

Pemodelan Persamaan Gerak Serat Dan Validasi Eksperimen Dengan Jenis Serat Alam

Sudirman^{1,a)}, Valentinus Galih Vidia Putra^{2,b)} dan Wiah Wardiningsih^{3,c)}

¹Program Studi Teknik Tekstil,
Politeknik Sekolah Tinggi Teknologi Tekstil,
Jl. Jakarta no. 31 Bandung, Indonesia Tlp. (022) 7272580 Fax. (022) 7271694

²Laboratorium Fisika dan Mekatronika,
Politeknik Sekolah Tinggi Teknologi Tekstil,
Jl. Jakarta no. 31 Bandung, Indonesia Tlp. (022) 7272580 Fax. (022) 7271694

³Laboratorium Evaluasi Serat Fisika,
Politeknik Sekolah Tinggi Teknologi Tekstil,
Jl. Jakarta no. 31 Bandung, Indonesia Tlp. (022) 7272580 Fax. (022) 7271694

^{a)} aasudirman43@gmail.com (corresponding author)

^{b)} valentinus@kemenperin.go.id

^{c)} wiahwards@gmail.com

Abstrak

Ketergantungan serat selulosa dalam industri tekstil sangat besar terutama untuk serat kapas, namun pada perkembangannya telah ditemukan serat serat baru sebagai alternatif dari serat kapas, sehingga serat baru tersebut perlu diuji agar dapat memenuhi daya pinal. salah satu persyaratan serat dapat dipinal adalah memiliki gesekan permukaan. pengujian gesekan permukaan dilakukan pada beberapa serat dengan menggesekan antara serat individu dengan menggunakan metode point of contact involving hanging of fiber. prototype alat yang digunakan menggunakan mikrokontroler sebagai pengendali alat dan untuk pergeseran hasil gesekan menggunakan sensor ultrasonik. Percobaan dilakukan dengan membandingkan nilai koefisien gesek statis dari alat yang dibuat dengan metode sebelumnya, telah didapatkan bahwa nilai koefisien serat rayon 0,47, nilon 0,60, untuk serat batang dan daun didapatkan kecombrang 0,19, rami 0,14, kenaf 0,14, pandan bali 0,16, agave attenuate 0,16, dan bromelia giant 0,17. Nilai koefisien gesek statis dapat dijadikan acuan sebagai salah satu syarat serat dapa dipinal atau tidak.

Kata-kata kunci: serat, prototype alat uji gesek, metode point of contact involving hanging of fiber

PENDAHULUAN

Gaya gesek adalah gaya yang ditimbulkan oleh dua benda yang bergesekan dengan arah gaya sejajar permukaan benda dan berlawanan dengan arah gerak benda [4]. Pengembangan

set eksperimen fisika yang banyak dijumpai salah satunya adalah set eksperimen bidang miring untuk menentukan koefisien gesek statis. Diketahui bahwa penentuan koefisien gesek dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu dengan menggunakan balok yang ditarik dengan katrol pada bidang datar, balok yang meluncur pada bidang miring, dan balok yang ditarik dengan katrol pada bidang miring [13].

Gaya gesekan yang bekerja diantara serat telah menjadi objek beberapa penelitian ilmiah [10]. Kain dengan kain dan kain bergesekan pada permukaan lainnya memainkan peran penting dalam mengatur perilaku kain saat diproses, dipakai dan digunakan. Bahan baku sebuah kain dengan struktur kompleks atau serat tunggal bersinggungan pada proses gesekan yang dapat terjadi antara dua serat atau antara serat dan permukaan lainnya. Meskipun penelitian gesekan telah dilakukan pada tingkat yang berbeda dalam industri tekstil (serat, benang, dan kain), telah menjadi kepentingan mendasar untuk dapat mengukur dan memahami perilaku gesekan dari serat tunggal [3].

Pengujian koefisien gesek semakin berkembang dan beberapa peneliti telah berusaha mengotomatisasi prosedur, meningkatkan kegunaan perangkat, dan meningkatkan ketelitian variabel yang akan dipertahankan pada alat uji [3]. Beberapa metode telah digunakan dalam penentuan koefisien gesek, pertama oleh Nils dan Bertil (1947), tentang metode pengukuran diantara serat dengan menggunakan beban yang berbeda, hasilnya didapatkan nilai gesekan dengan area kontak yang cukup kecil [6]. Pada penelitian selanjutnya, metode dimodifikasi untuk memberikan area kontak yang lebih besar, hal ini dilakukan dengan menggesekan kedua serat dan mengukur kekuatan yang diperlukan [2]. Pada penelitian terakhir yang dilakukan oleh Gralen dan Olofsson kembali ke metode yang pertama karena memiliki keuntungan besar dalam memberikan tekanan diatas wilayah kontak [6]. Pada penelitian kali ini akan menggunakan metode *point of contact involving hanging of fiber*, pengembangan dari metode yang digunakan oleh Howell, Gralen dan Olofsson, yang memiliki fenomena yang sama yaitu *stick slip* untuk menentukan koefisien gesek.

Serat pada umumnya terdiri dari serat alam dan serat buatan. Serat alam adalah bahan yang tumbuh di alam misalnya katun, flax, sutera, dan wool. Serat buatan adalah serat yang diciptakan oleh manusia secara teknologi [11]. Ketergantungan industri tekstil dan produk tekstil (TPT) yang sangat tinggi terhadap bahan baku selulosa dari kapas impor ini perlu segera dicari solusi konkritnya. Diharapkan Indonesia memiliki sumber daya alam (SDA) lain penghasil serat selulosa untuk alternatif bahan baku industri TPT yang pasokannya dapat dipenuhi dari produksi dalam negeri sehingga ketergantungan terhadap serat kapas impor dapat dikurangi [1].

Komposisi utama penyusun serat rami adalah selulosa (72-97%) [7], selain serat rami terdapat juga serat kenaf. Serat rami dan kenaf diharapkan dapat dijadikan alternatif penghasil serat selulosa lainnya untuk bahan baku TPT [1]. Penelitian serat baru perlu dilakukan pengujian agar dapat diketahui daya pinal dan kualitas serat. Agar serat dapat dipinal maka serat harus memenuhi persyaratan: panjang, kehalusan, gesekan permukaan dan kekenyalan (elastisitas) serat [8]. Serat yang panjang dengan sendirinya mempunyai permukaan yang lebih luas, sehingga gesekan diantara serat-seratnya juga lebih besar, oleh karena itu serat-serat tidak mudah tergelincir dan benangnya menjadi lebih kuat [8]. pada penelitian kali ini digunakan serat dengan panjang minimal 40mm.

Salah satu pengujian serat adalah gesekan pada permukaan. Gesekan permukaan serat mempunyai pengaruh yang besar terhadap kekuatan benang. Makin bertambah baik gesekan permukaannya, kemungkinan tergelincirnya serat yang satu dengan yang lain makin berkurang, sehingga benangnya akan lebih kuat. Serat yang halus biasanya mempunyai antihan per satuan panjang yang lebih banyak dan relatif lebih panjang sehingga gesekan permukaan seratnya juga lebih baik [8]. Penelitian ini mengarahkan pada *pemodelan persamaan gerak serat dan validasi eksperimen dengan jenis serat alam*. Percobaan yang dilakukan pada serat rami dan kenaf sebagai bahan baku alternatif pengganti serat kapas, dari data yang didapatkan nantinya akan diketahui nilai koefisien gesek statis yang dan akan diketahui daya puntal dari serat tersebut.

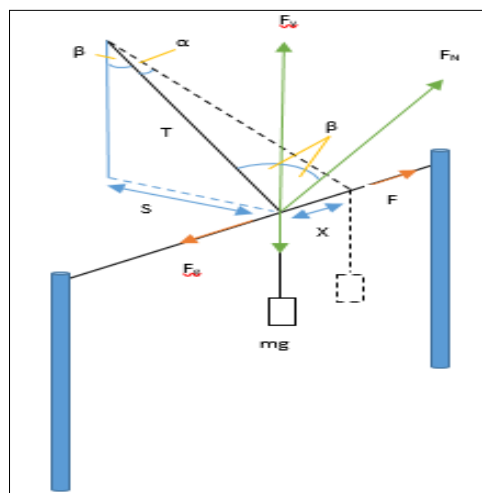
Gesekan antar serat

Percobaan dilakukan untuk menentukan alat uji gesek statis dapat digunakan dan dapat divalidasi dengan percobaan sebelumnya. Validasi bertujuan untuk menentukan standar pada metode yang dipakai dan perbandingan nilai koefisien gesek dengan metode lainnya.

Pembuatan alat uji gesek statis menggunakan metode *point contact involving hanging fiber* dari howell, metode ini menjelaskan tentang hubungan antara satu serat tunggal dengan serat lainnya [3]. Pada metode *point contact* dapat digunakan serat panjang maupun pendek.

Pada percobaan kali ini digunakan dua *power supply*, hal ini berdasarkan tegangan yang diterima Arduino hanya 5 volt sehingga daya untuk *motor stepper* harus dipisahkan. Rangkain pengendali dari alat uji gesek statis digunakan 2 *push button* masing-masing untuk memaju mundurkan dari serat horizontal yang terpasang, sebelum daya masuk ke *push button*, terdapat 2 resistor untuk menghambat daya, karena Arduino berbeda dengan kita yang tahu kapan tombol ditekan atau tidak. Arduino merasakan bahwa tombol ditekan atau tidak dari arus yang melewatinya, apakah *HIGH* atau *LOW*.

Uln 2003 atau *motor driver* sebagai penguat arus untuk *motor stepper*. Pada percobaan *motor driver* memerlukan daya 5 volt dari power supply untuk menjalankan *motor stepper*. Terdapat 4 *input* yang digunakan *motor driver* yang kemudian masuk ke bagian *motor stepper*, untuk menggerakkan setiap langkahnya. Saat *motor stepper* bisa dijalankan maju dan mundur lalu dilakukan percobaan pada serat bagian vertikal yang kemudian diberikan beban 4 gram tujuannya agar saat terjadi gesekan masing-masing serat sudah mendapatkan tegangan yang cukup.



Gambar 3. 1 Arah gaya pada alat gesek statis

Tinjauan sumbu x

$$\Sigma F_x = 0 \quad (1)$$

$$F - F_g = 0 \quad (2)$$

$$F = F_g \quad (3)$$

$$F = \mu x N \quad (4)$$

$$\mu = \frac{F}{N} \quad (5)$$

Tinjauan sumbu y

$$\Sigma F_y = 0 \quad (6)$$

$$F_y - mg = 0 \quad (7)$$

$$T \cos \beta = mg \quad (8)$$

$$F = T \sin \alpha \quad (9)$$

$$F = mg \frac{\sin \alpha}{\cos \beta} = mg \tan \alpha \quad (10)$$

$$F = mg \sin \alpha \quad (11)$$

$$N = F \sin \beta \quad (12)$$

$$N = mg \sin \beta \quad (13)$$

$$\mu = \frac{mg \sin \alpha}{mg \sin \beta} \quad (14)$$

$$\mu = \frac{x/l}{s/l} \quad (15)$$

Konsep pengujian gesekan antar serat

Penggunaan *Void loop* digunakan untuk pembacaan sementara pada program Arduino, pendeklarasian serial.begin 9600 digunakan untuk mengatur transmisi data dalam *bit per second*. Data echophon untuk menangkap sinyal dari sensor sedangkan trigpin mengeluarkan sinyal. Digunakan 2 *push button* sebagai *input*, untuk stepper motor digunakan 4 tahapan atau langkah yang digunakan sebagai *output*.

Pada pembuatan program digunakan *Voidreadsensor* untuk pembacaan bagi sensor yang terpakai. Pembacaan tripin *high*, untuk memastikan trigger sudah menyala dalam *delay microsecond* 10 sesuai dengan datasheet, kemudian dimatikan. *Float distance* digunakan untuk menyimpan jarak dalam angka desimal untuk ukuran kecil, dan pulsein akan menunggu rentang waktu echopin dari *low* sampai *high*, waktu tunggu tersebut akan disampaikan ke tempat penyimpanan. Rumus koefisien gesek yaitu jarak dibagi 58,8. Kecepatan gelombang ultrasonik adalah 340m/s sehingga untuk 1 cm memerlukan waktu $1/340$ atau 0,00294. Jika menempuh jarak 1 cm ($1\text{cm} = 0,01\text{m}$) maka butuh waktu $0,01 \times 0,00294 \text{ s} = 0,0000294$ (29,4 *mikro seconds*), karena gelombang utrasonik melakukan *transmite – receive* sehingga waktu yang dibutuhkan menjadi 2 kali. Waktu tempuh 2 kali, sehingga untuk menempuh jarak 1 cm diperlukan waktu $29,4 \mu\text{s} \times 2 = 58,8 \mu\text{s}$. Jadi untuk menghitung jarak menjadi jarak = waktu tempuh/58,8 (dalam satuan cm), hasil ini kemudian dikurangi 2 dari jarak awal, dan dibagi konstanta jarak sudut yang terbentuk.

Program *Void loop* digunakan untuk membaca program seterusnya. Pada program yang *stepper motor* digunakan dua langkah, jika *push button* 1 menyala maka *stepper motor* akan berputar searah jarum jam, kemudian untuk *push button* 2 berputar kearah sebaliknya.

HASIL PERHITUNGAN DAN PERBANDINGAN DENGAN DATA REFERENSI

Pada penelitian ini untuk menentukan koefisien gesek statis pada serat batang dan daun karena belum memiliki standar yang pasti dan hanya rami yang bisa dijadikan acuan, maka dilakukan pula pengujian pada serat buatan seperti rami dan nilon agar alat uji gesek statis dapat tervalidasi.

Tabel 3.1 Hasil pengujian serat buatan

Parameter	Rayon viskosa	Nylon
N	30	30
\bar{x}	0,47	0,61
S	0,03	0,03
S^2	0,0006	0,0007
$Cv\%$	6,38	4,92
E	2,28	1,76

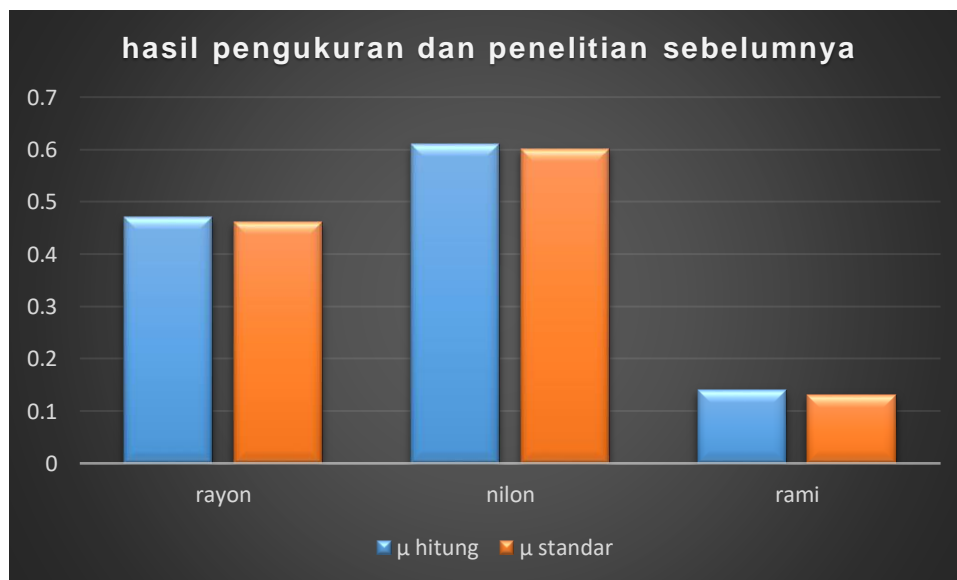
Serat rayon memiliki karakteristik yang hampir sama dengan serat kapas dimana memiliki daya serap yang tinggi. Pada pengujiannya menggunakan metode *stick slip*, didapatkan koefisien gesek statis 0,46 dengan kemungkinan *error* 2% [6]. Pada pengujian serat rayon didapatkan koefisien gesek statis yaitu 0,47 dan *error* 2,32%, sehingga hal ini tidak terlalu menimbulkan perbedaan yang cukup besar.

Gesekan menggambarkan ketahanan saat meluncur disepanjang permukaan. Permukaan yang terstruktur memiliki lebih banyak gesekan dibandingkan dengan yang halus, hal ini yang akan mengakibatkan hasil atau nilai koefisien gesek tidak stabil dan banyak

menyebabkan *error*. Pengujian koefisien gesek statis serat rayon, terjadi perbedaan sedikit diantara masing-masing serat tunggal yang mengakibatkan *error* 2,32% namun hal ini tidak terlalu berpengaruh. Faktor alat yang mempengaruhi *error* pada pengujian disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya adalah pengondisian pada jarak awal alat saat dilakukan gesekan, jika jarak tidak sesuai dalam 0,00, maka nilai yang didapatkan bias jadi lebih besar ataupun lebih kecil.

Pada pengujian serat nilon didapatkan koefisien gesek statis 0,61 dengan *error* 1,76. *Error* disebabkan karena adanya pengaruh arah pada serat horizontal, jika arah yang terpasang pada alat maka sudut kontak semakin tidak sesuai dan menyebabkan nilai koefisien gesek sedikit tidak stabil. Nilai koefisien gesek statis jika dibandingkan dengan nilai yang didapatkan pada saat pengujian yang dilakukan pada penelitian sebelumnya, menggunakan metode *stick slip* adalah 0,60 [6], sehingga hal ini dapat tervalidasi dengan alat uji gesek statis yang dibuat.

Gesekan pada metode *point of contact hanging of fiber* didapatkan sudut yang kecil sekitar 1° sampai 3° , sehingga berpengaruh pada nilai koefisien gesek yang keluar, semakin banyaknya getaran pada alat maka *error* yang terjadi pada alat juga akan semakin meningkat. Pergeseran serat horizontal dipengaruhi oleh stepper motor sehingga untuk setiap langkah dapat dikendalikan secara perlahan. Pada serat nilon pergeseran diantara masing-masing serat tunggal sedikit cepat dan hal ini berpengaruh pada nilai yang didapatkan, semakin cepat serat tergelincir, semakin besar pula nilai koefisien gesek yang didapatkan, namun hal ini harus mengacu juga pada sudut yang terbentuk, jika sudut yang terbentuk melebihi dari 3° maka semakin banyak *error* yang didapatkan.



Gambar 4.1 Perbandingan serat yang diuji dengan penelitian sebelumnya

Pada penelitian akan dibandingkan serat serat baru dengan serat yang sudah dapat dipintal. Serat yang sudah dapat dipintal adalah serat rami sebagai acuan serat batang dan serat

kenaf sebagai acuan serat daun, jika serat-serat baru dapat melebihi nilai koefisien gesek dari standar penelitian sebelumnya, maka dikatakan telah memiliki potensi untuk nilai koefisien gesek sebagai salah satu persyaratan serat dapat dipintal.

Pada penelitian yang dilakukan sebelumnya menguji koefisien gesek serat dengan sebuah benda. Pengujian dilakukan pada serat rami dan didapatkan nilai koefisien gesek rata-rata 0,13 [12]. Pada pengujian yang digunakan menggunakan metode *involving hanging fiber*, didapatkan nilai rata – rata 0,14. Data hasil pengujian kemudian diuji menggunakan distribusi *student* dua pihak dengan menggunakan pendekatan hipotesis. Hipotesis digunakan untuk mendapatkan jawaban sementara yang nantinya akan dibandingkan dengan data yang sudah diuji distribusi *student*. Hasil dari distribusi student didapatkan 1,79, dimana data diterima jika nilai lebih dari -2,04 dan nilai kurang dari 2,04, sehingga didapatkan kesimpulan bahwa nilai rata-rata koefisien gesek statis 0,14 mendekati nilai metode sebelumnya dan dapat digunakan untuk standar alat uji gesek statis.

Tabel 3.2 Hasil pengujian serat batang

Parameter	Rami	Kecombrang
N	30	30
\bar{x}	0,14	0,19
S	0,0387	0,0209
S^2	0,0015	-
$Cv\%$	27,66	11,00
E	9,89	3,94

Serat kecombrang memiliki koefisien gesek statis 0,19 dengan *error* 3,94%. Kecombrang merupakan serat baru sehingga belum ada pembanding untuk nilai koefisien geseknya, namun dapat dibandingkan dengan serat batang yang sudah dapat dipintal yaitu rami 0,14. Serat kecombrang memiliki nilai koefisien gesek statis yang tinggi dibandingkan dengan serat rami, sehingga kecombrang untuk nilai koefisien gesek statis memiliki potensi serat untuk dapat dipintal.

Error yang dihasilkan oleh serat kecombrang disebabkan karena perbedaan pada beberapa nilai akhir sampel yang diuji, namun perbedaan ini tidak terlalu terlalu besar sehingga serat dapat memenuhi standar dari koefisien gesek statis. Gesekan diperlukan pada pemintalan untuk meminimalkan keausan selama proses [9]. Pada serat kecombrang memiliki *error* 3,94% hal ini diketahui dari data yang didapat saat pengujian memiliki sedikit perbedaan, dan ini disebabkan dari permukaan serat itu sendiri yang sedikit kasar dan sebagian yang lainnya pada serat sedikit halus. Ketika saat bergesekan dengan permukaan yang kasar, serat akan langsung bergerak konstan, namun pada saat bergesekan dengan permukaan yang halus, serat akan berubah nilainya atau tidak stabil.



Gambar 4.2 Serat batang dan daun

Serat kenaf memiliki koefisien gesek yang hampir sama dengan rami yaitu 0,14 dengan *error* 2,27%. Pada serat kenaf terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi sedikitnya *error* saat pengujian, salah satunya adalah pengondisian alat sebelum digunakan. Pengondisian alat yaitu menjalankan motor dengan menggerakkan maju dan mundur area gesekan, selain itu juga dilakukan pembersihan pada area yang dijadikan pengencang masing-masing serat.

Gesekan yang terjadi pada area persilangan serat tunggal kenaf masing-masing saling mempengaruhi, yang dimana serat vertikal tergelincir karena adanya pergerakan dari serat horizontal. Hasil dari perpotongan simpangan antara serat vertikal dan horizontal terjadilah pergeseran.

Serat kenaf memiliki potensi sebagai bahan baku tekstil, karena karakter seratnya yang berbentuk filamen serta tidak menggunakan bahan kimia dalam jumlah banyak pada saat pengolahan [5], sehingga serat kenaf dijadikan acuan sebagai standar koefisien gesek statis serat daun baru dengan nilai 0,14. Serat kenaf memiliki permukaan yang kasar dan hampir mirip dengan serat rami sehingga menghasilkan nilai koefisien gesek yang tidak jauh berbeda.

Tabel 3. 3 Hasil pengujian serat daun

Parameter	Kenaf	Bromelia giant	Pandan bali	Agave attenuata
<i>N</i>	30	30	30	30
\bar{x}	0,14	0,17	0,16	0,16
<i>S</i>	0,0089	0,0224	0,0207	0,0025
<i>Cv</i> %	6,36	12,94	12,94	5,56
<i>E</i>	2,27	4,63	4,63	1,98

Serat pandan bali memiliki rata-rata koefisien gesek 0,16 yang dimana memiliki *error* 4,63%. Nilai koefisien gesek statis dari padan bali memiliki potensi untuk dipintal jika mengacu pada serat rami. Gesekan dari serat pandan bali dipengaruhi oleh kekasaran permukaan. Pada permukaan yang kasar, Jika permukaan yang akan dipindahkan lebih kasar, ada lebih banyak kerutan di serat maka gesekan diantara serat juga besar.

Nilai *error* yang didapatkan serat pandan bali disebabkan karena perbedaan data yang sedikit dan tidak terlalu berpengaruh. Serat pandan bali saat mengalami kontak terjadi pergeseran yang tidak stabil, mengakibatkan peningkatan kecepatan pada alat uji gesek statis. Saat pengujian, serat tidak stabil, nilai koefisien gesek statis yang muncul pada bluetooth HC-06 terjadi banyak *error*. Data yang tidak stabil dapat dikendalikan dengan mengatur tegangan dari serat yang dipasang, tetapi harus berhati-hati karena serat mudah putus saat diberi beban 4 gram.

Pada pengujian didapatkan nilai koefisien gesek statis 0,16 dengan *error* 1,98%. Nilai koefisien gesek statis ini sama dengan serat pandan bali, dan *error* yang didapatkan cukup kecil. Pengujian yang dilakukan pada serat agave attenuata memiliki konsistensi data yang stabil pada masing-masing pengujian serat tunggal. Faktor yang mempengaruhi yaitu pada saat kontak diantara serat, bagian horizontal serat memiliki perlakuan tingkat tegangan yang merata baik dibagian kanan maupun kiri saat dikencangkan, selain itu juga didukung saat serat vertikal menggantung tidak mudah putus pada beban 4 gram, hal ini membuat setiap bagian serat memiliki tegangan yang merata. Saat terjadi pergeseran kearah gaya normal, data yang didapatkan semakin stabil.

Pada saat pengujian serat horizontal meluncur dengan menggerakkan serat vertikal dengan gaya normal, sehingga hal ini akan mempengaruhi area kontak. Serat *agave attenuata* memiliki nilai koefisien gesek statis yang lebih besar dari kenaf, sehingga memiliki potensi untuk terpenuhinya salah satu persyaratan dari daya pintal.

Pengujian yang dilakukan didapatkan nilai koefisien gesek statis untuk serat *bromelia giant* yaitu 0,17 dengan *error* 4,63%. Terjadi *error* yang sedikit tinggi yang disebabkan oleh serat yang cukup rapuh sehingga saat diberikan beban serat mudah putus. Pengujian dilakukan dengan secara perlahan, hal ini memunculkan nilai koefisien gesek statis untuk setiap helai serat pada Bluetooth HC-06.

Gesekan pada serat *bromelia giant* bergantung dari sifat mekanik, khususnya sifat geser. Pada saat kontak antara kedua permukaan terjadi persingkatan waktu diantara gaya normal, sehingga area kontak tidak mencapai nilai yang diinginkan hasilnya ketidak stabilan koefisien gesek yang keluar. Pada serat *bromelia giant* waktu geser sangat cepat terhadap tekanan, sehingga harus ada perbedaan di tiap gesekan permukaan, hal ini tidak berkaitan dengan getaran yang terjadi pada alat uji, karena jika getaran yang terjadi terlalu tinggi maka nilai koefisien gesek statis tidak akan terbaca.

Daya tahan pada alat uji gesek statis yang dibuat sedikit mengalami *error* jika penggunaan terlalu lama sampai 4 jam lebih. *Error* disebabkan karena Arduino yang cepat panas sehingga dilakukan penghentian selama beberapa saat untuk menormalkan kembali agar didapatkan data yang lebih akurat. Penggunaan sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi serat yang bergeser karena adanya gesekan antara masing-masing serat, pada saat pengujian

terdapat beberapa *error* saat pengujian awal seperti nilainya akan negative, yang dimana berarti alat belum membaca nilai koefisien gesek yang terjadi. Pengaturan beban akan membantu titik awal sebelum serat itu bergeser yang nantinya akan menjadi nilai koefisien gesek statis.

KESIMPULAN

Berikut didapatkan beberapa kesimpulan yang didapatkan dari percobaan, pengujian, serta diskusi yang dilakukan:

1. Alat uji gesek statis dapat dibuat dengan menggunakan metode *point contact involving hanging fiber* dari howell, untuk validasi alat digunakan serat rayon, nilon, dan rami sebagai acuan dari koefisien gesek statis.
2. Perbandingan nilai koefisien gesek statis antara serat batang dan daun tidak jauh berbeda hal ini dapat dilihat dari serat kenaf dan rami, namun untuk serat daun sedikit rapuh yang mengakibatkan saat diberikan beban mudah putus dan memerlukan pengondisian alat yang lama.
3. Koefisien gesek statis yang didapatkan dari alat yang dibuat adalah rayon viskosa 0,47 nilon 0,61 rami 0,14, sedangkan untuk nilai koefisien gesek statis yang sudah diuji pada penelitian sebelumnya adalah rayon viskosa 0,46 nilon 0,60 dan rami 0,13. Perbandingan nilai tidak terlalu berbeda dan dapat diterima.
4. Nilai koefisien gesek statis yang didapatkan pada serat baru seperti kecombrang 0,19 pandan bali 0,16 *agave attenuate* 0,16 dan *bromelia giant* 0,17.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penulisan makalah ini. Makalah ini dibuat di politeknik sekolah tinggi teknologi tekstil, dan menggunakan beberapa perangkat yang membantu pada saat pengujian gesekan antar serat.

REFERENSI

1. Eva, N., & Mochammad, D. S. Potensi Serat Rami Sebagai Bahan Baku Industri Tekstil dan Teknik Tekstil. *Arena Tekstil*, 113-122 . (2015).
2. Gralen, Olofsson, & Lindberg. Measurement of Friction Between Single Fibers Part VII: Physicochemical Views of Interfiber Friction. *Textile research journal*, 623-628. (1953).
3. Gupta. *Friction in textile*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited. (2008).
4. Hernawati. Mengetahui koefisien gesek statik dan kinetis . *Teknosains*, 55-65. (2013).
5. Howell, H. G. inter fiber friction. *textile institute*, T521-T533. (1951).
6. Innamia, I., & Dian, W. Eksplorasi struktur serat tanaman kenaf pada tenik tenun ATBM sebagai bahan baku tekstil. *Tingkat sarjana bidang seni rupa dan desain*, 1-3. (2013).
7. Kozlowski, R., Rawluk, M., & Barriga-Bedoya, J. Ramie. In Franck R.R (Ed.), Bast and. *The Textile Institute: woodhead publishing Ltd.*, 207-226. (2005).
8. Latief, A Teknik Pembuatan Benang dan Kain Jilid 1. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional. (2008).
9. Nair, A. U., Patwardhan, B. A., & Nachane, R. Studies on friction in cotton textiles: part II - A study on relationship between physical properties and frictional characteristics of chemically treated cotton fabric. *Indian journal of fiber and textile research* , 366-374. (2013).
10. Nils, G., & Bertil, O. Measurement of Friction Between Single Fibers. *Textile Research Journal*, 488. (1947).

11. Noerati, Gunawan, Ichwan, M., & Atin, S. *Teknologi Tekstil*. Bandung: Sekolah Tinggi Teknologi Tekstil. (2013).
12. Roberts, B., Aivars, K., Uldis, B., & Janis, C. Hemp fiber and shive coefficient of friction. *engineering for rural development*, 23-24. (2013).
13. Serway, Raymond, A., & Jewwet. *Physics for Scientist and Engineers*. California: Thomson Brooks. (2004).