

Analisis Kekuatan Tarik pada Material Komposit dengan Serat Penguat Polimer

^{(1)*}Lohdy Diana, ⁽¹⁾Arrad Ghani Safitra, ⁽¹⁾Muhammad Nabel Ariansyah

⁽¹⁾Program Studi Sistem Pembangkit Energi, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya,
Jl. Raya ITS Sukolilo 60111, Surabaya

*Email: lohdydiana@pens.ac.id

Diterima: 02.11.2020 Disetujui: 17.11.2020 Diterbitkan: 30.11.2020

ABSTRACT

The amount of waste generated from day to day is increasing, especially plastic waste. The solution is needed to solve the problem. It is to make plastic waste into new materials, namely composites. This study aims to determine the mechanical properties, especially the tensile strength of composite materials with polymer fibers and fiberglass, experimentally and simulated. The polymer fibers that would be examined in this study include high-density polyethylene (HDPE), polyethylene terephthalate (PET), and fiberglass, which would be used as a comparison. The composites were made into test specimens with the form and test method procedures following the ASTM D638 standard, which is the standard for the tensile test of composite materials. The test equipment used was UTM HT2402 with a maximum load of 20 kN. After the test, many graphs of the tensile test results were obtained for later analysis. Based on the test results, it was found that the composite with fiberglass had the highest tensile strength, 17.31 MPa. The composites with HDPE fibers had the lowest tensile strength, 11.36 MPa. The composite with PET fibers had the highest strain at 1.87 %. As indicated by the graphical form of the tensile test results and the fracture pattern, the three composites are brittle. The composites were then modeled using computer software. It could be seen that the distribution of stress and strain on the surface of the material. Stress was concentrated in the middle of the gauge length, conditioned according to the experimental test results.

Keywords: composite, polymer fibers, tensile test, HDPE, PET, fiberglass

ABSTRAK

Jumlah sampah yang dihasilkan dari hari ke hari semakin meningkat, terutama sampah plastik. Oleh karena itu, perlu solusi untuk memecahkan masalah tersebut. Salah satu cara adalah menjadikan sampah plastik menjadi material baru yaitu komposit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik yaitu kekuatan tarik pada material komposit dengan serat polimer dan *fiberglass* secara eksperimen dan simulasi. Serat polimer yang diteliti pada penelitian ini antara lain: *high-density polyethylene* (HDPE), *polyethylene terephthalate* (PET), dan serat *fiberglass* yang digunakan sebagai pembanding. Komposit tersebut dibuat menjadi spesimen uji dengan bentuk dan prosedur metode pengujian mengikuti *standard* ASTM D638 yang merupakan *standard* untuk uji tarik material komposit. Alat uji yang digunakan yaitu UTM HT 2402 dengan beban maksimum 20 kN. Setelah pengujian, diperoleh grafik hasil uji tarik untuk kemudian dianalisa. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh hasil bahwa komposit dengan serat *fiberglass* memiliki kekuatan tarik tertinggi yaitu sebesar 17,31 MPa. Sedangkan, komposit dengan serat HDPE memiliki kekuatan tarik terendah yaitu sebesar 11,36 MPa. Sedangkan, komposit dengan serat PET memiliki regangan tertinggi yaitu sebesar 1,87 %. Ketiga komposit tersebut bersifat getas ditunjukkan dari bentuk grafik hasil pengujian tarik serta pola patahan. Ketiga komposit tersebut kemudian dimodelkan menggunakan *software* komputer. Berdasarkan hasil simulasi dapat diketahui distribusi tegangan dan regangan pada permukaan material. Tegangan yang terkonsentrasi pada bagian tengah *gauge length* yang dikondisikan sesuai dengan hasil pengujian secara eksperimen.

Kata Kunci: komposit, serat polimer, uji tarik, HDPE, PET, *fiberglass*

I. Pendahuluan

Permasalahan lingkungan hidup merupakan permasalahan yang patut dicermati. Permasalahan tersebut antara lain polusi udara, polusi tanah, dan polusi air. Polusi tersebut disebabkan oleh jumlah sampah yang semakin meningkat dari hari ke hari. Dari sekian banyak jenis sampah yang ada, plastik merupakan sampah yang paling dominan dikarenakan sulit untuk terurai kembali ke lingkungan. Bahkan, sebagian besar jenis plastik tidak dapat terurai. Daur ulang merupakan salah satu solusi untuk pengelolaan sampah plastik. Plastik diolah kembali menjadi beberapa barang seperti souvenir dan peralatan yang tidak memerlukan tingkat ke higienisan yang tinggi. Namun, saat ini teknologi terus mengalami perkembangan. Perkembangan teknologi menghasilkan berbagai material baru. Berdasarkan teknologi tersebut, sampah plastik yang dikenal dengan sebutan polimer memiliki peluang besar untuk dijadikan material baru yang diharapkan dapat menghasilkan nilai tambah. Material baru tersebut salah satunya adalah komposit.

Komposit adalah sistem material multi fasa yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material dengan sifat yang berbeda. Komposit terdiri dari serat dan matriks. Serat berfungsi sebagai material rangka yang menyusun komposit. Sedangkan matriks berfungsi untuk merekatkan serat dan menjaganya agar tidak berubah posisi. Matriks memiliki sifat yang mudah untuk diubah bentuknya dengan cara dipotong atau juga dicetak sesuai dengan kebutuhan desainnya. Selain itu, perbedaan pengaturan susunan serat akan merubah pula sifat-sifat komposit yang dihasilkan. Hal tersebut dapat dimanfaatkan untuk mendapatkan sifat komposit sesuai dengan parameter yang dibutuhkan. Matriks umumnya terbuat dari bahan resin. Matriks berfungsi sebagai perekat material serat, sehingga tumpukan serat dapat merekat dengan kuat. Resin akan saling mengikat dengan material serat, sehingga beban yang dikenakan pada komposit akan menyebar secara merata. Selain itu, resin juga berfungsi untuk melindungi serat dari serangan bahan kimia atau juga kondisi cuaca ekstrim yang dapat merusaknya. Berdasarkan kombinasi tersebut, dihasilkan material baru yang memiliki sifat dan karakteristik berbeda dari material penyusunnya (Muhajir, Mizar, & Sudjimat, 2016). Komposit dapat digunakan untuk

berbagai keperluan, antara lain: *body* mobil, *body* motor, bilah turbin angin, dinding peredam suara, serta sebagai material penyimpanan panas dan dingin.

Penelitian mengenai komposit selalu dikembangkan untuk mendapat suatu material komposit yang ringan, kuat, berkualitas, dan terjangkau biaya, serta mudah didapat. Beberapa penelitian mengenai komposit alam telah dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik material (Rahman, Farid, & Ardhyantana, 2016) (Fajri, Tarkono, & Sugiyanto, 2013). Beberapa serat alam yang pernah diteliti antara lain: serat kelapa (Maryanti, Sonief, & Wahyudi, 2011), kulit waru (Wirawan, Setyabudi, & Widodo, 2017), serat bambu (Djamil, Lubis, & Hartono, 2014), serat batang pisang (Apriani, 2017), dan serat pandan (Muhammad & Putra, 2017).

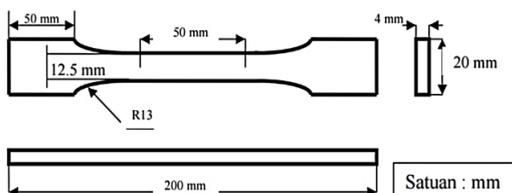
Selain penelitian yang dilakukan secara eksperimen, penelitian komposit juga dilakukan dengan memodelkan komposit menggunakan *software* ANSYS untuk mengetahui sifat mekanik material tersebut (Taufik & Tjahjono, 2019) (Abd Hamid & Jagan, 2019) (Al-Mosawi, Abdulsada, & Ali, 2016). Metode simulasi dengan *software* ANSYS juga digunakan untuk menganalisis aerodinamika bodi kendaraan (Badrawada, Purwanto, & Firlanda, 2019) dan juga untuk menganalisis sambungan las (Ma'arif, Pani, Chamim, & Sukarjo, 2019).

Penelitian-penelitian terdahulu yang telah dijelaskan akan dijadikan sebagai referensi. Pada penelitian ini dibuat komposit dengan berbagai serat penguat. Serat yang diteliti pada penelitian ini antara lain: *high-density polyethylene* (HDPE), *polyethylene terephthalate* (PET), dan serat *fiberglass* yang akan digunakan sebagai pembanding. Komposit tersebut dibuat menjadi spesimen uji dengan bentuk dan prosedur pengujian mengikuti standard ASTM D638 untuk uji tarik untuk material komposit. Komposit tersebut juga akan dimodelkan menggunakan *software* komputer. Pengujian dan pemodelan bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik komposit. Sifat mekanik yang didapatkan adalah kekuatan tarik komposit. Dari penelitian ini diharapkan akan dapat mengetahui dan menganalisa kekuatan mekanik komposit dengan berbagai serat penguat yaitu serat polimer dan serat kaca.

II. Bahan dan Metode

2.1. Bahan

Pembuatan inti atau model benda kerja merupakan langkah awal dalam pembuatan suatu produk. Dimana untuk penelitian kali ini dibuat spesimen uji tarik. Bentuk spesimen uji tarik dapat dilihat seperti pada Gambar 1 (a), dimana gambar tersebut mengacu pada *standard ASTM D638*. Model kerja ini dibentuk sebagai *design* awal sebelum membuat cetakan, sehingga bentuk model akan berpengaruh terhadap proses selanjutnya (pembuatan cetakan atau *molding*). Bahan yang digunakan untuk membuat model yaitu kertas duplek sebanyak lima lapis. Hal tersebut bertujuan agar dapat mencapai ketebalan 4 mm sesuai *standard ASTM D638*. Model yang telah dibuat selanjutnya dilapisi dengan lilin atau *wax* agar permukaannya menjadi licin dan tidak menempel dengan serat fiber yang digunakan sebagai bahan cetakan. Model tersebut digunakan sebagai inti cetakan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 (b).



(a) Standard spesimen uji Tarik

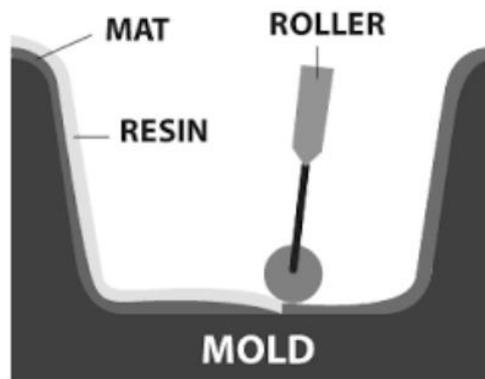


(b) model spesimen uji tarik

Gambar 1. Spesimen uji tarik komposit

Pada penelitian ini, cetakan dibuat dengan metode *hand lay-up* yaitu menuang resin kedalam serat, kemudian memberi tekanan sekaligus meratakannya menggunakan rol atau kuas. Proses tersebut dilakukan berulang-ulang hingga bentuk dan ketebalan yang diinginkan tercapai seperti ditunjukkan pada Gambar 2 (a). Cetakan yang digunakan untuk membuat spesimen yaitu tipe *closed molding* atau cetakan tertutup. Cetakan terdiri dua bagian yaitu bagian atas dan bagian bawah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 (b). Kemudian resin dibiarkan hingga mengeras selama kurang lebih satu

sampai dua hari, tergantung cuaca saat proses pengeringan.



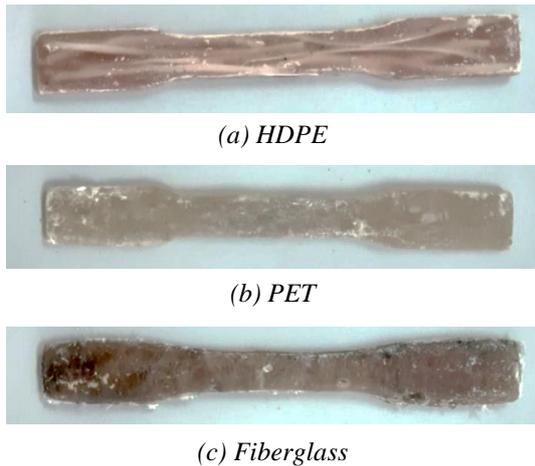
(a) Proses hand lay-up



b) Cetakan dua sisi (bagian atas dan bawah)

Gambar 2. Cetakan spesimen

Setelah cetakan selesai dibuat, tahap selanjutnya yaitu mengisi cetakan dengan material komposit. Pada penelitian ini, memvariasikan serat penguat komposit. Serat penguat yang digunakan antara lain: *high-density polyethylene (HDPE)*, *polyethylene terephthalate (PET)*, dan *fiberglass*. Pada penelitian ini, bentuk serat penguat dibuat sesuai kondisi aktual atau apa adanya saat limbah tersebut ditemukan. Hal tersebut bertujuan untuk menghasilkan nilai kekuatan tarik sesuai kondisi bahan baku di lingkungan. Namun, untuk serat *fiberglass* hanya digunakan dua lapis agar menghasilkan nilai yang tidak berbeda jauh dengan dua serat lainnya. Hal ini, mengingat serat *fiberglass* memiliki ikatan yang baik dengan resin sebagai matrik. Spesimen uji tarik yang telah dibuat ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Spesimen uji tarik komposit dengan serat

2.2. Alat Uji Tarik

Alat pengujian tarik yang digunakan yaitu *Universal Testing Machine* HT 2402 dengan beban maksimum 20 kN. Proses pengujian seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Pengujian secara eksperimen dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian dilakukan di Lab. Ilmu Dasar, Program Studi Sistem Pembangkit Energi, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.
2. Memakai perlengkapan keamanan seperti kaca mata pelindung, jas lab, sarung tangan, dan *ear plug*.
3. Mengukur geometri awal spesimen uji tarik antara lain: panjang spesimen awal dengan menggunakan jangka sorong, serta menghitung luas area spesimen.
4. Memasang grip sesuai dengan bentuk spesimen yang akan di uji.
5. Menyalakan alat uji tarik dengan langkah yaitu mcb dinyalakan kemudian tekan *power switch on*.
6. Menggunakan remot untuk kontrol manual digunakan saat awal pemasangan spesimen.
7. Masuk ke *software* dengan memasukkan *user* dan *password* (untuk mengganti *password* klik *preview* kemudian *checklist*).
8. Mengisi mengisi judul pengujian.
9. Memasukkan nilai geometri spesimen antara lain:
 - a. *Gauge length*: panjang tengah spesimen,
 - b. *Grip length*: panjang spesimen yang dijepit oleh grip,
 - c. *Width length*: lebar spesimen ,
 - d. *Thickness*: tebal spesimen,

- e. Setelah itu klik area maka akan otomatis menghitung luas area.
10. Memilih metode pengujian *tesile* atau uji tarik.
 11. Mengisi *speed* atau kecepatan sesuai dengan standart yaitu 0.0001 s.
 12. Mengklik *zero all* untuk memastikan semua data pengujian sebelumnya telah terhapus.
 13. Pengujian siap dengan mengklik *run*.
 14. Melihat data hasil pengujian dengan mengklik *report* kemudian masuk ke *file*. Data hasil pengujian siap disimpan.
 15. Setelah pengujian selesai *software* ditutup.
 16. Mematikan alat uji dengan menekan *power switch off*. Kemudian mcb di matikan.
 17. Mengukur Panjang akhir spesimen uji tarik menggunakan jangka sorong.
 18. Menganalisa hasil pengujian tarik berupa hasil kekuatan tarik berdasarkan grafik hasil pengujian dan bentuk spesimen setelah pengujian.

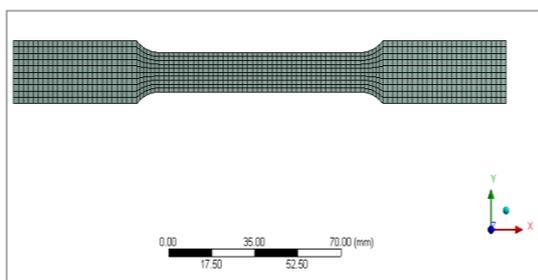


Gambar 4. Proses pengujian tarik

2.3. Simulasi Software

Setelah dilakukan pengujian secara eksperimen, tahapan selanjutnya adalah memodelkan pengujian dengan bantuan *software*. Pemodelan tersebut bertujuan untuk mengetahui distribusi tegangan dan regangan di permukaan spesimen uji dimana fenomena tersebut sulit untuk diperoleh apabila hanya dilakukan secara eksperimen. Metode yang digunakan dalam pemodelan ini adalah *finite element method* (FEM). Langkah awal yang dilakukan adalah menggambar spesimen dengan ukuran sesuai ukuran *standard* ASTM D638

dalam bentuk tiga dimensi. Kemudian memecahnya menjadi beberapa bagian kecil yang dikenal dengan istilah *meshing*, seperti ditunjukkan pada Gambar 5. *Meshing* yang digunakan adalah berbentuk *quad*. Kemudian memasukkan nilai parameter yang disesuaikan dengan hasil pengujian tarik. Parameter tersebut antara lain densitas material, *tensile ultimate strength* atau tegangan tarik pada kondisi maksimum, beban yang mampu ditahan, serta kecepatan pengujian. Oleh karena itu, pada tahap pemodelan dapat dilakukan setelah pengujian eksperimen diselesaikan.

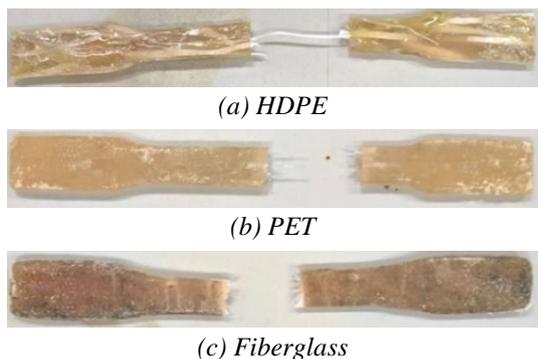


Gambar 5. Pemodelan spesimen uji

III. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil dan Analisis Uji Tarik

Setelah dilakukan pengujian hingga spesimen putus, selanjutnya dilakukan pengukuran panjang setelah pengujian. Spesimen yang telah diuji, ditunjukkan seperti pada Gambar 6.



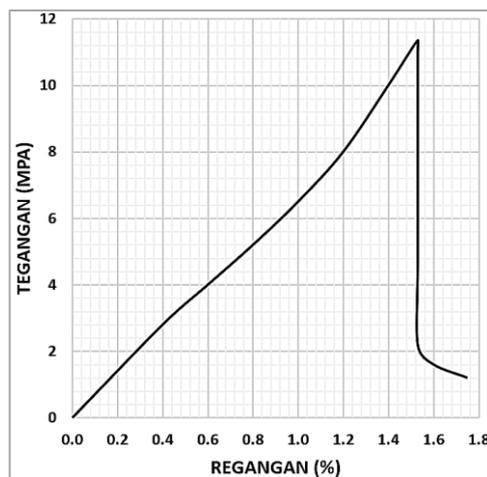
Gambar 6. Spesimen yang telah diuji komposit dengan serat

Setelah pengujian tarik dilakukan, maka diperoleh hasil sebagai seperti pada Tabel 1, dimana komposit dengan serat penguat HDPE mampu menahan beban hingga 1.904,1 N. Beban tersebut lebih besar jika dibandingkan dengan beban yang mampu diterima oleh komposit berserat PET, namun lebih rendah

jika dibandingkan dengan komposit berserat *fiberglass*. Komposit berserat HDPE memiliki kekuatan tarik terendah, jika dibandingkan dengan dua spesimen komposit lainnya yaitu sebesar 11,36 N/m² dan regangan yang dihasilkan yaitu sebesar 1,53 %. Grafik hasil pengujian tarik komposit dengan serat HDPE ditunjukkan pada Gambar 7. Hal tersebut menunjukkan serat HDPE memiliki tingkat keregangannya sedikit lebih tinggi jika dibandingkan dengan komposit berserat *fiberglass*.

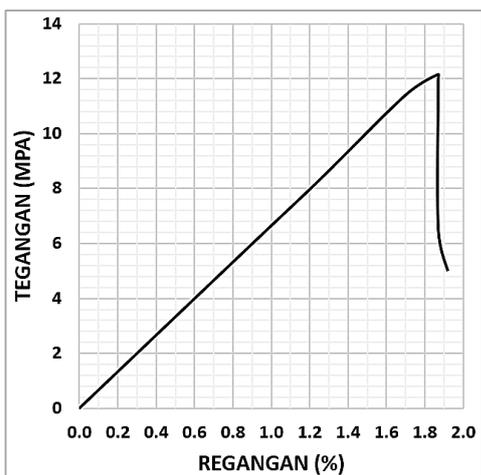
Tabel 1. Hasil pengujian tarik.

Komposit dengan serat	Max Force (N)	Tensile Strength (N/mm ²)	Elongation (%)
HDPE	1.904,1	11,36	1,53
PET	1.490,2	12,15	1,87
Fiberglass	3.160,9	17,31	1,46



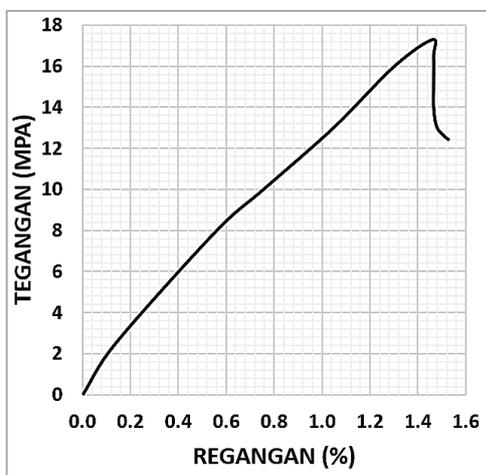
Gambar 7. Grafik hasil uji tarik komposit berserat HDPE

Berdasarkan Tabel 1, komposit dengan serat penguat PET mampu menahan beban hingga 1.490,2 N. Beban tersebut paling rendah jika dibandingkan dengan komposit berserat HDPE dan *fiberglass*. Kekuatan tarik yang dihasilkan oleh komposit dengan serat PET yaitu sebesar 12,15 N/m² dan regangan yaitu sebesar 1,87 %. Hal tersebut menunjukkan serat PET memiliki tingkat elastisitas tertinggi apabila dibandingkan dengan dua spesimen uji lainnya yaitu komposit dengan serat HDPE dan serat *fiberglass*. Hal tersebut ditandai dengan besar regangan yang dihasilkan. Pada Gambar 8, menunjukkan grafik hasil pengujian tarik komposit dengan serat PET. Pada grafik tersebut menunjukkan kekuatan tarik material.



Gambar 8. Grafik hasil uji tarik komposit berserat PET

Berdasarkan Tabel 1, komposit dengan serat penguat *fiberglass* mampu menahan beban hingga 3.160,9 N. Beban tersebut paling besar jika dibandingkan dengan komposit berserat PET maupun HDPE. Meskipun pada penelitian ini serat yang digunakan hanya satu lapis, namun serat *fiberglass* masih memiliki kekuatan tarik tertinggi apabila dibandingkan dengan komposit dari PET maupun HDPE yaitu sebesar 17,31 N/m², seperti ditunjukkan pada Gambar 9 yang merupakan grafik hasil pengujian tarik komposit dengan serat *fiberglass*. Namun demikian, berdasarkan hasil pengujian, komposit *fiberglass* memiliki regangan terendah yaitu sebesar 1,46 % sebelum spesimen uji akhirnya patah. Hal tersebut menunjukkan bahwa serat *fiberglass* yang tersusun secara acak berupa anyaman memiliki tingkat elastisitas paling rendah. Dimana pada keadaan nyata anyaman serat *fiberglass* saat ditarik menggunakan tangan akan mudah terurai.



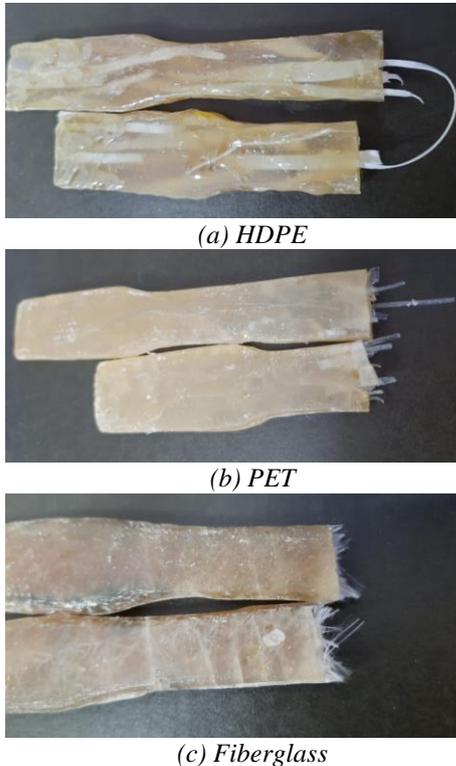
Gambar 9. Grafik hasil uji tarik komposit berserat *Fiberglass*.

Pada ketiga grafik hasil pengujian grafik yang telah diperoleh menunjukkan bentuk grafik yang identik atau mirip dengan grafik hasil pengujian tarik untuk material getas. Hal tersebut menyebabkan ketiga grafik tersebut juga terlihat sama bahwa tidak terjadi fenomena *yield* atau pada ketiga material komposit ini tidak terjadi deformasi plastis, sehingga retakan yang terbentuk terjadi sangat cepat sebelum akhirnya patah. *Yield* atau dikenal dengan istilah titik luluh yaitu merupakan peristiwa hilangnya sifat elastis material menjadi kondisi plastis yaitu kondisi dimana material sudah tidak dapat kembali ke bentuk semula setelah tagangan atau beban diberikan sebelum akhirnya material patah.

Kondisi ketiga material komposit ini adalah getas juga terbaca berdasarkan grafik hasil pengujian yaitu regangan yang dialami oleh ketiga material sangat kecil yaitu kurang dari 2 %. Kemudian pada ketiga grafik terlihat bahwa setelah mengalami tegangan maksimal material langsung patah tanpa terjadi penurunan tegangan dan kenaikan regangan yang umumnya terjadi pada material yang memiliki sifat ulet. Berdasarkan penjelasan tersebut, ketiga material komposit tidak mengalami peristiwa *necking* atau pengecilan luas penampang. Hal tersebut juga jelas terlihat pada Gambar 5 dimana pola patahan adalah tegak lurus dan tajam yang merupakan ciri-ciri dari pola patahan untuk material getas (Callister, Jr. & Rethwisch, 2014). Apabila ditinjau dari ukuran yaitu untuk ukuran lebar spesimen uji masih sama dengan ukuran awal.

Pola patahan serat komposit ditunjukkan seperti pada Gambar 10. Pengamatan secara visual dilakukan untuk menentukan jenis pola patahan serat. Berdasarkan Gambar 10, ketiga material komposit dalam penelitian ini mengalami pola patahan serat putus dengan menyakan serat di luar komposit atau dikenal dengan istilah *pull-out*. Hal tersebut dapat disebabkan ikatan yang kurang kuat antara serat dan resin sebagai matrik. Pada komposit dengan serat penguat HDPE menyakan serat HDPE yang belum putus seperti ditunjukkan pada Gambar 10 (a). Hal tersebut menunjukkan serat HDPE masih dapat mengalami regangan apabila penarikan terus dilakukan. Sedangkan untuk komposit dengan serat penguat PET dan *fiberglass* semua serat terjadi *pull-out* namun keseluruhan serat mengalami putus seperti ditunjukkan pada Gambar 10 (b) dan 10 (c).

Berdasarkan Gambar 10 (c) *pull-out* yang paling sedikit terjadi pada komposit dengan serat penguat *fiberglass*. Hal tersebut menunjukkan ikatan yang kuat antara serat fiber dengan matrik yaitu resin, sehingga lebih menyatu apabila dibandingkan dengan dua material komposit berserat polimer.

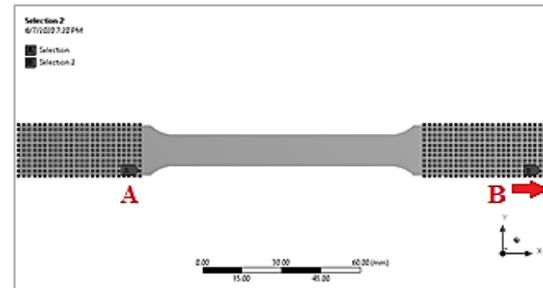


Gambar 10. Pola patahan serat komposit

3.2. Hasil dan Analisis Simulasi Software

Setelah dilakukan pengujian secara eksperimen kemudian dilakukan pemodelan uji tarik secara simulasi untuk mengetahui karakteristik regangan dan tegangan pada material komposit yang diujikan pada eksperimen. Diawali dengan membuat model sesuai ukuran kemudian memasukkan properti material komposit sesuai dengan data yang diperoleh secara eksperimen antara lain: densitas material, *tensile ultimate strength* atau tegangan tarik pada kondisi maksimum, beban yang mampu ditahan sesuai dengan Tabel 1, serta *modulus young* yang merupakan perbandingan tegangan dan regangan. Dalam hal ini, dilakukan perhitungan secara manual. Pemodelan uji tarik dilakukan dengan menarik salah satu bagian spesimen seperti ditunjukkan pada Gambar 11 yaitu pada bagian B. Kemudian posisi patahan dikondisikan berada pada bagian tengah *gauge length* yaitu seperti

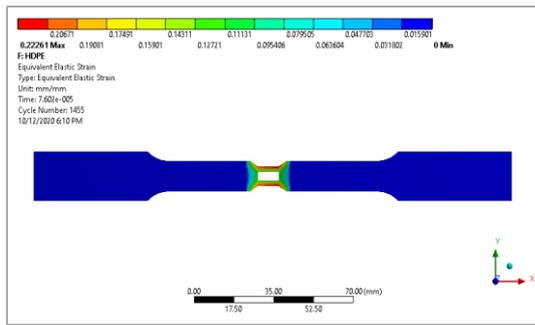
kondisi aktual patahan yang terjadi setelah dilakukan pengujian secara eksperimen.



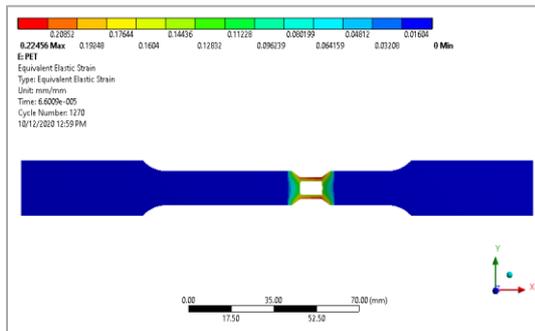
Gambar 11. Pemodelan penarikan pada simulasi

Berdasarkan hasil simulasi diperoleh distribusi regangan pada ketiga material komposit seperti ditunjukkan pada Gambar 12. Berdasarkan Gambar 12 (a) dan 12 (b) yaitu pada komposit dengan serat penguat HDPE dan PET kondisi material belum putus seutuhnya terutama pada bagian tepi. Hal tersebut dimungkinkan akibat masih ada serat yang masih mampu menahan tarikan. Hasil tersebut relatif sesuai dengan hasil eksperimen meskipun kondisi *pull-out* pada eksperimen lebih banyak terjadi di bagian tengah. Sedangkan, pada komposit dengan serat penguat *fiberglass* seperti pada Gambar 12 (c), spesimen uji terputus menjadi dua bagian secara sempurna. Hal tersebut mendekati dengan hasil eksperimen meskipun pada kondisi eksperimen terjadi *pull-out*, namun tidak terlalu nampak seperti pada komposit dengan serat penguat polimer.

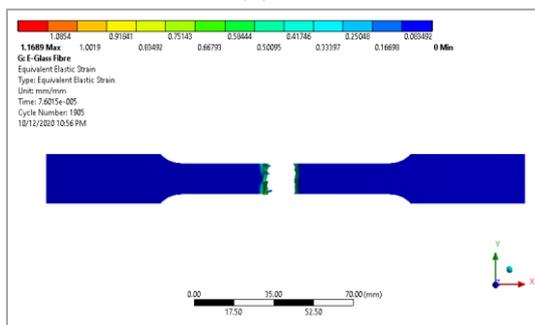
Berdasarkan hasil simulasi diperoleh distribusi tegangan pada ketiga material komposit seperti ditunjukkan pada Gambar 13. Berdasarkan Gambar 13 (a) dan (b) yaitu komposit dengan serat penguat polimer mulai tampak putus. Sedangkan untuk komposit dengan serat *Fiberglass* seperti ditunjukkan pada Gambar 13 (c) terlihat masih mampu menahan tarikan yang diberikan. Hasil simulasi tersebut sesuai dengan pengujian secara eksperimen dimana urutan tegangan tarik yang menunjukkan kekuatan tarik dari material yang tertinggi dimiliki oleh komposit dengan serat penguat *Fiberglass* kemudian diikuti oleh komposit dengan serat penguat PET dan kekuatan tarik terkecil dimiliki oleh HDPE.



(a) HDPE

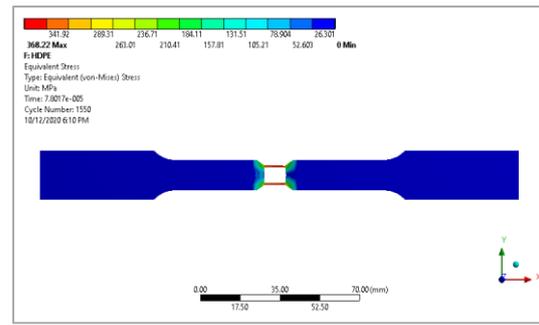


(b) PET

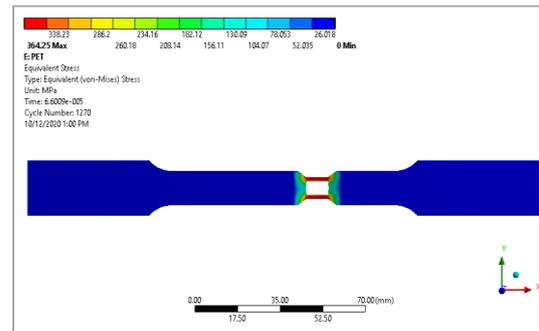


(c) Fiberglass

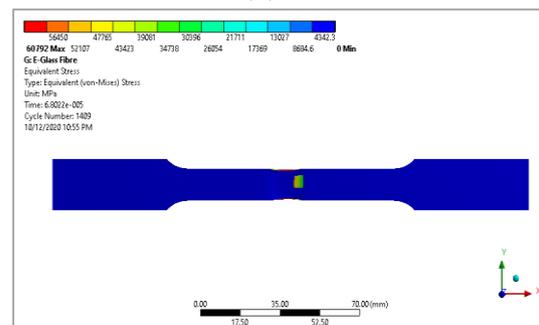
Gambar 12. Distribusi regangan pada permukaan komposit dengan serat penguat



(a) HDPE



(b) PET



(c) Fiberglass

Gambar 13. Distribusi tegangan pada permukaan komposit dengan serat penguat

Berdasarkan data hasil pengujian yang telah didapatkan untuk material komposit dengan serat sampah plastik yaitu PET dan HDPE dapat dimanfaatkan untuk dijadikan barang atau produk yang tidak terkena beban statik lebih dari 1.000 N. Penggunaan kedua material tersebut juga tidak cocok untuk produk yang menerima beban berulang. Sedangkan untuk material komposit dengan serat *fiberglass* dapat digunakan sebagai material dengan beban statik di bawah 2.500 N. Rekomendasi tersebut tentunya dengan memperhatikan metode pembuatan komposit pada penelitian ini.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian tarik terhadap tiga jenis material komposit diperoleh hasil bahwa komposit dengan serat *fiberglass* memiliki kekuatan tarik tertinggi yaitu sebesar 17,31 MPa. Sedangkan, komposit dengan serat HDPE memiliki kekuatan tarik terendah yaitu sebesar 11,36 MPa. Sedangkan, komposit dengan serat PET memiliki regangan tertinggi yaitu sebesar 21,87 %. Ketiga komposit tersebut bersifat getas ditunjukkan dari bentuk grafik hasil pengujian tarik serta pola patahan. Hasil simulasi berupa distribusi regangan dan tegangan menunjukkan fenomena yang relatif sama dengan hasil eksperimen.

Ucapan Terima Kasih

Alhamdulillah puji syukur atas kehadiran Allah SWT karena berkat Rahmat dan Hidayah-Nya penulis dan tim dapat menyelesaikan penelitian ditengah situasi yang cukup sulit untuk melakukan penelitian secara eksperimen yaitu situasi pandemi COVID-19. Tidak lupa ucapan terima kasih kepada Politeknik Elektronika Negeri Surabaya yang telah memberikan dukungan dana penelitian lokal. Terimakasih kepada segenap asisten Laboratorium Ilmu Dasar yang telah turut membantu mendukung jalannya penelitian.

Daftar Pustaka

- Abd Hamid, A. R., & Jagan, T. (2019). Design and Analysis of Carbon Fibre Composite Monorack Armfor Motorcycle. *International Journal of Intergrated Engineering*, 11(7), 152-161.
- Al-Mosawi, A. I., Abdulsada, S. A., & Ali, M. M. (2016). Ansys Modeling for Estimation Tensile and Flexural Strength of Green Composite. *Advances in Chemistry and Materials Science*, 2(1), 1-7.
- Apriani, E. (2017). Analisa Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Limbah dari Serat Kelapa Muda, Batang Pisang dan Kertas bekas terhadap Kekuatan Bending sebagai Papan Komposit. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 1(2), 38-46.
- Badrawada, I. G., Purwanto, A., & Firlanda, E. R. (2019). Analisa Aerodinamika Bodi Kendaraan Mataram Proto Diesel dengan ANSYS 15.0. *Jurnal Engine: Energi, Material, dan Manufaktur*, 3(1), 8-14. doi:10.30588/jeemm.v3i1.481
- Callister, Jr., W. D., & Rethwisch, D. G. (2014). *Material Science and Engineering: An Introduction* (9 ed.). New Jersey, USA: Wiley.
- Djamil, S., Lubis, S. Y., & Hartono, H. (2014). Kekuatan Tarik Komposit Matrik Polimer Berpenguat Serat Alam Bambu Gigantochloa Apus Jenis Anyaman Diamond Braid dan Plain Weave. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 7(1), 1-8.
- Fajri, R. I., Tarkono, T., & Sugiyanto, S. (2013). Studi Sifat Mekanik Komposit Serat Sansevieria Cylindrica dengan Variasi Fraksi Volume Bermatriks Polyester. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin FEMA*, 1(2), 85-93.
- Ma'arif, S., Pani, R. S., Chamim, M., & Sukarjo, H. (2019). Prediction of Distortion Behavior due to Load Thermal Laser Welded Low Carbon Steel with Stainless Steel 304 Based on Computation Simulation. *Proceeding International Conference on Materials Science and Technology* (pp. 72-79). Serpong: Center for Science and Technology of Advanced Materials - BATAN.
- Maryanti, B., Sonief, A. A., & Wahyudi, S. (2011). Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poilester terhadap Kekuatan Tarik. *Rekayasa Mesin*, 2(2), 123-129.
- Muhajir, M., Mizar, M. A., & Sudjimat, D. A. (2016). Analisis Kekuatan Tarik Bahan Komposit Matriks Resin Berpenguat Serat Alam dengan Berbagai Varian Tata Letak. *Jurnal Teknik Mesin*, 24(2), 1-8.
- Muhammad, M., & Putra, R. (2017). Uji Mekanik Komposit Berpenguat Serat Pandan Duri dan Resin Polyester dengan Variasi Komposisi Metoda Fraksi Berat. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 6(2), 63-72. doi:10.29103/jtku.v6i2.476
- Rahman, A., Farid, M., & Ardhyanta, H. (2016). Pengaruh Komposisi Material Komposit dengan Matriks Polypropylene Berpenguat Serat Alam terhadap Morfologi dan Kekuatan Sifat Fisik. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), D209-D2011.
- Taufik, S., & Tjahjono, B. (2019). 3D ANSYS Modeling Behaviour of Encased Steel Composite Column with Wide Flange and Hollow Section. *International Journal of Mechanics and Applications*, 9(1), 10-18. doi:10.5923/j.mechanics.20190901.02
- Wirawan, W. A., Setyabudi, S. A., & Widodo, T. D. (2017). Pengaruh Jenis Matriks terhadap Sifat Tarik pada Natural Fiber Komposit. *Seminar Nasional Teknologi Terapan (MESIN)*, 3(1), 29-34.