

STUDI EKSPERIMEN PENGGUNAAN *MIXED ADHESIVE SIKAFLEX-EPOXY* PADA KONFIGURASI SAMBUNGAN *SINGLE LAP JOINT* ALUMINIUM

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

Alfian Widyatno^{1*}, Sri Hastuti²⁾, Nurhadi³⁾

Corresponding email ¹⁾ :
widyatn0.aw@gmail.com

Received: 12.08.2024
Accepted: 15.10.2024
Published: 28.12.2024

©2024 Politala Press
All Rights Reserved

Abstrak. *Perekat menjadi alternatif dari banyaknya sambungan karena hemat biaya, tahan korosi, rapi, dan kuat untuk konstruksi beban rendah seperti rangka jendela/pintu. Material aluminium kaku namun dapat berubah bentuk sehingga rawan terjadi retakan pada area sambungan perekat. Penambahan sikaflex dipilih karena termasuk perekat dengan kekakuan rendah dan elastis yang mengikat dengan baik ke logam, keramik, dan juga plastik. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis pengaruh penambahan sikaflex pada perekat epoxy dengan prosentase 15%, 25%, dan 35% terhadap kekuatan tarik geser single lap joint aluminium. Permukaan adherend diberi perlakuan kekasaran dengan metode sandblasting guna meningkatkan mechanical interlocking antara adherend dan perekat. Uji kekasaran sandblasting sebelum perlakuan 0.50 µm menjadi 2.90 µm. Hasil uji tarik geser spesimen sandblasting meningkat di semua variasi perekat campuran. Kekuatan tertinggi mixed adhesive dengan komposisi 15%SF : 85%EP. Pengamatan visual menunjukkan Mixed failure mode antara cohesive failure dan adhesive failure terjadi di semua variasi perekat campuran.*

Kata Kunci: *aluminium, perekat campuran, sikaflex, single lap joint, sandblasting*

Abstract. *Adhesives are an alternative to many joints because they are cost-effective, corrosion-resistant, neat, and strong for low-load construction such as window/door frames. Aluminum material is rigid but deformable, making it prone to cracks in the adhesive joint area. The addition of sikaflex was chosen because it is a low stiffness and elastic adhesive that bonds well to metals, ceramics, and plastics. The purpose of this research is to analyze the effect of adding sikaflex to epoxy adhesives with a percentage of 15%, 25%, and 35% on the shear tensile strength of aluminum single lap joints. The surface of the adherend was given a roughness treatment by sandblasting method to improve the mechanical interlocking between the adherend and the adhesive. The sandblasting roughness test before treatment was 0.50 µm to 2.90 µm. Shear tensile test results of sandblasted specimens increased in all mixed adhesive variations. The highest strength mixed adhesive with composition 15%SF: 85%EP. Visual observation showed mixed failure mode between cohesive failure and adhesive failure occurred in all mixed adhesive variations.*

Keywords: *aluminum, mixed adhesive, sikaflex, single lap joint, sandblasting*

To cite this article: <https://doi.org/10.34128/je.v11i2.283>

1. Pendahuluan

Aluminium merupakan material yang banyak digunakan di era modern di berbagai bidang, misalnya dalam dunia otomotif, industri, arsitektur, afiliasi, maupun rumah tangga karena karakteristiknya ringan, kuat, memiliki ketahanan korosi yang baik, memiliki tampilan yang menarik, konduktor panas dan listrik yang baik, konduktif, dapat didaur ulang berkali-kali, dapat dibentuk menjadi berbagai macam bentuk, dan sebagainya [1][2]. Setelah besi, aluminium kini menjadi logam kedua yang paling banyak digunakan di dunia [3]. Aluminium 1000 series

adalah aluminium yang memiliki tingkat kemurnian tertinggi dari semua seri aluminium komersial dengan kandungan minimal 99% aluminium [4].

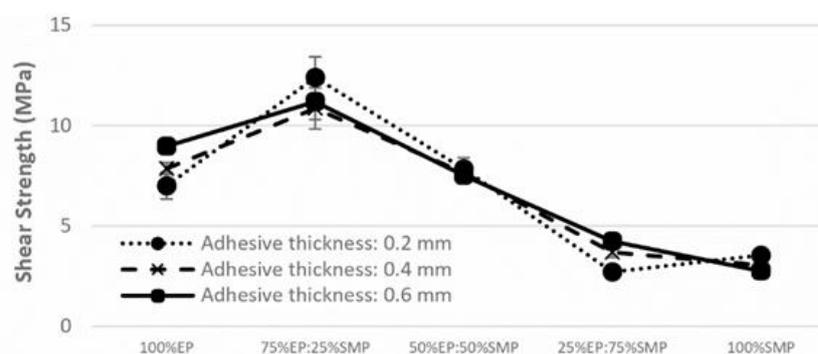
Metode penyambungan menggunakan adesif memungkinkan untuk desain yang fleksibel, pengurangan biaya instalasi, dan cukup kuat untuk konstruksi beban ringan dibandingkan dengan rivet, las, dan baut [2][5]. Metode sambungan adhesif bisa diaplikasikan pada dua material yang berbeda atau sejenis seperti logam komposit, keramik, dsb [6]. Selain perekat, metode penyambungan dua material dengan konfigurasi *single lap joint* yang biasa digunakan saat ini [7]. *Single lap joint* adalah satu dari banyaknya macam sambungan material dimana dua bahan digabungkan bertumpuk satu diatas yang lain, sehingga menjadi sambungan yang kuat. Material pada sambungan material yang digabungkan bisa sejenis ataupun beda material. *Single lap joint* dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk dalam pembuatan meja, kursi, jendela, pintu, dan banyak lagi [8].

Kekuatan sambungan dapat dipengaruhi oleh banyak faktor seperti jenis perekat, jenis *adherend*, panjang tumpang tindih dan ketebalan garis ikatan [9]. Perlakuan kekasaran permukaan *adherend* dapat meningkatkan *mechanical interlocking* dan mengurangi kegagalan adhesi pada sambungan perekat *epoxy* [5]. Peningkatan sambungan adhesif juga dapat dilakukan dengan perlakuan kekasaran pada permukaan *adherend*, sehingga dapat memperkuat ikatan antara *adherend* dan perekat. Salah satu perlakuan kekasaran yang umum digunakan adalah dengan metode *sandblasting*. *Sandblasting* merupakan salah satu metode yang tujuannya memberikan profil kekasaran pada permukaan suatu material supaya tercapai tingkat perekatan yang lebih baik dengan menembakkan material abrasif (pasir silika) secara paksa ke permukaan material dibawah tekanan tinggi [10].

Epoxy adalah salah satu perekat polimer termoset yang banyak digunakan, karena memiliki sifat-sifat yang sangat baik antara lain, stabil, tahan terhadap bahan kimia, kekakuan dan biaya yang murah. Namun *epoxy* tidak cocok untuk bahan yang fleksibel karena termasuk kategori perekat kuat yang akan retak jika bahan tersebut berubah bentuk [9]. Sikaflex adalah perekat poliuretan dengan sifat yang elastis yang mengikat dengan baik ke berbagai substrat seperti logam, keramik, dan plastik. Sikaflex termasuk ke dalam jenis perekat lemah yang memiliki kekakuan rendah tetapi cukup ulet dan elastis. Jika kedua perekat ini dicampurkan dengan perbandingan tertentu, maka akan menutupi kekurangan satu sama lain.

2. Tinjauan Pustaka

Penelitian yang menganalisis kekuatan *adhesive* menunjukkan bahwa kekuatan *single lap joint* mengalami peningkatan pada pemberian sedikit perekat lateks karet/ getah karet. Variasi komposisi perekat 10% LK : 90% EP memperoleh nilai tertinggi dibandingkan variasi perekat lainnya dengan nilai 1,908 MPa. Menambahkan lateks karet 10% pada perekat *epoxy* dapat memberikan peningkatan daya rekat pada substrat karena sifatnya yang ulet [5]. Hal ini juga selaras dengan penelitian lainnya bahwa penambahan sedikit perekat lemah dapat meningkatkan kekuatan tarik geser.



Gambar 1. Grafik kekuatan geser sambungan peekat campuran EP-SMP pada aluminium *single lap joint* [9]

Terlihat pada Gambar 1 bahwa *mixed adhesive* dengan perbandingan 75% EP : 25% SMP merupakan komposisi terkuat yang di uji dengan menggunakan *Universal Testing Machine JTM UTS-210*. Hal ini karena kekuatan kohesi mampu dipertahankan oleh 75% *epoxy* (EP) dan kekuatan adhesi dikontrol oleh 25% *silyl modified polymer* (SMP). Spesimen *Single Lap Joint* (SLJ) dibuat dengan cara merekatkan kedua permukaan *adherend* sesuai standar ASTM-D1002. Pada penelitian ini dilakukan tiga tingkat ketebalan perekat campuran yaitu 0,2, 0,4, dan 0,6 mm untuk setiap perekat campuran. Selama proses penyambungan, spesimen SLJ diberi tekanan sebesar 0.1 Mpa dan proses pemanasan menggunakan oven di suhu 100°C dalam waktu 100 menit untuk meningkatkan kekuatan mekanisnya [9].

Penelitian serupa perekat campuran *epoxy* dan *silyl modified polymer* menjelaskan bahwa penambahan perekat lemah (*silyl modified polymer*) hingga 25% ke perekat kuat (*epoxy*) memberikan peningkatan kekuatan

tertinggi pada sambungan diantara variasi lainnya. *Adherend* yang digunakan yaitu aluminium *alloy* seri 5083 yang dipotong sesuai standar ASTM-D1002. Peningkatan kekuatan sambungan terlihat pada sambungan dengan perekat campuran dengan komposisi 25%EP:75%SMP sebesar 15,32 MPa pada ketebalan perekat 0,6 mm. Pada komposisi ini, perekat campuran masih cukup kuat karena kandungan EP yang tinggi, tetapi dapat melekat pada permukaan yang melekat dengan kuat karena adanya SMP. EP memiliki peran dalam mempertahankan gaya kohesif karena kekuatan dan kekakuannya, sedangkan SMP memiliki peran dalam mempertahankan gaya rekat antara bahan perekat dan *adherend*. Campuran perekat dibuat dengan menggunakan pengaduk dengan spatula selama 4-6 menit dengan kecepatan 60 rpm. Spesimen SLJ dibuat dengan cara merekatkan dua permukaan lembaran aluminium dengan perekat dan memberikan tekanan 0,1 Mpa. Spesimen mengalami proses *post-curing* pada suhu 100°C selama 100 menit [7].

Perlakuan kekasaran pada permukaan *adherend* guna meningkatkan kekuatan mekanis dan penguncian antara perekat dan *adherend* dengan metode *sandpapering* telah dilakukan. *Treatment* kekasaran permukaan yang digunakan yaitu grit ampelas P280, P320, P360, dan P400 dengan 2 jenis bahan *adherend* yaitu aluminium seri 1000 dan komposit coco fiber. Pengujian yang dilakukan yaitu uji tarik geser dengan standar ASTM-D1002. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *single lap joint* aluminium-komposit coco fiber dengan kekasaran grit ampelas P360 memiliki kekuatan tarik yang maksimal dengan rata-rata kekuatan tarik 1,35 Mpa. Sambungan aluminium-komposit dengan kekasaran grit ampelas P280 memiliki nilai kekuatan tarik terendah dengan rata-rata 0,92 MPa [11].

Kekasaran permukaan menggunakan kertas ampelas yang memiliki tingkat kekasaran berbeda pada aluminium AA6061 dengan perekat *epoxy* telah diteliti. Perekat diaplikasikan pada permukaan yang menempel dan disebar dengan spatula dengan merata. Kekasaran permukaan perekat aluminium divariasikan dengan pengikisan mekanis menggunakan nomor P120, P50, dan P30. Nilai kekasaran yang dihasilkan dari pengikisan mekanis masing-masing yaitu 1.68 μ m, 2.69 μ m, dan 3.66 μ m. Spesimen tersebut kemudian dikeringkan selama 48 jam pada suhu ruangan yang kemudian di uji dengan *Universal Testing Machine* model UTE 20 [12].

Peningkatan kekuatan rekat yang signifikan (26,70 %) dicapai dengan mempertahankan nilai kekasaran permukaan pada kisaran 1,68 μ m untuk ikatan perekat aluminium dibandingkan dengan nilai kekasaran yang lebih tinggi maupun permukaan tanpa perlakuan. Kegagalan campuran antara bahan perekat dan perekat terjadi ketika bahan perekat mempunyai permukaan yang lebih rendah (0,54 μ m \pm 0,15) dan kemudian modulus kegagalan sebagian bergeser ke arah modulus kegagalan kohesif dekat antarmuka ketika kekasaran permukaan meningkat. Kegagalan kohesif dan fenomena *interlocking* mekanis merupakan penjelasan yang mungkin untuk variasi kekuatan geser ikatan. Sebagai perbandingan perlakuan kekasaran dengan metode lain yaitu *sandblasting* telah diteliti dengan parameter tekanan dan waktu yang di aplikasikan pada plat baja karbon rendah mulai dari yang terendah 4 bar, 10 detik dan tertinggi 6 bar, 20 detik. Hasil yang dilakukan penelitian ini, menunjukkan bahwa tekanan kompresor 4 bar dengan waktu 10 detik menghasilkan kekasaran terendah yaitu 45,5 μ m. sedangkan kekasaran paling tinggi terdapat pada tekanan kompresor 6 bar dengan durasi *sandblasting* 20 detik yaitu 76 μ m [13].

Penelitian lain yang tujuannya menyelidiki pengaruh variasi sambungan pada komposit serat nanas terhadap sifat kekuatan tarik dan geser. Resin *Polyester* 157 BTQN dan serat nanas merupakan bahan yang digunakan untuk membuat komposit. Jenis *adhesive* yang digunakan yaitu *epoxy* dengan variasi sambungan lurus dan tumpang yang dibuat sesuai standar ASTM D5868-95 untuk uji tarik dan geser. Hasil penelitian menggunakan *Universal Testing Machine* menunjukkan bahwa sambungan tumpang memiliki kekuatan sambungan lebih besar dengan nilai di atas 2 Mpa dibandingkan sambungan lurus yang nilainya kurang dari 2 Mpa [14].

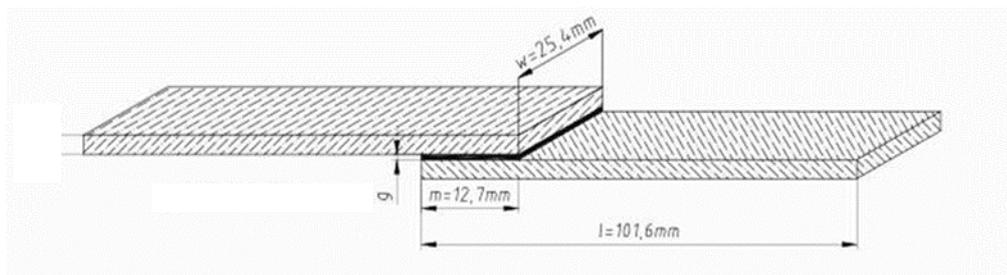
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terkait pengaruh variasi ketebalan *adhesive* yang optimal pada sambungan *single lap joint* coco fiber atau serat sabut kelapa terhadap kekuatan tarik dengan variasi ketebalan *adhesive* 0.75 mm, 1 mm, dan 1.25 mm menunjukkan bahwa semakin tipis ketebalan *adhesive* maka nilai kekuatan tariknya juga semakin tinggi. *Adhesive* dengan ketebalan 0.75 mm rata-rata kekuatan tarik sebesar 1.33 Mpa, sedangkan spesimen yang ketebalannya 1.25 mm memiliki kekuatan tarik terendah yaitu rata-rata sebesar 0.94 MPa [15]. Hal ini selaras dengan penelitian menambahkan variasi ketebalan pada penelitian sambungan perekat yaitu 0.2 mm, 0.4 mm, 0.6 mm. Walaupun tidak signifikan, *adhesive* dengan ketebalan 0.2 mm menunjukkan adanya peningkatan kekuatan tarik geser jika dibandingkan dengan ketebalan lainnya [9].

Mode kegagalan pada *single lap joint* diteliti pada penelitian yang menganalisis kekuatan *adhesive bonding single lap joint* yang bermaterial *adherend* komposit dan juga aluminium. Macam-macam mode kegagalan yang dapat terjadi pada sambungan tumpang tunggal dijelaskan pada penelitian ini antara lain : *cohesive failure* (kegagalan sambungan perekat menempel pada kedua permukaan *adherend* dengan ketebalan yang sama), *adhesive failure* (kegagalan sambungan perekat menempel pada salah satu permukaan *adherend* saja), *thin layer cohesive failure* (kegagalan sambungan perekat menempel pada permukaan *adherend* dengan ketebalan perekat satu sisi tebal dan satu sisi tipis), *light-tear failure* (kerusakan berupa robekan pada salah satu permukaan *adherend* dan perekat terlepas dari permukaan *adherend*), *fiber-tear failure* (kerusakan berupa robekan pada satu sisi permukaan *adherend* fiber tanpa merobek perekat), *stock-break failure* (patahan pada satu sisi *adherend* tanpa merusak area perekat), dan *two-stage failure* (kerusakan pada perekat dan *adherend* yang tidak merata

kerusakannya). Pada penelitian ini, mode kegagalan yang terjadi pada sambungan tumpang tunggal komposit dan aluminium yaitu *thin layer cohesive failure mode*, *stock-break failure mode*, *fiber pull out*, dan *two-stage failure mode mode* [5].

3. Metodologi

Bahan perkat campuran pada penelitian ini adalah *epoxy* dan *sikaflex* yang dipaliskasikan pada *adherend* aluminium 1000 series dengan konfigurasi *single lap joint* yang mengacu pada standar ASTM D1002. sebelum membuat spesimen, *adherend* aluminium diberikan perlakuan kekasaran *sandblasting* untuk meningkatkan *mechanical interlocking* antara perekat dan *adherend*. Permukaan aluminium dilakukan uji kekasaran untuk dilihat perbedaan nilai kekasarannya antara aluminium sebelum dan sesudah di *sandblasting*. Aluminium dibersihkan dengan aseton dan dibiarkan mengering dengan sendirinya.



Gambar 2. Spesimen *single lap joint* ASTM D1002

Tabel 1. Variasi spesimen

No	Variasi Fraksi Volume Adhesive	Surface Treatment	Ketebalan Adhesive
1	15% SK : 85% EP	Non treat	0.2 mm
2		Sandblasting	0.2 mm
3	25% SK : 35% EP	Non treat	0.2 mm
4		Sandblasting	0.2 mm
5	35% SK : 65% EP	Non treat	0.2 mm
6		Sandblasting	0.2 mm

Campuran perekat *sikaflex* dan epoksi digunakan pada penelitian ini dengan ketebalan perekat 0.2 mm. Variasi spesimen yang digunakan adalah 15% SF : 65% EP, 25% SF : 75% EP, 35% SF : 65% EP. Perekat di buat dengan dicampurkan pada wadah plastik dan di aduk menggunakan spatula dengan kecepatan 60 rpm. Spesimen *single lap joint* ASTM D1002 direkatkan dengan diberikan tekanan sebesar 0.1 Mpa selama 24 jam. Spesimen yang sudah di press selama 24 jam kemudian di istirahatkan selama 7 hari untuk memastikan perekat sudah mengering sempurna. Untuk menambah kekuatan mekanisnya spesimen dilakukan tahap *post-curing* dan didiamkan kembali selama 7 hari. Perekat *single lap joint* dilakukan uji tarik geser menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) yang mengacu pada standar ASTM D1002. Hasil dari uji tarik geser dihitung dengan persamaan untuk di ketahui nilai tegangan tarik gesernya.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1)$$

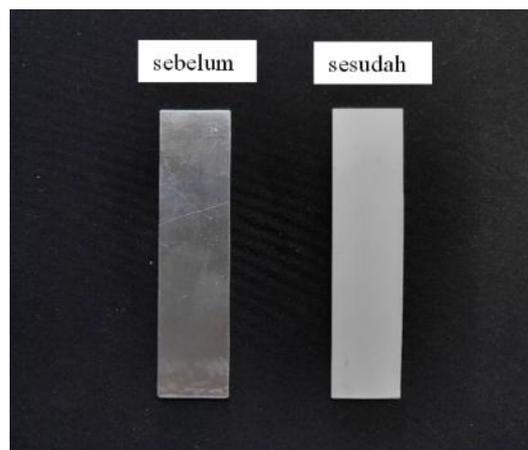
σ = Tegangan Geser (*Shear Stress*) (Mpa)
 P = Beban Geser (*Shear Force*) (N)
 A = Luas Penampang Yang Digeser (mm^2)

Hasil patahan dari uji tarik geser dilakukan pengamatan visual untuk di analisis mode kegagalan yang terjadi pada masing-masing spesimen.

4. Hasil dan Pembahasan

Peningkatan profil kekasaran pada permukaan *adherend* bertujuan untuk meningkatkan *mechanical interlocking* antara *adherend* dan juga perekat. Dalam hal ini, peningkatan kekasaran pada *adherend* dilakukan dengan metode *sandblasting*. Proses *sandblasting* dilakukan di Politeknik ATMI Surakarta.

Uji kekasaran dilakukan 3 kali baik yang sebelum maupun sesudah dilakukan perlakuan kekasaran pada titik yang berbeda untuk kemudian dihitung rata-ratanya. Hasil uji kekasaran permukaan aluminium sebelum diberikan perlakuan kekasaran memperoleh nilai Ra sebesar 0.555 μm , 0.592 μm , dan 0.374 μm , sedangkan hasil uji kekasaran aluminium setelah diberi perlakuan kekasaran dengan metode *sandblasting* memperoleh nilai Ra 2.964 μm , 3.051 μm , 2.701 μm .



Gambar 3. Permukaan aluminium sebelum dan sesudah *sandblasting*

Tabel 2. Hasil uji kekasaran permukaan aluminium

No	Tingkat kekasaran	Rz	Ra	Rata-rata Ra
1	<i>Non treat</i>	3.80	0.55	0.50
2		3.30	0.59	
3		2.43	0.37	
4	<i>sandblasting</i>	19.80	2.96	2.90
5		19.13	3.05	
6		19.62	2.70	

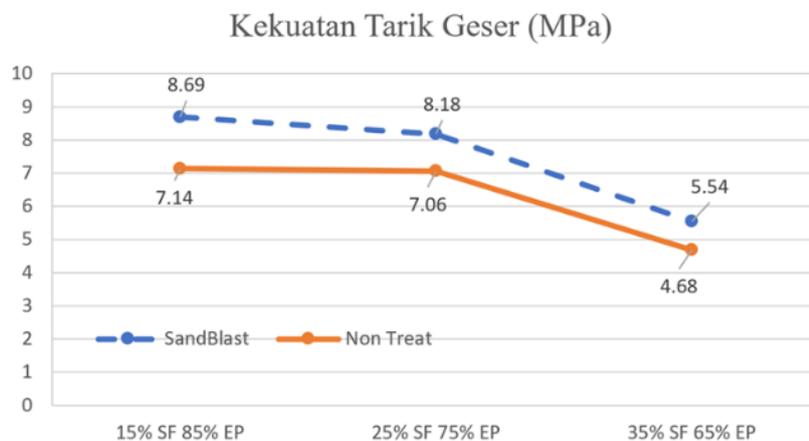
Dari uraian Tabel 2 menunjukkan perlakuan kekasaran dengan metode *sandblasting* dapat meningkatkan kekasaran lebih dari 100% dibandingkan dengan permukaan tanpa perlakuan kekasaran.

Uji tarik geser adalah metode untuk mengukur kekuatan sambungan dalam menghadapi gaya tarik geser yang dilakukan secara vertikal dengan mengacu pada standar ASTM-D1002. Spesimen diletakkan diantara dua penjepit mesin kemudian diberi gaya yang perlahan semakin besar hingga spesimen *single lap joint* terputus. Pengujian tarik geser dilakukan dengan alat *Universal Testing Machine* di Laboratorium Uji Logam Universitas Sanata Dharma. Alat tersebut akan memberikan informasi mengenai gaya maksimal yang dapat diterima spesimen.

Tabel 3. Hasil uji tarik geser

No	Varias Spesimen	Surface Treatment	Max Force (Kgf)	Tengangan Geser (Mpa)
1	15% SK : 85% EP	Non treat	219.01	6.21
2			283.72	8.77
3			234.50	6.42
4		Sandblasting	277.41	7.91
5			310.80	9.37
6			303.24	8.81
7	25% SF : 75% EP	Non treat	225.25	6.54
8			254.36	7.67
9			250.18	6.98
10		Sandblasting	253.23	8.14
11			257.74	8.05
12			286.55	8.33
13	35% SF : 65% EP	Non treat	129.10	3.91
14			143.99	4.56
15			186.37	5.57
16		Sandblasting	141.99	4.17
17			172.75	5.05
18			248.79	7.41

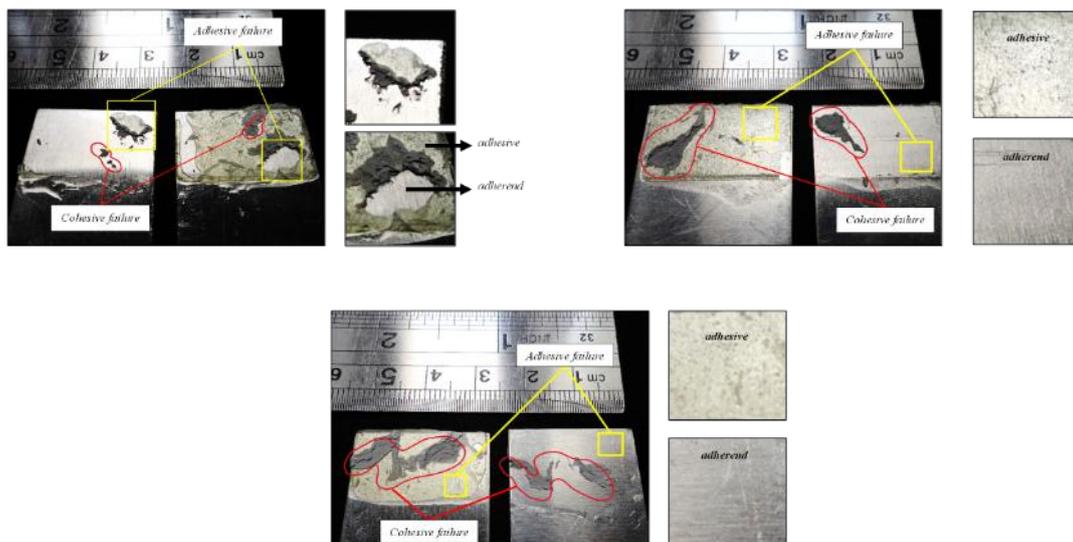
Dari uraian Tabel 3, masing-masing variasi perekat campuran diperoleh rata-ratanya yang kemudian disajikan dalam bentuk grafik berikut.



Gambar 4. Grafik pengaruh perekat campuran dan kekasaran permukaan terhadap uji tarik geser *single lap joint* aluminium

Berdasarkan grafik tegangan tarik geser dari hasil uji tarik geser pada Gambar 4, kekuatan tarik geser menurun seiring bertambahnya prosentase sikaflex. Penambahan sikaflex dengan prosentase 15% memberikan nilai kekuatan tarik geser tertinggi dibandingkan dengan variasi lainnya yaitu penambahan sikaflex 25% yang nilainya sedikit dibawah 15%, dan penambahan sikaflex 35% dengan nilai tegangan tarik geser terendah. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang juga menggunakan variasi perekat campuran menunjukkan bahwa penambahan perekat lemah yang sifatnya *ductile* 25% ke bawah merupakan campuran perekat yang paling optimal, karena mampu meningkatkan kekuatan tarik geser pada sambungan *single lap joint* jika dibandingkan dengan perekat 100% *epoxy* [9]. *Epoxy* memiliki peran dalam mempertahankan gaya kohesif dari perekat sedangkan sikaflex berperan dalam mempertahankan gaya adhesif. Perekat 15% SF : 85% EP dengan kandungan *epoxy* yang tinggi masih cukup kuat dalam mempertahankan gaya kohesif perekat dan kehadiran sikaflex mampu meningkatkan daya rekat antara perekat dan *adherend*. Jika kehadiran sikaflex terlampaui banyak, daya rekat juga semakin baik akan tetapi gaya kohesifnya tidak dapat dipertahankan, karena menurunnya prosentase *epoxy* yang mengakibatkan menurunnya tegangan tarik geser.

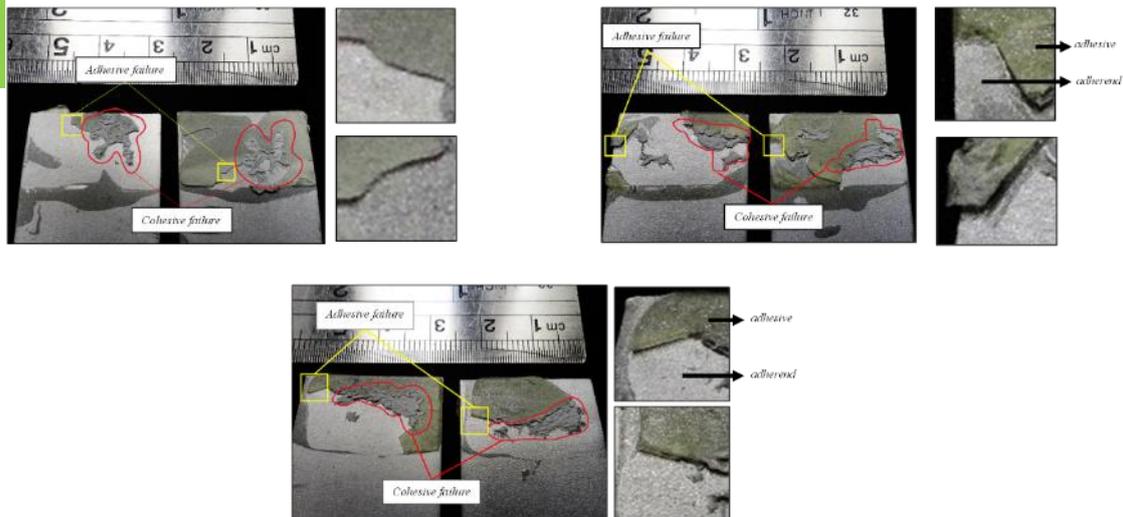
Dari grafik yang ditunjukkan pada Gambar 4 juga menyajikan data terkait perbedaan spesimen yang diberikan perlakuan kekasaran dengan metode *sandblasting* dan spesimen tanpa perlakuan kekasaran pada permukaannya. Terlihat dari semua variasi penambahan sikaflex, spesimen dengan perlakuan kekasaran *sandblasting* mendapatkan nilai tegangan tarik geser lebih tinggi dibanding dengan spesimen tanpa perlakuan kekasaran baik pada penambahan sikaflex 15%, 25%, maupun 35%. Hal ini menunjukkan perlakuan kekasaran dapat meningkatkan *mechanical interlocking* perekat dengan permukaan aluminium sehingga hal tersebut juga berpengaruh terhadap nilai tegangan tarik gesernya karena meningkatnya daya rekat antara *adherend* dan perekat. Pernyataan tersebut didukung dengan penelitian yang memberikan perlakuan kekasaran permukaan pada *single lap joint* aluminium dan komposit serat sabut kelapa dengan *sandpapering grid* 150 (1.93 μm) yang menunjukkan peningkatan daya adhesi yang baik setelah *adherend* diberi perlakuan kekasaran [5]. Spesimen dengan variasi 15% SF : 85% EP tanpa perlakuan kekasaran memperoleh nilai tegangan geser sebesar 7.14 Mpa, sedangkan variasi yang sama dengan perlakuan kekasaran *sandblasting* mengalami peningkatan kekuatan tarik geser sebanyak 21% di angka 8.69 Mpa.



Gambar 5. Pola patahan spesimen tanpa perlakuan kekasaran

Hasil pengujian tarik geser menunjukkan karakteristik kegagalan yang identik yaitu *mixed failure mode* antara *cohesive failure* dan *adhesive failure* [7]. *Cohesive failure* adalah kegagalan perekat robek dan tertinggal di kedua *adherend*, sedangkan *adhesive failure* adalah kegagalan perekat terlepas dari salah satu *adherend* dan menempel pada *adherend* lainnya. Mode kegagalan *Mixed failure* ditandai dengan terlepasnya sebagian perekat dari *adherend* dan sebagian lainnya gagal pada perekat itu sendiri.

Dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6, bahwa perekat campuran epoksi dan sikaflex tidak dapat tercampur sempurna, sehingga perekat mempertahankan sifatnya masing-masing. Epoksi dengan sifatnya yang brittle mempertahankan kekuatan kohesi dan mengalami *adhesive failure*, sedangkan perekat sikaflex dengan sifatnya yang *ductile* mempertahankan kekuatan adhesi sehingga mengalami *cohesive failure*. Hal ini juga dibuktikan dari pengamatan visual dimana kegagalan kohesi terjadi pada bagian perekat sikaflex dan kegagalan adhesi terjadi pada bagian perekat *epoxy*



Gambar 6. Pola patahan spesimen dengan perlakuan kekasaran *sandblasting*

Mode kegagalan *mixed failure* antara *adhesive failure* dan *cohesive failure* terjadi di ketiga variasi perekat campuran baik pada permukaan yang belum maupun sudah dilakukan perlakuan kekasaran *sandblasting*. Hal ini terjadi karena perekat mempertahankan sifatnya masing-masing. Kekuatan adhesi dikontrol oleh perekat sikaflex, sedangkan kekuatan kohesi dikontrol oleh perekat epoksi.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian *mixed adhesive* dan perlakuan kekasaran terhadap *single lap joint* aluminium, kekuatan tarik geser dapat meningkat dengan menambahkan sikaflex pada perekat epoksi dengan perbandingan 15% SK : 85% EP. Hal ini karena penambahan perekat yang sifatnya *ductile* di bawah 25% dapat mengontrol kekuatan adhesi perekat campuran, sedangkan jika penambahannya melebihi 25%, perekat campuran kehilangan kekuatannya. Tegangan tarik juga dipengaruhi oleh perlakuan kekasaran pada permukaan *adherend* dengan metode *sandblasting*. Hal ini terjadi karena meningkatnya *mechanical interlocking* antara perekat dan substratnya sehingga berbanding lurus dengan peningkatan nilai tegangan tarik gesernya pada semua variasi *mixed adhesive*.

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] S. Hastuti, N. S. Suharty, and Triyono, "Effect of the Surface Treatment on the Strength of Mixed Adhesive in Single Lap Joint Aluminum," in *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2020, pp. 573–580. doi: 10.1007/978-981-15-4481-1_53.
- [3] Chandan and Ghanaraja, "FABRICATION AND STUDY OF MECHANICAL PROPERTIES OF ALUMINIUM ALLOY 1100 REINFORCED WITH NANO TITANIUM CARBIDE," *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, vol. 02, no. 07, pp. 2582–5208, Jul. 2020, [Online]. Available: www.irjmets.com
- [4] I. D. M. K. Muku, "Kekuatan Sambungan Las Aluminium Seri 1100 dengan Variasi Kuat Arus Listrik Pada Proses Las Metal Inert Gas (MIG)," *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM*, vol. 3, no. 1, pp. 11–17, 2009.
- [5] S. Hastuti, X. Salahudin, C. Pramono, A. Akmal, N. Irsan, and A. Nurdin, "Analisis Kekuatan Adhesive Bonding Sambungan Tumpang Tunggal Aluminium 6063-Komposit Serat Sabut Kelapa," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 18, no. 2, pp. 205–212, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/rekayasa>
- [6] 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>

- [7] S. Hastuti, N. Sri Suharty, and Triyono, "Jurnal Teknologi Full Paper JOINT STRENGTH OF MIXED SILYL MODIFIED POLYMER-EPOXY ADHESIVE ON SINGLE LAP JOINT ETCHED ALUMINUM," *J Teknol*, vol. 79, pp. 2180–3722, 2017, [Online]. Available: www.jurnalteknologi.utm.my
- [8] E. Hule, Y. M. Pell, and E. U. K. Maliwemu, "Analisis Kekuatan Tarik Pada Jenis Sambungan Hybrid Tipe Lap Joint Komposit Serat Widuri," *Jurnal Teknik Mesin Undana*, vol. 10, no. 01, pp. 8–16, 2023, [Online]. Available: <http://ejournal.undana.ac.id/index.php/LJTMU>
- [9] S. Hastuti, "Shear Strength of the Mixed Adhesive Joint Silyl Modified Polymer-Epoxy in Single Lap Joint Aluminum," *Journal of Mechanical Engineering*, vol. 4, no. 1, pp. 235–248, 2017.
- [10] A. Hendrawan and R. Aprilian, "SANDBLASTING PADA KAPAL MV. BERLIAN INDAH," *Jurnal Saintara*, vol. 4, no. 2, pp. 25–32, 2020.
- [11] S. Renggajati, "PENGARUH SURFACES ROUGHNESS TERHADAP KEKUATAN TARIK GESER ADHESIVE BONDING MATERIAL ALUMINIUM-KOMPOSIT COCO FIBE," SKRIPSI, Universitas Tidar, Magelang, 2021.
- [12] S. Budhe, A. Ghumatkar, N. Birajdar, and M. D. Banea, "Effect of surface roughness using different adherend materials on the adhesive bond strength," *Applied Adhesion Science*, vol. 3, no. 1, Dec. 2015, doi: 10.1186/s40563-015-0050-4.
- [13] R. B. Pradana, "EXPERIMENTAL STUDY ON THE EFFECT OF PRESSURE AND TIME SANDBLASTING SURFACE ROUGHNESS, COST, AND CLEANLINESS IN LOW CARBON STEEL IN PT SWADAYA GRAHA," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2016.
- [14] Sugiyanto and Wijoyo, "PENGARUH KEKUATAN SAMBUNGAN KOMPOSIT SERAT NANAS TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN GESER DENGAN ADHESIVE EPOKSI," *Simposium Nasional*, 2013.
- [15] M. N. Nahar, "OPTIMASI KEKUATAN SAMBUNGAN SINGLE LAP JOINT PADA KOMPOSIT COCO FIBER DENGAN VARIASI KETEBALAN ADHESIVE," SKRIPSI, Universitas Negeri Tidar, Magelang, 2020.