

skripsi new sesuai tampate- 1.pdf

by - -

Submission date: 14-Sep-2025 09:25AM (UTC+0300)

Submission ID: 2750125166

File name: skripsi_new_sesuai_tampate-1.pdf (985.29K)

Word count: 3563

Character count: 20002



Initial Study Of Fire Resistance Test Of Poly Ether Ether Ketone (PEEK) Core Materials For Aluminium Composite Panels

Study Awal Uji Ketahanan Api Material Inti Poly Ether Ether Ketone (PEEK) untuk Aluminium Composite Panel

Mohamad Fatur Rohman¹⁾, Prantasi Harmi Tjahjanti^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: prantasiharmi@umsida.ac.id

Abstract. Aluminium Composite Panel (ACP) is a flat panel, with aluminium plates/sheets that are rigid, strong, but have a relatively light weight, and between the two plates is filled with core material which is generally made of polyethylene (PE) and polyurethane (PU). The weakness of ACP when exposed to high temperatures, the layer will bubble and cause the aluminium surface to be uneven, thus reducing its beauty, lack of strength against wind pressure, resulting in a risk to safety. If ACP is not installed correctly/properly, it cannot withstand moisture under its surface. While the core materials of PE and PU that are commonly used, are not resistant to high temperatures. Therefore, the purpose of this study is to replace the core material by using PolyEtherEtherKetone (PEEK) which is tested for fire resistance. This material was chosen because it has a high melting point of up to 334°C. The experimental method was carried out by fabricating ACP with PEEK core material. Weighing and observing the microstructure using a optical microscope (MO) were carried out before and after testing. Fire resistance testing at a temperature of 150°C for 5 minutes, 200°C for 10 minutes, and 250°C for 15 hours. The test results were carried out by weighing the mass and observing the microstructure again, showing that the ACP with PEEK core material did not melt and did not stick to aluminium, only both were no longer sticky, but the mass of the ACP after the fire resistance test was reduced by about 0.86% of the initial mass before the fire resistance test. Observation of the microstructure/microstructure using an Optical Microscope (MO) with a magnification of 1000x showed that before the fire resistance test on the ACP with PEEK core material, there were many carbon elements (C). After the fire resistance test, element C spread more widely but did not melt since carbon (C) has a high melting point of 3.550°C and meanwhile Hydrogen (H) and Oxygen (O) are released. Overall, the PEEK core material used in this ACP can be recommended to replace the core material from LDPE.

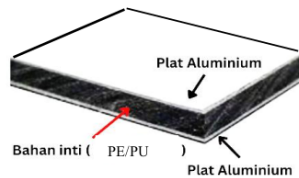
Keywords: Aluminium Composite Panel (ACP); core material; PolyEtherEtherKetone (PEEK); fire resistance test

Abstrak: Aluminium Composite Panel (ACP) merupakan panel datar, dengan plat/lembaran aluminium yang kaku, kuat, tetapi memiliki berat yang relatif ringan, dan diantara kedua plat di isi material inti (core) yang umumnya terbuat dari polietilen (PE) dan poliuretan (PU). Kelemahan ACP apabila terkena suhu tinggi, maka lapisan akan menggelembung dan mengakibatkan permukaan aluminium tidak rata sehingga mengurangi keindahan, kurangnya kekuatan terhadap tekanan angin, sehingga mengakibatkan beresiko pada keselamatan. Jika ACP tidak dipasang dengan benar/tepat, maka tidak dapat menahan kelembapan dibawah permukaannya. Sementara material inti dari PE dan PU yang biasa dipakai, tidak tahan terhadap suhu tinggi. Karena itu tujuan penelitian ini adalah mengganti material inti dengan menggunakan PolyEtherEtherKetone (PEEK) yang diuji ketahanan terhadap api. Pemilihan material ini karena memiliki titik leleh tinggi mencapai 334°C. Metode eksperimental dilakukan dengan fabrikasi pembuatan ACP dengan material inti PEEK. Dilakukan penimbangan dan pengamatan mikrostruktur menggunakan mikroskop optik (MO) sebelum dilakukan pengujian dan sesudah pengujian. Pengujian ketahanan api pada suhu 150°C selama 5 menit, 200°C selama 10 menit, dan 250°C selama 15 menit. Hasil uji dilakukan penimbangan massa dan pengamatan mikrostruktur lagi, menunjukan pada ACP dengan material inti PEEK tidak leleh dan tidak lengket dengan aluminium, hanya keduanya tidak lengket lagi, namun massa ACP setelah uji tahan api berkurang sekitar 0,86% dari massa awal sebelum uji tahan api. Pengamatan mikrostruktur/struktur mikro menggunakan Mikroskop Optik (MO) dengan perbesaran 1000x terlihat bahwa sebelum pengujian ketahanan api pada ACP dengan material inti PEEK, nampak banyak unsur karbon (C), sementara setelah uji ketahanan api unsur C makin menyebar lebih banyak, tidak meleleh, karena suhu leleh karbon (C) tinggi mencapai 3.550°C dan sedangkan Hidrogen (H) dan Oksigen (O) lepas. Secara keseluruhan material inti PEEK yang dipakai pada ACP ini dapat direkomendasikan untuk mengganti material inti dari LDPE.

Kata Kunci: Aluminium Composite Panel (ACP); material inti; PolyEtherEtherKetone (PEEK); uji ketahanan api

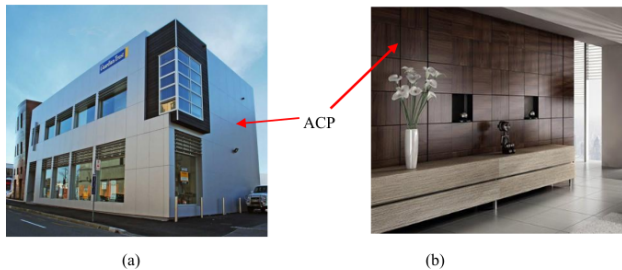
I. PENDAHULUAN

Pembangunan membawa dampak yang besar terhadap perkembangan kehidupan manusia, termasuk kemajuan dibidang teknologi konstruksi. Ciri - ciri dari kemajuan tersebut adalah meluasnya penggunaan material dan teknologi baru pada bangunan, salah satunya adalah dinding eksterior bangunan. Sampai saat ini, untuk dinding luar bangunan, tidak hanya digunakan dinding plester biasa, tetapi juga bahan lain yang lebih kuat, lebih murah dan praktis, untuk mencapai tampilan bangunan dan fasad yang lebih indah. Beberapa di antaranya menggunakan kayu, aluminium, dan keramik untuk melengkapi materi komposit seperti *Aluminum Composite Panel* (ACP) [1]. ACP berupa panel datar, dengan plat/lembaran aluminium yang kaku, kuat, tetapi memiliki berat yang relatif ringan, dan diantara kedua plat di isi material inti (*core*) yang umumnya terbuat dari polietilen (PE) dan poliuretan (PU) (Gambar 1.1), Terbuat dari bahan polietilen ringan dengan lapisan pelindung tahan api [2].



Gambar 1.1 Skema *Aluminum Composite Panel* (ACP).

ACP umumnya bahan yang digunakan dalam berbagai aplikasi desain arsitektur baik interior (Gambar 1.2b) maupun eksterior (Gambar 1.2a). ACP sering digunakan sebagai material *finishing* pada bangunan modern tampilannya yang menarik dan mampu memberikan beragam pandangan serta membantu meningkatkan keselamatan bangunan sehingga dapat tahan terhadap bencana di masa depan dan bencana akibat ulah manusia dalam jangka panjang seiring dengan meningkatnya perubahan iklim dan bahaya lainnya. Karena keindahannya yang luar biasa, kinerja dan daya tahan [3]. Keunggulan ACP antara lain memiliki permukaan yang rata dan halus, memiliki daya tahan yang cukup kuat terhadap cuaca, mudah dibentuk, dilipat, dibor dan dilengkungkan. Memiliki bahan yang cukup ringan, mudah diaplikasikan dengan berbagai konsep dan tahan terhadap benturan tinggi. Sementara kelemahannya adalah apabila terkena suhu tinggi, maka lapisan akan menggelembung dan mengakibatkan permukaan aluminium tidak rata sehingga mengurangi keindahan, kurangnya kekuatan terhadap tekanan angin sehingga mengakibatkan beresiko pada keselamatan. Jika ACP tidak dipasang dengan benar/tepat, maka tidak dapat menahan kelembapan dibawah permukaannya [4].



(a)

(b)

Gambar 1.2 (a) ACP untuk eksterior,
(b) ACP untuk interior

Kekurangan/kelemahan material inti dari PE dan PU yang tidak tahan terhadap suhu tinggi, merupakan latar belakang dalam tujuan penelitian ini, yaitu mengganti material inti dengan menggunakan Polieter Eter Keton (PEEK) yang diuji ketahanan terhadap api. Pemilihan material karena memiliki titik leleh tinggi mencapai 334 °C.

PEEK adalah homopolymer termoplastik semikristalin dengan struktur molekul linier dan rantai tulang punggung yang relatif kaku. Polimer ini termasuk dalam keluarga poli (eter keton) yang gugus fungsi eternya dihubungkan bersama melalui gugus aromatik. PEEK adalah polimer berkinerja tinggi yang menampilkan kombinasi unik dari ketangguhan, kekakuan, ketahanan abrasi yang kuat dan kinerja tribologi, penyerapan air rendah, stabilitas termooksidatif, ketahanan kimia dan pelarut, biokompatibilitas, penghambat api, dan retensi sifat fisik pada suhu tinggi (hingga 200 °C) [5]. Karena keseimbangan yang sangat baik antara sifat mekanik dan fisik, polimer dan komposit dengan matriks PEEK ini banyak digunakan dalam industri kedirgantaraan (Gambar 1.3) [6,7].



Gambar 1.3 Plat/lembaran Polieter eter keton (PEEK)

PEEK salah satu polimer termoplastik yang diperkenalkan dan dikembangkan oleh Imperial Chemical Industries (ICI) pada tahun 1977. Selain itu PEEK juga merupakan polimer yang sangat potensial dalam berbagai aplikasi terutama karena stabilitas termal dan sifat mekanik yang baik diperlukan. Material ini adalah bahan yang sangat tahan api dan digunakan dalam berbagai aplikasi yang memerlukan ketahanan terhadap suhu tinggi [8]. Polimer yang diperoleh melalui polimerisasi pertumbuhan bertahap melalui dialkilasi garam bis fenolat. Reaksi dilakukan sekitar 300 °C dalam pelarut aprotik polar seperti difenil sulfon [9,10]. PEEK memiliki keunggulan terhadap ketahanan panas, ketahanan api, ketahanan radiasi, ketahanan kimia, kekuatan benturan tinggi, ketahanan aus dan sifat listrik yang baik [11].

Material inti ini memiliki titik leleh adalah 334 °C, suhu transisi gelasnya (T_g) adalah 143 °C. Kristanilitas maksimum yang dapat dicapai adalah sekitar 48%, biasanya antara 20% dan 30%. Kepadatannya dalam keadaan amorf memiliki densitas 1,265 g/cm³. Densitas pada kristanilitas maksimum mencapai 1,320 g/cm³. Sifat-sifat PEEK ditunjukkan dalam Tabel 1.1 [12].

Tabel 1.1 Sifat PEEK

Sifat PolyEtherEtherKetone (PEEK)	
Rumus kimia	$C_{19}H_{12}O_2$
Massa molar	288,3 gram/mol
Densitas	1,32 gram/ cm ³
Titik Lebur	343 °C (649 °F; 616 K)

II. METODE

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Teknik mesin universitas Muhammadiyah sidoarjo, dimulai pada bulan juli 2024. Diawali dengan penyediaan bahan/material untuk penelitian ini, kemudian dilanjutkan dengan fabrikasi, pengujian dan analisa hasilnya. Secara lengkap tahapan-tahapan penelitian ditampilkan dalam *flow chart*/diagram alir Gambar 2.1.

2.1 Alat dan Bahan Untuk Fabrikasi ACP

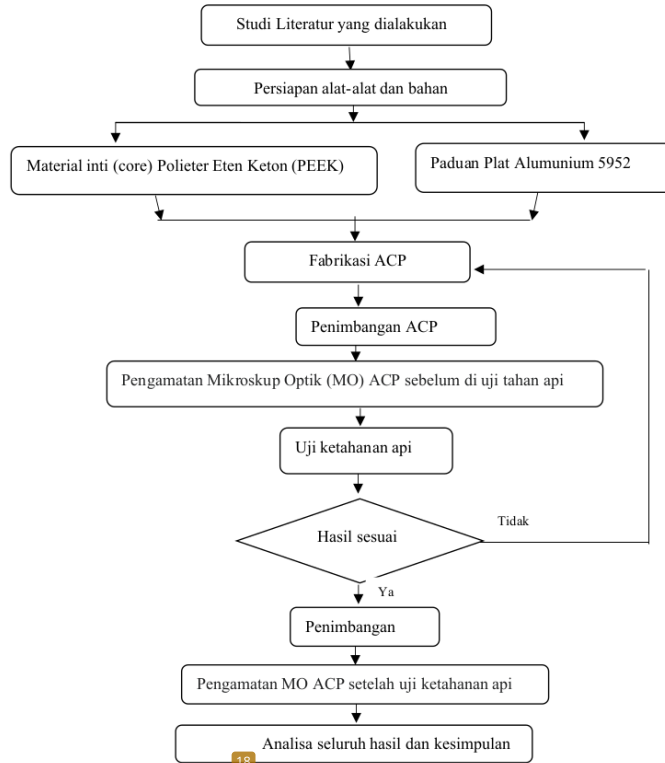
Peralatan yang di pakai untuk fabrikasi ACP antara lain adalah penggaris siku, meteran, spidol hitam, *compressor*, timbangan digital, *thermo gun*, mesin gerinda, dan mesin press.

Sedangkan Bahan untuk proses pembuatan Aluminium *Composite* Panel Antara lain adalah Material inti Polieter Eter Keton, Aluminium 5052, dan serta Lem jenis N 193 adalah silikon multi fungsi merek OCI yang

diproduksi di jepang. Digunakan untuk merekatkan berbagai material seperti logam, kaca, keramik, plastik, dan beton.

2.2 Fabrikasi Pembuatan ACP

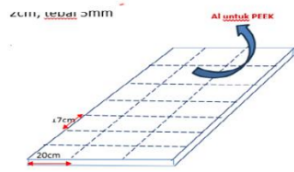
Untuk tahap selanjutnya setelah alat dan bahan tersedia adalah melakukan fabrikasi untuk pembuatan ACP dengan melakukan pengukuran dan pemotongan lembar aluminium 5052 (Gambar 2.2) sebagai lapisan luar bagian depan dan belakang ACP dengan ukuran panjang 20 cm x lebar 17 cm x tebal 5 mm dan fabrikasi pengukuran dan pemotongan material *core* PEEK (Gambar 2.3) dengan ukuran yang sama dengan ukuran untuk potongan lembar aluminium 5052.



Gambar 2.1 Diagram alir Penelitian



Gambar 2.2 Lembar aluminium 5052



Gambar 2.3 Skema ukuran PEEK

Langkah berikutnya adalah mengukur dan memotong lembar aluminium 5052 dan PEEK (Gambar 2.4 a) selanjutnya dilengketkan dengan lem aluminium jenis N 193 (Gambar 2.4 b), dan dilakukan pengepresan agar lengketnya lebih kuat selama 45 menit (Gambar 2.4 c). Setelah menjadi ACP benar-benar lengket, untuk hasil jadi ACP ditunjukkan di Gambar 2.5. Sampel ACP tahap akhir dilapisi dengan lapisan cat tahan api (*fire-retardant coating/FRT*) di Gambar 2.6.



(a)

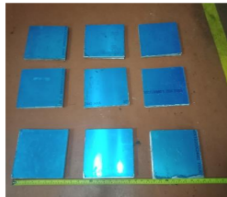


(b)



(c)

Gambar 2.4 (a) Mengukur dan memotong lembar aluminium 5052 dan PEEK
(b) Melengketkan ACP dengan lem aluminium N 193
(c) Pengepresan agar lengketnya lebih kuat selama 45 menit



(a)



(b)



(c)

Gambar 2.5 (a) Sampel APC dengan material inti PEEK yang telah jadi
(b) Dilihat dari atas
(c) ACP dengan material inti PEEK lengket dengan baik



(a)



(b)

Gambar 2.6 (a) ACP dilapisi lapisan cat tahan api (*fire-retardant coating/FRT*) menggunakan *compressor*
(b) ACP telah dilapisi cat tahan api

2.3 Penimbangan Material ACP dan Pengamatan Mikrostruktur Sebelum Pengujian Tahan Api

Pekerjaan selanjutnya yaitu melakukan penimbangan sampel ACP yang telah jadi dengan material inti PEEK sebelum dilakukan uji tahan api (Gambar 2.7). Kemudian setelah proses penimbangan dilanjutkan pengamatan mikrostruktur/struktur mikro ACP menggunakan Mikroskop Optik dengan perbesaran 1000x (Gambar 2.8).



Gambar 2.7 Penimbangan sampel ACP



Gambar 2.8 uji mikroskop optik

2.4 Pengujian Ketahanan Api pada material ACP

Uji ketahanan api sesuai SNI 1741 2008 tentang: cara uji ketahanan api komponen struktur bangunan dan ASTM E119: *Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials*. Sampel ACP dijepit seperti di skema pada (Gambar 2.9), kemudian dilakukan proses pembakaran dengan api. Pengujian ketahanan api dimulai dari suhu kamar (saat waktu 0 menit), bergerak suhu 150°C selama 5 menit, lanjut ke suhu 200°C selama 10 menit, dan berakhir pada suhu 250°C selama 15 menit. Kontrol temperatur menggunakan *Thermal Thermocouple Gun*.

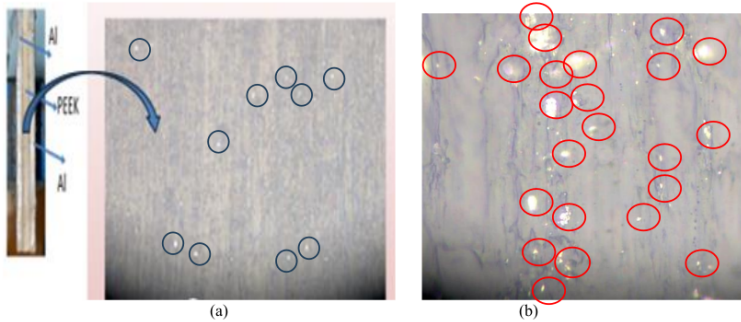


Gambar 2.9 Plat ACP di jepit untuk uji ketahanan api

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengamatan Mikrostruktur/Struktur mikro ACP Dengan Material Inti PEEK

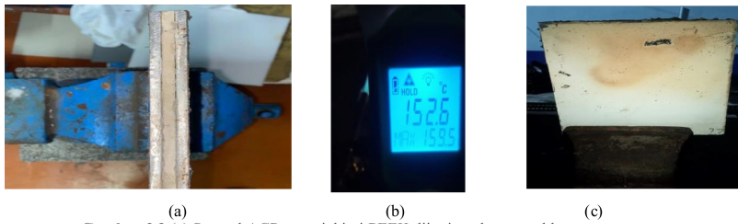
Pengamatan mikrostruktur/struktur mikro ACP dengan material inti PEEK menggunakan Mikroskop Optik (MO) perbesaran 1000x, sebelum pengujian ketahanan api ditunjukkan pada (Gambar 3.1a). Nampak unsur karbon (C) (lingkaran biru) ada banyak pada mikrostruktur/struktur mikro material inti PEEK, karena PEEK terdiri dari unsur Hidrogen (H), Oksigen (O) dan C. H dan O adalah gas, jadi yang nampak hanya unsur C. Sedangkan pengamatan mikrostruktur/struktur mikro setelah uji ketahanan api dengan perbesaran 1000x, ditunjukkan pada (Gambar 3.2b). Nampak bahwa unsur C makin menyebar lebih banyak karena mengalami uji ketahanan api, namun begitu unsur C tidak meleleh, karena suhu leleh karbon (C) tinggi mencapai 3.550°C, Sementara untuk Hidrogen (H) dan Oksigen (O) lepas.



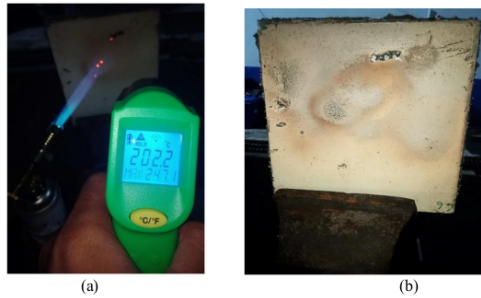
Gambar 3.1 (a) Pengamatan mikrostruktur/struktur mikro ACP dengan material inti PEEK sebelum uji ketahanan api (menggunakan Mikroskop Optik (MO) perbesaran 1000x)
(b) Pengamatan mikrostruktur/struktur mikro ACP dengan material inti PEEK sesudah uji ketahanan api (menggunakan Mikroskop Optik (MO) perbesaran 1000x)

3.2 Pengujian Ketahanan Api ACP Dengan Material Inti PEEK

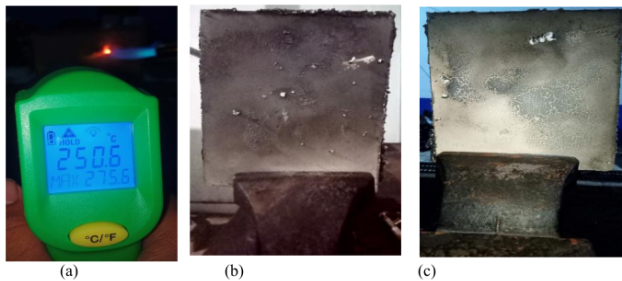
Pengujian tahan api pada sampel ACP material inti PEEK dijepit pada ragum klem (Gambar 3.2a), kemudian sampel dibakar menggunakan *flame gun blow torch* (pemantik api) dimulai pada suhu 150°C dengan menggunakan *thermal thermocouple gun* (tertulis suhu 152,6°C) (Gambar 3.2b). Dilanjutkan suhu 200°C selama 10 menit (tertulis suhu 202,2°C) (gambar 3.3 a,b), dan berakhir pada suhu 250°C (tertulis suhu 250,6°C) selama 15 menit (Gambar 3.4a,b,c). ACP material inti PEEK setelah mengalami uji api ditunjukkan pada Gambar 3.5a,b,c. Nampak aluminium tidak lagi lengket dengan material inti PEEK.



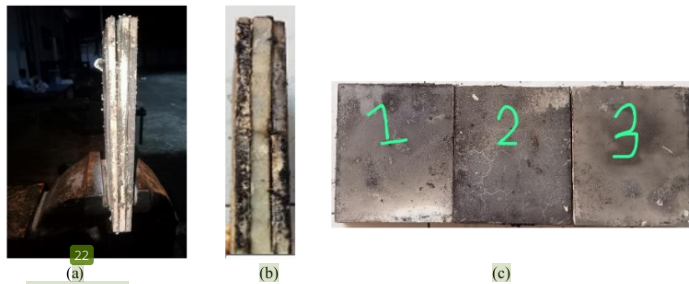
Gambar 3.2 (a) Sampel ACP material inti PEEK dijepit pada ragum klem
(b) Pengukuran suhu menggunakan *thermal thermocouple gun*
(c) Sampel ACP material inti PEEK sesudah uji api pada suhu 150°C



Gambar 3.3 (a) Sampel ACP material inti PEEK di uji api pada suhu 200°C menggunakan *thermal thermocouple gun*
(b) Sampel ACP material inti PEEK sesudah uji api pada suhu 200°C



Gambar 3.4 (a) Sampel ACP material inti PEEK di uji api pada suhu 250°C menggunakan *thermal thermocouple gun*
(b) Sampel ACP material inti PEEK sesudah uji api pada suhu 250°C (tampak depan)
(c) Sampel ACP material inti PEEK sesudah uji api pada suhu 250°C (tampak belakang)



Gambar 3.5 (a), (b) Sampel ACP material inti PEEK nampak tidak lengket lagi setelah uji ketahanan api. *thermal thermocouple gun*
(c) Sampel ACP material inti PEEK sesudah uji api

3.3 Hasil Penimbangan Sampel ACP dengan Material Inti PEEK Sesudah Uji Ketahanan Api

Massa/berat sampel ACP dengan material inti PEEK sebelum dan sesudah uji ketahanan api ditampilkan pada Tabel 3.1. Hasilnya berat/massa setelah uji ketahanan api lebih rendah sedikit dibandingkan dengan sebelum uji ketahanan api. Karena material inti PEEK dan aluminium tidak leleh, namun kelengkatan PEEK dengan aluminium mengalami lepas atau tidak lengket dengan sempurna lagi. PEEK tidak leleh karena memiliki titik leleh 343 °C, sementara uji tahan api yang tertinggi memakai suhu 250°C.

Tabel 3.1 Massa sampel ACP untuk material inti/core PEEK

Sampel ke	Jenis Material Inti/core	Berat/massa (gram) Sebelum di uji tahan api	Rata-rata (gram)	Berat/massa (gram) Sesudah uji Tahan Api	Rata-rata (gram)	Keterangan
PEEK (untuk Uji Ketahanan Api)			1236,6	1219 1236 1223	1226	Material inti PEEK dan aluminium tidak leleh, namun kelengkatan PEEK dengan aluminium mengalami lepas, tidak lengket dengan sempurna lagi.
1		1230				
2		1247				
3		1233				

Hasil ACP dengan material inti PEEK setelah uji ketahanan api lebih tahan terhadap api, bila dibandingkan dengan ACP dengan material inti dari *PolyOxyMethylene* (POM) [13], karena POM memiliki titik leleh 260°C. Namun bila dibandingkan dengan material inti dari PoliTetraFluoroEtilena (PTFE)/Teflon, maka PTFE masih tahan terhadap uji api karena memiliki titik leleh 370°C lebih tinggi dari titik leleh PEEK [14]. Sementara itu APC material inti PEEK bila dibandingkan dengan material inti LDPE/*Low Density Polyethylene* dari simulasi numerik *software Ansys 2024 R2*, dengan variasi suhu 150°C, 200°C, 250°C, 300°C, 350°C, 400°C, hasil suhu maksimal dari material inti LDPE menghasilkan suhu 116,12°C dari suhu maksimal 400°C dengan suhu rata-rata 102,86°C [15], dilihat dari sifat kedua material tersebut LDPE memiliki ketahanan terhadap suhu rendah, sedangkan PEEK memiliki ketahanan termal dan kimia sehingga membuat nya ideal untuk aplikasi ekstrem. Sementara hasil pengujian api ACP dengan material inti PEEK masih bertahan pada suhu 250°C.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Telah dibuat Aluminium *Composite* Panel (ACP) dengan bahan aluminium 5052 direkatkan dengan material inti menggunakan PolyEtherEterone (PEEK).
2. Hasil uji ketahanan api dengan suhu 150°C, 200°C, dan 250°C pada ACP dengan material inti PEEK tidak leleh dan tidak lengket dengan aluminium, hanya keduanya tidak lengket lagi, namun massa ACP setelah uji tahan api berkurang sekitar 0,86% dari massa awal sebelum uji tahan api.
3. Pengamatan mikrostruktur/struktur mikro menggunakan Mikroskop Optik (MO) dengan perbesaran 1000x terlihat bahwa sebelum pengujian ketahanan api pada ACP dengan material inti PEEK, nampak banyak unsur karbon (C), sementara setelah uji ketahanan api unsur C makin menyebar lebih banyak, tidak meleleh, karena suhu leleh karbon (C) tinggi mencapai 3.550°C dan untuk Hidrogen (H) dan Oksigen (O) lepas.
4. Secara keseluruhan material inti PEEK yang dipakai pada ACP ini dapat direkomendasikan untuk mengganti material inti dari LDPE.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Kemendikbudristek Dikti untuk dana hibah Riset Fundamental 2024 dan dukungan penuh dari Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo Dalam melaksanakan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Mohaney, Priyanka, and Er Gaurav Soni, 2018, *Aluminium Composite Panel as a Facade Material*, International Journal of Engineering Trends and Technology 55.
- [2] Lahoz, E, and F Hernández de Olivares, 2014, *Preliminar Assessment of Durability for Aluminium Composite Panels*, In Construction and Building Research, 453–61, Springer.
- [3] Hiwang Rafika Wingrum, & Intan Pramesti Rochana, 2024, *Perbandingan Penerapan Material Fasad ACP Dan Aluminium Sheet Terhadap Iklim Tropis Pada Bangunan Apartemen Di Surabaya*, Siar-V Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [4] Rico Sihotang, Bugy Muhamad Suherlan, & Debby Rahmawaty, 2021, *Analisis Perbandingan Penggunaan Gypsum, Grc, ACP, Panel Anyaman Rotan Sintesis Dalam Interior Rumah Dan Gedung*, Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra. Vol. 7.
- [5] Diez-Pascual AM, Naffakh M., Marco C., Ellis G., Gomez-Fatou MA, *Nanokomposit Berkinerja Tinggi Berdasarkan Polieterketon*, 2012, Prog. Mater. Sci. 2012; 57 :1106–1190. doi: 10.1016/j.pmatsci.2012.03.003. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
- [6] Flanagan M., Grogan DM, Goggins J., Appel S., Doyle K., Leen SB, O'Bradaigh CM, 2017, *Permeabilitas Komposit PEEK Serat Karbon Untuk Tangki Penyimpanan Kriogenik Peluncur Ruang Angkasa Masa Depan*, Composites A. 2017; 101 :173–184. doi: 10.1016/j.compositesa.2017.06.013. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
- [7] Kalra S., Munjal BS, Singh VR, Mahajan M., Bhattacharya B, 2019, *Investigasi Tentang Kesesuaian Material PEEK Dalam Kondisi Lingkungan Antariksa Dan Penerapannya Dalam Antena Antariksa Parabola*. Adv. Space Res. 2019; 63 :4039–4045. doi: 10.1016/j.asr.2019.03.006. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
- [8] Won J., S. W. Choi, Y. S. Kang, H.Y. Ha, In-H. Oh, H. S. Kim, K. T. Kim and W. H. JO, 2014, J.Membr. Sci., 214 (2003) 245-257
- [9] Jan Bussink; Hendrik T.van de Grampe; Gary W.Wheatley; Ernst-Ulrich Dorf; Edgar Ostlinning; Klaus Reinking (15 April 2012). Polimer, Suhu Tinggi . Ensiklopedia Kimia Industri Ullmann.
- [10] Kemmish, David (2010). Update Teknologi dan Aplikasi PolyArylEtherKetones . Akulah yang pandai. ISBN 978-1-84735-408-2.
- [11] Wu Zhong-Wen, Situasi penelitian dan produksi dan pengembangan untuk plastik rekayasa khusus polieter sulfon dan polieter eter keton dalam dan luar negeri[J], Bahan Kimia Baru,2002 30 (06):15-18.
- [12] Saya JS, Lee SK, In SJ, dkk. Peningkatan sifat tahan api resin epoksi dengan aditif MMT/MWCNT berfluorinasi[J]. J Anal Appl Pirolisis, 2010, 89(2): 225-232.
- [13] Prantasi Harmi Tjahjanti, A'asy Fahruddin, Mulyadi, Septia Hardy Sujiantanti, Majdi Ervandrie Wicaksono, Ribangun Bambang Jakaria, 2024, Core Material Manufacturing Study On Aluminum Composite Panel (ACP), Journal Of Engineering Sciences (Improsci), Vol 2 No 3 December 2024, e-ISSN 3031-7088, p-ISSN 3032-3452, <https://annpublisher.org/ojs/index.php/improsci/article/view/579>
- [14] Prantasi Harmi Tjahjanti, Mulyadi, Majdi Ervandrie Wicaksono, 2025, Analysis of PolyTetraFluoroEthylene (PTFE) fire resistance as core material for Aluminium Composite Panel (ACP), JEMMME (Journal of Energy, Mechanical, Material, and Manufacturing Engineering) Vol. 10, No. 1, 2025,ISSN 2541-6332 | e-ISSN 2548-4281 Journal homepage: <http://ejournal.umm.ac.id/index.php/JEMMME>
- [15] Majdi Ervandrie Wicaksono, Prantasi Harmi Tjahjanti, Metatia Intan Mauliana, Edi Widodo, 2024, Simulasi Numerik Aluminium Composite Panel (ACP) Dengan Variasi Material Inti, 2025, Prosiding Seminar Sosial Politik Bisnis Akuntansi dan Teknik 6, page: :189-196, February 2025, DOI:10.32897/sobat.2024.6.1.4182, <https://www.researchgate.net/publication/389875129>.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

skripsi new sesuai tampate-1.pdf

ORIGINALITY REPORT

11%

SIMILARITY INDEX

11%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	www.jayamakmurabadi.co.id Internet Source	1%
2	ciptakarya.pu.go.id Internet Source	1%
3	annpublisher.org Internet Source	1%
4	cmsdata.iucn.org Internet Source	1%
5	grahasuksesmandiri.com Internet Source	1%
6	core.ac.uk Internet Source	1%
7	archive.umsida.ac.id Internet Source	1%
8	Melinda ., Tri Asmira Damayanti, Sri Hendrastuti Hidayat. "IDENTIFIKASI MOLEKULER BEAN COMMON MOSAIC VIRUS YANG BERASOSIASI DENGAN PENYAKIT MOSAIK KUNING KACANG PANJANG", JURNAL HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN TROPIKA, 2016 Publication	<1%
9	hargaacpsurabaya.com Internet Source	<1%
10	www.coursehero.com Internet Source	<1%

en.wikipedia.org

11	Internet Source	<1 %
12	natural-b.ub.ac.id Internet Source	<1 %
13	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
14	Vujanovic, Milena. "Hemijski Sastav, bioloske i Funkcionalne Karakteristike Novih Proizvoda Od Zove.", University of Novi Sad (Serbia), 2021 Publication	<1 %
15	ejournal.mandalanursa.org Internet Source	<1 %
16	www.idxchannel.com Internet Source	<1 %
17	id.123dok.com Internet Source	<1 %
18	pt.scribd.com Internet Source	<1 %
19	repository.unmuhjember.ac.id Internet Source	<1 %
20	repository.usd.ac.id Internet Source	<1 %
21	www.uppsatser.se Internet Source	<1 %
22	Ahmad, Azizul Azli. "Ruang Dalam Masjed Melayu Tradisional Semenanjung Malaysia", University of Malaya (Malaysia), 2023 Publication	<1 %
23	Mamang Mamang, Mariyati Bilang, Salengke Salengke. "Pengaruh Pemanasan Basah Dengan Autoklaf Terhadap Aktivitas Senyawa Toxalbumin Pada Biji Kemiri (Aleurites	<1 %

moluccana (L.) Willd)", Indo. J. Chem. Res., 2018

Publication

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On