

ABSTRAK – EXECUTIVE SUMMARY
PENELITIAN DOSEN PEMULA



RANCANG BANGUN MESIN ELECTROSPINNING UNTUK
FABRIKASI SERAT NANO BERBASIS POLIMER

TIM PENGUSUL

M. FAHRUR ROZY HENTIHU, ST., MT. / NIDN. 0007038008

DIBIYAI OLEH

Daftar isian pelaksanaan anggaran (DIPA) Univ. Jember Th. Anggaran 2014

No: DIPA-023.04.414995/2014 tanggal 05 Desember 2013

UNIVERSITAS JEMBER

NOPEMBER 2014

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN DOSEN PEMULA

Judul Kegiatan : RANCANG BANGUN MESIN
ELECTROSPINNING UNTUK FABRIKASI
SERAT NANO BERBASIS POLIMER

Kode/Rumpun Ilmu : 431 / Teknik Mesin

A. Nama Lengkap : M FAHRUR ROZY HENTIHU, ST., MT.

B. NIDN : 0007038008

C. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli

D. Program Studi : Teknik Mesin

E. Nomor HP : 082332274447

F. Surel (e-mail) : fahrur.teknik@unej.ac.id

Lama Penelitian Keseluruhan : 7 Bulan

Penelitian Tahun Ke : -

Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp. 9.170.000,-

Sumber Dana : BOPTN Universitas Jember 2014

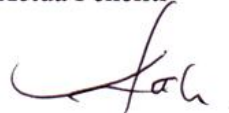
Mengetahui,
Peneliti Pembina
Fakultas Teknik



Ir. Digdo Listyadi Setyawan, M.Sc.
NIP. 196806171995011001

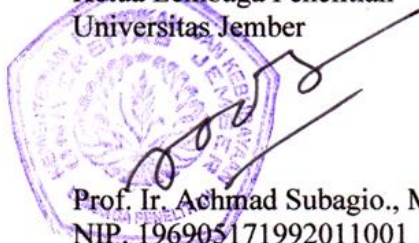
Jember, 17 Nopember 2014

Ketua Peneliti



M. Fahrur Rozy Hentihu, ST., MT.
NIP. 198003072012121003

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Jember



Prof. Ir. Achmad Subagio., M.Agr., Ph.D.
NIP. 196905171992011001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Jember



Mr. Widyono Hadi, MT.
NIP. 196104141989021001

RANCANG BANGUN MESIN ELECTROSPINNING UNTUK FABRIKASI SERAT NANO BERBASIS POLIMER

Peneliti : M. FAHRUR ROZY HENTIHU, ST., MT. ¹

Sumber Dana : BOPTN Universitas Jember 2014

¹ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Serat nano dapat dipabrikasi menggunakan teknologi *electrospinning* dengan komponen lokal berbiaya murah, memiliki kelebihan mampu mengendalikan morfologi, keseragaman, porositas dan komposisi serat dengan cara memompa larutan gel melalui nosel jarum logam yang dialiri listrik tegangan tinggi. Parameter umum yang dibutuhkan untuk pembuatan mesin *electrospinning* berdasarkan hasil penelitian yaitu resolusi laju penyemprotan larutan dalam $\mu\ell/\text{menit}$ dan besarnya sumber listrik tegangan tinggi dalam satuan kiloVolt (kV). Ukuran rambut manusia sekitar $60\ \mu\text{m}$ yang terlihat lebih besar dibandingkan dengan ukuran serat PVA. Diperkuat dengan hasil karakterisasi menggunakan AFM pada luasan serat $50\ \mu\text{m} \times 50\ \mu\text{m}$, ukuran serat berada pada kisaran $< 1\ \mu\text{m}$ yang termasuk dalam orde 1000 nm. Sehingga mesin *electrospinning* yang telah dibuat pada penelitian ini telah mampu membuat serat dalam skala nanometer.

Kata kunci : mesin *electrospinning*, laju aliran, tegangan tinggi, serat.

EXECUTIVE SUMMARY

RANCANG BANGUN MESIN ELECTROSPINNING UNTUK FABRIKASI SERAT NANO BERBASIS POLIMER

Peneliti : M. FAHRUR ROZY HENTIHU, ST., MT. ¹

Sumber Dana : BOPTN Universitas Jember 2014

Email : fahrur.teknik@unej.ac.id

¹ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember

LATAR BELAKANG

Alih teknologi modern mesin electrospinning merupakan pondasi utama dalam mengembangkan berbagai jenis material non-logam maupun polimer sebagai bahan utama serat mikro-nano. Dengan berbagai keunggulan teknologi ini, memungkinkan untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai mesin pembuat serat mikro-nano skala besar. Selama ini Indonesia masih mengimpor serat gelas dan sintetik dalam jumlah yang sangat besar. Pada tahun 2011 diperkirakan Indonesia mengimpor berbagai macam produk serat hingga 1,33 juta ton (www.antaraneews.com/23 desember 2012). Pengembangan mesin electrospinning dilakukan dengan bahan baku dan komponen lokal yang mudah didapat di wilayah Kabupaten Jember. Hal ini memudahkan untuk penelitian, pengembangan dan perawatan mesin electrospinning dengan mempertahankan kemampuan reproduksi dan stabilitas yang tinggi. Kemudahan operasional serta kemampuan multifungsi mesin electrospinning akan mampu mengoptimalkan SDM dalam mengembangkan berbagai jenis serat mikro-nano yang merupakan kebutuhan utama dan mendesak sebagai solusi alih teknologi terhadap kebutuhan berbagai macam jenis serat bangsa Indonesia.

Aplikasi dan pengembangan serat nano diperuntukkan diberbagai bidang seperti energi, nanobio, lingkungan, nanomedis, pertahanan dan keamanan. Teknologi ini tergolong relatif baru yang dapat dilihat dari publikasi ilmiah

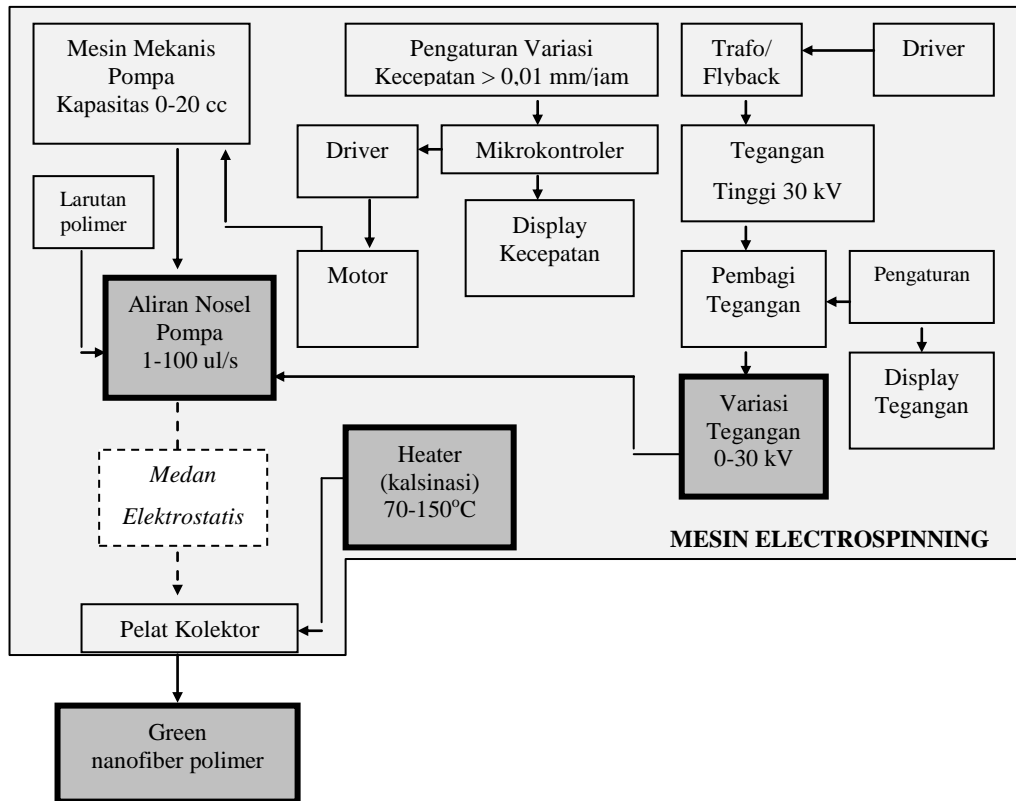
internasional yang terus meningkat dari tahun 2000 kurang dari 100 hingga tahun 2007 menjadi lebih dari 500 publikasi dengan prosentase terbesar yang masih dikuasai oleh negara-negara maju seperti Amerika Serikat, Korea dan China ([He, dkk., 2008](#)). Hal ini memberikan kesempatan bangsa Indonesia untuk berkompetisi ditingkat Internasional. Penguasaan teknologi nano khususnya teknologi electrospinning akan menempatkan Indonesia sejajar dengan negara-negara maju dalam mengembangkan serat nano dan aplikasinya sesuai dengan kebutuhan bangsa.

Serat nano dapat dipabrikasi menggunakan teknologi electrospinning dengan komponen lokal berbiaya murah, memiliki kelebihan mampu mengendalikan morfologi, keseragaman, porositas dan komposisi serat dengan cara memompa larutan gel melalui nosel jarum logam yang dialiri listrik tegangan tinggi. Kemudian medan elektrostatis akan menarik tetesan hingga menjadi semprotan yang stabil ke arah pelat kolektor dan membentuk serat acak ([He, dkk., 2008](#)).

Pada penelitian ini akan dilakukan rancang bangun mesin *electrospinning* yang terdiri dari mesin pompa larutan terkendali dan perangkat elektronik tegangan tinggi elektrostatis serta uji coba menggunakan beberapa bahan dasar larutan polimer untuk dibentuk menjadi serat nano.

METODOLOGI PENELITIAN

Aliran nosel melalui pompa suntikan yang digerakkan oleh power screw menggunakan FDK Stepper Motor SMB40-96 dengan spesifikasi 24 Volt 96 step / 360°. Pengaturan kecepatan pergerakan pompa/aliran larutan dikendalikan oleh mikrokontroler Atmega 8 serta driver elektronika pendukung. Sumber tegangan tinggi untuk menghasilkan medan elektrostatis menggunakan transformator flyback TV 21 inch merek Polytron seri FCK-14A006 yang digunakan sebagai *step up* tegangan tinggi hingga 30 kV.

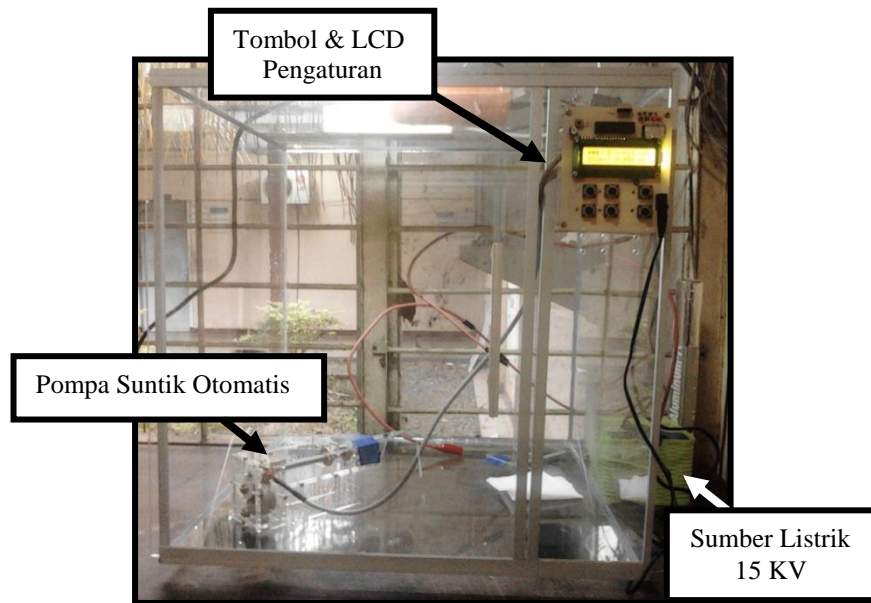


Gambar 1. Skema rancang bangun mesin electrospinning.

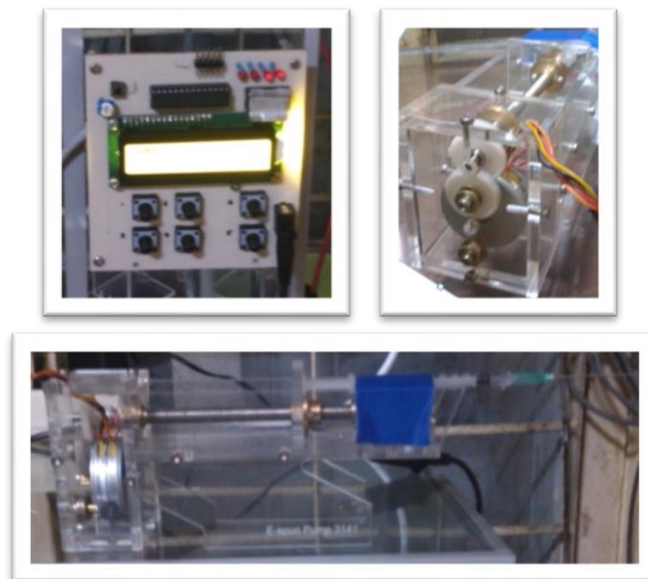
HASIL DAN PEMBAHASAN

Mesin *Electrospinning*

Perancangan dan pembuatan mesin *electrospinning* yang terdiri dari pompa suntik otomatis dan sumber listrik tegangan tinggi telah berhasil dibuat dan diaplikasikan terhadap sampel larutan polimer untuk membuat serat berdiameter kecil (gambar 2). Dengan melakukan pengaturan kecepatan melalui tombol pengendali variasi kecepatan dapat dirubah dan ditampilkan langsung oleh layar LCD.



Gambar 2. Mesin *Electrospinning*



Gambar 3. Pompa suntik otomatis, tombol pengendali dan layar LCD.

Fungsi pompa suntik yaitu sebagai alat penyemprot larutan dengan laju aliran yang dapat dikendalikan melalui sistem kendali menggunakan mikrokontroler Atmega8 dan dapat diatur menggunakan tombol yang tersedia

dengan parameter perubahan yang dapat dilihat di layar LCD karakter 2x16. Memiliki spesifikasi untuk berbagai ukuran pompa suntik ukuran 1 cc hingga 20 cc. Kemampuan ini didukung oleh motor stepper 96 step/putaran, mekanisme ulir power screw dengan jarak pitch 1 mm, dan rasio roda gigi motor stepper terhadap ulir power screw 1:15 sehingga mampu menghasikan resolusi laju penyemprotan larutan hingga 1 $\mu\ell$ /menit menggunakan pompa suntik larutan berukuran 1 cc.

Produk Serat

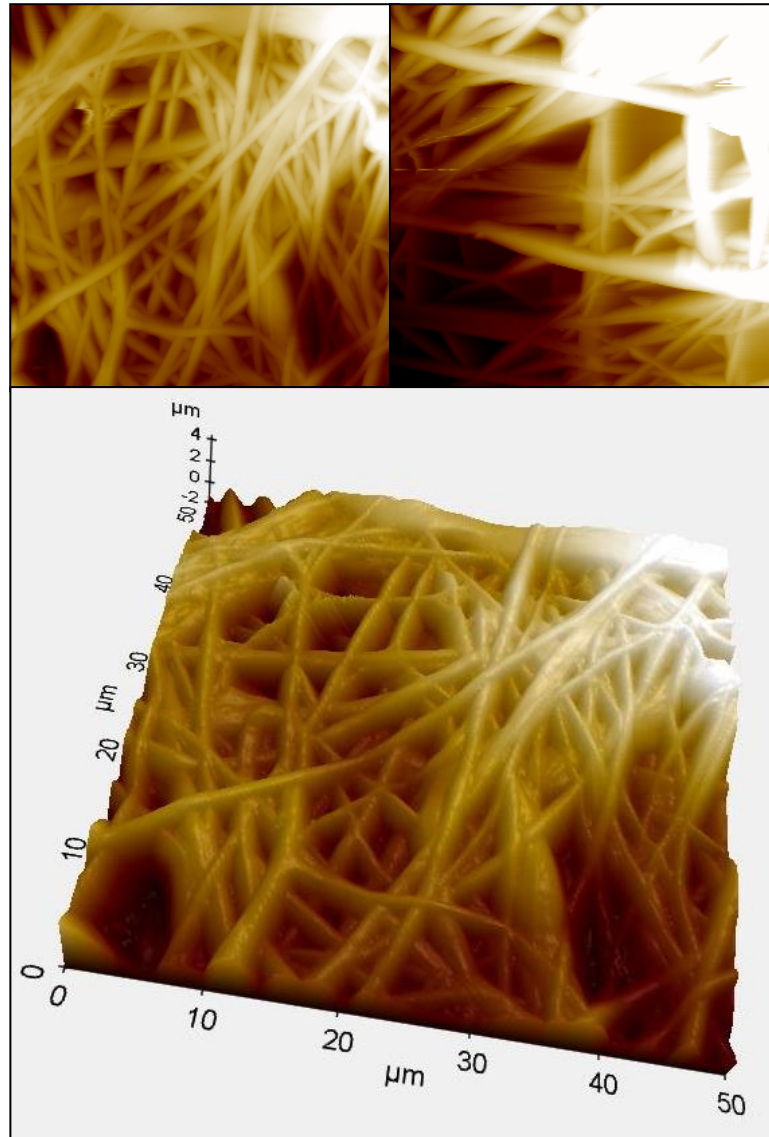
Pada percobaan penelitian ini, bahan serat menggunakan larutan polimer Polivinil Alkohol (PVA) yang dicampur dengan air sulingan (H_2O) menggunakan perbandingan 1:10 (%wt) yang kemudian dimasukkan kedalam pompa suntik untuk dilakukan proses *electrospinning*.



Gambar 4.. Produk serat PVA foto makro dengan sehalai rambut manusia.

Proses penyemprotan dilakukan dengan kecepatan 6 $\mu\ell$ /menit dan kutub positif tegangan tinggi dihubungkan ke logam jarum suntik. Kemudian medan elektrostatis dari kolektor yang terhubung dengan kutub negatif akan menarik semprotan larutan hingga menjadi serat berukuran kecil.

Gambar 5 menunjukkan hasil foto makro serat PVA dengan sehelai rambut manusia terlihat sangat kecil dan tidak terlihat oleh mata dengan jelas. Oleh karena itu untuk memperjelas bentuk morfologi serat PVA seperti pada gambar 5.4 dilakukan karakterisasi menggunakan scanning probe/Atomic Force Microscopy (AFM).



Gambar 5. Serat PVA hasil scanning probe dengan luas 50 μm x 50 μm .

Pembahasan

Parameter umum yang dibutuhkan untuk pembuatan mesin *electrospinning* berdasarkan hasil penelitian diatas yaitu resolusi laju penyemprotan larutan dalam $\mu\text{l}/\text{menit}$ dan besarnya sumber listrik tegangan tinggi dalam satuan kiloVolt (kV). Hal ini sesuai dengan hasil kajian Pham Q.P. dkk. (2006), bahwa laju penyemprotan larutan ($\mu\text{l}/\text{menit}$) yang semakin kecil

serta semakin besarnya tegangan tinggi (kV) yang diaplikasikan akan memperkecil ukuran serat. Seperti pada gambar 5.3 dimana ukuran rambut manusia sekitar 60 μm yang terlihat lebih besar dibandingkan dengan ukuran serat disampingnya. Diperkuat dengan hasil karakterisasi menggunakan AFM pada luasan serat 50 μm x 50 μm , ukuran serat berada pada kisaran $< 1 \mu\text{m}$ yang termasuk dalam orde 1000 nm. Sehingga mesin *electrospinning* yang telah dibuat pada penelitian ini telah mampu membuat serat dalam skala nanometer.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian ini diatas, dapat disimpulkan bahwa parameter umum pembuatan mesin *electrospinning* yaitu resolusi laju penyemprotan larutan dalam $\mu\text{l}/\text{menit}$ dan besarnya sumber listrik tegangan tinggi dalam satuan kiloVolt (kV). Hasil karakterisasi menggunakan AFM pada luasan serat 50 μm x 50 μm , ukuran serat berada pada kisaran $< 1 \mu\text{m}$ yang termasuk dalam orde 1000 nm. Mesin *electrospinning* yang telah dibuat pada penelitian ini telah mampu membuat serat dalam skala nanometer.

Kata kunci : mesin *electrospinning*, laju aliran, tegangan tinggi, serat.

DAFTAR PUSTAKA

- He, J. H., Y. Liu, L. F. Mo, Y. Q. Wan, dan L. Xu. (2008). *Electrospun Nanofibers and Their Applications*. Shawbury, shrewsbury, Sropshire, SY4-4NR, UK: iSmithers e-Book.
- Lotus, A. F. (2011). *Synthesis Of Semiconducting Ceramic Nanofibers, Development Of P-N Junctions, And Bandgap Engineering By Electrospinning*". University of Akron.
- Pham Q.P., Sharma U., Mikos A.G. 2006. *Electrospinning of Polymeric nanofibers for Tissue Engineering Applications: A Review*. TISSUE ENGINEERING Volume 12, Number 5, © Mary Ann Liebert, Inc.
- Sigmund, W., J. Yuh, H. Park, V. Maneeratana, G. Pyrrgiotakis, A. Daga, dkk. 2006. *Processing and Structure Relationships in Electrospinning of Ceramic Fiber Systems*. J. American Ceramic Society. 89(2). 395-407.