

PENGARUH KEKASARAN PERMUKAAN DAN KETEBALAN BONDLINE ADHESIVE TERHADAP KEKUATAN BONDING DARI RING SEAL DAN STEEL 9315 PADA TRANSFER GEARBOX CFM56-7B

Mochammad Maqi¹, Imam Hidayat¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta

E-mail: 41320120016@student.mercubuana.ac.id

Abstrak-- Dalam proses operasinya mesin CFM-56-7B, ring seal yang terpasang pada gearshaft Transfer Gearbox (TGB) sering mengalami terkelupas sehingga rusak dan mengakibatkan sering terjadi kebocoran. Pada TGB terdapat adhesive bonding sebagai perekat antara ring seal dan gearshaft yang berfungsi untuk menahan oli agar tidak bocor. Dengan terjadinya kebocoran oli akan mempengaruhi sistem lubrikasi pada bearing di Transfer Gearbox (TGB). Salah satu aspek peningkatan kekuatan adhesive bonding tergantung pada dua faktor yaitu kekasaran permukaan dan ketebalan bondline adhesive. Tugas Akhir (TA) ini menganalisis bagaimana kekasaran permukaan dengan proses grit blasting dan ketebalan bondline mempengaruhi kinerja adhesive bonding. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu eksperimental yang bertujuan untuk mendapatkan kekuatan adhesive bonding yang optimum. Parameter untuk yang dievaluasi dari analisis ini yaitu kekuatan bonding dan tegangan maksimum adhesive tersebut yang dibuat variasi ukuran abrasive 20 dan 36 dan tiga ketebalan bondline 1 mm, 2 mm, 3 mm. Dari pengujian yang telah dilakukan, didapat hasil bahwa kekuatan adhesive bonding meningkat seiring dengan meningkatnya kekasaran permukaan dan berkurangnya ketebalan adhesive. Nilai rata-rata optimum uji kekasaran didapat pada ukuran abrasive 20 sebesar 318,217 μm . Dan nilai optimum nilai tegangan geser didapat pada ketebalan adhesive bondline 1 mm sebesar 9,7471 MPa.

Kata kunci: Adhesive bonding, gearshaft, ketebalan bondline, ring seal, kebocoran oli

Abstract-- In the process of operation of the CFM-56-7B engine, the ring seal attached to the Gearshaft Transfer Gearbox (TGB) often peels off so that it is damaged and results in frequent leaks. In TGB, there is adhesive bonding as an adhesive between the ring seal and the gearshaft which functions to hold the oil from leaking. The occurrence of oil leakage will affect the lubrication system on the bearings in the Transfer Gearbox (TGB). One aspect of increasing the strength of adhesive bonding depends on two factors, namely surface roughness and bondline adhesive thickness. This Final Project (TA) analyzes how surface roughness with grit blasting process and bondline thickness affects adhesive bonding performance. The method used in this study is experimental which aims to obtain optimum adhesive bonding strength. The parameters for those evaluated from this analysis are bonding strength and the maximum shear stress of the adhesive which is made variations in the size of abrasives 20 and 36 and three bondline thicknesses of 1 mm, 2 mm, 3 mm. From the tests that have been carried out, it was found that the strength of adhesive bonding increases along with the increase in surface roughness and decrease in adhesive thickness. The optimum average value of the roughness test was obtained at an abrasives size of 20 of 318,217 μm . And the optimum value of the shear stress value is obtained at the thickness of the adhesive bondline 1 mm of 9.7471 MPa.

Keywords: Adhesive bonding, gearshaft, thickniss bondline, ring seal, oil leak

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan industri penerbangan yang begitu pesat di era teknologi yang semakin berkembang, aspek keselamatan penerbangan harus makin ditingkatkan saat melakukan perawatan pada pesawat dan mesin. Dibutuhkan tingkat presisi yang tinggi pada setiap perawatan komponen-komponen untuk keselamatan penerbangan.

Salah satu aspek penting dalam penerbangan yaitu perawatan mesin pesawat udara CFM56-7B, mesin ini digunakan dipesawat B737 *Next Generation* (NG). Salah satu pekerjaan perawatan mesin CFM56-7B yaitu pada bagian *gearshaft* di *transfer gearbox*. *Gearshaft* merupakan komponen utama yang terbuat baja paduan yang ditempa dan *ring seal* yang terbuat dari karet. Fungsi dari seal tersebut mencegah terjadinya kebocoran pada *transfer gearbox*. Dalam proses operasinya mesin pesawat CFM56-7B sering mengalami kegagalan yaitu *peel off* atau terkelupasnya *ring seal* yang menyebabkan kebocoran oli pada *transfer gearbox*.

Ring seal yang terkelupas terjadi akibat kekuatan *adhesive bonding* yang kurang maksimal. *Adhesive bonding* merupakan salah satu metode yang efektif untuk menggabungkan dua material atau lebih yang akan menghasilkan rangkaian komponen [1]. *Adhesive bonding* memiliki keuntungan yaitu meminimalisir berat bahan tambah, distribusi tekanan pada bahan yang direkatkan seragam, dan lebih ekonomis. Kegagalan ini mengindikasikan adanya isu pada bagian permukaan material sehingga *adhesive bonding* tidak maksimal dalam mencapai kondisi optimumnya [2]. Kondisi tidak optimum ini dijelaskan oleh beberapa faktor utama, salah satunya faktor dari persiapan permukaan atau *surface preparation*. *Surface preparation* bertujuan untuk memodifikasi permukaan material sehingga memberikan optimasi ikatan dari *adhesive bonding* terhadap material tersebut [3]. Salah satu *surface preparation* yang berpengaruh untuk meningkatkan *adhesive bonding* dengan cara permukaan yang akan di apply *epoxy adhesive* dibuat kasar. Pada penelitian ini permukaan kasar (*surface roughness*) dilakukan dengan menggunakan metode *grit blasting*.

Hasil uji coba yang dilakukan [4] menunjukkan bahwa permukaan baja yang lebih kasar dan *bondline* yang lebih tipis menghasilkan kekuatan rekat yang lebih besar dan tegangan geser maksimum yang lebih tinggi, hasil percobaannya menunjukkan peningkatan kinerja ikatan pada permukaan yang sangat kasar karena *interlocking* mekanis yang kuat.

Ikatan *epoxy adhesive* yang lebih tipis memberikan kinerja ikatan yang lebih baik di antara *bonding strength and fracture elongation* dari pada *bondline* yang lebih tebal. Regangan maksimum perekat epoksi pada dasar substrat dapat meningkatkan lebih dari 400% ketika ketebalan *bondline* menurun dari 1 mm hingga 0.5mm dan lebih dari 600% untuk pengurangan dari 0.5 mm hingga 0.25mm.

Pada penelitian yang dilakukan D.M Gleich, M.J.L Van Tooren dan A. Beukers menggunakan metode analisis. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa tegangan geser ditunjukkan meningkat dengan meningkatnya *bondline thickness adhesive*. Tegangan perekat rata-rata ditampilkan menurun dengan meningkatnya ketebalan garis ikatan [5].

Apabila dilakukan *surface preparation* dan ketebalan *bondline* yang tepat maka akan mendapatkan nilai kekuatan tarik yang optimal. Dalam penelitian ini, dilakukan analisis untuk mempelajari mengenai faktor yang mempengaruhi nilai kekuatan dari *adhesive bonding* untuk digunakan dalam proses perawatan *gearshaft transfer gearbox* (TGB) [6].

2. METODOLOGI

A. Identifikasi Masalah

Dalam penulisan penelitian penelitian ini masalah utama yang diangkat yaitu menganalisa kekuatan *adhesive bonding* pada *ring seal transfer gearbox* dengan melakukan pengujian secara lebih mendalam dengan variabel ukuran *abrasive* pada proses *blasting* dan ketebalan *bondline* yang berbeda, sehingga didapatkan ukuran *abrasive* dan *bondline* yang optimal dalam pengerjaan perbaikan *ring seal* pada *transfer gearbox*.

B. Kajian Pustaka

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan informasi berupa materi dan literatur yang berkaitan dengan masalah yang diangkat yaitu pengaruh ukuran *abrasive* dan ketebalan *adhesive*. Materi dan literatur yang digunakan yaitu jurnal, buku dan juga *website*. Diperlukan juga data dari manufaktur untuk mengetahui proses serta limitasi yang diberikan pada proses *maintenance*.

C. Pembuatan Spesimen

Pembuatan spesimen dilakukan dengan mengacu pada standar yang ada di *manual*. Material yang digunakan pada spesimen yaitu Steel 9315 dalam bentuk plat dengan ukuran 90mm x 25mm x 1,6mm. Pemotongan plat menggunakan beberapa alat

potong dan alat ukur. Setelah spesimen terpotong lalu spesimen dilakukan proses *degreasing* untuk menghilangkan kotoran pada permukaan. Spesimen akan di amplas menggunakan variasi ukuran *abrasive* lalu dilakukan pengaplikasian *adhesive* dengan variasi ketebalan. Lalu dikeringkansı sesuai dengan perintah manual.

D. Pengujian Spesimen

Pada tahapan ini spesimen akan diuji menggunakan metode *lap shear test* untuk mengetahui kekuatan geser dari *adhesive bonding* yang sudah dilakukan proses *grit blasting* dengan variasi ukuran *abrasive* serta variabel ketebalan *bondline adhesive*.

E. Analisis dan Pembahasan

Dalam tahapan ini hasil proses pengujian dicatat dan dilakukan analisis dan pembahasan. Proses analisis ini yaitu dengan mengamati kekuatan geser dari spesimen yang sudah dilakukan amplas dan pengaplikasian *adhesive* dengan ketebalan yang berbeda.

F. Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan analisis dan pembahasan, pada tahapan ini memberikan kesimpulan dari penelitian yang sudah dilakukan. Tujuan dari kesimpulan untuk menjawab permasalahan yang ada pada rumusan masalah. Lalu buat saran untuk mendapatkan proses perbaikan dalam penulisan penelitian ini.

2.1 Alat dan Bahan

Alat digunakan untuk menunjang dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut :

A. Alat Potong

Alat pemotong lembaran yang digunakan dalam pembuatan spesimen ini menggunakan alat potong manual di PT. GMF AeroAsia. Alat ini memiliki Spesifikasi dimensi 100x32x88 cm. Alat pemotong lembaran logam ini biasanya digunakan untuk potong lembaran hingga ketebalan 6 mm.

B. Mesin Grit Blasting

Mesin *grit blasting* merupakan proses membersihkan permukaan dengan menyemprotkan biji besi atau butiran partikel besi dengan tekanan tinggi. Mesin yang digunakan pada penelitian ini PneuMa Blaster dengan ukuran kabinet 100x100x80 cm. Mesin Interiornya juga dilengkapi dengan meja putar dengan dimensi meja, yaitu. Diameternya 60 cm. Kapasitas tekanan maksimum adalah 75 psi dan Jenis bahan yang dapat digunakan dengan mesin ini juga beragam,

antara lain: Manik-manik kaca, keramik, logam atau plastik.

C. Mesin Uji Tarik

Universal testing machine yang diproduksi oleh Go-Tech merupakan mesin uji tarik yang di gunakan dalam pengujian spesimen penelitian ini. Mesin ini mempunyai spesifikasi nilai resolusi 1 Kg dan kapasitas mesin sebesar 10.000 Kg. Pada Mesin ini memiliki dua bagian yang terpisah tetapi masih dalam satu kesatuan.

D. Roughness Tester

Pada tahapan ini, spesimen yang sudah dilakukan *grit blasting* dilakukan pengujian kekasaran permukaan menggunakan alat *roughness test* yang bertujuan untuk mengetahui nilai dari kekasaran permukaan substrat spesimen dengan variasi *mesh grit blasting*. Pengujian ini dilakukan pada tiga titik sehingga mendapatkan tiga nilai kekasaran permukaan. Alat yang digunakan untuk pengujian kekasaran permukaan ini yaitu Mitutoyo seri SJ-210 dan indentor yang digunakan seri 178-390. Satuan pada pengujian ini menggunakan mikro inch. Bahan digunakan untuk menunjang dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

A. Plat Steel 9315

Pada penelitian penelitian ini sebagai spesimen untuk *lap shear test* menggunakan material steel 9315. Steel 9315 ini sebagai tempat menempelnya *adhesive* yang akan merekatkan plat satu dan plat yang lain nya. Plat ini menggunakan dimensi 90 mm x 25 mm dengan ketebalan 1,2 mm.

B. Loctite Ablestik 104

Pada penelitian ini *adhesive* yang digunakan adalah *loctite ablestik 104* yang diproduksi oleh PT. Henkel. *Adhesive* ini dirancang untuk diaplikasikan pada membutuhkan suhu sangat tinggi. *Adhesive* ini dapat menahan suhu tertinggi 230 derajat *celcius*. *Adhesive* ini dipilih berdasarkan standar yang ditetapkan oleh pihak CFM untuk digunakan sebagai perekat pada *gearshaft Transfer Gearbox* (TGB) [7].

2.2 Langkah-Langkah Pengujian

A. Pembuatan Sample Pengujian

Spesimen uji yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan dua plat yang digabungkan dengan *adhesive loctite ablastik 104* dengan bahan dasar steel 9315. Spesimen uji ini mempunyai dimensi 90mm x 25mm x 1,6 mm sesuai dengan ketentuan yang diberikan oleh manufaktur. Spesimen ini dilakukan *lap shear test* sesuai dengan standar yang tertulis pada ASTM D 1002.

Dalam proses persiapan spesimen uji dimulai dari pemotongan plat dengan ukuran 90 mm x 25 mm yang dipotong menggunakan alat potong manual. Pada plat Steel 9315 dibuat garis potong dan dibuat *mall* sesuai dengan dimensi yang disarankan oleh manufaktur agar mendapatkan hasil yang presisi

dan efektif. Setelah plat di potong maka untuk membersihkan serta merapihkan bagian yang tajam bekas proses pemotongan sisa-sisa maka dilakukan *deburring* menggunakan *file* / kikir.

B. Grit Blasting

Setelah plat di *deburring* maka langkah selanjutnya proses persiapan permukaan menggunakan *grit blasting* dengan variasi ukuran *abrasive* 20 dan 36. Yang berfungsi untuk membuat permukaan plat kasar sebelum diaplikasikan *adhesive bonding*. Dengan diberikan nya variasi ukuran *abrasive* bertujuan untuk menentukan nilai optimum kekasaran permukaan pada plat sehingga mendapatkan tegangan maksimum [8]. Sehingga kekasaran permukaan dari variasi ukuran *abrasive* bisa di dapatkan menggunakan *roughness test*. Spesimen yang dibutuhkan untuk menguji satu variable adalah 3 spesimen. Satu spesimen terdiri dari dua buah plat yang digabungkan dengan *adhesive loctite ablastik 104*.

Pada proses *grit blasting* ini mesin yang digunakan *Pneuma Blaster*. Langkah awal pada proses *grit blasting* yaitu mempersiapkan *mesh* 20 dan 36 lalu melakukan pada plat spesimen. **C.**

Pengaplikasian Adhesive

Pada tahapan ini dua plat Steel 9315 disatukan dengan *adhesive bonding* dengan ketebalan yang berbeda. variasi ketebalan pada pengujian ini yaitu 1 mm, 2 mm dan 3mm. Tujuan dari variasi ketebalan ini mencari nilai ketebalan optimum dari pemakaian *adhesive bonding* pada *gearshaft transfer gearbox* (TGB). Pengaplikasian ini menggunakan *mall* sehingga ketebalan nya sesuai dengan nilai ketebalahn 1 mm, 2 mm, 3 mm.

Setelah dilakukan proses *grit blasting* pada plat Steel 9315, lalu plat dibersihkan menggunakan *solvent* untuk membersihkan sisa kotoran proses *grit blasting*. Pada tahapan inidua Steel 9315 Steel 9315 disatukan dengan *adhesive bonding*. *Adhesive* yang digunakan adalah *Loctite Absestik 104* dengan ketebalan yang berbeda. Variasi ketebalan pada pengujian ini yaitu 1 mm, 2 mm dan 3 mm. Tujuan dari variasi ketebalan ini menentukan nilai ketebalan optimum dari pemakaian *adhesive bonding* pada *gearshaft transfer gearbox* (TGB). *Adhesive* ini terdiri dari dua bahan kimia diantaranya yaitu resin dan *hardener*. Resin dan *hardener* di campurkan dengan perbandingan ratio sebesar 100:64. *Curing time* yang digunakan dalam penelitian ini dua jami pada temperatur 200 derajat *celcius*.

D. Pengujian Lap Shear Test

Jika setelah proses pengaplikasian *adhesive bonding*, langkah selanjutnya pengujian *lap shear test*. Spesimen yang akan diuji diberi nomor yang bertujuan untuk mempermudah identifikasi perlakuan yang akan dilakukan.

Langkah-langkah proses pengujian *lap shear*

test pada penelitian ini sebagai berikut:

- Menentukan ukuran blok yang disesuaikan dengan spesimen yang akan di uji. Kemudian spesimen di letakan pada bagian penjepit dari mesin *lap shear test*.
- Pada mesin *lap shear test* dilakukan pengaturan sesuai dengan manual book penggunaan mesin tersebut.
- Mesin *lap sheat test* di nyalakan, lalu mesin tersebut akan menarik spesimen uji. Pada proses ini harus diamati dan kemudian dicatat besarnya beban uji sebagai hasil dari proses tersebut pada saat spesimen uji putus.
- Nilai beban uji yang didapatkan selanjutnya akan diolah untuk mengetahui besarnya

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan terhadap pengaruh *size abrasive blasting* dan ketebalan *adhesive bondline* dari *adhesive* pada *transfer gearbox CFM56-7B*.

Pembahasan mengenai pengrauh *ukuran abrasive* pada proses *blasting* dan ketebalan *adhesive bondline* terhadap kekuatan geser maksimum *epoxy adhesive loctite ablestik 104*.

3.1 Pengaruh Abrasive Size Terhadap Kekasaran Permukaan

Tabel 1. Nilai *Roughness Test*

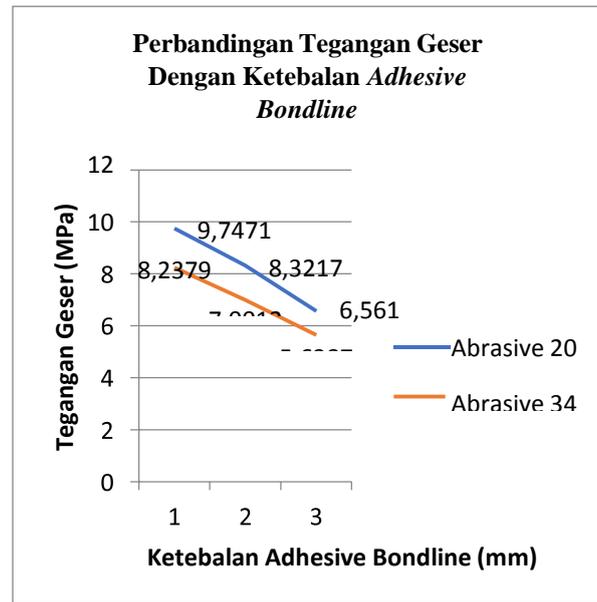
Abrasive Size	Nama Spesimen	Nilai Roughness	Rata-Rata	
20	A1	320,6	320,8	
	A2	321,7		
	A3	320,1		
	36	B1	319,1	320,76
		B2	322,8	
		B3	320,4	
		C1	313,7	319,16
		C2	322,8	
		C3	321	
36	D1	295,1	294,66	
	D2	294,9		
	D3	294		
	36	E1	295,5	294,6
		E2	295	
		E3	293,3	
36	F1	292,1	292,66	
	F2	292,9		
	F3	293		

Tabel 1 menunjukkan nilai *Roughness Test* yang terbagi menjadi 2 kategori spesimen terbagi menjadi dua kategori yaitu ukuran *abrasive* 20 dan 36. Spesimen yang menggunakan *abrasive* ukuran 20 yaitu A, B dan C sedang ukuran *abrasive* 36 pada spesimen D, E dan F. Kekasaran permukaan rata pada spesimen A sebesar 320,8 μin , spesimen B dengan sebesar 320,7 μin dan spesimen C sebesar 319,1 μin . Pada spesimen D, E dan F memiliki nilai rata-rata lebih kecil dibandingkan dengan spesimen A, B dan C. Nilai rata-rata kekasaran permukaan pada spesimen D sebesar 294,7 μin , spesimen E 294,6 μin dan spesimen F sebesar 293,7 μin . Peningkatan kekasaran permukaan *roughness* pada substrat meningkat seiring dengan variasi ukuran *abrasive* membesar. Semakin besar ukuran *abrasive* maka hasil *roughness* test meningkat. Hal tersebut dikarenakan adanya momentum antara butiran *abrasive* dengan base material. Ukuran *abrasive* sangat berpengaruh terhadap kekasaran permukaan [9].

3.2 Pengaruh Kombinasi Kekasaran dan Ketebalan *Bondline* Terhadap Kekuatan *Adhesive Bonding*

Pada grafik yang diperlihatkan pada gambar 3 terlihat bahwa spesimen uji dengan ukuran *abrasive* 20 mengalami penurunan nilai tegangan geser yang signifikan dari pengujian spesimen A ke spesimen B dengan penambahan ketebalan *adhesive bondline* dari 1 mm ke 2 mm sebesar 14,6 % dan dari hasil pengujian spesimen B ke spesimen C dengan ketebalan yang berbeda dari 2 mm ke 3 mm mengalami persentasi penurunan cukup signifikan pada hasil *uji tegangan geser* sebesar 21,1 %.

Berbeda dengan hasil pengujian ukuran *abrasive* 20, ukuran *abrasive* 36 menghasilkan nilai dibawah nya. Pada spesimen D ke spesimen E mengalami penurunan persentase dengan penambahan ketebalan *adhesive bondline* 1 mm ke 2 mm sebesar 15%. Pada spesimen E ke F mengalami penurunan cukup signifikan persentase hasil *tegangan geser* dengan penambahan ketebalan dari 2 mm ke 3 mm sebesar 19,4%.



Gambar 3. Pengaruh Kombinasi dan Ketebalan *adhesive*

Berdasarkan gambar 3 dengan variasi ukuran *abrasive* yang berbeda, didapatkan hasil nilai tegangan geser rata-rata pada spesimen A ukuran *abrasive* 20 mencapai 9,7471 MPa dan nilai kekuatan geser terendah pada spesimen F ukuran *abrasive* 36 mencapai 5,6387 MPa. Penurunan kekuatan tegangan geser tertinggi didapat pada ukuran *adhesive* 36 dan ketebalan *bondline* 2 mm ke 3 mm mencapai 19,4 %. Penambahan ketebalan *adhesive bondline* dapat menurunkan kekuatan tegangan geser pada sambungan *adhesive*. Pada spesimen B, C, D, E dan F yang menunjukkan nilai tegangan geser dibawah nilai minimum yang diizinkan manual *bond test*, yaitu minimum 8,5 MPa. Sedangkan nilai optimum tegangan geser didapat oleh spesimen A dengan ukuran *abrasive* 20 dan ketebalan *bondline* 1 mm sebesar 9,7472 MPa, nilai spesimen A ini melebihi batas minimum yang ditetapkan oleh *maintenance manual*. Sehingga dapat dikatakan bahwa spesimen A, C, D, E dan F dengan proses *blasting* menggunakan ukuran *abrasive* 20 dan 36 mengalami kegagalan serta tidak dapat mencapai batas minimum nilai tegangan geser sesuai dengan *maintenance manual*. Sedangkan spesimen A dengan proses *blasting* menggunakan ukuran *abrasive* 20 serta ketebalan *adhesive bondline* 1 mm menghasilkan nilai diatas batas minimum *bond test* dan memiliki nilai paling besar diantara spesimen yang lain.

Jika merujuk pada hasil pengujian *roughness test*, hasil yang diperoleh dari spesimen hasil pengujian variasi ukuran *abrasive* 20 dan 36 menghasilkan sifat yang berbanding lurus terhadap

hasil pengujian *bond test*. Semakin tinggi nilai *roughness* maka semakin meningkat nilai tegangan geser [10].

4. KESIMPULAN

1. Semakin besar nilai kekasaran ukuran *abrasive* yang digunakan untuk proses blasting, maka akan semakin tinggi nilai kekasaran permukaan yang didapat. Nilai optimum kekasaran permukaan didapat pada ukuran *abrasive* 20 dengan nilai rata-rata kekasaran sebesar 320,244 μm .
2. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, ketebalan *adhesive bondline* mempengaruhi nilai *adhesive bonding*. Spesimen dengan ketebalan 1 mm mengalami pertambahan presentase nilai kekuatan bonding sebesar 14,6 %. *Adhesive bondline* yang semakin tipis maka nilai tegangan geser akan semakin besar. Tegangan geser optimum terjadi pada ketebalan 1 mm dan ukuran *abrasive* 20 dengan nilai tegangan geser sebesar 9,7471 MPa dan terendah pada ketebalan 3 mm dengan ukuran *abrasive* 36 dengan nilai tegangan geser 5,6387 MPa.

[6] M. S. Tunalioglu and E. Sancaktar, "International Journal of Adhesion & Adhesives Role of adhesion in sandpaper failure progression," *Int. J. Adhes. Adhes.*, vol. 67, pp. 14–21, 2016, doi: 10.1016/j.ijadhadh.2015.12.020.

[7] L. Ablestik, "Loctite ablestik 104," pp. 0–1, 2015.

[8] C. T. Nugroho, H. Pratikno, J. T. Kelautan, and F. T. Kelautan, "Blasting Terhadap Daya Lekat Cat Dan Ketahanan Korosi Di Lingkungan Air Laut Blasting on Paint Adhesion Strength and," 2016.

[9] Moch Farid Azis, "Analisa Pengaruh Material Abrasif Pada Proses Blasting Terhadap Kualitas Coating Epoxy," *Anal. Pengaruh Mater. Abrasif Pada Proses Blasting Terhadap Kualitas Coat. Epoxy*, vol. 141326, p. 121, 2017.

[10] M. Muslimin and A. M. Muhamad, "Penggunaan Steel Grit G25 Pada Sandblasting Baja Karbon Rendah Jis-G3101-Ss400," *J. Poli-Teknologi*, vol. 17, no. 3, pp. 251–258, 2019, doi: 10.32722/pt.v17i3.1266.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. L. Sibarani, "Analisis Pengaruh Proses Etching Menggunakan Aluminum Powder Terhadap Kekuatan Adhesive Bonding Pada Fan Blade Platform Engine Cfm56-7b Series," p. 6, 2021.
- [2] K. Uehara and M. Sakurai, "Bonding strength of adhesives and surface roughness of joined parts," *J. Mater. Process. Technol.*, vol. 127, no. 2, pp. 178–181, 2002.
- [3] S. Correia, V. Anes, and L. Reis, "Effect of surface treatment on adhesively bonded aluminium-aluminium joints regarding aeronautical structures," *Eng. Fail. Anal.*, vol. 84, pp. 34–45, 2018.
- [4] D. Zhang and Y. Huang, "Influence of surface roughness and bondline thickness on the bonding performance of epoxy adhesive joints on mild steel substrates," *Prog. Org. Coatings*, vol. 153, 2021.
- [5] D. M. Gleich, M. J. L. Van Tooren, and A. Beukers, "Analysis and evaluation of bondline thickness effects on failure load in adhesively bonded structures," *J. Adhes. Sci. Technol.*, vol. 15, no. 9, pp. 1091–1101, Jan. 2001, [Online]. Available: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1163/156856101317035503>