

## STUDI PEMBUATAN PEREKAT SERAT UNTUK KERTAS

### *Study On The Making Of Fiber Adhesive For Paper*

Fernandus Wahyu Ratna Bima Satria<sup>1</sup>, Indra Wahyudin Fathona<sup>2</sup>, Abrar Ismardi<sup>3</sup>

Program Studi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Telkom University

<sup>1</sup>fernandusbima18@gmail.com, <sup>2</sup>indrafathonah@gmail.com, <sup>3</sup>Abrarselah@gmail.com

#### Abstrak

Kemajuan zaman telah membuat banyak teknologi untuk mempermudah segala kegiatan dan kebutuhan manusia, salah satunya adalah teknologi dalam bidang pembuatan serat. Banyak kegiatan yang membutuhkan sebuah perekat untuk merekatkan berbagai bahan yang dibutuhkan. Dalam penelitian tugas akhir ini dilakukan studi pembuatan perekat untuk bahan-bahan ringan seperti kertas, dengan menggunakan bahan utama polimer polivinil alkohol, telah dilakukan eksperimen dengan metode electrospinning yang menghasilkan perekat dari serat. Daya rekat dari perekat serat telah diuji dengan berbagai variasi konsentrasi larutan, konsentrasi larutan masing-masing 12%, 15%, dan 18% telah menghasilkan serat yang berhasil menjadi sebuah perekat dengan daya rekat masing-masing 0.8 N/cm<sup>2</sup>, 2.6 N/cm<sup>2</sup>, dan 3.2 N/cm<sup>2</sup>, hasil daya rekat tersebut adalah hasil yang diperoleh selama melakukan proses electrospinning selama 90 menit. Dilakukan eksperimen lebih lanjut dengan menggunakan serat yang memiliki daya rekat tertinggi, yaitu konsentrasi 18%, dengan menambah jumlah waktu selama proses electrospinning selama 150 menit, menghasilkan daya rekat sebesar 6.1 N/cm<sup>2</sup>. Volume serat yang terkumpul mempengaruhi daya rekat yang dihasilkan.

**Kata kunci** : electrospinning, perekat, polimer, serat

#### Abstract

*The progress of the times has made many technologies to facilitate all activities and human needs, one of which is technology in the field of making fiber. Many activities require an adhesive to glue the various materials needed. In this final project research conducted a study of making adhesives for lightweight materials such as paper, using the main ingredient of polyvinyl alcohol polymers, experiments have been conducted with the electrospinning method that produces adhesives from fiber. The adhesive strength of fiber adhesives has been tested with various variations in the concentration of the solution, the solution concentrations of 12%, 15%, and 18%, respectively, have produced fibers that succeeded in becoming adhesives with adhesives of 0.8 N / cm<sup>2</sup>, 2.6 N / cm<sup>2</sup> respectively and 3.2 N / cm<sup>2</sup>, the results of the adhesive power are the results obtained during the electrospinning process for 90 minutes. Further experiments were carried out using fibers that had the highest adhesive power, namely concentrations of 18%, by increasing the amount of time during the electrospinning process for 150 minutes, resulting in a sticky power of 6.1 N / cm<sup>2</sup>. The volume of fiber collected affects the adhesion produced.*

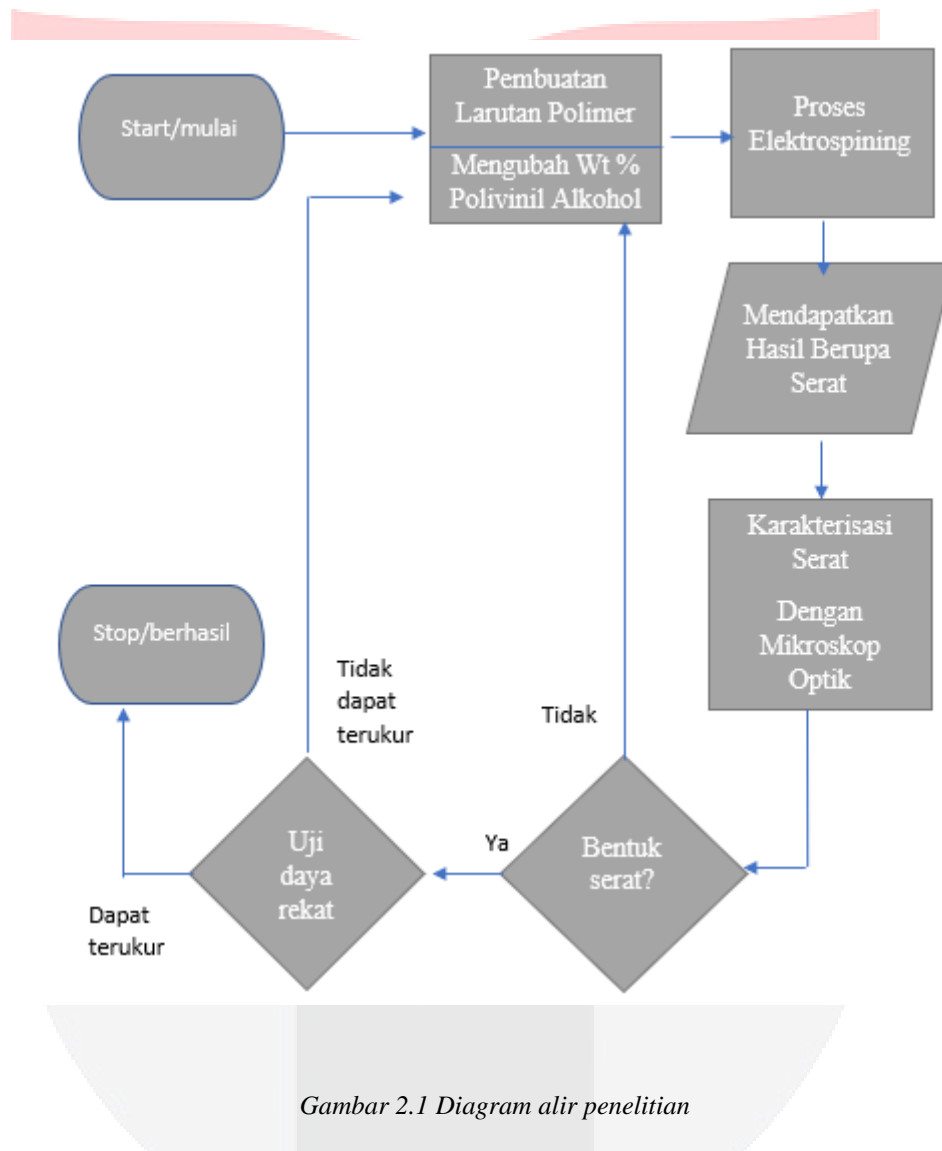
*Keywords* : electrospinning, adhesive, polymer, fiber

#### 1. Pendahuluan

Teknologi - teknologi pada abad ini sudah berkembang semakin modern, Salah satunya adalah teknologi dalam bidang pembuatan serat untuk kebutuhan manusia seperti pembuatan filtrasi, bidang medis, kain dan lainnya<sup>[1]</sup>. Electrospinning adalah salah satu metode dari beberapa metode yang ada untuk menghasilkan serat, dari beberapa metode yang ada, metode electrospinning merupakan teknik yang cukup sederhana dan mampu menghasilkan serat dengan ukuran mikro hingga nano<sup>[2-3]</sup>. Pada prinsipnya mekanisme pembuatan serat dengan metode electrospinning adalah, dengan cara mendorong larutan polimer yang diberi tegangan listrik yang tinggi dan dengan menggunakan syringe pump, hingga membentuk butiran/tetes larutan pada ujung needle syringe pump. Butiran/tetes larutan polimer yang telah terinduksi muatan listrik tersebut di bawah pengaruh medan listrik akan bergerak ke arah elektroda dengan muatan berlawanan disertai proses penguapan pelarut polimer, sehingga yang tertinggal pada pelat pengumpul (*collecting plate*) hanya serat polimernya saja<sup>[4]</sup>. Terdapat berbagai macam jenis perekat seperti lem cair dan lem kering dan masing-masing tentu memiliki kelebihan dan kekurangan, perekat tentu akan dipilih sesuai kebutuhan untuk merekatkan bahan atau barang tertentu dan juga segi kualitas daya rekatnya, disamping itu juga tentu dicari yang mudah, aman tidak berbahaya, tidak beracun, dan tidak melukai penggunaannya. Berdasarkan hal-hal di atas, maka pada penelitian tugas akhir ini akan dilakukan eksperimen / studi pembuatan serat dengan menggunakan metode electrospinning, engan dibuat perekat serat maka daya rekat yang dihasilkan diharapkan akan tinggi dan tentunya diharapkan akan praktis, tidak berbahaya dan ramah lingkungan dalam penggunaannya.

## 2. Metode penelitian

Adapun metode yang akan di gunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1 Diagram alir penelitian

Gambar 2.1 menjelaskan terkait metode penelitian yang akan dilaksanakan dengan proses awal yaitu pembuatan bahan utama larutan dengan menggunakan bahan polimer polivinil alkohol, kemudian dilakukan variasi konsentrasi wt% dari larutan tersebut, dari bahan larutan berbagai variasi konsentrasi dilakukan eksperimen dengan menggunakan metode electrospinning, kemudian setelah mendapatkan hasil yang telah didapatkan selama eksperimen electrospinning dilakukan karakterisasi dengan menggunakan mikroskop optik untuk melihat bentuk serat, setelah dilakukan karakterisasi dan hasilnya benar berupa serat maka dilanjutkan dengan melakukan pengujian daya rekat, jika hasilnya sama sekali tidak menjadi perekat maka akan diulangi kembali, jika hasilnya menunjukkan daya rekat yang dapat terukur maka studi membuat perekat serat selesai.

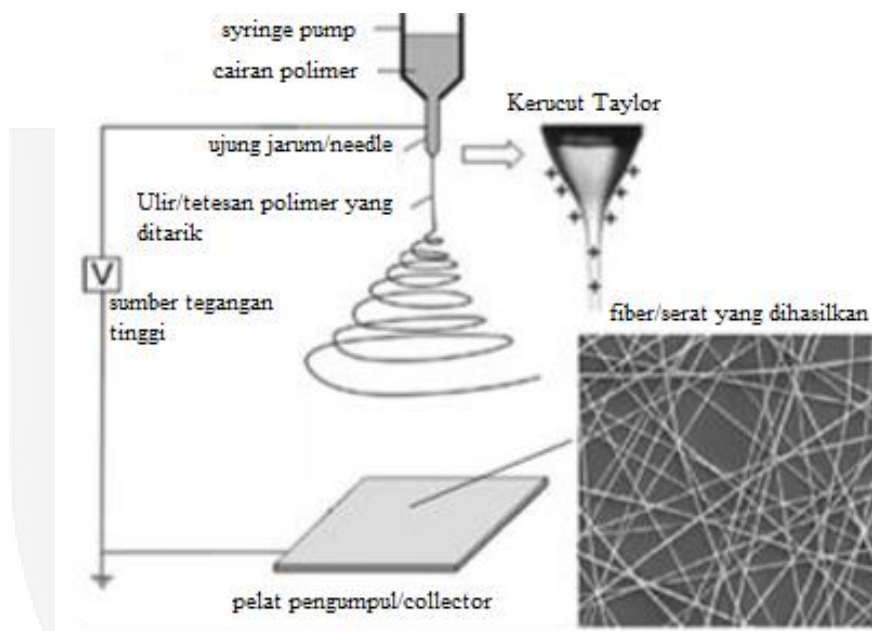
### 3. Pembahasan

#### 3.1 Pembuatan larutan polimer

Pada penelitian tugas akhir ini digunakan larutan polivinil alkohol dengan konsentrasi yang akan divariasikan. Larutan polimer dibuat dengan melarutkan polimer polivinil alkohol dalam aquades, kemudian campuran larutan polimer polivinil alkohol dengan aquades akan diaduk secara perlahan dengan menggunakan magnetic stirrer pada temperatur ruangan selama 120 menit dan sampai larutan benar-benar homogen.

#### 3.2 Pembuatan serat

Pada proses pembuatan fiber/serat dalam penelitian tugas akhir ini dilakukan dengan menggunakan serangkaian alat yang disebut dengan metode electrospinning. Tahap awal proses adalah dengan memasukan larutan polimer polivinil alkohol yang sudah dilarutkan di dalam aquades ke dalam syringe pump, kemudian siapkan camera yang terhubung pada laptop kemudian tepatkan sasaran fokus camera pada ujung jarum (needle) pada syringe pump sehingga dapat dilakukan monitoring pada laptop, kemudian hubungkan sumber tegangan tinggi (High Voltage) dan syringe pump pada trafo dengan tegangan 100-110 volt. Hubungkan jumper yang terhubung pada sumber tegangan tinggi dengan kutub positif dihubungkan pada ujung jarum (needle) pada syringe pump dan kutub negatif pada pelat pengumpul/collector, hubungkan pengontrol laju aliran (flow rate) pada syringe pump, kemudian atur flow rate polimer yang dikeluarkan dari ujung jarum (needle) dan kemudian atur tegangan tinggi, sehingga larutan polimer yang bermuatan listrik akan tertarik menuju pelat pengumpul/collector yang terhubung dengan kutub negatif tegangan tinggi tersebut, atur flow rate dan tegangan hingga mencapai formasi *Taylor Cone* yang akan terpantau pada camera yang terhubung pada laptop (monitoring), kemudian hasil selama proses electrospinning adalah fiber/serat yang akan terkumpul pada pelat pengumpul/collector.



Gambar3.1 Fenomena electrospinning dengan hasil akhir berupa sebuah serat

#### 3.3 Karakterisasi serat

Dari hasil selama melakukan proses electrospinning, diharapkan terbentuk fiber/serat sehingga dilakukan karakterisasi dengan menggunakan mikroskop optik, dengan menggunakan mikroskop optik dapat dilihat apakah hasil selama melakukan proses electrospinning sudah terbentuk fiber/serat atau hanya sekumpulan partikel-partikel saja, jika sudah terbentuk berupa benang fiber/serat maka proses electrospinning berhasil.

#### 3.4 Pengujian daya rekat

Dari hasil selama melakukan studi eksperimen pada penelitian tugas akhir ini, dengan menggunakan metode electrospinning hasil yang telah didapatkan berupa serat yang kering. Kemudian serat diletakkan diantara 2 permukaan bahan yang akan direkatkan, setelah diletakkan di antara permukaan kemudian serat kering diberi air sedikit supaya dapat menjadi perekat, pada penelitian tugas akhir ini air yang diberikan diukur dengan menggunakan micropipet, setelah diberikan air maka kedua permukaan tersebut direkatkan dan kemudian

ditunggu sampai perekat serat ini kering. Setelah perekat serat kering kemudian bagian atas bahan diikat pada dinamometer (Neraca Pegas) dan bagian bawah bahan diikat dengan beban, untuk menguji seberapa kuat daya rekat dari perekat serat ini kemudian diberikan beban yang bervariasi sampai pada dimana tresshold dari perekat ini kemudian kedua permukaan bahan ini terlepas dan kemudian daya rekat pada saat tresshold terukur pada dinamometer (Neraca Pegas) dengan demikian didapatkan nilai daya rekat dari perekat serat yang dilakukan pada penelitian tugas akhir ini, gaya dibagi dengan luas permukaan dari perekat serat.

### 3.5 Hasil pembuatan larutan polimer

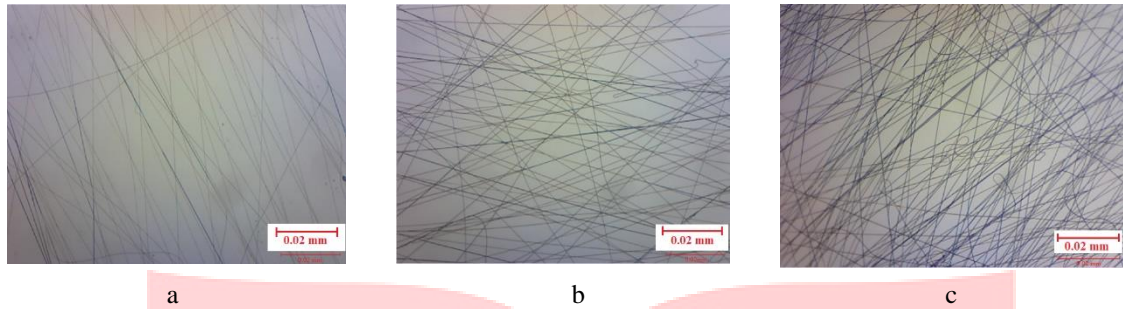
Dalam penelitian tugas akhir ini, dilakukan eksperimen dengan menggunakan beberapa konsentrasi larutan, yang masing-masing dibuat dengan mencampurkan polimer polivinil alkohol di dalam pelarut aquades, dan kemudian diaduk secara perlahan dengan menggunakan magnetic stirrer selama 120 menit sampai larutan homogen, konsentrasi larutan yang dihasilkan divariasikan dari 10% hingga 20%. Dari beberapa referensi, keberhasilan pembentukan serat dari larutan polimer dengan menggunakan metode electrospinning, sangat dipengaruhi oleh viskositas dari pembuatan larutan polimer yang digunakan. Larutan polimer yang dibuat harus memiliki viskositas yang tepat atau cocok agar dapat ditarik oleh muatan listrik negatif pada collector saat diberi tegangan tinggi, viskositas tidak boleh terlalu rendah (sangat encer) atau seperti air, tetapi harus terlihat agak kental seperti gel, untuk menentukan keberhasilan viskositas dari larutan polimer yang telah dibuat, agar dapat menghasilkan serat yang optimal, diindikasikan dengan terbentuknya formasi *Taylor Cone* di ujung jarum (needle) atau bentuk mengerucut dari cairan larutan pada ujung jarum syringe pump, kemudian dilakukan karakterisasi menggunakan mikroskop optik untuk mengetahui apakah telah berhasil menjadi serat atau tidak.

### 3.6 Hasil electrospinning

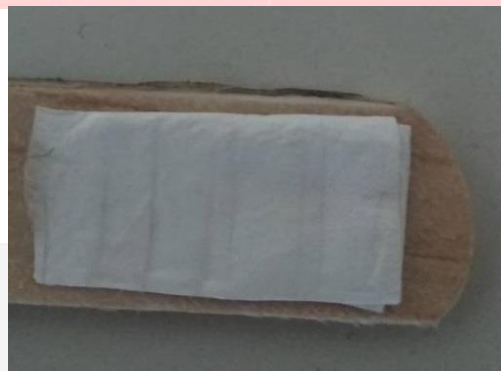
Pada eksperimen penelitian tugas akhir ini, untuk menghasilkan serat ada beberapa parameter yang divariasikan untuk mendapatkan hasil yang optimal diantaranya, sumber tegangan tinggi nilainya akan divariasikan dari 1kV hingga 8kV tegangan divariasikan untuk mendapatkan nilai threshold atau nilai optimal saat dimana ulir/tetes polimer pada ujung jarum (needle) membentuk formasi *Taylor Cone* yang baik dan dapat bertahan (konstan) selama melakukan running electrospinning. Flow rate adalah nilai laju aliran dari polimer polivinil alkohol yang didorong atau disuntikan oleh syringe pump yang dapat di control laju alirannya, nilai flow rate ini juga divariasikan dari 1 $\mu$ l/min hingga 5 $\mu$ l/min sampai didapatkan nilai threshold dimana ulir/tetes polimer dapat konstan membentuk formasi *Taylor Cone* yang baik. Hasil yang telah didapatkan selama melakukan proses eksperimen electrospinning adalah konsentrasi yang mampu membuat formasi *Taylor Cone* dan menjadi fiber/serat, Untuk fiber yang dihasilkan dengan konsentrasi larutan polimer polivinil alkohol 12% mendapatkan nilai threshold voltage sebesar 7.30 kV dan threshold flow rate sebesar 2 $\mu$ l/min, hal ini dikarenakan untuk konsentrasi 12% memiliki viskositas yang masih rendah dibandingkan dengan dua konsentrasi lainnya, artinya lebih encer dibandingkan dengan dua konsentrasi tersebut, sehingga lebih mudah bagi pelat pengumpul yang terhubung tegangan listrik yang tinggi hanya dengan nilai 7.30 kV saja, lebih rendah dari tegangan yang dibutuhkan oleh dua konsentrasi lainnya untuk menarik ulir/tetes larutan polimer tersebut. Sementara untuk konsentrasi yang masing-masing bernilai lebih tinggi yaitu 15% dan 18% memiliki tingkat viskositas yang lebih tinggi pula yang mengakibatkan cairan dari larutan tersebut lebih kental, yang mengakibatkan sedikit lebih sulit untuk menarik ulir/tetes polimer pada ujung jarum (needle) sehingga dibutuhkan nilai tegangan yang lebih tinggi, yang masing-masing didapatkan nilai threshold yang membentuk formasi *Taylor Cone* pada tegangan 7.65 kV dan 8.0 kV, sehingga semakin tinggi tingkat viskositasnya tarikan dari pelat pengumpul akan semakin lambat, hal ini bergantung dari seberapa besar tegangan tinggi yang diberikan, untuk penelitian tugas akhir ini tegangan tinggi maksimum hanya dapat mencapai 8-8.5 kV.

#### 3.6.1 Hasil fiber

Dilakukan karakterisasi untuk mengetahui apakah hasil selama melakukan electrospinning telah membentuk fiber atau masih sebuah partikel, dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik dengan hasil fiber/serat sesuai yang diharapkan, sebagai berikut :



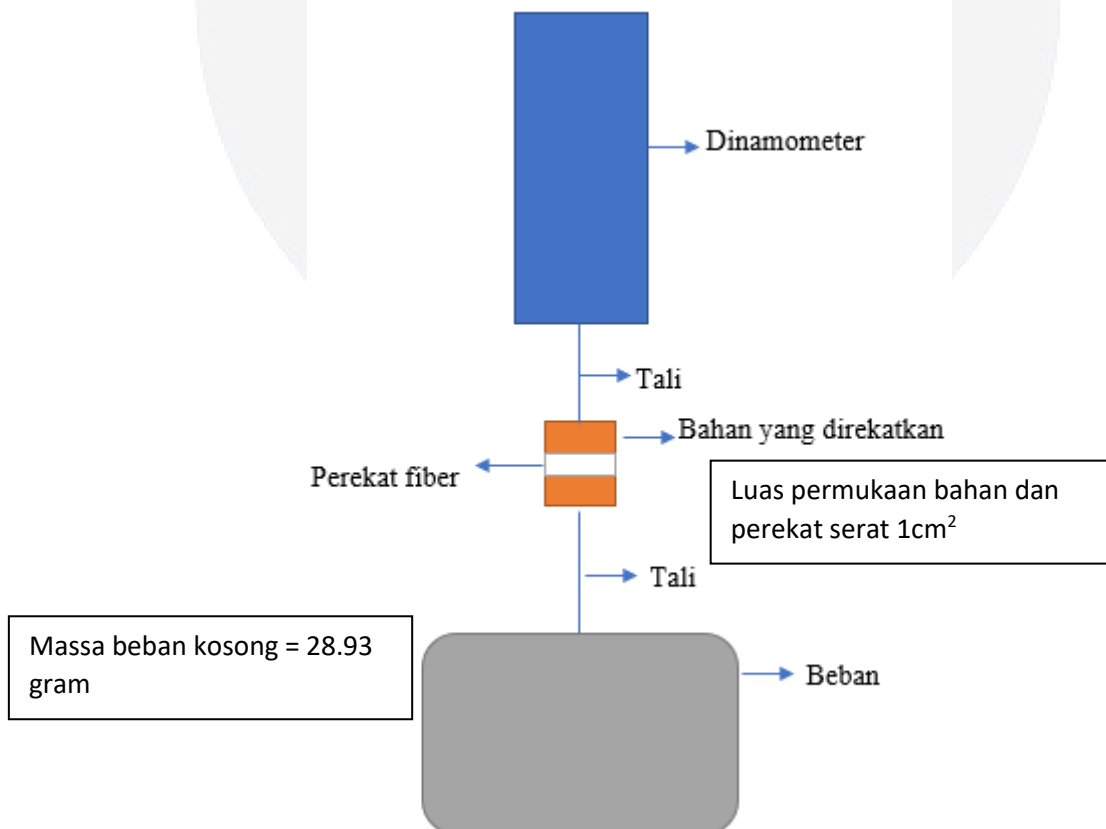
Gambar 3.6.1 a) fiber konsentrasi larutan 12%, gambar 3.6.1 b) fiber konsentrasi larutan 15%, gambar 3.6.1 c) fiber konsentrasi larutan 18%. Berikut ini adalah fiber/serat yang telah dihasilkan selama melakukan proses electrospinning, bentuk dari fiber/serat yang dihasilkan dibuat berbentuk persegi saat akan digunakan sebagai bahan perekat, sebagai berikut :



Gambar 3.6.1 Hasil fiber/serat

**3.6.2 Hasil pengujian daya rekat**

Berikut ini adalah skema pengujian daya rekat dari perekat fiber/serat yang telah dihasilkan selama melakukan proses electrospinning, sebagai berikut :

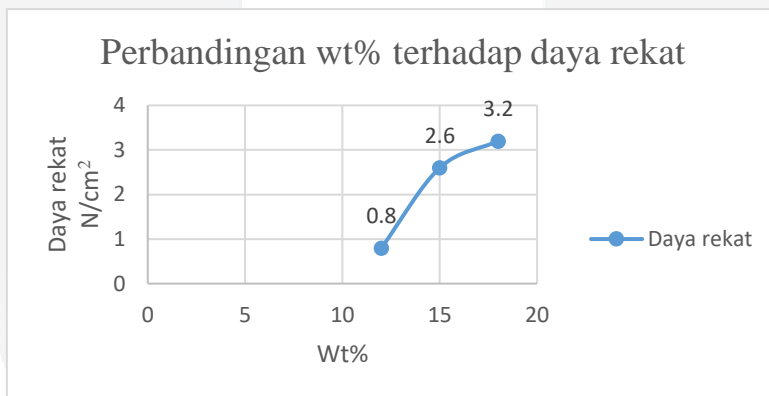




Telah didapatkan hasil akhir dalam studi eksperimen pembuatan perekat dengan menggunakan bahan utama polimer polivinil alkohol, yang kemudian dijadikan sebuah benang fiber/serat dengan menggunakan metode electrospinning, dan didapatkan data daya rekat dari setiap konsentrasi yang telah dilakukan eksperimen. Pada eksperimen yang dilakukan telah didapatkan nilai optimal pada waktu running yang sama yaitu 90 menit, dan juga flow rate yang sama pada 2µl/min dan volume air yang diberikan sebesar 10µl, konsentrasi larutan 12% mendapatkan nilai threshold voltage sebesar 7.30 kV dengan daya rekat sebesar 0.8 N/cm<sup>2</sup>, untuk konsentrasi 15% mendapatkan nilai threshold voltage sebesar 7.70 kV dengan daya rekat sebesar 2.6 N/cm<sup>2</sup>, dan untuk konsentrasi tertinggi yaitu 18% dengan nilai threshold voltage sebesar 8.0 kV mendapatkan nilai daya rekat tertinggi sebesar 3.2 N/cm<sup>2</sup>. Kemudian dari data yang telah diperoleh dilakukan perbandingan daya rekat dengan perekat double tape, sebagai berikut :

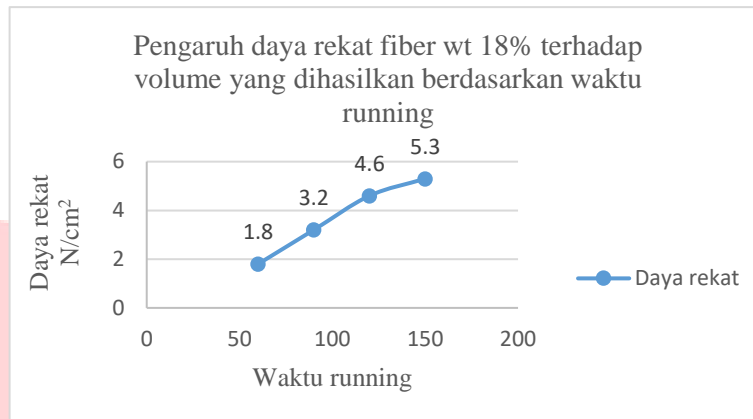
Tabel 3.6.2 Perbandingan daya rekat

Perekat Fiber/Serat		Double Tape (putih)	
Wt%	Waktu running electrospinning	Daya Rekat	
12%	90 menit	0.8 N/cm <sup>2</sup>	4.5 N/cm <sup>2</sup>
15%	90 menit	2.6 N/cm <sup>2</sup>	
18%	90 menit	3.2 N/cm <sup>2</sup>	



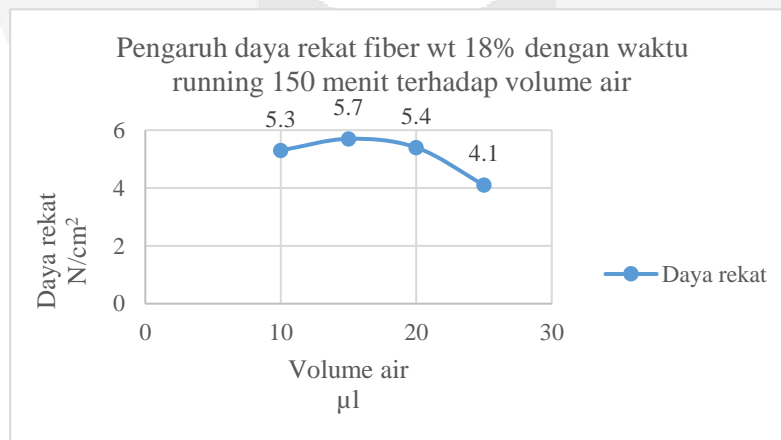
Dari hasil eksperimen yang telah dilakukan, kemudian diambil nilai konsentrasi tertinggi karena memiliki nilai daya rekat yang paling kuat, dan dilakukan variasi waktu running, dengan hasil data sebagai berikut :

Wt%	Waktu running	Daya rekat
18%	60 menit	1.8 N/cm <sup>2</sup>
	90 menit	3.2 N/cm <sup>2</sup>
	120 menit	4.6 N/cm <sup>2</sup>
	150 menit	5.3 N/cm <sup>2</sup>



Kemudian dari hasil eksperimen yang telah dilakukan didapatkan nilai daya rekat tertinggi, dengan konsentrasi 18% dan waktu running selama 150 menit daya rekat yang dihasilkan adalah 5.3 N/cm<sup>2</sup>, kemudian diambil daya rekat tertinggi ini untuk dilakukan variasi volume air yang akan diberikan, untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari volume air yang diberikan, dengan hasil sebagai berikut:

Wt%	Waktu running	Volume air	Daya rekat
18%	150 menit	10µl	5.3 N/ cm <sup>2</sup>
		15µl	5.7 N/ cm <sup>2</sup>
		20µl	5.4 N/ cm <sup>2</sup>
		25µl	4.1 N/ cm <sup>2</sup>



#### 4. Kesimpulan

Dari hasil eksperimen yang telah dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini dapat disimpulkan bahwa, telah dilakukan pembuatan fiber/serat yang difungsikan sebagai perekat, dengan menggunakan bahan utama yaitu polimer polivinil alkohol yang dilarutkan di dalam pelarut aquades. Kemudian dilakukan pembuatan fiber/serat dengan menggunakan metode electrospinning yang akhirnya dapat menghasilkan fiber/serat yang kering, setelah itu dilakukan pengujian daya rekat, menghasilkan daya rekat sebesar 0.8 N/cm<sup>2</sup> untuk konsentrasi 12%, 2.6 N/cm<sup>2</sup> untuk konsentrasi 15%, dan 3.2 N/cm<sup>2</sup> untuk konsentrasi 18%. Kemudian didapatkan nilai daya rekat tertinggi yaitu 5.7 N/cm<sup>2</sup> dengan melakukan waktu running selama 150 menit dan volume air yang diberikan sebanyak 15µl.

#### Daftar Pustaka

- [1] Subbiah T. et.al, Electrospinning of Nanofiber, *Journal of Applied Polymer Science*, 2005, 96, 557-569.
- [2] Mohan A.(2002), Formation and Characterization of Electrospun Nonwoven web, *Textile Management and Technology*, North Carolina State University.
- [3] Piras et al, New Multicomponent Bioerodible Electrospun Nanofibers for Dual-controlled Drug Release, *Journal of Bioactive and compatible Polymers* , 2008, 23, 423, 423-443.
- [4] Queen H., Electrospinning Chitosan-Based Nanofibers for Biomedical Application, North Carolina State University, 2006.
- [5] Clarke, T.F.E. (2011). "Cyanoacrylate glue burn in a child – lessons to be learned". *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*.
- [6] Reddy, S.C. (2012). "Superglue injuries of the eye". *International Journal of Ophthalmology*.
- [7] BHARDWAJ, Nandana, in KUNDU, Subhas, C. Electrospinning: a fascinating "bre fabrication technique. *Biotechnology Advances*, 2010, vol. 28, str. 325–347.
- [8] SAUTTER, Brian, P. Continuous polymer nano fibers using electrospinning.
- [9] Manfred L. Hallensleben "Polyvinyl Compounds, Others" in *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, 2000, Wiley-VCH, Weinheim.
- [10] Characterization of PVA cryogel for intravascular ultrasound elasticity imaging, Fromageau, J.; Brusseau, E.; Vray, D.; Gimenez, G.; Delachartre, P.; *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control*, Volume: 50, Issue: 10. 2003, Page(s): 1318 - 1324.
- [11] Kinloch, A.J. (1987). *Adhesion and Adhesives: Science and Technology* (Reprinted. ed.). London: Chapman and Hall.
- [12] Wiemer, M.; Frömel, J.; Gessner, T. (2003). "Trends der Technologieentwicklung im Bereich Waferbonden". In W. Dötzel. 6. *Chemnitzer Fachtagung Mikromechanik & Mikroelektronik*.
- [13] Oberhammer, J.; Stemme, G. (2004). "Contact printing for improved bond-strength of patterned adhesive full-wafer bonded 0-level packages". *17th IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS)*.
- [14] Li, D.; Xia, Y. (2004). "Electrospinning of Nanofibers: Reinventing the Wheel?". *Materi Canggih* . **16** (14): 1151–1170.
- [15] Marno, Eri Widiyanto, Jojo Sumarjo, Aa Santosa. (2018) "Perancangan dan Pengembangan Sistem Electrospinning sebagai Teknologi dalam Pembuatan Nanofiber. "