

PEMBUATAN DAN PENGUJIAN ADHESIVE SINGLE LAP JOINT AKIBAT PENAMBAHAN LUBANG

ALI¹, JIMMI SEBASTIAN PARENGKUAN¹, VEDI PRAYOGO¹

Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional Bandung

Email : parengkuansebastian@gmail.com

Received 07 02 2023 | Revised 14 02 2023 | Accepted 14 02 2023

ABSTRAK

*Adhesive merupakan salah satu jenis sambungan yang tengah dikembangkan pada saat ini, jenis sambungan yang memiliki kekuatan yang lebih baik, mudah digunakan dan ekonomis dibandingkan metode lainnya, dengan beragam jenis sambungan yang bervariasi. Dalam tugas akhir ini akan dilakukan kajian tentang pembuatan serta pengujian tarik spesimen tipe single lap joint menggunakan adhesive jenis epoxy araldite dengan ketebalan 0,05 cm, karena jenis sambungan single lap joint ini banyak digunakan maka saya akan menguji kekuatan sambungan dengan variasi tanpa lubang dan penambahan lubang dengan ukuran adherend 180 mm x 50 mm x 3 mm, serta variasi kekasaran (6,28 μm), (12,29 μm), (20,32 μm) Hal ini bertujuan untuk mengetahui besarnya kekuatan dari variasi sambungan. Proses pembuatan dan pengujian untuk mendapatkan kekuatan dari spesimen single lap joint pada variasi tanpa lubang dan penambahan lubang. Dimana kekuatan adhesive lebih besar terjadi pada variasi penambahan lubang $\varnothing 8$, $\varnothing 15$, $\varnothing 8$ dengan kekuatan tarik yang diperoleh berdasarkan pengujian 775,639 MPa dengan memvariasikan kekasaran, bahwa kekuatan maksimum terjadi pada kekasaran 20,32 μm kenaikan harga tegangan sebesar 66,23%.
Kata kunci : Kekasaran, sambungan, lubang, beban aksial.*

ABSTRACT

*Adhesive is one type of connection that is being developed at this time, a type of connection that has better strength, is easy to use and economical compared to other methods, with a variety of various types of connections. In this final project, a study will be carried out on the manufacture and tensile testing of type specimens single lap joint use adhesive type epoxy araldite with a thickness of 0.05 cm, due to the type of connection single lap joint this is widely used so I will test the strength of the connection with variations without holes and adding holes with 180 mm x 50 mm x 3 mm, and variations in roughness (6.28 μm), (12.29 μm), (20.32 μm). This aims to determine the magnitude of the strength of the variation of the connection. Manufacturing and testing processes to derive the strength of the specimen single lap joint on variations without holes and adding holes. Where the greater adhesive strength occurs at variations in the addition of holes $\varnothing 8$, $\varnothing 15$, $\varnothing 8$ with a tensile strength obtained based on the test of 775.639 MPa by varying the roughness, that the maximum strength occurs at a roughness of 20.32 μm with an increase in stress value of 66.23%.
Keywords : Rudeness, joints, holes, axial loads.*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sambungan adhesive merupakan salah satu metode penyambungan material dengan menggunakan adhesive yang dioleskan pada permukaan yang ingin direkatkan. Aplikasi sambungan adhesive telah banyak diterapkan pada berbagai industri dan terus dikembangkan seperti pada industri otomotif dan penerbangan. Adhesive digunakan sebagai salah satu perekat sambungan karena sifatnya yang mampu menyerap energi tumbukan pada struktur

agar tidak membahayakan penumpang karena adhesive memiliki perilaku viskoelastik yang besar diakibatkan oleh sifat polimernya, maka dari itu struktur sambungan adhesive ini harus mampu untuk menahan pembebanan statis dan juga pembebanan dinamis [1].

Konsentrasi tegangan adalah suatu kondisi ketika tegangan meningkat hanya di area tertentu dari suatu komponen dibandingkan dengan tekanan di bagian komponen yang seragam ketika diberi beban. Fenomena ini dapat terjadi karena penyimpangan geometris seperti lubang, sudut tajam, perubahan penampang, takik, benang, alur, retakan, dan sebagainya [2].

Pada sambungan yang dirancang dengan baik dan dengan prosedur pemrosesan yang tepat, penggunaan perekat adhesive dapat menghasilkan penurunan berat yang signifikan [3].

Namun, dikaitkan dengan geometrinya yang sederhana dan pengaplikasiannya yang lebih luas, studi penelitian yang digunakan pada sambungan adhesive ini adalah tipe sambungan single lap joint dengan variasi konsentrasi tegangan akibat penambahan lubang. Atas dasar tersebut, maka dalam Tugas Akhir ini, penulis akan mengangkat tema "Pembuatan Dan Pengujian Adhesive Single Lap Joint Akibat Penambahan Lubang"

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tegangan (Stress)

Gaya total dan momen bekerja permukaan memanifestasikan dirinya sebagai distribusi gaya diseluruh area. Kekuatan distribusi yang bekerja pada suatu titik di permukaan adalah unik dan akan memiliki komponen didalamnya arah normal dan tangensial disebut tegangan normal dan tegangan geser tangensial, masing-masing tegangan normal dan geser diberi label dengan simbol yunani σ dan τ . Jika arah σ keluar dari permukaan maka dianggap sebagai tegangan sepuh sile dan merupakan tegangan normal positif. Jika σ masuk ke permukaan itu adalah tegangan tekan dan umumnya dianggap sebagai kuantitas negative.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Keterangan :

σ = Tegangan Normal (N/mm²)

τ = Tegangan Geser (N/mm²)

F = Beban (N)

A = Luas penampang (mm²)

2.2 Konsentrasi Tegangan

Konsentrasi stres adalah efek yang sangat terlokalisasi. Dalam beberapa kasus itumungkin karena goresan permukaan. Jika materialnya ulet dan bebannya statis, desainnya beban dapat menyebabkan pelelehan di lokasi kritis pada takikan [3].

$$Kt = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_{terjadi}}$$

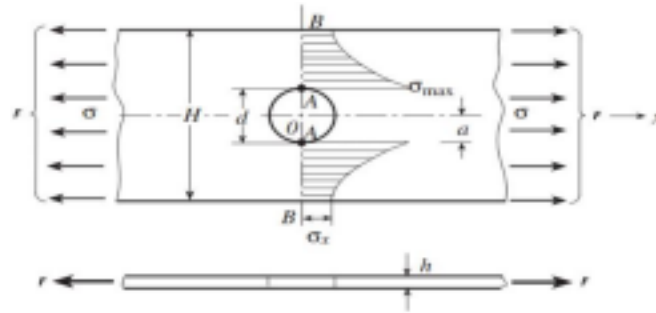
Keterangan :

Kt = faktor konsentrasi tegangan

σ_{max} = tegangan normal

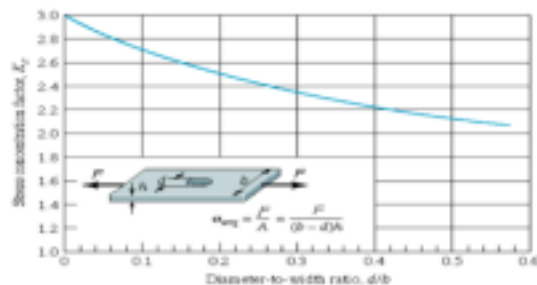
$\sigma_{terjadi}$ = tegangan geser

Konsentrasi tegangan pada adherend berlubang, di bawah beban tarik dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Konsentrasi tegangan pada adherend berlubang.

Beberapa diagram yang menunjukkan nilai faktor konsentrasi tegangan untuk adherend berlubang dapat dilihat pada Gambar 2.

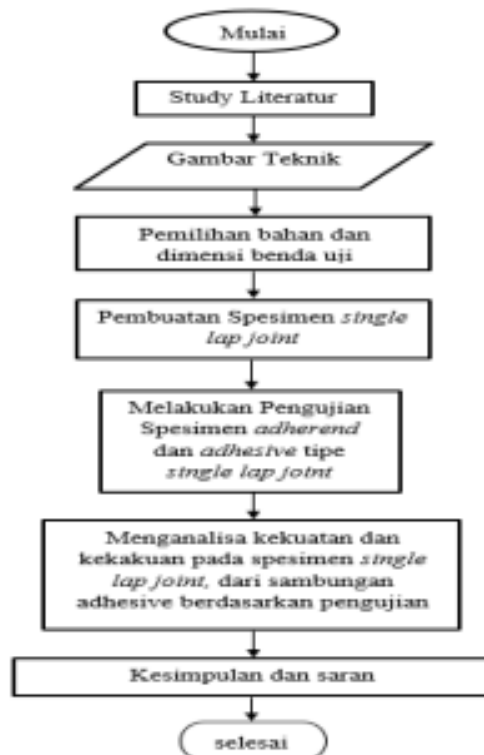


Gambar 2. Faktor konsentrasi tegangan pada adherend berlubang, beban aksial

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

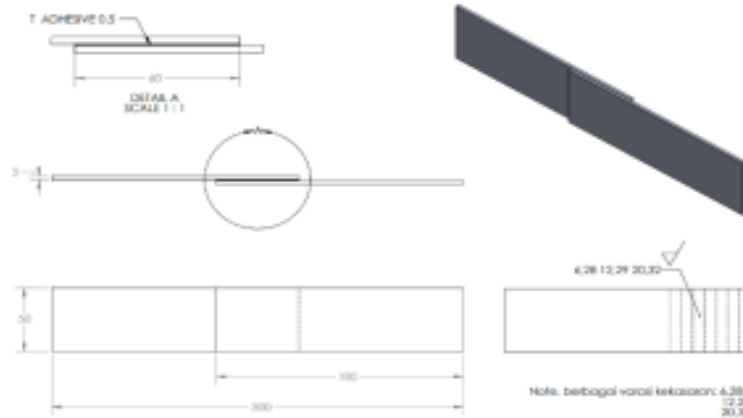
Uraian tahapan proses untuk pembuatan dan pengujian adhesive single lap joint yang dijabarkan kedalam bentuk diagram alir penelitian yang terdapat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

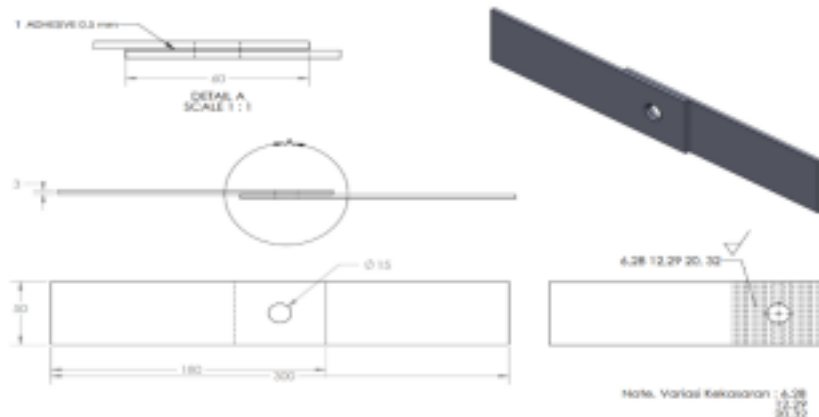
3.2 Adhrend

Material yang dibutuhkan untuk dijadikan adherend memiliki ukuran sebesar. 180 mm x 50 mm x 3 mm. dibawah ini adalah gambar 4 spesimen pengujian tanpa lubang



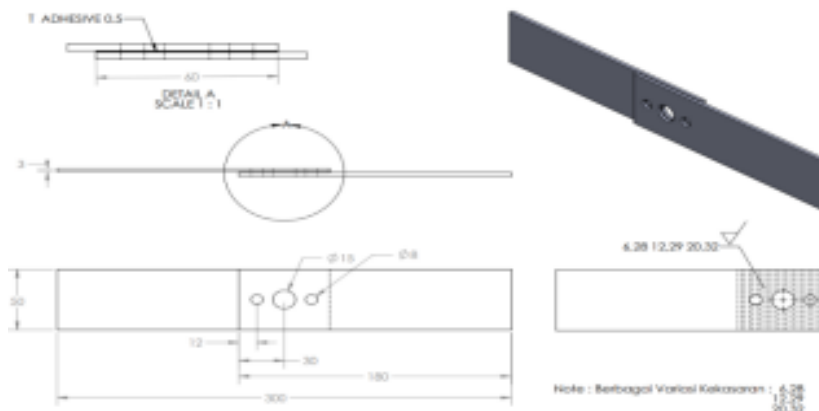
Gambar 4 Spesimen pengujian tanpa lubang

Gambar 5 di bawah ini menunjukkan benda uji dengan variasi lubang $\phi 15$



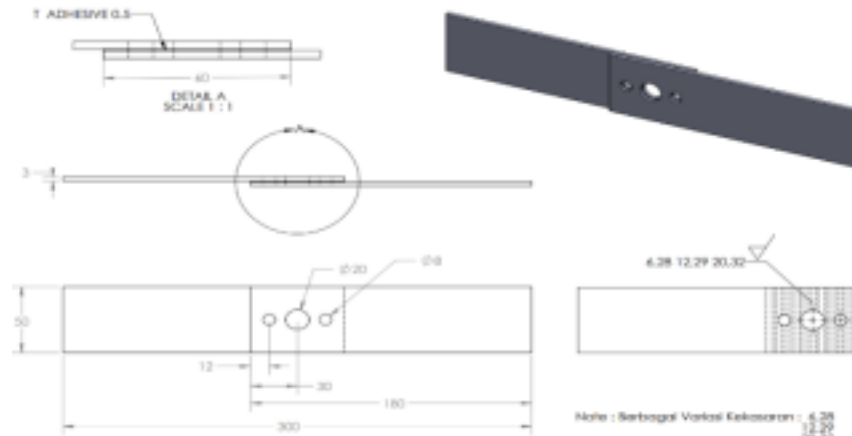
Gambar 5 Spesimen pengujian variasi 1 lubang $\phi 15$

Gambar 6 di bawah ini menunjukkan benda uji dengan variasi penambahan lubang $\phi 8$, $\phi 15$, $\phi 8$.



Gambar 6 Spesimen pengujian variasi lubang $\phi 8$ $\phi 15$ $\phi 8$

Gambar 7 di bawah ini menunjukkan benda uji dengan variasi penambahan lubang $\varnothing 8$, $\varnothing 20$, $\varnothing 8$



Gambar 7 Spesimen pengujian variasi lubang $\varnothing 8$ $\varnothing 15$ $\varnothing 8$

3.3 Tabel Rencana Pembuatan Spesimen

Sebelum dilakukan proses pembuatan spesimen uji maka dilakukan jumlah variasi yang akan dibuat dibawah ini menunjukan rencana pembuatan spesimen **Tabel 1** Rencana Pembuatan Spesimen

Spesimen Single Lap Joint	Ketebalan Adhesive	No. amplas 60	No. amplas 120	No. amplas 240	Jumlah Spesimen
Tanpa lubang	0,5 mm	2	2	2	6
Lubang 1 ($\varnothing 15$ mm)	0,5 mm	3	2	2	7
Variasi lubang ($\varnothing 8$, $\varnothing 15$, $\varnothing 8$)	0,5 mm	2	2	2	6
Variasi lubang ($\varnothing 8$, $\varnothing 20$, $\varnothing 8$)	0,5 mm	2	2	2	7
					26 Spesimen

3.4 Langkah-Langkah Proses Pembuatan Spesimen Single Lap Joint

Dibawah ini adalah tahapan proses pembuatan spesimen :

1. Pengukuran dan penandaan material 18 cm x 0,3 cm x 5 cm.
2. Pemotongan material
3. Proses pembuatan lubang
4. Proses pengamplasan dengan mesin amplas



Gambar 8. Langkah-langkah proses pembuatan spesimen single lap joint

3.5 Pengukuran Tingkat kekasaran

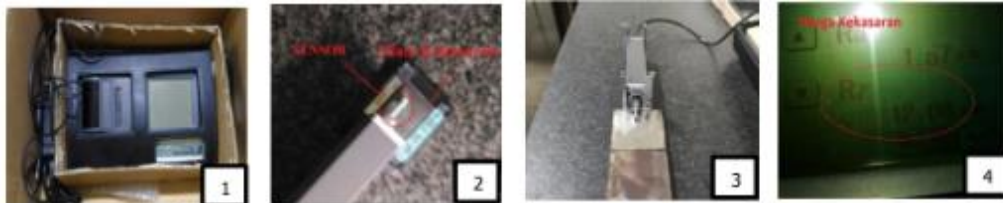
Dibawah ini adalah tahapan proses pengukuran tingkat kekasaran : 1.

Alat ukur kekasaran

2. Penyetingan titik 0

3. Penyetinggaan benda kerja

4. Harga tingkat kekasaran yang diperoleh



Gambar 9. Pengukuran tingkat kekasaran permukaan

3.6 Tabel harga tingkat kekasaran

Setelah dilakukan pengukuran tingkat kekasaran pada single lap joint diperoleh tingkat kekasaran sebagai berikut :

Tabel 2 Harga tingkat kekasaran spesimen pengujian

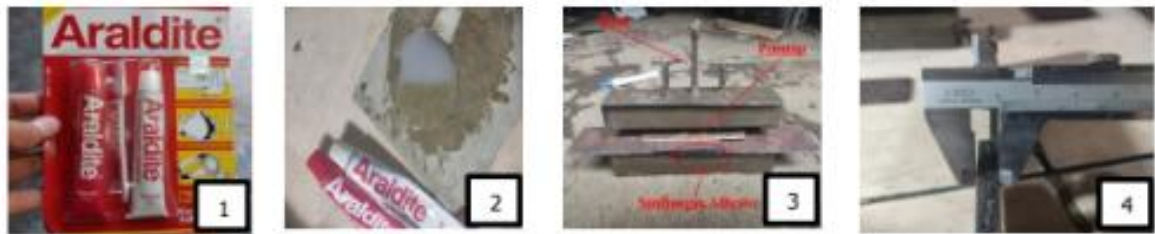
No.	Tingkat Kekasaran (μm)
1	20,32
2	12,29
3	6,28

3.7 Pengeleman dengan menggunakan adhesive

Dibawah ini adalah tahapan proses penyambungan spesimen dengan menggunakan adhesive sebagai berikut :

1. Jenis Lem epoxy araldite resin dan hardener
2. Pencampuran adhesive dengan perbandingan 1:1
3. Proses penekanan spesimen pada alat penekan

4. Pengecekan ketebalan adhesive



Gambar 10. Proses Pengeleman

3.8 Pengujian Tarik spesimen single lap joint

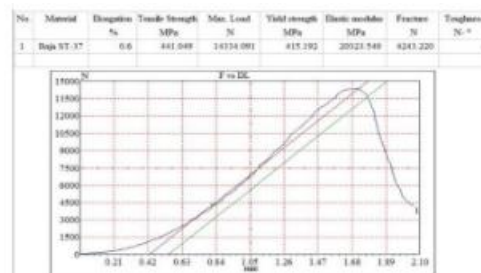
Spesimen single lap joint yang telah dibuat selanjutnya akan dilakukan pengujian tarik yang berfungsi mengetahui tegangan ultimate/kekuatan yang dimiliki sebagai berikut:

1. Pemasangan benda kerja pada cekam mesin uji tarik
2. Memasukan spesifikasi data
3. Melakukan pengujian tarik



Gambar 11. Langkah-langkah pengujian tarik

Dari hasil pengujian didapatkan grafik hasil pengujian tarik yang diperoleh sebagai berikut :



Gambar 8. Grafik Hasil Pengujian Tarik

Berdasarkan grafik diatas menunjukkan hasil uji tarik spesimen single lap joint variasi penambahan lubang $\phi 8$, $\phi 15$, $\phi 8$ dengan tingkat kekasaran $20,32 \mu\text{m}$ memiliki kekuatan tarik sebesar $441,049 \text{ MPa}$, dan yield strength $415,192 \text{ MPa}$.

3.9 Konsentrasi Tegangan

Untuk mencari konsentrasi tegangan digunakan rumus sebagai berikut :

$$Kt = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_{terjadi}}$$

Untuk mencari $\sigma_{terjadi}$ digunakan spesimen dengan tingkat kekasaran yang halus $6,28 \mu\text{m}$.

Tabel 4. Hasil Spesimen Kekasaran Halus

NO	Variasi	Tingkat Kekasaran	σ (Mpa)	F (N)
1	Tanpa Lubang	$6,28 \mu\text{m}$	567,215	18434,494
2	1 Lubang $\phi 15$	$6,28 \mu\text{m}$	351,237	11415,216
3	Lubang $\phi 8$, $\phi 15$, $\phi 8$	$6,28 \mu\text{m}$	332,123	10794,007
4	Lubang $\phi 8$, $\phi 20$, $\phi 8$	$6,28 \mu\text{m}$	666,400	21685,015

Tabel 5. Hasil variasi tingkat kekasaran tanpa Lubang

NO	Variasi	Tingkat Kekasaran	σ (Mpa)	F (N)
1	Tanpa Lubang	6,28 μm	577,247	18760,537
2	Tanpa Lubang	12,29 μm	602,631	19585,505
3	Tanpa Lubang	20,32 μm	785,110	25516,066

- Variasi Tanpa Lubang

$$kt = \frac{577,247 \text{ MPa}}{567,215 \text{ MPa}} = 1,017$$

$$kt = \frac{602,631 \text{ MPa}}{567,221 \text{ MPa}} = 1,017$$

$$kt = \frac{785,110 \text{ MPa}}{567,215 \text{ MPa}} = 1,017$$

Tabel 6. Hasil variasi tingkat kekasaran variasi Lubang $\phi 15$

NO	Variasi	Tingkat Kekasaran	σ (Mpa)	F (N)
1	1 Lubang $\phi 15$	6,28 μm	683,919	22227,379
2	1 Lubang $\phi 15$	12,29 μm	831,116	27261,257
3	1 Lubang $\phi 15$	20,32 μm	931,111	30110,157

- Variasi 1 Lubang $\phi 15$

$$kt = \frac{683,919 \text{ MPa}}{351,237 \text{ MPa}} = 1,947$$

$$kt = \frac{831,237 \text{ MPa}}{351,237 \text{ MPa}} = 2,366$$

$$kt = \frac{931,111 \text{ MPa}}{351,237 \text{ MPa}} = 2,650$$

Tabel 7. Hasil variasi tingkat kekasaran lubang $\phi 8$, $\phi 15$, $\phi 8$

NO	Variasi	Tingkat Kekasaran	σ (Mpa)	F (N)
1	Lubang $\phi 8$, $\phi 15$, $\phi 8$	6,28 μm	462,167	15020,434
2	Lubang $\phi 8$, $\phi 15$, $\phi 8$	12,29 μm	466,595	15289,342
3	Lubang $\phi 8$, $\phi 15$, $\phi 8$	20,32 μm	775,639	17022,854

$$kt = \frac{462,167 \text{ MPa}}{332,123 \text{ MPa}} = 1,391$$

$$kt = \frac{466,595 \text{ MPa}}{332,123 \text{ MPa}} = 1,404$$

$$kt = \frac{775,639 \text{ MPa}}{332,123 \text{ MPa}} = 2,335$$

Tabel 8. Hasil variasi tingkat kekasaran lubang $\phi 8$, $\phi 20$, $\phi 8$

NO	Variasi	Tingkat Kekasaran	σ (Mpa)	F (N)
1	Lubang $\phi 8, \phi 20, \phi 8$	6,28 μm	715,439	23265,288
2	Lubang $\phi 8, \phi 20, \phi 8$	12,29 μm	807,875	26255,797
3	Lubang $\phi 8, \phi 20, \phi 8$	20,32 μm	962,873	31293,389

$$kt = \frac{715,439 \text{ MPa}}{66,400 \text{ MPa}} = 1,073$$

$$kt = \frac{807,875 \text{ MPa}}{66,400 \text{ MPa}} = 1,212$$

$$kt = \frac{962,873 \text{ MPa}}{66,400 \text{ MPa}} = 1,444$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil patahan spesimen single lap joint setelah dilakukan uji tarik adalah sebagai berikut:

- Tanpa Lubang

1. Hasil patahan spesimen
2. Tingkat kekasaran 6,28 μm , 12,29 μm dan 20,32 μm



Gambar 9. Patahan spesimen tanpa lubang

- Variasi lubang $\phi 15$

1. Hasil patahan spesimen
2. Tingkat kekasaran 6,28 μm , 12,29 μm dan 20,32 μm



Gambar 10. Patahan spesimen Variasi lubang $\phi 15$

- Variasi lubang $\phi 8, \phi 15, \phi 8$

1. Hasil patahan spesimen
2. Tingkat kekasaran 6,28 μm , 12,29 μm dan 20,32 μm



Gambar 11. Patahan spesimen Variasi lubang ø8, ø15, ø8

- Variasi lubang ø8, ø20, ø8
 1. Hasil patahan spesimen
 2. Tingkat kekasaran 6,28 µm, 12,29 µm dan 20,32 µm



Gambar 12. Patahan spesimen Variasi lubang ø8, ø20, ø8

5. ANALISA

Pada penelitian ini ada beberapa kesulitan dalam proses penekanan spesimen pada alat penekan dan pada proses pengukuran tingkat kekasaran permukaan, dimana pada proses penyambungan spesimen menggunakan alat penekan spesimen harus lebih teliti sehingga ketebalan adhesive bisa lebih akurat dan juga pada saat pengukuran tingkat kekasaran permukaan harus lebih teliti dalam penyetingan titik 0 dan setting benda kerja. Disarankan untuk metode menempelan adhesive terhadap adherend pada sambungan single lap joint harus lebih teliti saat adhesive memasuki sisi dalam adherend dan untuk pembuatan sambungan yang akan diuji sebaiknya sambungan dibuat sekaligus secara bersamaan sehingga faktor-faktor eksternal seperti lingkungan tidak akan mempengaruhi hasil pengujian.

Berdasarkan hasil pengujian spesimen diperoleh juga kegagalan kohesif, kegagalan dimana adanya patahan pada adhesive. Artinya terdapat kesalahan pada kohesif (campuran) pada adhesive tersebut sehingga pada sisi permukaan adherend dengan adhesive tetap melekat namun terjadi patahan pada adhesive nya sendiri.

5.KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. kekasaran dapat mempengaruhi kekuatan pada sambungan, karena permukaan yang kasar akan membuat mengikatnya adhesive ke adherend semakin kuat dan kekuatan sambungan adhesive akan semakin besar.
2. Kekuatan adhesive lebih kuat terjadi pada variasi lubang $\varnothing 8$, $\varnothing 15$, $\varnothing 8$ dengan tingkat kekasaran 20,32 μm .
3. Pada sambungan single lap joint lebih efektif dengan menggunakan lubang karena proses pengeringan adhesive lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. R. S. Dan, SUSPensi MONOSHOCK DOUBLE SIDED PADA ELECTRIC TRICYCLE KW PENGARUH YOUNG ' S MODULUS DISTRIBUSI TEGANGAN DAN SERAPAN ENERGI PADA HYBRID DOUBLE LAP JOINT : RIVET- BONDING TENSILE MENGGUNAKAN FINITE ELEMENT. 2022.
- [2] A. Ali, D. I. Permana, and H. N. Yudha, "Analysis of variance dimension of reinforcement to stress concentration factor using Finite Element Method," *Sinergi*, vol. 26, no. 3, p. 295, 2022, doi: 10.22441/sinergi.2022.3.004.
- [3] G. Richard, J. Budynas, and Keith Nisbett, No Tit. $\text{le.} \varnothing \text{le.}$ 2011. [Online]. Available: <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>
- [4] Pilkey Walter.D and Pilkey Deborah F., *Petersons-Stress-Concentration-Factors 3Rd-Edition_Compress*. 2008