

# Pengaruh Penambahan Kadar Gula Pasir pada Lem Besi Tipe *Epoxy* terhadap Tegangan Geser Sambungan

Itang Jaelani, Daryono, Moh. Jufri

Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Malang, Indonesia

Article history: Received: 10/5/2018; Revised: 20/6/2018; Accepted : 25/6/2018

## ABSTRAK

Penelitian ini menggunakan lem untuk proses perekatan dengan dengan penambahan variasi gula terhadap kekuatan geser pada logam. Kemudian di lakukan pengujian dengan menggunakan uji tarik. Metode yang di gunakan dalam penelitian ini adalah melakukan uji kekuatan geser dengan menggunakan alat uji tarik dengan variasi tambahan kadar gula 1gr,2gr,3gr dan 4gr dengan banyak 3 spesiman per masing-masing penambahan kadar gula. Hasil pengujian geser yang telah dilakukan menunjukkan nilai tegangan geser tertinggi adalah 0,69 kg/mm<sup>2</sup> pada variasi penambahan kadar gula 1gr. Sedangkan pada variasi penambahan 2 gr nilai tegangan geser tertinggi adalah 0,30 pada spesimen no 2 dan pada variasi penambahan 3gr nilai tertinggi 0,82 kg/mm<sup>2</sup> spesimen no 3. Dan yang terakhir penambahan kadar 4gr nilai tertinggi adalah 0.074 pada spesimen no 2 bahwa penambahan serbuk pada lem *epoxy* akan meningkatkan *displacement* atau pertambahan panjang pada saat proses pengujian Namun, *displacement* tertinggi terjadi saat penambahan pada penambahan variasi di 3gr gula Hal ini dikarenakan, penambahan 3 gr gula membuat lem *epoxy* padat dan tidak terlalu kaku. Dibandingkan dengan penambahan gula pasir 1gr,2gr dan 4gr. Seperti yang di tunjukan pada gambar tabel 4.2 variasi penambahan 4gr gula tegangan geser maupun tegangan tarik.

**Kata Kunci:** *adhesive bonding*, tegangan geser, variasi gula

## ABSTRACT

*This research concerned on glueing by adding sugar variation toward metal shear strength tested with tensile test. Shear strength test was conducted as method of this research with tensile test tool where variation of additional suggar is respectively 1 gr, 2 gr, 3 gr, and 4 gr with 3 specimens for each variation. Result of testing shows that the highest value of shear strength is 0.69 kg/mm<sup>2</sup> on variation of 1 gr additional sugar. Whereas, 2 gr additional sugar variation resulted the highest shear stress of 0.30 on specimen no. 2. Meanwhile, on 3 gr variation, the highest value is 0.821 kg/mm<sup>2</sup> on specimen no. 3. The last variation of 4 gr additional sugar has the highest value on 0.074 for specimen no. 2. It confirms that adding powder on epoxy glue will increase displacement or additional length during testing process. Yet, the highest displacement occur in 3 gr additional sugar variation. It is due to the additional sugar of 3 gr made epoxy dense and less stiff compare with 1 gr, 2 gr, and 4 gr additional sugar. It is as depicted by Table 4.2 on 4 gr variation for shear stress and tensile stress.*

**Keywords:** *adhesive bonding*, shear stress, sugar variation



**Itang Jaelani**, menyelesaikan studi Sarjana di Jurusan Teknik Mesin UMM.



**Daryono**, menyelesaikan studi Magister di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan bidang kepakaran Mekanika Kekuatan Bahan dan Desain. Berprofesi sebagai Dosen di Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Malang. Penelitian yang dilakukan banyak berhubungan dengan sifat-sifat material dan desain.



**Moh. Jufri**, menyelesaikan studi Magister di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan bidang ilmu Teknik Material atau Ilmu Bahan. Berprofesi sebagai Dosen di Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Malang. Penelitian yang dilakukan banyak berhubungan dengan Rekayasa Material dan Smart Material.

\*Corresponding author.

E-mail address: [daryono@umm.ac.id](mailto:daryono@umm.ac.id)

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2017 Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, All right reserved, This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

## PENDAHULUAN

Dalam kemajuan teknologi sambungan lem merupakan salah satu metode dalam membuat ikatan antara dua atau lebih material. Metode ini lebih efektif dibandingkan metode penyambungan tradisional seperti sambungan paku keling, sambungan las dan sambungan baut karena selain logam, sambungan ini juga bisa di gunakan pada struktur non logam [1]. Lem *epoxy* telah di gunakan secara luas khususnya industri otomotif dan pesawat terbang karena memiliki karakteristik sambungan yang baik dalam sambungan struktur komponen [2]. Beberapa penelitian juga sudah dikembangkan diantaranya Wenyu [3] mengembangkan penelitian tentang pengaruh penambahan serbuk perak pada lem *epoxy* terhadap konduktivitas thermal, konduktivitas listrik dan kekuatan mekanik sambungan. Fraksi massa serbuk perak berkisar antara 70% sampai dengan 82,5%. Selain itu, uji SEM juga diteliti untuk mengetahui distribusi serbuk perak pada sambungan. Dari hasil penelitian ditemukan bahwa semakin banyak jumlah campuran serbuk perak maka konduktivitas thermal juga akan meningkat. Namun, semakin banyak jumlah campuran serbuk perak akan menurunkan kekuatan tarik dan kekuatan geser dari sambungan pelat dengan fraksi massa serbuk perak antara 70% sampai dengan 82,5%.

Penelitian tentang kekuatan dan mekanisme kegagalan sambungan lem dengan memanfaatkan *software* berbasis elemen hingga. Penambahan serbuk material pada lem *epoxy* juga mempengaruhi perilaku rambat retak pada sambungan. Penambahan serbuk material ini akan memungkinkan untuk menghambat laju perambatan retak yang terjadi. Hal ini disebabkan saat retak yang terjadi merambat melalui serbuk material maka retak membutuhkan waktu yang lebih lama untuk melakukan inisiasi retak sehingga umur komponen menjadi semakin lama. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menginvestigasi pengaruh penambahan serbuk material baik logam maupun non-logam terhadap perilaku rambat retak pada sambungan lem *epoxy*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *peeling test* untuk mengetahui kekuatan peel dari sambungan lem *epoxy* dan *tearing test* untuk mengetahui kekuatan *shear* [4].

Berhubung kebutuhan di beberapa industri untuk penggunaan lem *epoxy* banyak digunakan. Namun pengguna lem *epoxy* ini, ada beberapa kekurangan seperti daya rekatnya kurang maksimal dan juga waktu yang di capai untuk memaksimalkan perekatan yang membutuhkan waktu cukup lama, Salah satu cara untuk mengubah properti fisik dari lem *epoxy* adalah

menambahkan glukosa (gula), yang merupakan senyawa polimer dengan banyak rantai karbon C. Dari gugus fungsinya, bentuk struktur senyawa glukosa berupa siklik segi enam. Selain itu, untuk mendapatkan konduktivitas thermal yang tinggi, jumlah serbuk gula yang ditambahkan juga harus tinggi. Secara teoritis, banyaknya serbuk logam yang dicampurkan pada lem *epoxy* akan menurunkan properti mekaniknya. Namun, pengaruh penambahan serbuk material terhadap properti mekanik lem *epoxy* masih dalam tahap investigasi [5], pada penelitian ini gula yang di gunakan adalah gula jenis gula pasir, karena gula pasir lebih mudah larut dan mempunyai tekstur lebih padat di banding dengan jenis gula lain nya dalam pengeleman ini dikhususkan untuk pengeleman logam.

## METODE

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian eksperimental nyata (*true experimental research*), yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis material serbuk terhadap perilaku tegangan geser pada *epoxy* adhesive layer. Variabel bebas adalah variabel yang direncanakan untuk menentukan hasil sebuah proses atau variabel yang besarnya ditentukan sebelum dilakukan penelitian. Variabel bebas pada penelitian ini adalah :

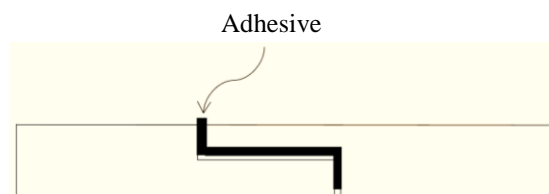
Material serbuk : Gula pasir

Pengujian : Uji Tarik (*tensile test*)

Variabel terikat adalah variabel yang nilainya dipengaruhi oleh variabel bebas dan didapat setelah proses dilakukan. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah perilaku tegangan geser. Dan variabel yang nilainya tidak akan berubah selama penelitian meskipun dengan variasi yang berbeda-beda. Variabel terkontrol pada penelitian ini adalah: Fraksi volume material serbuk 1 gr, 2 gr, 3 gr, 4 gr per tiga kali percobaan

Tebal Lem  $\pm 2$  mm

Benda kerja yang di pakai untuk penelitian ini adalah plat besi kotak pejal dengan tebal 1,5 cm. Dimensi dapat di lihat pada gambar 1.



Gambar 1. Spesimen uji tarik

Cara pembuatan spesimen untuk pengujian tarik harus membentuk tangga kemudian dibutuhkan dua material untuk melakukan penyambungan seperti pada Gambar 2.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Bahan Eksperimen Sebelum diuji

Bahan eksperimen : besi plat  
 Bentuk bahan eksperimen : Plat  
 Panjang, lebar dan tebal material : 250 mm × 15mm × 15mm

### Data Penelitian

Bahan eksperimen : plat baja  
 Panjang spesimen : 250 mm  
 Tebal spesimen : 15 mm  
 Lebar spesimen : 15 mm

Variasi penambahan kadar gula pada proses lem : 1 gr, 2 gr, 3 gr, 4 gr.

### Benda uji sebelum pengeleman



Gambar 2. Benda uji sebelum pengeleman

### Hasil Pengeleman

1. Hasil pengeleman dengan menambahkan 1 gr gula pasir



Gambar 3. Benda uji setelah di beri adhesif dengan penambahan 1 gr gula pasir

2. Hasil pengeleman dengan menambahkan 2gr gula pasir



Gambar 4. benda uji setelah di beri adhesif dengan penambahan 2 gr gula pasir

3. Hasil pengeleman dengan menambahkan 3 gr gula pasir



Gambar 5. benda uji setelah di beri adhesif dengan penambahan 3gr gula pasir

4. Hasil pengeleman dengan menambahkan 4gr gula pasir



Gambar 6. benda uji setelah di beri adhesif dengan penambahan 4 gr gula pasir

1 gram gula  
 Spesimen 1  
 Tebal plat (t) : 10mm  
 Lebar plat (L) : 15 mm  
 Lebar pengeleman (I) : 15 mm  
 Beban maksimum (f) : 98 Kgf

### Tegangan geser

$$A = \text{lebar pengeleman} \times \text{panjang pengeleman} \\ = 15 \times 50 \\ = 750 \text{mm}^2$$

Tegangan geser dihitung dengan persamaan berikut [6],

$$\tau_s = \frac{F}{A} \\ = \frac{89}{15 \times 50} \\ = 0,1 \text{ Kg/mm}$$

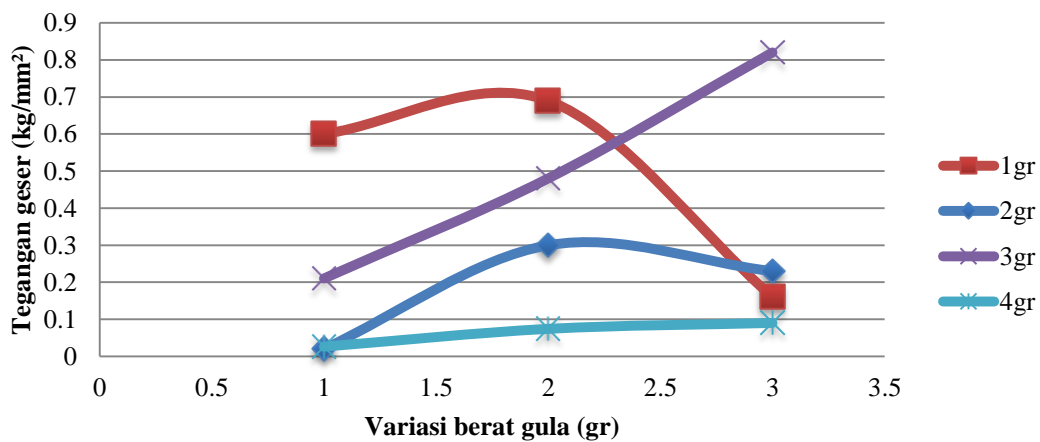
Tabel 1. Hasil Pengujian

Variasi berat gula	Area Mm2	Max force Kgf	Tegangan geser kg/mm <sup>2</sup>
1gr	324	89	0.6
1gr	324	520	0.69
1gr	324	126	0.16
Rata rata		257	0.45
2gr	324	19	0.02
2gr	324	229	0.30
2gr	324	175	0.23
Rata rata		141	0.19
3gr	324	158	0.21
3gr	324	362	0.48
3gr	324	617	0.82
Rata rata		379	0.50

Tabel 1. Hasil Pengujian (lanjutan)

Variasi berat gula	Area mm <sup>2</sup>	Max force Kgf	Tegangan geser kg/mm <sup>2</sup>
4gr	324	20	0.026
4gr	324	56	0.074
4gr	324	68	0.09
Rata rata		48	0.19

Penurunan dikarenakan lem *epoxy* terlalu elastis sehingga waktu pengeringan lem tersebut cepat sehingga lem menjadi rapuh. Hasil dari pengujian geser yang ditunjukkan pada tabel 1 didapat pengujian geser tertinggi terdapat pada spesimen no 2 pada variasi penambahan gula sebanyak 1 gr dengan hasil tegangan geser sebesar 0.69 kg/mm<sup>2</sup> dikarenakan bercampur lem *epoxy* dengan gula yang sempurna dapat menghambat adanya perambatan retak saat dilakukan pengujian. Sehingga dibutuhkan gaya yang lebih besar untuk memisahkan dua komponen yang disambung. Tegangan geser terendah pada spesimen 1 pada variasi penambahan 2gr gula yaitu 0.02.



Gambar 7. Grafik tegangan geser

Tetapi jika di ambil rata rata dari semua pengujian geser ada perubahan pada setiap penambahan kadar gula dari setiap spesimen pengujian namun ada penurunan pada penambahan kadar gula 4gr, mungkin karena lem terlalu elastis, kadar lem menyebabkan proses pengeringan cepat sehingga menyebabkan lem rapuh atau juga bisa diakibatkan karena proses sewaktu pengeleman dilakukan kurang merata.

Dari hasil penelitian didapatkan data hubungan antara variasi serbuk dengan *displacement* baik pada pengujian. Seperti yang di tunjuk kan pada gambar 2.

Dari grafik dapat dilihat bahwa penambahan serbuk pada lem *epoxy* akan meningkatkan *displacement* atau pertambahan panjang pada saat proses pengujian. Namun, *displacement* tertinggi terjadi saat penambahan pada penambahan variasi di 3gr gula. Hal ini dikarenakan, penambahan 3 gram gula membuat lem *epoxy* padat dan tidak terlalu kaku. Dibandingkan dengan penambahan gula pasir 1gr, 2gr, dan 4gr. Seperti yang di tunjukan pada gambar 2, variasi penambahan 4gr gula tegangan geser maupun tegangan tarik yang ditunjukkan pada tabel semua rendah itu

disebabkan oleh variasi gula terlalu banyak. Sehingga menyebabkan lem *epoxy* terlalu elastis sehingga membuat lem menjadi rapuh.

## KESIMPULAN

Dari hasil pengujian tarik pada sambungan lem *epoxy* dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Bahwa variasi penambahan serbuk gula pasir ada pengaruh terhadap sambungan lem *epoxy*.
2. Penambahan material serbuk gula pasir pada sambungan lem dapat meningkatkan tegangan geser.
3. Pada pengujian tarik, patah yang dominan oleh patah *adhesive*.

## REFERENSI

- [1] Wei X., and Wei Y., "Strength and interface failure mechanism of adhesive joints," *International Journal of Adhesion and Adhesives*, no. 34, p. 80-92, 2012.
- [2] Amar Prakash, J. Rajasankar, N. Anandavalli, Mohit Verma, Nagesh R. Iyer, "Influence of adhesive thickness on high velocity impact performance of ceramic/metal composite targets," *International Journal of Adhesion and Adhesives*, no.41, p. 186-197, 2013.
- [3] Wenyu Q., Bao H., Li x., Jin S dan Gu Z., "Research Conductive Adhesive Filled With Mixed filler," *International Journal of Adhesion an adhesive*, no 48, p. 159, 2014.
- [4] Khairul Anam, "Pengaruh Penambahan Serbuk Logam/Non-Logam Terhadap Kekuatan dan Perilaku Rambut Retak pada Sambungan Lem Epoxy," *Journal of Environmental Engineering and Sustainable Technology*, vol.2, no.2, pp. 67-71, 2015.
- [5] Rahmazam K., Sunar M. dan Yilbas B., "Influence of Adhesive Thickness and filler Content on The Mechanical Performance of Aluminum Single-Lap Joints Bonded with Aluminum Powder Filled Epoxy Adhesive," *Journal of Materials Processing Technology*, no. 205, pp. 183-189, 2008.
- [6] Dieter, George, E., "Mechanical Metallurgy", London: McGraw-Hill, 1988.