laju pembakaran linier sebesar 1,74 mm/menit. Material yang memiliki laju pembakaran linier terendah adalah material ABS715FR. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa material PP-HI10HO dan PP-AZ564G tidak dapat untuk material kursi dipesawat sedangkan ABS715FR memenuhi sebagai bahan baku pembuatan komponen kursi pesawat terbang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih kepada PT. Yogya Presisi Tehnikatama Industri dan PT. Indonesia Polyurethane Industry yang telah membantu penyediaan material, kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Institut Teknologi Dirgantara Teknologi Adisutjipto atas hibah dana Penelitian Internal Tahun Anggaran 2024, dan mahasiswa yang telah membantu dalam pengambilan data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Henderson, et al. (2012), *Aircraft conceptual design for optimal environmental performance*, Aeronaut. J., , 116, (1175).
- [2] Nurfani, M. & Santoso, D. (2022). *Analysis of Flame Retardant Polypropylene for plastic Injection Molding Using Brominated Aromatic Compound*, IJST Vol 1 No. 2: 2828-7045, Page 1-7

- [3] Vasana, R., Dany, D., & Rao, C. (2023). *Design optimization and additive manufacturing of an aircraft seat*. AIP Conference Proceedings 2788, 060001.
- [4] Lyon, R, E. (2008). *Materials with reduced flammability in aerospace and aviation*. Advances in Fire Retardant Materials, 573- 598.
- [5] Murjianto, I. (2005). *Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Adiktif*. Traksi. Vol. 3. No. 2.
- [6] Rumatha, H. & Sriwijaya, R, A. (2017). *Perancangan Kursi Penumpang Pesawat Komersial Dengan Autodesk Inventor*.
- [7] Edition, F. (1996). *Standard for tests for flammability of plastic materials for parts in devices and appliances*. Annual Book of ASTM Standards, Vol 08.01, UL 94.
- [8] Final Report, (1997), *Fire-Resistant Material: Research Overview*, Office of Aviation Research, Washington, D.C. 20591
- [9] UL 94 (1996), *Test for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances*, Underwriters Laboratories Inc., Fifth Edition, Northbrook, IL 60062-2096
- [10] Ardiyanto, F., Priyanto K., Faishal, D., (2021), *Rancang bangun alat uji laju dan waktu Pembakaran plastik pada arah horizontal*, Volume 7 Nomor 2, pp 73-77.