

PEMANFAATAN SERAT LIMBAH TALI TAMBANG (SERAT JUTE) SEBAGAI PENGUAT MATRIK LIMBAH *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE) KOMPOSIT

Sri Mulyo Bondan Respati*, Helmy Purwanto, Mohammad Zainul Anwar

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim

Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan, Semarang 50236.

*Email: bondan@unwahas.ac.id

Abstrak

Komposit limbah merupakan bahan baku benda yang dibuat dari bahanyang tidak terpakai. Salah satu bahan limbah yang dapat dipakai untuk komposit adalah serat dari bekas tali tambang (serat jute) dan limbah high density polyethylene (HDPE). Metode yang digunakan dengan menggunakan eksperimen sampel komposit limbah serat tali tambang dan HDPE yang dijadikan specimen uji tarik, uji densitas dan foto makro. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh fraksi volume 4%, 4.5%, 5%, 5.5% dan 6% serat jute – HDPE terhadap kekuatan Tarik material, densitas dan struktur makro. Hasil rata-rata dari pengujian tarik serat tunggal adalah sebesar 18,8 MPa dan rata-rata regangannya sebesar 0,005%. Hasil dari pengujian kekuatan tarik komposit menunjukkan nilai tertinggi kekuatan tarik terdapat pada limbah plastik HDPE yaitu sebesar 171,952 MPa dan nilai densitasnya sebesar 0,98 gr/cm³ sedangkan untuk nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada komposit dengan fraksi volume 6% sebesar 161,869 MPa dan nilai densitasnya sebesar 0,85 gr/cm³. Jadi nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada limbah plastik HDPE murni. hal ini membuktikan bahwa serat mempengaruhi nilai tegangan tarik dan densitasnya pada material komposit. Pada hasil analisis foto makro terhadap patahan komposit serat limbah tali tambang dengan susunan serat secara acak terlihat bahwa semakin banyak serat maka semakin banyak pula porositasnya yang disebabkan oleh adanya gelembung busa pada saat proses pencetakan komposit.

Kata kunci: Komposit, Limbah, serat jute, tali tambang, HDPE, densitas

PENDAHULUAN

Komposit limbah merupakan pemanfaatan limbah sampah yang dibuat komposit. Ada dua jenis limbah yaitu limbah alam dan limbah sintetis. Salah satu limbah alam yang dapat dipakai untuk komposit adalah limbah tali tambang yang terbuat dari tanaman *jute*. Sedangkan limbah sintetis yang dijadikan matrik adalah high density polyethylene (HDPE). Kedua limbah tersebut dapat dijadikan bahan baku komposit.

Bahan baku utama dalam proses pembuatan tali tambang adalah *serat jute* yang berasal dari tanaman *jute*, tanaman *jute* merupakan tanaman tahunan yang tumbuh baik di tanah “*alluvial*” dengan iklim tropis yang lembab seperti Indonesia. Apabila di kaji, tanaman *jute* memiliki kandungan serat yang tinggi (Djiwo, S dan Hiunsiustio, F., 2010). *Jute* adalah serat yang didapat dari kulit batang tanaman *Corchorus Capsularis* dan *Corchorus Olitorius*. Penggunaan serat alam sebagai pengganti serat sintetis merupakan salah satu langkah bijak dalam meningkatkan nilai ekonomis serat alam. Salah satu sumber serat alam yang dapat dimanfaatkan adalah serat *jute* yang selama ini hanya digunakan sebagai tali tambang, karung goni, tali-temali, terpal dan lain sebagainya. Di lingkungan nelayan banyak yang menggunakan tali tambang dari bahan *jute* yang digunakan sebagai tali pengikat perahu nelayan. Karena umur pemakaian dan berbagai bagian ada yang rusak, maka tali tambang tersebut menjadi limbah. Limbah *jute* ini diolah menjadi bahan baku serat. Untuk matriknya menggunakan limbah dari sintetis. Disini menggunakan HDPE.

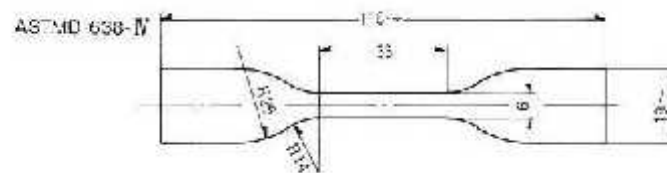
High density polyethylene (HDPE) dapat didaur ulang. HDPE yang dipakai merupakan limbah plastik yang tersedia melimpah dan belum dimanfaatkan secara optimal. HDPE merupakan salah satu polimer terbesar yang diproduksi guna kebutuhan rumah tangga maupun industri. Selain ringan, mudah dibentuk, cukup keras, tahan goresan dan dapat didaur ulang, tetapi pada proses pencetakannya memerlukan panas (Wiyono, dkk 2016). Ketersediaan sampah plastik HDPE masih berlimpah namun penggunaan sangat terbatas, sehingga menjadi permasalahan utama dalam pencemaran lingkungan, begitu juga dengan limbah tali tambang yang belum banyak dimanfaatkan

secara optimal. Pemanfaatan limbah plastik HDPE daur ulang untuk di jadikan penguat dari serat limbah tali tambang di harapkan menjadi solusi untuk mengurangi sampah plastik yang ada di Indonesia dan di dunia. Dari dua bahan limbah tersebut diharapkan dapat dibuat bahan komposit yang kuat.

Kekuatan komposit dipengaruhi oleh jenis penguat, susunan serat, fraksi volume serat dan matriknya dan proses pembuatannya. Dari uraian diatas maka dikaji komposit dengan serat limbah tali tambang (serat *jute*) dan matrik limbah plastik HDPE. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh fraksi volume 4%, 4.5%, 5%, 5.5% dan 6% serat *jute* – HDPE terhadap kekuatan Tarik material, densitas dan struktur makro yang terbentuk dari patahan spesimen.

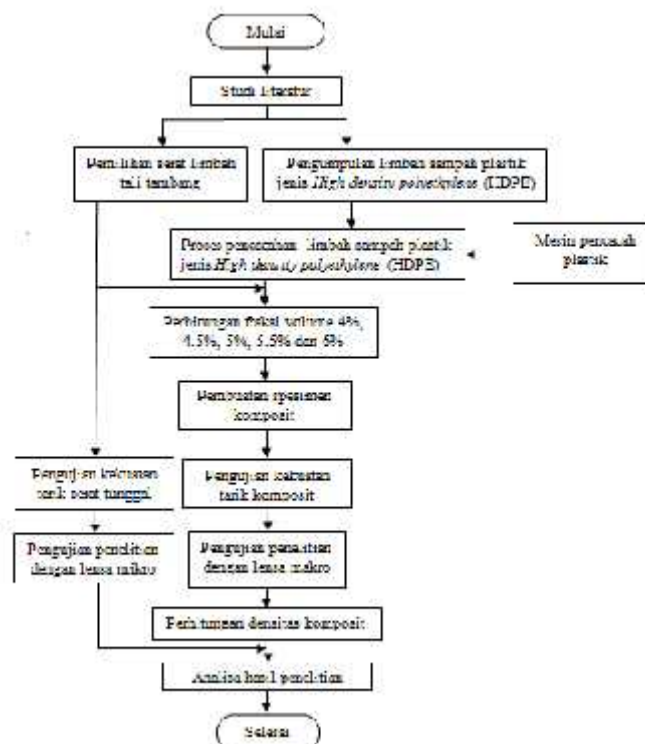
METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah serat tali tambang dan matrik limbah plastic *high density polyethylene* (HDPE) dengan variasi fraksi volume 4%, 4.5%, 5%, 5.5% dan 6%. Proses pengambilan komposit tali tambang yaitu dengan mengurai seratnya kemudian limbah sampah plastik HDPE dicacah dengan mesin pencacah plastik, kemudian dilebur atau dipanaskan didalam gelas stainless steel dengan kompor portabel setelah mencair kemudian dituang kedalam cetakan dan setelah dingin lepaskan spesimen komposit dari cetakan. Pengujian komposit serat limbah tali tambang dilakukan dengan mengacu pada standar *ASTM D638-04*. Ukuran spesimen uji tarik dibuat berdasarkan standar *ASTM D638-04*. Spesimen uji tarik serat dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Spesimen uji tarik komposit astm D638-04(ASTM, 1982)

Dalam penelitian ada beberapa tahapan-tahapan yang di lakukan untuk membuat komposit serat limbah tali tambang dengan matrik *High density polyethylene* (HDPE) seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji tarik komposit

Sebagai pembandingan perlu dilakukan pengujian serat tunggal. Pengujian serat tunggal ini diharapkan dapat mengetahui kekuatan serat sebelum dibuat komposit. Hasil dari pengujian Tarik serat tunggal dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil rata-rata pengujian tarik serat tunggal

Percobaan	Tegangan Tarik (MPa)	Regangan (%)
1	17,72	0,004
2	20,1	0,006
3	18,6	0,004
Rata -rata	18,8	0,005

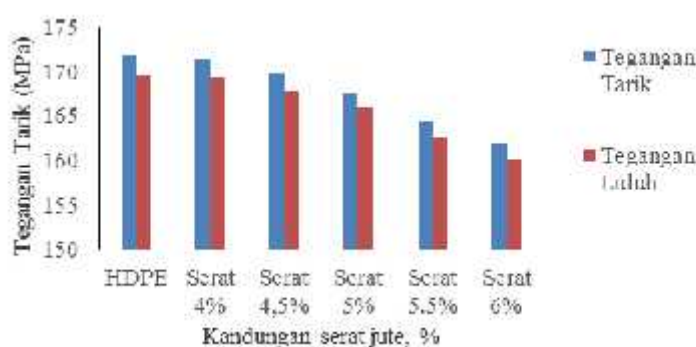
Pada Tabel 1 menyatakan hasil pengujian tegangan tarik pada serat tunggal didapat pengujian pertama sebesar 17,72 MPa hasil pengujian kedua sebesar 20,1 MPa dan hasil pengujian ketiga sebesar 18,6 MPa, hasil rata-rata yang didapatkan sebesar 18,8 MPa sedangkan regangan rata-rata di dapat hasil 0,005 %. Data ini nantinya akan dibandingkan dengan hasil dari pengujian Tarik komposit dan HDPE saja.

Hasil dari pengujian Tarik komposit serat tali tambang-HDPE dapat diuraikan pada Tabel 2

Tabel 2 Hasil rata-rata pengujian tarik dengan fraksi volume serat sebesar 4%, 4.5%, 5%, 5.5% dan 6%.

Variabel	Tegangan Luluh (MPa)	Tegangan Tarik (MPa)
HDPE	169,71	171,952
Serat 4%	169,385	171,358
Serat 4,5%	167,945	169,855
Serat 5%	166,033	167,438
Serat 5.5%	162,765	164,323
Serat 6%	160,18	161,869

Dari Tabel 2 Hasil rata-rata pengujian tarik material nilai tegangan luluh dan tegangan tarik paling tinggi terdapat pada polimer *High Density Polyethylene* (HDPE) tanpa campuran serat yaitu sebesar 169,71 MPa dan 171,952 MPa dan nilai tegangan luluh dan tegangan tarik yang terendah terdapat pada campuran serat 4% yaitu sebesar 160,18 MPa dan 161,869 MPa. Untuk lebih jelasnya dapat dibuat grafik seperti yang digambarkan pada Gambar 3



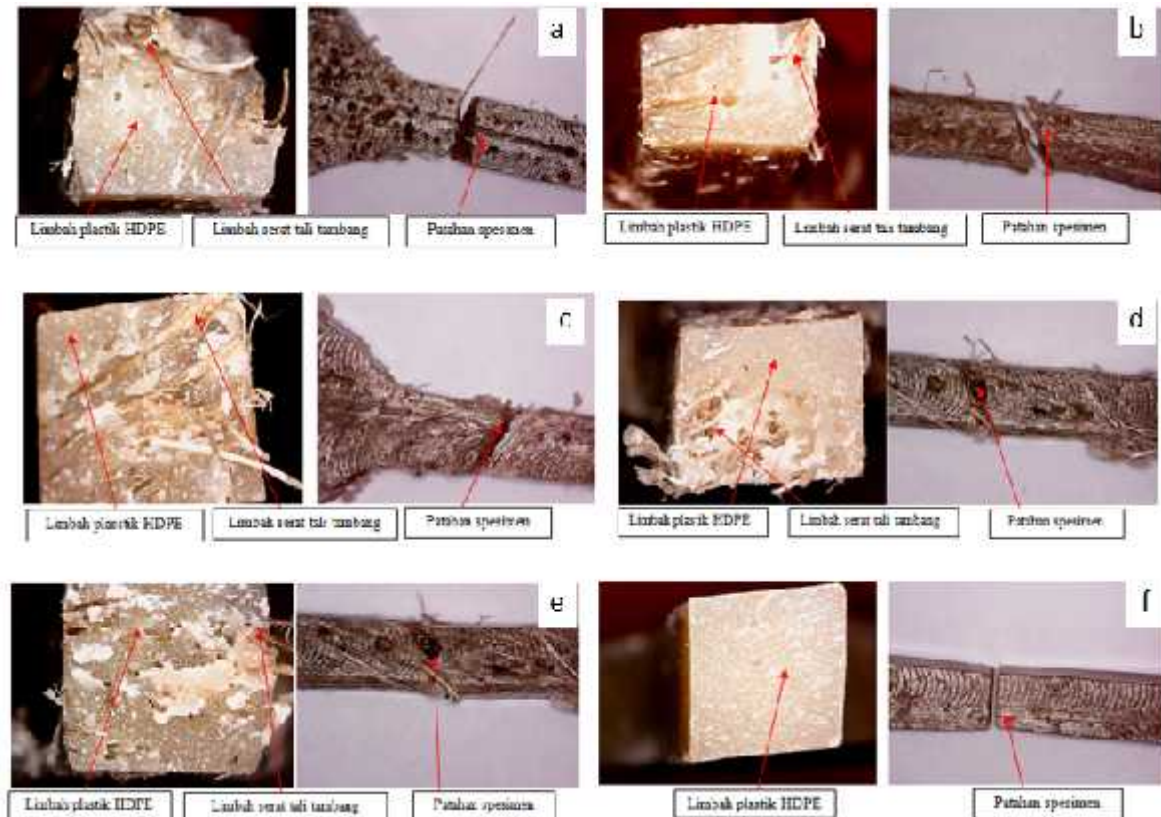
Gambar 3 Grafik perbandingan tegangan tarik dan tegangan luluh dengan penyusunan serat acak

Gambar 3 Menunjukkan bahwa limbah plastik *high density polyethylene* (HDPE) memiliki nilai tegangan tarik dan tegangan luluh paling tinggi yaitu sebesar 169,71 MPa dan 171,952 MPa dan fraksi volume serat sebesar 4% memiliki nilai tegangan tarik dan tegangan luluh paling rendah yaitu sebesar 160,18 MPa dan 161,869 MPa. Jika dilihat pada diagram maka semakain banyak

kandungan serat maka kekuatan tariknya menurun maka ini memperlihatkan bahwa serat tali tambang tidak cocok dengan matrik HDPE seperti yang diutarakan oleh Ananto dkk (2019). Untuk selanjutnya dapat dilihat foto makro patahan komposit.

Uji struktur makro

Hasil pengujian foto makro dijabarkan pada Gambar 4. Pada gambar sebelah kiri patahan melintang sedangkan sebelah kanan adalah patahan dari spesimen uji Tarik.



Gambar 4 Foto makro komposit serat limbah tali tambang dengan fraksi volume :a. 4%, b. 4.5%, c. 5%, d. 5,5%, e. 6% dan f. 6,5%

Gambar 4a. Menunjukkan hasil patahan komposit limbah serat tali tambang dengan matriks limbah *high density polyethylene* (HDPE) terlihat tidak merata karena adanya gelembung dalam komposit tersebut. Pada sebelah kanan Gambar 4b. Menunjukkan bahwa patahan komposit serat limbah tali tambang dengan fraksi volume 4.5% tidak merata di karenakan serat limbah tali tambang bergeser pada saat proses penuangan matrik limbah plastik *high density polyethylene* (HDPE). Hasil pada Gambar 4.c Terlihat serat terlalu banyak serta terlalu sedikit matriks dan karena mempunyai fraksi volume sebesar 5% menyebabkan matrik tidak dapat menyerap kedalam serat yang ada di dalam komposit. sedangkan Gambar 4.d Terlihat ada rongga pada spesimen dengan fraksi volume sebesar 5.5% menyebabkan matrik tidak dapat menyerap dengan sempurna kedalam serat yang ada di dalam komposit. Hasil sama pada Gambar 4.e Terlihat serat mengumpul dan ada rongga-rongga pada spesimen dengan fraksi volume sebesar 6% menyebabkan matrik tidak dapat menyerap kedalam serat yang ada di dalam komposit. serta Gambar 9f. Terlihat tidak ada rongga pada spesimen karena merupakan limbah plastik *high density polyethylene* (HDPE) murni tanpa adanya campuran serat. Ini semua menunjukkan bahwa serat *jute* tidak dapat bercampur dengan HDPE sehingga pada waktu pembuatan spesimen terlihat serat *jute* berkumpul dan terjadi rongga-rongga kerana tidak dapat menempel. Kejadian ini sudah diungkapkan oleh Yuliyono, dkk (2020) yang mana tidak semua bahan serat dapat kompatibel langsung ke matriknya. Rongga-rongga yang ada juga mempengaruhi dari densitas.

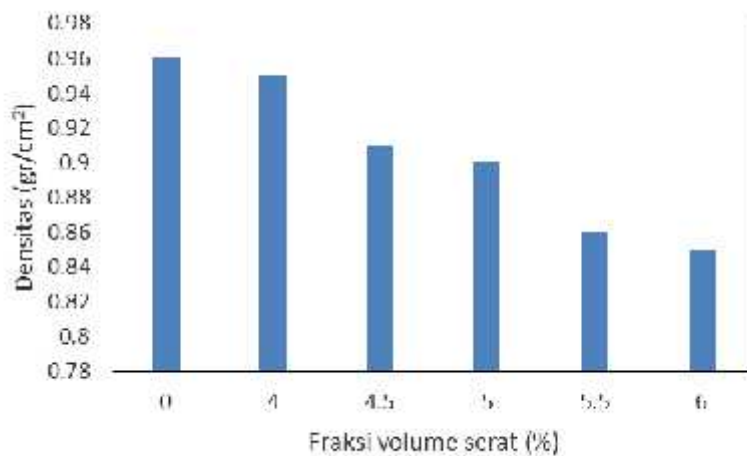
Densitas komposit

Hasil dari pengujian densitas dapat dilihat pada Tabel rata-rata perhitungan densitas.

Tabel 3 Hasil perhitungan rata-rata densitas komposit

Fraksi volume (%)	Densitas (gr/cm ³)
0	0,96
4	0,95
4,5	0,91
5	0,9
5,5	0,86
6	0,85

Tabel 3 Menunjukkan nilai densitas tertinggi terdapat pada fraksi volume 0% atau limbah plastik murni tanpa serat sedangkan nilai densitas terendah terdapat pada fraksi volume 6%. Supaya lebih jelas Tabel 3 dapat dibuat sebuah grafik yang dilukiskan seperti Gambar 5.



Gambar 5 Grafik hasil perhitungan densitas komposit

Gambar 5 Menunjukkan bahwa limbah sampah plastik jenis *high density polyethylene* (HDPE) memiliki nilai densitas tertinggi yaitu sebesar 0,96 *gr/cm³* sedangkan nilai densitas terendah terdapat pada fraksi volume serat 6% yaitu sebesar 0,85 *gr/cm³*. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak serat *jute* maka semakin rendah densitasnya atau semakin ringan hal ini disebabkan banyaknya rongga-rongga dalam spesimen komposit seperti yang dikatakan oleh Mahfuzin dkk (2020). Ketidakcocokan serat *jute* dengan matrik HDPE menyebabkan HDPE tidak dapat mengisi rongga-rongga diantara serat *jute*.

KESIMPULAN

Hasil dari penelitian komposit serat limbah tali tambang dengan menggunakan matriks limbah plastik *high density polyethylene* (HDPE) ini dilakukan dengan melakukan pengujian kekuatan tarik material komposit, perhitungan densitas material komposit serta pengujian secara makro pada struktur komposit dengan fraksi volume sebesar 4%, 4.5%, 5%, 5.5% dan 6% dengan penyusunan arah serat secara acak dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian tegangan tarik pada serat tunggal didapat pengujian pertama sebesar 17,72 MPa hasil pengujian kedua sebesar 20,1 MPa dan hasil pengujian ketiga sebesar 18,6 MPa, hasil rata-rata yang didapatkan sebesar 18,8 MPa sedangkan regangan rata-rata di dapat hasil 0,005 %.
2. Dari hasil pengujian kekuatan tarik komposit nilai tertinggi kekuatan tarik terdapat pada limbah plastik *high density polyethylene* (HDPE) yaitu sebesar 171,952 MPa sedangkan untuk nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada komposit dengan fraksi volume 6% sebesar 161,869 MPa dengan demikian dapat disimpulkan bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada limbah

-
- plastik *high density polyethylene* (HDPE) murni, hal ini membuktikan bahwa serat mempengaruhi tegangan tarik pada material komposit.
3. Dari hasil analisis foto makro pada patahan komposit serat limbah tali tambang dengan susunan serat secara acak terlihat bahwa semakin banyak serat maka semakin banyak pula porositasnya yang disebabkan oleh adanya gelembung busa pada saat proses pencetakan komposit .
 4. Dari hasil perhitungan densitas material komposit nilai tertinggi terdapat pada limbah plastik *high density polyethylene* (HDPE) murni yaitu sebesar 0,98 gr/cm^3 dan nilai densitas terendah terdapat pada fraksi volume serat 6% yaitu sebesar 0,85 gr/cm^3 nilai densitas berbanding lurus dengan hasil uji tarik komposit hal ini sebabkan semakin banyak serat maka nilai densitasnya akan semakin rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananto, R. A., Respati, S. M. B., Purwanto, H., 2019, Kompatibilitas Serat Daun Pandan Duri (*Pandanus Tectorius*) Pada Perlakuan Perendaman Naoh 5%, 10%, dan 15% dengan Resin Polyester, *Cendekia Eksakta*, Vol 4, No 2.
- ASTM Internasional (638-04). *Standard test methods for tension testing of metallic materials*. 2010. *United states of america*.
- Djiwo, S dan Hiunsiustio, F., 2010, *Penggunaan Serat Jute (chrchorus capsularis) Sebagai Bahan Penguat Komposit Matrik Polyester*.
- Haryanto, Agus, 2009, *Pengaruh Fraksi Volume Komposit Serat Kenaf Dan Serat Rayon Bermatrik Polyester Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impak*.
- Mahfuzin, A. N., Respati, S. M. B., Dzulfikar, M., 2020, Analisis Filter Keramik Berpori Berbasis Zeolit Alam dan Arang Sekam Padi dalam Menurunkan Kandungan Partikel Air Sumur Galian, *Majalah Ilmiah Momentum*, Vol. 16, No. 1.
- Wiyono, T., Sunaryo, Muhtadi, B. I., 2016, Pengaruh Siklus Panas Pada Komposit Limbah Plastik HDPE- Serat Cantula Sebagai Bahan Material Alternatif Melalui Uji Mekanik. *Politeknosains*, Vol. 15, No 2, September 2016
- Yuliyono, T., Purwanto, P., Respati, S. M. B., 2020, Karakterisasi Komposit Matrik Resin Epoxy Berpenguat Serat Glass dan Serat Pelepah Salak dengan Perlakuan Naoh 5%, *Majalah Ilmiah Momentum*, Vol. 16, No. 2.