

**PENINGKATAN UNJUK KERJA SOLAR STILL
DENGAN VAKUM**

SKRIPSI



Oleh:

**Hudian Nur Sahri
1603035059**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

PENINGKATAN UNJUK KERJA SOLAR STILL DENGAN VAKUM

SKRIPSI

Oleh:
Hudian Nur Sahri
1603035059

Telah diuji dan dinyatakan lulus dalam Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UHAMKA
Tanggal, 14 Agustus 2020

Pembimbing



Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.Si.
NIDN. 0301126901

Penguji-1



Rifky, S.T., M.M.
NIDN. 0305046501

Penguji-2




Drs. M. Yusuf Djeli, M.M., M.T.
NIDN. 0330016001

Mengesahkan,
Dekan
Fakultas Teknik UHAMKA



Dr. Sugema, S.Kom., M.Kom
NIDN. 0323056403

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Mesin



Delvis Agusman, S.T., M.Sc.
NIDN. 0311087002

ABSTRAK

Peningkatan Unjuk Kerja Solar Still dengan Vakum

Hudian Nur Sahri

Air tawar sangat penting untuk kebutuhan manusia, tetapi kelangkaan untuk mendapatkan air tawar sudah banyak terjadi diberbagai tempat, sedangkan jumlah air terbesar adalah air laut yang berjumlah sekitar 96,5% dari seluruh air yang ada di permukaan bumi. Masalahnya air laut mengandung mineral dalam jumlah besar sehingga harus diproses terlebih dahulu, salah satu caranya dengan menggunakan *solar still*. Secara umum produktifitas air tawar yang dihasilkan *solar still* model konvensional relatif rendah, sehingga penelitian ini bertujuan meningkatkan unjuk kerja *solar still* dengan cara penambahan vakum. Penelitian ini menggunakan *solar still* tipe basin yang menggunakan bahan aluminium dengan panjang 400mm, lebar 300mm, tebal 1,6mm dan kemiringan 30°. Ketinggian air pada *solar still* dijaga sebesar 2cm, sedangkan untuk tekanan vakum dapat diukur menggunakan manometer tabung-u. Hasil dari penelitian ini didapat massa *solar still* tanpa vakum sebesar 10 gram dan *solar still* dengan vakum 39,3 gram, maka terjadi peningkatan yield pada *solar still* sebesar 293%, dan didapat efisiensi pada *solar still* dengan vakum adalah 33,93% sedangkan *solar still* tanpa vakum adalah 8,54%, hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan vakum dapat meningkatkan unjuk kerja *solar still*.

Kata kunci: *solar still*, vakum, desalinasi, unjuk kerja

Increased Performance of Solar Still with Vacuum

Hudian Nur Sahri

Fresh water is very important for human needs, but the scarcity of getting fresh water has occurred in many places, while the largest amount of water is sea water which amounts to about 96.5% of all water on the earth's surface. The problem is sea water contains large amounts of minerals, so it must be processed first, one way is by using solar still. In general, the productivity of fresh water produced by conventional solar still models is relatively low, so this study aims to improve solar still performance by adding vacuum. This study uses a basin-type solar still using aluminum with a length of 400mm, a width of 300mm, a thickness of 1.6mm and a slope of 30°. The water level in the solar still is kept at 2cm, while the vacuum pressure can be measured using a u-tube manometer. The results of this research show that the mass of solar still without vacuum is 10 grams and solar still with vacuum is 39.3 grams, so there is an increase in yield on solar still by 293%, and the efficiency of solar still with vacuum is 33.93% while solar still without vacuum is 8.54%, it shows that the addition of vacuum can increase the performance of solar still.

Keywords: *solar stills, vacuum, desalination, performance*

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

PBB (Perserikatan Bangsa-Bangsa) menyebutkan bahwa pada tahun 2030 lebih dari 700 juta orang akan menderita kelangkaan air (CNN Indonesia, 2018). Pernyataan tersebut diperkuat dengan kekeringan dan perubahan iklim dunia yang sedang terjadi saat ini (BBC, 2019a), (BBC, 2019b), oleh karena itu dibutuhkan sumber air tawar lain. Sumber air terbesar adalah air laut yang berjumlah sekitar 96,5 % dari seluruh air yang ada di permukaan bumi (USGS, 2010). Masalahnya adalah air laut mengandung mineral dalam jumlah yang besar sehingga harus diproses terlebih dahulu (Dan Mugisidi & Heriyani, 2018) dengan salah satu caranya *solar desalination* menggunakan *solar still*.

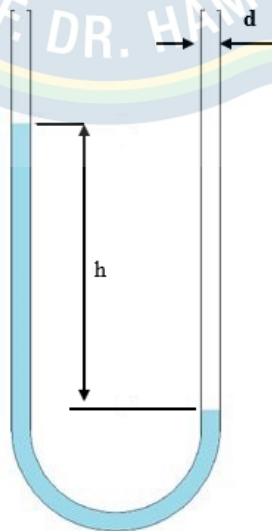
Solar still sudah diteliti sejak tahun 1872 oleh C. Wilson (Kumar & Tiwari, 1996). *Solar still* yang pertama adalah model konvensional yang sangat populer dikalangan para peneliti, dan semakin banyak desain-desain baru yang diajukan peneliti (Kumar & Tiwari, 1996), (A. Safwat Nafey, Abdelkader, Abdelmotalip, & Mabrouk, 2002), D. Mugisidi et al menambahkan pasir besi pada basin *solar still* yang meningkatkan efisiensi (D. Mugisidi, Cahyani, Heriyani, Agusman, & Rifky, 2019), A. Safwat Nafey et al meneliti tentang meningkatkan produktivitas *solar still* dengan menggunakan plat hitam berlubang (A. Safwat Nafey et al., 2002), V. Velmurugan et al meneliti tentang basin tunggal *solar still* dengan sirip untuk meningkatkan produktivitas (Velmurugan, Gopalakrishnan, Raghu, & Srithar, 2008), Panchal meneliti menggunakan tabung vakum yang terpasang pada *solar still* yang bertujuan agar meningkatnya produksi air tawar (Panchal, 2014), terjadi peningkatan penguapan pada *solar still* dengan penambahan vakum sebesar 50% (Gnanadason, Kumar, Sivaraman, & Daniel, 2011).

Penggunaan vakum pada *solar still* dapat meningkatkan penguapan bahkan pada temperatur rendah, karena tekanan pada ruang evaporasi dapat dikendalikan menggunakan vakum, menyebabkan tekanan pada ruang evaporasi lebih rendah

Keterangan Gambar 3-4:

- a: titik pengukuran pada temperatur air
- b: pengukuran temperatur evaporasi
- c: titik pengukuran temperatur kaca penutup
- d: pengukuran intensitas radiasi matahari
- e: pengukuran temperatur lingkungan sekitar

Solar still yang digunakan adalah tipe konvensional *single basin* yang menggunakan material aluminium dengan tebal 1,6mm (Dan Mugisidi, Heriyani, Abdel-Rehim, & Fathurohman, 2018), (Çengel, Yunus A. Boles, Michael A. Kanoğlu, 2019), dan cover penutupnya menggunakan kaca dengan tebal 3mm. Kemiringan pada cover *solar still* ini sebesar 30° (Ekadewi A. Handoyo, Djatmiko Ichsani, 2013), ketinggian air dijaga pada ketinggian 2cm dan jarak antara air ke permukaan kaca adalah 16cm, *solar still* juga dilapisi dengan *styrofoam* sebagai isolator untuk mengurangi *heat loss*. Cara kerja *solar still* pada Gambar 3-3 sama seperti tipe *solar still* konvensional lainnya dimana radiasi matahari yang masuk ke basin menyebabkan meningkatnya temperatur air dan tekanan uap. Air yang menguap terkondensasi dan menjadi butir-butir air yang menempel di penutup *solar still* yang miring dan mengalir ke bagian pengumpul air.



Gambar 3-5 U-Tube Manometer

DAFTAR REFERENSI

- Abdulrahman. (2019). *MENENTUKAN KONSTANTA PERPINDAHAN PANAS KONVEKSI (C dan n) PADA SOLAR STILL*. Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA.
- Abu-Arabi, M., Zurigat, Y., Al-Hinai, H., & Al-Hiddabi, S. (2002). Modeling and performance analysis of a solar desalination unit with double-glass cover cooling. *Desalination*, *143*(2), 173–182. [https://doi.org/10.1016/S0011-9164\(02\)00238-2](https://doi.org/10.1016/S0011-9164(02)00238-2)
- Al-Hayeka, I., & Badran, O. O. (2004). The effect of using different designs of solar stills on water distillation. *Desalination*, *169*(2), 121–127. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2004.08.013>
- Ali Samee, M., Mirza, U. K., Majeed, T., & Ahmad, N. (2007). Design and performance of a simple single basin solar still. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *11*(3), 543–549. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2005.03.003>
- BBC. (2019a). Perubahan iklim: Dunia sedang mengalami dekade terhangat sejak 1850 - BBC News Indonesia. *Perubahan Iklim*. Retrieved from <https://www.bbc.com/indonesia/majalah-47153717>
- BBC. (2019b). Sekitar 1,7 miliar orang di 17 negara terancam kekeringan dengan “tekanan ketersediaan air” pada batas ekstrem - BBC News Indonesia. *Kekeringan*. Retrieved from <https://www.bbc.com/indonesia/dunia-49250405>
- Boutriaa, A., & Rahmani, A. (2017). Thermal modeling of a basin type solar still enhanced by a natural circulation loop. *Computers and Chemical Engineering*, *101*, 31–43. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2017.02.033>
- Çengel, Yunus A. Boles, Michael A. Kanoğlu, M. (2019). *Thermodynamics_ an Engineering Approach. Ninth Edition.2019*.

- CNN Indonesia. (2018). PBB: Dunia dalam Bahaya Krisis Air Global. *Water Crisis*. Retrieved from <https://www.cnnindonesia.com/internasional/20180315122456-134-283227/pbb-dunia-dalam-bahaya-krisis-air-global>
- Danish, S. N., El-Leathy, A., Alata, M., & Al-Ansary, H. (2019). Enhancing solar still performance using vacuum pump and geothermal energy. *Energies*, 12(3), 1–13. <https://doi.org/10.3390/en12030539>
- Dwivedi, V. K., & Tiwari, G. N. (2010). Experimental validation of thermal model of a double slope active solar still under natural circulation mode. *Desalination*, 250(1), 49–55. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2009.06.060>
- Ekadewi A. Handoyo, Djatmiko Ichsani, P. (2013). *The optimal tilt angle of a solar collector*. (32), 166–175.
- El-Bahi, A., & Inan, D. (1999). Analysis of a parallel double glass solar still with separate condenser. *Renewable Energy*, 17(4), 509–521. [https://doi.org/10.1016/S0960-1481\(98\)00768-X](https://doi.org/10.1016/S0960-1481(98)00768-X)
- Elango, C., Gunasekaran, N., & Sampathkumar, K. (2015). Thermal models of solar still - A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 856–911. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.054>
- Gnanadason, M. K., Kumar, P. S., Sivaraman, G., & Daniel, J. E. S. (2011). Design and Performance Analysis of a Modified Vacuum Single Basin Solar Still. *Smart Grid and Renewable Energy*, 02(04), 388–395. <https://doi.org/10.4236/sgre.2011.24044>
- Hassan, H., Ahmed, M. S., Fathy, M., & Yousef, M. S. (2020). Impact of salty water medium and condenser on the performance of single acting solar still incorporated with parabolic trough collector. *Desalination*, 480(January), 114324. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2020.114324>
- Karthik, K., Manimaran, A., Ramesh Kumar, R., & Udaya Prakash, J. (2018). Solar energy performance analysis of basin-type solar still under the effect of vacuum pressure. *International Journal of Ambient Energy*, 0(0), 1–8.

<https://doi.org/10.1080/01430750.2018.1501734>

- Khawaji, A. D., Kutubkhanah, I. K., & Wie, J. M. (2008). Advances in seawater desalination technologies. *Desalination*, 221(1–3), 47–69. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2007.01.067>
- Kumar, S., & Tiwari, G. N. (1996). Performance evaluation of an active solar distillation system. *Energy*, 21(9), 805–808. [https://doi.org/10.1016/0360-5442\(96\)00015-1](https://doi.org/10.1016/0360-5442(96)00015-1)
- Lawrence, S. A., Gupta, S. P., & Tiwari, G. N. (1990). Effect of heat capacity on the performance of solar still with water flow over the glass cover. *Energy Conversion and Management*, 30(3), 277–285. [https://doi.org/10.1016/0196-8904\(90\)90010-V](https://doi.org/10.1016/0196-8904(90)90010-V)
- M. Koilraj Gnanadason, P. Senthil Kumar, S.Rajakumar, M. H. S. Y. (2011). EFFECT OF NANOFUIDS IN A VACUUM SINGLE BASIN SOLAR STILL. *International Journal of Advanced Engineering Research and Studies*, 1(1), 171–177.
- Manokar, A. M., Winston, D. P., Kabeel, A. E., Sathyamurthy, R., & Arunkumar, T. (2018). Different parameter and technique affecting the rate of evaporation on active solar still -a review. *Heat and Mass Transfer/Waerme-Und Stoffuebertragung*, 54(3), 593–630. <https://doi.org/10.1007/s00231-017-2170-9>
- Mohamed, A. F., Hegazi, A. A., Sultan, G. I., & El-Said, E. M. S. (2019). Augmented heat and mass transfer effect on performance of a solar still using porous absorber: Experimental investigation and exergetic analysis. *Applied Thermal Engineering*, 150(January), 1206–1215. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2019.01.070>
- Mugisidi, D., Cahyani, R. S., Heriyani, O., Agusman, D., & Rifky. (2019). Effect of Iron Sand in Single Basin Solar Still: Experimental Study. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 268(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/268/1/012158>

- Mugisidi, Dan, & Heriyani, O. (2018). Sea Water Characterization at Ujung Kulon Coastal Depth as Raw Water Source for Desalination and Potential Energy. *E3S Web of Conferences*, 31, 18–21. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183102005>
- Mugisidi, Dan, Heriyani, O., Abdel-Rehim, Z. S., & Fathurohman, H. (2018). The influence of container material conductivity to sea water evaporation. *AIP Conference Proceedings*, 1977(June). <https://doi.org/10.1063/1.5042943>
- Nafey, A. S., Abdelkader, M., Abdelmotalip, A., & Mabrouk, A. A. (2001). Solar still productivity enhancement. *Energy Conversion and Management*, 42(11), 1401–1408. [https://doi.org/10.1016/S0196-8904\(00\)00107-2](https://doi.org/10.1016/S0196-8904(00)00107-2)
- Nafey, A. Safwat, Abdelkader, M., Abdelmotalip, A., & Mabrouk, A. A. (2002). Enhancement of solar still productivity using floating perforated black plate. *Energy Conversion and Management*, 43(7), 937–946. [https://doi.org/10.1016/S0196-8904\(01\)00079-6](https://doi.org/10.1016/S0196-8904(01)00079-6)
- Omara, Z. M., Kabeel, A. E., & Essa, F. A. (2015). Effect of using nanofluids and providing vacuum on the yield of corrugated wick solar still. *Energy Conversion and Management*, 103, 965–972. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2015.07.035>
- Panchal, H. N. (2014). Enhancement of distillate output of double basin solar still with vacuum tubes. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, 27(2), 101–109. <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2013.06.007>
- Rahmani, A., Boutriaa, A., & Hadeif, A. (2015). An experimental approach to improve the basin type solar still using an integrated natural circulation loop. *Energy Conversion and Management*, 93, 298–308. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2015.01.026>
- USGS. (2010). How Much Water is There on Earth? *Water*. Retrieved from https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/how-much-water-there-earth?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects
- Velmurugan, V., Gopalakrishnan, M., Raghu, R., & Srithar, K. (2008). Single

basin solar still with fin for enhancing productivity. *Energy Conversion and Management*, 49(10), 2602–2608.
<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2008.05.010>

Zhani, K., & Ben Bacha, H. (2010). Experimental investigation of a new solar desalination prototype using the humidification dehumidification principle. *Renewable Energy*, 35(11), 2610–2617.
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2010.03.033>

Zurigat, Y. H., & Abu-Arabi, M. K. (2004). Modelling and performance analysis of a regenerative solar desalination unit. *Applied Thermal Engineering*, 24(7), 1061–1072. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2003.11.010>

