

# Pengembangan Membran Polyethersulfone (PES) sebagai Filtrasi pada Sistem Desalinasi

Restu Andri YANTO<sup>1, a</sup>, Gunawan Setia PRIHANDANA<sup>1,2, b</sup>, Muslim MAHARDIKA<sup>2, c</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Centre of Virtual Design and Manufacture, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Indonesia

<sup>a</sup>resturay1993@gmail.com, <sup>b</sup>gpsrihandana@gmail.com, <sup>c</sup>muslim\_mahardika@yahoo.com

**Abstrak.** Penelitian ini membahas tentang pengembangan membran Polyethersulfone (PES) yang biasa digunakan pada sistem dialisis. Pengembangan ini ditujukan agar membran Polyethersulfone dapat diaplikasikan pada sistem desalinasi. Untuk dapat diterapkan pada sistem desalinasi, membran Polyethersulfone harus memiliki sifat *water permeable* yang lebih baik dibandingkan pada penerapannya pada sistem dialisis. Oleh karena itu, membran Polyethersulfone akan dikembangkan pada proses gelatinisasinya dengan memberikan variasi kandungan 1-methyl – 2-pyrrolidone (NMP). Hasilnya, membran Polyethersulfone yang menggunakan media gelatinisasi dengan kandungan NMP paling tinggi akan memiliki sifat *water permeable* yang lebih baik. Penelitian ini juga menampilkan desain dan hasil fabrikasi dari alat desalinasi sederhana sebagai bentuk penelitian terhadap perancangan sistem desalinasi yang bersifat portable dan tanpa menggunakan bahan bakar, yaitu *Portable Desalination Chamber*.

**Kata Kunci:** membran Polyethersulfone (PES), *water permeable*, *Portable Desalination Chamber*.

## Pendahuluan

Membran Polyethersulfone (PES) dengan porositas berukuran nano adalah suatu material yang sangat menjanjikan dalam bidang *nanofiltration* seperti purifikasi, sterilisasi, dan dialisis yang didasarkan oleh keunggulan Polyethersulfone seperti ketahanan kimia, panas, dan kestabilan bentuk. Penelitian Polyethersulfone lebih banyak difokuskan sebagai membran pada proses dialisis. Oleh karena itu, penelitian ini berkonsentrasi untuk mengembangkan membran dengan material Polyethersulfone agar dapat diaplikasikan pada bidang purifikasi, khususnya desalinasi. Faktanya, membran Polyethersulfone yang diaplikasikan pada bidang dialisis memiliki tingkat *water permeability* yang rendah, yang berarti air murni sulit untuk menembus pori-pori pada permukaan membran, sementara itu, untuk dapat diaplikasikan pada proses desalinasi, membran Polyethersulfone harus memiliki *water permeability* yang tinggi. Dengan tujuan untuk meningkatkan *water permeability* dari membran, kami memodifikasi proses pembentukan membran pada tahap gelatinisasinya. Dengan mengatur proses pembentukan membran, seperti pada proses gelatinisasi ataupun perbedaan komposisi campuran, maka ukuran dari poros membran dapat diatur dengan baik. *Microfilter* adalah alat yang digunakan untuk menguji membran yang dihasilkan. Penelitian ini menampilkan konsep *no-dialysate* yang diaplikasikan pada *microfilter* dimana konsep *no-dialysate* sangat membutuhkan membran dengan tingkat *water permeability* yang baik. Tingkat *water permeability* yang dihasilkan pada penelitian ini merupakan parameter utama yang menentukan tingkat keberhasilan penelitian ini, disamping juga melakukan pengamatan mikroskop pada permukaan membran yang dihasilkan untuk melihat perkembangan ukuran poros yang dihasilkan.

Penelitian ini juga menampilkan desain dan hasil fabrikasi sebuah alat desalinasi sederhana yang ditujukan untuk mengaplikasikan membran Polyethersulfone secara bertingkat. *Portable Desalination Chamber* adalah alat desalinasi yang menggunakan sistem penyaringan bertingkat

yang didasarkan dari jenis membran yang digunakan. Alat ini di desain dengan tujuan agar dapat menghasilkan sebuah alat desaliasi yang tidak memerlukan bahan bakar (fosil) dan juga bersifat portable agar alat tersebut dapat digunakan dengan efektif dan efisien.

## Metode Penelitian

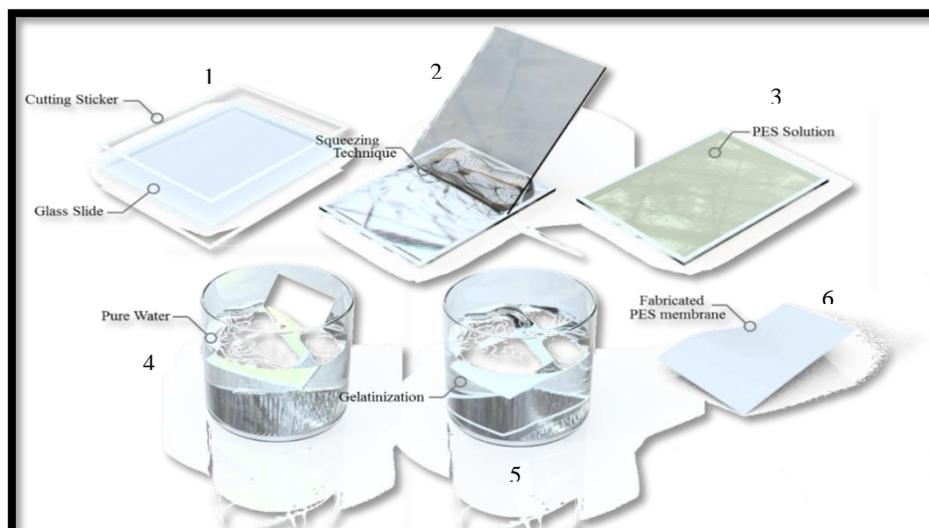
### Pembuatan Membran

Polyethersulfone (PES) dibentuk menggunakan 3 bahan yaitu Polyethersulfone (PES) (Sumitomo Chemical Corporation, Japan) dengan berat molekul 4800 sebanyak 20%, Polyvinylpyrrolidone (PVP) (Merck, Germany) dengan berat molekul 35000 sebanyak 20%, dan 1-methyl-2-pyrrolidone (NMP) (Merck, Germany) sebanyak 60%. Ketiga bahan kimia tersebut di campur menjadi satu kedalam suatu wadah tertutup dan di biarkan selama 48 jam dengan tujuan pembentukan larutan PES (Gambar 1).



Gambar 1. Larutan Polyethersulfone

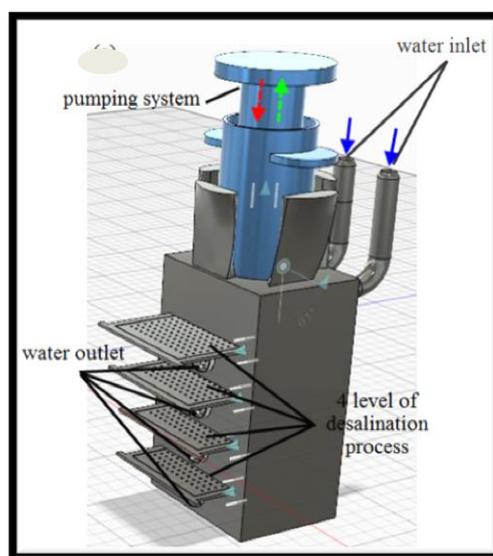
Setelah larutan PES terbentuk, proses pencetakan membran di lakukan dengan 4 macam media gelatinisasi yang berbeda. Media gelatinisasi ada 4 jenis yang dibedakan berdasarkan tingkat kandungan NMP. Larutan NMP akan dicampur dengan air murni dimana konsentrasi dari NMP tersebut di variasikan. Kandungan NMP dimulai dari 0%, 10%, 20%, dan 30% dari total air murni yang digunakan. Proses gelatinisasi dilakukan selama 24 jam. Selama kurun waktu tersebut, larutan PES harus tetap direndam di dalam media gelatinisasi tersebut. Setelah proses tersebut selesai, akan terbentuk membran Polyethersulfone yang siap digunakan. Berikut adalah ilustrasi urutan pembuatan membran PES (Gambar 2).



Gambar 2. Ilustrasi Urutan Pembuatan Membran PES

### **Desain *Portable Desalination Chamber***

Gambar 3 merupakan alat pemurnian air yang didesain oleh penulis menggunakan software Autodesk Inventor. Pada desain, terdapat pompa yang berada di bagian atas dari alat tersebut. Pompa berfungsi utama sebagai pendorong air yang akan disaring untuk menembus membran yang berada di tiap level ruang pemurnian. Penulis menggunakan 4 level pemurnian yang didasarkan dari variasi pengembangan 4 jenis membran Polyethersulfone. Membran PES yang digunakan akan ditempatkan berurutan pada alat ini berdasarkan pada ukuran porositas membran tersebut. Membran yang memiliki porositas paling besar akan ditempatkan pada level paling atas dari alat ini kemudian berurutan sampai membran dengan porositas terkecil yang ditempatkan pada level paling bawah pada alat ini.



Gambar 3. Desain *Portable Desalination Chamber*

### **Hasil dan Pembahasan**

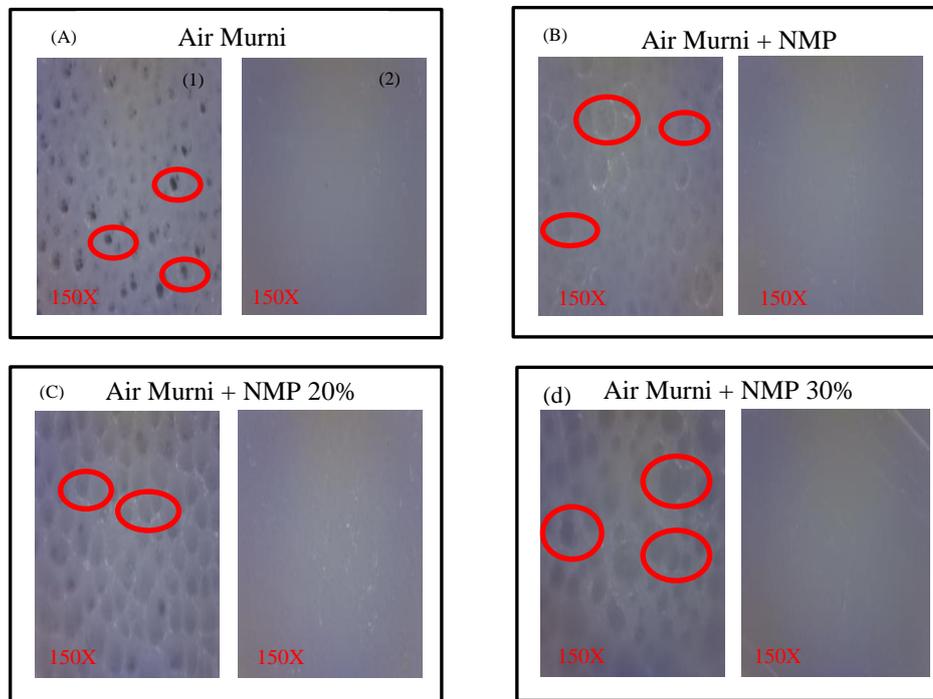
#### **Membran Polyethersulfone dan Morfologinya**

Gambar 4 merupakan membran Polyethersulfone yang telah siap untuk digunakan. Secara umum, ke-empat jenis membran yang dihasilkan memiliki bentuk yang sama, perbedaannya terletak dari ukuran porositas dan tingkat *water permeability* yang dihasilkan.



Gambar 4. Membran Polyethersulfone

Struktur morfologi ataupun dimensi porositas dari membran Polyethersulfone yang telah dibuat diamati dengan *Micro Viewer*. Dari pengamatan tersebut terlihat jelas perbedaan ukuran porositas yang terlihat pada gambar 5. Dapat ditarik kesimpulan bahwa porositas dari membran Polyethersulfone berbanding lurus dengan kandungan 1-Methyl – 2-Pyrrolidone (NMP) pada media gelatinisasinya.

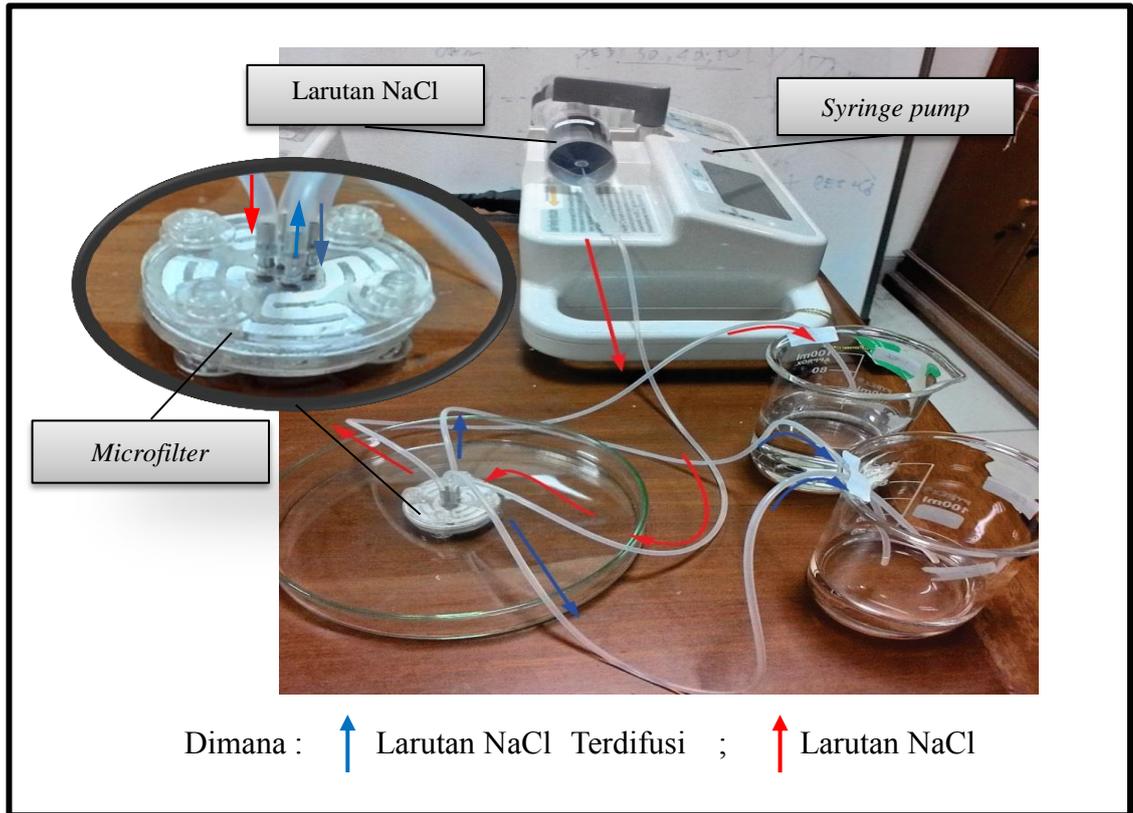


Gambar 5. Morfologi Permukaan Membran PES.

- (A) Morfologi permukaan membran dengan media gelatinisasi air murni 100%, (B) Morfologi permukaan membran dengan media gelatinisasi air murni 90% + NMP 10%, (C) Morfologi permukaan membran dengan media gelatinisasi air murni 80% + NMP 20%, (D) Morfologi permukaan membran dengan media gelatinisasi air murni 70% + NMP 30%,  
 (1) Bagian bawah membran (kasar), (2) Bagian atas membran (halus)

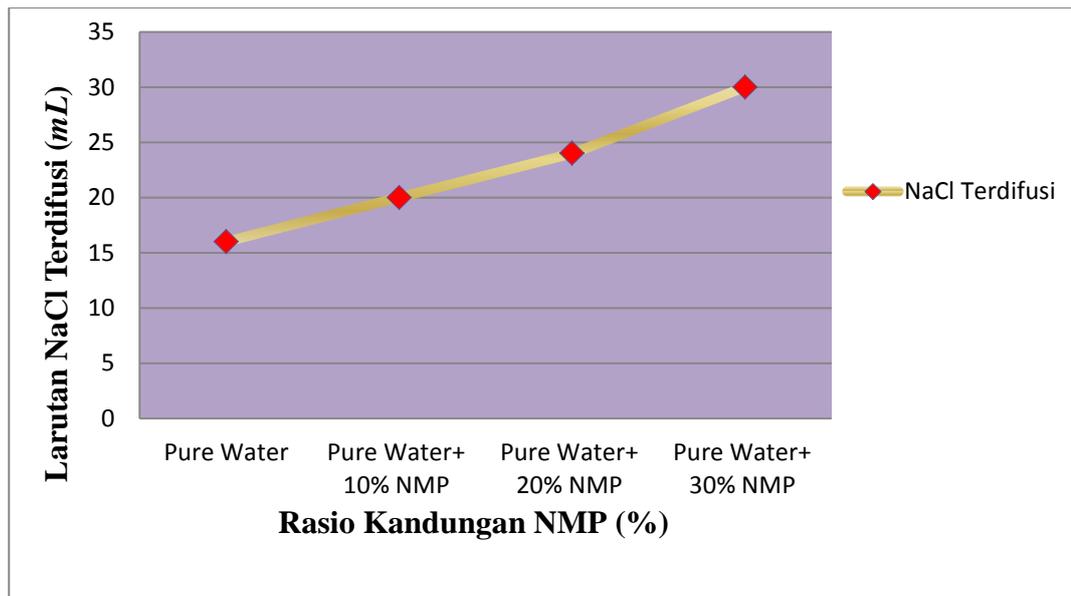
### Pengujian *Water Permeability*

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan perbedaan porositas yang terdapat pada permukaan membran. *Microfilter* adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengujian ini. Pengujian ini menggunakan *Syringe Pump* untuk memasukan larutan Natrium Klorida (NaCl) kedalam *microfilter*. Gambar 6 menunjukkan proses pengujian dengan *microfilter* untuk mengukur volume larutan NaCl yang dapat terdifusi melalui pori-pori membran. Volume larutan NaCl terdifusi inilah yang menjadi indikator pembeda porositas dari tiap-tiap membran.



Gambar 6. Proses Pengujian *Water Permeability*

Dari pengujian *water permeability* yang dilakukan, didapatkan data berupa volume larutan Natrium Klorida yang dapat menembus pori-pori membran. Gambar 7 menunjukkan jumlah larutan NaCl terdifusi dari ke-empat jenis membran PES.

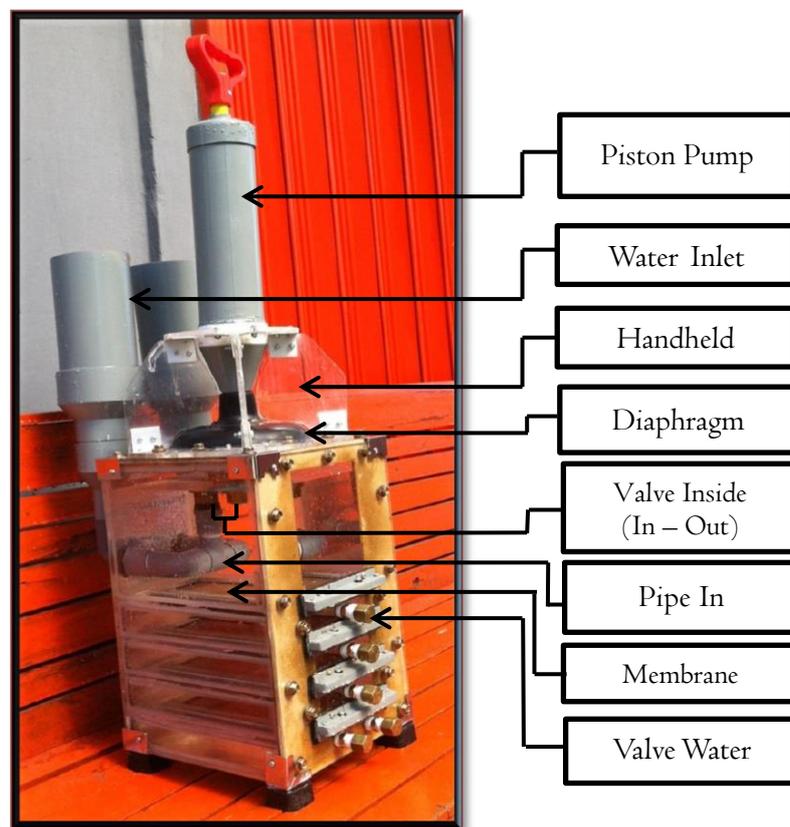


Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian *Water Permeability*

Pada tabel tersebut jumlah larutan terdifusi berbanding lurus dengan ukuran porositas dari membran PES. Hal ini dapat disimpulkan bahwa membran PES dengan media gelatinisasi 1-Methyl – 2-Pyrrolidone (NMP) sebanyak 30% memiliki tingkat *water permeability* yang paling baik dan dapat diaplikasikan sebagai membran untuk proses desalinasi.

### Hasil Fabrikasi *Portabel Desalination Chamber*

*Portabel Desalination Chamber* dibuat dengan bahan dasar *fiber reinforce plastic*/kaca mika (Gambar 8). Tujuannya agar pengguna dapat dengan mudah mengamati proses penyaringan yang dilakukan oleh alat ini. Selain itu, juga untuk kemudahan proses pengamatan jika terjadi kerusakan. Adapun dimensi dari alat yang telah dibuat yaitu : Tinggi = 30 (cm), Lebar = 20 (cm), Panjang = 20 (cm). Pada prinsip kerjanya, alat ini menggunakan sebuah pompa yang dapat dioperasikan secara manual (*Hand Pump*). Pompa tersebut berfungsi untuk menghisap air yang berada di bagian water inlet yang berada di bagian belakang alat ini, untuk di pompa masuk ke dalam alat ini. Selain itu, pompa juga berfungsi untuk mendorong cairan yang akan disaring agar dapat melewati tiap level membran.



Gambar 8. Hasil Fabrikasi *Portable Desalination Chamber*

### Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan keberhasilan dalam proses pengembangan membran Polyethersulfone (PES) agar dapat diterapkan pada sistem desalinasi. Membran PES yang diaplikasikan pada sistem dialisis kemudian ditingkatkan aspek *water permeability*-nya sebagai syarat untuk diterapkan pada proses desalinasi. Media gelatinisasi dari proses pembuatan membran merupakan kunci utama dalam proses pengembangan ini. Media gelatinisasi yang dikembangkan dengan menggunakan campuran 1-Methyl – 2-Pyrrolidone (NMP) berhasil mengubah porositas

dari membran PES yang dibuktikan dengan pengamatan mikroskop dan pengujian *water permeability*. Disimpulkan bahwa porositas dan tingkat *water permeability* dari membran PES berbanding lurus dengan kandungan NMP pada media gelatinisasinya. Penulis telah mendesain dan memfabrikasi sebuah alat desalinasi sederhana yaitu *Portable Desalination Chamber* dengan keunggulan yang tidak memerlukan bahan bakar dan bersifat portable. *Portable Desalination Chamber* akan mengaplikasikan membran Polyethersulfone sebagai filter utama. Membran Polyethersulfone yang berhasil dimodifikasi akan dipasang berdasarkan tingkat porositas yang dimiliki membran tersebut, yaitu membran dengan porositas tertinggi akan diletakkan pada urutan pertama pada proses penyaringan.

## Referensi

- [1] Gu Y. and Miki N. 2007. A microfilter utilizing a polyethersulfone porous membrane with nanopores. *J. Micromech. Microeng.* 17 (2007) 2308–2315
- [2] Wicaksono R.A., Hariyanto S.D., Sriani T., Prihandana G.S. 2015. Design and Fabrication of Micro Filter Employing Nanoporous Polyethersulfone for Dialysis Application, presented for the 14th International Conference on Quality in Research (QiR), August 10-13, 2015, Lombok, Indonesia.
- [3] Yanto R. A., Anugrah A. P., Sriani T., Prihandana G. S. 2015. Portable desalination chamber utilizing water permeable polyethersulfone (PES) membrane. Yogyakarta : RCMME and ICMME 2015
- [4] Setyawan M. A., Sriani T., Prihandana G. S. 2015. Design and Fabrication of Multi-Layered Microfilter by Electropolishing Technique and Its Application on Dialysis System. Yogyakarta : RCMME and ICMME 2015 [4] P.G. Clem, M. Rodriguez, J.A. Voigt and C.S. Ashley, U.S. Patent 6,231,666. (2001)
- [5] Redjeki, S. 2011. Proses Desalinasi Dengan Membran. Penelitian. Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (DP2M).
- [6] Prihandana G. S., Ito H., Sanada I., Nishinaka Y., Kanno Y., Miki N. 2013. Permeability and Blood Compatibility of Nanoporous Parylene Film Coated Polyethersulfone Membrane Under Long-Term Blood Diffusion. *Journal of Applied Polymer Science*. DOI: 10.1002/app.40024.
- [7] Haryanto S. D., Wicaksono R. A., Sriani T., Mahardika M., Prihandana G. S. 2015. High water permeability of nanoporous polyethersulfone (PES) membrane for ultrafiltration purposes. Jakarta : QiR