Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem
Vol. 6 No. 2, Mei 2018, 107-119

Rancang Bangun Model Penghasil Air Tawar dan Garam dari Air Laut Berbasis Efek Rumah Kaca Tipe Penutup Limas

Gunomo Djoyowasito*, Ary Mustofa Ahmad, Mustofa Lutfi dan Andi Anggra

Jurusan Keteknikan Pertanian – Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas Brawijaya
Jl. Veteran – Malang 65145
*Penulis Korespondensi: Email: djoyowasitogunomo@yahoo.com

ABSTRAK

Ketersediaan air bersih dan air tawar untuk keperluan sehari-hari menjadi salah satu kendala dalam kehidupan masyarakat pesisir pantai tersebut. Salah satu cara mengatasinya adalah dengan memanfaatkan air yang mayoritas ada yaitu air laut dengan cara pengolahan menjadi air tawar. Pengolahan ini menggunakan prinsip umum destilasi. Dengan bahan pilihan yang digunakan serta modifikasi struktur, selain menghasilkan air laut nantinya juga akan menghasilkan produk yang lain yaitu garam. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang dan membuat model fisik serta menguji pengolahan air laut sebagai penghasil air tawar dan garam. Penelitian ini menggunakan metode perancangan fungsional dan struktural untuk mengetahui bahan apa yang digunakan, dimensi serta fungsi pada setiap bagian model fisik alat tersebut. Pengujian yang dilakukan yaitu dengan metode deskriptif dengan melakukan pengukuran secara langsung pada saat pengamatan. Hasil penelitian yang diperoleh berupa model penghasil air tawar dan garam dari air laut dengan ruang kaca , atap kaca, wadah bahan, cerobong, saluran air, penyangga dan saluran *output*. Hasil pengujian menunjukkan suhu air laut lebih tinggi dari suhu ruang dan suhu kaca, dimana ketiganya memiliki suhu yang lebih tinggi dari suhu lingkungan. Hal ini karena adanya Efek Rumah Kaca atau *glass house effect*. Proses yang terjadi pada model alat merupakan proses *batch* dimana bahan yang masuk sebesar 2000 ml akan mengalami proses pengolahan, pertama adalah proses destilasi yang menghasilkan air tawar sebesar 1316,5 ml kemudian mengalami proses pengkristalan garam yang menghasilkan 73,06 gram garam. Dari proses tersebut, persentase air awar yang dihasilkan sebesar 65,83 % sedangkan untuk garam 3,55 %.

Design of Fresh Water and Salt Producer Model from Sea Water Based on Glasshouse Effect Type of Limas Cover

ABSTRACT

Fresh water for everyday purposes to perform once in a disaster condition. One way to overcome this is by utilizing the existing air of sea water by processing into fresh water. This treatment uses the general principle of distillation. The choice of materials as well and structural modifications, in addition to producing sea water will also produce another product that is salt. The purpose of this research is to create model and also process the air as a producer of fresh water and salt. This research uses structural and functional design methid know what is done, dimension and function on each part of physical model of the tool. Testing is done by descriptive method by performing measurements directly at the time of observation. The results obtained are in the form of producing fresh air and salt from air with glass chamber, glass roof, material container, chimney, air duct, buffer and output channel. Air temperature testing results are higher than the temperature and temperature of the glass, where all three have temperatures higher than the ambient temperature. This is because of the Glasshouse Effect. The process that occurs in the tool model used is the incoming process of 2000 ml will be processed, first is the distillation process that produce fresh air of 1316.5 ml then the process of crystallizing salt that produces 73.06 grams of salt. From that process, the amount of air produced is 65.83% while for salt is 3.55%.

Keywords: Sea Water, Fresh Water, Salt, Physical Model

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara kelautan terbesar di dunia. Sejumlah dua per tiga bagian dari seluruh luas wilayahnya merupakan wilayah pesisir pantai (Dahuri, 2001). Ketersediaan air bersih dan air tawar untuk keperluan sehari-hari menjadi salah satu kendala dalam kehidupan masyarakat pesisir pantai tersebut. Upaya yang dapat dilakukan dengan memanfaatkan air laut yang ada dengan proses pengolahan menjadi air bersih. Salah satu caranya adalah pengolahan air laut yang menggunakan prinsip destilasi tenaga surya. yaitu menguapkan air laut dengan cara dipanaskan, yang kemudian uap air tersebut diembunkan dan dikumpulkan ke dalam suatu wadah penampung sehingga didapatkan air tawar. Sumber panas yang digunakan berasal dari energi yang beragam: minyak, gas, listrik, tenaga matahari dan lainnya (Prasetya, 2016).

Berdasarkan pengetahuan tentang proses penghasil air tawar dari air laut ini kemudian tercipta pengembangan teknologi untuk menjadikannya lebih praktis dengan memanfaatkan bahan yang *relevan* sebagai perantaranya. Modifikasi atap menjadi tipe limas, akan memberi beberapa kelebihan dibanding dengan model-model atap yang serupa dengan tipe lain. Contohnya adalah memudahkan air hujan mengalir karena bentuk atap limas yang curam meruncing. Selain itu Setiap sisi atap limas memiliki luasan bidang yang sama dan melebar akan memberikan perlindungan merata pada dinding (Sudarmadji, 2014).

Efek rumah kaca merupakan dampak atau efek penghangatan yang terjadi di bumi yang ditimbulkan oleh gas – gas atmosfer(Indrawan *et al* , 2007). Dalam skala yang lebih kecil hal yang sama juga terjadi di dalam rumah kaca. Radiasi sinar matahari menembus kaca, lalu masuk ke dalam rumah kaca. Pantulan dari benda dan permukaan di dalam rumah kaca berupa sinar inframerah dan tertahan atap kaca yang mengakibatkan udara di dalam rumah kaca menjadi hangat walaupun udara di luar dingin. Efek memanaskan itulah yang disebut efek rumah kaca atau ”*glass house effect* (Gunawan, 2013). Efek Rumah Kaca (ERK) yang didapatkan dari bahan kaca yang digunakan sebagai bahan utamanya akan meningkatkan produktivitas model alat.

Selain itu, bagaimana menciptakan alat penghasil air tawar, juga sebagai penghasil komoditi lain. Penerapam prinsip yang pada alat ini mampu memproduksi garam selain air tawar yang dihasilkan, dengan modifikasi struktur juga diharapkan dapat menjadi alat yang lebih efisien dalam kinerjanya dari alat-alat penghasil air tawar dan garam terdahulu.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

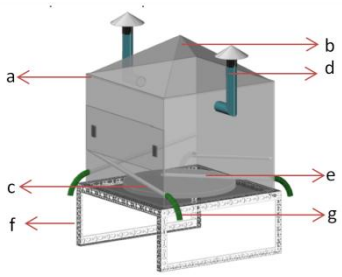
Alat yang digunakan pada penelitian alat antara lain alat pembuat ruang pengolahan seperti pisau pemotong, penggaris, dan bor. Lalu alat pembuat penyangga seperti gerinda duduk, gerinda tangan, pemotong plat, tang dan kunci pas. Kemudian termometer untuk mengukur suhu, s*topwatch* untuk mengukur waktu, serta l*uxmeter* untuk mengukur intensitas cahaya. Bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain air laut sebagai bahan perlakuan. Kaca sebagai bahan utama pembuat model alat, lem sebagai perekat antar kaca. pipa PVC sebagai bahan cerobong dan saluran air. Wadah sebagai media penampung air laut. Besi siku sebagai bahan penyangga, mur dan baut untuk penghubung antar besi siku. Serta elang air sebagai bahan selang *output.*

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode pendekatan rancangan struktural dan fungsional. Kemudian pengujian dilakukan dengan metode deskriptif dengan melakukan pengukuran terhadap beberapa parameter pengujian. Pada penelitian juga dilakukan pengeringan air laut dengan cara mengeringkan langsung di bawah sinar matahari (pembuatan garam). Penelitian ini diasumsikan sebagai penelitian konvensional dan dibandingkan dengan pengeringan dengan menggunakan model alat yang telah dirancang.

a. Perancangan Alat

Perancangan alat terdiri dari rancangan struktural dan fungsional. Rancangan struktural digunakan untuk mengetahui komponen dan dimensi secara detail dari setiap bagian. Secara strktural, model alat terdiri dari bagian-bagian berikut :



Gambar 1. Rancangan Model Penghasil Air tawar dan Garam dari Air Laut

Keterangan:
a. Ruang Kaca
b. Atap Ruang Kaca
c. Wadah Bahan
d. Cerobong
e. Saluran Air " Talang"
f. Penyangga
g. Saluran *Output*

Secara fungsional, bagian-bagian model alat yang dirancang akan bekerja dengan dengan prinsip destilasi, ketika bahan (air laut) dalam wadah dimasukkan ke dalam ruang kaca lalu akan dikeringkan pada sinar matahari. Sinar matahari akan masuk pada kaca dan mengenai benda dan permukaan di dalam rumah kaca sehingga tercipta pantulan berupa sinar inframerah dan tertahan atap kaca yang mengakibatkan udara di dalam rumah kaca menjadi hangat walaupun udara di luar dingin. Efek memanaskan itulah yang disebut efek rumah kaca. Panas tersebut akan menyebabkan air laut mengalami proses penguapan atau evaporasi. Selanjutnya, uap hasil dari proses evaporasi akan menuju ke atas dan menempel pada atap kaca, pada saat tersebut uap akan didinginkan atau mengalami proses pengembunan atau kondensasi. Kemudian uap akan menjadi air (uap air) yang nanti akan terkumpul sehingga akan turun menuju dinding kaca dan saluran air "talang" kemudian mengalir ke keluar menuju saluran dan penampungan akhir air (bak penampung/ plastik). Selama proses tersebut pula kandungan garam yang terdapat dalam air laut akan mengering dan mengalami proses kristalisasi menjadi garam.

b. Pengujian Alat

Parameter pegujian model penghasil garam dari tawar dari laut ini antara lain:

1. Suhu

Pengukuran yang dilakukan meliputi suhu lingkungan, ruang kaca, kaca penutup dan air laut (˚C), dilakukan dengan termometer setiap satu jam sekali mulai pukul 08.00 – 16.00 WIB sampai bahan menjadi garam atau tidak terdapat air laut lagi untuk diuapkan.

2. Intensitas cahaya (W/m^2),

Pengujian dilakukan dengan *luxmeter* setiap satu jam sekali mulai pukul 08.00 – 16.00 WIB sampai bahan menjadi garam atau tidak terdapat air laut lagi untuk diuapkan.

3. Kelembapan relatif (%)

pengujian dilakukan dengan *Hygrometer* setiap satu jam sekali mulai pukul 08.00 – 16.00 WIB sampai bahan menjadi garam atau tidak terdapat air laut lagi untuk diuapkan.

4. Volume air tawar (liter)

Pengujian dilakukan dengan mengukur volume air tawar yang dihasilkan oleh proses per hari sampai bahan menjadi garam atau tidak terdapat air laut lagi untuk diuapkan.

5. Massa garam (g)

Pengujian dilakukan dengan mengukur volume garam yang dihasilkan oleh proses sampai bahan menjadi garam atau tidak terdapat air laut lagi untuk diuapkan.

6. Komponen konveksi (kW/m^2)
   Pengujian dilakukan menggunakan persamaan (Hidayat, 2011):

$$q=8{,}84x10^{-4}\left[Tw - Tc + \frac{Pw-Pc}{268900-Pw} x\, Tw\right]^{1/3} x(Tw-Tc)\ldots.(1)$$

Dimana :
q_{kon} = komponen konveksi (J)
Tw = Suhu air (˚C)
Tc = Suhu Kaca (˚C)
Pw dan Pc = Tekanan Parsial uap air (N/m^2) tabel uap.

7. Komponen radiasi (kW/m^2)
   Pengujian dilakukan menggunakan persamaan (hidayat, 2011) :

$$q_{rad} = \varepsilon.\sigma.A.\ (T_w^{\ 4}-T_c^{\ 4}) \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

Dimana :
ε = emisivitas benda
σ = konstanta Setfan-Boltzman
($\sigma = 5{,}67 \times 10^{-8}$C)
A = luas permukaan benda (m^2)

8. Komponen penguapan (kW/m^2)
   Pengujian dilakukan menggunakan persamaan (Hidayat, 2011) :

$$q_{uap} = 16{,}27 \times 10^{-3} \times q_{kon} \times \frac{Pw-Pc}{Tw-Tc} \ \ldots\ldots\ldots (3)$$

9. Kebutuhan Energi untuk Menguapkan Bahan (kJ)
   pengujian dilakukan menggunakan persamaan (Muhammad, 2011):

$$Q = m.c.\Delta t \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

Dimana :
m = massa zat (kg)
c = panas spesifik (J / kg · K)
ΔT = perubahan suhu (K)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Rancang Bangun

Rancangan Fungsional

Secara detail, bagian-bagian model penghasil air tawar dan garam dari air laut terdiri dari :

1. Ruang Kaca

Ruang kaca dibuat berbahan dasar kaca dengan tebal 0,5 cm. Pemilihan bahan kaca dikarenakan kemampuan menyerap panas yang cukup tinggi dibandingkan bahan sejenis yang sering digunakan, yaitu plastik. Kaca memiliki konduktivitas termal yang lebih besar dari plastik. Dimana rata-rata konduktivitas termal pada kaca sebesar 00,96 – 1,05 w/mK sedangkan plastik memiliki konduktivitas termal 0,17 – 0,50 w/mK tergantung jenis (*Engineering Toolbox*, 2003). Ruang kaca terdiri dari 4 buah dinding dan 1 alas, memiliki bentuk kubus tak beratap, dengan rincian dimensi yaitu panjang sebesar 60 cm, lebar sebesar 60 cm, tinggi sebesar 50 cm serta volume sebesar 0,18 m^3. Pada bagian kiri dan kanan terdapat lubang tempat memasukkan cerobong pipa dengan diameter sebesar 4,8 cm

dan jarak dari bagian atas sebesar 5 cm. Pada bagian depan dibuat pintu sebagai tempat masuknya bahan. Pintu bekerja dengan menggesar ke samping untuk membuka dan menutupnya, Pada pintu ini memiliki panjang sebesar 60 cm, lebar sebesar 20 cm. Jarak dari atas sebesar 15 cm serta jarak dari bawah sebesar 15 cm. Hasil penerapan dari rancangan ruang kaca yang dibuat dapat dilihat pada **Gambar 2** di bawah ini:

Gambar 2. Ruang Kaca

2. Atap Ruang Kaca

Atap dari ruang kaca berbahan kaca setebal 0,5 cm dengan bentuk limas. Pemilihan limas dikarenakan memiliki beberapa beberapa kelebihan. contohnya adalah karena tepi bagian bawah yang berbentuk segi empat memudahkan dalam pemasangan, setiap sisi atap limas memiliki luasan bidang yang sama dan melebar yang memberikan perlindungan merata pada dinding dan memudahkan air hujan mengalir karena bentuknya yang curam meruncing (Sudarmadji, 2014). Atap limas yang dibuat memiliki panjang sebesar 60 cm, lebar sebesar 60 cm, tinggi sebesar 20 cm, volume sebesar 0,024 m^3 dan sudut sebesar 34^0. Hasil penerapan dari rancangan atap kaca dapat dilihat pada **Gambar 3**:

Gambar 3. Atap Ruang Kaca

3. Wadah Bahan

Wadah Bahan yang digunakan berbahan dasar plastik. Penggunaan wadah bahan plastik ini dikarenakan wadah plastik tersebut akan lebih aman dan lebih awet digunakan dibanding bahan sejenisnya seperti besi atau seng. Menurut Hasbi (2007), besi akan menjadi racun apabila keadaannya terdapat dalam konsentrasi di atas normal. Dalam pembuatan garam, ketika air laut tersebut sudah berubah menjadi kristal garam, maka akan menempel pada wadah garam dan perlu dilakukan pengambilan krital tersebut dengan cara digerus sampai semua kristal garam yang menempel lepas dari wadah. Pada penelitian kali ini wadah yang digunakan sebanyak satu buah berbentuk lingkaran dan ditempatkan dalam ruang kaca. Wadah bahan memiliki diameter 50 cm dengan kapasitas maksimal 2 liter air laut. Hasil penerapan dari rancangan atap kaca dapat dilihat pada **Gambar 4** di bawah ini:

Gambar 4. Wadah Bahan

4. **Cerobong**

Cerobong yang digunakan berbahan pipa PVC. Pemilihan bahan pipa PVC tersebut dikarenakan sifatnya yang tahan karat dibanding bahan yang umum digunakan untuk membuat cerobong seperti besi atau seng, apalagi jika bahan tersebut digunakan pada saat musim hujan. Menurut penelitian Kurniawan *et al* (2016), berdasarkan aspek kualitas, tentang kombinasi material PVC dan plastik dibandingkan dengan kombinasi material galvanis dan besi. Kombinasi material galvanis dan besi memiliki kelemahan yaitu kemungkinan terjadinya karat pada komponen yang berbahan dasar besi. Digunakan 2 buah cerobong yang ditempatkan di lubang pada sisi samping (kanan dan kiri) dinding kaca. Cerobong ini memiliki bentuk siku atau L dengan bagian atas memiliki atap yang berbentuk kerucut tak beralas. Pada lubang cerobong bagian atas diberi tutup plastik dengan lubang 20 buah ukuran 1 mm. Pemberian tutup dengan lubang ini dimaksudkan agar udara masih bisa masuk ke dalam ruang kaca namun juga bias meminimalisir uap yang keluar dari cerobong tersebut. Cerobong yang dibuat memiliki diameter 4,5 cm, panjang ke samping sebesar 10 cm, tinggi ke atas sebesar 20 cm. Atap pada cerobong memiliki diameter 15 cm dan tinggi 10 cm. Hasil penerapan rancangan dari cerobong yang dibuat dapat dilihat dalam **Gambar 5** berikut :

Gambar 5. Cerobong

5. Saluran Air "Talang"

Saluran talang air berbahan pipa PVC. Penggunaan pipa PVC sebagai talang dikarenakan konduktivitas termal pipa PVC tersebut yang lebih kecil dibanding bahan umum yang digunakan untuk pembuatan talang seperti tembaga dan seng. Dimana konduktivitas termal Seng 116 W/mK, Tembaga 401 W/ Mk dan PVC 0,19 mK. Pipa PVC yang digunakan kemudian dipotong setengahnya sehingga menjadi saluran bukaan atas. Saluran air ini terdapat sebanyak 4 buah ditempatkan pada dinding ruang kaca. Penempatan saluran air dibuat miring dengan bagian ujung satu ada di dalam ruang kaca sedangkan ujung satunya keluar pada lubang yang telah dibuat pada ruang kaca sebagai saluran keluar air tawar. Saluran air ini memiliki panjang sebesar 65 cm, lebar sebesar 2,5 cm, tinggi sebesar 15 cm untuk bagian atas dan 5 cm untuk bagian bawah. Hasil penerapan dari rancangan saluran air yang dibuat dapat dilihat dalam **Gambar 6** berikut ini:

Gambar 6. Saluran Air "Talang"

6. Penyangga

Penyangga terbuat dari besi (besi siku berlubang). Besi dipilih karena memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan bahan umum yang digunakan yaitu kayu. Menurut Heinz frick & Moediartianto (2002), besi memiliki kelebihan yaitu lebih awet, dan tidak bisa dimakan rayap dan pengerjaan lebih cepat dibanding kayu. Penyangga ini memiliki panjang sebesar 65 cm, lebar sebesar 65 cm dan tinggi kaki sebesar 25 cm. Hasil penerapan dari rancangan penyangga yang dibuat dapat dilihat dalam **Gambar 7** di bawah ini:

Gambar 7. Penyangga

7. Saluran Output

Saluran *output* berbahan dasar selang air. Selang ini digunakan karena sifatnya yang *flexybel* dan elastis. Selain itu, selang air tersebut memiliki konduktivitas termal yang rendah, sehingga akan mengurangi penguapan jika air melewati saluran *output* tersebut. Saluran *output* yang dibuat memiliki panjang sebesar 25 cm (tinggi dan lebar 10 cm) dan diameter sebesar 2,5 cm. Hasil penerapan dari rancangan saluran *output* dapat dilihat pada **Gambar 8** berikut:

Gambar 8. Saluran *Output*

Rancangan Fungsional

Secara detail, fungsi dari masing-mmasing bagian model penghasil garam dan air tawar terdiri dari:

1. Ruang Kaca

Ruang kaca digunakan sebagai media pengolahan bahan. Panas dari matahari akan masuk ke dalam ruang kaca. Kemudian akan menyebabkan air laut mengalami evaporasi dan kondensasi yang kemudian akan naik dan berada pada atap dan dinding kaca.

2. Wadah bahan

Wadah bahan digunakan sebagai media penampung bahan dalam ruang pengolahan. Dalam wadah bahan air laut akan mengalami penguapan. Semakin lama air laut tersebut akan mengalami proses kristalisasi dalam wadah tersebut yang akan menjadi kristal-kristal garam.

3. Cerobong

Cerobong digunakan sebagai tempat sirkulasi udara. Pemberian cerobong ini juga dimaksudkan untuk mempercepat kondensasi di dalam ruangan sehingga terbentuk hasil yaitu air tawar dari uap air dengan cepat. Berdasarkan penelitian pendahuluan yang telah dilakukan, perlakuan dengan cerobong tertutup atau tanpa cerobong (tanpa saluran udara) menyebabkan evaporasi menjadi lebih cepat, namun proses kondensasi menjadi lebih lambat dibanding dengan perlakuan dengan cerobong terbuka.

4. Saluran Air "Talang"

Saluran air ini berfungsi untuk mengalirkan hasil air tawar yang nanti akan ditampung dalam wadah penampung. Air tawar hasil kondensasi dari atap dan dinding kaca akan bergerak ke bawah ke saluran air . Kemudian air akan mengalir menuju saluran keluaran air.

5. Penyangga

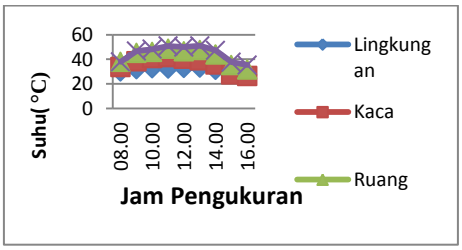
Penyangga untuk menyangga ruang kaca. Karena sifat kaca yang mudah pecah Penyangga ini berfungsi untuk menghindari benturan kaca dari alas. Selain itu, penyangga juga berfungsi untuk menjaga kaca dari kotoran-kotoran debu dari bagian bawah lingkungan penelitian.

6. Saluran *Output*

Saluran *output* digunakan untuk menghubungkan *output* saluran talang air ke wadah. Air tawar yang berasal dari saluran air talang dalam ruang kaca akan mengalir ke tempat yang lebih rendah dan keluar menuju saluran *output* tersebut. Pemberian saluran ini juga berfungsi agar tidak terjadi penguapan di luar ruang pengolahan ketika air menuju ke tempat penampung air.

Hasil Pengukuran Suhu

Hasil pengukuran suhu diperoleh untuk suhu lingkungan berkisar antara 25 ^{0}C hingga 35 ^{0}C dengan rata-rata total suhu untuk lima hari 31,17 ^{0}C. Suhu kaca berkisar suhu antara 24,48 ^{0}C hingga 47,23 ^{0}C dengan rata-rata total 36,09 ^{0}C. Suhu ruangan, berkisar antara 29 ^{0}C hingga 50,5 ^{0}C dengan rata-rata total 42,50 ^{0}C. Sedangkan suhu air laut berkisar antara 30 ^{0}C hingga 57^{0}C dengan rata-rata total 44,92 ^{0}C. Dari data tersebut kemudian didapat grafik, adapun grafiknya dapat dilihat pada **Gambar 9** berikut:

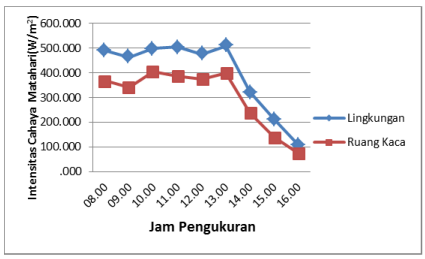


Gambar 9. Grafik Rata-rata Suhu

Berdasarkan **Gambar 9** suhu air laut lebih tinggi dari suhu ruang dan suhu kaca dimana ketiganya memiliki suhu yang lebih tinggi dari suhu lingkungan. Hal ini dikarenakan air laut memiliki kalor jenis (*cp*) yang lebih besar dibanding objek yang lain. Dimana air memiliki kalor jenis sebesar 4200 J kg $^{-1}$K^{-1} sedangkan objek lain seperti kaca hanya memiliki kalor jenis sebesar 670 J kg $^{-1}$K^{-1} (Endah, 2015). Selain karena mendapatkan suhu yang lebih besar, hal tersebut juga yang akan membuat air laut memiliki suhu yang lebih besar dibanding objek lainnya. Dari data tersebut juga dapat diketahui bahwa suhu lingkungan akan mempengaruhi suhu kaca dan ruangan yang nanti akan mempengaruhi suhu air laut dalam ruang kaca. Perbedaan suhu tersebut dikarenakan peristiwa yang disebut Efek Rumah Kaca atau *glass house effect*. sebagai penghasil garam dan air tawar.

Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Matahari

Pengukuran intensitas cahaya matahari menggunakan parameter lingkungan dan ruang kaca. Hasilnya rata-rata intensitas cahaya matahari pada lingkungan 398.57 W/m^2 dengan kisaran 5,03W/m^2 hingga 679,89 W/m^2, sedangkan rata-rata intensitas cahaya dalam ruang kaca sebesar 303,3 W/m^2 dengan kisaran 1,68 W/m^2 hingga 485,87 W/m^2. Dari data tersebut didapat grafik yang dapat dilihat pada **Gambar 10** berikut:



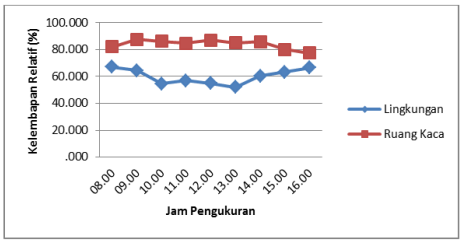
Gambar 10. Grafik Rata-rata Intensitas Cahaya Matahari

Berdasarkan grafik pada **Gambar 10** dapat diketahui bahwa intensitas cahaya yang diterima ruang kaca lebih kecil dibanding intensitas cahaya dilingkungan penelitian. Hal ini dikarenakan sinar dalam ruang kaca telah berubah menjadi sinar infra merah akibat pantulan kembali oleh benda-benda dalam ruangan rumah kaca sebagai gelombang panas. Menurut Wisnubroto (2004), sinar matahari memiliki panjang gelombang (λ) antara 0,15-4 μm, dan hanya panjang gelombang antara 0,32-2 μm yang mampu menembus kaca transparan dengan membawa energi panas. Ketika melewati kaca sinar

matahari mengalami perubahan panjang gelombang dari 0,32-2 µm menjadi 3-80 µm. Akibatnya sinar matahari tidak dapat keluar dan terkurung di dalam ruangan evaporasi.

Hasil Pengukuran Kelembapan Relatif (RH)

Pengukuran RH menggunakan parameter lingkungan dan ruang kaca Didapatkan hasil bahwa nilai RH lingkungan berkisar 51 % hingga 81 % dengan rata-rata total RH selama lima hari penelitian sebesar 60%, sedangkan RH ruang kaca berkisar 61 % hingga 90 % dengan rata-rata total RH selama lima hari sebesar 84,04%. Kemudian dari hasil tersebut didapat grafik yang dapat dilihat pada **Gambar 11**:

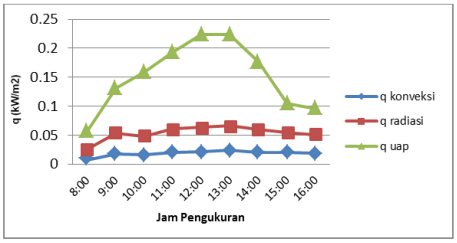


Gambar 11. Grafik Rata-rata Kelembapan

Berdasarkan grafik pada **Gambar 11** dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan pada hasil pengukuran RH pada lingkungan penelitian dan ruang kaca dimana RH pada ruang kaca lebih tinggi dari pada RH lingkungan penelitian. Hal ini disebakan karena pada ruang kaca terdapat air hasil dari kondensasi yang membuat ruangan kaca mengalami kondisi lembap dimana akan menyebabkan RH ruang kaca tersebut lebih tinggi dibanding RH lingkungan.

Hasil Perhitungan

Perhitungan yang dilakukan menunjukkan hasil kisaran untuk nilai $q_{konveksi}$ antara 0,00043 kW/m^2 hingga 0,03783 kW/m^2 dengan rata-rata total untuk lima hari penelitian sebesar 0,0184 kW/m^2. Untuk nilai $q_{radiasi}$ berkisar 0,00383 kW/m^2 hingga 0,09431 kW/m^2 dengan rata-rata total 0,05441 kW/m^2. Untuk nilai q_{uap} berkisar 0,00248 kW/m^2 hingga 0,38030 kW/m^2 dengan rata-rata total 0,15151 kW/m^2. Dari data tersebut kemudian didapat grafik, adapun grafiknya dapat dilihat pada **Gambar 12** di bawah ini:



Gambar 12. Grafik Rata-rata Nilai Energi Panas yang Digunakan

Berdasarkan grafik **Gambar 12** dapat dilihat bahwa nilai q_{uap} lebih tinggi dibanding nilai $q_{konveksi.}$dan $q_{radiasi}$. Jadi dapat diketahui bahwa energi panas lebih banyak digunakan untuk proses penguapan air laut.

Kemudian nilai kesetimbangan energi berkisar 0,07868 kW/m^2 hingga 0,45242 kW/m^2 dengan rata-rata total untuk lima hari penelitian tersebut 0,22207 kW/m^2. Nilai kesetimbangan energi ini dipengaruhi oleh hasil q_{uap}, $q_{konveksi}$, $q_{radiasi}$ tersebut. Oleh karena itu, besar kecilnya hasil q_{uap}, $q_{konveksi}$, $q_{radiasi}$ akan mempengaruhi besar kecilnya nilai kesetimbangan energi pula. Lalu hasil nilai panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air laut berkisar 5,790 kJ hingga 124,269 kJ dengan rata-rata total untuk lima hari sebesar 55,705 kJ. Karena nilai tersebut merupakan nilai panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air laut, jadi beberapa faktor yang mempengaruhi nilai antara lain suhu ruangan tempat dimana air laut tersebut diuapkan serta perbedaannya dengan suhu lingkungan.

Hasil Penelitian

Air Tawar

Model alat yang dibuat mampu menghasilkan air tawar sebesar 1316.5 ml dari bahan air laut yang diuapkan yaitu sebesar 2000 ml. Jadi dalam sehari didapatkan rata-rata air 263,3 ml. Kemudian

air tawar yang didapatkan dilakukan pengujian kualitas air yang nanti akan dibandingkan dengan SNI dari air minum dan aquades. Parameter yang diuji meliputi salinitas, pH, EC dan TDS. Hasil uji kualitas air dapat dilihat pada **tabel 1**:

Tabel 1. Hasil Pegujian Kualitas Air

Parameter	Sampel Air		SNI Air Minum*	Aquades
	Air Laut	Air Tawar		
Salinitas (%)	3,5	0	0,05-0,1	0
Deajat Keasaman (pH)	7,8	6,5	6,0-8,5	7
Electrical Conductivity (EC) $\mu S/cm$	2863	17	20-12500**	0,5-3
Total Disolved Solids (TDS) mg/L	3925	35	<1000	

*Persyaratan Mutu Air Minum Sesuai Syarat Mutu SNI 01-3553 2006

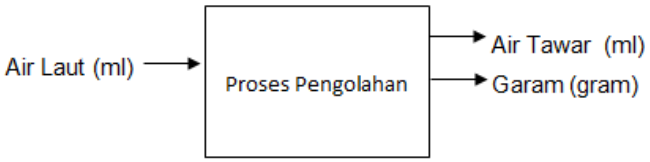
Berdasarkan **Tabel 1** dapat diketahui bahwa terjadi penurunan untuk semua parameter. Kadar garam (salinitas) dari sampel air laut ke air tawar yaitu 3,5 % menjadi 0 %. Kemudian pH dari 8,1 menjadi 6,6. Nilai *Electrical Conductivity* (EC) dari 2863 µS/cm menjadi 107 µS/cm. Nilai *Total Disolved Solids* (TDS) dari 3925 mg/L menjadi 56 mg/L. Jika dilihat dari Persyaratan Mutu Air Minum Sesuai Syarat Mutu SNI 01-3553 2006, secara umum air yang dihasilkan pada penelitian ini sudah layak untuk dikonsumsi

Garam

Garam yang dihasilkan sebesar 73,06 gram. Ciri fisik garam yang dihasilkan tersebut adalah berwarna putih dengan rasa asin seperti garam pada umumnya. Kristal garam yang didapat memiliki berbagai macam ukuran dari besar hingga kecil, hal tersebut dikarenakan bentuk wadah yang tidak rata karena cenderung semakin dalam pada tengah wadah bahan.

Kesetimbangan Massa

Dalam penelitian, proses yang terjadi termasuk ke dalam proses *batch*, yaitu proses dimana bahan masuk dan keluar pada waktu tertentu (Wuryanti, 2016). Dimana pada penelitan ketika *input* (air laut) dimasukkan, masuk dalam proses pengolahan, proses pengolahan yang pertama terjadi adalah proses destilasi yang menghasilkan *output* berupa air tawar, kemudian setelah kandungan air pada bahan tersebut telah banyak diuapkan, selanjutnya proses yang terjadi adalah pengkristalan garam yang menghasilkan *ouput* lainnya yaitu garam. Kemudian dari keterangan tersebut dapat dibuat diagram neraca massa yang dapat dilihat pada **Gambar 13**:



Gambar 13. Diagram Neraca Massa

Berdasarkan **Gambar 13** dapat dilihat bahwa dalam satu kali bahan masuk, kemudian mengalami proses pegngolahan sehingga tercipta 2 hasil dalam waktu yang berbeda yaitu air tawar dan garam. Produk yang pertama dihasilkan adalah air tawar, dimana volume air laut sebesar 2000 ml melalui proses dan menghasilkan air tawar dengan volume sebesar 1315,5 ml. Kemudian dari hasil tersebut dihitung persentase air laut yang didapatkan dengan menggunakan persamaan (Wulandary, 2016) :

$$\%\ hasil = \frac{bagian}{keseluruhan}\ \text{x}\ 100\%$$

Berdasarkan persamaan tersebut, dimana *bagian* adalah volume air tawar dan *keseluruhan* adalah volume air laut, kemudian didapat hasil sebagai berikut:

$$\% \, hasil = \frac{1316{,}5}{2000} \text{ x } 100$$
$$\% \, hasil = \ 65{,}83\%$$

Jadi persentase air tawar yang dihasilkan dari proses sebesar 65,83 %. Kemudian hasil lain yang didapat pada proses pengolahan adalah garam, dari bahan sebesar 2000 ml atau 2060 gram (massa jenis air laut 1,06 gram/cm^3) kemudian dihasilkan garam sebesar 73,06 gram, dari hasil tersebut dihitung persentase massa *yield* garam yang didapatkan dengan menggunakan persamaan (Distantina, 2009) :

$$\% \, yield = \frac{\text{berat hasil}}{\text{berat umpan}} \text{ x } 100\%$$

Berdasarkan persamaan tersebut, dimana berat hasil merupakan massa garam dan berat umpan merupakan massa air laut, kemudian didapat hasil sebagai berikut :

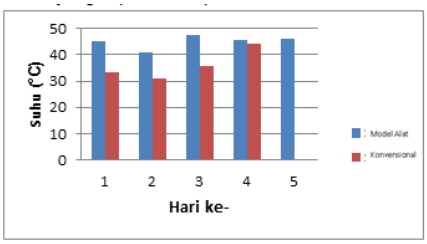
$$\% \, yield = \frac{73{,}06}{2060} \text{ x } 100\%$$
$$\% \, yield = \ 3{,}55 \ \%$$

Jadi persentase *yield* garam yang dihasilkan dari proses sebesar 3,55 %.

Perbandingan Pengeringan Menggunakan Model dengan Konvensional

a. Suhu Air Laut

Pada pengeringan menggunakan model alat diperoleh rata-rata suhu air laut 44,92 ℃ untuk lima hari, sedangkan rata-rata suhu air laut pada konvensional 35,31 ℃ untuk empat hari. Jadi peningkatan suhu yang terjadi sebesar 27,21 %, dari data tersebut didapat grafik perbedaan suhu air laut per hari yang dapat dilihat pada **Gambar 14** berikut ini:



Gambar 14 Perbedaan Suhu Pengeringan Air Laut

Dari **Gambar 14** dapat dilihat bahwa suhu air laut pada proses pengeringan menggunakan model alat lebih besar dibanding pengeringan secara konvensional pada seluruh hari selama pengeringan. Hal ini dipengaruhi oleh faktor suhu lingkungan tempat air laut dikeringkan. Dimana suhu lingkungan dalam model alat (suhu ruang kaca) lebih besar dibanding suhu lingkungan.

b. Waktu Pengeringan

Pada pengeringan menggunakan model alat diperoleh waktu yang digunakan untuk mengeringkan air laut hingga menjadi garam adalah selama lima hari sedangkan konvensional adalah empat hari dengan jam pengukuran yang sama, yang berarti bahwa intensitas dan suhu sama. Hal ini berarti waktu yang digunakan untuk mengeringkan garam secara konvensional lebih cepat dibanding menggunakan model. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yang salah satunya adalah kelembapan udara. Menurut Menurut Purbani (2011), kelembapan udara yang umum digunakan untuk pembuatan garam adalah <50% sedangkan pada penelitian kelembapan udara relatif diperoleh 60% untuk lingkungan sedangkan pada ruang kaca kelembapan udara relatif yang diperoleh sebesar 84,04 %. Hal ini akan yang akan menyebabkan pengeringan air laut di ruang kaca akan membutuhkan waktu lebih dibanding pengeringan air laut secara konvensional.

c. Hasil Garam

Pada model alat dihasilkan garam sebanyak 73,06 gram sedangkan pada konvensional dihasilkan garam sebanyak 70,24 gram. Jadi dapat disimpulkan bahwa pengeringan menggunakan model alat menghasilkan garam yang lebih banyak dibanding pengeringan langsung di bawah sinar matahari. Dengan hasil garam tersebut juga diperoleh kadar garam yang dihasilkan pada proses menggunakan model alat sebesar 3,54% sedangkan kadar garam yang dihasilkan pada proses pengeringan secara konvensional sebesar 3,41% dimana rata –rata kadar garam air laut sebesar 3,5% (Hidayat, 2011). Hal ini karena dipengaruhi oleh beberapa faktor. Menurut Rahayu (2015), salah satu faktor yang mempengaruhi adalah garam kelembapan udara. Semakin banyak terjadi penguapan, maka udara di sekitar menjadi lembap. Maka semakin tinggi pula salinitas air laut. Pada model alat didapatkan hasil kelembapan udara relaitf (RH) yang lebih besar dari kovensional.

Untuk kenampakan fisiknya, Garam yang dihasil dari model alat memiliki warna yang lebih putih dan lebih bersih dibanding pengeringan langsung di bawah sinar matahari. Kenampakan fisiknya dapat dilihat pada **Gambar 15** berikut:

Gambar 15 Kenampakan Fisik Garam dengan Model Alat (Kanan) dan Konvensional (Kiri)

Dari hasil dan **Gambar 15** dapat disimpulkan bahwa kualitas fisik garam hasil pengeringan dengan model alat lebih baik dibanding konvensional. Hal ini disebabkan karena pembuatan garam pada alat dilindungi oleh ruang kaca yang menjaga dari kotoran atau polusi udara sekitar sehingga didapatkan hasil garam yang lebih bersih dibanding secara konvensioal yang langsung terjadi kontak dengan lingkungan sekitar. Sama halnya menurut Dharmayanti *et al* (2015), Pada umumnya petani garam menggunakan metode konvensional yaitu dengan menjemur air laut langsung kontak dengan tanah sehingga garam yang dihasilkan menjadi kotor dan kualitasnya menjadi berkurang.

KESIMPULAN

Model alat yang dibuat adalah penghasil air tawar dan garam dari air laut berbahan dasar kaca dengan bentuk ruang kubus yang memiliki panjang 60 cm , lebar 60 cm dan tinggi 50 cm. Ruang kaca tersebut memiliki atap limas dengan panjang 60 cm, lebar 60 cm, tinggi 20 cm, dengan sudut kemiringan 34^0. Pada bagian samping kanan dan kiri ruang kaca terdapat cerobong beratap tempat sirkulasi udara berbahan pipa PVC dengan diameter 4,8 cm, panjang ke samping 10 cm dan tinggi ke atas 30 cm. Dalam ruang kaca tersebut terdapat wadah bahan tempat bahan diuapkan berbahan plastik dengan diameter 50 cm. Dalam ruangan terdapat saluran air yang akan mengalirkan air hasil kondensasi berbahan pipa *PVC* dengan panjang 60 cm, lebar 2,5 cm, tinggi 15 cm untuk bagian atas dan 5 cm untuk bagian bawah. Kemudian saluran air tersebut tersambung ke saluran *output* yang akan membawa air tawar hasil kondensasi ke tempat penampung air berbahan selang air dengan panjang 25 cm dan diameter 2,5 cm. Ruang kaca ini akan ditempatkan di atas penyangga berbahan besi siku dengan panjang 65 cm, lebar 65 cm dan tinggi taki 28 cm.Pengujian pada penelitian terhadap parameter suhu lingkungan, suhu kaca, suhu ruangan dan suhu air laut, dihasilkan suhu air laut lebih tinggi dari suhu ruang dan suhu kaca, dimana ketiganya memiliki suhu yang lebih tinggi dari suhu lingkungan. Hal ini karena adanya Efek Rumah Kaca atau *glass house effect*. Jadi, model alat telah bekerja dengan baik dengan menerapkan sistem efek rumah kaca tersebut. Proses yang terjadi pada model alat merupakan proses *batch* dimana bahan yang masuk sebesar 2000 ml akan mengalami proses pengolahan, pertama adalah proses destilasi yang menghasilkan air tawar sebesar 1316,5 ml kemudian mengalami proses pengkristalan garam yang menghasilkan 73,06 gram garam. Dari proses tersebut, persentase air awar yang dihasilkan sebesar 65,83 % sedangkan untuk garam 3,55 %.

DAFTAR PUSTAKA

Dahuri, Rokhimin. 2001. *Pengelolaan Ruang Wilayah Pesisir dan Lautan Seiring Dengan Pelaksanaan Otonomi Daerah.* Bandung : Universitas Islam Bandung.

Endah, Susana. 2015. *Suhu Dan Kalor***.** Bandung : Yayasan Widya Bhakti Sekolah Menengah Atas Santa Angela.

Engineering Tool Box. 2003 .Thermal Conductivity of common Materials and Gases. Diakses pada tanggal 10 Maret 2018. https://www.engineeringtoolbox.com

Engineering ToolBox. 2011. *Plastics – Thermal Conductivity Coefficients***.** Diakses pada tanggal 10 Maret 2018. https://www.engineeringtoolbox.com.

Gunawan, P.N. 2013. *Pengaruh Efek Rumah Kaca terhadap Lingkungan Hidup***.** Diakses 12 Februari 2018. https://ikabuh.files.wordpress.com

Hasbi, R. 2007. *Analisis Polutan Logam Tembaga (Cu) Dan Timbal (Pb) Dalam Sedimen Laut Pelabuhan Pantoloan Berdasarkan Kedalamannya*. Palu : UNTAD Press.

Heinz, Frick dan Moediartianto. 2002. *Ilmu Konstruksi Bangunan Kayu***.** Jakarta : Kanisius.

Hidayat, Rizqi Rizaldi. 2011. *Rancang Bangun Alat Pemisah Garam dan Air Tawar dengan menggunakan energi matahari.* Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Indrawan, Mochamad, Richard B Primack dan Jatna Supriatna. 2007. *Biologi Konservasi*. Jakarta : Yayasan Obor Indonesia.

Purbani, Dini. 2009. *Proses Pembentukan Kristalisasi Garam*. Jakarta : Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumberdaya Nonhayati Badan Riset Kelautan dan Perikanan Departemen Kelautan dan Perikanan.

Rahayu, Desti. 2015**.** *8 Faktor yang Mempengaruhi Kadar Garam Air Laut.* Diakses pada tanggal 26 Juni 2018. https://ilmugeografi.com/.

Sudarmadji. 2014. *Analisa Sisi Positif dan Negatif Pemilihan Bentuk Atap Berpenutup Genteng untuk Rumah Tinggal*. Palembang : Univeritas Sriwijaya.

Wisnubroto, S. 2004. *Meteorologi Pertanian Indonesia*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.