

ANALISA KEKUATAN *POLYPROPYLENE* DENGAN CAMPURAN SERAT KARBON DAN HDPE MENGGUNAKAN UJI *IMPACT*

¹Arizka Dwi Supriono, ²Dhimas Wicaksono, ³Sehono

^{1, 2, 3}Teknik Dirgantara, STTKD Yogyakarta

Abstrak

Permasalahan sampah di Indonesia hingga saat ini belum terpecahkan begitu pula tumpukan sampah yang dihasilkan oleh aktivitas manusia. Seiring bertambahnya jumlah penduduk, komposisi sampah yang dihasilkan mencapai 60%-70% sampah organik, 30%-40% sampah non organik dan sampah plastik merupakan sampah dengan komposisi terbanyak. Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) memperkirakan penduduk Indonesia akan menghasilkan sampah 0,8% per orang per hari, atau total 189.000 ton sampah per hari. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui hasil experiment dan pengaruh perbandinagn karakteristik mekanik menggunakan serat karbon bervariasi serat karbon terhadap kekuatan impact. Metode penelitian ini menggunakan metode experimental di Laboratorium AKPRIND dimana peneliti membuat suatu spesimen secara langsung yang kemudian dilakukan pengujian berupa uji impact untuk mengetahui kualitas dan kekuatan material polypropylene daur ulang dengan campuran HDPE 50%, 30%, dan 20% bervariasi serat karbon. Penelitian ini menggunakan peralatan pendukung yaitu heat gun, plat aluminium, kikir, gergaji besi dan ampelas dengan bahan tutup botol (HDPE) polypropylene dan serat karbon. Hasil pengujian tertinggi terdapat pada campuran nilai takar 50% polypropylene 50% HDPE dengan nilai 5,172 J/m², dikarenakan campuran yang sangat maksimal, sehingga spesimen yang berhasil di uji mendapatkan nilai tertinggi. Sedangkan untuk hasil yang kurang maksimal yaitu pada polypropylene murni 100% dengan serat karbon mendapatkan nilai 1,356 J/m² hal ini disebabkan karena tidak adanya campuran selain serat karbon dan juga adanya floid/udara yang masuk pada spesimen tersebut, sehingga nilai yang didapatkan ketika pengujian impact paling rendah.

Kata kunci: Sampah, plastik, polypropylene, HDPE

Abstract

The waste problem in Indonesia has not been solved until now as well as the piles of waste produced by human activities. As the population increases, the composition of waste produced reaches 60%-70% organic waste, 30%-40% non-organic waste and plastic waste is the waste with the most composition. The Ministry of Environment (KLH) estimates that Indonesians will produce 0.8% waste per person per day, or a total of 189,000 tons of waste per day. The purpose of this study is to determine the results of the experiment and the effect of the comparison of mechanical characteristics using carbon fiber varying carbon fiber on the strength of the impact. This research method uses an experimental method in the AKPRIND Laboratory where researchers make a specimen directly which is then tested in the form of an impact test to determine the quality and strength of recycled polypropylene material with a mixture of HDPE 50%, 30%, and 20% varying carbon fiber. This study used supporting equipment, namely heat guns, aluminum plates, file, hacksaws and emery with polypropylene and carbon fiber bottle caps (HDPE) materials. The highest test results were found in a mixture of measuring values of 50% polypropylene 50% HDPE with a value of 5.172 J / m², due to a very maximum mixture, so that the specimens that were successfully tested got the highest value. As for the less than optimal results, namely in pure polypropylene 100% with carbon fiber getting a value of 1,356 J / m², this is due to the absence of a mixture other than carbon fiber and also the presence of floid / air entering the specimen, so that the value obtained when testing the impact is the lowest.

Keywords: Waste, plastic, polypropylene, HDPE

Pendahuluan

Permasalahan sampah di Indonesia hingga saat ini belum terpecahkan begitu pula tumpukan sampah yang dihasilkan oleh aktivitas manusia. Seiring bertambahnya jumlah penduduk, komposisi sampah yang dihasilkan mencapai 60%-70% sampah organik, 30%-40% sampah non organik dan sampah plastik merupakan sampah dengan komposisi terbanyak. Kementerian Lingkungan Hidup (KLH)

¹Email Address: 180202071@students.sttkd.ac.id

Received 20 Agustus 2022, Available Online 30 Desember 2022

 <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i2.640>

memperkirakan penduduk Indonesia akan menghasilkan sampah 0,8% per orang per hari, atau total 189.000 ton sampah per hari (Mujiarto, 2005)

Perkembangan teknologi material telah menghasilkan jenis material baru yang terdiri dari beberapa lapisan. Material ini adalah material komposit. Material komposit terdiri dari satu atau lebih jenis bahan yang dirancang mencapai kombinasi sifat terbaik untuk masing-masing komponennya. Karena dinilai lebih kuat, ringan, dan memenuhi standar STWR (*Strength to Weight Ratio*) teknologi ini banyak digunakan pada struktur pesawat dengan perbandingan kekuatan dan berat material itu sendiri. Material komposit pada dasarnya dapat didefinisikan sebagai campuran makroskopis serat dan matriks. Matriks digunakan untuk melindungi serat dari pengaruh lingkungan dan dampak kerusakan, sedangkan serat adalah bahan yang biasanya jauh lebih kuat dari matriks dan digunakan untuk memberikan kekuatan tarik (Nayiroh n.d.).

Termoplastik yang terbuat dari monomer propilena adalah polipropilen, yang memiliki sifat kaku tidak berbau, dan tahan terhadap bahan kimia pelarut, asam, dan bisa banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti komponen otomotif, pengeras suara, peralatan laboratorium, wadah atau kontener yang digunakan berulang kali dan banyak lagi produk yang menggunakan bahan polipropilen. *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) telah menentukan polipropilen memiliki titik lebur 160⁰C (320⁰F) meskipun memiliki sifat mekanik yang tinggi plastik ini tidak dapat didegradasi oleh lingkungan, untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan pembuatan plastik biodegradable dengan mencampur plastik sintesis dengan polimer alam. Beberapa kelemahan polimer alam diantaranya sifat mekanik yang rendah, tidak tahan suhu tinggi, dan getas. Oleh karena itu pencampuran plastik sintetis dengan serat alam diharapkan menghasilkan sifat mekanik yang tinggi dan mampu terurai oleh mikroorganisme (Juniarto 2012)

Banyak pihak berlomba-lomba untuk menciptakan atau mengembangkan teknologi dari alat-alat yang memiliki manfaat namun lebih ekonomis salah satunya adalah mendaur ulang sampah plastik. Oleh karena itu perkembangan teknologi yang pesat seperti ini menuntut orang untuk berperan aktif, berinovasi guna menghasilkan suatu produk berkualitas. Dengan uraian latar belakang diatas, maka penulis tertarik untuk mengangkat permasalahan sebagai penelitian dengan judul “Analisa Kekuatan *Polypropylene* dengan Campuran Serat Karbon Menggunakan Uji *Impact*”.

Tinjauan Pustaka

Plastik

Plastik adalah suatu polimer yang mempunyai sifat-sifat unik dan luar biasa. Polimer adalah suatu bahan yang terdiri dari unit molekul yang disebut monomer. Jika monomernya sejenis disebut homopolimer, dan jika monomernya berbeda akan menghasilkan kopolimer. Polimer alam yang telah kita kenal antara lain: selulosa, protein, karet alam, dan sejenisnya.

Dua macam pengelompokan jenis plastik yaitu *thermoplastic* dan *thermosetting*. *Thermoplastic* merupakan bahan plastik yang apabila dipanaskan sampai temperature tertentu akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang kita inginkan. Misalnya, *polyvinyl chloride*, *polytereqfluoroenthylene* (PTFE). Sedangkan *thermosetting* adalah plastik yang jika dibuat dalam bentuk padat tidak dapat dicairkan kembali dengan dipanaskan.

Jenis plastik yang dapat didaur ulang diberi kode berupa nomor untuk memudahkan dalam mengidentifikasi dan penggunaannya. Berdasarkan sifat kedua kelompok plastik diatas, *thermoplastic* adalah plastik yang dapat didaur ulang. (K Mustofa and Fuad 2014)

Serat Karbon

Serat karbon merupakan salah satu bentuk material komposit, yang mana adalah suatu material yang dibuat dari dua atau lebih material penyusun yang saling memiliki perbedaan sifat fisik dan kimia,

yang jika dikombinasikan akan menghasilkan material berkarakteristik berbeda dengan material-material penyusunnya. Komposit serat karbon merupakan salah satu jenis material komposit yang menggunakan fiber karbon sebagai salah satu penyusunnya.

Material komposit tersusun atas dua komponen utama yakni *matriks* dan material penguat (*reinforcement*). Fiber karbon bertugas sebagai material penguat pada komposit serat karbon. Sedangkan untuk matriksnya biasanya dipergunakan resin polimer semacam *epoxy*. *Matriks* resin ini berfungsi untuk mengikat material-material penguat. Dikarenakan serat karbon hanya tersusun oleh dua material tersebut maka sifat-sifat serat karbon juga hanya ditentukan oleh kedua material ini. (Respati and Achmad 2017)

Polypropylene

Polypropylene (PP) ditemukan pada tahun 1954 dan dengan cepat mendapatkan popularitas karena sifatnya yang memiliki kepadatan terendah di antara plastic lain yang tersedia secara komersial. *Polypropylene* adalah polimer yang dibuat secara katalik dari *polypropylene*, memiliki ketahanan kimia yang sangat baik dan dapat diproses melalui banyak proses konversi, seperti pencetakan injeksi dan ekstrusi. Memiliki titik leleh yang berada dalam kisaran yang tergantung pada bahan ataktik dan kristalinitasnya. Keuntungan utamanya adalah ketahanannya terhadap suhu tinggi yang membuat PP untuk barang-barang seperti corong, ember, botol, balon, dan gelas instrument steril yang sering digunakan dilingkungan medis.

Polypropylene merupakan polimer kristalin yang dihasilkan dari proses polimerisasi gas propilena. Propilena mempunyai spesifik grafiti rendah dibandingkan dengan jenis plastik lain. *Polypropylene* mempunyai titik leleh yang cukup tinggi (190-200 C), sedangkan titik kristalisasinya antara 130-135 C. *Polypropylene* mempunyai ketahanan terhadap bahan kimia (*hemical resistance*) yang tinggi, tetapi ketahanan pukul (*impact strength*) nya rendah. (Zainuri, 2014)

High Density Polyethylene (HDPE)

High Density Polyrthylene merupakan polietilena termoplastik yang terbuat dari minyak *bumi*. Terdiri dari atom karbon dan *hydrogen* yang akan bergabung bersama membentuk produk dengan molekul yang tinggi. Dengan rasio kekuatan dan kerapatan yang tinggi, HDPE digunakan untuk produksi botol plastik, pipa tahan korosi, dan kayu plastik. HDPE ini memiliki struktur linier, biasanya diberi kode nomor "2" dan bisa didaur ulang (Supriyanto et al. 2019).

HDPE merupakan salah satu komoditas *thermoplastik* yang paing banyak digunakan pada aplikasi rumah tangga maupun industri. Kelebihan HDPE mempunyai sifat mekanik yang ideal untuk dibentuk dan 100% dapat didaur ulang serta mampu berfungsi sebagai matrik komposit (Nurhidayat 2013).

Uji Impact

Impact tester adalah uji jangka pendek yang memberikan informasi tentang perilaku kegagalan material atau komponen yang mengalami pemuatan cepat dan pada temperature yang bervariasi. System pengujian yang digunakan untuk pengujian ini adalah penguji impak pendulum atau penguji *drop weight*.

Dari uji impak terjadi proses penyerapan energi yang besar ketika beban menumbuk spesimen. Energi yang diserap material ini dapat dihitung dengan menggunakan prinsip perbedaan energi potensial. Prinsip pengujian impak ini adalah menghitung energi diserap oleh spesimen (Yunus, Najamudin, and Kurniadi 2016)

Uji impak dilakukan untuk mengetahui keuletan suatu bahan atau material yang diberikan beban secara tiba-tiba. Cara kerja alat uji impact adalah dengan memukul benda yang akan diuji kekuatannya dengan pendulum yang berayun. Pendulum tersebut ditarik hingga ketinggian tertentu

lalu dilepas, sehingga pendulum tersebut memukul benda uji hingga patah (Dwipayana & Widi, 2020)

Pengujian *impact charpy* (juga dikenal sebagai tes *Charpy v-notch*) merupakan standar pengujian laju regangan tinggi yang menentukan jumlah energi yang diserap oleh bahan selama terjadi patahan. Energi yang diserap adalah ukuran ketangguhan bahan tertentu dan bertindak sebagai alat untuk belajar bergantung pada suhu transisi ulet getas. Tujuan uji *impact charpy* adalah untuk mengetahui kegetasan atau keuletan suatu bahan (spesimen) yang akan diuji dengan cara pembebanan secara tiba-tiba terhadap benda yang akan diuji secara *static* (Handoyo 2013).

Rumus besarnya usaha yang diperlukan untuk memukul patah benda uji adalah:

$$W = G \times \lambda (\cos\beta - \cos\alpha)$$

Keterangan

W = Usaha yang diperlukan mematahkan benda uji (Kg m)

G = Berat pendulum (Kg).

λ = Jarak lengan pengayun (m).

$\cos\alpha$ = Sudut posisi awal pendulum.

$\cos\beta$ = Sudut posisi akhir pendulum.

Besarnya harga impak dapat menggunakan rumus persamaan berikut:

$$K = \frac{W}{A}$$

Keterangan:

K = nilai impact (Kg m/mm²)

W = Usaha yang diperlukan mematahkan uji (Kg m)

A_o = Luas penampang dibawah tatikan (mm²)

Metode Penelitian

Rancangan penelitian ini menggunakan metode eksperimen dimana peneliti membuat suatu spesimen secara langsung yang kemudian dilakukan pengujian berupa uji *impact* untuk mengetahui kualitas kekuatan dan kelenturan material *polypropylene* daur ulang dengan campuran hdpe 50%, 30%, dan 20% bervariasi serat karbon.

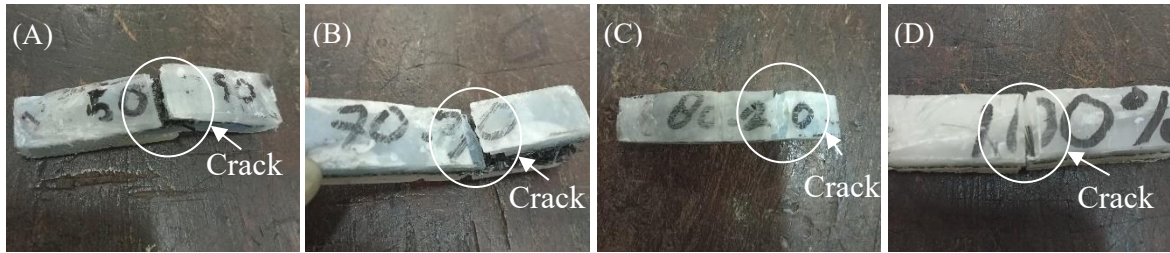
Adapun langkah-langkah yang dilakukan yaitu:

- Menyiapkan *heat gun* dan plat aluminium untuk persiapan pelelehan.
- Memanaskan plat dengan *heat gun* supaya *polypropylene* dan HDPE yang akan dilelehkan tidak lengket di plat tersebut.
- Meletakkan bahan diatas plat aluminium.
- Memanaskan bahan diatas plat aluminium supaya bahan meleleh.
- Setelah bahan meleleh dilakukan pengepresan supaya hasilnya padat dan tidak ada *flouid* didalam spesimen tersebut.
- Setelah spesimen dilelehkan setengah jadi, dilakukan penambahan serat karbon lalu dipres kembali supaya serat karbon tersebut menempel pada spesimen yang dibuat.
- Langkah selanjutnya menutup serat karbon dengan lelehan *polypropylene* dan HDPE lalu dipres kembali supaya merekat satu sama lain.
- Memotong spesimen sesuai ukuran yang sudah ditentukan.
- Merapikan spesimen yang sudah dipotong menggunakan kikir dan ampelas.

Hasil dan Pembahasan

Pada tabel dibawah ini menunjukkan data hasil semua spesimen setelah dilakukannya pengujian

impact. Berdasarkan hasil dapat disimpulkan bahwa nilai terbaik yang didapatkan pada pengujian ini berada pada variabel 50% PP 50% HDPE, hal ini dikarenakan campuran HDPE dan PP cukup maksimal sehingga mendapatkan hasil tersebut.

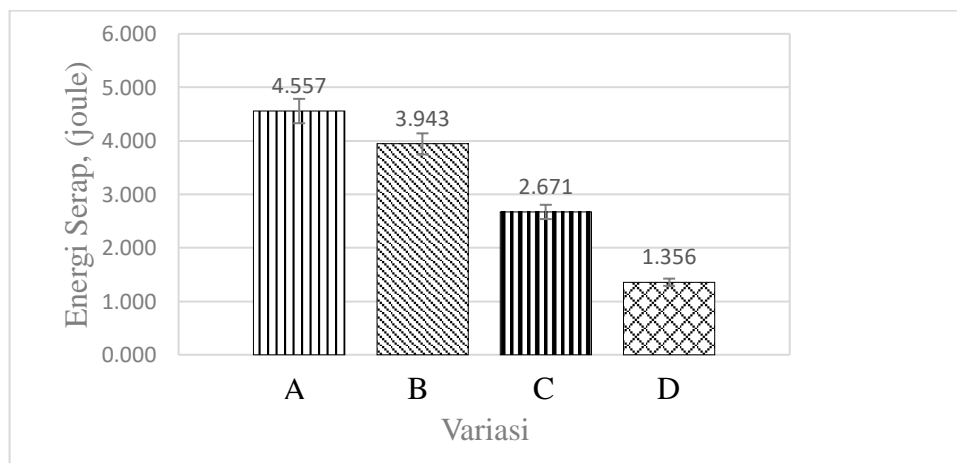


Gambar 1. Patahan Spesimen (A) 50% PP 50% HDPE, (B) 70% PP 30% HDPE, (C) 80% PP 20% HDPE, (D) 100% PP

Tabel 1. Data Pengujian Impact

Variabel	Spesimen	β (°)	A (mm ²)	Sudut ^a	G (kg)	g (m/s ²)	R(m)	E(J)	Hi (J/mm ²)
A	1	26	125.40	30	23.87	9.81	0.674	5.172	0.041
	2	27	103.75	30	23.87	9.81	0.674	3.943	0.038
	Rata-rata								4.557
B	1	27	120.28	30	23.87	9.81	0.674	3.943	0.033
	2	27	123.00	30	23.87	9.81	0.674	3.943	0.032
	Rata-rata								3.943
C	1	28	117.00	30	23.87	9.81	0.674	2.671	0.023
	2	28	134.00	30	23.87	9.81	0.674	2.671	0.020
	Rata-rata								2.671
D	1	29	129.20	30	23.87	9.81	0.674	1.356	0.010
	2	29	123.20	30	23.87	9.81	0.674	1.356	0.011
	Rata-rata								1.356

Setelah melakukan perhitungan rata-rata terhadap uji *impact* pada spesimen A, B, C, dan D didapatkan nilai ketangguhan *impact* paling tinggi pada spesimen 50% atau spesimen A dengan nilai rata-rata 4,557 J/m², hal ini dikarenakan spesimen A cukup maksimal dalam takaran campuran HDPE dan *polypropylene*. Sedangkan untuk nilai yang paling rendah terdapat pada spesimen D murni *polypropylene* dengan nilai rata-rata 1,356 J. Hal ini dikarenakan *polypropylene* mempunyai sifat yang kurang memadai dibandingkan dengan HDPE dan ada sedikit *void*/udara yang mengakibatkan karbon tidak melekat pada spesimen itu sendiri.



Gambar 2. Diagram rata-rata semua spesimen

Kesimpulan

Komposit *polypropylene* murni dengan kode D dan dengan komposisi campuran HDPE pada takaran kode A, B, dan C menghasilkan hasil yang paling maksimal dengan nilai takaran 50% atau kode A, sedangkan untuk hasil yang kurang maksimal yaitu pada *polypropylene* murni 100% atau kode D dengan serat karbon.

Pengaruh perbandingan campuran sangat berpengaruh terhadap hasil yang didapatkan ketika melakukan uji *impact*. Pengujian dengan hasil tertinggi berada pada nilai rata-rata 4.557 J, hal ini dikarenakan hasil campuran yang sangat maksimal, sehingga spesimen yang berhasil di uji mendapatkan nilai tertinggi. Sedangkan untuk yang murni 100% *polypropylene* mendapatkan hasil yang paling rendah, hal ini disebabkan karena tidak adanya campuran selain serat karbon dan juga adanya *void*/udara yang masuk pada spesimen tersebut, sehingga nilai yang didapatkan ketika pengujian *impact* paling rendah yaitu dengan nilai rata-rata 1,356 J.

Daftar Pustaka

- Dwipayana, I. Made Agung, and I. Komang Astana Widi. 2020. "Analisa Uji Tarik Dan Uji Impak Komposit Penguat Karbon, Campuran Epoxy-Karet Silikon 30 %, 40 %, 50 %, Rami , Kenaf Matrik Epoxy." 5.
- Handoyo, Yopi. 2013. "Perancangan Alat Uji Impak Metode Charpy Kapasitas 100 Joule." *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 1(2):45–49.
- Juniarto, Ardi. 2012. "Pemanfaatan Limbah Plastik Polipropilen Sebagai Material Komposit Plastik Biodegradable Dengan Penambahan Serbuk Ampas Aren." *UMS Digital Library* 2(2):35–43.
- K Mustofa, D., and Zainuri Fuad. 2014. "PIROLISIS SAMPAH PLASTIK HINGGA SUHU 900 o C SEBAGAI UPAYA M-98 M-99." *Simposium Nasional RAPI XIII* 98–102.
- Nayiroh, Nurun. n.d. "Teknologi Material Komposit." 1–21.
- Nurhidayat, Achmad. 2013. "Pengaruh Fraksi Volume Pada Pembuatan Komposit HDPE Limbah-Cantula Dan Berbagai Jenis Perekat Dalam Pembuatan Laminat." *Tesis, Universitas Sebelas Maret* 1–71.
- Respati, Sara Wibawaning, and Karmila Achmad. 2017. "Pengaruh Arah Serat Carbon Fiber Reinforced Polymer Terhadap Kuat Tekan Beton Normal Menggunakan Material Lokal Pasir Samboja Di Wilayah Kalimantan Timur." *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)* 5(1):19. doi: 10.32487/jtt.v5i1.206.
- Supriyanto, Sri Wiwoho Mudjanarko, Koespiadi, and Arthur Daniel Limantara. 2019. "Studi Penggunaan Variasi Campuran Material Plastik Jenis High Density Polyethylene (Hdpe) Ada Campuran Beraspal Untuk Lapis Aus Ac- Wc (Asphalt Concrete Wearing Course)." *Paduraksa* 8(2):222–33.
- Yunus, Muhamad, Najamudin, and Kurniadi. 2016. "Pengaruh Perlakuan Quenching-Tempering Terhadap Kekuatan Impak Pada Baja Karbon Sedang." *Jurnal Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung* 2(1):19–25.