

ANALISIS PEREKAT CAMPURAN SIKAFLEX-EPOKSI TERHADAP KEKUATAN TARIK GESER PADA SINGLE LAP JOINT ALUMINIUM DENGAN VARIASI SURFACE PATTERN

1,2,3) Program Studi Teknik
Mesin Universitas Tidar

Muhammad Firdaus Ubai Dullah ¹⁾, Sri Hastuti ²⁾, Xander
Salahudin ³⁾

Corresponding email ¹⁾ :

muhammadfirdausud@gmail.com

Received: 12.08.2024

Accepted: 15.10.2024

Published: 28.12.2024

©2024 Politala Press

All Rights Reserved

Abstrak. Konstruksi kendaraan membutuhkan sambungan yang kuat untuk menyambungkan berbagai material. Penyambungan banyak dilakukan dengan pengelasan, rivet, dan adhesive bonding. Adhesive bonding memiliki keuntungan efisiensi, ketahanan terhadap korosi, dan mudah dalam diaplikasikan. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis pengaruh penggunaan perekat campuran sikaflex (SK) – epoksi (EP) terhadap kekuatan tarik geser pada single lap joint aluminium. Material digunakan aluminium 5083 dan perekat sikaflex dan epoksi dengan tebal perekat 0,4 mm, serta variasi perlakuan surface pattern. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik dan modulus elastisitas tertinggi pada variasi 10% SK:90% EP dengan surface pattern 90° cross type sebesar 2,34 MPa dan 79,29 MPa. Sedangkan regangan tertinggi pada variasi komposisi 30% SK dan 70% EP dengan surface pattern 0° horizontal sebesar 0,0466. Mode kegagalan yang terjadi yaitu cohesive failure dan thin layer cohesive failure.

Kata Kunci: perekat, sambungan perekat, aluminium, epoxy-sikaflex, mode kegagalan

Abstract. Vehicle construction requires strong joints to connect various materials. Many connections are made by welding, riveting, and adhesive bonding. Adhesive bonding has the advantages of efficiency, corrosion resistance, and ease of application. This research aims to analyze the effect of using sikaflex (SK) - epoxy (EP) mixed adhesive on the shear tensile strength of single lap joint aluminum. The material used was aluminum 5083 and sika flex and epoxy adhesives with an adhesive thickness of 0.4 mm, as well as variations in surface pattern treatment. The results showed that the highest tensile strength and modulus of elasticity in the variation of 10% SK: 90% EP with surface pattern 90° cross-type amounted to 2.34 MPa and 79.29 MPa. The highest strain was in the variation of 30% SK and 70% EP composition with a 0° horizontal surface pattern of 0.0466. The failure modes that occur are cohesive failure and thin-layer cohesive failure.

Keywords: adhesive, adhesive joint, aluminium, epoxy-sikaflex, failure mode

To cite this article: <https://doi.org/10.34128/je.v11i2.293>

1. Pendahuluan

Penggunaan aluminium dalam berbagai aplikasi industri, khususnya konstruksi dan manufaktur, terus meningkat berkat keunggulan bobot ringan dan ketahanan korosinya. Karakteristik aluminium memiliki sifat seperti ringan, kuat, tahan korosi, tampilan menarik, serta kemampuan sebagai konduktor listrik dan panas yang baik [1]. Material ini memiliki massa jenis yang lebih ringan, hanya sepertiga dari massa baja, tembaga, atau kuningan. Di samping itu, aluminium juga menunjukkan ketahanan korosi yang sangat baik dalam berbagai kondisi lingkungan. [2]. Material ini memiliki daya tahan yang baik terhadap korosi karena sifatnya yang reaktif dan cepat bereaksi dengan oksigen, membentuk lapisan oksida aluminium [3]. Faktor ini membuat aluminium tahan terhadap karat, sehingga sering digunakan sebagai material dalam peralatan rumah tangga, industri otomotif, kapal, penerbangan, dan konstruksi bangunan [4].

Penyambungan yang kokoh sangat penting dalam konstruksi kendaraan dan bangunan untuk menggabungkan berbagai material. Umumnya, penyambungan dilakukan melalui proses pengelasan atau metode mekanis seperti penggunaan mur dan baut. Namun, sambungan perekat (*adhesive bonding*) dapat menjadi alternatif yang baik, menawarkan sambungan yang kuat, bersih, dan ringan untuk berbagai konstruksi [5]. Metode sambungan perekat adalah salah satu teknik penyambungan mekanis yang sering digunakan dalam industri untuk menghubungkan material yang sejenis maupun berbeda [6]. Keuntungan menggunakan sambungan perekat antara lain tidak memerlukan pemesinan, tahan korosi, biaya lebih rendah, dan mudah menyambung bentuk yang kompleks. *Epoxy* merupakan salah satu perekat yang sering digunakan untuk menyambung material. *Epoxy* telah banyak diaplikasikan di industri otomotif dan pesawat terbang karena kekuatan tarik yang tinggi [7]. Analisa tentang *adhesive mixed* sikahylex dengan epoksi dapat meningkatkan tegangan geser pada sambungan tumpang tunggal antara aluminium 5083 dan komposit cocofiber. Nilai tarik geser maksimum pada penambahan 40% sikahyflex 2,42 MPa. Kekasaran permukaan pada permukaan sambungan dapat meningkatkan gaya adhesi melalui mekanisme *mechanical interlocking* antara perekat dan permukaan material [8].

Teknik penyambungan menggunakan perekat (*adhesive bonding*) cocok digunakan dengan tipe sambungan *single lap joint* (SLJ). SLJ adalah jenis sambungan yang paling umum dan krusial dalam menentukan ketebalan perekat untuk tujuan desain. Ketebalan perekat pada sambungan ini dapat memperkuat daya tarik sambungan tersebut [9].

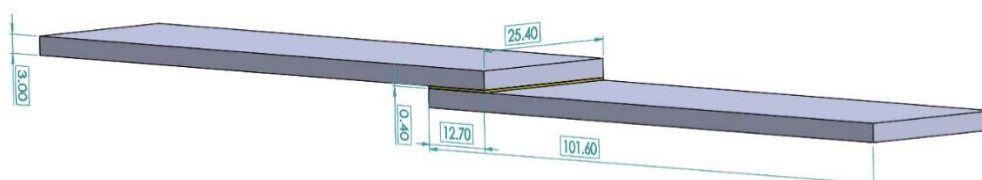
Penelitian ini menggunakan variabel yang berbeda dari penelitian sebelumnya, dengan material yang berbeda. Dalam penelitian ini akan menguji sambungan tumpang tunggal dengan *adhesive* Sikaflex (SF) dan epoksi (EP) dengan perbandingan 10% SF : 90% EP, 20% SF : 80% EP, dan 30% SF : 70% EP. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan variasi *surface pattern*, yaitu *0° horizontal*, *90° cross type*, dan *45° cross type*. Material yang digunakan aluminium seri 5083, yang diharapkan dapat meningkatkan kekuatan tarik sambungan pada lambung kapal atau konstruksi kapal. Pengujian yang akan dilakukan adalah uji tarik geser sesuai dengan standar ASTM D1002.

2. Metodologi

Alat dan Bahan

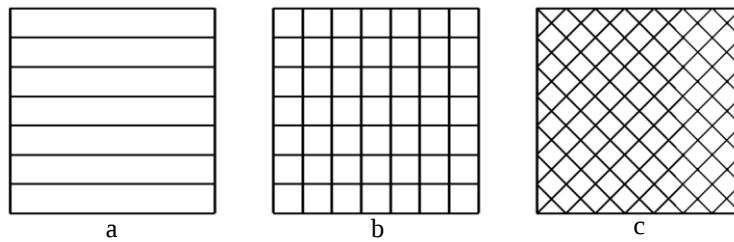
Berbagai alat yang digunakan mesin uji tarik geser, cetakan sambungan, *feeler gauge*, gerinda tangan, wadah, pengaduk, sarung tangan karet, timbangan digital, dan press hidrolik. Adapun bahan yang digunakan aluminium seri 5xxx, aseton, resin epoksi, sikaflex tipe 11-FC, serta wax.

Desain Spesimen



Gambar 1. Desain Spesimen

Desain spesimen yang ditunjukkan pada Gambar 1 dibuat sesuai dengan standar ASTM D1002, dengan dimensi 101,6 mm x 25,4 mm x 3 mm. Ukuran perekatnya 12,7 mm x 25,4 mm x 0,4 mm.



Gambar 2. *Surface pattern. a. 0° horizontal; b. 90° cross-type; c. 45° cross-type*

Variabel penelitian

Variabel penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

- Variabel bebas**
Variabel bebas disebut sebagai variabel pengaruh yang berfungsi untuk mempengaruhi variabel lain. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu perlakuan permukaan aluminium dengan jenis pattern 0° horizontal, 90° cross-type, 45° cross-type dan campuran sikaflex-epoksi dengan jumlah perbandingan tertentu.
- Variabel terikat**
Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel lain. Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu kekuatan tarik geser dari *adhesive bonding* ASTM D1002 dan karakteristik hasil sambungan melalui pengamatan foto makro.

Tahapan Penelitian

- Persiapan aluminium**
Tahapan ini yaitu aluminium dipotong sesuai ukuran yang telah ditentukan, Kemudian permukaan aluminium yang akan direkatkan diberikan perlakuan *surface pattern* dengan kedalaman *pattern* 0,2 mm. Setelah itu permukaan material tersebut dibersihkan menggunakan aseton agar tidak ada kotoran yang menempel.
- Pembuatan perekat**
Perekat digunakan campuran resin epoksi dan sikaflex dengan perbandingan 90% resin epoksi : 10% *Sikaflex*, 80% resin epoksi : 20% *Sikaflex*, dan 70% resin epoksi : 30% *sikaflex*.
- Pembuatan Spesimen**
Pada tahap ini sambungan dibuat dengan jenis sambungan single lap joint aluminium dengan ketebalan perekat 0,4 mm. Untuk mencapai ketebalan perekat 0,4 mm dibantu dengan *feeler gauge* dan diberi tekanan menggunakan *press* hidrolik sebesar 0,1 MPa. Kemudian sambungan yang telah direkatkan akan di *post-curing* dengan temperatur 100°C selama 60 menit bertujuan untuk meningkatkan kekuatan sambungan tersebut.



Gambar 3. Pencetakan dan *post curing* spesimen

- Pengujian kekuatan tarik geser dan pengamatan foto makro**
Setelah sambungan tersebut jadi akan dilakukan uji kekuatan tarik geser untuk mengetahui kekuatan sambungan terhadap beban tarik. Setelah uji tarik patahan sambungan tersebut akan diamati foto makro untuk mengetahui mode kegagalan yang terjadi.



Gambar 4. Pengujian spesimen

3. Hasil dan Pembahasan

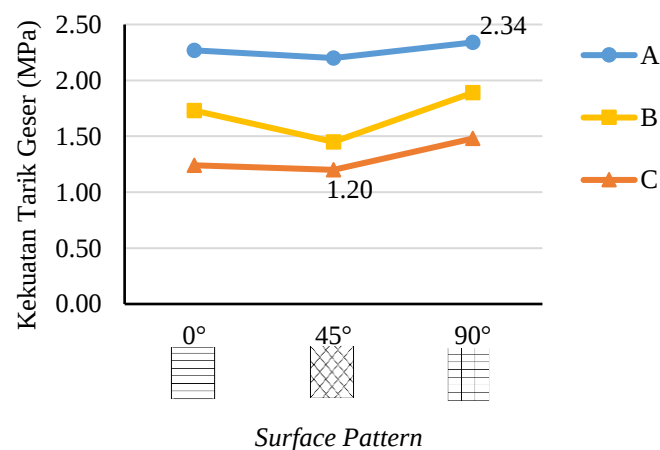
Hasil Pengujian Tarik Geser

Pengujian tarik geser menggunakan mesin *universal testing machine* (UTM) . Pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali percobaan pada setiap variasi. Dari 3 spesimen diambil rata-rata dari nilai kekuatan tarik geser. Hasil pengujian tarik geser dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Grafik Hasil Uji Tarik Geser

Variasi Spesimen	Kode	Surface Pattern	σ (MPa)	ϵ	E (MPa)
10% SK : 90 % EP	A	0°	2,27	0,0330	74,16
		45°	2,20	0,0315	73,2
		90°	2,34	0,0295	79,29
20% SK : 80 % EP	B	0°	1,73	0,0340	50,98
		45°	1,45	0,0282	50,69
		90°	1,89	0,0275	69,46
30% SK : 70 % EP	C	0°	1,24	0,0466	26,63
		45°	1,20	0,0357	34,39
		90°	1,48	0,0318	47,62

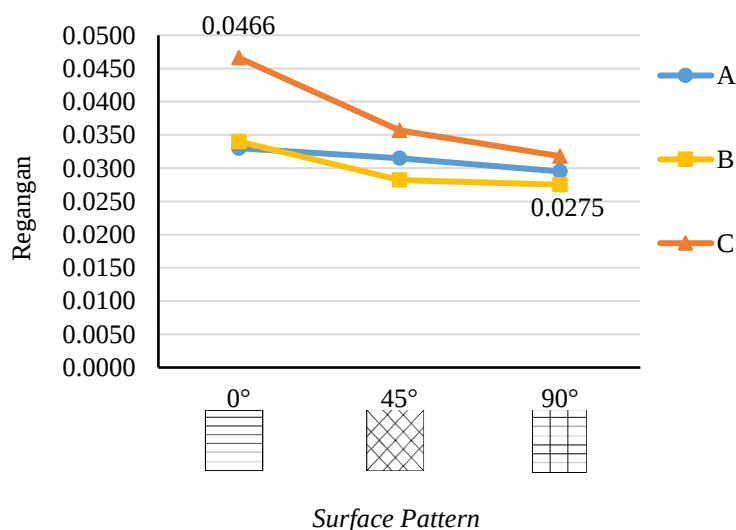
Nilai rata-rata dari masing-masing variasi komposisi perekat dan *surface pattern* kemudian disajikan dalam bentuk grafik untuk membandingkan nilai diantara varisai yang telah ditentukan.



Gambar 5. Grafik Kekuatan Tarik Geser

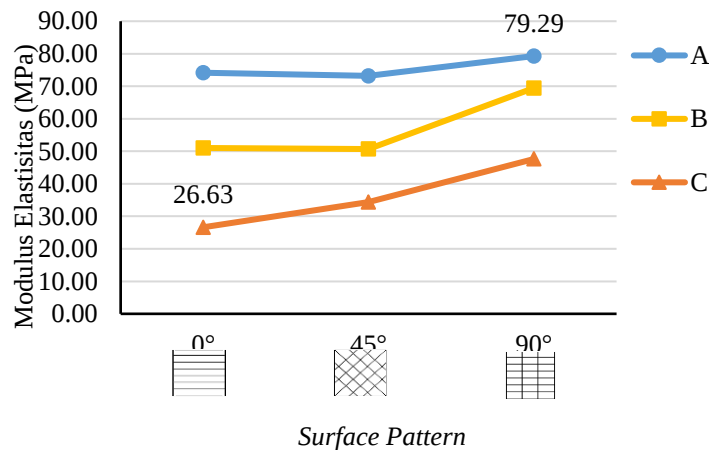
Grafik pada Gambar 5 menunjukkan bahwa kekuatan tarik geser tertinggi pada perekat campuran dengan presentase sikaflex 10% dan 90 % *epoxy*. Sikaflex memiliki kemampuan *bonding* atau daya rekat yang baik pada permukaan aluminium. Ketika dicampur dengan *epoxy*, sikaflex membantu memperkuat ikatan antara *epoxy* dan permukaan aluminium. Hal ini membuat daya rekat menjadi lebih kuat dan mengurangi risiko lepasnya lapisan ketika terkena gaya geser. Meskipun sikaflex memiliki daya rekat yang baik, jika jumlahnya terlalu banyak bisa mengubah komposisi kimia dari campuran perekat. Ketika terlalu banyak sikaflex ditambahkan ikatan kimia antara molekul *epoxy* bisa terganggu, sehingga kekuatan rekatnya pada aluminium menjadi berkurang. Penambahan perekat terlalu banyak sikaflex dapat mengakibatkan ikatan tidak sekuat jika menggunakan *epoxy* murni. Pada penelitian ini nilai tertinggi kekuatan tarik geser pada variasi *surface pattern* 90° *cross-type* dengan presentase perekat 10% sikaflex dan 90% *epoxy* yaitu 2,34 MPa, sedangkan kekuatan tarik geser terendah pada variasi *surface pattern* 45° *cross-type* dengan presentase perekat 30% sikaflex dan 70% *epoxy* yaitu 1,20 MPa. Kekuatan tarik geser menurun seiring bertambahnya prosentase sikaflex. Penambahan sikaflex dengan prosentase 10% memberikan nilai kekuatan tarik geser tertinggi dibandingkan dengan variasi lainnya yaitu penambahan sikaflex 20% yang nilainya sedikit dibawah 10%, dan penambahan sikaflex 30% dengan nilai tegangan tarik geser terendah. menunjukkan bahwa penambahan perekat lemah yang sifatnya *ductile* 25% ke bawah merupakan campuran perekat yang paling optimal, karena mampu meningkatkan kekuatan tarik geser pada *single lap joint* jika dibandingkan dengan perekat 100% *epoxy* [10]

Surface pattern tipe 90° *cross type* memberikan ketahanan yang optimal terhadap gaya geser, karena gaya tarik geser diarahkan tegak lurus dan merata diseluruh area sambungan. Sebaliknya, pada tipe horizontal 0°, gaya hanya ditransfer ke satu arah, sehingga sambungan lebih rentan terhadap kerusakan karena tegangan tidak didistribusikan secara merata. Pada *pattern* 45° *cross type*, meskipun ada penguncian silang, sudut miring membuat gaya tarik tidak ditransfer secara langsung dan kurang efisien. Hal ini dibuktikan pada penelitian sebelumnya yang menggunakan variasi *surface pattern* 0° horizontal, 90° *cross-type*, dan 45° *cross-type* dan 45° *type* menunjukkan bahwa pemberian *pattern* pada permukaan dapat mempengaruhi kekuatan tarik geser [11]



Gambar 6. Grafik regangan

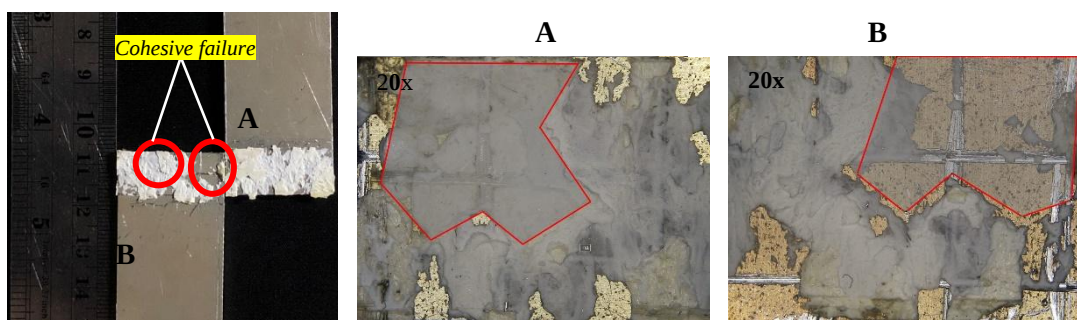
Grafik Gambar 6 menunjukkan hasil rata-rata regangan tertinggi pada spesimen variasi *surface pattern* 0° horizontal dengan prosentase perekat campuran 30% sikaflex dan 70% *epoxy* sebesar 0,0466. Sikaflex yang berbahan dasar *polyurethane* memiliki sifat *elastromic*, Ini berarti bahwa sikaflex dapat menyesuaikan diri dengan perubahan bentuk tanpa kehilangan kekuatan, sehingga dapat meregang lebih baik dibandingkan dengan bahan yang tidak elastis[12]. Regangan yang lebih tinggi pada sambungan juga dapat menunjukkan bahwa sikaflex telah menyesuaikan diri dengan perubahan bentuk tanpa kehilangan kekuatan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin sikaflex memiliki pengaruh yang baik terhadap regangan. Selain itu panjang perekat yang tidak sama juga mempengaruhi regangan yang dihasilkan dan sambungan yang memiliki perekat yang lebih panjang akan memiliki regangan yang besar karena efek regangan menyebar secara merata. Hal ini juga mengakibatkan beberapa komposisi perekat tertentu regangan lebih besar pada *pattern* tertentu dan lebih kecil pada *pattern* lainnya.



Gambar 7. Grafik modulus elastisitas

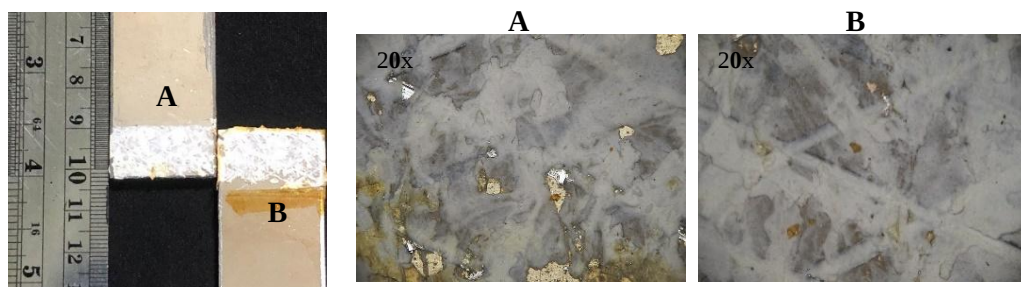
Grafik pada Gambar 7 menunjukkan rata-rata modulus elastisitas. Modulus elastisitas dipengaruhi oleh nilai rata-rata kekuatan tarik geser dan regangan. Jika nilai rata-rata kekuatan tarik geser tinggi tetapi nilai rata-rata regangan rendah maka nilai rata-rata modulus elastisitas akan lebih tinggi. Hasil rata-rata modulus elastisitas tertinggi pada variasi 90° cross type dengan prosentase perekat campuran 10% sikaflex dan 90% epoxy sebesar 79,29 MPa.

Setelah melakukan uji tarik geser, tiga spesimen diambil untuk diamati secara makroskopis menggunakan mikroskop digital guna menganalisis mode kegagalannya. Hasil pengujian tarik geser menunjukkan karakteristik kegagalan yang terjadi, yaitu *thin layer cohesive failure* dan *cohesive failure* [13].



Gambar 8. Mode kegagalan spesimen 10% SF : 90% EP

Sambungan pada Gambar 8 mengalami mode kegagalan *cohesive failure* yang menunjukkan bahwa perekat campuran menempel pada kedua permukaan aluminium tetapi memiliki perbedaan massa pada perekat yang menempel. Pada sisi permukaan B memiliki massa perekat yang mnrmprl lebih ringan karena terdapat perekat yang lebih tebal disalah satu titik dipermukaan A [14].



Gambar 9. Mode kegagalan spesimen 20% SF : 80% EP

Sambungan pada Gambar 9 mengalami mode kegagalan *thin layer cohesive failure* mode yang menunjukkan perekat campuran menempel pada kedua permukaan aluminium tetapi memiliki tebal yang berbeda.

Pada sisi permukaan B perekat campuran yang menempel lebih tebal dibandingkan dengan sisi permukaan A. Mode kegagalan ini terjadi karena adanya *surface pattern* tipe *45° cross type* memiliki *pattern* dengan *cross type* tidak berbentuk dengan baik atau tidak seragam luasannya hal ini menyebabkan tegangan berlebih pada area tertentu bisa menyebabkan perekat pecah (*thin layer cohesive failure*).



Gambar 10. Mode kegagalan spesimen 30% SF : 70% EP

Sambungan pada Gambar 10 mengalami mode kegagalan *thin layer cohesive failure* mode yang menunjukkan perekat campuran menempel pada kedua permukaan aluminium tetapi memiliki tebal yang berbeda. Pada sisi permukaan A perekat campuran yang menempel lebih tebal dibandingkan dengan sisi permukaan B. Mode kegagalan ini terjadi karena adanya *surface pattern* tipe *45° cross type* memiliki *pattern* dengan *cross type* tidak berbentuk dengan baik atau tidak seragam luasannya hal ini menyebabkan tegangan berlebih pada area tertentu bisa menyebabkan perekat pecah (*thin layer cohesive failure*).

Dapat dilihat bahwa perekat sikaflex dan *epoxy* tidak bisa tercampur karena memiliki komposisi dan sifat yang berbeda. Sikaflex yang biasanya berbentuk gel atau pasta, dirancang sebagai *sealant* yang elastis dan mudah digunakan untuk mengisi celah, sedangkan *epoxy* berbentuk cair atau pasta yang perlu dicampur untuk menutup retakan dan memberikan lapisan kedap air yang kuat. Kedua produk ini memiliki tujuan penggunaan yang berbeda dan tidak dapat digunakan bersamaan dalam satu aplikasi, sehingga tidak dapat dicampur. Selain itu sikaflex memiliki viskositas yang lebih tinggi dan lebih elastis dibandingkan dengan *epoxy*. Hal ini membuatnya lebih mudah digunakan sebagai pengisi celah atau *sealant*, sedangkan *epoxy* memiliki sifat yang lebih keras dan lebih kuat[15].

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian mengenai pengaruh komposisi perekat dan perlakuan *surface pattern* pada *single lap joint* aluminium 5083 bahwa spesimen dengan *pattern* *90° cross type* dan proporsi perekat 10% sikaflex : 90% *epoxy* menghasilkan nilai kekuatan tarik geser tertinggi yaitu 2,34 MPa. Sebaliknya, nilai rata-rata terendah diperoleh dari spesimen dengan *pattern* *45° cross type* dan proporsi perekat 30% sikaflex : 70% *epoxy*, dengan kekuatan tarik geser sebesar 1,20 MPa. Secara umum, nilai rata-rata kekuatan tarik meningkat seiring dengan penurunan prosentase perekat sikaflex. Rata-rata regangan tertinggi terukur pada spesimen dengan *surface pattern* *0° horizontal* dan komposisi perekat 30% sikaflex dan 70% *epoxy* yaitu 0,0466. Sementara itu, nilai rata-rata modulus elastisitas tertinggi pada spesimen dengan *surface pattern* *90° cross type* dan komposisi perekat 10% sikaflex dan 90% *epoxy* mencapai 79,29 MPa. Mode kegagalan yang terjadi pada *single lap joint* yaitu *cohesive failure* dan *thin layer cohesive failure*.

Daftar Pustaka

- [1] B. Widodo And A. Subardi, "Pengujian Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Aluminium Matrix Composite (Amc) Berpenguat Partikel Silikon Karbida (Sic) Dan Alumina (Al₂O₃)," 2019.
- [2] Suyitno, *Bahan Teknik Untuk Rekayasawan (Logam Bukan Ferro)*. Yogyakarta: Pustaka Pranala, 2021.
- [3] F. Fasya And N. Iskandar, "Melt Loss Dan Porositas Pada Aluminium Hasil Daur Ulang," 2015.
- [4] A. Setiawan, R. Riady, A. Program, S. T. Metalurgi, J. T. Pertambangan, And F. T. Mineral, "Pengaruh Proses Ageing Dan Powder Coating Pada Aluminium Profil Section 11309." [Online]. Available: Wwww.Indiamart.Com

- [5] "Studi Eksperimental Pengaruh Suhu Pada Saat Curing Terhadap Kekuatan Geser Sturktur Makro Dan Mikro Pada Sambungan Logam Aluminium Dengan Adhesive Bonding".
- [6] A. D. K. K. V Desai, Rohan P Chumble, "Modal Analysis Of An Adhesive Joint," *Int J Innov Res Sci Eng Technol*, Vol. 04, No. 06, Pp. 4137–4145, Jun. 2015, Doi: 10.15680/Ijirset.2015.0406045.
- [7] M. D. Banea And L. F. M. Da Silva, "Adhesively Bonded Joints In Composite Materials: An Overview," Jan. 01, 2009. Doi: 10.1243/14644207jmnda219.
- [8] S. Hastuti *Et Al.*, "Analisis Pengaruh Perekat Campuran Sikahyflex-Epoksi Terhadap Kekuatan Tarik Geser Pada Single Lap Joint Aluminium 5083-Komposit Cocofiber," 2023. [Online]. Available: [Https://Jurnal.Polines.Ac.Id/Index.Php/Rekayasa](https://Jurnal.Polines.Ac.Id/Index.Php/Rekayasa)
- [9] J. Al Mahdi, S. Hastuti, X. Salahudin, R. Dwi Ardika, And S. R. Bintoro, "Pengaruh Ketebalan Perekat Epoksi-Lateks Terhadap Single Lap Joint Aluminium-Komposit," *Jurnal Crankshaft*, Vol. 7, No. 1, 2024.
- [10] S. Hastuti And N. Sri Suharty, "Jurnal Teknologi Full Paper Joint Strength Of Mixed Silyl Modified Polymer-Epoxy Adhesive On Single Lap Joint Etched Aluminum," 2017. [Online]. Available: Www.Jurnalteknologi.Utm.My
- [11] Iceecs 1. 2014\$Denpasar, Institut Teknologi Bandung Sekolah Teknik Elektro Dan Informatika, Institute Of Electrical And Electronics Engineers Indonesia Section, International Conference On Electrical Engineering And Computer Science 1\$Denpasar 2014.11.24-25, Iceecs 1\$Denpasar 2014.11.24-25, And Ieee International Conference On Electrical Engineering And Computer Science 1\$Denpasar 2014.11.24-25, *Proceedings Of 2014 International Conference On Electrical Engineering And Computer Science (Iceecs) 24-25 November, Denpasar, Indonesia*. Ieee, 2014.
- [12] "Sikaflex®-11 Fc."
- [13] Dr. D. Kopeliovich, "Fundamentals Of Adhesive Bonding."
- [14] P. I. Chen, K. Y. Wang, And H. H. Huang, "Strength And Failure Modes Of Adhesively Bonded Composite Joints With Easily Fabricated Nonflat Interfaces," *Compos Struct*, Vol. 225, Oct. 2019, Doi: 10.1016/J.Compstruct.2019.111162.
- [15] S. Hastuti, X. Salahudin, C. Pramono, A. Akmal, N. Irsan, And A. Nurdin, "Analisis Kekuatan Adhesive Bonding Sambungan Tumpang Tunggul Aluminium 6063-Komposit Serat Sabut Kelapa," 2023. [Online]. Available: [Https://Jurnal.Polines.Ac.Id/Index.Php/Rekayasa](https://Jurnal.Polines.Ac.Id/Index.Php/Rekayasa)