

**SKRIPSI**

**PENGUAPAN AIR LAUT DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE 3D ROPE DI DESA OLI'O KABUPATEN KUPANG**

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar sarjana di bidang ilmu  
Kimia



**Yeremias Juma  
72119003**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA  
KUPANG  
2023**

## PERNYATAAN ORISINALITAS

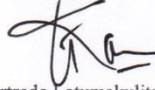
Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yeremias Juma  
Nim : 72119003  
Program studi : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis skripsi dengan judul : **Penguapan Air Laut dengan Menggunakan Metode 3D Rope di Desa Oli'o Kabupaten Kupang** adalah benar-benar karya saya sendiri. Apabila dikemudian hari ditemukan penyimpangan, maka saya bersedia dituntut secara hukum

Mengetahui

Pembimbing I



Gertreda Latumakulita, S.Si.,M.Sc  
NIDN : 0807037601



Kupang, 29 Mei 2023



Yeremias Juma  
Nim 72119003

**HALAMAN PENGESAHAN**

**Skripsi, dengan Judul :**

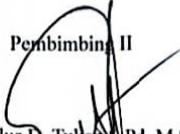
Oleh  
Yeremias Juma  
NIM: 72119003

**PENGUAPAN AIR LAUT DENGAN MENGGUNAKAN METODE 3D ROPE DI  
DESA OLI'O KABUPATEN KUPANG**

Pembimbing I

  
Gertreda Latumakulita, S.Si, M.Sc  
NIDN : 0807037601

Pembimbing II

  
Gerardus D. Tubunan, Pd, M.Si  
NIDN : 0813270001

Pembimbing Lapangan

  
Prof. Dr. Ir. Rudy R. B. Witono, M.App.Sc  
NIDN : 0421075402

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada Tanggal : 29 Mei 2023

Tim Penguji

Penguji I : Dr. Maksimus M. Taek, M.Si

Penguji II : Br. Anggelinus Nadut, S.Si, M.Si

Penguji III : Gertreda Latumakulita, S.Si, M.Sc

  
.....  
  
.....  
.....

Mengetahui

  
Dekan Fakultas  
Br. Anggelinus Nadut, S.Si, M.Si  
NIDN: 0825026902

  
Ketua Program Studi Kimia  
Gertreda Latumakulita, S.Si, M.Sc  
NIDN:0807037601

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO :**

“Tidak ada kesuksesan tanpa kerja keras. Tidak ada keberhasilan tanpa kebersamaan. Tidak ada kemudahan tanpa doa” (Anonim)

### **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang selalu menyertai dan menuntun penulis dalam setiap langkah penulis.
2. Orang tua tercinta: Bapak Polus Juma (Alm) dan Mama Odalia Biba yang begitu baik membesarkan, mendidik, mendoakan dan mendukung penulis hingga saat ini.
3. Ketiga saudara tercinta: Kakak Roli, kakak Wihelmus, dan kakak Regina yang selalu mendukung dan mendoakan penulis sampai saat ini.
4. Semua keluarga besar yang dengan caranya masing-masing mendukung dan mendoakan penulis
5. Teman Seangkatan Santi, Lesta, Indri dan Alda yang telah membantu, memberi masukan dan mendukung penulis dalam proses perkuliahan hingga mengerjakan skripsi ini
6. Teman-teman angkatan 2021 Oki dan Frank yang selalu mendukung dan memotivasi penulis.
7. Bapak/Ibu dosen, dan almamater tercinta FMIPA UNWIRA Kupang

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas kasih dan anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul "Penguapan Air Laut dengan Menggunakan Metode 3D Rope di Desa Oli'o Kabupaten Kupang" ini dengan baik. Penulisan skripsi ini sebagai puncak arya ilmiah bagi penulis untuk dapat menyelesaikan pendidikan di Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Katolik Widya Mandira. Skripsi ini bertujuan mempelajari pengaruh temperatur udara, kelembaban, kecepatan angin terhadap laju penguapan air laut di Desa Oli'o Kabupaten Kupang.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini, sedikit kesulitan dan hambatan yang dialami. Berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak maka penulisan skripsi ini dapat diselesaikan. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini. Ucapan terima kasih ini disampaikan kepada:

1. Pater Dr. Philipus Tule, SVD selaku Rektor UNWIRA Kupang
2. Br. Angelinus Nadut, SVD, S.Si, M.Si selaku Dekan FMIPA UNWIRA Kupang
3. Ibu Gertreda Latumakulita, S.Si.,M.Sc selaku Ketua Program Studi Kimia FMIPA Unwira Kupang dan juga selaku pembimbing I yang dengan sabar dan tulus hati telah membimbing dan memberikan masukan bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Gerardus D. Tukan, S.Pd, M.Si selaku pembimbing II yang dengan sabar dan tulus hati telah membimbing dan memberikan masukan bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Ibu Prof. Dr. Judy Rety B. Witono, Ir. M.App. Sc, selaku Dosen pendamping lapangan yang sabar dan tulus hati telah mendampingi dan memberikan masukan bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

6. Bapak dan Ibu dosen FMIPA Program Studi Kimia, Bapak Lodowik Landi Pote, S.Si, M.Sc, Dr. Maksimus M. Taek, M.Si, Br. Anggelinus Nadut SVD, S.Si, M.Si, Bapak Gerardus Diri Tukan, S.Pd, M.Si, Ibu Gertreda Latumakulita, S.Si, M.Sc, Ibu Christiani Dewi Q. M. Bulin S.Si, M.Sc, dan Bapak Drs. Silverius Yohanes, M.Si (Alm), yang telah memberi bekal ilmu pengetahuan selama penulis belajar di program studi ini, sehingga penulis dapat merumuskan rencana penelitian ini.
7. Ibu Ermelinda Maria Banu, S.E. selaku kepala TU, Bapak Philipus Lepo, A.Md (Alm), dan Ibu Skolastika Dira, S.Pd selaku pegawai Tata Usaha FMIPA UNWIRA Kupang yang selalu membantu penulis dalam urusan administrasi selama perkuliahan maupun dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
8. Orang tua, dan teman-teman seperjuangan angkatan 2019 Kimia FMIPA UNWIRA Kupang yang selalu memberikan motivasi dan semangat kepada penulis selama penulisan skripsi ini.
9. Segenap masyarakat Desa O'lio Kabupaten Kupang, khususnya Bapak Matias dan keluarga serta Bapak Anderius serta keluarga yang telah membantu dalam pembuatan alat dan pengumpulan data yang diperlukan dalam penyusunan laporan ini.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan dalam penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini belum sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan demi menyempurnakan skripsi ini. Akhirnya, penulis harapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Kupang, Mei 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR ISTILAH	xiv
DAFTAR SIMBOL	xvi
ABSTRAK	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Air Laut	7
2.2 Garam	8
2.3 Evaporasi	13
2.4 Metode 3D Rope Evaporator	19
2.5 Desa Oli'o	24
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.2 Alat dan Bahan	25
3.3 Variasi Penelitian	27
3.4 Holder	28

3.5 Prosedur Penelitian	29
<b>BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL</b>	<b>31</b>
4.1 Kondisi Lingkungan	32
4.2 Kalibrasi Bak Penampung	33
4.3 Run Utama	37
4.3.1 Pengaruh Laju Alir Udara	40
4.3.2 Pengaruh Suhu	41
4.3.3 Pengaruh %RH	42
4.4 Penggunaan Sumbu	43
4.5 Laju Penguapan	46
4.6 Efisien Penguapan	48
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>50</b>
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>51</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>54</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Hasil proyeksi impor garam industry tahun 2019-2023	3
Tabel 2.1 Komposisi Air Laut pada 3,5% Salinitas	7
Tabel 2.2 Tingkat Pengendapan Air Laut	8
Tabel 2.3 Syarat Mutu Garam Konsumsi (Badan Standar Nasional, 2010)	11
Tabel 2. 4 Syarat mutu garam untuk bahan baku Industri (Wibowo 2020)	12
Tabel 4.1 Kalibrasi Bak Penampung 3D Rope Bak Bawah	33
Tabel 4.2 Kalibrasi Bak Penampung 3D Rope Bak Atas	34
Tabel 4.3 Kalibrasi Bak Penampung Konvensional	35
Tabel 4.4 Data Fisik Hari Pertama Versi 25 Sumbu	37
Tabel 4.5 Data Fisik Hari kedua Versi 25 Sumbu	38
Tabel 4.6 Data Fisik Hari Pertama Versi 17 Sumbu	39
Tabel 4.7 Data Fisik Hari Kedua Versi 17 Sumbu	40
Tabel 4.8 Perbandingan Laju Penguapan Variasi Sumbu 17 & Sumbu 25	44
Tabel 4.9 Perbandingan Laju Penguapan Metode Konvensional	46
Tabel 4.10 Perbandingan Laju Penguapan Metode 3D Rope	47

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Metode 3D Rope Salt Farm (Rope Bio, 2018	20
Gambar 2.2 Contoh Skema Rangkaian 3D Rope Evaporator (Dokumen Pribadi 2022)	21
Gambar 2.3 Jenis-Jenis Holder Sumbu (Park, 2016)	22
Gambar 2.4 Skema Alat 3D Rope Evaporator (Park, 2016)	23
Gambar 2.5 Peta Lokasi	24
Gambar 3.1 Skema Alat 3D Rope Evaporator	25
Gambar 3.2 Untaian pada 3D Rope Evaporator	26
Gambar 3.3 Holder Bulat	28
Gambar 4.1 Alat 3D Rope dan Konvensional (Dokumen Pribadi 2022)	32
Gambar 4.2 Grafik Kalibrasi Bak Penampung 3D Bak Bawah	34
Gambar 4.3 Grafik Kalibrasi Bak Penampung 3D Rope Bak Atas	35
Gambar 4.4 Grafik Kalibrasi Bak Penampung Konvensional	36
Gambar 4.5 Grafik Plot Laju Penguapan Terhadap Laju Alir Udara 02-03 November 2022 (a) 3D Rope, (b) Konvensional	41
Gambar 4.6 Grafik Plot Laju Penguapan Terhadap Laju Alir Udara 04-05 November 2022(a) 3D Rope, (b) Konvensional	41
Gambar 4.7 Grafik Plot Laju Penguapan Terhadap Suhu Lingkungan 02-03 November 2022 (a) 3D Rope, (b) Konvensional	42
Gambar 4.8 Grafik Plot Laju Penguapan Terhadap Suhu Lingkungan 04-05 November 2022 (a) 3D Rope, (b) Konvensional	42
Gambar 4.9 Grafik Plot Laju Penguapan Terhadap %RH Lingkungan 02-03 November 2022 (a) 3D Rope, (b) Konvensional	43
Gambar 4.10 Grafik Plot Laju Penguapan Terhadap %RH Lingkungan 04 - 05 November 2022 (a) 3D Rope, (b) Konvensional	43
Gambar 4.11 Ilustrasi Efek Penghalang (Bangunan) Terhadap Aliran Udara (Kim. 2009. pp 49)	44
Gambar 4.12 Grafik Dampak Kenaikan Laju Alir Fluida Terhadap Laju Evaporasi (Shabde. 2006. Fig. 2.18)	48

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A

Luas Permukaan Sumbu Pada Untaian Sumbu

Lampiran B

Peta Lokasi Tempat Pengambilan Sampel dan Tempat Penelitian

Lampiran C

C 1. Kalibrasi Bak Penampung

C 1.1 Kalibrasi Bak Penampung 3D Rope

C 1.2 Kalibrasi Bak Penampung Konvensional

C 2. Run Utama

C 3. Kurva Perbandingan

C 3.1 Kurva Perbandingan Suhu

C 3.2 Kurva Perbandingan Laju Alir Udara

C 3.3 Kurva Perbandingan %RH

## DAFTAR ISTILAH

UNCLOS	=	Konvensi hukum laut yang mengatur beberapa hal utamanya tentang batas zona maritim suatu negara.
Teritorial	=	Wilayah kedaulatan suatu negara pantai selain Wilayah daratan dan perairan pedalaman
Teritorial	=	Mengenai bagian wilayah (daerah hukum) suatu negara perairan, lautan dekat pantai suatu negara yang menjadi hak negara tersebut
Landasan kontinen	=	Dasar laut dan tanah di bawahnya yang terletak di luar area laut teritorial dari sebuah pulau.
Eksklusif	=	Terpisah dari yang lain atau khusus
Elektrolit	=	Suatu zat yang larut atau terurai ke dalam bentuk ion-ion dan selanjutnya larutan menjadi konduktor elektrik, ion-ion merupakan atom-atom bermuatan elektrik
Kontinen	=	Kemiringan yang landai tertutup oleh air yang dangkal yang mengalir dari garis pantai sekumpulan daratan sebelum turun secara tajam ke perairan samudra
Roadmap	=	Sebuah dokumen yang mengatur segala hal terkait kegiatan pengembangan maupun produksi yang akan dilakukan.
Hidrolisis	=	Penghancuran, penguraian, atau perubahan yang dialami suatu zat kimia tertentu oleh air
Viskositas	=	Suatu cara untuk dapat menyatakan berapa daya tahan dari aliran yang diberikan terhadap suatu cairan.

Intensifikasi	=	Suatu usaha dalam meningkatkan hasil produksi dengan cara memaksimalkan kemampuan ataupun produktivitas dari faktor-faktor yang telah ada
Konduktansi	=	Melewatkan gaya gerak udara
Peak	=	Nilai maksimum suatu besaran selama selang waktu tertentu dan daya maksimum yang dikonsumsi atau diproduksi oleh suatu unit atau kelompok unit dalam periode waktu tertentu.
Kolagen	=	Protein yang melimpah
Mengasumsikan	=	Memperkirakan, memperhitungkan, Meramalkan
Undervalued	=	Perbandingan antara satu dengan yang lain menunjuk pada sebuah angka, harga atau nilai
Humiditas	=	Ukuran derajat kelengasan udara
Gradien suhu	=	Perubahan suhu dengan kedalaman
Fluida	=	Debit air
Duplo	=	Rangkap dua
Fluktuatif	=	Tidak pasti atau tidak stabilnya sebuah Kondisi
Rasio	=	Angka yang menunjukkan hubungan secara matematis antara suatu jumlah dan jumlah yang lain.

## DAFTAR SIMBOL

$E$	= Laju evaporasi (mm/hari)
$R_n$	= Jumlah radiasi ( $W/m^2$ )
$\Lambda$	= Kalor laten ( $J/Kg\ ^\circ C$ )
$u$	= Kecepatan angin (m/s)
$\gamma$	= Psychrometric constant ( $KPa/^\circ C$ )
$\Delta$	= Slope tekanan uap jenuh dengan suhu ( $KPa/^\circ C$ )
$\bar{T}_s$	= Suhu rata-rata udara ( $^\circ C$ )
$\bar{T}_a$	= Suhu rata-rata air ( $^\circ C$ )
$T_w$	= Suhu air ( $^\circ C$ )
$e_s$	= Tekanan uap jenuh pada permukaan air (mbar)
$e_a$	= Tekanan uap jenuh udara (mbar)
$P$	= Tekanan atmosferik (kPa)
$Le$	= Panas laten flux ( $MJ/m^2$ )
$C_p$	= Kapasitas panas ( $J/g^\circ C$ )
$R_n$	= Net radiasi ( $W/m^2$ )
$G_{sc}$	= Konstanta solar ( $0.082W/m^2min$ )
$dt$	= Jarak relatif antar bumi matahari
$J$	= Nomor hari pada tahun (misal 1 untuk 1 Januari, 365 untuk 31 Desember)

$\omega_s$	= Sudut matahari terbenam (rad)
$\varphi$	= Latitide suatu tempat (rad)
$\delta$	= Deklinasi matahari (rad)
N	= Durasi penyinaran matahari maksimal (jam)
n	= Durasi penyinaran matahari (jam)
$a_s$	= Parameter regresi
$b_s$	= Parameter regresi
Kh	= Parameter regresi
ah	= Parameter regresi
$\alpha$	= Albedo surface $R_{nl}$ =net long wave radiation $\sigma$ :konstanta boltzman ( $4.903 \times 10^{-9} \text{MJ/K}^4 \text{m}^2 \text{day}$ )

## **PENGUAPAN AIR LAUT DENGAN MENGGUNAKAN METODE 3D ROPE DI DESA OLI'O KABUPATEN KUPANG**

**Oleh**  
**Yeremias Juma**  
**Nim : 72119003**

**Abstract:** Indonesia merupakan sebuah negara kepulauan yang memiliki kemampuan untuk memproduksi garam untuk kebutuhan warganya, namun sangat disayangkan untuk memenuhi hal tersebut Indonesia terkadang masih perlu melakukan impor kepada negara penghasil garam lainnya. Kekurangan produksi bisa terjadi dikarenakan perubahan cuaca sehingga penguapan kurang maksimal maupun penggunaan metode produksi yang kurang efektif. Metode 3D Rope adalah salah satu dari beberapa metode yang dapat digunakan untuk mempercepat produksi garam.

Penggunaan 3D Rope masih jarang dilakukan di Indonesia, yang mungkin dikarenakan masih berupa hal yang baru dan masih banyak tugas yang harus dilaksanakan untuk mendapatkan variabel terbaik puncak performa alat 3D Rope. Penelitian ini diharapkan dapat mampu memberi kontribusi mengenai variabel yang berdampak kepada efektivitas alat 3D Rope, antara lain %RH dimana dampak %RH yang tinggi (saturated) akan mengakibatkan penguapan tidak terjadi serta penggunaan banyak jumlah untaian dimana semakin banyak jumlah untaian yang digunakan akan meningkatkan luas permukaan penguapan sehingga laju penguapan meningkat.

Dari persamaan, kurang dapat mewakili penguapan yang terjadi pada alat 3D Rope dikarenakan dampak laju alir udara terhadap geometri sistem sehingga perhitungan model terhadap data asli menjadi undervalued.

Kata kunci : Garam, Penguapan, dan 3D Rope Evaporasi

# **EVAPORATION OF SEA WATER USING THE 3D ROPE METHOD IN OLI'O VILLAGE, KUPANG DISTRICT**

**By**  
**Yeremias Juma**  
**Nim : 72119003**

**Abstract:** Indonesia is a nation with a capability to produce its own salt for its daily usage, but sadly Indonesia still needs to import much of its need to other salt producer nation. Small production capability might be caused by bad weather that reduce evaporation rate or using lower efficiency method. 3D Rope method is one of salt producing method that can produce salt faster.

The usage of 3D Rope is still rare in Indonesia, that might be contributed by its novelty and still needed many more perfection in order to achieve peak performance by tweaking variables. This research is hoped to contribute variable that affect efficiency of 3D Rope, some of them are %RH that if the air is saturated that mean no evaporation will be made and also the quantity of holder bundle that used in the 3D Rope where the more bundle used the more evaporation area and that mean evaporation rate is increased.

From the equation, it cannot represent the evaporation that occurs in the 3D Rope tool due to the impact of the air flow rate on the system geometry so that the model calculation on the original data becomes undervalued.

**Keyword :** Salt, Evaporation dan 3D Rope Evaporasion