

Pembuatan dan Uji *Impact* Plat dari Serat Karbon Kevlar

Lewi Gonzales Marpaung¹, Dadan Ramdan²

^{1,2}Universitas Medan Area

lewigonzalesmarpaung@gmail.com¹

ABSTRACT

Carbon fiber has been widely used in various fields thanks to its superior properties in terms of stiffness, lightness, strength and corrosion resistance. This study uses an experimental method using a mold and a vacuum machine and tested using a charpy impact. This test aims to determine the strength properties of a plate made of carbon fiber type Kevlar blue reflective metallic plain 200 gm formed into a plate. The results of the plate test using 3 layers of carbon fiber have an impact strength of 327 (Joules), a 7-layer plate has an impact strength of 654 (Joules), and an 11-layer plate has an impact strength of 752 (Joules). The process of making the plate by infusion, so that it can affect the density of each layer, and can be formed into a plate. The impact test was carried out to determine the impact strength value of the designed plate. From the results of the impact test, the 11-layer plate can be applied to the car body.

Keywords : *Kevlar carbon fiber, mold, vacuum pump machine, charpy impact.*

ABSTRAK

Serat karbon telah meluas di berbagai bidang berkat sifat-sifatnya yang unggul dalam hal kekakuan, keringanan, kekuatan dan ketahanan terhadap korosi. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan menggunakan cetakan dan mesin vakum dan diuji menggunakan impact charpy. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sifat kekuatan yang dimiliki plat berbahan serat karbon jenis *Kevlar blue reflectife metalic plain 200 gm* di bentuk menjadi plat. Hasil dari pengujian plat menggunakan 3 lapis serat karbon yang memiliki kekuatan impak 327 (Joule) , plat lapis 7 memiliki Kekuatan impak 654 (Joule), dan plat lapis 11 memiliki kekuatan impak 752 (Joule). Proses pembuatan plat dengan cara diinfus, sehingga dapat mempengaruhi kepadatan setiap lapisan, dan dapat dibentuk menjadi plat. Uji impak dilakukan untuk mengetahui nilai kekuatan impak pada plat yang dirancang. Dari hasil uji impak plat lapis 11 sudah dapat diaplikasikan ke *body* mobil.

Kata kunci : Serat Karbon kevlar, Cetakan, Mesin pompa vakum, Impact charpy.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang pesat saat ini telah memicu lahirnya berbagai inovasi dalam kehidupan manusia. Salah satu bidang yang menunjukkan kemajuan signifikan adalah teknik material. Hal ini disebabkan oleh pentingnya pemilihan material yang tepat dalam setiap proses perancangan teknik, karena hal tersebut sangat memengaruhi hasil akhir rancangan. Dalam teknik material, terdapat banyak variabel yang bisa disesuaikan berdasarkan anggaran dan kebutuhan desain untuk menghasilkan rancangan yang optimal dan efisien. Seiring perkembangannya, para peneliti di bidang material komposit kini lebih berfokus pada pengembangan material yang memiliki kekuatan tinggi, lebih tahan lama, dan ringan. Material seperti ini dibutuhkan untuk mendukung kemajuan teknologi serta perancangan struktur kompleks seperti pesawat terbang, kendaraan otomotif, dan bilah turbin angin (Rusminanda, 2021:94).

Kata komposit berasal dari istilah “*to compose*” yang memiliki arti menyusun atau menggabungkan. Secara ringkas, bahan komposit merupakan material yang terbentuk dari gabungan dua atau lebih jenis material yang berbeda. Dengan demikian, komposit adalah material yang dihasilkan melalui penggabungan dua atau lebih bahan pada skala makroskopis, dengan tujuan membentuk material baru yang memiliki karakteristik dan keunggulan fungsional yang lebih baik. Komposit dan alloy memiliki perbedaan dari cara penggabungannya yaitu pada material komposit, penyusunnya digabungkan pada skala makroskopis sehingga serat dan matriksnya masih dapat terlihat dengan jelas (seperti pada komposit serat). Sementara itu, pada paduan logam (*alloy*), unsur-unsurnya bercampur pada tingkat mikroskopis, sehingga komponen penyusunnya tidak lagi tampak secara terpisah. (Agung, 2019:3).

Material komposit adalah jenis material yang tersusun dari dua atau lebih bahan struktural yang dikombinasikan pada tingkat makroskopik. di mana masing-masing bahan tidak saling melarutkan satu sama lain (Rusminanda, 2021:94). Komposit yang menggunakan matriks berbahan dasar polimer, atau dikenal sebagai komposit polimer, menggunakan polimer sebagai matriks dan serat sebagai material penguat. Jenis serat yang sering digunakan meliputi serat kaca, serat karbon, serta berbagai serat organik lainnya. Komposit ini memiliki sejumlah keunggulan, di antaranya kekuatan dan kekakuan yang tinggi, massa jenis yang ringan, ketahanan terhadap korosi, umur kelelahan yang panjang, serta kemudahan dalam proses pembentukan. (Rusminanda, 2021:94).

Salah satu jenis material komposit yang sering digunakan adalah komposit berbasis serat karbon dan Kevlar. Serat karbon dikenal memiliki kekuatan serta modulus elastisitas yang tinggi, sedangkan Kevlar unggul dalam kekuatan tarik dan ketahanannya terhadap benturan. Uji impak dapat dilakukan untuk mengetahui sejauh mana suatu material mampu menahan beban kejutan, yang mencerminkan kondisi nyata saat material menerima beban secara tiba-tiba, bukan secara bertahap (Solihin, 2020). Terdapat sepasang metode utama dalam uji impak, yaitu pengujian impak Charpy dan uji impak Izod. Pengujian Charpy menggunakan spesimen dengan ukuran tertentu sesuai standar ASTM, dan metode ini dinilai memberikan hasil yang lebih akurat dibandingkan dengan uji impak Izod (Purwanto, 2019:14)

Namun menurut Putranti (2019), penggunaan komposit serat karbon dan *Kevlar* dalam aplikasi yang memerlukan kekuatan impak yang tinggi masih memerlukan pengujian tambahan. Untuk mengetahui seberapa baik performa material tersebut dalam kondisi benturan, maka dilakukan uji impak terhadap plat yang terbuat dari serat karbon dan Kevlar. Uji ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan material dalam menyerap energi benturan, yang sangat penting dalam menentukan keamanan dan ketahanan material saat digunakan dalam kondisi dinamis atau ekstrem. Berangkat dari latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk pembuatan dan uji impak plat dari serat karbon *Kevlar* menggunakan uji impak Charpy untuk mengetahui kekuatan dan ketahanannya.

METODE PENELITIAN

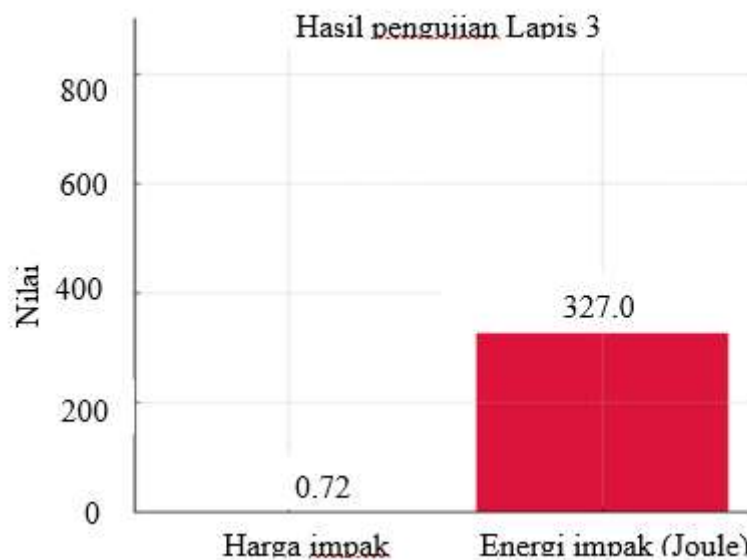
Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu suatu pendekatan yang bertujuan untuk menguji pengaruh suatu variabel terhadap variabel lainnya, serta

menganalisis hubungan sebab-akibat di antara variabel-variabel tersebut. Ciri khas dari metode eksperimen yang membedakannya dari metode penelitian lain adalah adanya kontrol terhadap variabel-variabel yang terlibat, serta pemberian perlakuan tertentu pada kelompok eksperimen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Carbon Kevlar dapat dimanfaatkan sebagai material utama dalam pembuatan plat untuk bagian pintu bodi mobil. Serat karbon memiliki kekuatan lima kali lebih besar dari baja dan kekakuannya dua kali lipat. Komposit berbahan serat karbon juga menunjukkan ketahanan terhadap kelelahan yang sangat baik dibandingkan dengan semua jenis logam yang dikenal, dan ketika dikombinasikan dengan resin yang sesuai, material ini menjadi salah satu bahan paling tahan terhadap korosi. (Suwanto, 2017). Adapun hasil dari pengujian plat daat dilihat pada Gambar 4.16.

dari grafik hapuskan lapisan carbon, cukup harga impact dan energi impact aja



Gambar 4. 1 Grafik Hasil Pengujian Lapisan 3



SS

Gambar 4. 2 Grafik Hasil Pengujian Lapisan 7



Gambar 4. 3 Grafik Hasil Pengujian Lapisan 11

Analisis Data Uji Kekuatan Benturan Plat Carbon Kevlar.

Prosedur percobaan pengujian plat berbahan *carbon Kevlar* ini dilakukan dengan menggunakan mesin Uji Impak Charpy yang berada di Laboratorium Magister Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan plat carbon berdasarkan lapisan serat carbon Kevlar. Pengujian dilakukan dengan cara ditekan dan yang dilampirkan pada grafik nilai tertinggi kekuatan benturan pada plat. Dari pengujian impak tersebut, dihasilkan data yang dapat dilihat pada Gambar 4.13 dimana pada lapisan 3 kekuatan spesimen 0,72 J/mm², lapisan 7 dapat menahan benturan hingga 1,32 J/mm², lapisan 11 dapat menahan benturan hingga 1,67 J/mm².

Jika dibandingkan dari ke tiga plat dengan jumlah lapisan yang berbeda, lapisan ke-11 memiliki kekuatan benturan yang lebih unggul diantara lapisan yang lainnya. Perbedaan kekuatan benturan ini dikarenakan banyaknya lapisan serat carbon dan penggunaan *resin* sebagai matrix perekat lapisan pada serat carbon maka mengakibatkan bertambahnya juga kekakuan benturan pada plat, akan tetapi penambahan lapisan serat carbon mempengaruhi berat pada plat carbon.

Dalam menghasilkan data ini plat *carbon Kevlar* berjumlah 5 sampel dari berbeda beda lapisan pada masing-masing plat yang tiap 1 jenis plat terdiri dari 3 plat. Dibawah ditunjukkan jumlah lapisan pada masing masing sampel sebagai berikut:

- a. Plat 1 memiliki 3 jumlah lapisan *carbon Kevlar*
- b. Plat 3 memiliki 7 jumlah lapisan serat *carbon Kevlar*
- c. Plat 5 memiliki 11 jumlah lapisan *carbon Kevlar*

Untuk lebih detail kita bisa memahami data uji kekuatan benturan pada tabel yang berada di bawah:

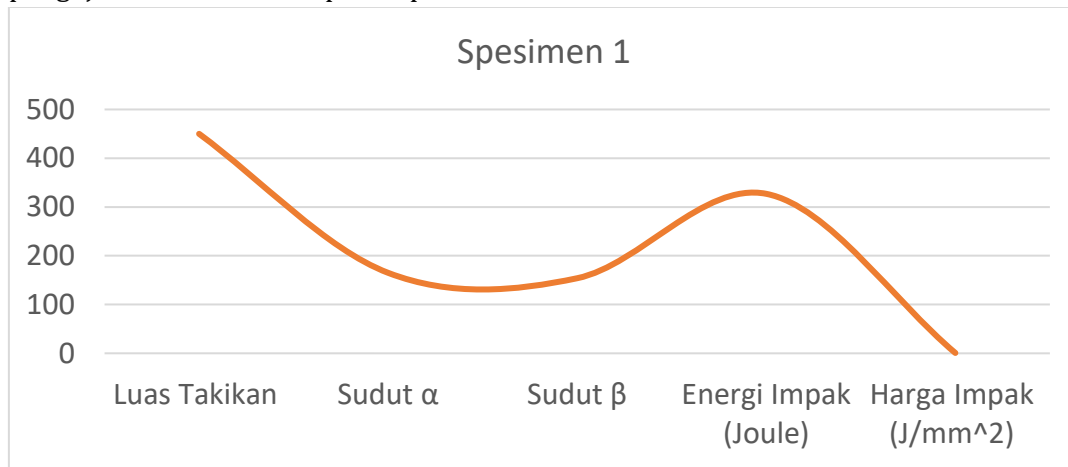
Tabel 4. 2. Analisis Data Uji Kekuatan Benturan dari Pengujian Plat Carbon pada Spesimen 1,2, dan 3

Spesimen	Luas takikan (mm ²)	Sudut α	Sudut β	Energi Impak (Joule)	Harga Impak (J/mm ²)

L3	450	165	154	327	0.72
L7	450	165	143	654	1.45
L11	450	165	140	752	1.67

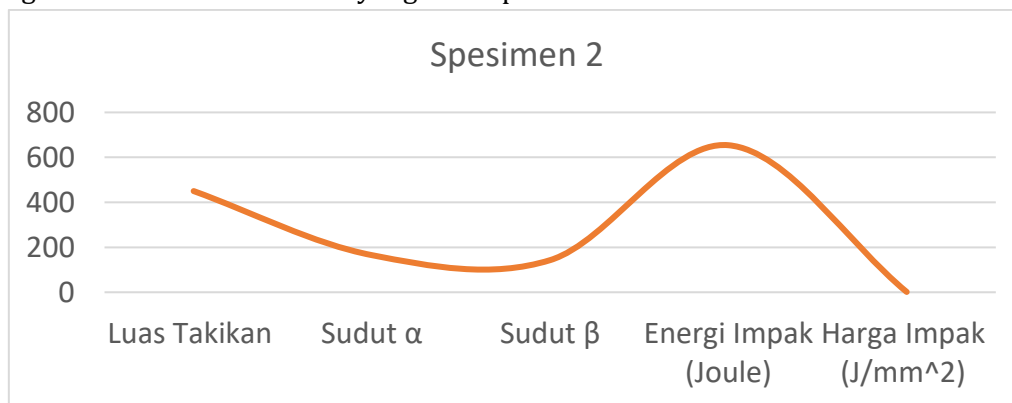
Grafik Kekuatan Uji Kekuatan Benturan Pada Plat Carbon

Grafik ini diperoleh dari hasil pengujian plat karbon yang dilakukan menggunakan alat Uji Impak Charpy di Laboratorium Magister Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara, yang berlokasi di Jalan Dr. T. Mansur No.9, Padang Bulan, Kecamatan Medan Baru. Hasil pengujian tersebut ditampilkan pada Gambar 4.17.



Gambar 4. 17. Grafik Uji Kekuatan Benturan Lapis 3

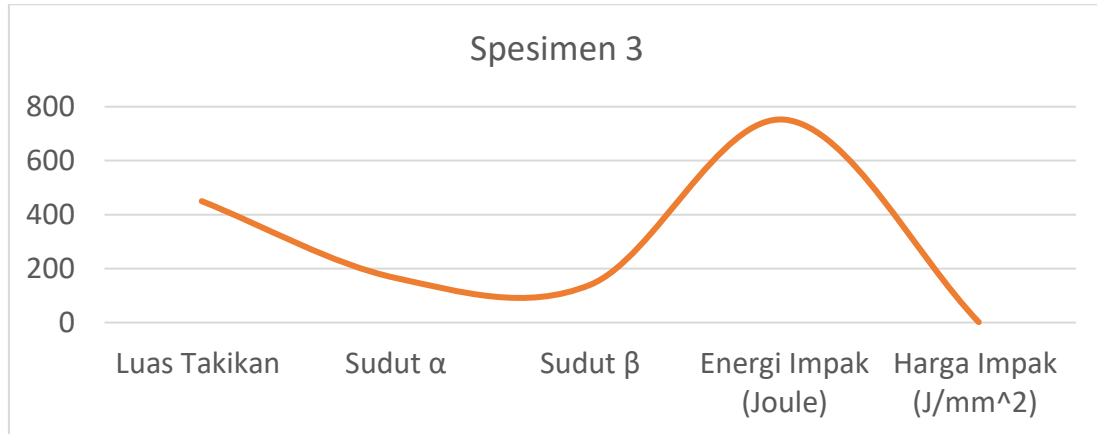
Pada pengujian spesimen 1 kekuatan benturan plat pada uji impact tertinggi hingga plat patah memiliki nilai 0,72 J/mm^2 . Pada Luas Takikan, nilai berada di angka yang tinggi, sekitar 450, menandakan bahwa takikan memberikan pengaruh besar terhadap nilai impact awal. Nilai menurun drastis pada Sudut α dan Sudut β, dengan titik terendah terjadi pada Sudut α, sekitar 120. Setelah itu nilai kembali naik pada Energi Impact, menunjukkan peningkatan kekuatan benturan yang diserap.



Gambar 4. 18. Grafik Uji Kekuatan Benturan Lapis 7

Pada pengujian spesimen 2 kekuatan benturan plat pada uji impact tertinggi hingga plat patah memiliki nilai 1,45 J/mm^2 . Luas Takikan diawali dengan nilai sekitar 450, lalu turun secara signifikan pada Sudut α dan mencapai titik terendah di bawah 150. Nilai mulai

meningkat kembali pada Sudut β dan mencapai puncaknya pada Energi Impak, sekitar 650. Energi Impak menunjukkan nilai tertinggi di antara semua parameter, yang berarti mampu menyerap energi sangat tinggi saat terkena benturan sebelum patah.



Gambar 4. 19. Grafik Uji Kekuatan Benturan Lapis 11

Pada pengujian spesimen 3 kekuatan benturan plat pada uji impak tertinggi hingga plat patah memiliki nilai harga impak $1,67 \text{ J/mm}^2$. Luas Takikan memiliki nilai cukup tinggi (sekitar 450). Sudut α menunjukkan penurunan drastis, mencapai titik terendah (sekitar 100). Nilai mulai meningkat lagi di Sudut β , dan mencapai puncaknya pada Energi Impak, sekitar 700–750. Harga Impak meskipun tidak setinggi energi impak, dari narasi disebutkan mencapai nilai $1,67 \text{ J/mm}^2$, yang merupakan nilai tertinggi dibanding spesimen lainnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari data hasil penelitian pengaliran *resin epoxy* dan penyempurnaan pada lapisan serat karbon metode *vacuum pump* juga sangat dibutuhkan dalam proses tersebut dan *vacuum pump* juga sangat mempengaruhi kepadatan setiap lapisan-lapisan pada serat karbon hingga membuat plat kokoh.

Serat karbon juga dapat dibentuk menjadi plat dari proses pengukuran hingga sampai pencopotan plat dari cetakan kacaserta bentuk plat dan pada susunan benang serat karbon tidak memiliki perubahan, serat karbon hanya mengikuti bentuk cetakan.

Dari hasil penelitian pada plat dengan uji impak menggunakan mesin Uji Impak Charpy juga dapat mengetahui energi impak yang dapat ditahan oleh plat *carbon* hingga plat sampai bengkok dari uji tersebut dapat diketahui energi maksimal ketahanan pipa.

Dari hasil plat carbon yang diteliti memiliki 3 jenis plat dengan lapisan yang berbeda dan kekuatan benturan yang berbeda seperti spesimen no. 1. jumlah lapisan memiliki 3 lapisan serat *carbon* memiliki harga impak $0,72 \text{ J/mm}^2$, spesimen, no. 2 jumlah lapisan memiliki 7 lapisan serat *carbon* memiliki harga impak $1,45 \text{ J/mm}^2$ dan spesimen, no. 3 jumlah lapisan memiliki 7 lapisan serat *carbon* memiliki harga impak $1,67 \text{ J/mm}^2$. Dapat dilihat dari nilai kekuatan benturan yang di peroleh dari 3 jenis plat, maka plat dari serat karbon di lapisan 7 tersebut juga sudah dapat berfungsi jika dibentuk sebagai body mobil.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lanjutan terhadap sifat fisik untuk plat pada lapisan yang terbaik.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk pembuatan plat *carbon Kevlar* menggunakan metode yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, R, R., Agus, R, S. (2023). Yogyakarta. Analisis Komposit untuk Helm Tempur Menggunakan Metode Vacuum Assisted Resin Infusion dan Hand Lay Up. Prosiding Seminar Nasional Sains Teknologi dan Inovasi Indonesia. Volume 5, Tahun 2023, 75-82
- Agung, M, D. (2019). Analisa Uji Tarik Dan Uji Impak Komposit Penguat Karbon, Campuran Epoxy-Karet Silikon 30%, 40%, 50%, Rami, Kenaf Matrik Epoxy. 1-14
- Azhari, R. (2017). Analisa Komposit Multi Reinforcement Sebagai Material Alternatif Rompi Anti Peluru Dalam Menahan Energi Impact Proyektil. Surabaya. Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Heru, M, H. (2019). Analisa Kekuatan Tarik dan Impak Komposit Berpenguat Serat Kelapa dan Tebu Dengan Perendaman NaOH dan Menggunakan Resin Polyester. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya. Volume 07 Nomor 03, 31-40
- Kurniawan, F, H. (2017). Penyelidikankarakteristikmekanik Tarik Komposit Serbuk Kasar Kenaf. Jurnal Inotera, Vol. 2, No.1, 1-8
- Mulyani, S R. (2021). Metodologi Penelitian. Bandung. Widina Bhakti Persada
- Purwanto, hengki. (2019). Analisis Keakuratan Hasil Uji Impact dengan Metode Izod dan Charpy. Seminar Nasional
- Putranti, B. (2019). Perancangan Alat Uji Impak Charpy Untuk Material Komposit Berpenguat Serat Alami (Natural Fiber). Surakarta. Teknik Industri Universitas Sebelas Maret.
- Rusminanda, A. (2021). Analisis Kekuatan Material Fiber Carbon Dengan Variasi Core Terhadap Kekuatan Impak Pada Tulangan Bodi Mobil Garnesa Racing Team. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya. Volume 09 Nomor 02, 93-100
- Solihin, S., Eka, G, P., & Yuliaji, D. (2020). Analisa Karakteristik Karbon Dan Kevlar Berdasarkan Pengujian Tarik Dan Impak. Jurnal ALMIKANIKA Vol. 2 No.2, 70-76
- Sumiyanto., Achyadi, H., & Hardiantono, D. (2024). Pengembangan Material Komposit Berbasis Polimer Menggunakan Serat Alami. Presisi: Jurnal Teknik Mesin – FTI. Volume 26 No.2, 1-11
- Yani. M., Arfis Amiruddin, Indrayani, Muhammad & Indra Ulana. (2024). Respon Mekanik Komposit Hibrid Diperkuat Serat Karbon dan Serat Kaca Akibat Beban Impak Untuk Aplikasi Helm Keselamatan Kerja. Vol. 7, No.1, 17-26