

**MENENTUKAN KONSTANTA PERPINDAHAN PANAS  
KONVEKSI (C dan n) PADA *SOLAR STILL***

**SKRIPSI**



Oleh:

**Abdulrahman**

**1503035065**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA  
JAKARTA  
2019**

**MENENTUKAN KONSTANTA PERPINDAHAN PANAS  
KONVEKSI (C dan n) PADA *SOLAR STILL***

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana  
Teknik Mesin



Oleh:

**Abdulrahman**

**1503035065**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA  
JAKARTA  
2019**

## Halaman Persetujuan

MENENTUKAN KONSTANTA PERPINDAHAN PANAS  
KONVEKSI (C dan n) PADA *SOLAR STILL*

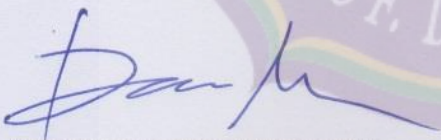
## SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana  
Teknik Mesin

Oleh:  
Abdulrahman  
1503035065

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke Sidang Ujian Skripsi  
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UHAMKA  
Tanggal, 15 Agustus 2019

Pembimbing I



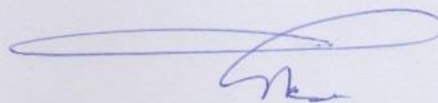
Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.Si.

Pembimbing II



P.H. Gunawan, S.T., M.T.

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Mesin



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

## Halaman Pengesahan

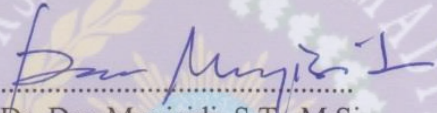
MENENTUKAN KONSTANTA PERPINDAHAN PANAS  
KONVEKSI (C dan n) PADA *SOLAR STILL*

## SKRIPSI


Oleh:  
Abdulrahman  
1503035065

Telah diuji dan dinyatakan lulus dalam Sidang Ujian Skripsi  
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UHAMKA  
Tanggal, 24 Agustus 2019


Pembimbing I :

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

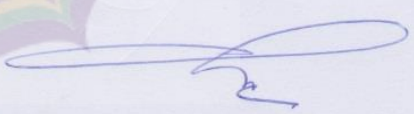
Pembimbing II :

  
.....  
P.H. Gunawan, S.T., M.T.

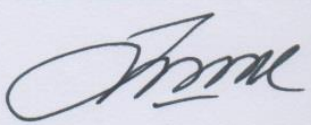
Penguji I :

  
.....  
Rifky, S.T., M.M.

Penguji II :

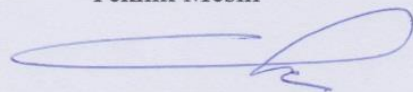
  
.....  
Delvis Agusman, S.T., M.Sc.

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknik UHAMKA

  
.....

Dr. Sugema, S.Kom., M.Kom.

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Teknik Mesin

  
.....

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



## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Abdulrahman

NIM : 1503035065


Judul Skripsi : MENENTUKAN KONSTANTA PERPINDAHAN PANAS  
KONVEKSI (C dan n ) PADA *SOLAR STILL*

Menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI) dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan orang lain, KECUALI yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah ini dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi

Jakarta, 14 Agustus 2019



  
Abdulrahman

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah robbil Alaamiin Puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nyalah sehingga penelitian dan penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan sebaik-baiknya.

Skripsi ini disusun berdasarkan hasil dari pelaksanaan penelitian yang telah selesai dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dan merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan Strata-1 di Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA. Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi syarat kelulusan Sarjana Strata-1.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya diberikan kepada:

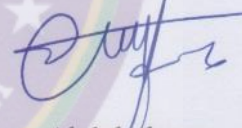
1. Allah SWT yang telah memberikan kesempatan dan kesehatan untuk dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan sebaik-baiknya.
2. Kestiwi Nitawati adalah umma tercinta yang selalu mendoakan dan memberi dukungan dan motivasi yang terbaik sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Alm. Sawadi adalah ayah tersayang yang telah memberikan warisan semangat pantang menyerah yang membuat penulis termotivasi terus berjuang sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Bapak Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.Si., sebagai dosen pembimbing 1 yang telah membimbing maupun memberi arahan yang sangat berguna dari mulai penelitian hingga akhir penulisan skripsi ini. Sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Bapak P.H. Gunawan, S.T., M.T., sebagai dosen pembimbing 2 yang selalu memberikan tuntunan dalam penulisan dengan sebaik-baiknya.
6. Bapak Rifky, S.T., M.M., sebagai dosen pembimbing akademik yang telah membimbing perkuliahan dan memberikan motivasi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
7. Bapak Delvis Agusman, S.T., M.Sc., sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA.

8. Ibu Oktarina Heriyani., S.Si., M.T., sebagai Wakil Dekan 2 Fakultas Teknik di Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA yang selalu memberikan motivasi dan semangat.
9. Seluruh dosen Teknik Mesin di Universitas Prof. DR. HAMKA yang telah membimbing selama perkuliahan.
10. Seluruh teman-teman Teknik Mesin khususnya angkatan 2015 yang telah memotivasi saya untuk terus berjuang menyelesaikan semua perkuliahan dan skripsi ini dengan baik.

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari kesalahan baik penulisan, maupun data yang disajikan. oleh karena itu, mohon saran yang membangun untuk kelengkapan skripsi ini.

Atas perhatiannya saya berharap penulisan skripsi ini bermanfaat bagi para pembaca dan pihak-pihak lain yang berkepentingan, saya ucapkan terimakasih.

Jakarta, 14 Agustus 2019



Abdulrahman



## **ABSTRACT**

*Development of solar still is very important to increase the amount of fresh water production in the process of seawater desalination. In the development of solar still this indispensable accurate calculation technique. In this study carried out testing in the room using halogen lamps as a source of radiation heat. The Data on this research conducted calculation of heat transfer constants  $C$  and  $N$  to get the coefficient value of convection heat transfer and the theoretical mass. In research conducted by Tiwari the result of the calculation to determine the heat transfer constants  $C$  and  $n$  it uses linear regression calculations and experiments, The Holman and Dunkle models for specifying  $C$  and  $N$  are determined from the experiment's results, while the Power model is done with the empirical correlation using the Nusselt-Rayleigh curve. Then this research was conducted to compare the calculation model Tiwari, Dunkle, Holman and Power so that it can be determined the result of theoretical mass closest to the observation result. The results of the calculation model Tiwari, Dunkle, Holman, and Power are: Tiwari Model  $C = 9,7352$  and  $n = 0,18133$ . Dunkle Model with  $C = 0,075$  and  $n = 1/3$ . J.P Holman with  $C = 0,54$  and  $n = 1/4$ . Power Model with  $C = 0,0008$  and  $n = 0,5699$ . Based on the calculations to determine the  $C$  and  $n$  consts, the result of the Power model calculation is the most close model of the actual mass with a percentage deviation of 21%.*

*Key word: Heat transfer constant, desalination, solar still*



## ABSTRAK

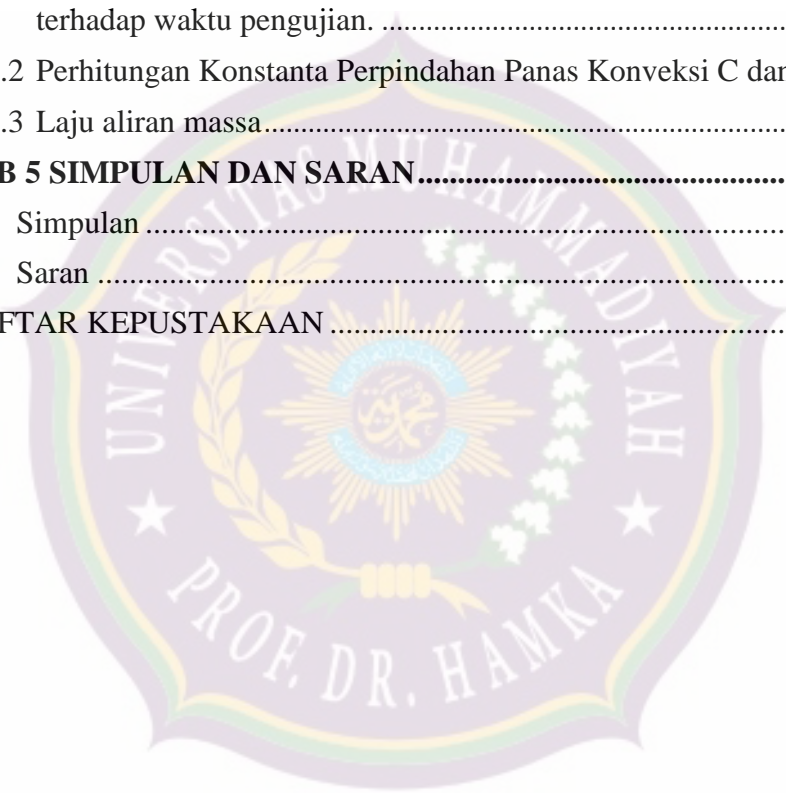
Pengembangan alat *solar still* menjadi hal yang sangat penting untuk meningkatkan jumlah produksi air tawar yang dihasilkan dalam proses desalinasi air laut. Dalam pengembangan alat *solar still* ini sangat diperlukan teknik perhitungan yang akurat. Pada penelitian ini dilakukan pengujian di dalam ruangan menggunakan lampu halogen sebagai sumber panas radiasi. Data pada penelitian ini dilakukan perhitungan konstanta perpindahan panas  $C$  dan  $n$  untuk mendapatkan nilai koefisien perpindahan panas konveksi dan massa teoritis. Pada penelitian yang dilakukan oleh Tiwari hasil dari perhitungan untuk menentukan konstanta perpindahan panas  $C$  dan  $n$  ini menggunakan perhitungan regresi linier dan eksperimen, model Holman dan Dunkle untuk menentukan  $C$  dan  $n$  ditentukan dari hasil eksperimen, sedangkan pada model Power dilakukan dengan korelasi empiris dengan menggunakan kurva Nusselt-Rayleigh. Maka penelitian ini dilakukan untuk membandingkan model perhitungan Tiwari, Dunkle, Holman dan Power sehingga dapat ditentukan hasil massa teoritis yang paling mendekati dengan hasil pengamatan. Hasil dari perhitungan model Tiwari, Dunkle, Holman, dan Power adalah: Model Tiwari  $C = 9,7352$  dan  $n = 0,18133$ . Model Dunkle dengan nilai  $C = 0,075$  dan  $n = 1/3$ . J.P Holman dengan nilai  $C = 0,54$  dan  $n = 1/4$ . Model Power dengan  $C = 0,0008$  dan  $n = 0,5699$ . Berdasarkan perhitungan untuk menentukan konstantan  $C$  dan  $n$  ini, hasil dari perhitungan model Power merupakan model yang paling mendekati massa aktual dengan persentase simpangan 21%.

Kata kunci: Konstanta perpindahan panas, desalinasi panas matahari, *solar still*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viiix</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
<b>BAB 2 DASAR TEORI.....</b>	<b>3</b>
2.1 Keseimbangan Energi <i>Solar Still</i> .....	3
2.2 Perpindahan Panas .....	4
2.3 Evaporasi.....	5
2.4 Bilangan Tidak Berdimensi .....	6
2.5 Desalinasi .....	6
2.5.1 Model Perhitungan Massa yang Dihasilkan pada Proses Desalinasi	7
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>11</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	11
3.2 Desain Penelitian .....	11
3.3 Alat dan Bahan.....	12
3.3.1 Alat-alat.....	12
3.3.2 Bahan.....	13
3.4 Prosedur Penelitian .....	14
3.5 Diagram Alir Penelitian .....	15
3.6 Metode Pengambilan dan Pengumpulan Data .....	16

3.7 Teknik Pengolahan Data .....	16
<b>BAB 4 TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>17</b>
4.1 Temuan .....	17
4.1.1 Pengukuran Temperatur .....	18
4.1.2 Pengukuran Intensitas Radiasi.....	20
4.1.3 Pengukuran hasil air tawar .....	21
4.2 Pembahasan .....	22
4.2.1 Perbandingan temperatur air laut ( $T_w$ ) dan temperatur evaporasi ( $T_v$ ) terhadap waktu pengujian. ....	24
4.2.2 Perhitungan Konstanta Perpindahan Panas Konveksi C dan n .....	28
4.2.3 Laju aliran massa.....	33
<b>BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>36</b>
5.1 Simpulan .....	36
5.2 Saran .....	36
<b>DAFTAR KEPUSTAKAAN .....</b>	<b>37</b>



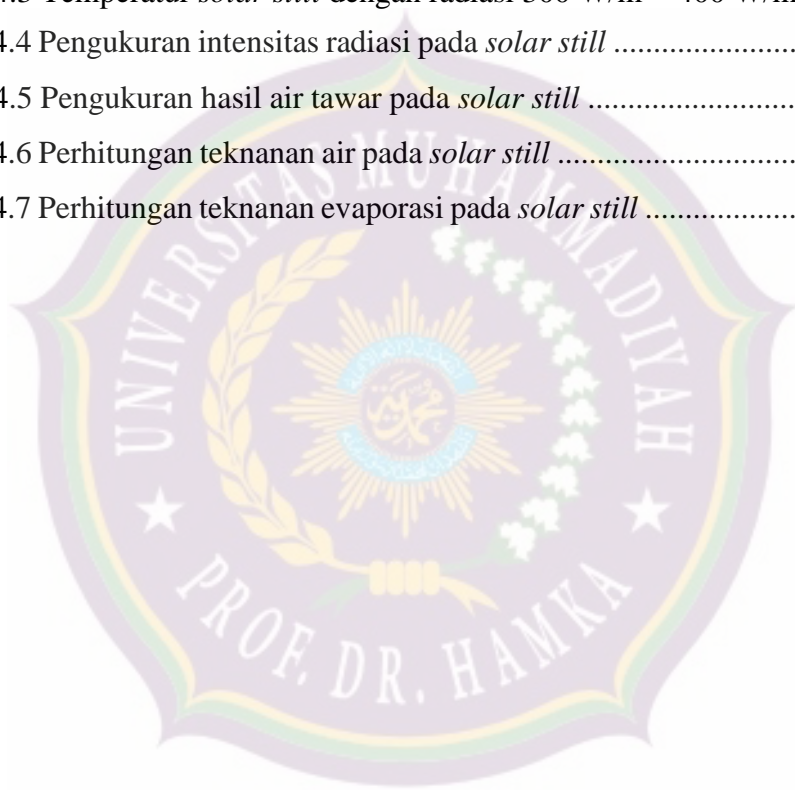


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Aliran energi (Aswara, 2012) .....	3
Gambar 3.1 Desain <i>solar still</i> dengan ukuran basin panjang x lebar = 40cmx30cm .	11
Gambar 3. 2 Alat distilasi .....	11
Gambar 3.3 ADAM 4018+ (Dokumentasi Pribadi).....	13
Gambar 3.4 <i>Solar power meter</i> (Dokumentasi pribadi) .....	13
Gambar 3.5 Diagram alir penelitian .....	15
Gambar 4.1 Pengujian <i>solar still</i> (Dokumentasi pribadi) .....	17
Gambar 4.2 (a) Perbandingan temperatur air ( $T_w$ ) dan temperatur evaporasi ( $T_v$ ).....	25
Gambar 4.3 (a) Perbandingan temperatur air ( $T_w$ ) dan temperatur evaporasi ( $T_v$ ).....	26
Gambar 4.4 (a) Perbandingan temperatur air ( $T_w$ ) dan temperatur evaporasi ( $T_v$ ).....	27
Gambar 4.5 Perbandingan massa teoritis Dunkle dengan massa aktual.....	29
Gambar 4.6 Perbandingan massa teoritis Tiwari dengan massa aktual .....	30
Gambar 4.7 Perbandingan massa teoritis Holman dengan massa aktual.....	31
Gambar 4.8 Grafik Nusselt-Rayleigh .....	322
Gambar 4.9 Perbandingan massa teoritis Power dengan massa aktual .....	32
Gambar 4.10 Koefisien perpindahan panas konveksi.....	33
Gambar 4.11 Massa air tawar teoritis dan massa air tawar saat pengamatan .....	344
Gambar 4.12 Akumulasi massa perjam teoritis dan massa akumulasi pengamatan...34	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 nilai konstanta C dan n sesuai dengan geometri (Holman,2010) .....	9
Tabel3.1 Rancangan penelitian .....	12
Tabel3.2 Pengambilan data untuk semua variasi .....	16
Tabel 4.1 Temperatur <i>solar still</i> dengan radiasi 900 W/m <sup>2</sup> - 1000 W/m <sup>2</sup> .....	18
Tabel 4.2 Temperatur <i>solar still</i> dengan radiasi 600 W/m <sup>2</sup> - 700 W/m <sup>2</sup> .....	19
Tabel 4.3 Temperatur <i>solar still</i> dengan radiasi 300 W/m <sup>2</sup> - 400 W/m <sup>2</sup> .....	20
Tabel 4.4 Pengukuran intensitas radiasi pada <i>solar still</i> .....	21
Tabel 4.5 Pengukuran hasil air tawar pada <i>solar still</i> .....	22
Tabel 4.6 Perhitungan tekanan air pada <i>solar still</i> .....	23
Tabel 4.7 Perhitungan tekanan evaporasi pada <i>solar still</i> .....	24



## DAFTAR NOTASI

No.	Uraian	Notasi	Satuan
1.	Bilangan Nusselt	$N_u$	-
2.	Bilangan Grashoff	$G_r$	-
3.	Bilangan Prandtl	$P_r$	-
4.	Bilangan Rayleigh	$R_a$	-
5.	Emisivitas	$\varepsilon$	-
6.	Daya yang diradiasikan	$P$	W
7.	Densitas	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>
9.	Intensitas radiasi	$I_{(t)s}$	W/m <sup>2</sup>
10.	Jarak alas ke kaca	$df$	m
11.	Kapasitas panas spesifik	$C_p$	J/kg.K
12.	Koefisien perpindahan panas konveksi	$h$	W/m <sup>2</sup> .K
13.	Koefisien perpindahan panas konveksi dari air ke kaca bagian dalam	$h_{c,w-gi}, h_{cw}$	W/m <sup>2</sup> .K
14.	Koefisien perpindahan panas penguapan dari air ke Kaca bagian dalam	$h_{e,w-gi}, h_{ew}$	W/m <sup>2</sup> .K
15.	Koefisien perpindahan panas radiasi dari air ke Kaca bagian dalam	$h_{r,w-gi}$	W/m <sup>2</sup> .K
16.	Koefisien perpindahan panas total dari air ke kaca bagian dalam	$h_{t,w-gi}$	W/m <sup>2</sup> .K
17.	Koefisien volumetrik	$\beta$	1/K
18.	Konduktivitas termal benda	$K_f$	W/m.K
19.	Konstanta Stefan Boltzmann	$\sigma$	W/m <sup>2</sup> .K
20.	Lama waktu pengujian	$t$	s
21.	Laju aliran penguapan	$\dot{m}_v$	kg/s
22.	Laju massa alir	$\dot{m}_w$	kg/s
23.	Laju perpindahan panas konveksi antara air dengan sisi dalam kaca penutup	$q_{c,w-gi}$	W/m <sup>2</sup>
24.	Perpindahan panas	$q$	W/m <sup>2</sup>
25.	Luas penampang	$A$	m <sup>2</sup>
26.	Massa air hasil penguapan	$m$	gram
	Massa air teoritis perjam	$M_w$	gram/h
27.	Panas laten pada penguapan	$h_{fg}, Lev$	J/kg
28.	Tekanan uap parsial pada kaca penutup bagian dalam	$P_v$	N/m <sup>2</sup>
29.	Perbedaan temperatur	$\Delta T$	K
30.	Tekanan uap parsial pada permukaan air	$P_w$	N/m <sup>2</sup>
31.	Temperatur air	$T_w$	°C
32.	Temperatur kaca	$T_c$	°C
33.	Temperatur lingkungan	$T_l$	°C
34.	Temperatur penguapan di bawah kaca	$T_v$	°C
35.	Total massa air penguapan	$M_k$	kg
36.	Viskositas	$\mu$	Ns/m <sup>2</sup>



## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Desalinasi air laut merupakan proses pemurnian air dari kandungan garam yang ada di dalam air laut. Garam yang ada di dalam air laut sebagian besar adalah *fluoride*, *hardness* ( $\text{CaCO}_3$ ), *clouride*, *natrium sulfate*, dan kalium permanganat (Mugisidi & Heriyani, 2018). Banyaknya kandungan garam di dalam air laut menjadikan air laut tidak layak dikonsumsi. Kandungan garam yang terkandung di dalam air laut harus dikurangi dengan cara proses desalinasi agar layak dikonsumsi manusia. Menghilangkan kandungan garam menggunakan pemanasan dengan panas matahari, sehingga air laut akan menguap dan menjadi air murni tanpa kandungan garam (Abujazar, Fatihah, Rakmi, & Shahrom, 2016). Proses tersebut dinamakan Desalinasi (Husham M. Ahmed, 2012).

Perkembangan teknologi desalinasi air laut kerap menjadi penelitian yang bermanfaat bagi daerah yang membutuhkan air bersih (Syafwansyah, 2012). Alat yang digunakan dalam proses desalinasi air laut dengan panas matahari adalah *solar still*. Produktivitas *solar still* menjadi hal yang penting untuk pengembangan teknologi desalinasi air laut menggunakan *solar still*. Akan tetapi nilai konstanta C dan n untuk menentukan koefisien konveksi akan berubah apabila geometri alat berubah (Dwivedi & Tiwari, 2010).

Perubahan geometri alat akan mempengaruhi jumlah produksi air bersih pada proses desalinasi (Fath & Hosny, 2002)(El-Bahi & Inan, 1999a)(Abujazar et al., 2016). Geometri alat yang berbeda akan membuat nilai koefisien perpindahan panas konveksi setiap alat *solar still* berubah (C. Elango, Gunasekaran, & Sampathkumar, 2015). Nilai koefisien perpindahan panas konveksi dapat ditentukan dengan menggunakan bilangan Nusselt. Nilai Konstanta perpindahan panas konveksi C dan n akan mempengaruhi besarnya bilangan Nusselt.

Oleh karena itu diperlukan perhitungan nilai konstanta C dan n untuk menentukan koefisien konveksi pada alat *solar still*. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan konstanta C dan n.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah menentukan konstanta perpindahan panas konveksi  $C$  dan  $n$  yang paling sesuai sehingga hasil perhitungan mendekati dengan hasil pengamatan.

## 1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini diarahkan pembahasan terhadap masalah yang ada, agar tidak meluas dan menyimpang dari tujuan. Adapun batasan masalah adalah penelitian ini dilakukan di dalam ruangan menggunakan lampu halogen sebagai sumber panas radiasi.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan konstanta perpindahan panas konveksi ( $C$  dan  $n$ ) yang paling mendekati dengan hasil percobaan.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

### 1. Manfaat bagi ilmu dan teknologi

Manfaat dari penulisan ini adalah memberikan referensi bagi pihak lain yang ingin melakukan penelitian mengenai penggunaan konstanta perpindahan panas  $C$  dan  $n$  pada proses desalinasi air laut dengan menggunakan 4 metode berbeda.

### 2. Manfaat bagi institusi

Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan referensi tentang penelitian sejenis

### 3. Manfaat bagi penulis

Menambah wawasan pengetahuan tentang penggunaan konstanta  $C$  dan  $n$  yang tepat untuk menemukan koefisien konveksi pada *solar still*.

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Abujazar, M. S. S., Fatihah, S., Rakmi, A. R., & Shahrom, M. Z. (2016). The effects of design parameters on productivity performance of a solar still for seawater desalination: A review. *Desalination*, 385, 178–193. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2016.02.025>
- Agrawal, A., Rana, R. S., & Srivastava, P. K. (2017). Heat transfer coefficients and productivity of a single slope single basin solar still in Indian climatic condition: Experimental and theoretical comparison. *Resource-Efficient Technologies*, 3(4), 466–482. <https://doi.org/10.1016/j.reffit.2017.05.003>
- Anggara, M., Widhiyanuriyawan, D., & Sasongko, M. N. (2016). Pengaruh penggunaan pasir besi pada. *Senas Pro*, 345–353.
- Aswara, K. (2012). Analisa Performansi Destilasi Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Penyerap Radiasi Surya Tipe Bergelombang Berbahan Dasar Beton. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 5(1), 7–13.
- Bara, D. A., Mesin, J. T., & Cendana, U. N. (2016). Pengaruh Tebal Kaca Penutup terhadap Efisiensi Kolektor Surya Pelat Gelombang Tipe V pada Proses Destilasi Air Laut. *03(02)*, 1–10.
- 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>
- El-Bahi, A., & Inan, D. (1999a). A solar still with minimum inclination, coupled to an outside condenser. *Desalination*, 123(1), 79–83. [https://doi.org/10.1016/S0011-9164\(99\)00061-2](https://doi.org/10.1016/S0011-9164(99)00061-2)
- El-Bahi, A., & Inan, D. (1999b). 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)
- El-Samadony, Y. A. F., & Kabeel, A. E. (2014). Theoretical estimation of the optimum glass cover water film cooling parameters combinations of a stepped solar still. *Energy*, 68, 744–750. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.01.080>
- 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>
- Elango, T., & Kalidasa Murugavel, K. (2015). The effect of the water depth on the productivity for single and double basin double slope glass solar stills. *Desalination*, 359, 82–91. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2014.12.036>
- Fath, H. E. S., & Hosny, H. M. (2002). Thermal performance of a single-sloped basin still with an inherent built-in additional condenser. *Desalination*, 142(1), 19–27. [https://doi.org/10.1016/S0011-9164\(01\)00422-2](https://doi.org/10.1016/S0011-9164(01)00422-2)
- Frank P. Incropera David P. Dewitt, Theodore L. Bergman, A. S. L. (1993). *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*.
- Haddad, O. M., Al-Nimr, M. A., & Maqableh, A. (2000). Enhanced solar still performance using a radiative cooling system. *Renewable Energy*, 21(3–4), 459–469. [https://doi.org/10.1016/S0960-1481\(00\)00079-3](https://doi.org/10.1016/S0960-1481(00)00079-3)
- Holman, J. . (2010). Heat Transfer. *Heat Transfer*.
- Husham M. Ahmed. (2012). Seasonal performance evaluation of solar stills connected to passive external condensers. *Scientific Research and Essays*, 7(13). <https://doi.org/10.5897/SRE12.177>
- Irvandi, G., Nugroho, T. F., & Prastowo, H. (2017). Analisa Teknik dan Ekonomis Terhadap Metode Direct System Pada Solar Energy Distillation di Pulau Tabuhan untuk Kapasitas 100 L/hari. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), 506–510. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.18773>
- Mohamad, T. I., Moria, H., & Aldawi, F. (2016). *Radiation distribution uniformization by optimized halogen lamps arrangement for a solar simulator Available online www.jsaer.com Journal of Scientific and Engineering Research , 2016 , 3 ( 6 ) : 29-34 Radiation distribution uniformization by optimized hal. (December)*.
- 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., & 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, 02005. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183102005>
- Nazar, R. (2017). Karakteristik Perpindahan Panas Konveksi Alamiah Aliran Nanofluida Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Air Di Dalam Pipa Anulus Vertikal. *Jurnal Teknologi Reaktor Nuklir Tri Dasa Mega*, 18(1), 21. <https://doi.org/10.17146/tdm.2016.18.1.2328>
- Okita, W. M., Reno, M. J., Peres, A. P., & Resende, J. V. (2013). Heat transfer analyses using computational fluid dynamics in the air blast freezing of guava pulp in large containers. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 30(4), 811–824. <https://doi.org/10.1590/S0104-66322013000400013>
- 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>
- Soni, U. R., Brahmatt, D. P. K., & Patel, H. B. (2013). *A Review to Increase Productivite Output of An Active Solar Distillation System*. 1(12), 843–848.
- Tipler, P. A. . (1998). *Fisika: untuk Sains dan Teknik / Paul A. Tipler; Alih bahasa: Lea Prasetio, Rahmad W. Adi*. 744.
- Yeh, H. M., & Chen, L. C. (1985). Basin-type solar distillation with air flow through the still. *Energy*, 10(11), 1237–1241. [https://doi.org/10.1016/0360-5442\(85\)90040-4](https://doi.org/10.1016/0360-5442(85)90040-4)
- 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>
- R. V. Dunkle, “Solar Water Distillation, the Roof Type Still and a Multiple Effect Diffusion Still,” *International Developments in Heat Transfer*, ASME, Proceeding of International Heat Transfer, Part V, University of Colorado, 1961, p. 895