

UNJUK KERJA UNIT DESALINASI BERBASIS ENERGI BIOMASSA

Munawar¹, Elwina², Helmi³

^{1,2,3} *Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA*

¹munawar_rusli@pnl.ac.id

Abstrak— Penelitian ini bertujuan mempelajari unjuk kerja unit desalinasi berbasis bahan bakar biomassa untuk tujuan pengolahan air payau. Penelitian dilakukan dalam dua tahapan, yaitu fabrikasi unit desalinasi serta pengujian sistem. Suatu sistem pengolahan air payau sistem distilasi berbasis biomassa telah berhasil difabrikasi. Hasil pengujian peralatan menunjukkan bahwa sistem ini dapat memproduksi air bersih antara 5-10 liter/jam, dengan kebutuhan bahan bakar sebesar 1,1 kg biomassa/L produk. Hasil pengujian produk air menunjukkan bahwa performansi sistem desalinasi tergolong sangat baik, di mana kualitas air baku telah dapat ditingkatkan, sehingga beberapa parameter seperti salinitas, rasa, TDS, kekeruhan, warna dan bakteriologis telah memenuhi baku mutu air minum sesuai dengan Kepmenkes RI No. 907 Tahun 2002.

Kata kunci— air payau, baku mutu, biomassa, desalinasi, unjuk kerja

Abstract— This study aims to determine the performance of desalination unit based of biomass fuel for a treatment of saline water. Research activities were run in two working session: desalinator manufacturing and study of performance of the unit. As the results, the unit of distillation-saline water treatment system has been manufactured. Determination of water product characteristics show a well performance of the system. Several main characteristics of distilled water product have been found to be relevant to standard of Kepmenkes RI No. 907, 2002.

Keywords— biomass, desalination, performance, saline water, standard.

I. PENDAHULUAN

Permasalahan air bersih merupakan salah satu isu penting dunia saat ini. Perkembangan industri yang luar biasa pesat dalam beberapa dekade terakhir, disamping membawa kemajuan peradaban manusia, ternyata juga membawa dampak yang sangat signifikan terhadap sumber daya air. Pencemaran air yang terus meningkat, konservasi lahan yang tidak memperhatikan kelestarian sumber daya air (SDA), serta intrusi air laut diketahui telah memberikan ancaman luar biasa terhadap ketersediaan air bersih di masa depan. Air yang merupakan kebutuhan pokok manusia kelihatannya akan semakin langka di masa yang akan datang. Penelitian terakhir yang dilakukan menunjukkan bahwa saat ini lebih dari 1 milyar orang di dunia tidak memiliki akses untuk air bersih, terutama di negara berkembang. Sementara itu, lebih 6000 orang per hari, umumnya anak-anak, meninggal dari penyakit melalui air seperti diare. Khusus untuk kawasan Afrika dan Asia, jarak rata-rata yang harus ditempuh orang untuk mengambil atau mencari air adalah 6 km (Anonim, 2012).

Indonesia adalah negara kepulauan yang 70% wilayahnya merupakan daerah perairan. Negara ini memiliki wilayah pesisir yang tersebar cukup luas di seantero negeri. Permasalahan khas wilayah pesisir umumnya adalah minimnya sumber air tawar, sehingga masyarakat di wilayah tersebut mengalami kesulitan air bersih. Pada wilayah yang tidak terjangkau instalasi air bersih (PDAM), permasalahan akan meningkat menjadi krisis air. Dalam banyak hal, kondisi air payau menimbulkan dampak yang sangat luas terhadap berbagai aspek kehidupan, seperti gangguan kesehatan, penurunan kesuburan tanah, kerusakan bangunan dan lain sebagainya [2]. Kawasan seperti ini tentu saja sangat membutuhkan berbagai inovasi teknologi yang memungkinkan peningkatan akses terhadap air bersih.

Salah satu solusi yang penanganan air payau adalah dengan teknik desalinasi (panghilangan garam). Ada beberapa metode yang dapat digunakan, seperti penyulingan, pembekuan, ion exchange, dan proses membran (Tchobanoglous, 2003). Masing-masing metode tersebut memiliki kelemahan yang

nyaris sama, yaitu mahalnya biaya operasi, sehingga sering tidak layak digunakan untuk kawasan tertinggal. Penelitian ini berupaya mengembangkan suatu sistem pengolahan air payau berbasis energi terbarukan, yaitu biogas, yang diharapkan dapat memangkas tingginya biaya operasi para sistem konvensional.

Pengembangan sistem pengolahan air payau berbiaya rendah telah dilakukan oleh Munawar dkk [4], melalui pendanaan hibah IBM Dikti, yang dapat memproduksi air bersih dari air payau dengan kualitas cukup baik (memenuhi baku mutu air minum: Kepmenkes RI No. 907 Tahun 2002). Namun, sistem desalinasi berbasis biogas tersebut masih memiliki beberapa kelemahan, terutama kapasitas produksi yang tergolong rendah, yaitu 5 liter/jam, sehingga perlu dikembangkan lebih lanjut untuk meningkatkan performansinya. Modifikasi peralatan pada beberapa bagian, diperkirakan akan meningkatkan performansi sistem.

Kelemahan sistem pengolahan air payau berbasis biogas yang telah dikembangkan terletak pada rendahnya kapasitas produksi. Karena itu, perlu dilakukan beberapa modifikasi peralatan untuk meningkatkan performansi sistem. Permasalahan yang menjadi fokus kajian dalam penelitian ini meliputi:

- Konsep modifikasi kondensor untuk meningkatkan efisiensi kondensasi uap;
- Peluang penggunaan biomassa sebagai alternatif bahan bakar untuk pemanasan;
- Pengaruh modifikasi peralatan terhadap performansi sistem dalam pengolahan air payau.

Penelitian ini bertujuan melakukan pengembangan lanjut desalinator berbasis biomassa yang dapat menjadi solusi alternatif untuk pengolahan air payau. Tujuan khusus dari penelitian ini meliputi:

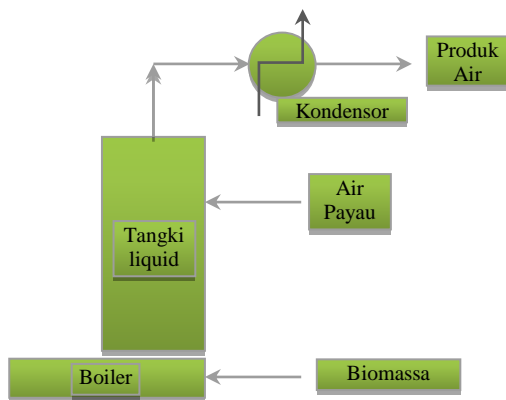
- Melakukan modifikasi kondensor untuk meningkatkan produksi air distilasi;
- Mempelajari kebutuhan biomassa untuk produksi air distilasi;
- Mempelajari pengaruh modifikasi peralatan terhadap performansi sistem dalam pengolahan air payau;

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahapan kegiatan, dimulai dengan kegiatan desain dan fabrikasi desalinator. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian dan studi unjuk kerja desalinator.

A. Fabrikasi Desalinator

Desalinator yang dibuat dalam penelitian ini merupakan desalinator tipe distilasi yang merupakan modifikasi desalinator yang telah dikembangkan sebelumnya oleh pengusul [4]. Desalinator terdiri dari 3 bagian yang terintegrasi yaitu: tangki liquid, unit pemanas, dan unit kondensasi (Gambar 1). Prinsip kerja desalinator tipe distilasi adalah memisahkan fasa liquid dari fasa padat terlarut dengan teknik distilasi-kondensasi [5,6,7]. Sumber energi yang digunakan untuk pemanasan liquid adalah bahan bakar biomassa murah seperti kayu bakar, tempurung kelapa atau limbah biomassa lainnya [5].



Gambar 1. Sistem Pengolahan Air Payau Berbasis Biomassa

Karena kapasitas produksi sistem eksisting [4] di atas masih tergolong kecil, dilakukan modifikasi kondensor, dengan spesifikasi sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1
Konsep Modifikasi Desalinator

Peralatan	Dimensi (cm)	
	Eksisting	Modifikasi
Desalinator	Kondensor: D=35; H=50	Kondensor: D=60; H=90
	Heater: D=20; H=40	Heater: D=35; H=40
	Tube: Ø = 0,5 in	Tube: Ø = 0,5 in
	Uchida, $q_{maks} = 30$ L/menit	
Pompa	Ø = 0,5 in	
Perpipaan/ selang air	Membran filter	
Polish treatment unit		

B. Studi Unjuk Kerja Desalinator

Studi ini dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja desalinator yang dikembangkan, yang meliputi kapasitas produksi, kebutuhan energi, serta kualitas produk air yang dihasilkan. Tahap ini dimulai setelah rampungnya tahapan fabrikasi desalinator. Rancangan percobaan studi unjuk kerja desalinator ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2
Rancangan Percobaan Studi Unjuk Kerja Desalinator

Variabel	Taraf	Spesifikasi
Jenis bahan bakar	1	Biomassa, elpiji
Mode operasi	1	Batch
Kapasitas produksi	1	Volum produk air/jam
Kebutuhan bahan bakar	1	kg BB/liter
Kualitas produk air	5	Salinitas, TDS, TSS, Turbidity, COD

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Seluruh tahapan penelitian, telah selesai dilaksanakan. Suatu unit desalinator tipe distilasi telah selesai difabrikasi. Pengujian sistem untuk pengolahan air payau juga telah dilakukan.

A. Desalinator

Unit desalinasi yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah desalinator batch tipe distilasi (Gambar 2), dengan sumber energi dari pembakaran biomassa. Desalinator tipe ini dipilih berdasarkan beberapa pertimbangan, antara lain praktis dalam perakitan, pengoperasian, dan perawatan, serta mudah diaplikasikan di daerah *rural*, mengingat teknologinya mudah untuk diadaptasi, serta tidak memerlukan bahan kimia khusus dalam operasinya.



Gambar 2. Unit Desalinasi Yang Dikembangkan

Desalinator yang dikembangkan terdiri dari dua bagian utama, yaitu: evaporator (terdiri dari heater dan tangki liquid), serta kondensor dengan spesifikasi dan equipment pendukung sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 3.

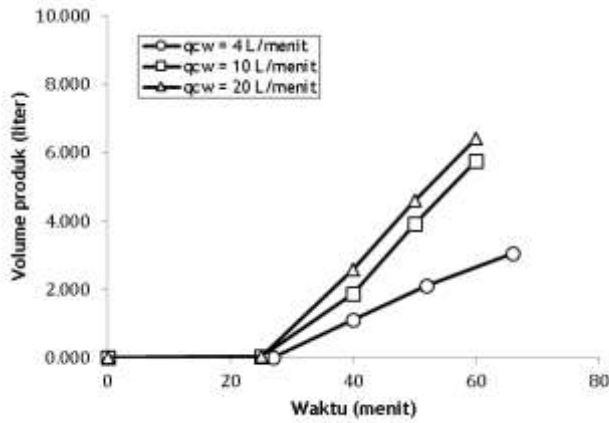
Tabel 2
Spesifikasi Unit Desalinasi

Equipment pendukung	Spesifikasi
Kondensor	D = 60 cm; H = 90 cm;
Heater	D = 35 cm; H = 40 cm;
Tube	stainless steel: Ø = 0,5 in
Pompa	Uchida, $q_{maks} = 30$ L/menit
Perpipaan/selang air	Ø = 0,5 in
Polish treatment unit	Membran filter

B. Unjuk kerja sistem

Unjuk kerja sistem dianalisis pada dalam rentang waktu sekitar 60 menit, dalam tiga variasi laju alir air pendingin,

yaitu antara 4-20 L/menit. Bahan bakar divariasikan, yaitu biomassa dan elpiji sebagai pembanding. Gambar 3 menampilkan unjuk kerja desalinator pada berbagai laju alir air pendingin. Data Gambar 3 menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan ini mampu memproduksi air bersih dengan kuantitas 2,73-6,40 L/jam, tergantung kepada laju alir air pendingin. Kapasitas produksi optimum adalah 6,40 L/jam pada laju alir air pendingin 20 L/menit.



Gambar 3. Kapasitas Produksi Desalinator

Kebutuhan bahan bakar sistem tersebut adalah 1,1 kg biomassa/L produk, jauh lebih tinggi apabila dibandingkan dengan sistem berbasis elpiji yang hanya membutuhkan 0,19 kg LPG/L produk. Namun demikian, kapasitas produksi air pada kedua sistem, tidak berbeda signifikan (Tabel 4).

Tabel 4
Perbandingan Kapasitas Produksi

Laju alir cooling water (q _{cw})	Laju Produksi (L/jam)	
	Biomassa	Elpiji
4 L/menit	2,73	2,77
10 L/menit	5,75	5,75
20 L/menit	6,40	6,40

Kualitas air payau yang disuling dengan desalinator tersebut meningkat secara signifikan, dari air tak layak minum, menjadi air yang memenuhi baku mutu air minum sesuai dengan Kepmenkes RI No. 907 Tahun 2002 (Tabel V). Berdasarkan data hasil pengujian tersebut, dapat disimpulkan performansi desalinator tergolong sangat baik, di mana kualitas air baku telah dapat ditingkatkan, karena semua parameter uji telah sesuai dengan baku mutu air minum.

Tabel 5
Hasil Pengujian Air Produk Unit Desalinasi

Parameter uji	Nilai	
	Inlet	Outlet
Salinitas, mg NaCl/L	987	30
Rasa	Agak asin	Tawar
Total Disolved Solid, NTU	5137	24,3
Warna	Kuning	Jernih
E. Coli	-	-

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini telah melakukan studi awal tentang unjuk kerja sistem pengolahan air payau berbasis energi biomassa. Sistem yang dikembangkan ternyata menunjukkan kinerja lebih baik dibandingkan sistem terdahulu. Kapasitas produksi optimum sistem desalinasi distilasi berbasis biomassa ini adalah 6,40 L/jam, dengan kebutuhan energi biomassa untuk pemanasan sebesar 1,1 kg/L produk air. Kualitas produk air yang dihasilkan dari sistem ini telah memenuhi baku mutu air minum menurut Kepmenkes RI No. 907 Tahun 2002, khususnya untuk parameter salinitas, rasa, TDS, warna dan bakteriologis.

REFERENSI

- [1] Montgomery, J.M., *Water Treatment Principles and Design*, John Wiley & Sons Inc., New York, 174-194, 1985.
- [2] Saputra, S., "Telaah Geologi Terhadap banjir dan Rob Kawasan Pantai Semarang", *Jurnal Ilmu Kelautan* 3 (10): 85-92, 1998.
- [3] Tchobanoglous, G, Burton, F.L, dan Stensel H.D., *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*, 4th Edition, Metcalf & Eddy, Inc., McGraw-Hill Inc., NY., 2003.
- [4] Munawar, Sariadi, Zulkifli, dan Nurdin, *IbM Warga Dusun Manggra Desa Puuk Kecamatan Samudera*, Laporan Kegiatan IbM, Dana Dikti 2012.
- [5] Anonim, *Water Treatment Handbook*, Vol. 1, 6th Edition, Degremont, France, 1991.
- [6] Geankoplis, C.J., *Transport Process and Separation Process Principles*, 4rd edition, Prentice Hall International Inc., New Jersey, 2003.
- [7] McCabe, W.L, Smith, J.C, dan Harriot, P., *Unit Operations of Chemical Engineering*, International edition, McGraw-Hill Inc., New York, 2005.
- [8] Kern, D.Q., *Process Heat Transfer*, International Student Edition, McGraw-Hill Book Company, Inc., Tokyo, 1983.