

PENGEMBANGAN NANOKOMPOSIT TERMOPLASTIK YANG DIPERKUAT SERAT KENAF PADA BUMPER MOBIL

Mochamad Sulaiman¹⁾, Yuliana Aziza²⁾, M. Hudan Rahmat³⁾

^{1), 2), 3)} *Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Raden Rahmat Malang*
Email : sule.kmp@gmail.com

ABSTRAK

Pengembangan teknologi biokomposit di Indonesia memiliki prospek yang sangat potensial karena ketersediaan sumber daya alam, khususnya hasil pertanian dan limbahnya yang melimpah dan dapat diperoleh sepanjang tahun. Serat kenaf merupakan salah hasil pertanian yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber serat untuk biokomposit. Penggunaan partikel berskala nano digunakan makin banyak partikel yang berinteraksi, kian kuat pula material. Inilah yang membuat ikatan antar partikel makin kuat, sehingga sifat mekanik materialnya bertambah. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui karakteristik nano partikel polypropylene dengan serat kenaf menggunakan metode Hand Lay Up (HLU) untuk menggantikan fiber glass sebagai filler pada komposit bermatrik polimer. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen, yakni menguji hipotesis berbentuk hubungan sebab-akibat melalui pemanipulasian variable independen dan menguji perubahan yang diakibatkan oleh pemanipulasian tersebut. Desain penelitian menggunakan teknik analisis untuk menganalisis data yang diperoleh dari hasil pengujian. Hasil pengujian tarik menunjukkan gaya tarik maksimum komposit berpenguat serat kenaf adalah 1781,15 N, sedangkan kekuatan tarik maksimum komposit adalah 4,75 MPa. Pengujian tekuk diperoleh rata-rata kekuatan tekuk sebesar 81,84 MPa. Dari data hasil pengujian menunjukkan bahwa spesimen yang diperkuat serat kenaf masih belum dapat menandingi kekuatan serat fiberglass.

Kata kunci : *Biokomposit, Serat Kenaf, Nanoteknologi, Termoplastik, Hand Lay Up*

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Pemanfaatan komposit alami diyakini akan mengalami banyak peningkatan sehubungan dengan tuntutan pelestarian lingkungan yang semakin tinggi. Hal ini didukung oleh kebijakan pemerintah ke arah penggunaan barang-barang yang berasal dari sumberdaya terbarukan dan *biodegradable*. Untuk menghindari semakin merosotnya kualitas lingkungan akibat penggunaan material berbahan dasar minyak bumi, sekarang ini banyak dikembangkan komposit alami di mana beberapa jenis serat alami seperti rami, bambu, pisang, kelapa sawit, dan lain-lain. Bahan-bahan tersebut difungsikan sebagai serat penguat komposit menggantikan serat gelas.

Pemilihan serat alami yang digunakan dalam komponen otomotif, terlebih dahulu hendaklah mempertimbangkan aspek keamanan dan keselamatannya. Terlepas dari sifat mekanik dan sifat termal, daur ulang bahan harus dipertimbangkan dalam mengembangkan termoplastik serat alami untuk menyelamatkan lingkungan. Untuk penghematan biaya maka komposit serat kenaf dipilih sebagai penguat.

Kebutuhan akan material serat kaca (*fiber glass*) pada dunia industri mencapai ratusan juta ton per tahunnya dan akan terus mengalami peningkatan. Oleh sebab itu perlu adanya revolusi teknologi material ke arah biokomposit yang dapat digunakan sebagai pilihan untuk mengurangi

penggunaan komposit sintesis dengan sifat-sifat yang lebih di antaranya eksplorasi sumber daya alam dalam negeri, ramah lingkungan memiliki sifat fisis dan mekanis yang lebih menguntungkan.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan membandingkan kekuatan mekanis dari biokomposit bahan serat kenaf dan nano polypropylene (PP) menggunakan metode Hand Lay Up (HLU) dengan *Glassfibre Mat Thermoplastics* (GMT) untuk bahan pembuat bumper mobil.

TINJAUAN PUSTAKA

Termoplastik

Termoplastik adalah plastik yang dapat dilunakkan berulang kali (*recycle*) dengan menggunakan panas. Termoplastik merupakan polimer yang akan menjadi keras apabila di dinginkan. Termoplastik akan meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu dan mempunyai sifat dapat balik (*reversibel*) kepada sifat aslinya, yaitu kembali mengeras bila di dinginkan. Contoh dari termoplastik yaitu Poliester, Nylon 66, PP, PTFE, PET, Polieter sulfon, PES, dan Polieter eterketon (PEEK).

Nanoteknologi

Nanoteknologi merupakan sebuah desain, produksi karakterisasi dan aplikasi struktur, alat dan sistem dengan mengontrol bentuk dan ukuran pada

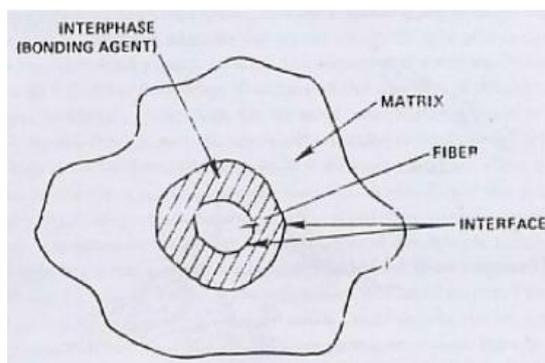
skala nanometer. Istilah nanoteknologi digunakan untuk mendeskripsikan kreasi dan eksploitasi suatu material yang memiliki ukuran struktur diantara atom dan material ukuran besar yang didimensikan dengan ukuran nanometer (1nm = 10⁻⁹m). Secara garis besar, sintesis nanopartikel dapat dilakukan dengan metode *top down* (fisika) dan *bottom up* (kimia). Metode fisika (*top down*) dilakukan dengan cara memecah padatan menjadi partikel-partikel kecil berukuran nano dengan alat yang bernama *ball milling*.

Serat Kenaf

Kenaf (*Hibiscus cannabinus L.*) merupakan salah satu bahan berlignoselulosa yang potensial untuk dikembangkan sebagai bahan baku alternatif industri. Kenaf dikategorikan sebagai tanaman penghasil fiber pada tanaman Hibiscus (*Malvaceae*) yang bisa ditumbuhkan di daerah tropis maupun subtropis. Serat kenaf terdiri atas serat bagian luar yang terdapat pada kulit sebesar 35% berat kering tangkai dan serat bagian dalam yang terdapat pada inti (*core*) sebesar 65% berat tangkai. Kenaf memiliki kualitas serat yang baik di lingkungan air dan tanah dengan pH 5,5 seperti lahan gambut. Serat ini yang dikenal sebagai sumber bahan selulosa yang memiliki manfaat untuk perekonomian dan lingkungan. Saat ini kenaf telah digunakan sebagai alternatif bahan baku untuk industri pulp dan kertas.

Komposit

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material sehingga dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari logam, kekakuan jenis (modulus Young) dan kekuatan jenisnya lebih tinggi dari logam. Beberapa lamina komposit dapat ditumpuk dengan arah orientasi serat yang berbeda, gabungan lamina ini disebut sebagai laminat. Komposit dapat disimpulkan sebagai dua macam atau lebih material yang digabungkan dalam skala makroskopis (dapat terlihat langsung oleh mata) sehingga menjadi material baru yang lebih berguna. Komposit terdiri dari 2 bagian/struktur utama yaitu *matriks* (pengikat) dan *filler* (penguat).



Gambar 1. Contoh struktur komposit.

Biokomposit dapat didefinisikan sebagai materi komposit yang terdiri dari polimer alami atau biofiber (serat alami) yang dapat terdegradasi sebagai penguat dan polimer yang tidak dapat terdegradasi atau yang dapat terdegradasi sebagai matriks. Material biokomposit terbuat dari bahan yang dapat diperbaharui sehingga pembuatannya dapat mengurangi konsumsi energi dan biaya produksi.

Pengujian Tarik

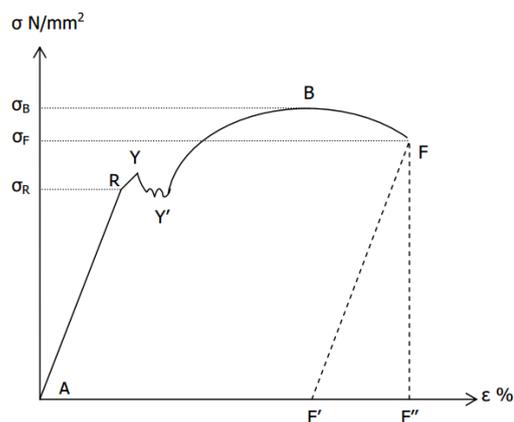
Uji tarik rekayasa banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Kurva tegangan regangan rekayasa diperoleh dari pengukuran perpanjangan benda uji.

Tegangan yang dipergunakan pada kurva adalah tegangan membujur rata-rata dari pengujian tarik yang diperoleh dengan membagi beban dengan luas awal penampang melintang benda uji.

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \dots\dots\dots (1)$$

Regangan yang digunakan untuk kurva tegangan regangan rekayasa adalah regangan linier rata-rata, yang diperoleh dengan membagi perpanjangan panjang ukur (*gage length*) benda uji, ΔL, dengan panjang awalnya, L₀.

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L-L_0}{L_0} \dots\dots\dots (2)$$

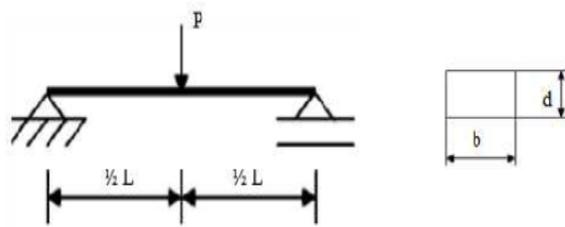


Gambar 2. Kurva umum tegangan-regangan hasil uji tarik.

Uji Bending

Uji bending adalah suatu proses pengujian material dengan cara di tekan untuk mendapatkan hasil berupa data tentang kekuatan lengkung (bending) suatu material yang di uji. Untuk melakukan uji bending ada faktor dan aspek yang harus dipertimbangkan dan dimengerti yaitu benda uji dan tekanan (p).

$$p = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (3)$$



Gambar 3. Three point bending.

Secara umum proses pengujian bending memiliki 2 cara pengujian, yaitu *Three point bending* dan *Four point bending*. *Three point bending* adalah cara pengujian yang menggunakan 2 tumpuan dan 1 penekan. Perhitungan yang digunakan:

$$\sigma_f = \frac{3PL}{2bd^2} \dots \dots \dots (4)$$

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen, yaitu melakukan pengujian terhadap obyek untuk menghasilkan data mentah berupa kekuatan mekanik biokomposit.

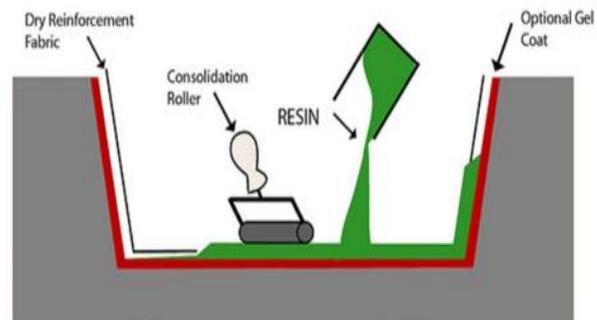
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Serat kenaf yang didapat dari Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas) Karangploso Malang, serat disusun secara teratur sehingga tersusun secara sejajar, (2) Serbuk *polypropylene* (PP) yang telah diproses pada *ball milling* untuk mendapatkan ukuran nano, (3) Resin untuk mencairkan/ melarutkan sekaligus juga mengerasakan semua bahan yang akan dicampur dan terakhir, (4) Katalis untuk proses *curing* (pengeringan).

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan komposit serat kenaf dengan matrik PP adalah: (1) Cetakan, untuk mencetak komposit dengan ketebalan tertentu, maka dibuat alat cetak terbuat dari plat besi dengan ketebalan 3 mm, cetakan dibuat 2 jenis yaitu cetakan untuk pengujian tarik dan pengujian tekuk, (2) alat bantu pembuatan spesimen berupa gelas ukur, penggaris, pisau, gunting, wax, isolasi double tipe, spidol, suntikan, dll., (3) alat pengujian, komposit serat kenaf akan dilakukan pengujian tarik dan pengujian tekuk dengan menggunakan alat: alat uji tarik dan alat uji tekuk.

Pembuatan spesimen komposit dilakukan dengan metode *hand lay up* (HLU) dengan langkah sebagai berikut:

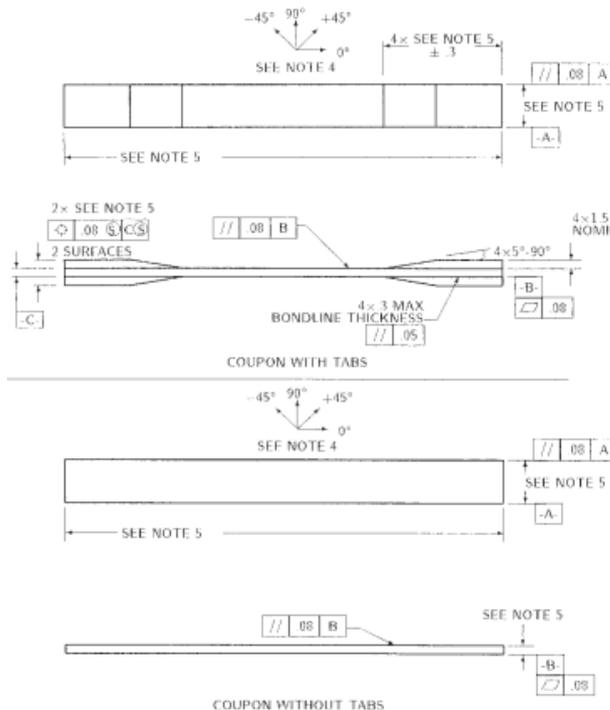
1. Cetakan dilapisi dengan wax secara merata agar spesimen yang dibuat mudah lepas dari cetakan.
2. Mengukur volume resin sesuai dengan perbandingan volume serat penguat yang dilakukan dengan 3 tahap pengadukan.

3. Katalis dicampurkan sebanyak 1 % dari volume resin dan juga ditambah dengan serbu PP, kemudian diaduk secara merata selama 2 menit dan didiamkan selama kurang lebih 4 menit agar gelembung udara bisa terlepas.
4. Menuangkan campuran resin, katalis dan serbuk PP ke dalam cetakan, diratakan dengan menggunakan kuas atau rol cat.
5. Meletakkan serat kenaf sebagai *layer* pertama keatas resin yang telah dituang ke dalam cetakan, kemudian di rol atau ditekan-tekan agar gelembung udara yang terperangkap dalam cetakan dapat keluar. Lalu didiamkan selama kurang lebih 15 menit.
6. Membuat campuran resin, dan katalis seperti langkah sebelumnya sebagai pelapis diatas serat kenaf.
7. Menuangkan campuran resin, katalis dan serbuk PP ke dalam cetakan, lalu diratakan dengan kuas dan diulangi sampai *layer* ke tiga.

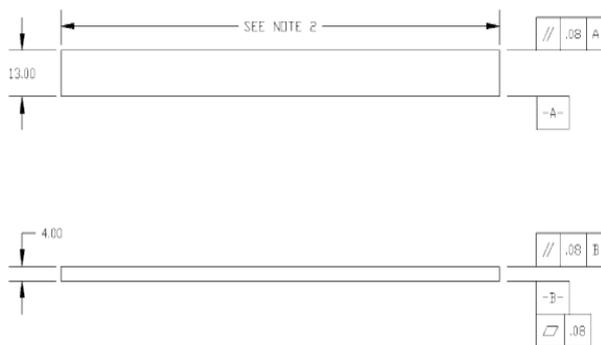


Gambar 4. Ilustrasi proses pembuatan komposit.

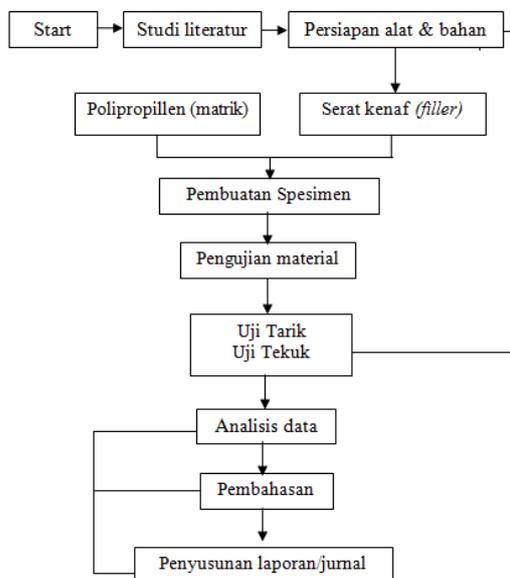
Pengujian komposit yang dilakukan pada penelitian ini antara lain pengujian tarik dan pengujian tekuk. Spesimen uji tarik dan uji tekuk dibuat dari pelat komposit hasil cetakan, yang dipotong dengan menggunakan gerinda tangan. Efek pemotongan dieliminasi dengan dihaluskan menggunakan kertas amplas. Spesimen tersebut dibuat sesuai dengan standar ASTM D3039 (uji tarik) dan ASTM D7264 (uji tekuk). Bagian spesimen yang akan dicekam mesin uji tarik diberi tab dari kertas amplas.



Gambar 5. Spesimen uji tarik ASTM D3039.



Gambar 6. Spesimen uji tekuk ASTM D7264



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

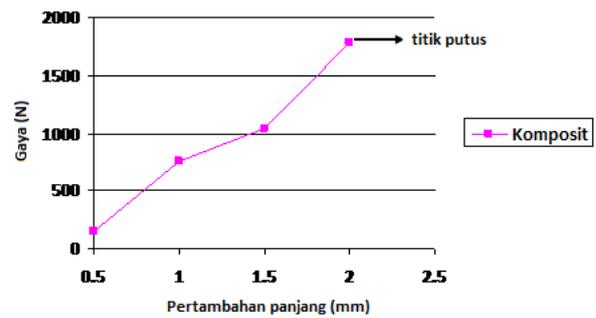
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian diperoleh data dan dapat dibuat grafik seperti berikut:

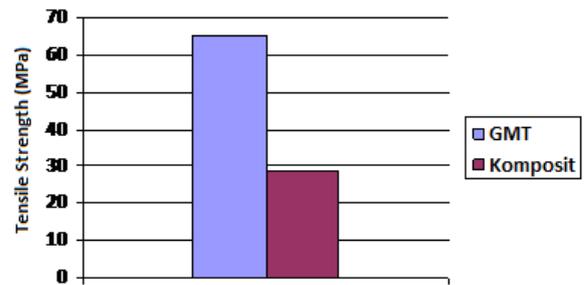


Gambar 8. Hasil spesimen ASTM D3039

Hasil uji tarik dengan ASTM D3039 terhadap sampel biokomposit yang mengalami 5 kali pengulangan, dari hasil rata-rata pengujian menunjukkan adanya hubungan pertambahan panjang terhadap gaya tarik.



Gambar 9. Hubungan Gaya (N) terhadap pertambahan panjang (mm)



Gambar 10. Perbandingan kekuatan tarik (*tensile strength*)

Gaya tarik maksimum sampel komposit berpenguat serat kenaf adalah 1781,15 N, dan kekuatan tarik maksimum biokomposit adalah 28,5 MPa. Perbedaan gaya tarik tersebut terjadi karena nilai keelastisan masing-masing material berbeda. Gambar 5.3 menunjukkan nilai kekuatan tarik biokomposit masih di bawah *Glassfibre Mat Thermoplastics* (GMT). Kekuatan tarik komposit adalah 28,5 MPa, sedangkan kekuatan tarik GMT adalah 65 MPa.

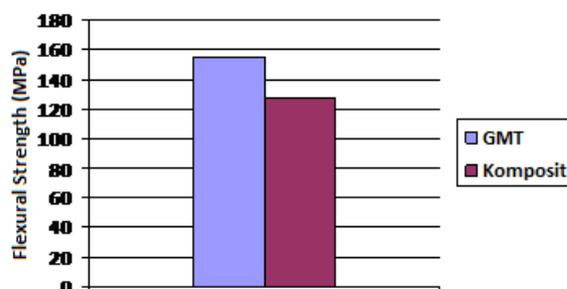


Gambar 11. Hasil spesimen ASTM D7264

Hasil uji tekuk (bending) ASTM D7264 terhadap sampel biokomposit dengan 5 kali pengulangan memiliki nilai kekuatan tekuk (*flexural strength*) yang tidak jauh berbeda. Ringkasan hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Hasil Uji Tekuk

Spesimen	Kekuatan tekuk (MPa)
1	127.7
2	132.53
3	121.04
4	124.72
5	132.98
Rata-rata	127.79



Gambar 12. Perbandingan kekuatan tekuk (*flexural strength*)

Hasil uji tekuk dari 5 spesimen diperoleh rata-rata kekuatan tekuk sebesar 127,79 MPa. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa kekuatan tekuk biokomposit tidak lebih tinggi dibandingkan dengan *Glassfibre Mat Thermoplastics* (GMT) yakni sebesar 158 MPa, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 12.

Dari hasil kedua pengujian (tarik dan tekuk) yang dilakukan dengan menggunakan standar ASTM D3039 dan ASTM D7264 dengan metode *Hand Lay Up* (HLU) dan susunan serat kenaf yang sejajar menunjukkan bahwa biokomposit dari serat kenaf (*filler*) dan nano PP (*matriks*) belum dapat menyaingi kekuatan mekanis *Glassfibre Mat Thermoplastic*. Dibuktikan dengan hasil

perbandingan pada gambar 10 untuk uji tarik besar kekuatan tarik maksimum dari biokomposit adalah 28,5 MPa, sedangkan kekuatan tarik maksimum *Glassfibre Mat Thermoplastic* sebesar 65 MPa. Demikian pula dengan hasil perbandingan pada gambar 12 untuk uji tekuk rata-rata kekuatan tekuk biokomposit hanya sebesar 127,79 MPa, masih dibawah dari hasil kekuatan tekuk *Glassfibre Mat Thermoplastic* (GMT) sebesar 158 MPa. Dengan hasil yang demikian perlu adanya alternatif lain dari metode pembuatan spesimen selain *Hand Lay Up* (HLU) serta perlu adanya variasi susunan serat kenaf dan perlakuan khusus pada serat kenaf sebelum ditaruh pada cetakan spesimen untuk mendapatkan hasil kekuatan mekanis yang lebih baik.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kekuatan tarik maksimal biokomposit serat kenaf dan nano PP dengan metode *Hand Lay Up* yakni sebesar 28,5 MPa.
2. Rata-rata kekuatan tekuk maksimum biokomposit serat kenaf dan nano PP dengan metode *Hand Lay Up* yakni sebesar 127,79 MPa.
3. Biokomposit serat kenaf dan nano PP dengan metode *Hand Lay Up* belum dapat menandingi kekuatan mekanis dari *Glassfibre Mat Thermoplastic* bahan dari bumber *fiberglass*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada DP2M DIKTI Kementerian RISTEK DIKTI yang telah memberikan dana penelitian melalui skim Penelitian Dosen Pemula tahun 2018 dengan surat KOntrak Nomor 070/SP2H/LT/K7/KM/2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Davoodi MM, Sapuan SM & Ahmed D. 2010. Mechanical properties of hybrid kenaf/glass reinforced epoxy composite for passenger car bumper beam. *Mater. Des.* 31:4927-4932.
- Hadyawarman et al. 2008. Fabrikasi Material Nanokomposit Superkuat, Ringan dan Transparan Menggunakan Metode Simple Mixing. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*. Vol 1, No 1, Februari 2008: 14-21.
- Hariyanto A. 2009. Pengaruh Fraksi Volume Komposit Serat Kenaf dan Serat Rayon Bermatrik Poliester Terhadap Kekuatan Tarik dan Impak. *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*. Vol. 10, No. 2, 2009: 181-191.
- Jeyanthi S & Rani JJ. 2012. Influence of natural long fiber in mechanical, thermal and recycling properties of thermoplastic composites in automotive components.

- International Journal of Physical Sciences*
Vol. 7(43).
- Nurudin A., Sonief A.A., Atmodjo W. Y. 2011. Karakteristik Kekuatan Mekanik Komposit Berbentuk Serat Kulit Waru (*Hibiscus Tiliaceus*) Kontinu Laminat Dengan Perlakuan Alkali Bermatriks Polyester. *Jurnal Rekayasa Mesin*. Vol. 2, No. 3, 2011: 209-217.
- Ramakrishna. M, Vivek kumar & Yuvrajsingh N. 2010. Novel treated Pine Needle fiber reinforced polypropylene composites and their characterization. *J. Reinf. Plast. Comp.* 29:2343-2355.
- Sisworo S. J. 2009. Pengaruh penggunaan serat kulit rotan sebagai penguat pada komposit polimer dengan matriks polyester yucalac 157 terhadap kekuatan tarik dan tekuk. *J TEKNIK* 30: 3-10.
- Sulistijono. 2016. *Mekanika Material Komposit Edisi Pertama*. ITS Press: Surabaya.
- Vilaseca F, Gonzalez AV, Franco PJH & Pelach MA. 2010. Biocomposites from abaca strands and polypropylene. *J Bioresource Technology Spain* 101:387-395.