

ISSN 1979 - 018X

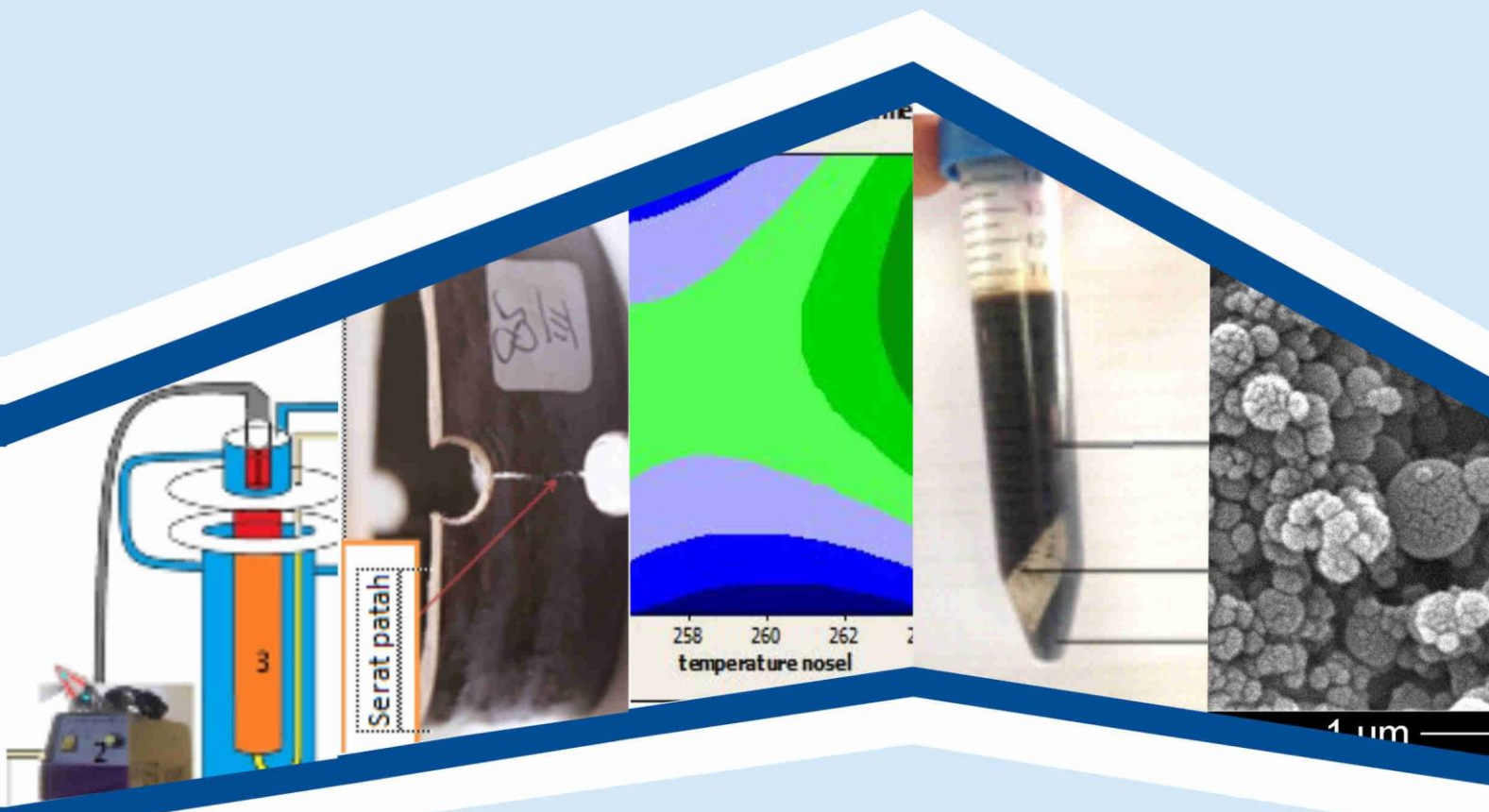


# ROTOR

JURNAL ILMIAH

TEKNIK MESIN

Volume 10 Nomor 1, April 2017



ROTOR

Volume 10

Nomor 1

Halaman  
1 - 72

Jember  
April 2017

ISSN  
1979 - 018x



JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER



# JURNAL ROTOR

Volume 10  
Nomor 1, April 2017

## DEWAN REDAKSI

**Penanggungjawab**

Hari Arbiantara Basuki, S.T., M.T.

**Redaktur**

Dr. Nasrul Iminnafik, S.T., M.T.

**Redaktur Pelaksana**

M. Fahrur Rozy Hentihu, S.T., M.T.

**Penyunting**

Danang Yudistiro, S.T., M.T.

**Penyunting Ahli**

Prof. Dr. Ing. I Made Londen Batan, M.Eng, (ITS)

Prof. Dr. Ir. Anne Zulfia, M.Sc. (UI)

Dr. Ir. Djarot Widagdo (ITB)

Dr. Ir. Agus Sigit Pramono (ITS)

Dr. Eng. Made Sucipta, S.T., M.T. (UNUD)

**Penyunting Pelaksana**

Ir. Digdo Listyadi Setyawan., M.Sc.

Dr. R. Koekoeh K. W, S.T., M.Eng.

Dr. Agus Triono, S.T., M.T.

Dr. Salahuddin Junus, S.T., M.T.

**Sekretariat**

Siti Halimah

## JURNAL ILMIAH ROTOR

merupakan salah satu sasaran bagi para profesional baik dari dunia usaha, pendidikan, ataupun peneliti untuk menyebarkan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang teknik mesin melalui publikasi hasil penelitian

## **KATA PENGANTAR**

Jurnal ROTOR merupakan jurnal yang diterbitkan oleh Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember yang memuat artikel ilmiah dalam bidang Konversi Energi, *Design/Perancangan*, Teknik Produksi, Material serta bidang lain yang terkait dengan Teknik Mesin. Hasil penelitian yang diterbitkan dalam jurnal ini diharapkan dapat menambah khasanah pengetahuan di bidang Teknik Mesin serta menjadikan sarana bagi para profesional baik dari dunia usaha, pendidikan, ataupun peneliti untuk menyebarkan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang Teknik Mesin melalui publikasi hasil penelitian.

Terima kasih disampaikan kepada para penulis yang telah mengirimkan artikel untuk dimuat pada Jurnal Rotor Volume 10 Nomor 1, April 2017. Redaksi kembali mengundang para penulis dari bidang Teknik Mesin baik lembaga pendidikan maupun penelitian untuk memberikan sumbangan ilmiahnya, baik hasil penelitian maupun kajian ilmiah.

Redaksi sangat mengharapkan masukan dari pembaca yang terkait dengan penerbitan, demi meningkatnya kualitas jurnal. Semoga artikel ilmiah yang dimuat dalam Jurnal Rotor TM UJ memberikan manfaat bagi para akademisi dan profesional khususnya di bidang Teknik Mesin.

Redaksi

## DAFTAR ISI

1. **PENGARUH ORIENTASI SUDUT LILITAN BENANG KATUN TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA PIPA KOMPOSIT *FIMALENT WINDING*** 1  
*Ardian Dwi Saputra<sup>1</sup>, M. Fahrur Rozy H<sup>2</sup>, Agus Triono<sup>2</sup>, Imam Sholahuddin<sup>2</sup>*
2. **PERFORMA GENERATOR HHO DALAM SISTEM BI-FUEL PADA SEPEDA MOTOR SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF** 7  
*Ika Kusuma Nugraheni<sup>1</sup>, Anggun Angkasa<sup>1</sup>, Abdul Rahman Rifa'i<sup>2</sup>*
3. **PENGARUH *BASIC SEDIMENT AND WATER* TERHADAP LAJU KOROSI PIPA X52 DAN A53 PADA MEDIA *OIL SLUDGE*** 13  
*Naufan Arviansyah<sup>1</sup>, Digdo Listyadi Setyawan<sup>2</sup>*
4. **PENGARUH LAJU PREKURSOR SERBUK ALUMINIUM TERHADAP BENTUK MORFOLOGI NANOPARTIKEL ALUMINA DENGAN METODE THERMAL PLASMA** 17  
*Havid Arifian Rochman<sup>1</sup>, Arief Ginanjar Dirgantara<sup>2</sup>, Imam Sholahuddin<sup>3</sup>, Salahudin Junus<sup>3</sup>, Aris Zainul Muttaqin<sup>3</sup>*
5. **PENGARUH TEMPERATUR UAP AIR NIRA AREN TERHADAP PRODUKSI ALKOHOL SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF** 20  
*<sup>1</sup>Paul M. Rumagit, <sup>1</sup>Fransiscus J.Tulung*
6. **PENGGUNAAN GENERATOR HHO PADA SEPEDA MOTOR DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM BI-FUEL DENGAN VARIASI LARUTAN ELEKTROLIT** 24  
*Anggun Angkasa Bela Persada<sup>1</sup>, Ika Kusuma N<sup>1</sup>, M. Khairul Abrar<sup>2</sup>*
7. **ANALISIS KETAHANAN KOROSI PIPA A53 PADA LINGUNGAN OIL SLUDGE DENGAN METODE C-RING** 30  
*Rony Agista Apriansyah<sup>1</sup>, Gaguk Jatisukanto<sup>2</sup>*
8. **OPTIMASI PRODUKSI TUTUP BOTOL 500 ml PADA PROSES *INJECTION MOULDING* MENGGUNAKAN METODE *RESPONSE SURFACE*** 36  
*Kurniawan Purnama Putra<sup>1</sup>, Dwi Djumhariyanto<sup>2</sup>, R. Koekoeh K. W.<sup>2</sup>*
9. **ANALISIS PARAMETER *INJECTION MOLDING* TERHADAP WAKTU SIKLUS DAN CACAT *FLASH* PRODUK TUTUP BOTOL 180 ML MENGGUNAKAN METODE *TAGUCHI*** 44  
*Andika Wahyu Prasanko<sup>1</sup>, Agus Triono<sup>2</sup>*
10. **PENGARUH PERMUKAAN ALUR KEMBANG (*TREAD PATTERN*) BAN *TYPE RADIAL PLY* TERHADAP *ROLLING RESISTANCE*** 50  
*Aditya Krisna Hutomo<sup>1</sup>, Dedy Dwi Laksana<sup>2</sup>, Fx. Kristianta<sup>2</sup>*

11. **EVALUASI PERLAKUAN NITRIDASI GAS TEMPERATUR TINGGI TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN DAN KETAHANAN AUS BAJA TAHAN KARAT AUSTENIT 316LVM** **56**  
*Agus Suprihanto<sup>1</sup>*
  
12. **PENGARUH *POST-TREATMENT* PLASMA CVD LAPISAN *DIAMOND-LIKE CARBON* TERHADAP SIFAT KEKERASAN PERMUKAAN BAJA AISI 410** **61**  
*Wahyu Anhar<sup>1</sup>, Nurwahidah Jamal<sup>2</sup>, Suprpto<sup>3</sup>*
  
13. **RANCANG BANGUN KONTROL PID PADA SPEED OBSERVER GENERATOR DC BERBASIS ARDUINO UNO** **67**  
*M. Galih Adi P.<sup>1</sup>, Bambang Sri Kaloko<sup>1</sup>*

# PETUNJUK PENULISAN NASKAH UNTUK JURNAL ILMIAH TEKNIK MESIN “ROTOR”

- 1 Penyunting menerima naskah hasil penelitian dalam Bahasa Indonesia yang baku atau dalam Bahasa Inggris, yang belum pernah dipublikasikan
- 2 Makalah diketik diatas kertas A4 (210 mm x 297 mm) dan ditulis dengan huruf Times New Roman 10 pt pada Microsoft Word versi 2007 atau di atasnya, dengan format dua kolom, satu spasi, tanpa nomor halaman
- 3 Judul naskah singkat, dengan kata-kata atau frasa kunci yang mencerminkan isi tulisan. Nama (para) penulis ditulis lengkap disertai dengan keterangan lembaga/fakultas/institut tempat bekerja dan alamat email
- 4 Sistematika penulisan naskah terdiri dari Abstrak/Abstract (berisi masalah penelitian yang diteliti, cara pelaksanaan, hasil dan kesimpulan), kata kunci (ditulis di bawah abstrak yang merupakan kata atau istilah yang menjadi pokok bahasan dan yang paling banyak muncul dalam naskah), Pendahuluan (berisi latar belakang permasalahan dengan merujuk jurnal atau referensi terbaru, tujuan dan ruang lingkup), Metodologi (berisi tentang bahan peralatan, metode yang digunakan dan cara pelaksanaan penelitian), Hasil dan Pembahasan (hasil berupa data penelitian yang telah diolah dan dituangkan dalam bentuk tabel, grafik, kontur, atau foto/gambar serta analisis data hasil penelitian, sedangkan pembahasan hendaknya menjawab mengapa hasil yang diperoleh seperti itu kemudian membandingkan hasilnya dengan teori atau hasil penelitian yang lain), Kesimpulan dan Saran (menyimpulkan hasil penelitian yang diperoleh dan rekomendasi untuk tindak lanjut atau untuk penelitian selanjutnya), dan Daftar Pustaka (senarai daftar artikel dan sumber rujukan lainnya yang telah dikutip atau pun dirujuk pada naskah)
- 5 Naskah yang ditulis dalam Bahasa Indonesia menggunakan abstrak dalam Bahasa Inggris dan sebaliknya. Abstrak harus jelas dan ringkas, maksimum 200 kata, diketik dalam satu alinea dengan huruf miring (italics) dengan jarak 1 (satu) spasi
- 6 Kutipan acuan pustaka yang digunakan dinyatakan dengan penulisan nomor sesuai dengan urutan. Contoh : ..... [1]
- 7 Daftar pustaka disusun menurut urutan perujukan. Urutan penulisan : nama penulis, tahun, judul, penerbit, dan kota terbit. Nama pengarang mendahulukan nama keluarga atau nama marga atau nama belakang, tanpa gelar. Contoh nama penulis Nasrul Ilminnafik maka ditulis : [1] Ilminnafik, N., 2012, Judul, Penerbit, Volume, No, halaman
- 8 Isi tulisan bukan tanggung jawab penyunting. Penyunting berhak mengedit redaksional tulisan tanpa mengubah arti.
- 9 Naskah penelitian ditulis 4-8 halaman dan dikirim ke email [jurnal.rotor@gmail.com](mailto:jurnal.rotor@gmail.com)
- 10 Setiap artikel yang dimuat akan diberikan nomor bukti pemuatan dan cetak lepas masing-masing 2 (dua) eksemplar.
- 11 Biaya kontribusi publikasi sebesar Rp. 150.000,- (tidak termasuk ongkos kirim) dan bagi penulis yang meminta tambahan cetak lepas diharuskan membayar Rp. 50.000,- setiap eksemplar.

Terbit Setiap **April Dan November**



## JURNAL ROTOR

Jl. Kalimantan 37 - Kampus Tegalboto Jember 68121

Telp/Fax. 0331-410243

E-mail : [jurnal.rotor@gmail.com](mailto:jurnal.rotor@gmail.com)

website : [www.jurnal.unej.ac.id/index.php/RTR](http://www.jurnal.unej.ac.id/index.php/RTR)

### MEDIA ONLINE

ISSN 2460-0385



9 772460 038008

### MEDIA CETAK

ISSN 1979-018X



9 771979 018006

## PENGARUH ORIENTASI SUDUT LILITAN BENANG KATUN TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA PIPA KOMPOSIT *FILAMENT WINDING*

Ardian Dwi Saputra<sup>1</sup>, M. Fahrur Rozy H<sup>2</sup>, Agus Triono<sup>2</sup>, Imam Sholahuddin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

<sup>2</sup>Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember Jln. Kalimantan 37, Jember 68121

Email: ardian\_dwisaputra@ymail.com

### ABSTRACT

*Cotton fibers currently use in many industries textiles, easy gotten in the market, and a cheap price. Using of fiber would be able to solve the environment problems, reduce the metal using, particularly in the oil and gas industries. In this study, composite pipes are made by cotton fibers as reinforcement, particles of montmorillonite as filler, and unsaturated polyester as matrix. From that consideration this study was conducted to obtain that analysis of tensile strength composite cotton fibers. With the pattern of variation woven fiber direction angle towards the corner fibers 450, 550, 650, 750, and 850. From the test results the highest tensile strength values is obtained by a composite pipe with fiber direction angle of 850. The test results showed that the tensile strength of the cotton fiber reinforced composite pipe with direction of 450 angle fiber is 3.76 MPa, for direction of 550 angle fiber tensile strength is 1.28 MPa, for direction of 650 angle fiber tensile strength is 10.691 Mpa, for direction of 750 angle fiber tensile strength is 14.465 Mpa, and for direction of 850 angle fiber tensile strength 28.617 MPa.*

*Keywords: Cotton fiber, unsaturated polyester, filament winding method, montmorillonite, Tensile Strength*

### PENDAHULUAN

Persaingan pasar global menuntut dunia industri untuk lebih efisien dalam menghasilkan produk. Efisiensi bisa diperoleh dari berbagai sumber, misalnya: bahan baku, metode produksi, tenaga kerja dan lain – lain. Sedangkan dari biaya produksi yang didalamnya terdapat upah tenaga kerja, selalu mengalami kenaikan setiap tahunnya seperti yang tertuang dalam upah minimum dari pemerintah. Dewasa ini dunia industri khususnya infrastruktur, tidak bisa lepas dari material komposit, baik sebagai struktur utama maupun sebagai pendukung [1].

Komposit merupakan salah satu jenis bahan yang dibuat dengan penggabungan dua atau lebih macam bahan yang mempunyai sifat berbeda menjadi satu material baru dengan sifat yang berbeda pula [2]. Komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari logam, kekakuan jenis (modulus *Young/density*) dan kekuatan jenisnya lebih tinggi dari logam. Komposit banyak digunakan sebagai bahan pengganti logam. Misalnya, pembuatan tangki, pipa – pipa kimia, dan tabung gas. Komposit mudah dibentuk, proses pembuatannya simpel, dan tidak mahal. Akhir – akhir ini komposit dikembangkan di dunia otomotif (transportasi) dan bahan bangunan. Salah satu bahan penyusun antara lain resin, serat, dan partikel keramik. Dalam metode

pembuatan komposit, salah satunya adalah dengan menggunakan metode *filament winding*.

*Filament winding* yaitu proses dimana *fiber* tipe *roving* atau *single stand* di lewatkan wadah yang berisi resin, kemudian *fiber* tersebut akan diputar sekeliling *mandrel* yang sedang bergerak dua arah, arah radial dan arah tangensial. Proses ini di lakukan berulang, sehingga dengan cara ini di dapatkan lapisan serat dan *fiber* sesuai dengan yang diinginkan. Proses *filament winding* ini terutama digunakan untuk komponen belah berlubang, umumnya bulat atau oval [1].

Menurut Ban Baker dkk, komposit yang berpenguat serat *fiber glass* dengan *orientation* 0<sup>0</sup>, 45<sup>0</sup>, 90<sup>0</sup> kekutan tarik semakin meningkat. Yakni pada sudut 0<sup>0</sup> sebesar 40.39 MPa, sudut 45<sup>0</sup> sebesar 77.64 MPa dan pada sudut 90<sup>0</sup> sebesar 100.55 MPa. Sedangkan menurut Goncalves dkk, komposit yang berpenguat serat wol dengan matrik polyester 272 THV didapatkan kekuatan tarik rata-rata sebesar 22,047 MPa tanpa perlakuan panas pada serat wol dan 29,350 MPa pada benang wol yang diberi perlakuan panas dengan peningkatan kekuatan 27% [3][4].

Ibrahim Tri S di tahun 2016 melakukan penelitian mengenai fabrikasi dan pengujian tarik pipa komposit berpenguat serat wol dengan aditif partikel *montmorillonite* (MMT) menggunakan metode *filament winding*. Pada



penelitian tersebut didapatkan bahwa partikel MMT bekerja dengan baik pada ukuran mesh 120 dan mesh 150, pada ukuran partikel MMT inilah, ikatan antara penguat dan pengikat melebihi dari kekuatan komposit tanpa aditif MMT [5].

Berdasarkan uraian di atas maka pada penelitian ini akan membahas lebih jauh mengenai pengaruh variasi orientasi serat pada pipa komposit yang dibuat dengan metode *filament winding* dengan aditif partikel MMT terhadap kekuatan tarik material.

## METODOLOGI PENELITIAN

### A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Terapan dan Laboratorium Uji Bahan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Jember. Waktu penelitian berlangsung selama empat bulan yaitu bulan Juni sampai dengan September tahun 2016.

### B. Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan alat dan bahan sebagai berikut :

#### 1. Mesin uji tarik

Mesin uji tarik yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *universal machine testing* merk ESSOM TM 113 dengan kapasitas 30 kN di laboratorium Uji Bahan teknik Mesin Universitas Jember

#### 2. Mesin *filament winding*

Mesin *filament winding* yang digunakan merupakan

#### 3. Partikel MMT ukuran mesh 150

Partikel yang dipilih adalah partikel MMT dengan ukuran mesh 150 mengikuti penelitian yang dilakukan Statistianto [5]

#### 4. Resin eterset 2504 APT dan Katalis

Berfungsi sebagai matriks pada pipa komposit

#### 5. Benang Katun

Berfungsi sebagai reinforcement pada pipa komposit

#### 6. Kamera DSLR merek Nikon

Perangkat tambahan untuk uji tarik

### C. Prosedur Penelitian

Pada tahap ini merupakan prosedur awal sampai akhir yang dilakukan dalam penelitian. Tahap ini terdiri dari :

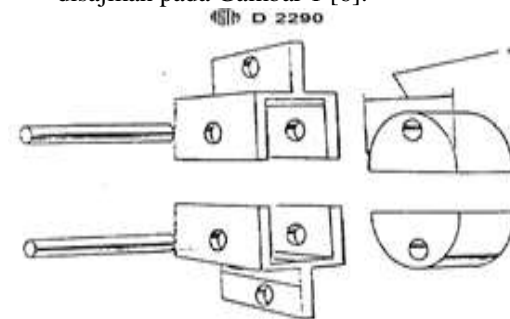
#### a. Langkah - langkah Pembuatan Sampel :

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Menghancurkan partikel dan ayak dengan mesin ayak *stain less* dengan ukuran mesh 150.
3. Meletakkan benang di mesin *filament winding*.
4. Menuangkan resin yang sudah tercampur katalis ke bak resin yang ada di mesin *filament winding*

5. Meletakkan partikel yang sudah di ayak ke bak partikel yang ada di mesin *filament winding*.
6. Menghidupkan mesin *filament winding*, mengatur kecepatan sesuai dengan yang diinginkan dan menentukan jarak benang dengan variasi sudut.
7. Setelah pipa terbentuk kemudian memutus benang dari material, dan mematikan mesin yang menggerakkan bak resin dan partikel.
8. Membiarkan mesin yang menggerakkan mandrel tetap hidup sampai material kering.
9. Setelah kering melepaskan material yang sudah terbentuk dari cetakan.

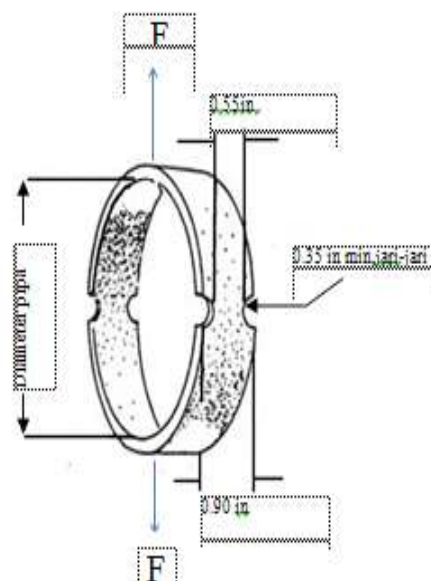
#### b. Langkah - langkah pengujian sampel

1. Memotong material sesuai dengan standar pengujian tarik ASTM D 2290 seperti disajikan pada Gambar 1 [6].



Gambar 1 Alat Bantu Pengujian tarik pipa komposit ASTM D2290 [6]

Bentuk dan dimensi spesimen menurut Standar ASTM D 2290 disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Bentuk Spesimen Uji Tarik [6]

Perhitungan kuat tarik menurut Standar ASTM D 2290 menggunakan rumus :

$$\sigma_a = p_b / 2A_m \text{ [6]}$$

Dimana :

$\sigma_a$  = Tegangan Tarik Maksimum (Mpa)

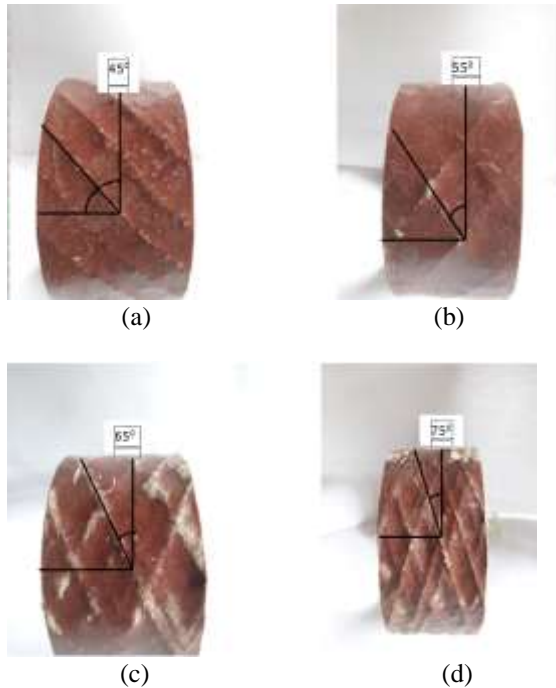
$P_b$  = Beban Maksimu (N)

$A_m$  = Luas Area Minimum ( $\text{In}^2$ )

2. Memasang material yang sudah di potong di alat penjepit untuk uji tarik.
3. Melakukan pengujian tarik dengan mesin uji tarik.
4. Mencatat hasil yang diperoleh oleh mesin uji tarik.

### HASIL

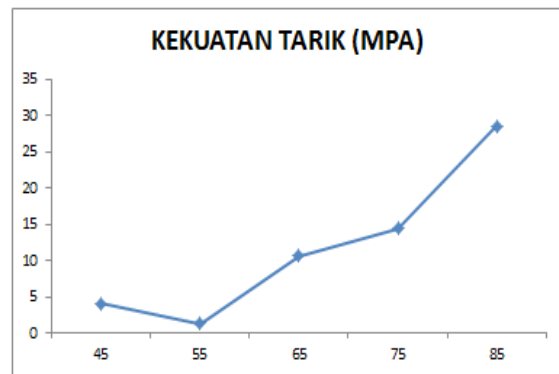
Komposit yang digunakan adalah komposit yang berpenguat serat benang katun dengan tambahan partikel MMT, tersusun atas resin *polyester eteraset* 2504 APT sebagai matrik, sedangkan benang katun dan MMT mesh 150 sebagai penguat. Sebelum dilakukan pegujian, pipa komposit di potong dengan arah vertikal. Kemudian pipa komposit dipotong menurut ASTM D 2290 seperti disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Foto makro orientasi sudut pada pipa komposit (a)sudut  $45^\circ$ , (b)  $55^\circ$ , (c)  $65^\circ$ , (d)  $75^\circ$ , (e)  $85^\circ$

### 1. Data Kekuatan Tarik

Data hasil pengujian tarik diperoleh dari pengujian tarik dengan menggunakan *universal machine testing merk ESSOM TM 113* kapasitas 30 kN di laboratorium Uji Bahan teknik mesin Universitas Jember, sampel uji yang digunakan dengan menggunakan variasi sudut  $45^\circ$ ,  $55^\circ$ ,  $65^\circ$ ,  $75^\circ$ , dan  $85^\circ$  dan diperoleh nilai rata – rata dengan kekuatan tarik seperti disajikan pada Gambar 4.

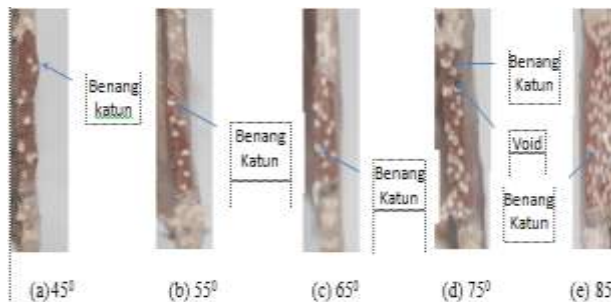


Gambar 4. Grafik kekuatan tarik terhadap orientasi sudut

Berdasarkan grafik diatas terjadi penurunan kekuatan tarik pada sudut  $55^\circ$  dengan kekuatan tarik 1.28 MPa. Namun setelah itu berangsur naik sampai level tertinggi di sudut  $85^\circ$  dengan kekuatan tarik 28.61731 MPa. Karena orientasi serat dapat mengubah kekakuan dan kekuatan komposit. Serat penguat dapat dimasukkan kedalam matriks di sejumlah orientasi. Serat berorientasi secara acak memiliki rasio aspek mudah dimasukkan ke matriks dan memberikan perilaku yang relatif isotropik dalam komposit. Pengaturan searah panjang atau atau bahkan terus menerus dari serat menghasilkan sifat anisotropik, dengan kekuatan yang sangat baik dan kekakuan sejajar dengan serat. Serat ini biasa ditunjuk sebagai  $0^\circ$ , yang menunjukkan bahwa semua serat sejajar dengan arah tegangan menghasilkan kekuatan tinggi.

## 2. Analisa Foto Makro

Setelah dilakukan pengujian tarik dapat terlihat jelas patahan pipa komposit sudut  $45^{\circ}$ ,  $55^{\circ}$ ,  $65^{\circ}$ ,  $75^{\circ}$ , dan  $85^{\circ}$ . Patahan tiap sudut rata-rata sama yakni *fiber break*. Pada foto makro juga terlihat perbedaan benang katun yang sebagai penguat (*reinforced*). Pada sudut  $85^{\circ}$  penguat benang katun terisi lebih banyak dari pada sudut  $45^{\circ}$ ,  $55^{\circ}$ ,  $65^{\circ}$ , dan  $75^{\circ}$ . Hal ini yang mengakibatkan kekuatan tertinggi dimiliki oleh pipa komposit bersudut orientasi  $85^{\circ}$ . Dapat dilihat pada Gambar 5.



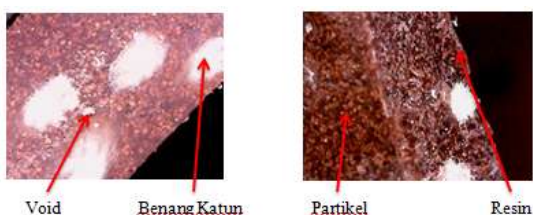
Gambar 5. Foto makro benang katun sebagai penguat pada pipa komposit

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa benang katun yang sebagai penguat pada pipa komposit terlihat jelas perbedaannya. Benang katun terlihat semakin meningkat pada tiap kenaikan sudutnya. Hal ini yang mengakibatkan kekuatan pada pipa komposit berpenguat benang katun semakin kuat pada variasi sudut  $85^{\circ}$ . Untuk arah sudut pada tiap – tiap pipa komposit dapat dilihat pada Gambar 5

Pada Gambar 3 memperlihatkan bagaimana perbedaan pipa komposit dengan sudut  $45^{\circ}$ ,  $55^{\circ}$ ,  $65^{\circ}$ ,  $75^{\circ}$ , dan  $85^{\circ}$ . Perbedaan arah orientasi benang sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik [7]. Semakin tinggi derajat orientasi sebuah *reinforce* semakin tinggi pula kekuatan tarik yang dihasilkan. Hal tersebut akan di jelaskan lebih detail pada kondisi foto mikro yang memperlihatkan secara jelas ikatan benang katun yang sebagai penguat di tiap sudutnya.

## 3. Analisa Foto Mikro

Pada orientasi  $45^{\circ}$  terlihat sedikit ada jarak pada benang katun seperti terlihat pada gambar 6.



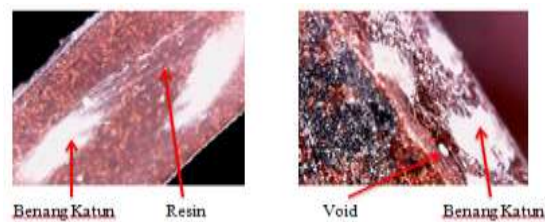
Gambar 6. Foto Mikro Orientasi Benang  $45^{\circ}$

Hal ini bisa terjadi karena pemotongan yang dilakuakn secara vertikal. Benang katun pun terlihat sedikit dan berpengaruh juga terhadap kekuatan material. Karena, fungsi benang katun yang sebagai *reinforced* tidak maksimal. Partikel MMT yang sebagai pengisipun terlihat jelas yang berwarna coklat dan resin berwarna coklat gelap. Partikel MMT berdampak pada kekuatan komposit. Pada gambar di ataspun terlihat *void*, dimana *void* memberikan dampak negatif pada kekuatan material. Karena kandungan udara yang terjebak membentuk cekungan pada permukaan ataupun di dalam. Sehingga berdampak pada kekuatan uji tarik.



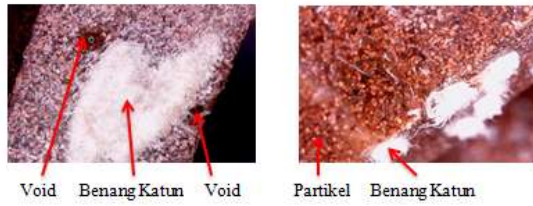
Gambar 7. Foto Mikro Orientasi Benang  $55^{\circ}$

Pada foto mikro sudut orientasi benang  $55^{\circ}$  seperti terlihat pada gambar 7, benang katun yang sebagai *reinforced* seperti pada orientasi sudut  $45^{\circ}$  sedikit dan acak. Kondisi seperti ini juga berdampak pada kekuatan tarik. Begitu pula void juga terlihat pada orientasi sudut ini. dimana *void* memberikan dampak negatif pada kekuatan material. Karena kandungan udara yang terjebak membentuk cekungan pada permukaan ataupun di dalam. Sehingga berdampak pada kekuatan uji tarik.

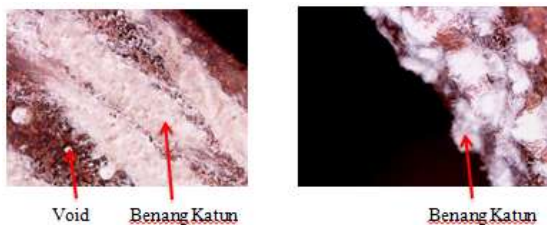


Gambar 8. Foto Mikro Orientasi Benang  $65^{\circ}$

Pada foto mikro sudut orientasi benang  $65^{\circ}$  seperti terlihat pada gambar 8, terlihat benang katun terlihat agak memanjang pada pemotongan arah vertikal. Kondisi seperti ini juga berdampak pada kekuatan tarik. Pada orientasi ini kekuatan meningkat. Karena benang katun yang sebagai *reinforced* hampir bekerja maksimal dapat dilihat dari foto makro pada gambar 6 diatas, dapat terlihat juga pada foto mikro gambar di atas. Gambar foto diatas juga terlihat *void*. Yang mana, berdampak negatif atau buruk terhadap kekuatan tarik.

Gambar 9. Foto Mikro Orientasi Benang 75<sup>0</sup>

Pada foto mikro yang disajikan pada Gambar 9, benang katun memanjang dan tebal. Dimana pada sudut orientasi benang ini benang katun tersusun dengan rapat. Sehingga terlihat memanjang dan tebal dipotong arah vertikal. Hal ini berdampak pula terhadap kekuatan tarik. Sehingga pada sudut orientasi benang 75<sup>0</sup> kekuatan pipa komposit naik. Namun, karena *void* tidak bisa dihindari (dapat terlihat jelas pada foto mikro diatas) kekuatan tarik menjadi turun.

Gambar 10. Foto Mikro Orientasi Benang 85<sup>0</sup>

Pada foto mikro gambar 10 terlihat jelas benang katun semakin rapat dan memanjang (pada potongan vertikal), dan pada foto patahan terlihat benang katun yang hampir memenuhi pipa komposit spesimen. Benang katun yang sebagai *reinforced* terlihat rapat sehingga membuat kekuatan tarik bertambah pada sudut orientasi benang 85<sup>0</sup>. Pada foto mikro diatas (keseluruhan) dapat terlihat jelas *void* (gelembung udara) yang ada pada pipa komposit. Hal ini dapat terjadi karena, ketika pembuatan pipa komposit terdapat udara yang terperangkap. Sehingga, berpengaruh terhadap kekuatan material. Terbentuknya *void* ketika proses *curing* (pengeringan) resin dimana udara terjebak ketika proses *curing*. Kejadian ini membentuk cekungan – cekungan kecil (rongga – rongga) pada sisi luar maupun sisi dalam pipa komposit. Selain *void*, partikel MMT juga berpengaruh besar terhadap kekuatan. Semakin kecil ukuran partikel semakin besar pula pengaruhnya terhadap kekuatan tarik pada sebuah material. Partikel MMT yang semakin kecil, pada Mesh 150 berpengaruh besar terhadap kekuatan material pipa komposit. Hal ini bisa terjadi karena ikatan antar partikel semakin kuat. Kebalikan dari partikel yang besar. Partikel yang besar menurunkan kekuatan tarik karena ikatan antar partikel tidak terjalin sempurna atau tidak rapat.

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian tarik, kekuatan komposit menunjukkan terjadinya kenaikan tiap orientasinya. Hal ini bisa terjadi karena, molekul - molekul serat tersusun sejajar, dan lebih banyak terjadi ikatan antar molekul karena susunan molekul serat menjadi lebih rapat. Namun, pada sudut orientasi 55<sup>0</sup> terjadi penurunan dengan kekuatan sebesar 1.28 MPa. Namun, dengan penambahan orientasi serat yang semakin merapat dengan rentan 65<sup>0</sup>, 75<sup>0</sup>, 85<sup>0</sup> benang katun yang sebagai penguat mampu menahan gaya tarik dari sumbu Y pada pipa komposit. Sebagai mana yang diketahui bahwa untuk serat yang semakin mendekati arah sumbu Y pada penampang yang membujur horizontal kekuatan tarik yang dihasilkan semakin besar atau semakin kuat. Sebaliknya jika serat yang mendekati sumbu X kekuatan tarik yang dihasilkan semakin rendah. Partikel MMT juga berpengaruh besar terhadap kekuatan tarik pada material (pipa komposit). Karena, semakin kecil partikel memberikan kekuatan tarik yang bertambah. Seperti sudah dijelaskan pada penelitian sebelumnya. Namun, untuk menjadikan material yang kuat tidak bisa menghilangkan yang namanya *void*. *Void* tidak bisa dihindari karena udara yang bebas diluar ketika proses pembuatan komposit berlangsung. Pengaruh *void* terhadap kekuatan material sangatlah besar. Hal ini bisa mengakibatkan menurunnya kekuatan sebuah material. Pada penelitian ini kekuatan terbesar dihasilkan pada sudut orientasi 85 derajat yakni 28.617 MPa. Sedangkan kekuatan terendah pada orientasi sudut 55 derajat yakni 1.28 MPa.

Berdasarkan hipotesis penulis tentang pengaruh variasi orientasi serat terhadap kekuatan uji tarik dapat di jelaskan. Yakni, semakin tinggi orientasi serat pada pipa komposit dengan metode pembuatan yang sama, kekuatan yang di hasilkan tinggi. Sehingga dapat dikatakan semakin tinggi drajat orientasi benang berbanding lurus terhadap kekuatan uji tarik.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kekuatan tarik terbesar yang diperoleh yaitu 28.617 MPa lebih kecil dari pada penelitian sebelumnya sebesar 210.89 MPa dikarenakan orientasi benang yang semakin tinggi yakni 90<sup>0</sup> dan penguat yang berbeda. Berdasarkan gambar 5 bentuk patahan yang terjadi pada setiap orientasi serat sama yakni, patah serat atau *fiber break*.

## KESIMPULAN

Dari pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada sudut orientasi benang yang semakin besar atau tinggi, kekuatan tarik bertambah. Karena, pada sudut orientasi yang semakin besar ikatan antar benang katun yang sebagai *reinforced* baik. Semakin besar

orientasi benang katun (hampir sejajar dengan arah tegangan) kekuatan terhadap uji tarik besar pula. Pada penelitian ini, orientasi sudut  $85^0$  kekuatan tarik terbesar dengan besar 28.617 MPa.

2. Kondisi morfologi pipa komposit setelah dilakukan pengujian tarik, menunjukkan bahwa faktor utama kegagalan yaitu adanya rongga atau cekungan pada komposit akibat terbentuknya *void*. *Void* sendiri adalah udara yang terperangkap pada proses berlangsungnya pengeringan komposit. Terlihat juga perbedaan benang katun yang sebagai *reinforced* (penguat). Semakin tinggi derajat orientasi benang katun, semakin rapat pula ikatan benang katun yang sebagai *reinforced*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hardoyo, K. 2008. Karakterisasi Sifat Mekanis Komposit Partikel Sio<sub>2</sub> Dengan Matriks Resin Polyester. Magister, Universitas Indonesia.
- [2] Purwanto, D. A & Johar, L. 2012 Karakterisasi Komposit Berpenguat Serat Bambu Dan Serat Gelas Sebagai Bahan Alternatif Bahan baku industri, ITS Surabaya.
- [3] Goncalves, S., Vieira, P. & Esteves, J. L. 2004 Mechanical Characterisation Of Wool Fibres For Reinforcing Of Composite Materials.
- [4] Ban, B & Haithem, H., 2013 Effect of Fiber Orientation for Fiber Glass Reinforced Composite Material on Mechanical Properties Internasional Journal
- [5] Statistiano, I, T. 2016. Fabrikasi dan Pengujian Tarik Pipa komposit Berpenguat Serat Wol dengan Aditif Partikel Montmorillonit. Universitas Jember
- [6] ASTM D 2290. 2000. Standard Test Method for Apparent Hoop Tensile Strength of Plastic or Reinforced Plastic Pipe by Split
- [7] Bagherpour, S. 2012 Fibre Reinforced Polyester Composites. Iran