

**PENGARUH *FILLER* NANO PARTIKEL WHITE KARBON AKTIF
KULIT BAMBU TERHADAP STRUKTUR (PHOTO MAKRO DAN SEM)
DAN KEKUATAN TARIK KOMPOSIT *POLYESTER***



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program
Studi Strata I pada Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik**

Oleh:

ERVAN HIDAYAT

D 200 110 115

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH *FILLER* NANO PARTIKEL WHITE KARBON AKTIF
KULIT BAMBU TERHADAP STRUKTUR (PHOTO MAKRO DAN SEM)
DAN KEKUATAN TARIK KOMPOSIT *POLYESTER***

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

ERVAN HIDAYAT

D 200 110 115

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Ir. Ngafwan, MT

NIK. 611

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH *FILLER* NANO PARTIKEL WHITE KARBON AKTIF
KULIT BAMBU TERHADAP STRUKTUR (PHOTO MAKRO DAN SEM)
DAN KEKUATAN TARIK KOMPOSIT *POLYESTER***

OLEH

ERVAN HIDAYAT

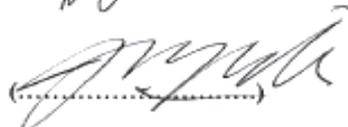
D 200 110 115

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Selasa, 27 Desember 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. Ngafwan, MT
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. Bibit Sugito , MT
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Agus Yulianto ,ST., MT.
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)

Dekan,


Ir. H. Sri Sunarjono, MT, Ph.D
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 27 Desember 2016

Penulis



ERVAN HIDAYAT

D 200 110 115

PENGARUH *FILLER* NANO PARTIKEL WHITE KARBON AKTIF KULIT BAMB TERHADAP STRUKTUR (PHOTO MAKRO & SEM) DAN KEKUATAN TARIK KOMPOSIT *POLYESTER*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendiskripsikan pengaruh nano partikel white karbon kulit bambu sebagai filler terhadap struktur (photo makro & SEM) dan kekuatan tarik komposit polyester. Metode pembuatan komposit dengan cara press mold. Pembuatan komposit menggunakan variasi fraksi berat filler mikro partikel karbon 0,1 gram, 0,15 gram dan 0,2 gram dengan resin polyester dengan tipe Yukalac 157 BQTN-EX. Pencampuran mikro partikel karbon dengan resin menggunakan metode pengadukan dengan kecepatan putaran 2200 rpm selama 10 menit. Pembuatan spesimen uji tarik menggunakan standar uji tarik ASTM D 638-01. Sebelum dilakukan uji tarik, dilakukan photo makro untuk mengetahui susunan partikel karbon dalam komposit. Dari hasil photo makro didapatkan nilai jarak dan diameter mikro partikel karbon. Jarak rata-rata pada spesimen komposit dengan filler nano partikel karbon (FK) 0,1 gram sebesar 48,8 μm , FK 0,15 sebesar 39,59 μm dan FK 0,2 sebesar 25,68 μm . Semakin tinggi fraksi berat karbon maka semakin rendah jarak partikel karbon. Diameter partikel karbon yang terukur yaitu berukuran 5,659 μm sampai 21,982 μm . Hasil uji tarik didapatkan nilai kekuatan tarik (yield) rata-rata pada spesimen Raw Material sebesar 25,12 N/mm², FK 0,1 gram sebesar 28,4 N/mm², FK 0,15 gram sebesar 31,81 N/mm² dan FK 0,2 gram sebesar 32,24 N/mm². Sedangkan nilai regangan tarik (yield) rata-rata pada spesimen Raw Material sebesar 0,73 %, FK1% sebesar 0,87 %, FK3% sebesar 0,93 % dan FK6% sebesar 0,94 %. Di lakukan SEM pada area patahan komposit, dari hasil SEM didapatkan nilai jarak dan diameter nano partikel karbon. Jarak rata-rata pada spesimen komposit dengan filler nano partikel white karbon (FK) 0,1 gram sebesar 0,577 μm , FK 0,15 sebesar 0,477 μm dan FK 0,2 sebesar 0,464 μm . Semakin tinggi fraksi berat karbon maka semakin rendah jarak partikel karbon. Diameter nano partikel white karbon yang terukur yaitu berukuran 0,103 μm sampai 0,210 μm . Dari hasil pembahasan hasil pengujian maka dapat disimpulkan bahwa penambahan filler nano partikel white karbon mampu meningkatkan kekuatan tarik dan regangan tarik komposit polyester.

Kata Kunci: *White Karbon, Kulit Bambu, Komposit, Photo Makro, Kekuatan Tarik, SEM*

ABSTRACT

This study aimed to describe the effect of nano-particles of carbon white bamboo skin as a filler to the structure (photo macro & SEM) and tensile strength polyester composites. Methods of making composites by way of a press mold. Manufacture of composites using a variation filler weight fraction of carbon micro-particles of 0.1 grams, 0.15 grams and 0.2 grams of the polyester resin with the type Yukalac BQTN 157-EX. Micro mixing carbon particles with resin using methods stirring with the rotation speed of 2200 rpm for 10 minutes. Making test specimen using a standard tensile pull test ASTM D 638-01. Prior to the tensile test, conducted macro photo to know the composition of the carbon particles in the composite. From the results of photo macro distance and diameter values obtained micro carbon particles. The average distance in the specimen composite carbon particles with nano filler (FK) 0.1 grams of 48.8 μm , 0.15 at 39.59 FK and FK 0.2 μm amounting to 25.68 μm . The higher the weight fraction of carbon, the lower range of carbon

particles. Diameter of carbon particles measured namely measuring 5.659 μm up to 21.982 μm . The results of tensile test tensile strength values obtained (yield) on average in the specimen Raw Material of 25.12 N / mm², FK 0.1 grams of 28.4 N / mm², FK 0.15 grams of 31.81 N / mm² and FK 0.2 grams of 32.24 N / mm². While the outline of the drop value (yield) on average in the specimen Raw Material by 0.73%, FK1% by 0.87%, 0.93% FK3% FK6% and 0.94%. In doing SEM on composite fault area, the results of SEM values obtained distance and diameter of carbon nano particles. The average distance to the composite specimens with nano filler particles of carbon white (FK) 0.1 grams of 0.577 μm , 0.477 μm of 0.15 FK and FK 0.2 of 0.464 μm . The higher the weight fraction of carbon, the lower range of carbon particles. Diameter of the nano-particles of carbon white measurable namely measuring 0.103 μm to 0.210 μm . From the discussion of the test results it can be concluded that the addition of nano filler particles of carbon white were able to increase the tensile strength and tensile strain composite polyester.

Keywords: *White Carbon, Bamboo Skin, Composite, Photo Macro, Tensile Strength, SEM*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin berkembangnya zaman dan teknologi ini mengakibatkan kebutuhan akan penelitian dan pengembangan dalam segala bidang semakin meningkat pesat, terutama dalam bidang material. Hal yang mendasarkan kemajuan teknologi ini adalah semakin dibutuhkannya material baru guna menunjang bidang industri yang lain. Pengembangan material terfokus dalam komposit, karena dengan terbatasnya sumber daya, material komposit diharapkan dapat meningkatkan sifat material dan juga rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi kekakuan, ketahanan terhadap korosi dan lain-lain sehingga mengurangi konsumsi terhadap bahan kimia.

1.2 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah diatas, maka penelitian ini berkonsentrasi pada:

- a) Jenis arang yang digunakan yaitu arang kulit bambu apus.
- b) Ukuran mikro partikel karbon yang digunakan paling besar adalah mesh 200 (74 μm)
- c) Variasi fraksi berat *filler* (w_f) nano partikel karbon (FK) 0,1 gr, 0,15 gr, 0,2 gr.
- d) Metode pencampuran *filler* nano partikel karbon dan resin menggunakan *mixer* dengan kecepatan putaran max 2200 rpm selama 10 menit.
- e) Resin *termosetting* jenis *polyester Yukalac 157 BQTN-EX*.
- f) Pembuatan komposit dengan metode *press mold*
- g) Pengujian struktur menggunakan photo makro (Dino-Lite Digital Microscope) dan SEM (Scanning Electronic Mikroskop).

h) Pengujian komposit dilakukan secara mekanis (uji tarik) untuk mengetahui kekuatan tarik komposit.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

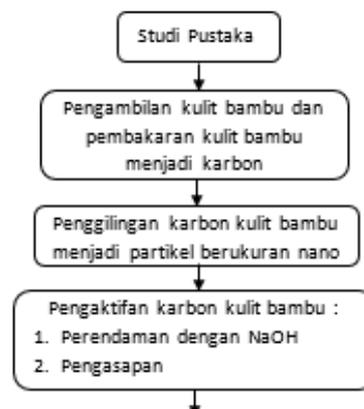
- 1) Untuk mengetahui pengaruh fraksi berat *filler* nano partikel white karbon aktif terhadap struktur (foto makro) dan fraksi volume *filler* secara teoritis pada komposit.
- 2) Untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi berat *filler* nano partikel white karbon aktif pada kekuatan tarik komposit.
- 3) Untuk mengetahui pengaruh fraksi berat *filler* nano partikel white karbon aktif terhadap struktur SEM (Scanning Electronic Mikroskop) serta morfologi permukaan komposit.

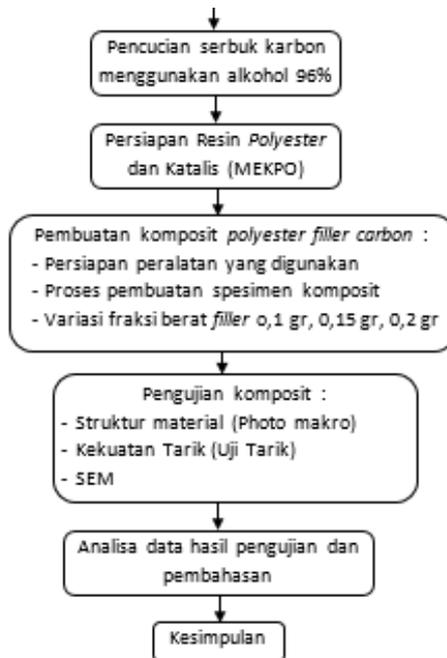
1.4 Tinjauan Pustaka

R. M. Jones (1975) menjelaskan bahwa definisi dari komposit dalam lingkup ilmu material merupakan gabungan antara dua buah material atau lebih yang digabungkan pada skala makroskopik untuk membentuk material baru yang lebih bermanfaat. Komposit terdiri dari dua unsur yaitu serat (*fibre*) sebagai *reinforcement* atau penguat dan bahan pengikat serat yang disebut dengan matriks. Unsur utama dari bahan komposit adalah serat. Serat inilah yang menentukan karakteristik suatu bahan seperti kekuatan, keuletan, kekakuan dan sifat mekanik yang lain.

Ronald F.Gibson (1994) Salah satu unsur penting dalam susunan struktur mikro pada komposit adalah karakteristik fraksi volume dan fraksi berat dari berbagai bahan penyusunnya. Untuk mengetahui fraksi volume dari material penyusun pada sebuah komposit, yaitu dengan mengolah hasil dari foto makro dan didekati dengan menggunakan bentuk geometris seperti susunan segitiga. Pada penelitian ini susunan partikel karbon didekati dengan menggunakan bentuk segitiga. Fraksi volume partikel untuk susunan segitiga dapat dihitung dengan membagi luas area lingkaran yang tertutup pada segitiga dengan luas segitiga tersebut.

2. METODE PENELITIAN





Gambar 1. Diagram alir penelitian.

2.1 Pengambilan dan Pembakaran Kulit Bambu

Kulit bambu diperoleh dari batang bambu dari kebun dan bekas limbah rumah tangga atau industri. Kulit bambu yang digunakan adalah kulit bambu apus, tidak muda dan tidak terlalu tua. Kulit bambu dikelupas dari pohonya dengan pisau, dan di ambil bagian kulit terluar tebal ± 1 mm. Setelah kulit bambu diambil dari batangnya. Pada proses pembakaran Kulit Bambu penulis menggunakan media kendil dan tungku sebagai media pembakarannya dengan bahan bakar arang kayu yang nantinya bara api pada arang akan dijaga suhunya agar tetap konstan dengan menggunakan kipas angin. Pada Pembakaran kulit bambu terjadi proses pirolisis yaitu pembakaran tidak sempurna terhadap kulit bambu. Pada saat pirolisis, energi panas mendorong terjadinya oksidasi sehingga sebagian besar molekul karbon yang kompleks terurai menjadi karbon atau arang. Dan untuk menjadikan kulit bambu menjadi white karbon kulit bambu diperlukan waktu pembakaran selama ± 10 jam.

2.2 Penggilingan Karbon Kulit Bambu

Karbon hasil dari proses pembakaran ditumbuk hingga hancur menjadi butiran – butiran berukuran Mesh 60. Setelah itu serbuk karbon dikocok dalam pralon bersama steel ball hingga berukuran Mesh 200. Kemudian serbuk karbon masuk proses mechanical steel ball milling hingga berukuran nano partikel.

2.3 Pengaktifan Karbon Kulit Bambu

1. Perendaman Karbon Kulit Bambu

Pada metode ini nano white karbon kulit bambu direndam dengan menggunakan larutan NaOH selama 12 jam yang direndam di dalam gelas keramik. Setelah 12 jam karbon dengan larutan NaOH dipisahkan dengan cara mengambil larutan NaOH dengan menggunakan suntikan hingga larutan NaOH mendekati habis. Kemudian karbon hasil rendaman dijemur dibawah sinar matahari sekitar 4 jam.

2. Pengasapan Karbon Kulit Bambu

Pada metode ini nano white karbon kulit bambu diasapi dengan menggunakan panci yang sudah dimodifikasi dengan diberi kran untuk mengatur banyak sedikitnya uap yang keluar dari panci dan diberi peralon pada tutup panci yang sudah di lem agar uap tidak keluar selain dari kran. Lubang peralon nantinya digunakan untuk menaruh nano karbon kulit bambu untuk diuapi. Waktu yang dibutuhkan untuk proses penguapan selama 2 jam. Pada saat sekali proses penguapan karbon yang dibutuhkan yaitu 2 sendok makan.

2.4 Pencucian Serbuk Karbon

Serbuk karbon dicuci menggunakan Alkohol 96% untuk menghilangkan kotoran serpihan pralon dan kandungan minyak, lalu dijemur hingga Alkohol menguap seluruhnya.

2.5 Persiapan Resin (*Polyester*) dan Katalis (MEKPO)

Resin sebagai matrix yang digunakan dalam penelitian ini adalah *unsaturated polyester matrix Yukalac 157® BTQN-EX* dan katalis jenis MEKPO (*Metyl Etyl Keton Peroksida*) yang diperoleh dari PT. Justus Kimia Raya, Semarang. Perbandingan komposisi antara resin dengan katalis yaitu 1 kg resin polyester dan 10 cc katalis MEKPO. Ciri – ciri resin *polyester* warna bening kekuning-kuningan dan berbau tajam sedangkan MEKPO berwarna bening dan berbau menyengat.

2.6 Pembuatan Komposit

Mempersiapkan peralatan untuk membuat specimen komposit yaitu :

- a) Cetakan specimen uji tarik
- b) Timbangan digital
- c) Alat pengaduk
- d) Jangka sorong

Setelah semua peralatan disiapkan maka selanjutnya adalah langkah-langkah pembuatan specimen komposit uji tarik sebagai berikut :

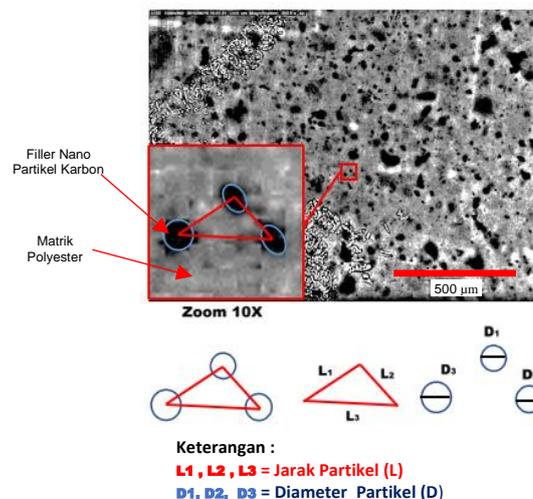
- 1) Pembuatan cetakan spesimen komposit sesuai standar pengujian tarik ASTM D 638 – 01.
- 2) Persiapan serbuk karbon, resin polyester dan hardener MEKPO. Kemudian ditimbang sesuai perbandingan fraksi berat filler (serbuk karbon) dengan resin polyester yang telah ditentukan. Dengan variasi fraksi berat karbon :

- a. Fraksi berat 1 yaitu 0,1 gram filler dengan 14,3 gram resin.
 - b. Fraksi berat 2 yaitu 0,15 gram filler dengan 14,25 gram resin.
 - c. Fraksi berat 3 yaitu 0,2 gram filler dengan 14,2 gram resin
- 3) Pencampuran resin dengan filler serbuk karbon menggunakan metode putaran bur tangan. Bur sebagai mixer disini memiliki kecepatan putaran maksimal 2200 rpm. Pengadukan dilakukan selama 10 menit lalu dilanjutkan pencampuran katalis diaduk selama 30 detik.
 - 4) Proses penuangan campuran kedalam cetakan dilakukan secara merata hingga memenuhi seluruh sisi dan sudut ruang cetakan. Lalu ditutup dengan kaca dan dijepit dengan penjepit.
 - 5) Pengeringan spesimen dalam cetakan dilakukan selama 15 jam.
 - 6) Pengambilan spesimen dari cetakan dilakukan dengan melepas kaca alas dan tutup cetakan, kemudian melepas kertas cetakan yang mengelilingi spesimen dengan cutter. Melepas dilakukan dengan hati-hati agar spesimen tidak rusak.
 - 7) Sisi spesimen dirapikan dengan cutter sampai dimensi spesimen mendekati ukuran yang ditentukan.
 - 8) Sisi spesimen dihaluskan menggunakan amplas lalu digosok dengan autosol sampai benar-benar halus.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Struktur (Photo Makro)

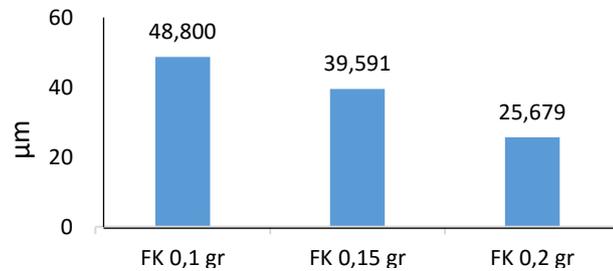
Spesimen sebelum diuji tarik terlebih dahulu dilakukan Photo makro pada bagian sisi tebal di area gage specimen untuk mengetahui jarak atau kerapatan partikel karbon sebagai *filler*, besar diameter partikel dan fraksi volume *filler*. Hasil photo makro selanjutnya diolah menggunakan software Picasa untuk memperjelas penampang partikel karbon.



Gambar 2. Hasil photo makro specimen komposit *filler* karbon

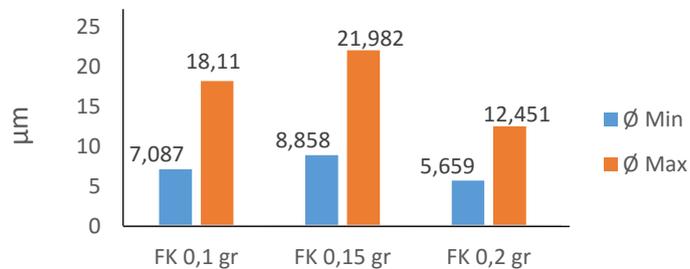
Dari hasil olah photo makro di atas menggunakan teori pendekatan bentuk segitiga maka didapatkan data jarak dan diameter partikel rata-rata sekaligus fraksi volume *filler* mikro partikel karbon dari seluruh spesimen uji tarik. Didapat data sebagai berikut :

Maka didapatkan grafik hasil pengujian sebagai berikut:



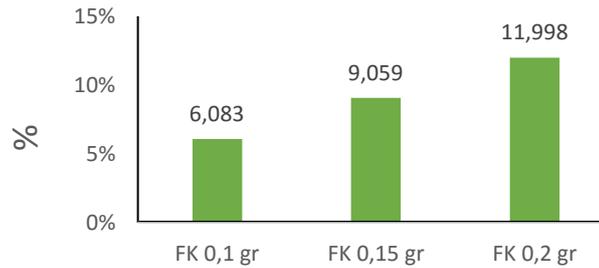
Gambar 3. Grafik jarak rata-rata *filler* nano partikel karbon

Pada grafik di atas nilai jarak rata-rata partikel karbon pada variasi berat *filler* nano partikel karbon (FK) pada spesimen FK 0,1 gram sebesar 48,8 μm, FK 0,15 gram sebesar 39,591 μm dan FK 0,2 gram sebesar 25,679 μm. Diketahui jarak rata-rata partikel tertinggi pada spesimen FK 0,1 gram dan terendah pada spesimen FK 0,2 gram. Hal ini disebabkan semakin besar fraksi berat *filler* (w_f) nano partikel karbon maka semakin rendah atau dekat jarak partikel karbon.



Gambar 4. Grafik diamter filler nano partikel karbon

Pada grafik di atas diambil dari hasil pengukuran diameter partikel keseluruhan spesimen seluruh fraksi berat *filler*, didapat data besar diameter terkecil pada spesimen FK 0,2 gram sebesar 5,659 μm dan diameter terbesar pada spesimen FK 0,15 gram sebesar 21,982 μm, Diketahui dari keseluruhan spesimen yang diukur didapat ukuran diameter mikro partikel dari yang terkecil hingga terbesar yaitu dari ukuran 5,659 μm sampai 21,982 μm.



Gambar 5. Grafik fraksi volume filler (v_f) rata-rata nano partikel karbon

Pada grafik di atas fraksi volume filler pada spesimen FK 0,1 gram sebesar 6,083 %, FK 0,15 gram sebesar 9,059 % dan FK 0,2 gram sebesar 11,998 %, Diketahui fraksi volume *filler* (v_f) tertinggi pada spesimen FK 0,2 gram dan terendah pada FK 0,1 gram, Hal ini disebabkan semakin besar fraksi berat filler (w_f) atau bertambahnya berat nano partikel karbon maka bertambah pula volume atau jumlah nano partikel karbon dalam komposit.

3.2 Pengujian Kekuatan Tarik

Setelah dilakukan pengujian tarik maka diperoleh data hasil uji tarik berupa tegangan, regangan dan modulus elastisitas. Data hasil pengujian tarik dengan variasi fraksi berat filler nano partikel karbon (FK) 0,1 gr, 0,15 gr, dan 0,2 gr. Kemudian data tersebut distandar deviasi dengan simpangan baku sebesar 7 %. Maka diperoleh data hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 3.1 Hasil uji Tarik spesimen *filler* nano partikel karbon (FK) 0,1 gr

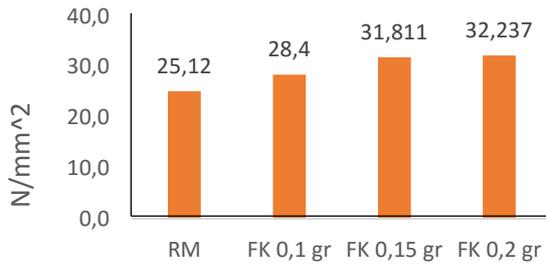
NO SPEBIMEN	σ_{yield} (N/mm ²)	ϵ_{yield} (%)	E_{yield} (N/mm ²)	σ_{max} (N/mm ²)	ϵ_{max} (%)
1	26,000	0,942	2760,085	30,000	1,228
2	30,000	1,028	2918,288	43,200	1,827
3	28,000	1,000	2800,000	35,865	1,409
4	28,667	1,000	2866,700	36,533	1,382
5	27,733	0,961	2885,848	29,067	1,044
6	30,000	0,944	3177,966	34,267	1,139
$\bar{\Sigma}$ rata-rata	28,400	0,979	2901,481	24,872	1,338

Tabel 3.2 Hasil uji Tarik spesimen *filler* nano partikel karbon (FK) 0,15 gr

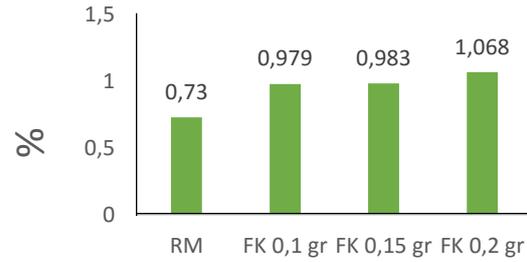
NO SPEBIMEN	σ_{yield} (N/mm ²)	ϵ_{yield} (%)	E_{yield} (N/mm ²)	σ_{max} (N/mm ²)	ϵ_{max} (%)
1	31,973	1,034	3092,166	44,658	1,564
2	32,338	0,976	3313,320	34,675	1,056
3	31,000	0,684	4532,164	30,667	0,893
4	32,987	1,066	3094,465	52,987	2,127
5	32,835	1,179	2784,987	53,987	2,649
$\bar{\Sigma}$ rata-rata	32,227	0,988	3363,420	43,395	1,658

Tabel 3.3 Hasil uji Tarik spesimen *filler* nano partikel karbon (FK) 0,2 gr

NO SPEBIMEN	σ_{yield} (N/mm ²)	ϵ_{yield} (%)	E_{yield} (N/mm ²)	σ_{max} (N/mm ²)	ϵ_{max} (%)
1	34,470	1,080	3191,67	45,530	1,634
2	31,369	1,032	3039,63	39,860	1,444
3	30,000	1,000	3000,00	31,795	1,630
4	32,400	1,100	2949,45	41,200	1,576
5	32,948	1,127	2923,51	47,436	2,000
$\bar{\Sigma}$ rata-rata	32,237	1,068	3020,053	41,164	1,657

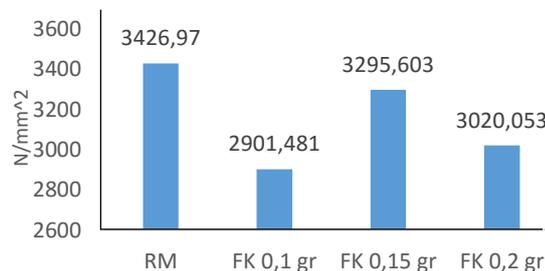


Gambar 6. Grafik nilai tegangan rata-rata pada titik *yield*



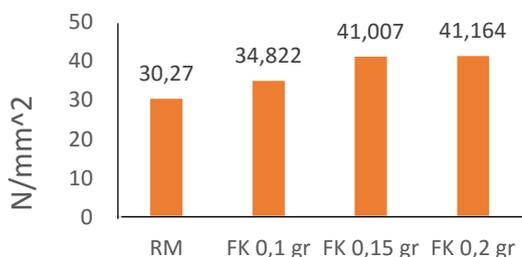
Gambar 7. Grafik nilai regangan rata-rata pada titik *yield*

Pada grafik menunjukkan bahwa nilai rata - rata tertinggi di titik *yield* pada spesimen FK 0,2 gram dengan Tegangan *Yield* rata-rata sebesar 32,237 N/mm², Regangan *Yield* rata-rata sebesar 1,068 % dan Modulus Elastisitas rata-rata 3020,053 N/mm². Diketahui nilai tegangan rata-rata dan regangan rata-rata pada titik luluh (*yield*) tertinggi pada spesimen komposit *filler* karbon (FK) 0,2 gram. Pada saat proses pertambahan panjang terjadi pengecilan penampang pada area *gage*, kemudian menyebabkan Kekuatan Tarik dan Regangan Tarik meningkat seiring bertambah banyaknya jumlah *filler* karbon dalam komposit. Hal ini disebabkan partikel karbon tidak dapat dimampatkan pada saat proses pengecilan penampang, partikel karbon hanya bergeser searah dengan gaya tarik komposit.

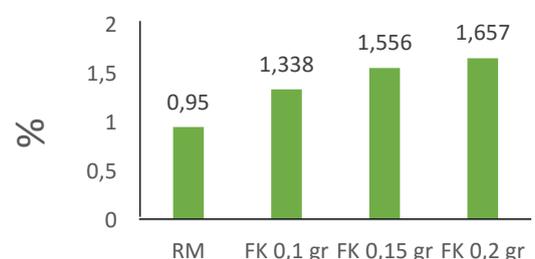


Gambar 8. Grafik nilai modulus elastisitas rata-rata pada titik *yield*

Pada grafik di atas menunjukkan nilai modulus elastisitas rata-rata pada titik luluh (*yield*) tertinggi yaitu spesimen Raw Material sebesar 3429,97 N/mm².



Gambar 9. Grafik nilai tegangan rata-rata pada titik *ultimate*



Gambar 10. Grafik nilai regangan rata-rata pada titik *ultimate*

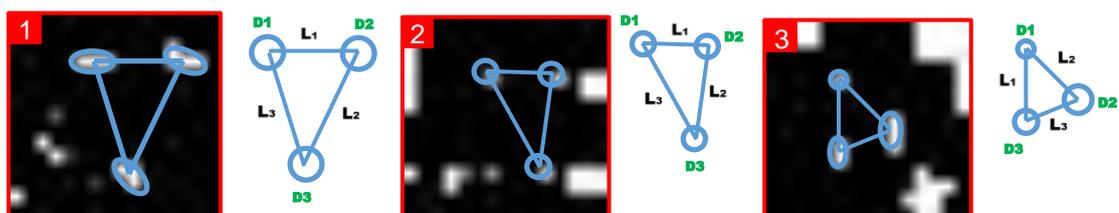
Pada grafik di atas menunjukkan bahwa nilai rata-rata tegangan maksimal tertinggi pada spesimen *Filler* Karbon (FK) 0,2 gram sebesar 41,164 N/mm² dan nilai rata-rata regangan maksimum tertinggi pada spesimen FK 0,2 gram sebesar 1,657 %, Diketahui nilai tegangan rata-rata tertinggi pada spesimen FK 0,2 gram. Sedangkan nilai regangan rata-rata mengalami peningkatan seiring dengan penambahan fraksi berat *filler* (w_f) nano partikel karbon. Hal ini disebabkan partikel karbon mampu menurunkan tingkat kekakuan suatu material komposit *polyester* pada kadar fraksi berat *filler* (w_f) tertentu.

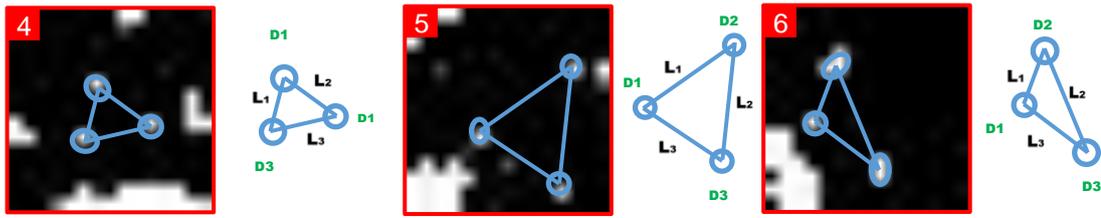
3.3 Pengujian SEM (Scanning Electronic Mikroskop)

Spesimen setelah diuji tarik kemudian dilakukan photo SEM pada bagian area patahan specimen untuk mengetahui jarak atau kerapatan nano partikel karbon sebagai *filler*, besar diameter nano partikel dan fraksi volume *filler*. Hasil photo SEM selanjutnya diolah menggunakan software Picasa untuk memperjelas penampang partikel karbon.



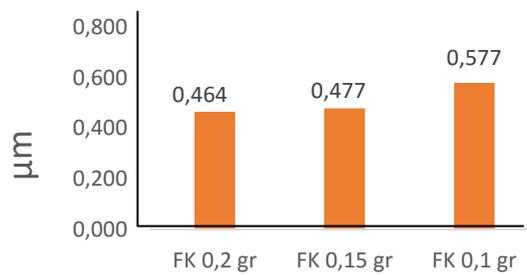
Gambar 11. SEM dengan perbesaran 10X pada titik 1 sampai 6





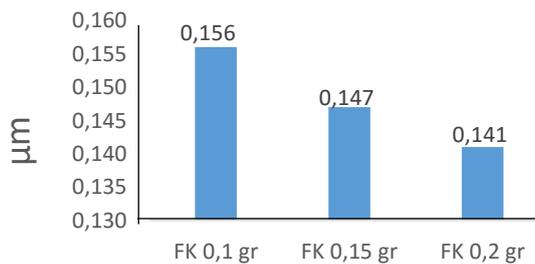
Dari hasil olah photo SEM di atas menggunakan teori pendekatan bentuk segitiga maka didapatkan data jarak dan diameter partikel rata-rata sekaligus fraksi volume *filler* nano partikel white karbon dari seluruh spesimen uji tarik. Didapat data sebagai berikut :

Maka didapatkan grafik hasil pengujian sebagai berikut:



Gambar 12. Grafik jarak rata-rata *filler* nano partikel karbon pada photo SEM

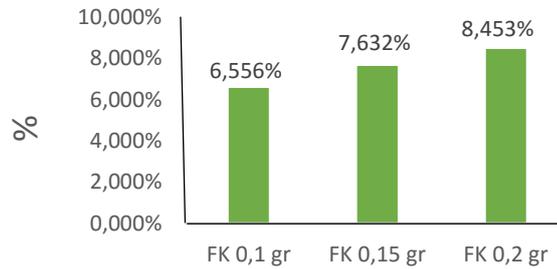
Pada grafik nilai jarak rata-rata partikel karbon pada variasi berat *filler* nano partikel karbon (FK) pada spesimen FK 0,1 gr sebesar 0,577 μm, FK 0,15 gr sebesar 0,477 μm dan FK 0,2 gr sebesar 0,464 μm. Diketahui jarak rata-rata partikel tertinggi pada spesimen FK 0,1 gram dan terendah pada spesimen FK 0,2 gram. Hal ini disebabkan semakin besar fraksi berat *filler* (w_f) nano partikel karbon maka semakin rendah atau dekat jarak partikel karbon.



Gambar 13. Grafik diameter rata-rata filler nano partikel karbon pada photo SEM

Pada grafik diambil dari hasil pengukuran diameter partikel keseluruhan spesimen seluruh fraksi berat *filler* nano partikel karbon (FK) pada spesimen FK 0,1 gr sebesar 0,156 μm, FK 0,15 gr sebesar 0,147 μm dan FK 0,2 gr sebesar 0,141 μm, didapat data besar diameter terkecil pada spesimen FK 0,2 gram dan diameter terbesar pada spesimen FK 0,1

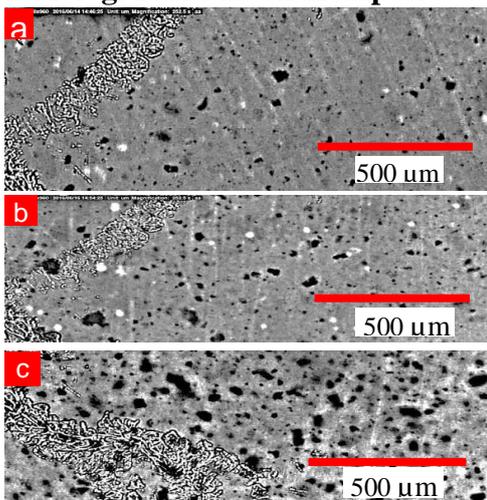
gram, Diketahui dari keseluruhan spesimen yang diukur didapat ukuran diameter nano partikel dari yang terkecil hingga terbesar yaitu dari ukuran 0,141 μm sampai 0,156 μm .



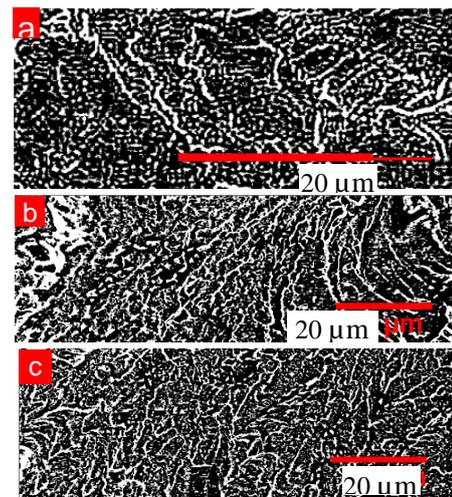
Gambar 14. Grafik fraksi volume filler (v_f) rata-rata mikro partikel karbon

Pada grafik fraksi volume filler pada spesimen FK 0,1 gram sebesar 6,556 %, FK 0,15 gram sebesar 7,632 % dan FK 0,2 gr¹⁶ sebesar 8,453 %., Diketahui fraksi volume *filler* (v_f) tertinggi pada spesimen FK 0,2 gram dan terendah pada FK 0,1 gram, Hal ini disebabkan semakin besar fraksi berat filler (w_f) atau bertambahnya berat nano partikel karbon maka bertambah pula volume atau jumlah nano partikel karbon dalam komposit.

3.4 Morfologi Permukaan Komposit



Gambar 15. Pengamatan Photo makro terhadap Pembentukan Struktur *white Carbon aktif* pada Komposit dengan filler white karbon aktif, (a) fraksi berat 0,1 gram, (b) fraksi berat 0,15 gram, (c) fraksi berat 0,2 gram.



Gambar 16. Pengamatan SEM terhadap Pembentukan Struktur *white Carbon aktif* pada Komposit dengan filler white karbon aktif, (a) fraksi berat 0,1 gram, (b) fraksi berat 0,15 gram, (c) fraksi berat 0,2 gram.

Pada Gambar 19. diperlihatkan morfologi dan struktur nano komposit dengan filler white karbon aktif. Secara keseluruhan, partikel karbon mengikat satu sama lain sehingga mengarah ke pembentukan serat. Hal tersebut paling jelas terlihat pada fraksi berat 0,15 gr ,dan 0,2 gr. Dimana serat yang terbentuk memiliki garis yang panjang.

Struktur mikro pada komposit white karbon aktif dengan fraksi berat 0,1 gram menunjukkan bahwa unsur penyusunnya yaitu karbon dalam hal penyebarannya kurang mengikat satu sama lain. Penyebaran partikel karbon tidak merata terhadap seluruh area matriks. Dengan kata lain, hanya membentuk serat-serat pendek.

Pada fraksi berat 0,15 gram, penyebaran partikel karbon dapat merata terhadap seluruh area matriks. Partikel karbon dapat mengikat satu sama lain sehingga menyusun barisan membentuk serat-serat yang panjang.

Sama seperti fraksi berat 0,15 gram, pada fraksi berat 0,2 gram penyebaran partikel karbon dapat merata terhadap seluruh area matriks. Partikel karbon dapat mengikat satu sama lain sehingga menyusun barisan membentuk serat-serat yang panjang. Akan tetapi, jumlah partikel kecil yang menyebar di area matrik jauh lebih banyak, sehingga hasil yang didapat pada fraksi berat 0,2 gram lebih baik daripada fraksi berat 0,15 gram.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa pengujian komposit dan pembahasan data yang diperoleh, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Dalam pengujian struktur dengan Photo makro (dino lite) dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi fraksi berat *filler* (w_f) nano partikel white karbon maka jarak partikelnya semakin dekat dan fraksi volume *filler* (v_f) nano partikel white karbon semakin tinggi karena jumlah atau volume mikro partikel karbon semakin bertambah.
- 2) Dalam pengujian tarik dapat disimpulkan bahwa penambahan nano partikel white karbon sebagai *filler* dalam material ini mampu meningkatkan kekuatan tarik, tegangan dan regangan tarik komposit polyester seiring dengan penambahan jumlah fraksi berat *filler* (w_f) nano partikel white karbon.
- 3) Dalam pengujian struktur SEM di dapat kesimpulan sama seperti photo makro (dino lite), bahwa semakin tinggi fraksi berat *filler* (w_f) nano partikel white karbon maka jarak partikelnya semakin dekat dan didapat diameter rata-rata semakin kecil, serta fraksi volume *filler* (v_f) nano partikel white karbon semakin tinggi karena jumlah atau volume mikro partikel karbon semakin bertambah. Dan kesimpulan lain dari hasil photo SEM tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin kecil diameter partikel maka akan semakin rata penyebaran partikel, sehingga jarak antar partikelnya semakin dekat, yang kemudian hasilnya mampu meningkatkan kekuatan tarik, tegangan dan regangan tarik komposit

polyester. Morfologi komposit dengan filler white karbon aktif menunjukkan partikel karbon saling mengikat satu sama lain sehingga mengarah ke pembentukan serat. Hasil tersebut paling jelas terlihat pada fraksi berat 0,2 gram. Sedangkan pada komposit dengan fraksi berat 0,1 gram menunjukkan penyebaran partikel kurang mengikat satu sama lain, sehingga hanya membentuk gumpalan-gumpalan partikel.

4.2 Saran

- a) Gunakan fraksi berat *filler* yang lebih tinggi dan jarak antar variasi lebih jauh, sehingga mendapatkan hasil grafik uji tarik yang signifikan.
- b) Lakukan waktu penggilingan material karbon yang lebih lama, sehingga keseluruhan partikel bisa menjadi ukuran nano.
- c) Lakukan waktu pengadukan yang lebih lama, sehingga nano partikel karbon lebih merata keseluruh bagian komposit.

DAFTAR PUSTAKA

- Andre L. Cazetta, Osvaldo P.junior, Alexandro M.M Vargas, Aline. P da Silva, Xiaoxin Zou, Tewodros Asefa, Vitor C. Ameida, 2013. ***“Thermal Regeneration Study Of Hight Surface Area Activated Carbon Obtained From Coconut Shell”*** : Characterization And Application Of Response Surface, Methodologi.
- Bello S. Adekunle, Agunsove J.Olumuyiwa & Hassan S. Bolaji, 2015. ***“Synthesis of coconut shell nanoparticles via a top down approach: Assessment of milling duration on the particle sizes and morphologies of coconut shell nanoparticles”*** Department of Metallurgical and Materials Engineering, Faculty of Engineering, University of Lagos, Lagos, Nigeria.
- B. Esmar, N. Hadi, B. Setia, H. Erfan, S. Puji, S. Rangi, Sunaryo. 2012, ***“Kajian Pembentukan Karbon Aktif Berbahan Arang Tempurung Kelapa”***.
- Farikhin F., Ngafwan, Joko Sedyono, 2016. ***“Analisa scanning Electron microscope Komposit Polyester Dengan Filler Karbon Aktif Dan Karbon Non Aktif”*** Tugas Akhir. Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Sukoharjo.
- Farrelly, David (1984). ***“The Book of Bamboo”***. Sierra Club Books. [ISBN 087156825X](#).
- Gratani, Loretta; Maria Fiore Crescente, Laura Varone, Giuseppe Fabrini, and Eleonora Digiulio (2008). ***“Growth pattern and photosynthetic activity of different bamboo species growing in the Botanical Garden of Rome”***. *Flora* **203**: 77–84.
- Keerthika. B, Umayavalli. M, Jeyalalitha. T & Krishnaveni. N, 2016. ***“ Coconut shell powder as cost effective filler in copolymer of acrylonitrile and butadiene rubber”*** Department of

Chemistry, Sri Subramania College of Engineering and Technology, Palani 624601, Tamil Nadu, India.

- Ojha. S, Kumar A. Samir & Gujjala. R, 2014. “*Characterization and Wear Behavior of Carbon Black Filled Polymer Composites*” PhD Student, Department of Mechanical Engineering, NIT, Rourkela, Odisha, 769008, INDIA.
- Riberio. M.C.S, Sousa S.P.B & Novoa P.R.O, 2015. “*An investigation on fire and flexural mechanical behaviors of nano and micro polyester composites filled with SiO₂ and Al₂O₃ particles*” INEGI, Institute of Mechanical Engineering and Industrial Management, Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal.
- Rosita, P. L. Boni, S. P. Yoga, 2013. “*Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa*”.
- R. M. Jones, 1975, “*Mechanics of Composite Materials*”.
- Standard Pengujian Tarik “*ASTM D 638 – 01*”
- Wahyudianto J., Ngafwan, Agus Yulianto, 2016. “*Pengaruh Filler Mikro Partikel Karbon Tempurung Kelapa (CMP-CS) Terhadap Photo Makro Dan Kekuatan Tarik Komposit Polyester*” Tugas Akhir. Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Sukoharjo.