

**PENGARUH LAJU AIR PENDINGIN (*COOLING WATER*) TERHADAP
PERFORMANSI PROSES DESALINASI AIR PAYAU SECARA EVAPORASI
DAN KONDENSASI**

Alief Taqy Mahesa^{1*}, Munawar¹, Ramzi Jalal

¹Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: alief.taqy@gmail.com

ABSTRAK

Air payau merupakan air yang memiliki salinitas berlebih sehingga air ini tidak dapat di kategorikan sebagai air bersih. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh variasi laju cooling water terhadap laju produk dan mengetahui laju cooling water terhadap kebutuhan energi bahan bakar. Energi bahan bakar yang divariasikan berupa energi listrik (heater) dan biomassa. Sistem kerja berawal dari pendidihan hingga menjadi uap dan kemudian uap didinginkan dengan melewati kondensor hingga menjadi air produk. Hasil dari penelitian ini menunjukkan laju air produk optimum menggunakan energi listrik sebesar 2,235 mL/menit dan energi biomassa sebesar 4,973 mL/ menit. Kebutuhan energi listrik optimum sebesar 7772,741 KJ/Kg dan energi biomassa 9804,607 KJ/Kg. Hasil pengujian produk air menunjukkan bahwa kualitas air telah memenuhi standar baku air minum permenkes No. 492/ menkes/per/IV/2010.

Kata Kunci: *Air Payau, Desalinasi, Evaporasi, Kondensasi*

ABSTRACT

Brackish water is water that has excess salinity so that this water cannot be categorized as clean water. This study aims to determine the effect of variations in the rate of cooling water on the product rate and determine the rate of cooling water to the fuel energy requirements. Fuel energy which is varied in the form of electrical energy (heater) and biomass. The working system starts from boiling to become steam and then the steam is cooled by passing through the condenser to become product water. The results of this study indicate the optimum product water rate using electrical energy of 2.235 mL / min and biomass energy of 4.973 mL / min. The optimum electrical energy requirements are 7772,741 KJ / Kg and biomass energy is 9804.607 KJ / Kg. The test results showed that the water quality meets drinking water standards of health ministerial regulation No. 492 / menkes / per / IV / 2010.

Keywords: *Brackish water, Desalination, Evaporation, Condensation*

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan seluruh makhluk hidup termasuk manusia. Air merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia secara berkelanjutan. Tanpa air, maka berbagai proses kehidupan tidak dapat berlangsung secara sempurna. Oleh karena itu, ketersediaan air baku untuk kebutuhan domestik, irigasi dan industri menjadi menjadi perhatian dan prioritas utama.

Indonesia merupakan negara yang hampir 2/3 luas wilayahnya merupakan perairan. walaupun dengan kekayaan sumber daya air yang begitu melimpah namun krisis air bersih di Indonesia masih saja menjadi suatu permasalahan yang masih belum bisa diatasi. Dengan Sumber Daya Air (SDA) yang begitu melimpah, hal ini menandakan bahwa krisis air bersih yang melanda saat ini bukan terletak pada ketersediaan air, tetapi pada kualitas dan pengelolaan air yang masih belum baik.

Air payau merupakan air yang masih memiliki kualitas dibawah air bersih, namun masih banyak masyarakat yang masih menggunakan atau mengkonsumsi air tersebut tanpa pengolahan terlebih dahulu. Padahal air payau mempunyai potensi untuk menggantikan air bersih dengan memperbaiki kualitasnya.

Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Pertanian tahun 2016, jumlah buah kelapa yang dihasilkan sebesar 2.886.277 ton. Jika sebagian besar pengolahan hanya dilakukan pada bagian air dan daging kelapa maka limbah kulit dari buah kelapa akan menjadi permasalahan baru jika belum dapat dimanfaatkan secara maksimal. Salah satu pemanfaatannya yaitu menjadikannya sebagai energi alternatif yang diolah dalam bentuk biomassa.

Dari berbagai permasalahan tersebut, perlu adanya upaya-upaya yang dilakukan untuk mengolah air payau dengan bantuan teknologi serta ilmu pengetahuan yang berkembang saat ini. Salah satunya yaitu

pengolahan air dengan proses desalinasi dengan teknik evaporasi dan kondensasi seperti pada penelitian ini.

Beberapa penelitian mengenai desalinasi ini telah dilakukan sebelumnya, seperti penelitian yang dilakukan oleh mengenai desalinasi menggunakan metode RO (Reverse Osmosis) yang dilakukan oleh Indah Nurhayati dkk, penelitian tersebut menyebutkan bahwa hasil yang diperoleh yaitu Total Disolved Solid (TDS) 1422 mg/L, Kekeruhan 1.99 Skala NTU, Kesadahan Total 228.57 mg/L CaCO₃, Klorida 796 mg/L Cl, Natrium 526.7 mg/L Na. Dari penelitian tersebut dapat diketahui bahwa nilai klorida yang diperoleh masih berada diatas baku mutu air bersih berdasarkan Permenkes No. 492/MENKES/PER/IV/2010, selain itu pada metode ini memiliki kekurangan yaitu perawatan system yang sulit dan konstruksi yang kompleks sehingga memakan biaya yang mahal.

Adapun penelitian lainnya yang dilakukan oleh Widi Astuti dkk, penelitian tersebut menggunakan SMZ (Surfactant Modified Zeolite). SMZ tersebut digunakan sebagai penukar ion pada desalinasi air payau. Hasil dari penelitian tersebut menyebutkan bahwa salinitas yang terdapat pada air payau dapat dikurangi hingga 52% dari nilai awalnya. Namun metode ini sulit dilakukan karena perlu adanya pengolahan lagi untuk membuat SMZ.

Keuntungan dari penelitian yang akan dilakukan ini yaitu menggunakan rangkaian alat yang sederhana serta menggunakan energi yang ramah lingkungan serta mudah dijumpai dilingkungan sekitar sehingga mudah diaplikasikan oleh masyarakat untuk mengolah air payau.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Alat

Kegiatan penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe. Peralatan

yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat destilasi, flowmeter air, crusher, timbangan analitik, pH Meter, Turbidimeter, konduktometer, stopwatch, tungku pembakaran briket tempurung kelapa, pompa air.

2.2 Bahan

Bahan- bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu air payau, tempurung kelapa, tepung kanji, air.

2.3 Prosedur Percobaan dan Pengujian

Prosedur percobaan dilakukan dengan persiapan briket tempurung kelapa dan proses desalinasi air payau.

Proses pengujian dilakukan dengan beberapa analisa yaitu analisa laju produksi air tawar dan kebutuhan bahan bakar/energi, analisa kualitas air tawar yang meliputi analisa TDS menggunakan alat konduktometer, analisa turbidity (kekeruhan) menggunakan alat turbidity meter SNI 06-6989.24-2005, analisa kadar garam menggunakan alat salinitas, analisa pH menggunakan alat pH meter SNI 06-6989.11-2004 serta Analisa Kadar Air

2.4 Analisa Turbidity (Kekeruhan) menggunakan alat turbidity meter SNI 06-6989.24-2005

Dipersiapkan alat dan bahan. Untuk menghidupkan peralatan turbidimeter tekan tombol ON. Setelah peralatan dihidupkan, diambil larutan standar dan dimasukkan kedalam alat turbidimeter. Kemudian ditekan READ dan tunggu sampai lampu muncul lalu diangkat. Dimasukkan sampel air kedalam botol yang lain dan dikocok. Dimasukkan sampel air tadi kedalam alat turbidimeter. Ditekan READ kemudian ditunggu sampai angka terbaca

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Pengamatan

Dari penelitian yang telah dilakukan dengan memvariasikan laju Cooling

water dan bahan bakar yang digunakan. Didapatkan data pengamatan proses desalinasi ditunjukkan pada tabel 3.1 dan tabel 3.2.

Tabel 3.1 Data Pengamatan Proses Desalinasi Menggunakan Energi Listrik

Laju alir air pendingin (L/menit)	Waktu Pengoperasian (menit)	Volume Produk (mL)	Laju Alir Produk (mL/menit)	Kebutuhan Energi (KJ/Kg)
3	148,41	208	1,636	11173,725
6	127,48	222	1,945	8990,235
9	114,11	220	2,125	8120,967
12	111,21	224	2,235	7772,741

Tabel 3.2 Data pengamatan Proses Desalinasi Menggunakan Briket tempurung kelapa

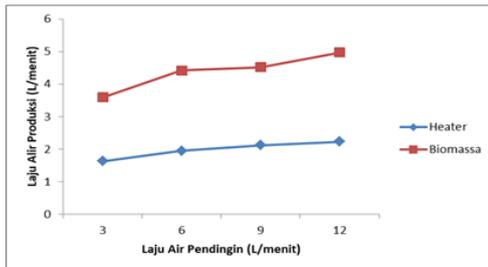
Laju alir air pendingin (L/menit)	Waktu Pengoperasian (menit)	Jumlah bahan bakar terpakai (gr)	Volume Produk (mL)	Laju Alir Produk (mL/menit)	Kebutuhan Energi (KJ/Kg)
3	75,27	220	234	3,593	16068,211
6	60,2	180	236	4,419	13034,878
9	53,56	150	242	4,518	10592,078
12	49,06	140	244	4,973	9804,607

3.2. Pembahasan

Pada penelitian ini digunakan bahan bakar sebagai pemanas berupa listrik dalam bentuk heater merek MTOPS tipe E-103 dengan daya listrik sebesar 260 watt dan briket tempurung kelapa yang terbuat dari briket tempurung kelapa dengan perekat berupa tepung kanji dengan perbandingan 1 : 6 (kanji : air) dengan berat tepung kanji sebesar 8% dari total berat briket tempurung kelapa, nilai kalor yang dihasilkan sebesar 17025 J/gr dengan kadar air sebesar 7,84%. Briket tempurung kelapa dicetak dengan ketinggian 3 cm dan diameter 9 cm. berat yang diperoleh beragam, hal ini dikarenakan dalam proses pengepresan digunakan secara manual sehingga ada kemungkinan isi yang terbuang. Namun pada dasarnya yang tinjau pada penggunaan briket tempurung kelapa yakni berapa berat jumlah yang terpakai. Variasi yang

dilakukan yaitu kecepatan laju air pendingin yang digunakan pada kondenser sebesar 3; 6; 9 dan 12 L/menit.

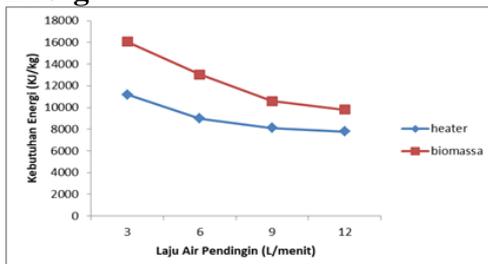
3.2.1. Pengaruh Laju Alir Air Pendingin Terhadap Laju Produksi



Gambar 3.3 Pengaruh laju air pendingin terhadap laju produksi

Pada gambar 3.3 menunjukkan bahwa pengaruh laju alir air pendingin akan mempengaruhi laju alir produk. Semakin tinggi laju air pendingin maka semakin besar laju alir produk. Artinya semakin tinggi laju air pendingin maka pengontakan yang terjadi akan semakin cepat sehingga proses kondensasi akan semakin cepat. Namun jika dibandingkan antara heater dan briket tempurung kelapa, laju produk cenderung lebih besar terjadi pada briket tempurung kelapa walaupun keduanya mengalami kenaikan seiring bertambahnya laju air pendingin.

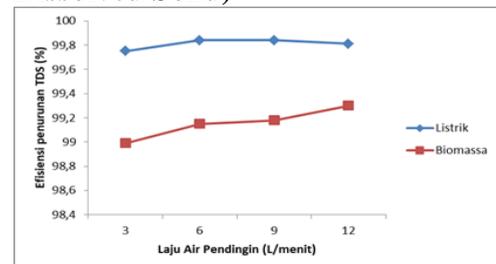
3.2.2. Pengaruh Laju Air Pendingin Terhadap Kebutuhan Energi



Gambar 3.4 Pengaruh laju air pendingin terhadap kebutuhan energi

Pada gambar 3.4 menunjukkan bahwa nilai kebutuhan energi akan semakin menurun seiring dengan naiknya laju air pendingin. Ini menunjukkan bahwa efektifitas kondensasi berjalan dengan baik. Nilai kebutuhan energi pada briket tempurung kelapa lebih besar dibandingkan dengan energi listrik, hal ini dikarenakan pada briket tempurung kelapa banyak panas yang terbuang akibat adanya jarak antara briket tempurung kelapa dan labu sehingga saat proses pemanasan sehingga dibutuhkan energi yang lebih besar. Namun pada energi listrik, labu akan tertahan dengan baik oleh wadah heater tanpa ada celah sehingga panas yang terbuang akan semakin sedikit dan cenderung lebih konstan.

3.2.3. Reduksi TDS (Total Dissolved Solid)

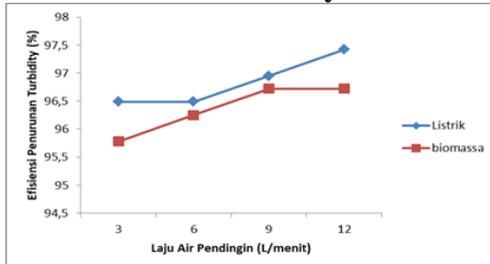


Gambar 3.5 Efisiensi penurunan TDS terhadap laju alir air pendingin

Pada gambar 3.5 menunjukkan bahwa efisiensi penurunan nilai TDS mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan laju air pendingin. Hal ini menandakan bahwa semakin sedikit zat padat terlarut yang terbawa ke air produk. Namun dari kedua grafik ini briket tempurung kelapa memiliki efisiensi penurunan TDS lebih rendah dibandingkan dengan energi listrik. Efisiensi penurunan TDS optimum

pada briket tempurung kelapa mencapai 99,3% dan listrik mencapai 99,81%.

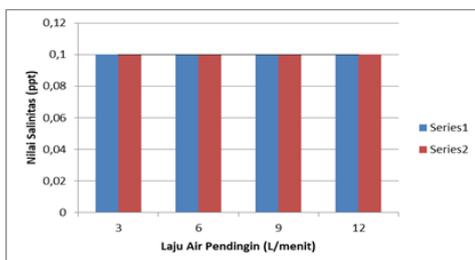
3.2.4. Reduksi Turbidity



Gambar 3.6 Efisiensi penurunan turbidity terhadap laju air pendingin

Pada gambar 3.6 menunjukkan bahwa efisiensi penurunan turbidity mengalami kenaikan. Pada energi listrik nilai efisiensi penurunan turbidity lebih tinggi dari pada energi briket tempurung kelapa dengan titik tertinggi hingga 97,42%, sedangkan energi briket tempurung kelapa titik tertinggi mencapai 96,72%. Ini menandakan bahwa kualitas air pada listrik lebih baik dibandingkan dengan energi briket tempurung kelapa.

3.2.5. Reduksi Salinitas



Gambar 3.7 Pengaruh salinitas air terhadap laju air pendingin

Pada gambar 3.7 menunjukkan bahwa nilai salinitas yang diperoleh baik dari energi briket tempurung kelapa dan energi listrik sama-sama dapat menekan nilai salinitas yang awalnya 0,05 ppt menjadi 0,01 ppt.

artinya dalam proses desalinasi ini banyak padatan garam terlarut yang tertinggal dalam labu umpan sehingga proses desalinasi ini dapat dikatakan berjalan dengan baik. Hal ini pun ditandai dengan kentalnya larutan garam yang tertinggal dengan nilai salinitas sebesar 0,32 ppt.

Adapun analisa lainnya yang dilakukan yaitu nilai pH, analisa ini diambil dengan sampel yang terbaik dari pengujian sebelumnya. Nilai pH mengalami sedikit pengurangan dari yang awal sebesar 7,98 menjadi 7,52 pada energi listrik dan 7,49 pada energi briket tempurung kelapa. Pada dasarnya kualitas air pada proses menggunakan listrik lebih baik dibandingkan dengan briket tempurung kelapa, hal ini dikarenakan pada penggunaan briket tempurung kelapa nilai energi yang dihasilkan lebih besar sehingga mempengaruhi tekanan uap yang semakin besar. Hal ini menyebabkan adanya partikel padatan terlarut yang ikut ketika penguapan berlangsung.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian pada pengaruh laju air pendingin (Cooling Water) terhadap performansi proses desalinasi air payau secara evaporasi dan kondensasi dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Laju air produk akan meningkat seiring dengan kenaikan laju *cooling water*. Laju optimum yang dihasilkan energi listrik sebesar 2,235 L/menit dan energi briket tempurung kelapa sebesar 4,973 L/menit pada laju air pendingin 12 L/menit
- Kebutuhan energi akan cenderung menurun seiring dengan kenaikan laju *cooling water*. Kebutuhan energi optimum pada energi listrik sebesar 7772,741 KJ/Kg dan energi briket tempurung kelapa sebesar 9804,607 KJ/Kg pada laju air pendingin 12 L/menit

- Kualitas air produk yang dihasilkan memenuhi standar baku mutu air minum PERMENKES No.492/MENKES/PER/I V/2010

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi T. 2017. *Tantangan Indonesia Sebagai Negara Maritim*. (<http://supplychainindonesia.com/new/tantangan-indonesia-sebagai-negara-maritim/>). (Diakses tanggal 8 Februari 2018).
- Al-Wazzan, Y., Safar M., Ebrahim, S., Burney, N., and Mesri, A. *Desalting of subsurface water using spiral wound reverse osmosis (RO) system: technical and economic assessment*. *Desalination* 2002; 143: 21-28.
- Departemen Pertanian. 2006. *Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa*. Jakarta: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian Departemen Pertanian.
- Gerry Resmi L. 2014. Potensi Air Melimpah tak Menjamin Indonesia Bebas Krisis Air (<http://gerryliyana.weebly.com/potensi-air-melimpah-tak-menjamin-indonesia-bebas-krisis-air.html>). (Diakses tanggal 15 Maret 2018).
- Greenlee, L. F., Lawler, D. f., Freeman, B. D., Marrot, B., and Moulin, P. *Reverse osmosis desalination: Water sources, technology, and today's challenges*. *Water research* 2009;43: 2317- 2348.
- Linda A.Y., Nyoman I. W. 2016. *Sistem Desalinasi Membran Reverse Osmosis (RO) untuk Penyediaan Air Bersih*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia.
- McCabe W. L., Smith. J. C and Peter Harriot. 1999. *Operasi Teknik Kimia*. Ed-4. Terj: Jasjfi. E.Jakarta : Erlangga.
- Ris Hadi P., Rohman., dkk. 2012. Potensi Biomassa dan Simpanan Karbon jenis-jenis Tanaman Berkayu di Hutan Rakyat Desa Nglanggeran. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. Vol.6. No. 2. Universitas Gadjah Mada.
- Yusuf. E., Rachmanto. T, A., dan Laksmono. R., (2008). Pengolahan Air Payau Menjadi Air Bersih Dengan Menggunakan Membran Reverse Osmosis. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* Vol.1, No.1, Halaman 6-15.
- Welle, D.2008. *Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan*. Sains dan Teknologi. (<http://www.dw-world.dw/article.html>) (Diakses tanggal 15 Februari 2018).
- Indah Suryani, M. Yusuf Permana U., M. Hatta Dahlan.(2012). Pembuatan Briket Arang Dari Campuran Buah Bintaro dan Tempurung Kelapa Menggunakan Perakat Amilum. *Jurnal Teknik Kimia*. No. 1, Vol. 18. Universitas Sriwijaya.
- I Gede Yogi D., Budhi Muliawan S., I Gede Eka L. (2018). Desalinasi Air Laut Berbasis Energi Surya Sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*: Vol. 07, No. 1. Universitas Pancasila