

PENGARUH LINGKUNGAN AGRESIF TERHADAP KEKUATAN GESER SAMBUNGAN KOMPOSIT SERAT RAMI DAN FIBERGLASS

Andi Surya P, Sugiman, Paryatno Dwi S.

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jl. Majapahit no 62, Mataram, NTB, 83125

*Corresponding author email: s.sugiman@unram.ac.id

ABSTRAK

Salah satu perkembangan di bidang teknik yang cukup pesat dapat dilihat melalui perkembangan rekayasa material komposit. Komposit banyak digunakan dalam peralatan rumah tangga, tekstil, maupun dalam sektor industri. Salah satu jenis serat yang banyak digunakan dalam pembuatan komposit yaitu serat sintetis (*fiberglass*) dan serat alam (rami). Untuk membuat struktur yang ringan dan ramah lingkungan, komposit *fiberglass* dan serat rami dapat digunakan, sehingga kedua bahan tersebut perlu disambungkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan geser pada sambungan komposit (serat rami dan *fiberglass*) yang sudah di rendam dalam lingkungan agresif (air distilat, larutan basa/NaOH, larutan asam/cuka, dan larutan garam). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekuatan geser pada spesimen kering sebesar 4,4125 Mpa, dibandingkan kekuatan geser pada perendaman 7 hari air distilat, larutan asam dan larutan garam mengalami kenaikan sebesar 18%, 24% dan 15%, sedangkan pada perendaman 7 hari basa (NaOH) mengalami penurunan kekuatan geser sebesar 29%. Dan pada perendaman 15 hari perendaman air distilat, larutan basa (NaOH) dan larutan garam mengalami penurunan sebesar 32%, 52% dan 6% sedangkan pada perendaman larutan asam tidak mengalami penurunan yang signifikan sebesar 13%.

Kata kunci: Komposit, Serat sintetis, Serat alami, Lingkungan agresif, Kekuatan geser

1. Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memunculkan penemuan-penemuan baru di berbagai bidang. Dunia teknik merupakan salah satu bidang yang menunjukkan perkembangan yang sangat pesat. Terobosan-terobosan baru senantiasa dilakukan dalam rangka mencapai suatu hasil yang dapat bermanfaat bagi umat manusia. Salah satu perkembangan di bidang teknik yang cukup pesat dapat dilihat melalui perkembangan rekayasa material komposit.

Komposit banyak digunakan dalam peralatan rumah tangga, tekstil, maupun dalam sektor industri. Hal ini dikarenakan komposit memiliki beberapa keunggulan seperti bahan komposit lebih kuat, lebih lentur, dan juga tahan akan korosi (Novanto and Setiawan, 2022). Komposit merupakan salah satu jenis material di dalam dunia teknik yang dibuat dengan penggabungan dua macam bahan yang memiliki sifat berbeda dan menjadi satu material baru dengan sifat yang berbeda pula. Salah satu komposit yang memiliki perkembangan dalam dunia rekayasa yaitu komposit yang terdiri dari serat sintetis berupa fiberglass dan serat alami berupa serat rami.

Dalam proses pembuatan komposit diperlukan komponen berupa serat dan matriks. Fungsi dari serat yaitu sebagai bagian yang berfungsi untuk menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan komposit sangat ditentukan oleh kekuatan serat pembentuknya. Serat sendiri dibagi menjadi dua yaitu serat alami dan serat sintetis. Dari segi lingkungan, serat sintetis tidak dapat didaur ulang sehingga serat alami mulai mendapatkan perhatian kembali sebagai penguat dalam pembuatan komposit. Sehingga komposit berpenguat bahan serat alam yang sekarang mulai banyak diteliti dan mulai dikembangkan.

Salah satu jenis tanaman yang memiliki serat yang bagus dan dapat digunakan menjadi penguat dalam komposit yaitu tanaman rami (*Boehmeria Nivea*). Tanaman rami merupakan tanaman yang mudah tumbuh dan berkembang secara baik di daerah dengan iklim tropis. Dalam hal ini serat rami mempunyai keunggulan dibandingkan dengan serat lainnya seperti kekuatan tarik, daya serap terhadap air, tahan terhadap kelembapan dan bakteri, tahan terhadap panas, serta peringkat nomor dua setelah sutra dibandingkan serat alam lainnya dan lebih ringan dibanding serat sintetis dan tentunya ramah lingkungan (Purboputro and Hariyanto, 2017). Resin *polyester* merupakan salah satu jenis resin termoset yang memiliki kekuatan tinggi, memiliki ketahanan terhadap degradasi lingkungan sehingga resin ini banyak digunakan oleh masyarakat umum maupun industri skala kecil dan besar. Sebagai resin pelapis, resin *polyester* memiliki kemampuan berikatan dengan serat alam tanpa menimbulkan reaksi dan gas, oleh karena itu resin *polyester* banyak digunakan untuk matriks komposit.

Perkembangan teknologi industri saat ini, penggunaan bahan perekat sintetis sangat diminati karena lebih efektif dibandingkan dengan perekat yang dibuat dari bahan alami. Salah satu perekat yang terbuat dari bahan sintetis yang banyak digunakan adalah epoxy yang merupakan bahan sintetis termosetting. Kaw (2006) memaparkan bahwa bahan epoxy yang digunakan sebagai perekat memiliki kelebihan yang cukup signifikan dibandingkan dari bahan lainnya seperti memiliki kekuatan yang cukup tinggi. Epoxy juga memiliki viskositas serta tingkat alirannya rendah yang mana hal tersebut memungkinkan membasahi serat dengan baik dan mencegah ketidakberaturan serat selama proses pembuatan material komposit.

Sambungan adhesive merupakan pemecahan dalam rangka penghematan bahan dan estetika serta kerapian. Sambungan adhesive selalu digunakan secara luas dalam berbagai jenis sambungan struktur yang terbuat dari bahan logam, komposit dan keramik. Selama ini proses penyambungan dilakukan dengan cara memakai jenis sambungan las, sambungan mur baut, sambungan keling, brazing dan lain lain. Penggunaan sambungan adhesive mempunyai kelebihan tentang variasi temperatur, menstabilkan tegangan lebih seragam, menahan kelembapan, ketahanan terhadap fisik, mudah menyambung bahan yang berbeda, tidak mengubah sifat bahan yang disambung dan mengurangi kemungkinan korosi yang terjadi.

Penyambungan adhesive adalah proses menyatukan dua permukaan, biasanya dengan menciptakan ikatan yang halus. Proses ini melibatkan penggunaan lem, epoxy, atau salah satu dari berbagai plastik yang mengikat baik melalui penguapan pelarut atau pengawetan melalui panas, waktu, atau tekanan. Penyambungan adhesive mirip dengan menyolder dan mematri logam di mana ikatan metalurgi tidak terjadi meskipun permukaan yang disambung jika dipanaskan tidak meleleh.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan yaitu serat rami anyam, serat *fiberglass* anyam, air distilat pH 7,13, larutan garam (3,5%) pH 7,94, larutan basa NaOH (3,5%) pH 12,44, larutan asam cuka (0,12%) pH 3,35, resin *polyester yukalac*, *mirror wax glaze*, resin *polyester*, perekat *epoxy* Demp-X, kertas mika.

2.2 perlakuan Alkalisasi

Perlakuan alkalisasi (NaOH) dilakukan dengan cara siapkan alat dan bahan seperti rami anyam yang sudah dipotong, wadah, air distilat dan bubuk NaOH, selanjutnya timbang dan larutkan NaOH ke dalam wadah yang sudah di isi dengan air distilat yang sudah ditakar dengan perbandingan NaOH 5% / 0,05 dan aquades 5 liter. Masukkan rami ke dalam wadah yang sudah berisikan larutan NaOH, direndam selama 24 jam, setelah itu diangkat dan di cuci bersih lalu dijemur.

2.3 Pembuatan Komposit Rami dan *Fiberglass*

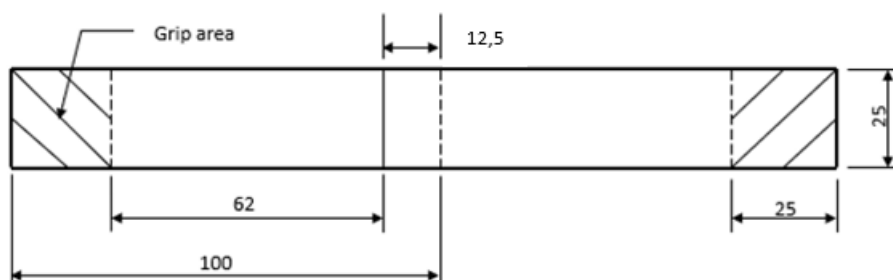
Dalam proses pembuatan spesimen ada beberapa hal yang perlu disiapkan seperti alat dan bahan yang digunakan dalam proses pembuatannya, yaitu seperti timbangan, mirror glaze, gelas pelastik, sendok, tisu, serat rami anyam, serat *fiberglass* anyam, *resin polyester* dan katalis serta mempersiapkan cetakan. Selanjutnya campurkan resin *polyester* dan katalis dengan perbandingan 100:1 kemudian diaduk sampai tercampur merata, sebelum adonan dituang ke dalam cetakan, cetakan terlebih dahulu di oleskan mirror glaze agar memudahkan pada saat membuka cetakan setelah kering. Setelah itu barulah adonan dituangkan ke dalam cetakan yang sudah berisi serat anyam rami 3 lapis atau serat anyam *fiberglass* 5 lapis lalu saat cetakan akan ditutup diberikan pembatas pada samping cetakan supaya saat dipress ketebalan pada spesimen tidak terlalu tipis maupun tebal, cetakan ditutup dengan penutupnya setelah itu di press menggunakan alat press manual dan dibiarkan sampai kering atau didiamkan selama 24 jam. Setelah spesimen kering lalu cetakan dibuka dan spesimen dipotong sesuai dengan dimensi spesimen uji geser. Tahap diatas dilakukan secara berturut-turut dengan serat anyam rami dan *fiberglass*.

2.4 Penyambungan Komposit Rami dan *Fiberglass*

Bahan yang digunakan adalah komposit serat rami dan *fiberglass* sebagai adherend dan *epoxy* sebagai perekat. Ukuran adherend yaitu panjang 100 mm, lebar 25 mm dan tebal 3 mm. Selanjutnya mengamplas ujung spesimen dan di bersihkan menggunakan aseton. Tahap selanjutnya mencampur perekat sesuai dengan prosedur pada kemasan perekat. Menyiapkan cetakan untuk penyambungan spesimen yang sudah di olesi dengan *mirror glass*. Dan setelah perekat dan cetakan dipersiapkan, kemudian dilakukan penyambungan komposit dengan panjang 12,5 mm ketebalan perekat 0,2 mm diperoleh dengan menyisipkan kertas mika di tengah tengah cetakan. Kemudian perekat dioleskan pada permukaan komposit yang akan disambung secara merata dan kemudian dilakukan tahap penyambungan antara komposit *adherend* satu dengan yang lainnya dan press supaya tebal penyambungan bisa sesuai dengan tebal yang di tentukan.



Gambar 1. Spesimen sambungan



Gambar 2. Ukuran Uji Geser ASTM D1002

2.5 Perendaman Spesimen

Proses selanjutnya yaitu spesimen komposit direndam masing-masing dalam larutan agresif. Proses perendaman dilakukan pada wadah yang tertutup selama variasi waktu yaitu 7 hari dan 15 hari. Ada beberapa media perendaman yang di gunakan dalam penelitian ini adalah air distilat, larutan asam, basa (NaOH) dan garam.

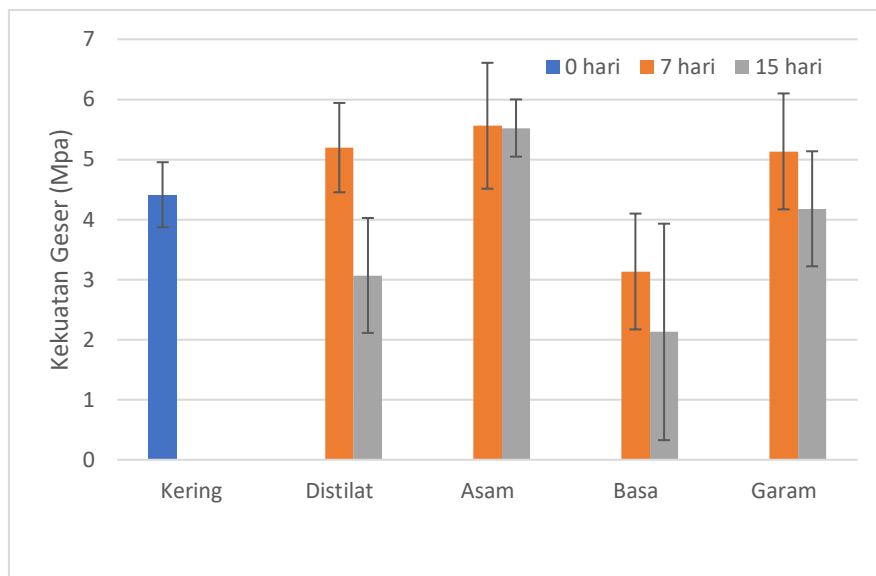
2.6 Pengujian Geser

Pengujian kekuatan geser adalah prosedur untuk mengetahui kekuatan *specimen* yang satu dengan *specimen* yang lainnya. Adapun langkah-langkah prosedur pengujian kekuatan geser yaitu sebagai berikut:

Mempersiapkan alat dan bahan pengujian kekuatan geser seperti alat uji geser, tisu, laptop untuk mengambil data dan rekaman *specimen* uji, serta *specimen* uji. Selanjutnya, menambah grip di kedua ujung *specimen* supaya saat pengujian *specimen* bisa berada pada posisi tengah, Kemudian mengatur atau mengkalibrasi alat uji sesuai dengan ukuran panjang *specimen*, lalu sesuai dengan tumpuannya. Lalu menghidupkan mesin yang menghubungkan alat uji geser dengan laptop untuk memudahkan pengambilan data dan rekaman uji geser. setelah itu dilakukan pengujian dengan 2 putaran dalam 5 detik, setelah *specimen* diuji diukur panjang dan lebar overlap pada *specimen* lalu dilihat mode kegagalan pada *specimen*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Kekuatan Geser



Gambar 3. Grafik kekuatan geser rata rata seluruh *specimen*

Pada gambar 2 menunjukkan grafik kekuatan geser sambungan yang diekspos pada berbagai media perendaman. Terlihat pada *specimen* kering memiliki kekuatan geser rata rata sebesar 4,4125 MPa. Di banding kondisi kering, setelah direndam selama 7 hari pada air distilat, larutan asam dan larutan garam kekuatan geser rata rata naik masing-masing sebesar 18%, 24% dan 15%, tetapi untuk perendaman basa (NaOH), kekuatan geser rata rata turun sebesar 29%. Pada waktu perendaman 7 hari, *specimen* dengan perendaman distilat, asam, garam mengalami kenaikan kekuatan geser dibandingkan *specimen* kering dikarenakan terjadi perubahan sifat mekanis pada perekat epoxy, dimana epoxy menjadi lebih lentur dan fleksibel (Amaro, 2013), tanpa mempengaruhi daerah antarmuka. Pada perendaman dengan larutan basa, kekuatan geser sambungan menurun karena larutan basa menyebabkan penurunan sifat

lentur yang lebih tinggi dibandingkan larutan asam, sehingga menghasilkan sifat lentur yang paling rendah. Dan pada penelitian Sugiman, dkk, (2016) dalam media air distilat penurunan kekuatan geser kondisi stabil lebih tinggi dibanding dalam air garam dikarenakan air yang terserap dalam perekat dan komposit dalam air garam lebih rendah dibanding dalam air distilat. Pada perendaman 15 hari, kekuatan geser specimen yang direndam dalam air distilat, larutan garam, dan larutan asam, kekuatan gesernya masih lebih tinggi dari kondisi kering dan tidak menunjukkan penurunan yang berarti dibanding perendaman 7 hari. Untuk perendaman selama 15 hari pada air distilat didapatkan kekuatan geser rata-rata menurun 32% , untuk perendaman asam didapatkan kekuatan geser rata-rata menurun 13%, untuk perendaman basa (NaOH) menurun 52% dan untuk perendaman garam juga menurun 6%. Pada waktu perendaman 15 hari perendaman distilat, asam, basa (NaOH), garam mengalami penurunan kekuatan geser dikarenakan kekuatan lentur dan modulus lentur menurun seiring dengan waktu pemaparan.

Dari data keseluruhan kekuatan geser tertinggi di tunjukan pada perendaman Asam dengan variasi waktu 7 hari yaitu 5,560 MPa dan kekuatan geser paling rendah ditunjukan pada perendaman Basa (NaOH) variasi waktu 15 hari yaitu sebesar 2,1285 MPa. Dikutip dari (Amaro, 2013) telah diamati bahwa kekuatan tarik dan modulus elastis (E) meningkat dalam lingkungan asam dan menurun pada pelarut lainnya.

3.4 Mode Kegagalan Uji Geser



Gambar 4. Mode kegagalan sambungan komposit serat rami dan *fiberglass* tanpa perlakuan, 7 hari dan 15 hari perendaman.

Dari Gambar 4 mode kegagalan dapat mengindikasikan kekuatan sambungan pada berbagai ekspos. Untuk kondisi kering, mode kegagalan adalah campuran kohesif dan adhesive (interfacial), tetapi porsi kegagalan adhesive lebih banyak. Hal ini menunjukkan bahwa antarmuka bagian terlemah dari sambungan. Namun mode kegagalan yang kohesif menunjukkan juga ikatan perekat dengan rami dan komposit juga baik. Untuk spesimen yang diekpos dalam air selama 7 hari, kegagalan juga didominasi adhesive, tetapi juga menunjukkan kegagalan kohesif. Kekuatan geser lebih tinggi dari kondisi kering yang menunjukkan meningkatnya ketangguhan perekat karena menyerap air. Setelah perendaman 15 hari, kegagalan didominasi kohesif yang menunjukkan perekat menjadi bagian terlemah. Hal ini karena air terserap menurunkan sifat mekanik perekat, yang ditunjukkan turunnya kekuatan geser yang signifikan dibawah kondisi kering. Untuk perendaman dalam larutan asam asetat, mode kegagalan untuk perendaman 7 hari adalah adhesive and kohesif, namun kegagalan adhesive mendominasi dan kekuatan geser paling tinggi diantara yang lain. Di perendaman 15 hari, mode kegagalan berubah ke kohesif dan juga kegagalan pada substrat komposit fiberglass di bawah sambungan. Bagian perekat menjadi bagian terlemah dari sambungan dan, tetapi perekat menjadi lebih lemah dibanding perendaman pada 7 hari, sehingga kekuatan geser sedikit lebih rendah dibanding pada 7 hari. Untuk perendaman dalam larutan basa, mode kegagalan adalah kohesif untuk lama perendaman 7 dan 15 hari, namun kekuatan geser semuanya dibawah kondisi kering. Sepertinya larutan basa menyerang perekat sehingga kekuatan perekat menjadi berkurang. Untuk perendaman di larutan garam, mode kegagalan pada perendaman 7 hari didominasi adhesive, walau ada sedikit kohesif, demikian juga pada perendaman selama 15 hari. Sama seperti pada perendaman di air distilat, kekuatan geser pada hari lebih tinggi dari kondisi kering dan pada 15 hari lebih rendah dari kondisi kering.

4. Kesimpulan

Telah dilakukan penelitian pengaruh lingkungan agresif terhadap kekuatan geser sambungan komposit serat rami dan *fiberglass*. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa:

1. Kekuatan geser pada penelitian ini dipengaruhi oleh lingkungan agresif.
2. Lama waktu perendaman pada lingkungan agresif juga mempengaruhi kekuatan geser.
3. Pada perendaman asam memiliki kekuatan geser lebih besar dari pada spesimen kering dengan kekuatan sebesar 4,4125 MPa, sedangkan pada perendaman basa (NaOH) kekuatan geser pada spesimen lebih kecil. Pada pengujian geser komposit serat rami dan fiberglass nilai kekuatan geser tertinggi terdapat pada perendaman asam variasi waktu 7 hari dengan nilai sebesar 5,560 MPa, dan nilai kekuatan geser terkecil terdapat pada perendaman basa (NaOH) variasi waktu 15 hari sebesar 2,1285 MPa.

5. Daftar Pustaka

- Amaro, A. M., Reis, P. N. B., Neto, M. A., & Louro, C. (2013). Effect of Alkaline and Acid Solutions On Glass/Epoxy Composites. *Polymer Degradation And Stability*, 853-862. DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2012.12.029>
- Kaw, A.K., 2006, *Mechanic of Composite Materials Second Edition*, Taylor & Francis Group, New York.
- Novanto, Septio, and Ferry Setiawan. (2022). Pengaruh Perendaman NaCl Dan NaOH Pada

Pembuatan Komposit Serat Pinang Dengan Metode Vaccum Bagging. *JAMERE* 2(2):47–51.

Purboputro, Pramuko Ilmu, and Agus Hariyanto. (2017). Analisis Sifat Tarik Dan Impak Komposit Serat Rami Dengan Perlakuan Alkali Dalam Waktu 2,4,6 Dan 8 Jam Bermatrik Poliester. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin* 18(2):64–75. doi: 10.23917/mesin.v18i2.5238.

Sugiman. & Setyawan, P. D. (2016). Pengaruh Media Dan Kondisi Ageing Pada Kekuatan Sambungan Perekat Baja - Komposit Fiberglass/polyester. *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XV*, 9-23.

Sukma Ranti., Hayati., 2023, Pengaruh Faktor Lingkungan Agresif Terhadap Sifat Mekanik Komposit Epoksi- Serat Abaka, Universitas Mataram, Mataram.