

ANALISA KARAKTERISTIK MEMBRANE NANOKOMPOSIT ARANG TEMPURUNG KELAPA DENGAN SARINGAN PASIR PANTAI

Bagas Pemungkas

Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional
Malang

Jl. Raya Karanglo, Km. 2 Tasikmadu, Kec. Lowokwaru, Kota Malang

E-mail: BnakkPramuka@gmail.com

Hp: 085246077098

ABSTRAK

Filtrasi air laut dengan membran merupakan teknologi pemurnian air laut untuk mengurangi kadar garam berlebih pada air sehingga menghasilkan air tawar yang dapat dikonsumsi. Proses filtrasi, yaitu metode pemisahan air laut dengan cara menyaring air laut melalui membran yang dapat mengikat kandungan garam serta ditampung. Dalam penelitian ini membran yang digunakan terbuat dari nanokomposit arang tempurung kelapa dengan saringan awal pasir pantai pada suhu 27°C, 28°C, dan 30°C. Analisa yang dilakukan menggunakan metode perpindahan panas untuk mengetahui efisiensi dari alat filtrasi dengan membran nanokomposit arang tempurung kelapa dengan saringan awal pasir pantai. Dari hasil penelitian didapatkan hasil kandungan air paling baik pada suhu 30°C dan nilai efisiensi sebesar 58%.

Kata Kunci: filtrasi membran, nanokomposit arang tempurung kelapa, saringan pasir pantai, kualitas kandungan air, efisiensi alat filtrasi.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan kita. Manusia sering dihadapkan pada situasi yang sulit dimana sumber air tawar sangat terbatas dan dilain pihak terjadi peningkatan kebutuhan. Bagi masyarakat yang bermukim didaerah pantai, air tawar merupakan sumber air yang sangat penting. Sering terdengar ketika musim kemarau mulai datang maka masyarakat yang tinggal didaerah pantai mulai kekurangan air.

Padahal kita mengetahui bahwa sumber air laut begitu melimpah. Melihat kekayaan itu manusia mulai berupaya

untuk mengolah air laut menjadi air tawar yang menggunakan teknologi sederhana salah satunya adalah dengan proses filtrasi. Filtrasi membran merupakan teknologi pemurnian air laut untuk mengurangi kadar garam berlebih pada air sehingga menghasilkan air tawar yang dapat dikonsumsi. Proses filtrasi, yaitu metode pemisahan air laut dengan cara menyaring air laut melalui membran yang dapat mengikat kandungan garam serta ditampung. Didalam alat filtrasi terdapat membran, yaitu suatu lapisan tipis yang dapat memisahkan dua komponen dengan cara yang sangat spesifik, yaitu mampu melewatkan zat terlarut berukuran lebih kecil dari ukuran pori-pori membran dan

menahan zat terlarut berukuran lebih besar dari ukuran pori-pori membran.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh kualitas air air tawar pada filtrasi dengan menggunakan membran nanokomposit arang tempurung kelapadengan saringan awal pasir pantai ?
2. Bagaimana pengaruh temperatur terhadap laju perpindahan panas pada membran ?
3. Berapa efisiensi alat filtrasi air laut menggunakan membran nanokomposit arang tempurung kelapa dengan saringan awal pasir pantai ?

Batasan Masalah

1. Sample air laut dengan kadar garam 3,5% per satu liter air.
2. Membran nanokomposit terbuat dari arang tempurung kelapa.
3. Menggunakan pompa air sentrifugal tipe WP 3800 dengan daya 45 watt.
4. Air laut yang digunakan sebanyak 5 liter ditiap pengujian.
5. Temperatur yang digunakan dalam penelitian 27°C, 28°C, dan 30°C.
6. Menggunakan saringan awal pasir pantai.

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui kandungan air pada filtrasi air laut dengan menggunakan membran nanokomposit arang tempurung kelapa dengan saringan awal pasir pantai.
2. Mengetahui pengaruh temperatur terhadap laju perpindahan panas pada membran.

3. Mengetahui efisiensi dari alat filtrasi membran nanokomposit arang tempurung kelapa dengan saringan awal pasir pantai.

Manfaat Penelitian

1. Pemanfaatan air laut sebagai alternatif sumber air minum.
2. Pemanfaatan limbah tempurung kelapa.

LANDASAN TEORI

Membran

Membran merupakan lapisan tipis yang bersifat semipermeable yang dapat menahan dan melewatkan pergerakan bahan tertentu.

Perpindahan Panas konduksi

Pengukuran *heat fluxes* dilakukan dengan mengukur perbedaan temperatur yang melalui suatu material yang diketahui nilai konduktivitas panasnya. Konduktivitas termal (k) adalah propertis suatu material sebagai penghantar panas, sebagai berikut:

$$q'' = k \cdot \frac{T_1 - T_0}{L}$$

Perpindahan Panas Konveksi

Perpindahan panas konveksi terjadi ketika aliran fluida membawa panas bersama dengan aliran materi. Persamaan untuk menghitung, sebagai berikut:

$$H = h \cdot L \cdot \Delta T$$

Tahanan Termal

Tahanan termal merupakan kemampuan suatu bahan untuk menghambat laju aliran kalor yang dapat dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$q'' = \frac{\Delta T}{R}$$

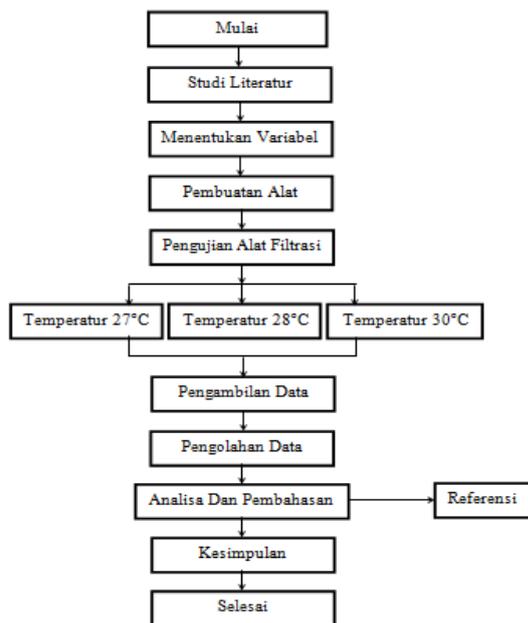
Efisiensi Alat Filtrasi

Efisiensi adalah suatu ukuran keberhasilan sebuah kegiatan yang dinilai berdasarkan besarnya biaya/ sumber daya yang digunakan untuk mencapai hasil yang diinginkan dengan persamaan berikut:

$$\eta = \frac{(M_2 \times Cp \times \Delta T)}{(M_1 \times Cp \times \Delta T)} \times 100\%$$

METODE PENELITIAN

Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Gambar Rancangan



Gambar 2. Instalasi Alat Filtrasi Air Laut

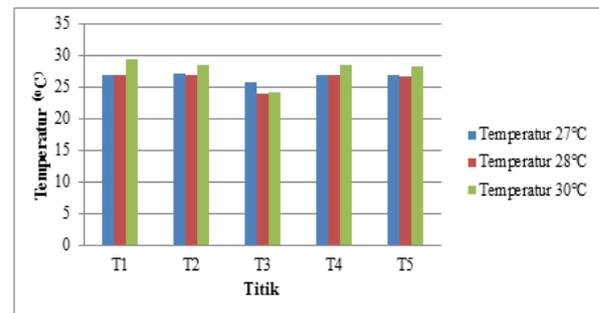
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Perhitungan Perpindahan Panas

Rata-rata pengambilan data pengujian filtrasi, didapatkan dari pengujian filtrasi pada suhu 27°C, 28°C, dan 30°C yang masing-masing diuji sebanyak 3 kali.

Tabel 1. Rata Rata Pengambilan Data Pengujian Filtrasi

No	Temperatur	Percobaan	Titik (°C)				
			T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
1	27°C	1	27.1	27.23	25.7	27	27.1
		2	27.09	27.23	26.13	26.95	27.12
		3	27.69	27.22	25.7	27.03	27.12
		Rata-rata	27.09	27.22	25.84	26.99	27.11
2	28°C	1	27	27.01	23.9	26.9	26.8
		2	27.08	27.01	23.95	27	26.9
		3	27.06	27.08	24.13	27	26.89
		Rata-rata	27.04	27.09	23.99	26.96	26.86
3	30°C	1	29.75	28.57	24.38	28.53	28.48
		2	29.52	28.58	24.4	28.52	28.47
		3	29.56	28.59	24.03	28.49	28.48
		Rata-rata	29.61	28.58	24.36	28.52	28.47



Grafik 1. Hubungan Antara Temperatur Rata Rata Dan Titik Tertentu Pada Pengujian Filtrasi

Dari hasil penelitian yang dilakukan, pada suhu 27°C pada T₁ dan T₂ didapatkan suhu meningkat berbanding terbalik dengan teori perpindahan panas semakin lama waktu yang ditempuh suhu semakin kecil, hal ini dikarenakan suhu didalam selongsong membran lebih tinggi dibandingkan suhu awal. Pada T₃ suhu menurun berbanding lurus dengan teori perpindahan panas semakin lama waktu yang ditempuh suhu semakin kecil, karena pada T₃ ini ditempatkan didalam membran dan terjadi perpindahan panas dari selongsong membran kedalam membran. Pada T₄ suhu meningkat lagi dari suhu T₄ tapi lebih rendah daripada suhu pada T₁ dan T₂, hal ini dikarenakan perpindahan panas dari suhu awal ke T₄. Pada T₅ suhu meningkat lagi, hal ini dikarenakan faktor bertambahnya dengan suhu lingkungan.

Pada suhu 28°C pada T₁ dan T₂ didapatkan suhu menurun tetapi pada T₂ suhu meningkat dibandingkan suhu pada T₁ berbanding terbalik dengan teori perpindahan panas semakin lama waktu yang ditempuh suhu semakin kecil, hal ini dikarenakan suhu didalam selongsong membran lebih tinggi dibandingkan suhu pada T₁. Pada T₃ suhu menurun berbanding lurus dengan teori perpindahan panas semakin lama waktu yang ditempuh suhu semakin kecil, karena pada T₃ ini ditempatkan didalam membran dan terjadi perpindahan panas dari selongsong membran kedalam membran. Pada T₄ suhu meningkat lagi dari suhu pada T₃ tapi lebih rendah daripada suhu di T₁ dan T₂, hal ini dikarenakan perpindahan panas dari suhu awal di T₄. Pada T₅ suhu menurun berbanding lurus dengan teori perpindahan panas semakin lama waktu yang ditempuh suhu semakin kecil dari titik awal ke titik akhir.

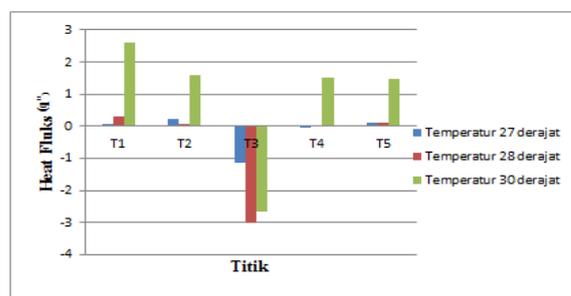
Pada suhu 30°C pada T₁ dan T₂ didapatkan suhu menurun tetapi pada T₂ suhu meningkat dibandingkan suhu T₁ berbanding terbalik dengan teori perpindahan panas semakin lama waktu yang ditempuh suhu semakin kecil, hal ini dikarenakan suhu didalam selongsong membran lebih tinggi dibandingkan suhu T₁. Pada T₃ suhu menurun berbanding lurus dengan teori perpindahan panas semakin lama waktu yang ditempuh suhu semakin kecil, karena T₃ ini ditempatkan didalam membran dan terjadi perpindahan panas dari selongsong membran kedalam membran. Pada T₄ suhu meningkat lagi dari suhu T₃ tapi lebih rendah daripada suhu T₁ dan T₂, hal ini dikarenakan perpindahan panas dari suhu awal ke T₄. Pada T₅ suhu menurun berbanding lurus dengan teori perpindahan panas semakin lama waktu yang ditempuh

suhu semakin kecil dari titik awal ke titik akhir.

Data Perhitungan Perpindahan Panas Konduksi

Tabel 2. Rata Rata Pengolahan Data Heat Fluks

NO	Temperature	Hasil pengujian (J/m)				
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
1	27°C rata-rata	0.09	0.22	-1.15	-0.03	0.11
2	28°C rata-rata	0.29	0.09	-3	0.03	0.13
3	30°C rata-rata	2.94	1.58	-2.64	1.51	1.47



Grafik 2. Hubungan Antara Heat Fluks Dan Temperatur Pada Titik Tertentu Pada Pengujian Filtrasi

Dari hasil pengolahan data pada suhu 27°C terjadi peningkatan nilai heat flux atau kalor pada T₁ dan T₂ berbanding terbalik dengan teori perpindahan panas konduksi ($q'' = k \cdot \frac{T_1 - T_0}{L}$) panas yang mengalir pada media arang tempurung kelapa sebagai akibat pelepasan kalor, hal ini dikarenakan suhu didalam selongsong membran lebih tinggi dibandingkan suhu T₁. Pada T₃ dan T₄ terjadi penurunan nilai heat flux atau kalor disebabkan oleh pelepasan kalor pada media membrane yang dialiri oleh air, hal itu berbanding lurus dengan teori perpindahan panas konduksi ($q'' = k \cdot \frac{T_1 - T_0}{L}$) panas yang mengalir pada media arang tempurung kelapa sebagai akibat pelepasan kalor, tetapi pada T₅ nilai kalor meningkat kembali di karenakan faktor bertambahnya dengan suhu lingkungan.

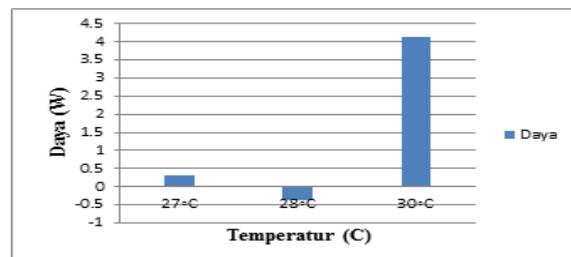
Pada suhu 28°C terjadi peningkatan nilai heat flux atau kalor pada T₁ dan T₂ berbanding terbalik dengan teori perpindahan panas konduksi ($q'' = k \cdot \frac{T_1 - T_0}{L}$) panas yang mengalir pada media arang tempurung kelapa sebagai akibat pelepasan kalor, hal ini dikarenakan suhu didalam selongsong membran lebih tinggi dibandingkan suhu T₁. Pada T₃ terjadi penurunan nilai heat flux atau kalor disebabkan oleh pelepasan kalor pada media membrane yang dialiri oleh air, hal itu berbanding lurus dengan teori perpindahan panas konduksi ($q'' = k \cdot \frac{T_1 - T_0}{L}$) panas yang mengalir pada media arang tempurung kelapa sebagai akibat pelepasan kalor, tetapi pada T₄ dan T₅ nilai kalor meningkat kembali di karenakan faktor bertambahnya dengan suhu lingkungan.

Pada suhu 30°C terjadi peningkatan nilai heat flux atau kalor pada T₁ dan T₂ berbanding terbalik dengan teori perpindahan panas konduksi ($q'' = k \cdot \frac{T_1 - T_0}{L}$) panas yang mengalir pada media arang tempurung kelapa sebagai akibat pelepasan kalor, hal ini dikarenakan suhu didalam selongsong membran lebih tinggi dibandingkan suhu T₁. Pada T₃ terjadi penurunan nilai heat flux atau kalor disebabkan oleh pelepasan kalor pada media membrane yang dialiri oleh air, hal itu berbanding lurus dengan teori perpindahan panas konduksi, tetapi pada T₄ dan T₅ nilai kalor meningkat kembali di karenakan faktor bertambahnya dengan suhu lingkungan.

Data Perhitungan Perpindahan Panas Konveksi

Tabel 3. Rata Rata Pengolahan Data Perpindahan Panas Konveksi

No	Temperatur	h	L	ΔT	H
1	27°C	3.14	0.9	0.11	0.31
2	28°C	3.14	0.9	-0.14	-0.39
3	30°C	3.14	0.9	1.47	4.15



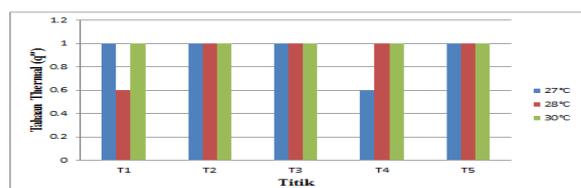
Grafik 3. Hubungan Antara Daya Dan Temperatur Pada Pengujian Filtrasi

Dari hasil pengolahan data pada suhu 27°C terjadi peningkatan daya berbanding terbalik dengan teori perpindahan panas konveksi ($H = h \cdot L \cdot \Delta T$) daya yang mengalir pada media arang tempurung kelapa sebagai akibat pelepasan kalor, karena daya masih tertahan oleh membrane. Pada suhu 28 °C kalor di lepaskan pada membrane, sedangkan pada suhu 30 °C hal yang terjadi sama dengan pada suhu 27°C.

Data Perhitungan Tahanan Termal

Tabel 4. Rata Rata Pengolahan Data Tahanan Termal

NO	Temperature	Hasil pengujian				
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
1	27°C rata-rata	1	1	1	0.6	1
2	28°C rata-rata	0.6	1	1	1	1
3	30°C rata-rata	1	1	1	1	1



Grafik 4. Hubungan Antara Tahanan Termal Dan Temperatur Pada Titik Tertentu Pada Pengujian Filtrasi

Dari hasil pengolahan data tahanan termal pada suhu 27°C terjadi peningkatan nilai tahanan termal pada T₁, T₂, dan T₃ berbanding lurus dengan teori tahanan termal ($q'' = \frac{\Delta T}{R}$) yang mengalir pada media arang tempurung kelapa sebagai akibat pelepasan kalor, hal ini dikarenakan suhu yang masuk kedalam tertahan oleh membran yang ada didalam selongsong. Pada T₄ terjadi penurunan nilai tahanan termal dikarenakan T₄ suhu sudah melewati membran, tetapi pada T₅ nilai tahanan termal meningkat kembali di karenakan faktor bertambahnya dengan suhu lingkungan.

Pada suhu 28°C terjadi peningkatan nilai tahanan termal pada T₁, T₂, T₃, T₄, dan T₅ berbanding lurus dengan teori tahanan termal ($q'' = \frac{\Delta T}{R}$) yang mengalir pada media arang tempurung kelapa sebagai akibat pelepasan kalor, hal ini dikarenakan suhu yang masuk kedalam tertahan oleh membran yang ada didalam selongsong pada titik 1, 2, dan 3 setelah itu pada titik 4 dan 5 suhu tertahan lagi pada suhu dalam selongsong.

Pada suhu 30°C terjadi peningkatan nilai tahanan termal pada T₁, T₂, T₃, T₄, dan T₅ berbanding lurus dengan teori tahanan termal ($q'' = \frac{\Delta T}{R}$) yang mengalir pada media arang tempurung kelapa sebagai akibat pelepasan kalor dengan stabil.

Nilai Efisiensi

Berdasarkan hasil pengolahan data keseluruhan didapatkan nilai efisiensi dari alat filtrasi air laut dengan menggunakan membran nanokomposit arang tempurung kelapa dengan saringan pasir pantai stabil sesuai persamaan nilai efisiensi filtrasi ($\eta = \frac{(M_2 \times Cp \times \Delta T)}{(M_1 \times Cp \times \Delta T)} \times 100\%$), pada suhu 27°C sebesar 58 %, pada suhu 28°C

sebesar 58 % dan pada suhu 30°C sebesar 58%. Pengaruh perpindahan panas pada filtrasi ini sebesar 99,4%.

Hasil Filtrasi

Hasil pengujian TDS air laut sebelum difiltrasi yang dilakukan di Laboratorium Lingkungan, PT. Jasa Tirta I dan sesudah difiltrasi yang dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia, Kampus 1 ITN Malang.

HASIL ANALISA						
Result of Analysis						
No	Parameter	Satuan	Hasil	Standar Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
Pantai Ngantep - Malang Selatan						
1	TDS	mg/L	40568	-	APHA 2540 C-2017	-

Gambar 5. Hasil Air Sebelum Difiltrasi

No.	Sample	Kandungan Air						
		Mn	Fe	pH	NO ₃	NO ₂	Salinitas	TDS
1	27°C	0,5	1,2	7,2	8	0,7	0	289
2	28°C	0,5	0,6	7,2	7	0,5	0	266
3	30°C	0,4	0,5	6,9	7	0,5	0	221

Berdasarkan hasil uji lab, dari ketiga sample yang diuji ketiganya dapat dikonsumsi/diminum dengan aman.

Gambar 6. Hasil Air Sesudah Difiltrasi

Berdasarkan hasil pengujian dengan alat filtrasi air laut dengan membran nanokomposit arang tempurung kelapa dengan tambahan saringan pasir pantai pada suhu 27°C, 28°C, dan 30°C air yang dihasilkan aman untuk dikonsumsi dikarenakan kandungan yang ada didalamnya sudah memenuhi standard kualitas air minum.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Kandungan komposisi air pada hasil filtrasi membrane.

Standart Kualitas Air Minum

NO.	PARAMETER	SATUAN	KADAR MAKSIMUM YANG DIPERBOLEHKAN		KETERANGAN
			3	4	
1	2	3	4	5	
A. FISIKA					
1.	Bau	-	-	-	Tidak berbau
2.	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	mg/L	1.500	-	-
3.	Kekeruhan	Skala NTU	25	-	-
4.	Rasa	-	-	-	Tidak berasa
5.	Suhu	°C	Suhu udara =3°C	-	-
6.	Warna	Skala TCU	50	-	-
B. KIMIA					
1.	Air raksa	mg/L	0,001	-	-
2.	Arsen	mg/L	0,05	-	-
3.	Besi	mg/L	1,0	-	-
4.	Fluorida	mg/L	1,5	-	-
5.	Kalsium	mg/L	0,005	-	-
6.	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/L	500	-	-
7.	Klorida	mg/L	600	-	-
8.	Kromium, Valensi 6	mg/L	0,05	-	-
9.	Mangan	mg/L	0,5	-	-
10.	Nitrat, sebagai N	mg/L	10	-	-

Gambar7.Standart Kualitas Air Minum

Data Hasil Filtrasi

No.	Sample	Kandungan Air						
		Mn	Fe	pH	NO ₃	NO ₂	Salinitas	TDS
1	27°C	0,5	1,2	7,2	8	0,7	0	289
2	28°C	0,5	0,6	7,2	7	0,5	0	266
3	30°C	0,4	0,5	6,9	7	0,5	0	221

Berdasarkan hasil uji lab, dari ketiga sample yang diuji ketiganya dapat dikonsumsi/diminum dengan aman.

Gambar8.Hasil Uji TDS

Dari perbandingan standart kualitas air minum dan hasil filtrasi di dapatkan hasil yaitu air hasil filtrasi aman untuk dikonsumsi, karena nilai dari uji TDS menunjukkan nilai 289 pada suhu 27°C, 266 pada suhu 28°C, dan 221 pada suhu 30°C serta kandungan air hasil filtrasi masih dibawah batas TDS yang dianjurkan.

2. Pengaruh temperature terhadap laju perpindahan panas pada membrane pada suhu 27°C terjadi peningkatan daya berbanding terbalik dengan teori perpindahan panas konveksi ($H = h.L.\Delta T$) daya yang mengalir pada media arang tempurung kelapa sebagai akibat pelepasan kalor, karena daya masih tertahan oleh membrane. Pada suhu 28 °C kalor di lepaskan pada membrane, sedangkan pada suhu 30 °C hal yang terjadi sama dengan pada suhu 27°C. Pengaruh perpindahan panas pada filtrasi ini sebesar 99,4%.
3. Didapatkan nilai efisiensi dari alat filtrasi air laut dengan menggunakan membrane nanokomposit arang tempurung kelapa dengan saringan pasir pantai pada suhu 27°C sebesar 58 %,suhu 28°C sebesar 58% dan pada suhu 30°C sebesar 58%.

Saran

1. Untuk meningkatkan kualitas air yang di filtrasi bisa divariasikan penggunaan nanokomposit arang dengan mencetaknya berbentuk lembaran seperti bubuk kertas polyester berbahan arang.
2. Untuk meningkatkan efisensi pada alat tersebut dapat digunakan bahan isolator yang dapat menahan panas dalam membrane untuk mengurangi suhu ruang yang masuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Cheryan, M. 1996. *Ultra Filtration and Microfiltration Handbook*. Technomic Publication Company, Inc. Lancaster, Pennsylvania- U.S.A.
- D, Asyahri Yunus. 2009. *Perpindahan Panas dan Massa Teknik Mesin*. Universitas Dharma Persada : Jakarta
- Hasimi, Ali. 2015. *Perpindahan Panas* : Jakarta.
- Janskowska, H., Suyat kwoski. A., and CHOMA J., 1991, *Active Carbon*. Horwood, London.
- Kinoshita, K. 1988. *Carbon Electro Chemical and Phycochemical Prpoerties*. London.
- Kusuma, S.P. dan Utomo. 1970. *Pembuatan Karbon Aktif*. Laporan Penelitian. Bandung. Lembaga Kimia Nasional LIPI.
- Malleyvialey, J., Odendaal, P.E., dan Wichser, M.R. 1996. *Water Treatment Membrane Process*. McGrawhil, New York.
- Manucha. S. M. 2003. *Porous Carbon*. Jurnal Sadana. Vol.28,41 dan 2.
- Rahmawati, Anis. 2009. *Efisiensi Filter Pasir-Zeloit dan Filter Pasir-Arang Tempurung Kelapa dalam Rangkaian Unit Pengelolaan Air untuk Mengurangi Kandungan Mangan dari Dalam Air*. Seminar Internasional Hasil Penelitian Eksakta 3. Surakarta.
- Scout K, Hughes R. 1996. *Industrial Membrane Seperation Technology*. London : Balckie Academic ad Profesional.
- Sembiring, M. T. dan Tuti, S.S. 2003. *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatan)*. Sumatra Utara: Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Utara.
- Shibata, T. 2004. *Celluose Asetat in Separation Technolgy*. Machromol. symp.208:353/369.
- Sunropie, Djsio, Dkk. 1984. *Buku Pedoman Study Penyedian Air Bersih*. Akademi Penilik Kesehatan. Teknologi Senitasi. Jakarta: Pusdiknakes.