

INVESTIGASI UJI SUHU TINGGI PADA ALUMINIUM *COMPOSITE* PANEL (ACP) UNTUK MATERIAL INTI POLYOXYMETHYLENE (POM)

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Prodi Teknik Mesin

Fakultas.Sains dan Teknologi

Dosen Pembimbing :

Dr. Prantasi Harmi Tjahjanti, S.Si., M.T.

Nama : Naufal Gigih P.

Nim : 211020200094

Latar Belakang

- Aluminium Composite Panel (ACP) banyak digunakan pada konstruksi dan industri karena ringan, tahan korosi, dan memiliki kekuatan struktural yang baik [1][2].
- ACP terdiri dari dua lapisan aluminium dan satu material inti (core) berbasis polimer [3].
- Material inti yang umum digunakan adalah Polyethylene (PE) dan Polyurethane (PU) [4].
- PE dan PU memiliki titik leleh rendah ($\pm 105\text{--}163^\circ\text{C}$) sehingga tidak tahan terhadap suhu tinggi [5].
- Pada kondisi suhu tinggi, material inti dapat meleleh yang berpotensi menyebabkan delaminasi dan penurunan kekuatan struktur ACP [8][9].

Permasalahan: diperlukan material inti dengan ketahanan suhu lebih baik untuk meningkatkan stabilitas termal ACP.

- Polyoxymethylene (POM) merupakan plastik teknik dengan:
 - Kekuatan mekanik tinggi
 - Stabilitas dimensi baik
 - Titik leleh $\pm 165^{\circ}\text{C}$ [7][10]
- POM berpotensi menjadi alternatif material inti pengganti PE dan PU.* Namun, perilaku POM dalam struktur ACP pada suhu tinggi (300°C – 400°C) masih terbatas dan belum banyak diteliti [8][9].

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menginvestigasi ketahanan suhu tinggi ACP dengan material inti POM melalui uji eksperimen dan analisis mikrostruktur.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana melakukan fabrikasi Aluminium Composite Panel (ACP) dengan menggunakan material inti (core) Polyoxymethylene (POM)?
2. Bagaimana melakukan uji suhu tinggi pada ACP dengan menggunakan material inti (core) Polyoxymethylene (POM)?
3. Bagaimana mikrostruktur ACP yang dibuat dengan plat Aluminium dan material inti Polyoxymethylene (POM) sebelum dan sesudah uji suhu tinggi?

Batasan Masalah

1. Fabrikasi Aluminium Composite Panel (ACP) menggunakan material paduan aluminium 5052.
2. Material inti (core) menggunakan Polyoxymethylene (POM)
3. Sampel yang dibuat untuk: - Ukuran aluminium sebagai lapisan penutup (depan dan belakang) dengan dimensi ukuran panjang 25 cm x lebar 24 cm x tebal 5mm.
4. Pelekatan/perekatan antara sampel aluminium dengan POM menggunakan lem aluminium jenis N 193.
5. Pengepresan menggunakan mesin pengepress manual dengan waktu pengepressan tiap sampel selama 1 jam 45 menit.
6. Fabrikasi ACP yang telah jadi sebelum dilakukan uji suhu tinggi akan dilapisi dengan lapisan tahan api (fire-retardant coating) yang pemakaiannya dicampur dengan thinner.
7. Pengujian suhu tinggi dilakukan dengan memasukan ke dalam alat uji suhu tinggi

Tujuan Penelitian

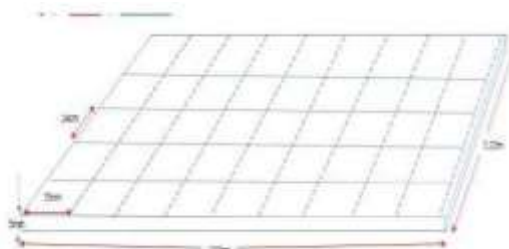
1. Melakukan fabrikasi Aluminium Composite Panel (ACP) dengan menggunakan material inti (core) Polyoxymethylene(POM).
2. Melakukan uji suhu tinggi pada ACP) dengan menggunakan material inti (core) Polyoxymethylene(POM).
3. Memperoleh pengamatan mikrostruktur ACP yang dibuat dengan plat Aluminium dan material inti Polyoxymethylene(POM) sebelum dan sesudah uji suhu tinggi

Metode Penelitian

Bahan :



(a)



(b)

(a) Plat Aluminium 5052

Digunakan sebagai lapisan luar (skin) karena memiliki berat ringan, ketahanan korosi yang baik, serta kekuatan yang cukup tinggi untuk struktur sandwich.

(b) Core: Polyoxymethylene (POM)

Digunakan sebagai inti (core) karena memiliki kekakuan dan ketahanan aus yang baik, sehingga mampu meningkatkan kekuatan bending struktur.



(c)

(c) Lem Aluminium jenis N 193

Digunakan sebagai perekat antara aluminium dan POM untuk menghasilkan ikatan yang kuat dan mencegah terjadinya delaminasi saat pengujian.



(d)

(d) Pelapis: *Fire Retardant Coating*

Digunakan sebagai lapisan pelindung untuk meningkatkan ketahanan material terhadap panas dan api, sehingga memperlambat proses pembakaran saat pengujian.

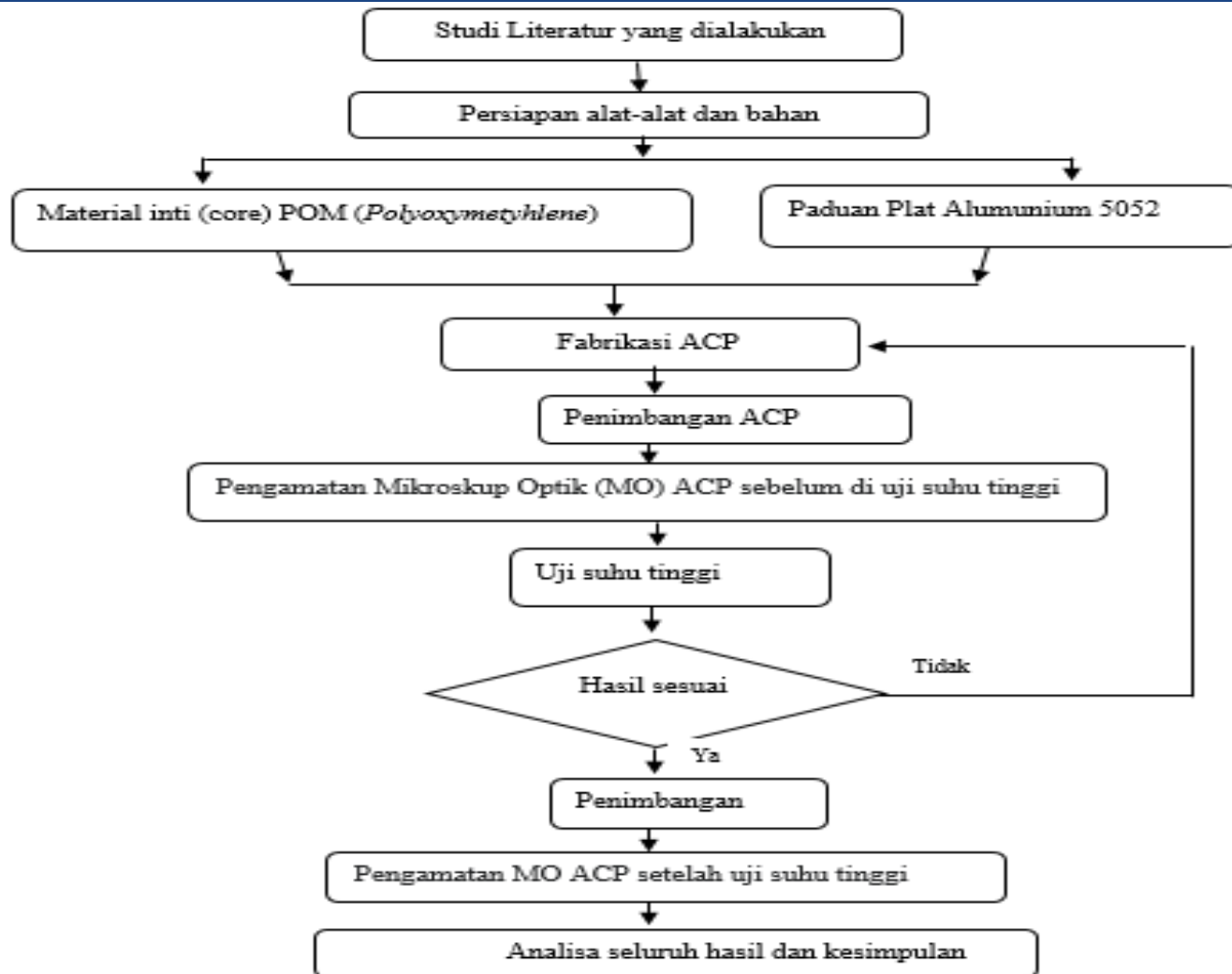


(e)

(e) Thinner

Digunakan sebagai bahan pengencer dan pembersih untuk membantu proses pencampuran serta memastikan aplikasi coating merata pada permukaan spesimen.

Diagram Alir Penelitian



Manufaktur Pembuatan ACP

Langkah berikutnya adalah mengukur dan memotong lembar alumunium 5052 dan POM di tunjukkan pada Gambar (a). Untuk memperjelas tahapan tersebut, berikut saya tampilkan dokumentasi proses pengukuran sebelum dilakukan pemotongan.



Gambar (a)

Pengukuran ini bertujuan untuk memastikan kesesuaian dimensi agar proses pemotongan dan perakitan dapat berjalan dengan presisi.

Setelah dilakukan pengukuran, tahap selanjutnya adalah proses pemotongan ACP dan pom sesuai dengan dimensi yang telah ditentukan. Proses ini bertujuan untuk memastikan material siap pada tahap perakitan atau pengujian berikutnya. Untuk memperjelas tahapan tersebut, berikut saya tampilkan dokumentasi proses pemotongan ACP dan POM.



Hasil pemotongan material ACP dan POM sesuai dimensi perancangan sehingga siap digunakan pada tahap perakitan.

Setelah material aluminium dan POM dipotong sesuai dimensi, tahap selanjutnya adalah proses perekatan menggunakan lem aluminium jenis N 193 pada permukaan yang akan disatukan. Setelah lem diaplikasikan secara merata, sampel kemudian dilakukan pengepresan menggunakan mesin press manual selama kurang lebih 1 jam 45 menit untuk memastikan ikatan antar lapisan menjadi kuat dan optimal. Berikut saya tampilkan dokumentasi proses perekatan dan pengepresan.



Proses perekatan menggunakan lem aluminium jenis N 193 pada permukaan aluminium dan material inti POM sehingga membentuk struktur ACP yang solid.

Setelah melalui proses perekatan dan pengepresan, diperoleh Aluminium Composite Panel (ACP) dengan inti POM yang telah menyatu secara struktural. Hasil fabrikasi ACP ditunjukkan pada Gambar (b). Selanjutnya, untuk meningkatkan ketahanan terhadap suhu tinggi, permukaan ACP dilapisi dengan fire-retardant coating yang dicampur dengan thinner sebelum dilakukan pengujian suhu tinggi. Selanjutnya roses penyemprotan fire-retardant coating menggunakan kompresor ditampilkan pada Video sebagai dokumentasi proses pelapisan.



Pelapisan ini memberikan perlindungan tambahan terhadap paparan suhu tinggi sebelum sampel dimasukkan ke dalam furnace.

Kemudian Sampel ACP yang telah dilapisi fire-retardant coating sebagai tahap akhir fabrikasi ditunjukkan pada gambar (c) sebelum dilakukan pengujian suhu tinggi



Hasil Dan Pembahasan



(a)



(b)

- Pekerjaan selanjutnya yaitu melakukan penimbangan sampel ACP yang telah jadi dengan material inti POM sebelum dilakukan uji ketahanan suhu tinggi ditunjukkan pada Gambar (a).
- Kemudian setelah proses penimbangan dilanjutkan pengamatan mikrostruktur/struktur mikro ACP menggunakan Mikroskop Optik dengan perbesaran 1000x ditunjukkan pada Gambar (b).



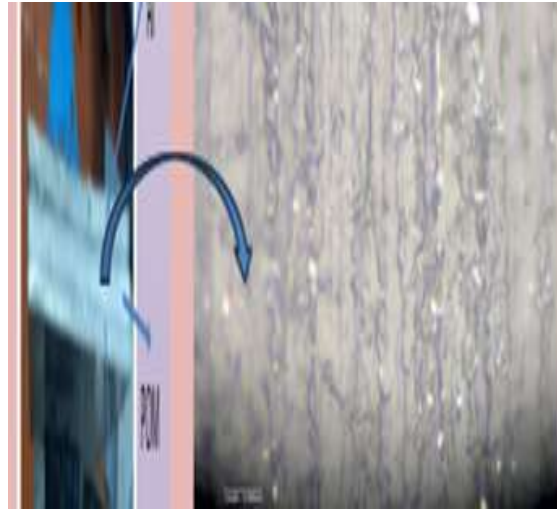
(c)



(d)

- Langkah selanjutnya Sampel ACP dengan material inti POM saat mau di lakukan pengujian suhu api, ditunjukkan pada Gambar (c).
- Pengujian suhu tinggi dilakukan dalam *furnace*/tungku Gambar (d), kondisi pengujian dengan memvariasikan suhu dengan penahanan (*holding*) waktu. Variasi suhu yang diujikan adalah suhu 300oC, 350oC, dan 400oC dengan *holding time* 1 jam, dengan pendinginan secara *annealing*. Uji suhu tinggi dilakukan di Pendopo UPT Industri Logam Dan Perekayasaan Sidoarjo, Jl. Raya Trosobo No.KM. 20, Tj. Anom, Tanjungsari, Kec. Taman, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur.

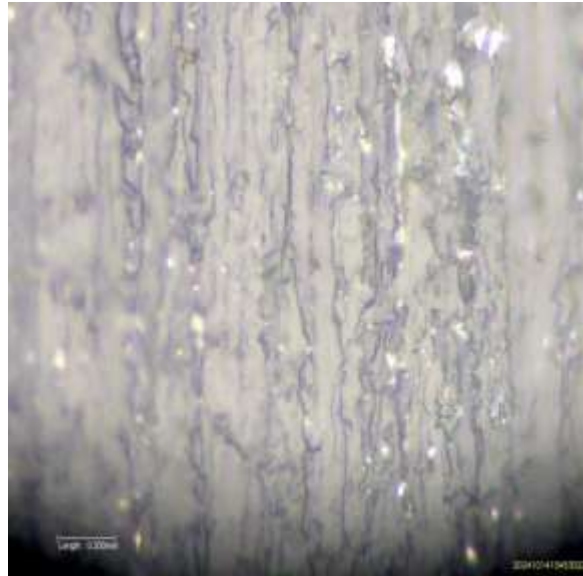
Pengamatan Mikro Sebelum Dipanaskan



(a)

Pengamatan mikrostruktur/struktur mikro ACP dengan material inti POM menggunakan Mikroskop Optik (MO) perbesaran 1000x, sebelum pengujian suhu tinggi ditunjukkan pada Gambar (a). Nampak unsur karbon (C) (lingkaran hijau) ada banyak pada mikrostruktur/struktur mikro material inti POM, karena POM terdiri dari unsur Hidrogen (H), Oksigen (O) dan C. H dan O adalah gas, jadi yang nampak hanya unsur C.

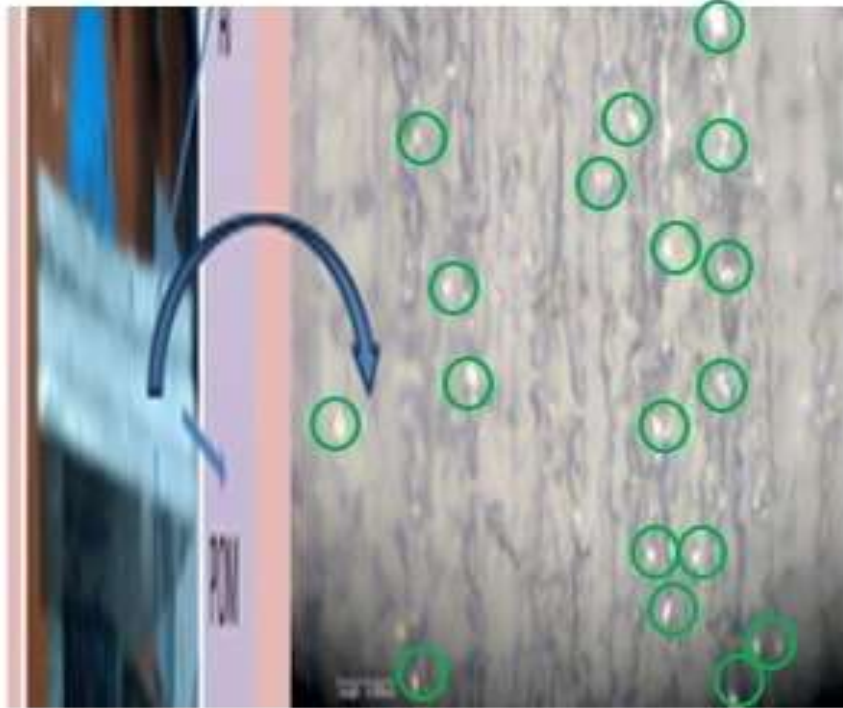
Pengamatan Mikro Setelah Dipanaskan



(b)

Sedangkan pengamatan mikrostruktur/struktur mikronya setelah uji suhu tinggi dengan perbesaran 1000x, ditunjukkan pada Gambar (b). Nampak bahwa unsur C makin menyebar lebih banyak menempel ke aluminium, (Gambar kotak merah), namun C tidak meleleh, karena suhu leleh karbon (C) tinggi mencapai 3.550°C .

Pengamatan Mikrostruktur sebelum dan sesudah Pengujian suhu tinggi



(a)

(b)

Gambar 3.1 (a) Pengamatan mikrostruktur/struktur mikro ACP dengan material inti POM sebelum uji suhu tinggi menggunakan Mikroskop Optik (MO) perbesaran 1000x.
(b) Pengamatan mikrostruktur/struktur mikro ACP dengan material inti POM sesudah uji suhu tinggi menggunakan Mikroskop Optik (MO) perbesaran 1000x.

Hasil POM Setelah Di Uji Suhu Tinggi



(a)

(b)

(c)

Semua material inti POM setelah uji suhu tinggi, Tampak atas, lengket POM dengan aluminium (Gambar a). Tampak sampingnya ditunjukkan pada (Gambar b,c). Kondisi ini terjadi karena titik leleh POM sekitar 165°C

Tabel berat ACP

Sampel ke	Jenis Material Inti/core	Berat (gram) sebelum di uji	Rata-rata (gram) sebelum di uji	Berat rata-rata setelah di uji (gram)	Keterangan
POM (untuk Uji Suhu Tinggi)			2350,333	4925	Berat bertambah karena ketiga sampel ACP lengket menjadi satu saat uji tahan tinggi.
1		2259			
2		2479			
3		2313			

- uji suhu tinggi mencapai 400°C. Sementara untuk aluminium tetap utuh karena titik leleh aluminium mencapai 700°C. Massa ACP dengan material inti POM sebelum dan sesudah pengujian suhu tinggi ditunjukkan pada Tabel 3.1, nampak bahwa berat/massa rata-rata setelah uji suhu tinggi, ACP dengan material inti POM memiliki nilai lebih tinggi daripada sebelum uji suhu tinggi. Penyebabnya karena ketiga sampel melekat menjadi satu (POM dan aluminium). Sebagai pembandingan penelitian ACP dengan material inti *Low Density Polyethylene* (LDPE), hasil yang diperoleh seluruh material inti telah habis menguap yang tinggal hanya logam aluminium saja [11].
- Sementara penelitian menggunakan simulasi numerik *software* Ansys 2024 R2, menganalisis pengaruh terhadap ketahanan api pada ACP dengan variasi material inti menggunakan LDPE dengan variasi suhu 150°C, 200°C, 250°C, 300°C, 350°C, 400°C, diperoleh hasil suhu rata-rata material inti LDPE pada suhu 400°C menghasilkan suhu rata-rata 102,86°C, Sehingga nampak bahwa material inti LDPE tidak tahan terhadap suhu tinggi [12].

Hasil Penimbangan Pom

- Pengujian dilakukan setelah uji suhu tinggi pada 300°C, 350°C, dan 400°C (holding time 1 jam).
- Berat rata-rata sampel sebelum uji: ± 2350 gram
- Berat rata-rata setelah uji: ± 4925 gram Terjadi peningkatan massa karena tiga sampel ACP melekat menjadi satu akibat pelelehan material inti POM.
- Aluminium tetap utuh, sedangkan POM meleleh dan menyatu dengan permukaan aluminium.

Peningkatan massa bukan karena penambahan material, tetapi karena penyatuan (lengket) antar sampel saat uji suhu tinggi.

Kesimpulan

- Telah dapat dibuat Aluminium *Composite* Panel (ACP) dengan material inti *Polyoxymethylene* (POM).
- Hasil uji suhu tinggi yaitu suhu 300oC, 350oC, dan 400oC material inti POM lengket jadi satu dengan aluminium, sehingga massanya menjadi berat.
- Pengamatan mikrostruktur/strukturmikro ACP dengan material inti POM menggunakan Mikroskop Optik (MO) perbesaran 1000x, sebelum pengujian suhu tinggi nampak unsur karbon (C) banyak pada mikrostruktur/strukturmikro material inti POM, karena POM terdiri dari unsur Hidrogen (H), Oksigen (O) dan C. Namun saat diuji suhu tinggi, H dan O terlepas (karena gas), yang tinggal hanya unsur C. Unsur C makin menyebar lebih banyak menempel ke aluminium, namun C tidak meleleh, karena suhu leleh C tinggi mencapai 3.550°C.

Daftar Pustaka

- [1]. Lahoz, E., & Hernández de Olivares, F. (2014). *Preliminary Assessment of Durability for Aluminium Composite Panels*, Springer.
- [2]. Mohaney, P., & Soni, G. (2018). *Aluminium Composite Panel as a Facade Material*, International Journal of Engineering Trends and Technology.
- [3]. Callister Jr, W. D., & Rethwisch, D. G. (2018). *Materials Science and Engineering - An Introduction* 10th Edition.
- [4]. Sihotang, R., Suherlan, B. M., & Rahmawaty, D. (2021). *Analisis Perbandingan Penggunaan Panel Interior*, Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra.
- [5]. <https://www.rydtooling.com/plastic-melting-temperature-chart/>
- [6]. <https://www.gemilangkontruksi.com/acp/>
- [7]. Kurniawan, A. (2020). *Penggunaan Aluminium Composite Panel (ACP) dalam Arsitektur Modern*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 12(2), 89–95.
- [8]. Rahmadani, D., Yulianto, B., & Safitri, M. (2021). *Analisis Risiko Kebakaran pada Penggunaan Aluminium Composite Panel (ACP) Berinti Polyethylene*. Jurnal Keselamatan dan Konstruksi, 5(1), 45– 53.
- [9]. Ajun Hariono, Azhar Pangarso Laksono, Rahmandia Prasetya, Muhammad Firhand Agustio, 2023, *Performansi Keselamatan Kebakaran Penggunaan Aluminum Composite Panel (Acp) Pada Bangunan Gedung*, Jurnal Permukiman Vol. 18 No.2, November 2023: 92 –102.
- [10]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6960553/>
- [11]. Prantasi Harmi Tjahjanti, A'rasy Fahrudin, Mulyadi, Septia Hardy Sujiatanti, Majdi Ervandrie Wicaksono, Ribangun Bamban 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>
- [12]. [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://doi.org/10.32897/sobat.2024.6.1.4182), <https://www.researchgate.net/publication/389875129>.
-

TERIMA KASIH

