

**PENGARUH TEMPERATUR AIR UMPAN TERHADAP LAJU
KONDENSASI PADA *FLASHING PURIFICATION***

TUGAS AKHIR

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Kelulusan Sarjana Strata Satu (S1)
Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan Bandung*

Oleh :
Dendi Nurhidayat
13.3030072



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

“PENGARUH TEMPERATUR AIR UMPAN TERHADAP LAJU KONDENSASI PADA *FLASHING PURIFICATION*”



Oleh :

Nama : Dendi Nurhidayat

NRP : 13.3030072

Disetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Hery Sonawan.,MT

Ir. R. Evi Sofia.,MT

ABSTRAK

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan semua makhluk hidup di bumi. Fungsi air dalam kehidupan tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan secara fisik tetapi sangat berperan penting bagi kegiatan manusia sehari-hari, baik digunakan untuk mandi, mencuci, menyiram tanaman dan kebutuhan manusia yang lainnya.

Namun sekarang dimana-mana terjadi krisis air akibat pencemaran dan siklus cuaca yang tak menentu serta populasi manusia yang semakin meningkat, sedangkan sumber air yang layak konsumsi hanya terbatas pada air hujan, air tanah, air sungai dan air danau. Saat ini sumber air yang banyak dan dapat diolah adalah air laut. Banyak cara yang dapat dilakukan untuk memperoleh air bersih, salah satunya dengan cara mengubah air kotor menjadi air bersih dengan proses *flashing purification*. *Flashing* adalah metode penguapan air secara cepat di dalam tabung *flash* pada tekanan rendah melalui proses *throttling* yang diikuti dengan laju kondensasi. Proses *throttling* berfungsi untuk mengubah aliran kontinu menjadi partikel-partikel kecil sehingga proses penguapan dapat terjadi lebih cepat. Pada proses ini fluida berekspansi dari tekanan tinggi ke tekanan lebih rendah sehingga terjadi perubahan fasa dan penurunan temperatur.

Ada beberapa variabel yang mempengaruhi laju kondensasi pada *flashing purification* salah satunya temperatur air umpan, temperatur air umpan sangat dibutuhkan pada proses penguapan, proses penguapan dapat terjadi apabila terdapat perbedaan temperatur antara fluida (air) dengan temperatur lingkungannya. Pada penelitian ini dilakukan pengujian dengan cara mengkombinasikan variabel, seperti temperatur air umpan dengan besaran 60°C, 50°C dan 40°C, tekanan air umpan 2,0 bar-g dan 2,2 bar-g, serta tekanan vakum tabung *flash* -53 cmhg. Pada setiap kombinasi dilakukan pengujian sebanyak 10 kali dengan tujuan untuk mengetahui laju kondensasi yang maksimum dari kombinasi yang diterapkan. Setelah data hasil pengujian diperoleh kemudian data diolah menggunakan statistik dengan tingkat kepercayaan 99%.

Dari hasil pengujian didapat laju kondensasi maksimum pada variabel kombinasi temperatur air umpan 40°C, tekanan air umpan 2,0 bar-g, dan tekanan vakum tabung *flash* -53 cmhg dengan nilai laju kondensasi rata-rata sebesar 34,56 ml/menit.

ABSTRACT

Water is a natural resource that is very important for the life of all living things on earth. The function of water in life is not only to fulfill physical needs but is very important for everyday human activities, both used for bathing, washing, watering plants and other human needs.

But now there is a water crisis everywhere due to erratic pollution and weather cycles and increasing human populations, while decent water sources of consumption are limited to rainwater, ground water, river water and lake water. At present a lot of water sources and can be processed are sea water. There are many ways that can be done to obtain clean water, one of them is by converting dirty water into clean water by flashing purification. Flashing is a method of rapidly evaporating water in a flash tube at low pressure through a throttling process followed by condensation. The throttling process serves to convert continuous flow into small particles so that the evaporation process can occur more quickly. In this process the fluid expands from high pressure to lower pressure resulting in phase changes and a decrease in temperature.

There are several variables that affect the rate of condensation at flashing purification, one of which is the temperature of feed water, the temperature of feed water is needed in the evaporation process, the evaporation process can occur if there is a temperature difference between fluid (water) and the temperature of the environment. In this study testing was done by combining variables, such as the temperature of feed water with a magnitude of 60°C, 50°C and 40°C, feed water pressure 2.0 bar-g and 2.2 bar-g, and vacuum tube flash pressure -53 cmHg. Each combination is tested 10 times in order to determine the maximum condensation rate of the combination applied. After the test data is obtained then the data is processed using statistics with a confidence level of 99%.

From the test results, the maximum condensation rate is 34.56 ml / minute in combination with feed water temperature 40°C, feed water pressure 2.0 bar-g and vacuum tube flash pressure -53 cmHg.

DAFTAR ISI

ABSTRAK

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI..... iii

DAFTAR GAMBAR vi

DAFTAR TABEL..... viii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Tujuan..... 2

1.4 Batasan Masalah..... 2

BAB II STUDI LITERATUR..... 3

2.1 *Flashing Purification* 3

2.2 Purifikasi 4

2.3 Teknologi Purifikasi 5

2.3.1 *Multi-Stage Flash Distillation* 5

2.3.2 Penyulingan Dengan Tekanan Uap (*Vapor Compression Distillation*) 7

2.3.3 Osmosis Balik (*Reverse Osmosis*) 7

2.4 Teknik Penjernihan Air 9

2.4.1 Saringan Kain Katun 9

2.4.2 Saringan Kapas..... 10

2.4.3 Aerasi 10

2.4.4 Saringan Pasir Lambat 11

2.4.5 Saringan Pasir Cepat 12

2.4.6	<i>Gravity-Fed Filtering System</i>	12
2.4.7	Saringan Arang.....	13
2.4.8	Saringan Keramik.....	14
2.4.9	Saringan Air Sederhana.....	14
2.5	Kondensasi Dan Evaporasi.....	15
2.6	<i>Confidence Interval</i>	18
BAB III METODOLOGI.....		20
3.1	Diagram Alir.....	20
3.2	Perancangan Pengujian.....	22
3.3	<i>Set Up</i> Pengujian	23
3.4	Prosedur Pengujian.....	24
3.5	Tempat Dan Waktu Pengujian	25
3.5.1	Tempat Pengujian.....	25
3.5.2	Waktu Pengujian	25
BAB IV PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA.....		26
4.1	Data Pengujian	26
4.1.1	Pengujian Kombinasi Pertama.....	26
4.1.2	Pengujian Kombinasi Kedua.....	29
4.1.3	Pengujian Kombinasi Ketiga.....	31
4.1.4	Pengujian Kombinasi Keempat.....	33
4.1.5	Pengujian Kombinasi Kelima	35
4.1.6	Pengujian Kombinasi Keenam.....	37
4.2	Pengolahan Data.....	39
4.2.1	Hasil Pengolahan Data Kombinasi Pertama	39
4.2.2	Hasil Pengolahan Data Kombinasi Kedua.....	44

4.2.3	Hasil Pengolahan Data Kombinasi Ketiga.....	46
4.2.4	Hasil Pengolahan Data Kombinasi Keempat.....	48
4.2.5	Hasil Pengolahan Data Kombinasi Kelima.....	50
4.2.6	Hasil Pengolahan Data Kombinasi Keenam.....	52
4.3	Perbandingan Laju Kondensasi.....	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		56
5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Alat <i>Flasing Purification</i> [3-4]	3
Gambar 2.2 Proses Purifikasi [3]	5
Gambar 2.3 <i>Multi-Stage Flash</i> [3]	6
Gambar 2.4 Penyulingan Dengan Tekanan Uap [3]	7
Gambar 2.5 <i>Reverse Osmosis</i> [3]	8
Gambar 2.6 Saringan Kain Katun [10]	9
Gambar 2.7 Saringan Kapas [10]	10
Gambar 2.8 Aerasi [10]	11
Gambar 2.9 Saringan Pasir Lambat [10]	11
Gambar 2.10 Saringan Pasir Cepat [7]	12
Gambar 2.11 Penyaringan Air Dengan <i>Gravity-Fed Filtering System</i> [7]	13
Gambar 2.12 Saringan Arang [7]	13
Gambar 2.13 Saringan Keramik [7]	14
Gambar 2.14 Saringan Air Sederhana [7]	15
Gambar 2.15 (a) Proses Evaporasi Dan (b) Proses Kondensasi [19]	17
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir	20
Gambar 3.2 <i>Set Up</i> Pengujian	23
Gambar 4.1 Perbedaan Warna (a) Air Umpan Dan (b) Air Kondensat Pengujian Kombinasi Pertama	28
Gambar 4.2 Perbedaan Warna (a) Air Umpan Dan (b) Air Kondensat Pengujian Kombinasi Kedua	30
Gambar 4.3 Perbedaan Warna (a) Air Umpan Dan (b) Air Kondensat Pengujian Kombinasi Ketiga	32
Gambar 4.4 Perbedaan Warna (a) Air Umpan Dan (b) Air Kondensat Pengujian Kombinasi Keempat	34
Gambar 4.5 Perbedaan Warna (a) Air Umpan Dan (b) Air Kondensat Pengujian Kombinasi Kelima	36
Gambar 4.6 Perbedaan Warna (a) Air Umpan Dan (b) Air Kondensat Pengujian Kombinasi Keenam	38

Gambar 4.7 Nilai Laju Kondensasi Kombinasi Pertama	42
Gambar 4.8 Nilai Laju Kondensasi Kombinasi Kedua.....	45
Gambar 4.9 Nilai Laju Kondensasi Kombinasi Ketiga.....	47
Gambar 4.10 Nilai Laju Kondensasi Kombinasi Keempat.....	48
Gambar 4.11 Nilai Laju Kondensasi Kombinasi Kelima.....	50
Gambar 4.12 Nilai Laju Kondensasi Kombinasi Keenam	52



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Variabel Pengujian.....	22
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Kombinasi Pertama.....	27
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Kombinasi Kedua.....	29
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Kombinasi Ketiga.....	31
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Kombinasi Keempat.....	33
Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Kombinasi Kelima.....	35
Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian Kombinasi Keenam.....	37
Tabel 4.7 Laju Kondensasi Rata-Rata Kombinasi Pertama.....	39
Tabel 4.8 Nilai Laju Kondensasi yang Masuk Rentang Kepercayaan 99%.....	43
Tabel 4.9 Laju Kondensasi Rata-Rata Kombinasi Kedua.....	44
Tabel 4.10 Nilai Laju Kondensasi yang Masuk Rentang Kepercayaan 99%.....	45
Tabel 4.11 Laju Kondensasi Rata-Rata Kombinasi Ketiga.....	46
Tabel 4.12 Nilai Laju Kondensasi yang Masuk Rentang Kepercayaan 99%.....	47
Tabel 4.13 Laju Kondensasi Rata-Rata Kombinasi Keempat.....	48
Tabel 4.14 Nilai Laju Kondensasi yang Masuk Rentang Kepercayaan 99%.....	49
Tabel 4.15 Laju Kondensasi Rata-Rata Kombinasi Kelima.....	50
Tabel 4.16 Nilai Laju Kondensasi yang Masuk Rentang Kepercayaan 99%.....	51
Tabel 4.17 Laju Kondensasi Rata-Rata Kombinasi Keenam.....	52
Tabel 4.18 Laju Kondensasi yang Masuk Rentang Kepercayaan 99%.....	53
Tabel 4.19 Laju Kondensasi Rata-Rata Setiap Kombinasi Rentang Kepercayaan 95%.....	54
Tabel 4.20 Laju Kondensasi Rata-Rata Setiap Kombinasi Rentang Kepercayaan 99%.....	54

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan semua makhluk hidup di bumi. Fungsi air dalam kehidupan tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan secara fisik tetapi sangat berperan penting bagi kegiatan manusia sehari-hari, baik digunakan untuk mandi, mencuci, menyiram tanaman dan kebutuhan manusia yang lainnya.

Namun sekarang dimana-mana terjadi krisis air akibat pencemaran dan siklus cuaca yang tak menentu serta populasi manusia yang semakin meningkat, sedangkan sumber air yang layak konsumsi hanya terbatas pada air hujan, air tanah, air sungai dan air danau. Saat ini sumber air yang banyak dan dapat diolah adalah air laut. Banyak cara yang dapat dilakukan untuk memperoleh air bersih, salah satunya dengan cara mengubah air kotor menjadi air bersih dengan metode *flashing purification* [5]. *Flashing* adalah metode penguapan air secara cepat di dalam tabung evaporasi pada tekanan rendah melalui proses *throttling* yang diikuti dengan laju kondensasi. *Throttling* berfungsi untuk mengubah aliran kontinyu menjadi partikel-partikel kecil sehingga proses penguapan dapat terjadi lebih cepat. Pada proses ini fluida berekspansi dari tekanan tinggi ke tekanan lebih rendah sehingga terjadi perubahan fasa dan penurunan temperature. Prinsip *throttling* ini bersifat volume atur (*control volume*) dan kerja yang dilakukan sangat kecil dan diabaikan [4-5].

Prinsip kerja dari alat yang digunakan dalam penelitian adalah dengan cara mendorong air umpan dengan tekanan dan temperatur untuk melewati nosel. Nosel sendiri merupakan proses *throttling* yang dimanfaatkan untuk menghasilkan *droplet* atau kabut agar dapat mempercepat proses penguapan yang terjadi. Kabut yang keluar dari nosel kemudian masuk kedalam tabung yang sudah dalam keadaan vakum untuk dievaporasikan dan dikondensasikan sehingga air kotor terpisah menjadi air pekat dan air bersih [4].

Ada beberapa variabel yang mempengaruhi laju kondensasi pada *flashing purification* diantaranya temperatur air umpan, tekanan air umpan, tekanan vakum tabung *flash*, pemecah air dan kecepatan putar nosel. Berdasarkan variabel tersebut temperatur air umpan sangat dibutuhkan pada proses penguapan, proses penguapan dapat terjadi apabila terdapat perbedaan temperatur antara fluida (air) dengan temperatur lingkungannya. Pada penelitian ini dilakukan pengujian pengaruh temperatur air umpan terhadap laju kondensasi pada *flashing purification*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui laju kondensasi maksimum pada alat *flashing purification*.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut didapat beberapa rumusan masalah, diantaranya:

1. Bagaimana pengaruh temperatur air umpan terhadap laju kondensasi pada *flashing purification* ?
2. Bagaimana cara mengubah-ubah temperatur air umpan pada pengujian *flashing purification* ?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai yaitu untuk memperoleh laju kondensasi maksimum pada *flashing purification* dengan temperatur yang berbeda.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah, diantaranya:

1. Temperatur air umpan ditentukan sebesar 40°C, 50°C, dan 60°C
2. Tekanan air umpan ditentukan sebesar 2,0 bar-g dan 2,2 bar-g
3. Tekanan vakum tabung *flash* ditentukan sebesar -53 cmHg
4. Diameter nosel 1 mm
5. Pemecah aliran menggunakan lebar lipatan 8 mm berdasarkan hasil pengujian Saefudin, H. (2019) [6]

DAFTAR PUSTAKA

1. Sonawan, H., Tandian, N. P., & Yuwono, S. (2015). *Studi Eksperimen Proses Flashing Purification Dari Nosel Berputar di Dalam Lingkungan Vakum*. In SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI 2015
2. Riki. (2016). *Pengoptimalan Kecepatan Putar Nosel Pada Proses Flashing Purification Yang Menggunakan Nosel Berputar*. Teknik Mesin Universitas Pasundan.
3. Nurhayat, C. (2017). *Rancang Bangun Tabung Flash Dalam Flashing purification*. Teknik Mesin Universitas Pasundan.
4. Aprilianto, K. (2017). *Eksperimen Flashing Purication*. Teknik Mesin Universitas Pasundan.
5. Pranata, I. M. (2016). *Kaji Eksperimental Pengaruh Tekanan Air Umpan Terhadap Laju Kondensasi Pada Proses Flashing Purification*. Teknik Mesin Universitas Pasundan.
6. Saefudin, H. (2019). *Studi Eksperimen Pengaruh Pemecah Aliran Air Dari Nozzle Terhadap Laju Kondensasi Pada Proses Flashing Purification*. Teknik Mesin Universitas Pasundan.

Pustaka Dari Internet:

7. Aimyaya. (2009). Kumpulan Teknik Penyaringan Air. Retrieved January 23, 2019, from <http://aimyaya.com/id/lingkungan-hidup/kumpulan-teknik-penyaringan-air-sederhana/>
8. Alistigna. (2015). Pengertian Dan Proses Kondensasi. Retrieved January 23, 2019, from <https://budisma.net/2015/06/pengertian-dan-proses-kondensasi-2.html>
9. Bahriah, E. S. (2012). desalinasi air laut melalui metode osmoasis terbalik. Retrieved January 23, 2019, from <https://evisapinatulbahriah.wordpress.com/2012/06/04/desalinasi-air-laut-melalui-metode-osmosis-terbalik/>
10. Endah, A. (2014). Teknik Penjernihan Dan Penyaringan Air. Retrieved January 23, 2019, from <https://www.pramukaria.id/2014/01/sku-teknik-penjernihan-penyaringan-air.html>

11. Fauzi, R. (2013). Desalinasi Air Laut. Retrieved January 23, 2019, from <http://sistempengolahanair.blogspot.com/2011/09/desalinasi-air-laut.html>
12. Honk, D. (2016). Apa Itu Desalinasi. Retrieved January 23, 2019, from <https://www.scribd.com/doc/308184890/Apa-Itu-Desalinasi>
13. Jeddah, P. (2013). Desalinasi Air Laut. Retrieved January 23, 2019, from <https://ppmijeddah.wordpress.com/2013/02/24/desalinasi-air-laut-dari-air-garam-menjadi-air-bersih-layak-minum/>
14. Kemikalinjinereng. (2011). Evaporasi (Penguapan). Retrieved January 30, 2019, from <https://www.portalsejarah.id/evaporasi-adalah-berikut-pengertian-dan-penjelasan/>
15. Pandai, P. (2018). Evaporasi Atau Penguapan. Retrieved January 30, 2019, from <https://www.pinterpandai.com/evaporasi-atau-penguapan/>
16. Permata, F. (2011). Kondensasi. Retrieved January 23, 2019, from <http://materiilmupelajaran.blogspot.com/2011/05/kondensasi.html>
17. Putri, T. P. (2012). Destilasi Sederhana. Retrieved January 23, 2019, from <https://theprincess9208.wordpress.com/2012/11/20/destilasi-sederhana/>
18. Reviews, B. (2017). Pengertian Dan Jenis Destilasi. Retrieved January 23, 2019, from <https://www.berbagaireviews.com/2017/02/distilasi-pengertian-dan-jenis-jenis.html>
19. Tenia, H. (2018). Pengertian Evaporasi. Retrieved January 30, 2019, from <https://www.kata.co.id/Pengertian/Evaporasi/1659>
20. Widodo, G. (2018). Pengertian Destilasi. Retrieved January 23, 2019, from <https://www.ilkimia.com/2018/01/pengertian-prinsip-tujuan-destilasi-soal.html>
21. Fadhillah, I. (2017). Confidence Interval. Retrieved February 4, 2019, from <https://www.scribd.com/document/363798982/13-Confidence-Interval-pdf>
22. Ngobrolstatistic. (2017). Standar Deviasi Dan Standar Error. Retrieved February 4, 2019, from <http://www.ngobrolstatistik.com/2017/08/standar-deviasi-dan-standar-eror-apa.html>