

**TESIS**

**TEKNOLOGI DESALINASI AIR LAUT DENGAN  
MENGUNAKAN METODE PENGUAPAN BERTINGKAT**



**Disusun Oleh :**

**Sofyan Hadi (2108054015)**

**Tesis ini disusun untuk melengkapi persyaratan dalam  
memperoleh gelar Magister Teknik Kimia**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN  
YOGYAKARTA**

**2024**

**THESIS**

**ANALYSIS WATER CONTENT OF SEAWATER  
DESALINATION TECHNOLOGY BY USING MULTISTAGE  
DISTILLATION**



**Written by :**

**Sofyan Hadi (2108054015)**

**This thesis submitted as a fulfillment of the requirements to attain  
the Master Degree of Chemical Engineering**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN  
YOGYAKARTA**

**2024**

## HALAMAN PERSETUJUAN

### TEKNOLOGI DESALINASI AIR LAUT DENGAN MENGUNAKAN METODE PENGUAPAN BERTINGKAT

Tesis ini disusun untuk melengkapi persyaratan dalam memperoleh gelar Magister Teknik Kimia pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan



Pembimbing I

(Ir. Adi Permadi, S.T., M.T., M.Farm., Ph.D)  
NIPM : 19800324 202005 111 1362405

Pembimbing II

(Ir. Maryudi, S.T., M.T., Ph.D., IPM.)  
NIPM : 19740114 200002 111 0864615

## APPROVAL PAGE

### ANALYSIS WATER CONTENT OF SEAWATER DESALINATION TECHNOLOGY BY USING MULTISTAGE DISTILLATION

This thesis submitted as a fulfillment of the requirements to  
attain the Master Degree of Chemical Engineering at faculty of  
Industrial Technology Universitas Ahmad Dahlan



Supervisor I

A handwritten signature in black ink that reads "Adi Permadi".

(Ir. Adi Permadi, S.T., M.T., M.Farm., Ph.D)  
NIPM : 19800324 202005 111 1362405

Supervisor II

A handwritten signature in blue ink that reads "Maryudi".

(Ir. Maryudi, S.T., M.T., Ph.D., IPM.)  
NIPM : 19740114 200002 111 0864615

## HALAMAN PENGESAHAN

### TEKNOLOGI DESALINASI AIR LAUT DENGAN MENGGUNAKAN METODE PENGUAPAN BERTINGKAT

Tesis untuk melengkapi persyaratan dalam memperoleh Gelar Magister  
Teknik Kimia Telah dipertahankan di hadapan dewan penguji

Pada tanggal : 2 Mei 2024

#### Dewan Penguji

|                     |  |  |
|---------------------|--|--|
| Ketua Penguji       | : Ir. Adi Permadi, S.T., M.T., M.Farm., Ph.D.  | <br>(.....)   |
| Anggota Penguji I   | : Ir. Maryudi, S.T., M.T., Ph.D., IPM.         | <br>(.....)  |
| Anggota Penguji II  | : Dr. Ir. Martomo Setyawan, S.T., M.T.         | <br>(.....) |
| Anggota Penguji III | : Dr. Eng. Farrah Fadhillah Hanum, S.T., M.Eng | <br>(.....) |

#### MENGESAHKAN

Dekan Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Ahmad Dahlan

  


Prof. Dr. Ir. Siti Jamilatun, M.T.  
NIPM : 19660812 199601 011 0784324

## RATIFICATION PAGE

### ANALYSIS WATER CONTENT OF SEAWATER DESALINATION TECHNOLOGY BY USING MULTISTAGE DISTILLATION

Thesis to complete the requirements for obtaining a Masters Degree in  
Chemical Engineering

Has been defended before the board of examiners

At the date : 2 Mei 2024

#### Dewan Penguji

|                     |   |  |
|---------------------|---|--|
| Ketua Penguji       | : Ir. Adi Permadi, S.T., M.T., M.Farm., Ph.D.   | <br>(.....)  |
| Anggota Penguji I   | : Ir. Maryudi, S.T., M.T., Ph.D., IPM.          | <br>(.....) |
| Anggota Penguji II  | : Dr. Ir. Martomo Setyawan, S.T., M.T.          | <br>(.....) |
| Anggota Penguji III | : Dr. Eng. Farrah Fadhillah Hanum, S.T., M.Eng. | <br>(.....) |

APPROVED BY

Dean of Faculty of Industrial Technology  
Universitas Ahmad Dahlan

  


Prof. Dr. Ir. Siti Jamilatun, M.T.  
NIPM : 19660812 199601 011 0784324

## PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sofyan Hadi  
NIM : 2108054015  
Program Studi : Magister Teknik Kimia  
Fakultas : Teknologi Industri

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Penelitian yang kami tulis dengan judul **"Teknologi Desalinasi Air Laut Dengan Menggunakan Metode Penguapan Bertingkat"** benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pikiran orang lain yang kami akui sebagai hasil tulisan atau pikiran kami sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan penelitian ini merupakan hasil karya jiplakan, maka kami bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Yogyakarta, 2 Mei 2024

Yang membuat pernyataan,



(Sofyan Hadi)

## SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sofyan Hadi  
NIM : 2108054015  
Program Studi : Magister Teknik Kimia  
Fakultas : Teknologi Industri  
Judul Tesis : Teknologi Desalinasi Air Laut Dengan Menggunakan Metode Penguapan Bertingkat

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah mendapatkan gelar sarjana atau magister baik di Universitas Ahmad Dahlan maupun di Instansi Pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini bukan saduran/terjemahan melainkan merupakan gagasan, rumusan dan hasil pelaksanaan penelitian dan oimplementasi saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik dan narasumber peneltian.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah dirilis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya saya ini, serta sanksi lain yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Ahmad Dahlan.

Yogyakarta, 2 Mei 2024  
Yang Menyatakan,



Sofyan Hadi

Mengetahui,

Pembimbing I

Pembimbing II



(Ir. Adi Permadi, S.T., M.T., M.Farm., Ph.D.)

NIPM : 19800324 202005 111 1362405



(Ir. Maryudi, S.T., M.T., Ph.D., IPM)

NIPM : 19740114 200002 111 0864615

## SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sofyan Hadi

NIM : 2108054015

Program Studi: Magister Teknik Kimia

Fakultas : Teknologi Industri

Judul Tesis : Teknologi Desalinasi Air Laut Dengan Menggunakan Metode Penguapan Bertingkat

Dengan ini saya menyerahkan hak sepenuhnya kepada Perpustakaan Universitas Ahmad Dahlan untuk menyimpan, mengatur akses serta melakukan pengelolaan terhadap karya saya ini dengan mengacu pada ketentuan akses tugas akhir elektronik tersebut.

Saya mengizinkan karya tersebut diunggah ke dalam Repository Perpustakaan Universitas Ahmad Dahlan.

Yogyakarta, 2 Mei 2024

Yang menyatakan,



Sofyan Hadi

## MOTTO

"Secepat apa Allah SWT mengabulkan do'amu tergantung secepat apa kamu melakukan seruannya."

"Apa yang menurutmu baik belum tentu baik, dan apa yang menurutmu buruk belum tentu buruk, Hanya Allah SWT yang maha mengetahui yang terbaik untuk kita, tugas kita hanyalah berikhtiar dan berdo'a"

"Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus dari rahmat Allah melainkan orang-orang yang kafur."

-QS Yusuf: 87-

"Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan."

-Q.S Al Insyirah: 5-6-

## PERSEMBAHAN



Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat, karunia, dan hidayah-Nya yang telah memberikan kesehatan, kemudahan, kelancaran, dan kesabaran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW.

Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terimakasih saya persembahkan Tugas Akhir ini kepada orang yang sangat saya kasihi dan saya sayangi, yaitu kedua orang tua saya, yang selalu memberikan doa, dukungan, serta kasih sayang yang tak terhingga dan Semoga Allah SWT senantiasa melindungi, menjaga, melimpahkan rahmat-Nya, dan memberikan umur panjang hingga saya dapat membalas segala kebaikan Ibu dan Bapak kelak dikemudian hari. Kepada seluruh keluarga saya terima kasih yang sebesar-besarnya atas support, kasih sayang, ketulusan, kesabaran dan dukungan moril serta materil yang telah diberikan kepada saya hingga mengantarkan saya sampai pada titik mendapatkan gelar magister.

Kepada Bapak Ir. Adi Permadi, S.T., M.T., M.Farm., Ph.D dan bapak Ir. Maryudi, S.T., M.T., Ph.D., IPM selaku dosen pembimbing tesis yang telah memberikan doa dan dukungan kepada saya. Kepada bapak Dr. Ir. Martomo Setyawan., ST., M.T., selaku Kaprodi Program Magister Teknik Kimia Universitas Ahmad Dahlan Terima kasih atas arahan, bimbingan, kesabaran, semangat, dan motivasi yang selalu diberikan dalam proses pengerjaan Tugas Akhir hingga sampai pada titik dimana saya mendapat gelar magister. Semoga bapak dan Ibu senantiasa diberikan kebahagiaan dan keberkahan dalam hidup oleh Allah SWT.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamiin. Segala puji hanyalah bagi Allah Subhanahu wa ta'aala saja, yang mana atas rahmat dan hidayah-Nya penyusun dapat menyelesaikan laporan penelitian yang berjudul "Teknologi Desalinasi Air Laut Dengan Menggunakan Metode Penguapan Bertingkat". Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Adi Permadi, S.T., M.T., M.Farm., Ph.D dan bapak Ir. Maryudi, S.T., M.T., Ph.D., IPM selaku dosen pembimbing penelitian yang telah memberikan doa dan dukungan kepada penyusun.
2. Bapak Dr.Ir. Ir.Martomo Setyawan, ST., M.T., selaku Kaprodi Program Studi Magister Teknik Kimia Universitas Ahmad Dahlan.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Jamilatun, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Industri Universitas Ahmad Dahlan.
4. Bapak Prof. Dr. Muchlas, M.T., selaku rektor Universitas Ahmad Dahlan.
5. Semua pihak yang telah membantu hingga laporan ini dapat terselesaikan.

Semoga Allah Subhanahu wa Ta'aala memberikan balasan atas segala bantuan yang telah diberikan kepada kami. Penyusun menyadari bahwa laporan penelitian ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk perbaikan laporan ini.

## DAFTAR ISI

|  |           |
|--|-----------|
| HALAMAN PERSETUJUAN.....   | iii       |
| HALAMAN PENGESAHAN.....  | v         |
| PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN.....                                    | vii       |
| SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT.....                                    | viii      |
| SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES.....                                | ix        |
| MOTTO.....   | x         |
| PERSEMBAHAN.....   | xi        |
| KATA PENGANTAR.....  | xi        |
| DAFTAR ISI.....  | xiii      |
| DAFTAR TABEL.....  | xv        |
| DAFTAR GAMBAR.....   | xvi       |
| ABSTRAK.....   | xvii      |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>  | <b>1</b>  |
| I.1. Latar Belakang.....   | 1         |
| I.2. Rumusan Masalah.....  | 5         |
| I.3. Tujuan.....   | 5         |
| I.4. Manfaat.....  | 6         |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                                    | <b>7</b>  |
| II.1. Desalinasi.....  | 7         |
| II.2. Desalinasi Air Laut.....   | 9         |
| II.3. Metode Desalinasi Air Laut.....                                  | 10        |
| II.3.1. Desalinasi Tenaga Tata Surya.....                              | 10        |
| II.3.2. Distilasi.....   | 11        |
| II.3.3. Multi Stage Flash.....   | 14        |
| II.3.4. Multi Effect Distillation (MED).....                           | 15        |
| II.3.4. Membran Reverse Osmosis.....                                   | 18        |
| II.4. Perbandingan Umum Teknologi Desalinasi.....                      | 21        |
| II.5. Air Laut.....  | 22        |
| II.5.1. Kandungan Air Laut.....  | 23        |
| II.5.2. Manfaat Dan Fungsi Air Laut.....                               | 24        |
| II.6. Karakter Air Laut Yang Menyulitkan Proses Desalinasi.....        | 24        |
| II.7. Target Kualitas Air Minum.....                                   | 26        |
| II.8. Menerapkan <i>Multi Effect Distillation</i> .....                | 29        |
| II.9. Pengaruh Tingkat Kekentalan Air Laut Dengan Hasil Distilasi..... | 32        |
| II.10. Evaluasi Med Untuk Penggunaan Umum.....                         | 33        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>                              | <b>35</b> |
| III.1. Lokasi Penelitian.....  | 35        |
| III.2. Alat dan Bahan.....   | 35        |

|  |           |
|--|-----------|
| III.2.1. Alat.....   | 35        |
| III.2.2. Bahan.....  | 35        |
| III.3. Cara Kerja.....   | 37        |
| III.3.1. Uraian Proses.....  | 37        |
| III.3.2. Diagram Alir.....   | 38        |
| III.4. Analisis Hasil.....   | 40        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>                              | <b>41</b> |
| IV.1 Pengaruh Kandungan Garam Dalam Air Destilat.....                | 41        |
| IV.2 Pengaruh Perbaikan Alat Terhadap Error.....                     | 43        |
| IV.3 Pengaruh Perbaikan Alat Terhadap Kualitas Air Destilat.....     | 43        |
| IV.4 Hasil Pemeriksaan Laboratorium Air Bersih Hasil Desalinasi..... | 43        |
| IV.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Terhadap Proses Desalinasi..... | 49        |
| IV.6 Potensi Penggunaan Air Destilat sebagai Sumber Air Bersih.....  | 50        |
| <b>BAB V KESIMPULAN.....</b>   | <b>51</b> |
| V.1. Kesimpulan.....   | 51        |
| V.2. Saran.....  | 52        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>   | <b>54</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>   | <b>62</b> |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel II.1 Perbandingan Umum Teknologi Desalinasi Berdasarkan Beberapa Kriteria.....   | 21 |
| Tabel II.2 Standar Air Minum.....  | 27 |
| Tabel II.3 Standar Mutu Pengujian Air Berdasarkan National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS).....  | 27 |
| Tabel II.4 Standar Pengujian Air Menurut ISO.....  | 27 |
| Tabel II.4 Standar Pengujian Air Menurut ISO International Organization for Standardization. ISO 3696. Water for analytical laboratory use - Specification and test methods..... | 28 |
| Tabel IV.1 Hasil Distilasi Air Laut pada Stage 1.....  | 40 |
| Tabel IV.2 Hasil Distilasi Air Laut pada Stage 2.....  | 41 |
| Tabel IV.3 Hasil Distilasi Air Laut pada Stage 3.....  | 41 |
| Tabel IV.4 Hasil Distilasi Beberapa Parameter pada setiap stage.....   | 44 |
| Tabel IV.5 Pengujian Air Suling Yang Dijual Di Pasaran.....  | 47 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar II.1 Teknologi Utama Proses Desalinasi.....                                 | 8  |
| Gambar II.2 Desalinasi Air Laut Dengan Bantuan Sinar Matahari.....                 | 10 |
| Gambar II.3 Desain Alat Distilasi Air Laut Elektrik Berbasis Mikrokontroler.<br>12 |    |
| Gambar II.4 Skema Proses MSF.....  | 15 |
| Gambar II.5 Skema Proses MED.....  | 17 |
| Gambar II.6 Proses Reverse Osmosis Secara Sederhana.....                           | 18 |
| Gambar II.7 Skema Proses MRO.....  | 20 |
| Gambar II.8 Proses Desalinasi Multi-Effect Destilation (MED).....                  | 30 |
| Gambar III.1 Rangkaian proses penguapan bertingkat.....                            | 35 |
| Gambar III.2 Bagan Alur Penelitian.....  | 37 |
| Gambar III.3 Diagram Alir Proses.....  | 38 |
| Gambar IV.1 pH Hasil Distilasi pada berbagai Stage.....                            | 43 |
| Gambar IV.2 Hasil TDS dan Kesadahan pada setiap Stage.....                         | 44 |
| Gambar IV.3 Hasil Fluorida, Nitrat dan Nitrit.....                                 | 44 |

## ABSTRAK

Teknologi desalinasi telah menjadi salah satu metode utama yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan akan air bersih selama beberapa dekade terakhir, yang dapat diterapkan dalam upaya pemanfaatan air laut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana variasi komposisi air suling dipengaruhi oleh penyulingan multistage air laut dari Pantai Cemara Sewu, Bantul, Yogyakarta. Gas LPG digunakan sebagai bahan bakar untuk memanaskan air laut selama proses penyulingan. Untuk memperoleh air suling, uap air laut kemudian dikondensasikan. Selanjutnya, prosedur distilasi dilakukan dalam tiga tahap, dan setiap tahap dievaluasi menggunakan air suling. Tingkat kesadahan  $\text{CaCO}_3$  secara keseluruhan pada air suling tahap pertama masih tinggi sehingga tidak melebihi kriteria mutu air bersih.

Secara umum air suling tahap pertama cukup untuk diolah menjadi air bersih dengan penambahan perlakuan kesadahan air. Distilasi berulang mempunyai kecenderungan untuk menurunkan pH, kesadahan total, TDS, fluorida, nitrat dan deterjen.

*Kata Kunci : Air Laut, Air Bersih, Desalinasi, Distilasi, Garam, Penguapan Bertingkat.*