

Pengaruh Jumlah Tahapan Penyulingan Terhadap Kualitas Produksi Air Dan Garam

Johan Andi

Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Nusantara PGRI Kediri
Jalan K.H.Ahmad Dahlan No. 76 Kediri

Hesti Istiqlaliyah

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Nusantara PGRI Kediri
Jalan K.H.Ahmad Dahlan No. 76 Kediri
Istiqlaliyah_hesti@yahoo.co.id

Abstrak - Indonesia yang berada pada lintasan garis katulistiwa sangat menguntungkan dalam hal ketersediaan energi matahari. Didaerah pantai menerima energi matahari sepanjang tahun, kondisi demikian sangatlah tepat untuk proses penyulingan air laut menjadi air tawar dan produksi garam menggunakan *solar still* dengan memanfaatkan energi matahari karena jumlahnya cukup besar, ketersediaanya kontinyu dan berada disemua tempat.

Pengambilan data temperatur dan radiasi total matahari dilakukan secara bersamaan dengan durasi pengambilan data setiap 10 menit. Pengambilan data volume air tawar yang ditampung pada bak penampung dilakukan pengukuran pada sore hari dan pagi hari pada hari berikutnya. Pengambilan data garam dilakukan sore hari pada hari berikutnya. Air tawar dan garam yang diperoleh, kemudian dilakukan uji kualitas dan dibuat tabulasi tersendiri.

Dari hasil penelitian diperoleh hasil semakin kecilnya radiasi matahari harian maka semakin kecil juga temperatur lingkungan (T_a), kaca penutup (T_g) dan basin (T_b). Dari pembahasan dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan tahapan penyulingan, yaitu empat tahap dapat meningkatkan produktifitas air kondensat dan kualitas air (PH) lebih baik, sedangkan efisiensi *solar still* pada level satu lebih tinggi dibandingkan penggunaan dua level maupun satu level. Untuk produksi garam yang dihasilkan pada level empat lebih banyak dibandingkan dengan level satu, dua maupun level tiga. Untuk kualitas garam (NaCl) pada level satu lebih besar dibandingkan dengan level dua, tiga maupun empat.

Kata kunci: Kualitas air dan garam, *solar still*, tahapan penyulingan.

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang terletak pada lintasan garis katulistiwa, kondisi demikian sangat menguntungkan dalam hal ketersediaan energi matahari. Di Indonesia terutama didaerah pantai menerima energi matahari sepanjang tahun, kondisi demikian sangatlah tepat untuk proses penyulingan air laut menjadi air tawar dan produksi garam dengan

memanfaatkan energi matahari yang mempunyai keuntungan antara lain: jumlahnya cukup besar, ketersediaanya kontinyu dan berada disemua tempat.

Air dan garam ini merupakan komponen yang penting bagi kehidupan manusia. Sementara ketersediaan air saat ini sudah sangat memprihatinkan. Air bersih sudah sulit ditemukan, terutama di daerah-daerah yang gersang. Sedangkan produksi garam sendiri kurang diminati oleh masyarakat [1]. Hal ini dikarenakan proses yang rumit dengan biaya operasional yang tidak murah dengan hasil yang tidak seimbang. Dinas perindustrian sendiri mengatakan bahwa garam merupakan makanan dengan kandungannya yang sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia, sehingga kekurangan dan kualitas garam rendah dapat menyebabkan berbagai penyakit. Di beberapa daerah sentra penghasil garam mengalami permasalahan terhadap kualitas garam dan waktu produksi yang berlangsung hanya tiga sampai empat bulan dalam setahun.

Penelitian ini mengkombinasikan penelitian sebelumnya [2] pada bidang *solar still* dan mendekati proses pembuatan garam [3], sehingga penelitian ini menggunakan peralatan *solar still* dengan sistim bertingkat. Dari permasalahan dan sistem peralatan yang di teliti diharapkan dapat meningkatkan produktifitas air tawar, peningkatan efisiensi *solar still*, produktifitas garam dan kualitas garam.

Berdasarkan uraian diatas rumusan masalahnya yaitu bagaimana pengaruh penambahan jumlah tahapan penyulingan dengan menggunakan *solar still* terhadap kualitas produksi air dan garam.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Proses penyulingan air laut menjadi air tawar menggunakan peralatan *solar still*, adalah proses pemindahan panas yang terjadi pada bagian dasar dari *solar distillation* yang menerima energi dalam bentuk radiasi matahari. Penerimaan energi radiasi

matahari oleh pelat penyerap (*basin*) menyebabkan naiknya temperatur air laut yang berada diatasnya. Air laut mengalami proses penguapan dan uap air yang terbentuk menempel pada permukaan kaca penutup bagian bawah. Udara luar yang mengalir pada bagian luar permukaan mendinginkan kaca penutup, uap air yang menempel pada kaca penutup mengalami kondensasi, kemudian berubah menjadi air kondensat. Air kondensasi mengalir turun melewati permukaan bagian dalam kaca penutup, yang kemudian mengalir menuju bak penampungan melewati suatu saluran yang telah disediakan. Sedangkan konsentrasi air laut yang banyak mengandung unsur garam akan mengendap dan berubah menjadi kristal.

Beberapa penelitian telah dilakukan, masing-masing mempunyai karakteristik dan tujuan yang berbeda. Beberapa diantaranya digunakan sebagai dasar untuk mendukung pelaksanaan penelitian ini. Beberapa penelitian tersebut adalah :

Nilai komersial garam ditentukan oleh kemurnian natrium klorida. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan natrium klorida yang murni dengan mengurangi kadar pencemarnya melalui rekristalisasi bertingkat. Setelah garam dapur curah direkristalisasi empat kali diperoleh natrium klorida yang memenuhi persyaratan sebagai bahan baku farmasetis [4].

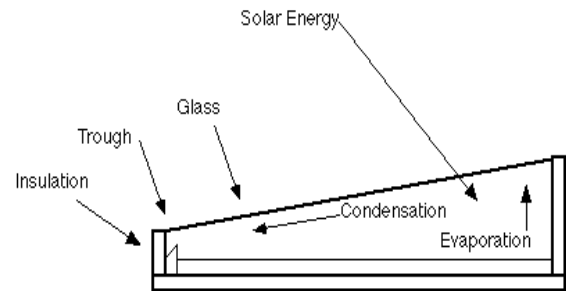
Tetuko dkk, meneliti *heat transfer* pada sistem desalinasi tenaga surya dengan pelat penyerap berbasis tembaga. Telah dilakukan perhitungan perpindahan panas (*heat transfer*) pada sistem desalinasi air laut menggunakan tenaga surya. Dari hasil perhitungan panas untuk aplikasi Dari hasil perhitungan panas untuk aplikasi desalinasi air laut berbasis tenaga surya, didapatkan: heat flux radiasi surya = 884.80 W/m², kerugian panas radiasi = 1.91 W/m², heat flux konveksi = 162.19 W/m², heat flux konduksi = 68.40 W/m², nilai heat flux evaporasi dan kondensasi = 300.93 W/m² [5].

La Aba, meneliti karakteristik permukaan *absorber* radiasi matahari pada *solar still* dan aplikasinya sebagai alat destilasi air laut menjadi air tawar. penelitian menghasilkan pelat absorber gelombang dan tebal paling efektif untuk meningkatkan kinerja *solar still* [6].

Astawa, K, Pengaruh Penggunaan Pipa Kondensat sebagai *Heat Recovery* pada Basin Type *Solar Still* terhadap efisiensi Pengaruh. Hasil yang diperoleh dengan penambahan pipa kondensat sebesar 26.8 % dan terjadi peningkatan efisiensi sebesar 46.1 % [7].

A. Prinsip Kerja Solar Still

Solar still adalah suatu peralatan yang digunakan untuk menyuling air laut menjadi air tawar dengan memanfaatkan energi radiasi matahari. Skema prinsip kerja *solar still* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Skema sistim solar still [1]

Radiasi yang menuju kaca penutup dipantulkan, diserap, dan sebagian besar diteruskan menuju pelat penyerap. Selanjutnya radiasi matahari melalui kaca penutup dan air laut kemudian sampai pada bagian dasar pelat penyerap yang sekaligus sebagai penampung. Pelat penyerap panas, dimana panas yang terjadi menaikkan temperatur air laut yang ada diatas bak penampung. Uap air hasil pemanasan naik ke atas dan memenuhi permukaan bagian bawah kaca penutup. Udara luar yang mengalir pada bagian luar peralatan mendinginkan kaca penutup, uap air yang menempel pada permukaan kaca penutup bagian bawah mengalami kondensasi, kemudian berubah menjadi titik-titik air. Titik-titik air hasil kondensasi mengalir turun melalui permukaan bagian bawah kaca penutup menuju bak penampung melalui saluran yang telah disiapkan.

B. Efisiensi solar still

Efisiensi *solar still* dapat di definisikan sebagai perbandingan antara perpindahan panas pada alat distilasi dengan evaporasi kondensasi terhadap besarnya radiasi matahari.

Dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut [8]:

$$\eta_i = \frac{q_e}{G_t} (\%) \quad (1)$$

Panas yang dibutuhkan untuk evaporasi-kondensasi pada luasan tertentu sebagai berikut [9] :

$$q_e = \frac{\dot{m}_p h_{fg}}{A} \text{ (kW/m}^2\text{)} \quad (2)$$

Untuk menghitung radiasi total harian pada *solar still* sebagai berikut [9]:

$$G_s = \frac{(tx60) \times G_t}{1000000} \text{ (MJ/m}^2\text{)} \quad (3)$$

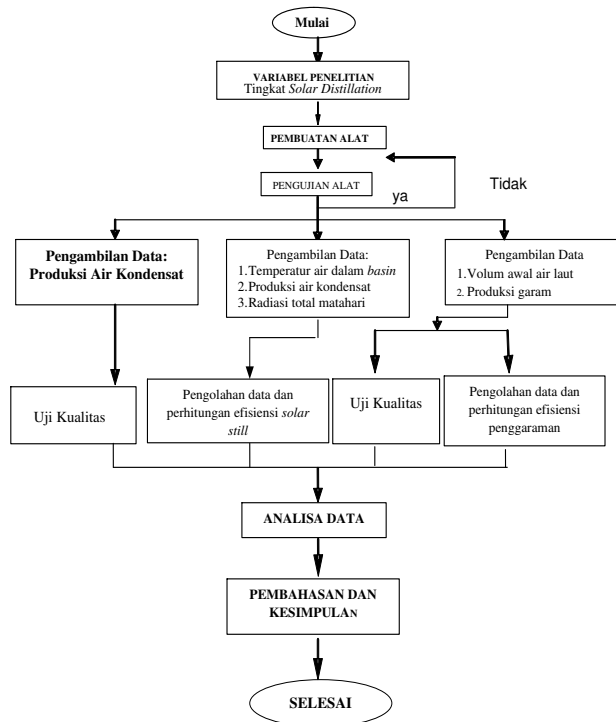
Untuk efisiensi harian yang dihasilkan oleh *solar still* secara eksperimen sebagai berikut [8]:

$$\eta_i = \frac{\dot{m}_p h_{fg}}{G_s A} 100\% \quad (4)$$

dengan:

$$\eta_i = \text{Efisiensi solar still (\%)}$$

$$\dot{m}_p = \text{Laju aliran masa produk destilasi persatuan waktu/hari (kg/s)}$$



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Dari sisi jumlah level yang digunakan, penelitian dengan menggunakan empat level akan menghasilkan produksi air kondensat, produksi garam lebih tinggi

dibandingkan dengan menggunakan satu, dua dan tiga level, begitu pula untuk efisiensi *solar distillation* dan efisiensi produksi garam.

Dari data hasil pengujian tanggal 25 November sampai dengan 6 Desember 2015 diperoleh data dan dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 m_p &= \text{Laju aliran masa produk destilasi perhari} = 2,16 \text{ kg/hari} \\
 h_{fg} &= \text{Panas laten penguapan} = 2377,9 \text{ (kJ/kg)} \\
 A &= \text{Luas dari basin} = 1,00 \times 0,50 \text{ m}^2 \rightarrow 0,5 \text{ (m}^2\text{)} \\
 t &= \text{Waktu} = 5 \text{ menit} \\
 G_s &= \text{Radiasi harian} = 446,8 \text{ kal/cm}^2 = 18706,6 \text{ (kJ/m}^2\text{)} \text{ (dari tabel radiasi total matahari dari BMKG Jawa timur)}
 \end{aligned}$$

Untuk menghitung efisiensi harian *solar distillation* menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \eta_i &= \frac{m_p \times h_{fg}}{G_s \times A} \times 100 \\
 &= \frac{2,16 \times 2377,9}{18706,6 \times 0,5} \times 100 \\
 &= \frac{5136,26}{93,53,3} \times 100 \\
 &= 54,9 \%
 \end{aligned}$$

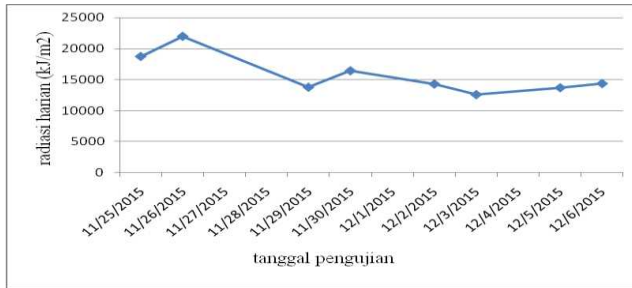
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil pengujian

Tabel 1. Hasil Total Pengolahan Data *Solar Distillation*

No	tgl	Ta.1	Tab.1	Tg.1	Rad. Harian (kal/cm ²)	Rad. Harian (kJ/m ²)	Prod. Air (lt)	Prod. Garam (gr)	hfg	eff.
1	11/25/2015	25.9	53.1	39.5	446.8	18706.6	2.16	456.0	2377.9	54.9
	11/26/2015	26.2	53.8	40.3	524.3	21951.4	2.23		2377.1	48.3
	11/29/2015	25.0	45.9	38.0	328.4	13749.5	2.90		2376.7	50.1
2	11/30/2015	25.2	46.5	38.7	391.7	16399.7	3.04	495.0	2393.5	44.4
	12/2/2015	24.5	44.9	38.4	340.7	14264.4	3.40		2398.3	38.1
3	12/3/2015	23.3	41.5	35.8	299.9	12556.2	3.20	705.0	2400.4	40.8
	12/5/2015	23.6	44.1	37.2	326.4	13665.7	3.87		2401.6	34.0
4	12/6/2015	24.4	45.7	37.2	342.7	14348.2	4.30	816.0	2380.0	35.7

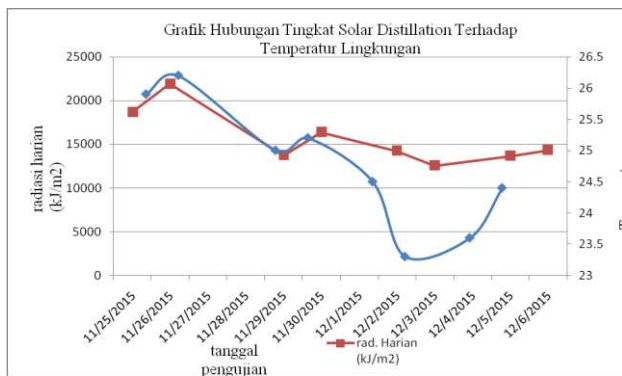
Dari tabel hasil perhitungan diatas menghasilkan grafik sebagai berikut:



Grafik 1. Hubungan tingkatan solar distillation terhadap radiasi matahari harian

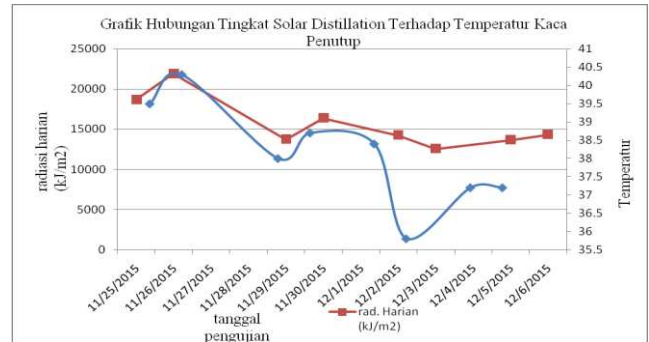
Berdasarkan grafik 1 diatas diperoleh data radiasi matahari yang direkam oleh *data logger* melalui *pyranometer* selama pengujian cukup bervariasi. Radiasi harian matahari terendah pada tanggal pengujian 03 Desember 2015 yaitu sebesar 21951.4 kJ/m². Sedangkan untuk radiasi harian matahari tertinggi pada tanggal 26 November 2015 yaitu sebesar 12556.2 kJ/m². Hal ini panas yang terjadi pada tanggal 26 November 2015 lebih tinggi dan proses solar distillation berjalan dengan baik.

Dari data hasil penelitian yang telah dilakukan, kemudian dapat dibuat grafik Hubungan Tingkatan *Solar Distillation* Terhadap Temperatur Lingkungan sebagai berikut:



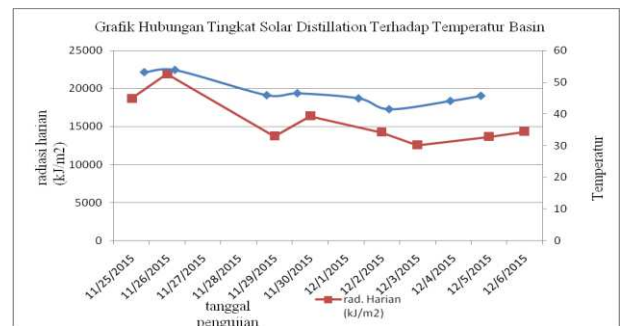
Grafik 2. Hubungan Tingkatan *Solar Distillation* Terhadap Temperatur Lingkungan.

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa untuk temperatur lingkungan pada tanggal 25-26 November 2015 mempunyai temperatur lingkungan yang tinggi yaitu sebesar 26,2°C, hal ini dikarenakan radiasi harian juga besar. Sedangkan untuk tanggal 29-30 Nopember 2015 temperatur lingkungannya mengalami penurunan dari hari sebelumnya. Untuk temperatur lingkungan paling rendah terjadi pada tanggal 3 Desember 2015 yaitu sebesar 23,3°C. Pada tanggal 5-6 Desember 2015 temperatur lingkungan mengalami peningkatan kembali seiring peningkatan radiasi matahari harian.



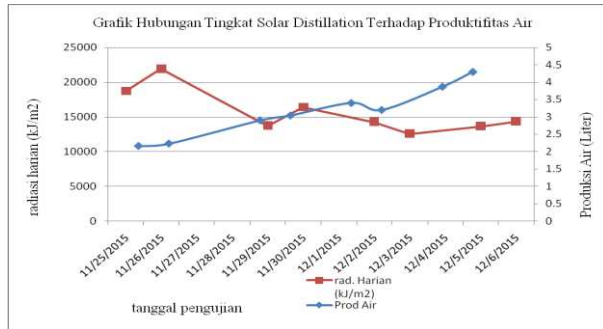
Grafik 3. Hubungan Tingkatan *Solar Distillation* Terhadap Temperatur Kaca Penutup

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa untuk temperatur kaca penutup pada tanggal 25-26 November 2015 mempunyai temperatur yang tinggi yaitu sebesar 40,3°C, hal ini dikarenakan radiasi harian juga besar. Sedangkan untuk tanggal 29-30 Nopember 2015 temperatur kaca penutupnya mengalami penurunan dari hari sebelumnya. Untuk temperatur kaca penutup paling rendah terjadi pada tanggal 3 Desember 2015 yaitu sebesar 35,8°C. Pada tanggal 5-6 Desember 2015 temperatur kaca penutup mengalami peningkatan kembali seiring peningkatan radiasi matahari harian.



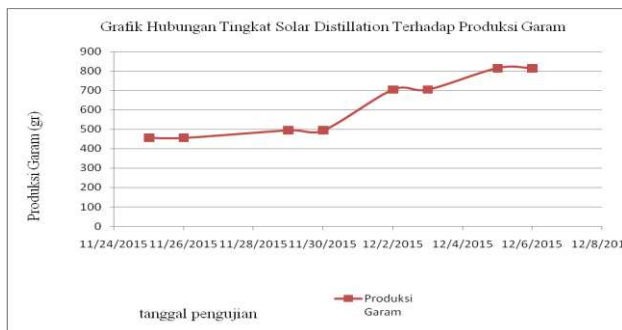
Grafik 4. Hubungan Tingkatan *Solar Distillation* Terhadap Temperatur Basin.

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa untuk temperatur Basin pada tanggal 25-26 November 2015 mempunyai temperatur Basin yang tinggi yaitu sebesar 53,8°C, hal ini dikarenakan radiasi harian juga besar. Sedangkan untuk tanggal 29-30 Nopember 2015 temperatur lingkungannya mengalami penurunan dari hari sebelumnya. Untuk temperatur Basin paling rendah terjadi pada tanggal 3 Desember 2015 yaitu sebesar 41,5°C. Pada tanggal 5-6 Desember 2015 temperatur Basin mengalami peningkatan kembali seiring peningkatan radiasi matahari harian.



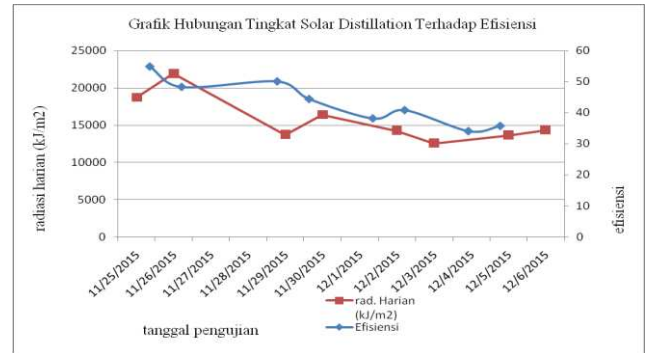
Grafik 5. Hubungan tingkatan *solar distillation* terhadap produktifitas air.

Berdasarkan grafik 5 yaitu pengaruh tingkatan *solar distillation* terhadap produksi air kondensat, diperoleh hasil produktifitas air tertinggi pada bentuk level empat pada tanggal 6 Desember 2015 menunjukkan produktifitas air sebesar 4,30 Liter, sedangkan produktifitas air terendah pada tanggal 25 November 2015 sebesar 2,16 liter. Untuk produktifitas air tertinggi dipengaruhi oleh penambahan setiap level *solar distillation* setiap penambahan tanggal pengujian.



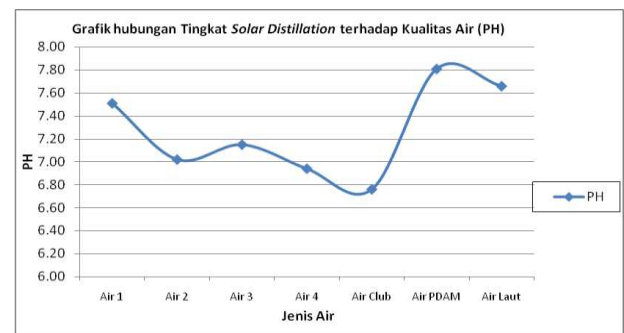
Grafik 6. Hubungan tingkatan *solar distillation* terhadap produksi garam.

Berdasarkan grafik 6 yaitu hubungan tingkatan *solar distillation* terhadap produksi garam, bahwa jumlah tingkatan terhadap produktifitas *solar still* diperoleh hasil produktifitas tertinggi pada bentuk level empat pada tanggal 6 desember 2015, sedangkan produktifitas terendah pada level satu sebesar 456 gram pada tanggal 25-26 November 2015. Pada level empat hasil produktifitasnya adalah sebesar 816 gram. Hal ini proses pengendapan yang terjadi pada level 4 lebih baik dan menghasilkan produktifitas *solar still* untuk garamnya lebih banyak.



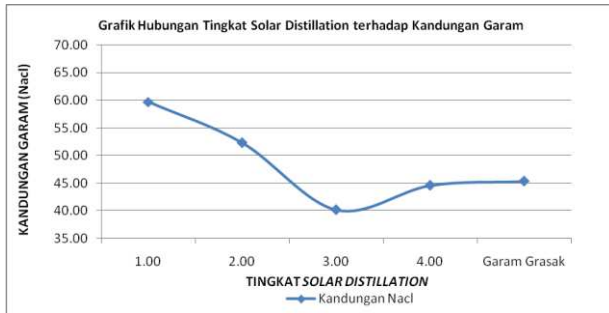
Grafik 7. Pengaruh jumlah tingkatan *solar distillation* terhadap efisiensi

Berdasarkan grafik 7 diatas dapat diketahui bahwa untuk efisiensi pada tanggal 25 November 2015 mempunyai efisiensi yang tinggi yaitu sebesar 54,9, Sedangkan untuk tanggal 29-30 Nopember 2015 efisiensi mengalami penurunan dari hari sebelumnya. Untuk efisiensi paling rendah terjadi pada tanggal 5 Desember 2015 yaitu sebesar 34. Pada tanggal 6 Desember 2015 efisiensi mengalami peningkatan meskipun tidak signifikan.



Grafik 8. Hubungan tingkatan *solar distillation* terhadap kualitas air (PH).

Dari grafik di atas didapatkan perbandingan antara beberapa jenis air yaitu air club, air PDAM, air laut dan air hasil dari *solar distillation*. Dari hasil kualitas air didapatkan bahwa untuk hasil air dari level 4 distillation mempunyai kualitas air (PH) hampir sama dengan air olahan yaitu club yang dapat bisa dikonsumsi dimana kualitas air club yaitu 6,76 sedangkan untuk air pada level 4 adalah 6,94. Sedangkan PH tertinggi dari hasil pengujian yang didapatkan adalah pada air PDAM yaitu sebesar 7,81. Untuk kualitas air pada level satu sampai level tiga masih sekitar 7.02 samapi 7,51.



Grafik 9. Hubungan tingkatan solar distillation terhadap kandungan garam (NaCl).

Berdasarkan grafik 9 bahwa jumlah tingkatan terhadap kandungan garam (NaCl) diperoleh hasil tertinggi pada bentuk level satu, sedangkan kandungan terendahnya adalah pada level tiga sebesar 40,15. Pada level empat hasil kandungan garamnya adalah sebesar 59,69. Sedangkan untuk garam grasak mempunyai kandungan garam sebesar 45,34.

B. Pembahasan

Dari hasil penelitian dapat dilakukan pembahasan sebagai berikut:

- Dari pengujian yang dihasilkan pada tanggal 6 Desember 2015 dapat di analisa posisi miring pada level 4 mempunyai panas yang tinggi dan tingkat penguapan menghasilkan produktifitas air kondensat lebih tinggi dibandingkan dengan level tiga, dua dan satu dan kualitas air (PH) pada hari sebelumnya . Kondisi demikian disebabkan oleh: Panas yang tinggi pada tingkat empat dan bentuk yang miring, sehingga uap air yang menempel pada permukaan kaca lebih banyak sehingga produktifitas airnya menjadi lebih banyak sedangkan untuk level tiga, dua dan satu aliran air yang mengalir menjadi berkurang dan produktifitas airnya lebih rendah. Kondisi demikian juga dipengaruhi oleh kondisi radiasi matahari pada setiap harinya, apabila radiasi mataharinya menurun atau cuacanya berawan maka produktifitas airnya juga menurun. Hal ini juga dapat diketahui pada saat pengujian bahwa untuk air yang dihasilkan pada level empat mempunyai kualitas air (PH) yang lebih baik dengan level satu, dua, tiga maupun pada air PDAM dan air laut. Hasil air pada level empat hampir sama kualitasnya dengan air club yang bisa dikonsumsi langsung, hal ini proses penguapan yang terjadi karena panas tinggi dari matahari dan uap airnya yang dihasilkan lebih jernih.
- Hubungan tingkatan *solar distillation* terhadap efisiensi disebabkan oleh: Produksi air kondensat pada level empat yang besar dapat diketahui bahwa efisiensi *solar still*nya lebih kecil hal ini berpengaruh pada laju aliran air yang melewatinya lebih kecil karena proses penguapan yang tinggi dan panas yang lebih tinggi

dibandingkan pada level tiga maupun level satu yang mempunyai efisiensi *solar still* yang lebih tinggi. Temperatur pada basin (Tab) yang dihasilkan pada level 4 lebih tinggi hal ini kondisi level 4 yang lebih dekat dengan radiasi matahari dan proses penguapan yang lebih cepat didapatkan temperatur yang lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi pada tingkat tiga, dua dan satu.

- Hubungan tingkatan *solar distillation* terhadap produksi garam dan kualitas garam (NaCl) disebabkan: Produksi garam pada level empat pada tanggal 6 Desember 2015 yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan level tiga, dua maupun satu. Hal ini dikarenakan proses penguapan yang cepat pada level empat menghasilkan produksi garam yang banyak pula. Pada kualitas garam (NaCl) didapatkan pada level satu lebih tinggi hal ini dikarenakan proses penguapan yang lambat maka kualitasnya akan semakin baik.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Intensitas radiasi matahari mempunyai kaitan yang erat dengan waktu pada setiap harinya dan berpengaruh terhadap temperatur pada sistem *solar distillation*. Dengan Semakin kecilnya radiasi matahari harian maka semakin kecil juga temperatur lingkungan (T_a), kaca penutup (T_g) dan basin (Tab).
2. Penambahan level pada *solar distillation*, yaitu level empat pada tanggal 6 Desember 2015 dapat meningkatkan produktifitas air kondensat dan kualitas air (PH) nya lebih baik, sedangkan efisiensi *solar still* pada level satu lebih tinggi dibandingkan penggunaan dua level maupun satu level.
3. Produksi garam yang dihasilkan pada level empat *solar distillation* pada tanggal 6 Desember 2015 lebih banyak dibandingkan dengan level tiga maupun satu dan dua level. Sedangkan untuk kualitas garam (NaCl) pada level satu lebih besar dibandingkan dengan level dua, tiga maupun empat.

B. Saran

Setelah melakukan penelitian, maka saran penulis adalah sebagai berikut .:

1. Penelitian sebaiknya dilakukan di tempat terbuka yang panas dan pada musim kemarau untuk mendapatkan intensitas radiasi matahari yang maksimal
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang penambahan level yang lebih tinggi agar mendapatkan panas yang maksimal dan produktifitas air dan garam yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Risdiyanto, Nova, 2012, *Pengaruh Solar Distillation Bertingkat Terhadap Produktifitas Air dan Garam*, Jurnal Ilmiah PROTON, Vol. 4, No. 1, 33-38.
- [2] Ismail N. R., 2006, *Studi Eksperimen Pengaruh Jenis Dan Jarak Dinding Kondensasi Terhadap Efisiensi Dan Produktifitas Solar Still*, Thesis. Malang: Program Pascasarjana Jurusan Teknik Mesin Unibraw Malang.
- [3] Dini Purbani, 2006, *Proses Pembentukan Kristalisasi Garam*, Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumberdaya Nonhayati, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan. <http://www.oocities.org>, diakses pada tanggal 24 Oktober 2015.
- [4] Nurhidayati L, 2007, *Tujuan Penelitian Ini Adalah Mendapatkan Natrium Klorida Yang Murni Dengan Mengurangi Kadar Pencemarnya Melalui Rekristalisasi Bertingkat*. www.chem.ui.ac.id/seminar-snk2007/Abstrak/30_160507_Lilieik, diakses pada tanggal 24 September 2015.
- [5] T. etuko A.P, Khaerudini D.S., Muljadi dan Sebayang P., 2009, *Heat Transfer pada Sistem Desalinasi Tenaga Surya dengan Pelat Penyerap berbasis Tembaga*, <http://fisika.brawijaya.ac.id/bss-ub/proceeding>, diakses pada tanggal 2 Oktober 2015.
- [6] La Aba, 2008, *Karakteristik Permukaan Absorber Radiasi Matahari pada Solar Still dan Aplikasinya Sebagai Alat Destilasi Air Laut menjadi Air Tawar*. journal.lib.unair.ac.id/index.php/sgm
- [7] Astawa, 2008, *Pengaruh Penggunaan Pipa Kondensat sebagai Heat Recovery pada Basin Type Solar Still Terhadap Efisiensi*, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM, Vol. 2, No.1, 34-41.
- [8] Duffie J.A. dan Beckman W.A., 1980, *Solar Engineering Of Thermal Processes*. New York : John Willey & Sons.
- [9] Lempoy K.A., 2004, *Pilot Proyek Basin Tipe Solar Still Dipesisir Probolinggo*, Tesis. Malang. Program Pascasarjana Teknik Mesin Univ. Brawijaya Malang.