

## PENGARUH JENIS MATERIAL TERHADAP KONDUKTIVITAS PANAS DAN VOLUME GARAM

Nova Risdiyanto Ismail<sup>1\*)</sup>, Silviana<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi S1 Teknik Mesin, Universitas Widyagama Malang, Kota Malang

<sup>2)</sup> Program Studi S1 Teknik Industri, Universitas Widyagama Malang, Kota Malang

\*Email Korespondensi: [novarislampung@yahoo.co.id](mailto:novarislampung@yahoo.co.id)

### ABSTRAK

Pelat penyerap merupakan peralatan yang penting pada sistem *solar still* tipe pasif, sehingga perlu untuk di kembangkan untuk meningkatkan kinerja *solar still*. Pengembangan di lakukan membuat bentuk pelat penyerap model sirip menggunakan berbagai jenis material dan dimensi pasir. Jenis material dan dimensi pasir akan berpengaruh terhadap porositas, konduktivitas panas, laju penguapan, perkembangan nilai konduktivitas dan volume garam. Sehingga perlu di lakukan penelitian untuk mengetahui nilai konduktivitas dan volume garam. Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya. Metode yang di gunakan adalah metode eksperimen menggunakan jenis material dengan variasi daya. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis material pelat penyerap mortar dengan komposisi 1 semen dengan 2 pasir. Pasir yang digunakan pasir lumajang dan pasir besi dengan dimensi pasir rata-rata 0.125 mm dan 0.125 mm. selain di gunakan jenis batu sebagai pembanding. Hasil penelitian Jenis material PB.0.125 memiliki nilai konduktivitas panas dan volume garam tertinggi dibandingkan dengan jenis material dan dimensi pasir yang lain pada setiap variasi daya.

**Kata Kunci:** Pelat penyerap, jenis material, konduktivitas panas, volume garam.

### ABSTRACT

*The absorber plate is an important equipment in the passive type solar still system, then will be developed to improve the performance solar still work. The development was carried out to make the shape by fin model absorbent plate using various types of materials and sand dimensions. The type of material and the dimensions of the sand will affect the porosity, heat conductivity, evaporation rate, the development of the conductivity value and the volume of salt. So it is necessary to do research to determine the value of the conductivity and volume of salt. This research is a development of previous research. The method used is an experimental method using the type of material with variations power. By using material in this study is a type of mortar absorbent plate with a composition of 1 cement with 2 sand. The sand from lumajang sand and iron sand with an average sand dimension of 0.125 mm and 0.125 mm. in addition to using the type of stone as a comparison. The results of the study The type of material PB.0.125 has the highest thermal conductivity value and volume of salt compared to other types of material and sand dimensions at each power variation.*

**Keywords:** Absorbent plate, material type, thermal conductivity, salt volume.

### PENDAHULUAN

Pelat penyerap merupakan peralatan yang penting pada sistem *solar still* tipe pasif, sehingga banyak usaha yang di lakukan untuk meningkatkan kinerjanya. Beberapa usaha yang dilakukan dengan membuat bentuk permukaan pelat penyerap

Teknologi *solar still tipe* pasif banyak di gunakan untuk mendistilasi air laut menjadi air tawar. Keberadaan sumber energi matahari dan sumber air laut yang melimpah, sehingga sangat tepat untuk di terapkan di Indonesia [1]. Beberapa penelitian untuk meningkatkan produktivitas air tawar telah di lakukan diantara dengan memodifikasi

bentuk pelat penyerap dan materialnya [2][3]. Bentuk yang di kembangkan adalah permukaan pelat penyerap, diantaranya berbentuk sirip [4] [5]. Sedangkan dari sudut material dikembangkan adalah material berpori untuk meningkatkan lapisan tipis air [6]. Pendekatan volume pori pada material dapat di dekati dengan melihat porositasnya [7].

Sumber air yang di gunakan dalam penelitian ini adalah air laut. Air laut yang menguap akan meninggalkan garam pada pori-pori. Pori-pori yang terisi garam akan meningkatkan konduktivitas panas [8], sehingga dapat meningkatkan penguapan. Dengan demikian jumlah pori yang di dekati dengan porositas akan berpengaruh terhadap jumlah garam yang terbentuk pada pori, dan selanjutnya garam pada pori akan berpengaruh terhadap nilai konduktivitas panas material. Peningkatan konduktivitas panas material akan berpengaruh terhadap penguapan. Penguapan yang berlangsung secara terus menerus memungkinkan akan terbentuk garam di sekitar pelat penyerap sirip berpori [9] [10]. Porositas material di pengaruhi oleh jenis material dan dimensi pasir. Jenis material dan dimensi pasir akan berpengaruh terhadap konduktivitas panas material [11]. Konduktivitas panas material akan berpengaruh pada distribusi temperatur dan penguapan [12]. Penguapan yang kontinyu akan berpengaruh terhadap terbentuknya garam pada pori dan selanjutnya akan berpengaruh pada perkembangan nilai konduktivitas panas. Dengan demikian di perlukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui jenis material terhadap konduktivitas panas dan volume garam.

## METODE PENELITIAN

### 1. Variabel Penelitian

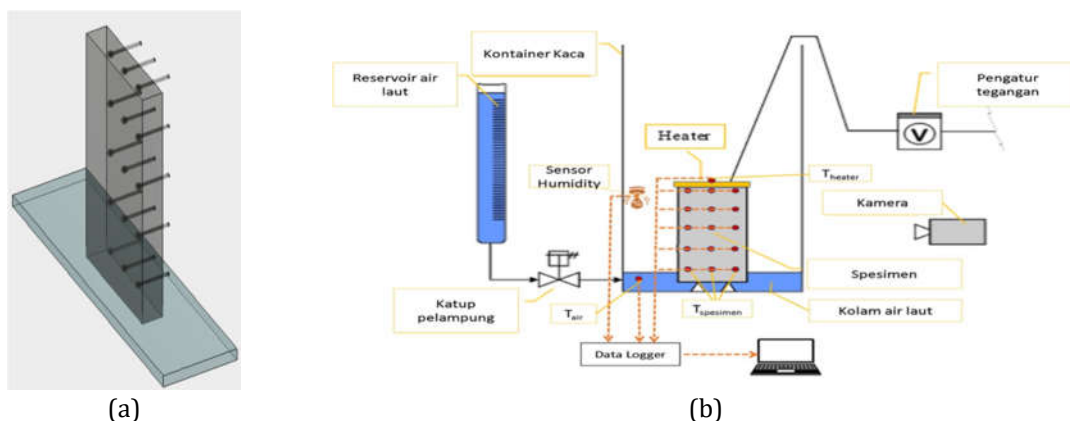
Variabel bebas adalah jenis material dan variasi daya, sedangkan variabel terikat adalah konduktivitas panas dan volume garam.

### 2. Material penelitian.

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis material pelat penyerap mortar dengan komposisi 1 semen dengan 2 pasir. Pasir yang digunakan pasir lumajang (PL) dan pasir besi (PB) dengan dimensi pasir rata-rata 0.125 mm dan 0.125 mm. selain itu di gunakan jenis batu sebagai pembanding.

### 3. Peralatan penelitian.

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 1. (a) Material Penelitian (b). Peralatan Penelitian

### 4. Metode pengumpulan dan analisa data.

Data di peroleh dari pengujian yang telah di lakukan pada penelitian sebelumnya [11] [12]. Dari data tersebut kemudian di lakukan perhitungan konduktivitas panas dan pertumbuhan garam. Dari hasil perhitungan kemudian di buat grafik konduktivitas panas dan pertumbuhan garam.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Konduktivitas Panas Efektif pada Zona Kering dan Zona Basah

Berdasarkan data porositas, konduktivitas material, temperatur, zona basah dan kering di peroleh dari [11] [12], kemudian dilakukan perhitungan konduktivitas panas efektif menggunakan persamaan berikut:

1. Konduktivitas panas efektif sirip *porous media* pada zona basah (air laut)  

$$k_{eff.zb.} = (1 - \varepsilon) * k_p + \varepsilon * k_l \quad (1)$$

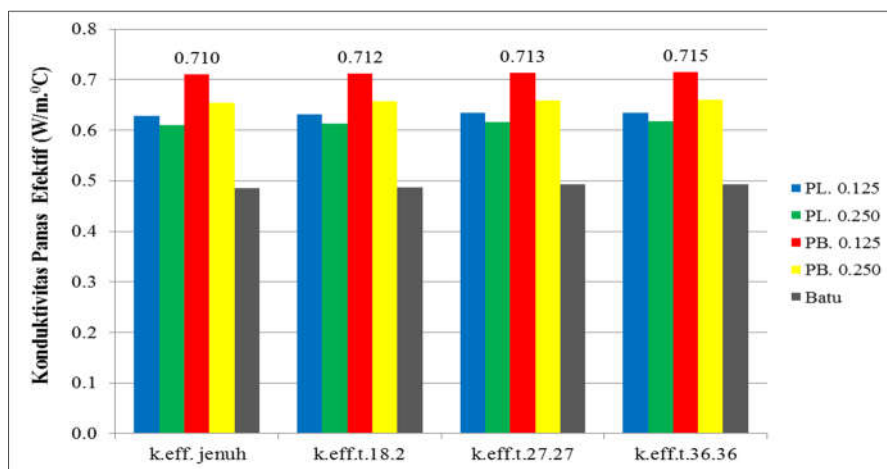
2. Konduktivitas panas efektif sirip *porous media* zona kering (garam)  

$$k_{eff.zk} = (1 - \varepsilon) * k_p + \varepsilon * k_g \quad (2)$$

3. Konduktivitas panas efektif sirip *porous media* total (zona basah dan kering)  

$$k_{eff.t} = \left[ \left( \frac{L_{basah}}{90} \right) * k_{eff.zb.} \right] + \left[ \left( \frac{L_{kering}}{90} \right) * k_{eff.zk} \right] \quad (3)$$

Dari persamaan di atas, kemudian hasil perhitungan dapat dilihat pada gambar 2 berikut:



Keterangan: 18.2; 27.27; 36.36 = Daya pemanas heater (W)

Gambar 2. Konduktivitas panas efektif jenuh dan total

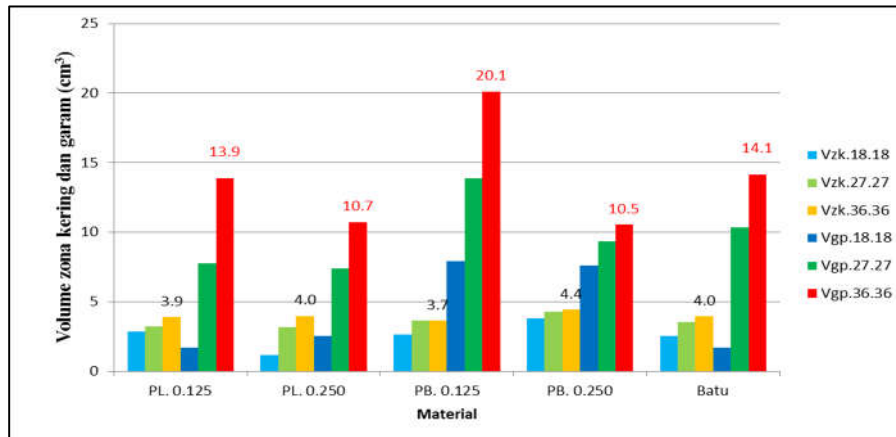
Dari gambar 2, terlihat konduktivitas panas efektif pelat penyerap sirip *porous media* dengan void terisi air laut (jenuh) memiliki nilai yang rendah di dibandingkan dengan void yang terisi garam. Kondisi demikian di sebabkan oleh nilai konduktivitas panas air laut lebih rendah dibandingkan dengan garam [13]. Pada penelitian ini, nilai konduktivitas panas air laut rata-rata sebesar 0.633 W/m.°C [14] dan garam rata-rata sebesar 0.654 W/m.°C [15].

Nilai konduktivitas panas efektif meningkat seiring dengan meningkatnya daya pemanas. Kondisi demikian di sebabkan oleh pembentukan zona kering yang semakin tinggi akibat peningkatan daya pemanas, yang mengindikasikan terbentuknya garam pada void *porous media*. Terbentuknya garam pada void *porous media* dapat meningkatkan nilai konduktivitas panas efektif, karena nilai konduktivitas panas garam lebih tinggi di bandingkan air laut [13].

Konduktivitas panas efektif menggunakan material PB. 0.125 memiliki nilai tertinggi dibandingkan dengan material PB. 0.250, jenis pasir lumajang dan batu. Kondisi ini disebabkan oleh konduktivitas panas *porous media* PB. 0.125 lebih tinggi dan porositas rendah. Porositas yang rendah akan terisi sedikit air laut/garam, sehingga nilai konduktivitas panas *porous media* lebih dominan mempengaruhi nilai konduktivitas panas. Penambahan garam pada pori *porous media* dapat meningkatkan konduktivitas panas efektif material. Konduktivitas panas efektif batu memiliki nilai terendah, walaupun prositasnya rendah, hal ini disebabkan oleh konduktivitas panas *porous media* batu rendah [16].

### Volume Zona Kering dan Volume Kristal Garam

Pada pembentukan zona kering dan zona basah [12]. Dari zona kering dan porositas di peroleh volume ruang yang terisi garam. Ketika pori pada zona kering sudah terisi penuh oleh garam dan penguapan masih terus berlangsung, maka garam akan terbentuk pada permukaan *porous media* zona kering yang berbatasan dengan zona basah. Kondisi demikian di sebabkan oleh air laut ketika memasuki zona kering mengalami proses penguapan dan pori-pori pada zona kering sudah penuh terisi garam, sehingga garam akan terbentuk di permukaan zona kering [17].



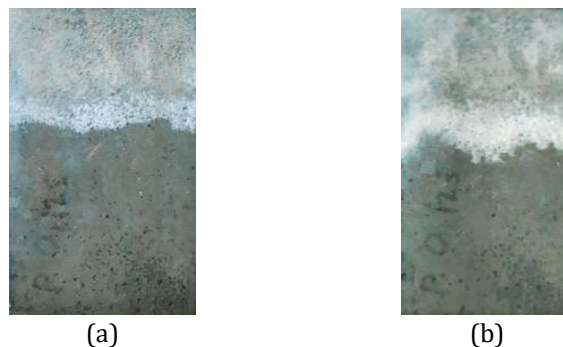
Keterangan:

Vzk = Volume pori zona kering

Vgp = Volume garam pada *porous media*

Gambar 3. Volume zona kering dan volume kristal garam *porous media*

Pada gambar 3, terlihat volume pori zona kering ( $V_{zk}$ ) dan volume kristal garam yang terbentuk pada *porous media* ( $V_{gp}$ ). Volume kristal garam yang terbentuk akibat proses penguapan air laut pada *porous media* lebih besar di bandingkan dengan volume pori zona kering pada masing-masing material. Volume garam pada *porous media* tertinggi menggunakan material PB. 0.125 dibandingkan dengan material yang lain pada semua variasi daya. Kondisi demikian di sebabkan oleh material PB. 0.125 memiliki konduktivitas panas yang tinggi dan porositas yang kecil, sehingga menyebabkan volume air teruapkan tinggi. Volume air teruapkan yang tinggi menyebabkan volume pembentukan kristal garam juga tinggi [18]. Kristal yang telah memenuhi pori pada zona kering menyebabkan terbentuknya kristal garam pada permukaan [19]. Proses pertumbuhan kristal garam atau pembungaan pada permukaan akan terus berkembang selama proses penguapan berlangsung [20]. hal ini disebabkan kristal garam merupakan material berpori, sehingga kristal garam masih dapat berfungsi sebagai media alir massa [21].



Gambar 4. (a) Pembentukan zona kering, (b) Pertumbuhan kristal garam pada permukaan *porous media*.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat di simpulkan, sebagai berikut:

1. Jenis material PB.0.125 memiliki nilai konduktivitas panas tertinggi dibandingkan dengan jenis material dan dimensi pasir yang lain pada setiap variasi daya
2. Jenis material PB.0.125 memiliki volume garam tertinggi dibandingkan dengan jenis material dan dimensi pasir yang lain pada setiap variasi daya

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan sebesar-besarnya kepada Universitas Widyagama Malang melalui LPPM yang telah mendanai kegiatan penelitian ini.

## REFERENSI

- [1] Sudjito, S., 2015. Teknologi Tenaga Surya (Pemanfaatan dalam bentuk energy panas), Universitas Brawijaya Press.
- [2] Agrawal, A., Rana, R. S. 2019. Theoretical and experimental performance evaluation of single-slope single-basin *solar still* with multiple V-shaped floating wicks. *Heliyon*, 5, pp. 1-38.
- [3] Ali, C., Rabhib, K., Nciri R., Nasria F. & Attyaoui S., 2014. Theoretical and experimental analysis of pin fins absorber *solar still*. *Desalination and Water Treatment*: 1-7
- [4] Arani, R.P., Sathyamurthy, R., Chamkha, A. *et al.* (2021). Effect of fins and silicon dioxide nanoparticle black paint on the absorber plate for augmenting yield from tubular solar still. *Environ Sci Pollut Res*. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13126-y>
- [5] Beyhaghi, Saman., Geoffroy., Sandrine., Prat., Marc., Pillai., Krishna M., 2014. Wicking and evaporation of liquids in porous wicks: a simple analytical approach to optimization of wick design. *AIChE Journal*, vol. 60 (n° 5): 1930-1940. ISSN 0001-1541
- [6] Hansen R.S., Narayanan, C.S., & Murugavel, K.K., 2015. Performance analysis on inclined *solar still* with different new wick materials and wire mesh. *Desalination* 358: 1-8
- [7] Nugroho, Eko H., 2010. Analisis Porositas dan Permeabilitas Beton dengan Bahan Tambah Fly Ash untuk Perkerasan Kaku (Rigid Pavement). Tidak dipublikasikan. Skripsi. Universitas sebelas maret.
- [8] Sharqawy, Mostafa H., John H. Lienhard V & Syed M. Zubair., 2010. The thermophysical properties of seawater: A review of existing correlations and data. *Desalination and Water Treatment*: 16. 354-380
- [9] Nield, D. A & Bejan Adrian. *Convection in porous media*. Fourth Edition
- [10] Ghanbarian, B., and H. Daigle (2016), Thermal conductivity in porous media: Percolation-based effective-medium approximation, *Water Resour. Res.*, 52, 295-314, doi:10.1002/2015WR017236.
- [11] Ismail, N.R., Soeparman, S., Widhiyanuriyawan, D., Wijayanti, W., (2018). The influence of pores size and type of aggregate on liquid mass transfer in porous media. *Journal of Engineering and Applied Sciences (JEAS)*. Volume 13 Issue 17.
- [12] Ismail, N.R., Soeparman, S., Widhiyanuriyawan, D., Wijayanti, W., (2019). The influence of pores size and type of aggregate on capillary heat and mass transfer in porous. *Journal of Applied Engineering Science (JAES)*. Volume 17 No. 1.
- [13] Sharqawy, Mostafa H., (2013). New correlations for seawater and pure water thermal conductivity at different temperatures and salinities. *Desalination* 313. 97-104.

- [14] Sharqawy, Mostafa H., John H. Lienhard V & Syed M. Zubair., 2010. The thermophysical properties of seawater: A review of existing correlations and data. *Desalination and Water Treatment*: 16. 354–380.
- [15] Ozbek, H., and Phillips. S.L., (1979). Thermal conductivity of aqueous NaCl solution from 20°C to 330°C. Lawrence Berkeley Laboratory. University of California. Berkeley, CA 94720.
- [16] Ghanbarian, B., and H. Daigle (2016), Thermal conductivity in porous media: Percolation-based effective-medium approximation, *Water Resour. Res.*, 52, 295–314, doi:10.1002/2015WR017236.
- [17] Bergstad, M., et al., (2017). The influence of NaCl concentration on salt precipitation in heterogeneous porous media. *Water Resour. Res.* 53(2), 1702–1712. <https://doi.org/10.1002/2016WR020060>
- [18] Mejri, et. al., 2020. Modeling of Evaporation-Driven Multiple Salt Precipitation in *Porous media* with a Real Field Application. *Geosciences* 2020, 10, 395; doi:10.3390/geosciences10100395.
- [19] Dashtian, H., Shokri, N., & Sahimi, M. (2018). *Pore-network model of evaporation-induced salt precipitation in porous media: The effect of correlations and heterogeneity.* *Advances in Water Resources*, 112, 59–71. doi:10.1016/j.advwatres.2017.12.004
- [20] Scherer, G. W. (1999). *Crystallization in pores.* *Cement and Concrete Research*, 29(8), 1347–1358. doi:10.1016/s0008-8846(99)00002-2
- [21] Chen, J., Li, E., & Luo, J. (2018). *Characterization of Microscopic Pore Structures of Rock Salt through Mercury Injection and Nitrogen Absorption Tests.* *Geofluids*, 1–7. doi:10.1155/2018/9427361