TUGAS AKHIR – ME 184834

# PEMBUATAN ROTOR DESIKAN DENGAN MENGGUNAKAN *SILIKA GEL NATURAL* UNTUK SISTEM VENTILASI PALKA KAPAL PELAYARAN RAKYAT

Nur Holis
NRP 4211640000011

Dosen Pembimbing
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

**TUGAS AKHIR – ME 184834**

# PEMBUATAN ROTOR DESIKAN DENGAN MENGGUNAKAN *SILIKA GEL NATURAL* UNTUK SISTEM VENTILASI PALKA KAPAL PELAYARAN RAKYAT

Nur Holis
NRP 4211640000011

Dosen Pembimbing
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
NIP. 196801291992031001

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN**
**FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN**
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**
**SURABAYA**
**2020**

**PEMBUATAN ROTOR DESIKAN DENGAN MENGGUNAKAN SILIKA GEL NATURAL UNTUK SISTEM VENTILASI PALKA KAPAL PELAYARAN RAKYAT**

## TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**NUR HOLIS**
NRP. 4211640000011

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc. ..... (Pembimbing)

**SURABAYA**

**JUNI, 2020**

# LEMBAR PENGESAHAN

**PEMANFAATAN ROTOR DESIKAN DENGAN MENGGUNAKAN NATURAL SILLICA GEL UNTUK SISTEM VENTILASI PALKA KAPAL PELAYARAN RAKYAT**

TUGAS AKHIR
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi *Marine Machinery Fluid and System (MMS)*
Program S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Nur Holis**
**NRP 04211640000011**

Disetujui Oleh,
Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan :

Beny Cahyono, ST, MT, Ph.D.
NIP 197903192008011008

**SURABAYA**
**AGUSTUS 2020**

**PEMBUATAN ROTOR DESIKAN DENGAN MENGGUNAKAN *SILIKA GEL NATURAL* UNTUK SISTEM VENTILASI PALKA KAPAL PELAYARAN RAKYAT**

**Nama Mahasiswa : Nur Holis**
**NRP : 4211640000011**
**Jurusan / Fakultas : Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS**
**Dosen Pembimbing : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc**

# ABSTRAK

Kapal pelayaran rakyat yang diharapkan mampu menjadi penghubung pulau-pulau kecil di Indonesia dalam mengirimkan komoditi harus bisa mempertahankan barang yang dibawa yang disimpan dalam palka khususnya tekstur,rasa,dan bau harus tetap terjaga.

Dalam tugas akhir ini dilakukan untuk mendesain suatu sistem pengondisian udara yang menjaga kelembaban udara dan temperatur udara luar masuk ke dalam palka kapal melalui ventilasi dengan rotor desikan yang menggunakan silika gel natural yang efektif murah dan tepat guna serta mencoba beberapa variasi dari pola rotor desikan.Pada penelitian sebelumnya yang menggunakan silica gel sintetis biru dan putih yang tentunya memiliki karakteristik dan performa yang berbeda,sedangkan pada penelitian ini menggunakan silica gel natural yang sangat cocok untuk komoditas terutama makanan yang sesuai dengan karakteristik silica gel natural.

Hasil penelitian menunjukkan silica gel natural mampu menyerap kelembaban udara sebesar 25% yang lebih besar dari penyerapan silica gel sintetis yakni 23%,untuk memenuhi kebutuhan ventilasi KLM Harapan Indah yang memiliki cargo hold 408m$^3$ membutuhkan berat 50,6 kg dan diameter rotor sebesar 1,36 m.

**Kata kunci : Kapal Pelayaran Rakyat, Pengondisian Udara,Rotor Desikan dan Silica Gel Natural**

**UTILIZATION OF DESICCANT ROTOR USING NATURAL SILICA GEL FOR CARGO HOLD VENTILATION SYSTEM OF PELRA SHIP**

**Nama Mahasiswa : Nur Holis**
**NRP : 4211640000011**
**Jurusan / Fakultas : Marine Engineering FTK-ITS**
**Dosen Pembimbing : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc**

# ABSTRACT

Pelra ships which are expected to be able to connect small islands in Indonesia in sending commodities must be able to maintain the goods carried in the hold, especially the texture, taste, and odor must be maintained. In this final project is done to design ventilation system that maintains air humidity and outside air temperature entering the hatch through ventilation with a rotor desikan that uses natural silica gel which is effective and inexpensive and also tries a variety of rotor desiccant patterns. previous final project that use blue and white synthetic silica gel which certainly has different characteristics and performance, while in this study using natural silica gel which is very suitable for commodities, especially foods that are in accordance with the characteristics of natural silica gel. The results of the study show natural silica gel is able to absorb air humidity of 25% which is greater than the absorption of synthetic silica gel which is 23%, to meet the needs of KLM Harapan Indah which has a 408m3 cargo hold requires a weight of 50.6 kg and a rotor diameter of 1.36 m.

**Kata kunci : Pelra Ship,Rotor Desiccant and Natural Silica Gel**

# KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat dan pertolonga-Nya, laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan, Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada Dosen pembimbing Tugas Akhir saya Bapak Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc karena telah mengajari dan membimbing saya selama penyelesaian Tugas Akhir ini, Banyak sekali pihak-pihak yang sangat membantu saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Kedua Orang tua (H.Achmad Hanafi dan Hj.Siti Halifa ), serta adik2 tercinta Alvin,Salwa, dan Afi terima kasih atas doa dan dukungan yang tiada henti.
2. Bapak Beny Cahyono ST., MT., Ph.D. Selaku Ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan
3. Ir. H. Amiadji, M.Sc. Selaku Dosen wali penulis terima kasih sudah membimbing penulis sejak awal masuk di Siskal.
4. Seluruh dosen Departemen Teknik Sistem Perkapalan yang telah memberikan ilmu bagi penulis menempuh studi dan pengerjaan tugas akhir.
5. Teman-teman tim Tugas Akhir Alem Reyhan SA dan Rangga Try Rahayu terima kasih kerjasama atas pembuatan alat dan pengerjaan Tugas Akhir ini.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam pembuatan dan penyusunan laporan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak kekurangan yang perlu dipenuhi. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan adanya saran dan kritik yang membangun dari para pembaca untuk membantu tercapainya kesempurnaan laporan tugas akhir ini.

Surabaya, Juni 2020

Penulis

# DAFTAR ISI

**ABSTRAK** ..... **v**

**ABSTRACT** ..... **vi**

**KATA PENGANTAR** ..... **vii**

**DAFTAR ISI** ..... **viii**

**DAFTAR GAMBAR** ..... **x**

**DAFTAR TABEL** ..... **xii**

**BAB 1** ..... **1**

**PENDAHULUAN** ..... **1**

1.1 Latar Belakang ..... 1

1.2Rumusan Masalah ..... 1

1.3Batasan Masalah ..... 2

1.4Tujuan Penulisan Tugas Akhir ..... 2

1.5Manfaat Penelitian ..... 2

**BAB 2** ..... **3**

**KAJIAN PUSTAKA** ..... **3**

2.1 Sistem Ventilasi Kapal Pelayaran Rakyat ..... 3

2.2 Kelembaban ..... 4

2.2.1 Kelembaban Absolut ..... 5

2.2.2 Kelembaban Relatif ..... 5

2.2.3 Kelembaban Spesifik ..... 5

2.2.4 Titik Embun *(Dew Point)* ..... 6

2.3 Silika Gel dan Macam Jenisnya ..... 6

2.3.1 Silika Gel Biru ..... 7

2.3.2 Silika Gel Putih ..... 8

2.3.3 Silika Gel Natural ..... 9

2.4 Desikan Dehumidifier ..... 12

2.5 Komoditas ..... 13
**BAB 3 ..... 15**
**METODOLOGI PENELITIAN ..... 15**
3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah ..... 16
3.2 Studi Literatur ..... 16
3.3 Perencanaan desain dan konsep rotor desikan ..... 16
3.4 Percobaan dan Pengumpulan data ..... 19
3.5 Analisa Data ..... 20
3.6 Analisa Kelayakan ..... 20
3.7 Kesimpulan dan Saran ..... 20
**BAB 4 ..... 21**
**ANALISA DAN PEMBAHASAN ..... 21**
4.1 Umum ..... 21
4.1.1 Data Kapal Pelayaran Rakyat: ..... 21
4.2 Spesifikasi dan Variasi Rotor Desikan ..... 21
4.3 Analisa dan Hasil Percobaan ..... 23
4.4 Perhitungan Performa Desikan ..... 30
4.5 Perhitungan dalam Skala Kapal Pelra ..... 31
**BAB 5 ..... 34**
**KESIMPULAN DAN SARAN ..... 34**
5.1 Kesimpulan ..... 34
5.2 Saran ..... 34
**DAFTAR PUSTAKA ..... 35**
**BIODATA PENULIS ..... 36**

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kapal Pelayaran Rakyat..... 3
Gambar 2.2 Silika Gel Biru..... 7
Gambar 2.3 Silika gel putih.....8
Gambar 2.4 Sililka gel Natural.....10
Gambar 2.5 Prinsip kerja rotor desikan ..... .....13

Gambar 3.1 Flowchart Tugas Akhir.....15
Gambar 3.2 Kawat strimin.....17
Gambar 3.3 Natural desikan yang telah dibentuk .....17
Gambar 3.4 Variasi Rotor.....19
Gambar 3.5 Skema titik pengukur.....19

Gambar 4 .1 Kapal PELRA Harapan Indah.....21
Gambar 4 .2 Sistem Kerja Rotor Desikan.....22
Gambar 4 .3 Dimensi Rotor.....23
Gambar 4 .4 Perbandingan Kelembaban Relatif Terhadap Variasi Tiap Pola Rotor.....25
Gambar 4 .5 Perbandingan Kelembaban Relatif Terhadap Putaran Rotor .....26
Gambar 4 .6 Perbandingan Kelembaban Relatif Terhadap Kecepatan Aliran Udara.....27
Gambar 4 .7 Perbandingan Tingkat Kenaikan Kelembaban Relatif Berdasarkan Variasi Rotor Terhadap Waktu.....28
Gambar 4 .8 Perbandingan Temperatur Terhadap Variasi Tiap Pola Rotor.....29
Gambar 4 .9 Perbandingan Kelembaban Relatif Terhadap Jenis Silika Gel.....30
.

# DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan silika gel natural,putih,dan biru .....11
Tabel 2.2 Standar Temperatur dan Kelembaban Relatif Penyimpanan Muatan Bahan Pokok.....14
Tabel 3.1 Data percobaan silika gel natural variasi 1 berat 2,5 kg.....23
Tabel 4.2 Data percobaan silika gel natural variasi 2 berat 2,5 kg.....24
Tabel 4.3 Data percobaan silika gel natural variasi 3 berat 2,5 kg.....24

# BAB 1

# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pemerintah Indonesia demi mewujudkan nawacita tol laut salahsatunya melalui pembangunan kapal Pelayaran Rakyat (Pelra) yang diharapkan mampu membangkitkan akses ke daerah terpencil,tidak dipungkiri Indonesia sebagai negara kepulauan yang masih bergantung pada daerah-daerah lain perlu akses mudah untuk mengangkut komoditi dari daerah satu ke daerah lainnya.Barang-barang yang dibawa oleh kapal Pelra seperti buah-buahan,beras,jagung dan kebutuhan sehari-hari lainnya ketika dibawa harus dalam keadaan yang baik sampai tujuan dalam artian tidak merubah rasa,bentuk ataupun warna dari komoditi tersebut.Untuk mengurangi rusaknya dari komoditi yang dibawa perlu sekali memahami karakteristik dari setiap komoditi khususnya pada nilai kelembaban udara atau rasio kelembabannya dan temperatur dari palkah kapal Pelra.Rasio kelembaban udara merupakan berat atau massa air yang terkandung dalam setiap kilogram udara kering,di dalam palkah terdapat sirkulasi udara masuk dan keluar untuk bisa mempertahankan kondisi dari komoditi yang diangkut,masuknya udara dalam palka rasio kelembaban udaranya harus diatur agar tidak terlalu tinggi serta temperatur yang ideal terkhusus untuk tiap-tiap komoditi yang dibawa. Dengan latar belakang diatas begitu perlu adanya metode untuk menurunkan tingkat kelembaban udara serta penyesuaian temperatur yang masuk ke dalam palka kapal Pelra agar kondisi dari komoditi yang diangkut tetap terjaga dengan baik sampai ke tujuan.Metode yang dimaksud salah satunya menggunakan desikan/silika gel yang dapat menyerap kandungan air udara dan mengondisikan temperatur yang masuk ke palkah,adapun batasan masalahnya yakni silika gel yang dipakai silika gel natural yang dibandingkan dengan silika gel sintetis yang mana yang memiliki tingkat efektifitas yang baik dalam menurunkan tingkat kelembaban udara dan temperatur ke dalam palkah.

## 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dimuat dalam penelitian tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Bagaimana perbandingan tingkat efisiensi dalam menurunkan kelembaban udara dan temperatur antara silika gel natural dengan silika gel sintetis?
2. Bagaimana pengaruh perancangan rotor terhadap penurunan kelembaban udara dan temperatur?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar permasalahan yang dibahas dalam dalam Tugas Akhir ini tidak meluas, maka diberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Jenis silika gel yang digunakan yaitu silika gel natural.
2. Perencanaan digunakan pada kapal pelayaran rakyat.
3. Massa silika gel natural yang diuji sebesar 3kg .

## 1.4 Tujuan Penulisan Tugas Akhir

Untuk menjawab semua pertanyaan yang terdapat pada perumusan masalah diatas, penulis melakukan penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui jenis silika gel yang tepat untuk menurunkan kelembaban udara serta temperatur.
2. Mengetahui proses penurunan kelembaban udara kering pada palkah kapal dengan menggunakan rotor desikan.
3. Merencanakan proses sirkulasi udara dengan menurunkan kelembaban udara yang memiliki nilai ekonomis.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan atau dapat diambil dari penelitian tugas akhir ini yaitu:

1. Dapat mengetahui efektifitas dari jenis silika gel natural dibanding dengan silika gel sintetis sehingga dapat diterapkan di kapal Pelra dengan nilai ekonomis dan praktis.
2. Menjadi referensi perhitungan dalam menurunkan tingkat kelembaban udara di kapal Pelra.
3. Menghasilkan sistem pengondisian udara yang tepat guna.

# BAB 2

# KAJIAN PUSTAKA

## 2.1 Sistem Ventilasi Kapal Pelayaran Rakyat

Kapal untuk layanan transportasi Pelayaran Rakyat memiliki karakteristik tersendiri bila dibandingkan dengan kapal konvensional yang biasanya melayani rute domestik.Pelayaran angkutan laut PELRA adalah "usaha rakyat yang bersifat tradisional dan mempunyai karakteristik tersendiri untuk melaksanakan angkutan di perairan dengan menggunakan kapal layar, kapal layar motor, dan atau kapal motor sederhana berbendera Indonesia dengan ukuran tertentu."

Gambar 2 .1 Kapal Pelayaran Rakyat

(https://www.facebook.com/pg/PELAYARAN-RAKYAT-PELRA)

Karakteristik yang dimaksud tersebut adalah seperti berikut:

- Ukuran serta tipe kapal tertentu.
- Tenaga penggerak menggunakan angin dengan layar atau mesin dengan tenaga terbatas. Hal ini dapat dimaklumi karena hampir seluruh mesin kapal yang dipakai untuk PELRA merupakan *secondhand* sehingga tidak mampu lagi mencapai daya maksimalnya.
- Lingkup operasional untuk menjangkau daerah-daerah terpencil dengan sarat air rendah.

- Hampir seluruh kegiatan bongkar-muat menggunakan tenaga manusia, meskipun ada beberapa pelabuhan dan kapal yang sudah menyediakan alat bongkar-muat (derrick dan crane).
- Sistem listrik pada kapal cukup sederhana sehingga biaya operasionalnya kecil.

Secara umum, kapal PELRA dapat dikelompokkan menjadi tiga: kapal layar (KL), kapal layar motor (KLM), dan kapal motor (KM). Sementara penggolongan berdasarkan jenis layar dan lambungnya, kapal PELRA terdiri dari empat jenis: phinisi, lambo, nade, dan lete. Meskipun demikian, tidak ada penggolongan yang jelas dari kapal PELRA. Bisa jadi kapal menggunakan layar pinisi namun lambungnya nade. Namun orang lapangan lebih berpegang pada penggolongan kapal berdasarkan layarnya.

Sistem ventilasi udara adalah proses penyediaan udara segar ke dalam atau pegeluaran udara kotor dari suatu ruangan secara alami maupun mekanis. Sistem ventilasi udara pada kapal mempunyai fungsi untuk mempertahankan komposisi kimia dan kelembaban udara *(humidity*) ataupun mengubahnya sesuai dengan yang diperlukan didalam ruangan kapal, dengan cara mengatur aliran udara ke luar atau masuk ruangan kapal guna melakukan proses penggantian udara yang telah kotor dengan udara segar dan mengatur tingkatan temperatur, tekanan dan komposisi kimia udara di dalam ruangan kapal (Muhammad, 2006).. Dengan terjadinya proses tersebut akan dapat memenuhi tujuan ventilasi dalam kapal yaitu :

- Untuk menjaga udara di dalam ruangan di kapal selalu bersih atau segar sehingga dapat dirasakan nyaman dan sesuai kebutuhan.
- Pengaruh kerusakan bagian-bagian kapal dan pembusukan muatan yang ditimbulkan oleh karena terlalu besarnya kelembaban dapat dibatasi.

## 2.2 Kelembaban

Kelembapan udara adalah jumlah uap air diudara (atmosfer).Kelembapan adalah konsentrasi uap air di udara. Angka konsentasi ini dapat diekspresikan dalam kelembapan absolut, kelembapan spesifik atau kelembapan relatif (Lakitan, 2002). Alat yang digunakan untuk mengukur kelembapan disebut dengan Higrometer. Sebuah humidistat digunakan untuk mengatur tingkat kelembapan udara dalam sebuah bangunan dengan sebuah pengawal lembap (*dehumidifier*). Kelembaban udara adalah tingkat kebasahan udara karena dalam udara air selalu terkandung dalam bentuk uap air. Kandungan uap air dalam udara hangat lebih banyak daripada kandungan uap air dalam udara dingin. Kalau udara banyak mengandung uap air didinginkan maka suhunya turun dan udara tidak dapat menahan lagi uap air sebanyak itu. Uap air berubah menjadi titik-titik air. Udara yan mengandung uap air sebanyak yang dapat dikandungnya disebut *udara jenuh*.

Kelembapan udara dapat dinyatakan sebagai kelembapan udara absolut, kelembapan nisbi (relatif), maupun defisit tekanan uap air.Kelembapan absolut adalah

kandungan uap air yang dapat dinyatakan dengan massa uap air atau tekanannya per satuan volume (kg/m$^3$). Kelembapan nisbi (relatif) adalah perbandingan kandungan (tekanan) uap air actual dengan keadaan jenuhnya (g/kg). Defisit tekanan uap air adalah selisih antara tekanan uap jenuh dengan tekanan uap actual (Ari Rahayu,danIntan 2016). Kelembaban udara ditunjukkan melalui beberapa macam cara, yaitu:

### 2.2.1 Kelembaban Absolut

Kelembaban absolut (AH) adalah jumlah massa uap air di dalam sejumlah volume atau massa udara tertentu. Perhitungannya adalah dengan membagi massa uap air ($m_{H2O}$) dengan volume total campuran udara dan uap air ($V_{net}$).

AH= $m_{H2O} / V_{net}$

Kelembaban absolut tidak mempertimbangkan kondisi temperatur dalam proses perhitungannya. Di sisi lain, pada volume ruang tidak konstan, nilai kelembaban absolut berubah seiring perubahan tekanan dan temperatur.

### 2.2.2 Kelembaban Relatif

Kelembaban relatif (RH) adalah rasio tekanan parsial uap air ($P_{H2O}$) di dalam udara, terhadap tekanan ekuilibrium air ($P^*_{H2O}$) di atas permukaan datar air murni pada suhu tertentu.

RH= $P_{H2O} / P^*_{H2O}$

Dalam sebuah porsi campuran gas, masing-masing komponen gas memiliki tekanan parsial yang merupakan tekanan notional gas itu jika jumlah yang sama gas tersebut di dalam campuran, sendiri menempati seluruh volume campuran asli pada suhu yang sama.Sedangkan tekanan ekuilibrium adalah saat dimana tekanan fase gas suatu zat setimbang dengan tekanan fase kondensasinya (baik cair atau padat). Dengan kata lain, pada satu temperatur tertentu, suatu zat yang sedang berada pada tekanan ekuilibriumnya bisa berada dalam fase gas atau fase kondensasinya (cair atau padat). Air contohnya, jika Anda membuka kembali pembahasan kita mengenai diagram fase air, maka pada suhu 100°C air memiliki nilai tekanan ekuilibrium 1 atm. Kembali ke kelembaban relatif, besaran ini ditunjukkan dalam persentase. Semakin tinggi nilainya maka semakin jenuh suatu udara. Jika nilai kelembaban relatif sudah menunjukkan 100%, maka udara sudah sangat jenuh dan mencapai titik embunnya.

### 2.2.3 Kelembaban Spesifik

Kelembaban spesifik adalah perbandingan antara massa uap air dengan massa total udara yang mengandung uap air tersebut. Besaran kelembaban spesifik biasanya menggunakan satuan gram uap air per kilogram udara.Perhitungan kelembaban spesifik ini sangat mirip dengan besaran rasio campuran. Keduanya sama-sama membandingkan faktor massa uap air dengan massa udara total.

### 2.2.4 Titik Embun *(Dew Point)*

Selain ketiga besaran di atas, pada beberapa aplikasi nilai kelembaban udara juga lazim ditunjukkan dengan nilai *dew point*. *Dew point* atau titik embun adalah temperatur saat udara mulai terjadi kondensasi (mengembun).Seperti yang sempat kita singgung di atas, bahwa *dew point* memiliki hubungan yang dekat dengan parameter humiditas relatif. Humiditas relatif akan bernilai 100% jika temperatur udara sama dengan nilai titik embunnya. Namun jika dibandingkan dengan humiditas relatif, banyak aplikasi menganggap bahwa nilai *dew point* lebih akurat menunjukkan parameter humiditas. Alasan utama hal ini adalah karena nilai *dew point* lebih absolut (menggunakan satuan K, °F, atau °C) ketimbang nilai kelembaban relatif.

## 2.3 Silika Gel dan Macam Jenisnya

Silika Gel dari Bioindustries adalah butiran seperti kaca dengan bentuk yang sangat berpori, silika dibuat secara sintetis dari natrium silikat. Walaupun namanya gel tapi tetap tergolong dalam silika padat**.** Gel (dari bahasa Latin gelu berarti membeku, dingin, es atau gelatus membeku) adalah campuran koloidal antara dua zat berbeda fase: padat dan cair. Penampilan gel seperti zat padat yang lunak dan kenyal (seperti jelly), pada rentang suhu tertentu dapat berperilaku seperti fluida (mengalir). Berdasarkan berat, kebanyakan gel seharusnya tergolong zat cair, namun mereka juga memiliki sifat seperti benda padat. Sedangkan silika gel adalah mineral alami yang dimurnikan dan diolah menjadi salah satu bentuk butiran atau manik-manik. Sebagai pengering, ia memiliki ukuran Biasanya luasnya berada dalam orde 200 – 1000 m2/g adsorben. Diameter pori sebesar 0,0003 – 0,02 μm dan memiliki afinitas (memiliki link kekerabatan) yang kuat untuk molekul air, (Hasibuan, 2018).Silika gel merupakan suatu bentuk dari silika yang dihasilkan melalui penggumpalan sol natrium silikat (NaSiO2). Sol mirip agar – agar ini dapat didehidrasi sehingga berubah menjadi padatan atau butiran mirip kaca yang bersifat tidak elastis. Sifat ini menjadikan silika dimanfaatkan sebagai zat penyerap, pengering dan penopang katalis. Garam – garam kobalt dapat diabsorpsi oleh gel ini. Berikut fungsi dan kegunaannya:

1. Silica gel mencegah terbentuknya kelembapan yang berlebihan sebelum terjadi. Silica merupakan produk yang aman digunakan untuk menjaga kelembapan makanan, obat-obatan, bahan sensitif, elektronik dan film sekalipun. Produk ini sering ditemukan dalam kotak paket dan pengiriman film, kamera, teropong, alat-alat komputer, sepatu kulit, pakaian, makanan, obat-obatan, dan peralatan peralatan lainnya.
2. Produk anti lembap silica menyerap lembap tanpa merubah kondisi zatnya. Silica adalah substansi-substansi yang digunakan untuk menyerap kelembapan dan cairan partikel dari ruang yang berudara/bersuhu. Silica juga membantu menahan kerusakan pada barang-barang yang mau disimpan.
3. Produk penyerap kelembaban silica juga berfungsi untuk mencegah terjadinya pembentukan karat pada logam, mencegah resiko hubungan arus pendek listrik

mikro, serta mencegah reaksi oksidasi dan dekomposisi bahan kimia akibat tingginya kelembaban udara.

Selain untuk absorbsi kelembaban udara, fungi-jamuran dan bau-bauan serta ion-ion lainnya, silica juga sangat efektif untuk menjaga kualitas produk terutama untuk barang-barang eksport, misalnya untuk garment, textile, computer, Pharmaceutical, Electronic, Tas kulit, Shoes, Dry Food, Buku, Karet, Ban, Plastik, alat-alat laboratorium, dll.Saat ini kita mengenal ada beberapa jenis silica gel, diantaranya silica biru, silica putih dan silica gel natural. Ketiga jenis silica ini memiliki karakteristik masing-masing, dan memiliki kemampuan serap yang berbeda-beda.

### 2.3.1 Silika Gel Biru

Silika gel biru merupakan jenis silica yang saat ini sudah dibatasi penggunaannya karena bahan pembuatnya yang relatif berbahaya bagi kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya, yaitu cobalt chloride. Produk ini tidak boleh digunakan pada kemasan obat, makanan, ataupun produk yang sering bersentuhan dengan manusia, seperti pakaian, kamera, sepatu, tas, dan berbagai keperluan sehari-hari lainnya. Yang masih sering menggunakan adalah industri permesinan dan listrik.Berikut proses kerja dari silica berwarna biru ini. Ketika silica telah menyerap banyak kelembapan, ia akan berubah warnanya menjadi pink(merah muda). Saat berubah menjadi warna pink (merah muda), produk ini tidak bisa lagi menyerap kelembapan dan harus meregenerasi. Hal ini dapat dilakukan dengan menghangatkannya di dalam mesin oven. Panasnya mengeluarkan kelembapan, lalu ia akan berubah warnanya menjadi biru dan kembali bisa digunakan.Walaupun dipegang, butiran-butiran silica ini tetap kering. Unit ini mempunyai indikator khusus yang akan berubah dari warna biru ke merah muda kalau produk mulai mengalami kejenuhan kelembapan. Saat itulah alat ini aktif. Setelah udara mengalami kejenuhan/kelembapan, dia bisa diaktifkan kembali lewat oven.

Gambar 2 .2 Sillica Gel Biru

(https://www.indotrading.com)

### 2.3.2 Silika Gel Putih

Silika gel putih adalah jenis silica yang pertama dan umum digunakan. Produk ini dibuat dari sodium silikat yang memiliki berjuta-juta nanoporous berukuran 24 nanometer. Mineral alami ini memiliki sifat hydrophilic yang aktif menyerap molekul air di udara.

Produk penyerap kelembaban berbentuk kristal bening ini juga sangat aman. Karena silica white tidak beracun, tidak berbau, tidak berasa, dan tidak berwarna. Selain itu, produk penyerap lembab ini juga tidak reaktif dan tidak mudah terbakar.Pada umumnya, produk ini digunakan sebagai bahan pengawet dalam kemasan. Kerusakan akibat pertumbuhan bakteri, jamur, korosi, dan hubungan arus pendek dapat dicegah menggunakan produk ini. Silica gel white atau sering pula disebut silica gel putih ini sering digunakan dalam kemasan industri farmasi padat dan kering, industri makanan kering, industri kertas, tekstil, kulit, alat-alat elektronik serta akhir-akhir ini sering pula digunakan dalam industri kerajinan dan mainan anak.Selain digunakan untuk menyerap lembab pada kemasan produk, silica white juga efektif untuk membantu menjaga kelembaban udara di box penyimpanan, misalnya saja box di dalam gudang, ruang laboratorium, ruang dokumen, ruang produksi, kamar, lemari pakaian, dan berbagai ruang lainnya.

Gambar 2 .3 Silica gel putih

(https://indonesian.alibaba.com)

### 2.3.3 Silika Gel Natural

Selanjutnya ada silica natural yang diolah dari bahan mineral alami dan biasanya dikemas dalam kertas semi permeable. Sifat dari bahan penyerap kelembaban ini ialah *food grade*, tidak berbau, tidak berasa, hydrophilic aktif.Silica gel natural yang ada di pasaran pada umumnya bearasal dari bahan batuan zeolit dimana zeolit ini merupakan senyawa zat kimia alumino-silikat berhidrat dengan kation natrium, kalium dan barium selain itu zeolit juga berupa mineral aluminosilikat terhidrat yang mengandung unsur alkali dan alkali tanah.Zeolit alam banyak ditemukan di Indonesia, salah satunya adalah zeolit alam dari Sentani. Rumus empiris zeolit alam adalah M2/nO.Al2O3. X(SiO2).yH2O. (Tiurlina, 2014)

M adalah kation alkali atau alkali tanah
n adalah valensi kation
X adalah jumlah silika
y adalah fungsi porositas

Zeolit alam merupakan endapan batuan vulkanik yang terbentuk dari sedimentasi debu vulkanik pada lingkungan danau yang bersifat alkali dan telah mengalami metamorfosis dan/atau proses hidrotermal, zeolit yang umum terdapat di alam, diantaranya mordenite, clinoptilolite, phillipsite, chabazite (Eddy, 2003). Berdasarkan proses pembentukannya, zeolit alam dapat dibagi menjadi tiga kelompok yaitu:

1. Zeolit yang berasal dari batuan vulkanik, umumnya mempunyai sifat fisika dan kimia yang kompleks dan banyak mengandung zeolit jenis phillipsit, faujasit, mordenit, stillbit dan gmelnit.

2. Zeolit yang berasal dari batuan sedimen. Jenis ini biasanya mempunyai ukuran butir yang sangat kecil dan halus.

3. Zeolit yang berasal dari batuan metamorfosa dan batuan metasomatik (Suminta, 2006).

Zeolit mempunyai beberapa sifat antara lain: mudah melepas air akibat pemanasan, tetapi juga mudah mengikat kembali molekul air dalam udara lembap. Oleh sebab sifatnya tersebut maka zeolit banyak digunakan sebagai bahan pengering. Secara umum, Silica natural direkomendasikan untuk penyerap kelembaban atau menjaga kekeringan udara dalam kemasan tertutup.Silica gel natural direkomendasikan untuk kemasan industri farmasi dalam bentuk serbuk / powder, pil maupun kapsul, untuk kemasan makanan kering, untuk kemasan elektronik micro conductor, serta untuk kemasan dan penyimpanan produk-produk yang rentan terhadap udara lembab lainnya.Jadi, seperti halnya produsen makanan kering, produsen obat herbal, apotik, toko obat, produsen sepatu, toko sepatu, produsen tas dompet ataupun penjualnya, maka memerlukan produk silica gel. Termasuk jika memiliki koleksi buku ataupun barang elektronik seperti kamera, juga membutuhkan produk silica gel. Lemari pakaian juga

membutuhkan silika untuk mencegah lembab pada pakaian. Di manapun ruang penyimpanan yang rawan jamur, akan lebih baik jika Anda meletakkan silica gel di sana.

Gambar 2 .4 Silica gel Natural

(https://www.indotrading.com)

Ketika silica gel natural terlalu banyak menyerap air maka ia tidak lagi bisa untuk digunakan. Hal ini dinamakan titik jenuh atau silica gel sudah tidak aktif. Karena daya serap silica gel tersebut sudah mencapai titik maksimal.Bagaimana caranya kita mengetahui bahwa silica gel natural sudah tidak aktif? adapun cara untuk mengetahui apakah silica gel natural masih bisa digunakan atau telah non aktif.Langkah pertama buka kemasan silica gel natural kemudian masukan beberapa butiran silica gel ke dalam air. Setalah itu perhatikanlah reaksi yang akan terjadi. Pada fase ini akan ada dua reaksi yang terjadi.Yang pertama silica gel natural akan bereaksi terhadap air dan kemudian akan mengeluarkan gelembung-gelembung udara hingga kemudian pecah menjadi serbuk lalu akan mengendap dalam air. Jika hal ini terjadi maka silica gel natural masih aktif dan masih bisa digunakan.Reaksi yang kedua silica gel natural tidak akan menimbulkan reaksi apapun terhadap air tersebut. Maka bisa dibilang bahwa silica gel natural telah mengalami titik jenuh dan sudah tidak aktif lagi.

*Tabel 2.1 Perbedaan silica gel Natural,putih,dan biru*

| Perbedaan | Slica Gel Natural | Slica Gel Sintetis | |
|---|---|---|---|
| | | **Putih** | **Biru** |
| Bahan baku/kandungan | Batuan zeolit,abu sekam padi | $Sio_2$,$NaSO_2$ ,Sodium silikat | $Sio_2$,$NaSO_2$,Cobalt chloride |
| Sifat | Hydrophilic aktif,food grade,tdk berbau,dan tdk berasa | Tidak berbau,tdk berasa,tdk mudah terbakar | Carsinogenik yang mengakibatkan kanker |
| Lain-lain | Tidak bisa digunakan lagi jika mencapai titik jenuh | Jika mencapai titik jenuh bisa digunakan lagi dengan cara dimasukkan dalam oven sehingga kandungan air akan menguap | Jika mencapai titik jenuh akan berubah warna menjadi merah muda |

Untuk dapat mengetahui performa rotor desikan yang menggunakan silica gel natural pada penelitian ini yang menggunakan parameter perhitungan *Dehumidification effectiveness* atau efektifitas dari silica gel serta perhitungan MRC (*The Moisture Removal Capacity*) dan rasio nilai laju aliran volume saat regenerasi terhadap proses (Vreg / Vproc) yakni sebagai berikut:

*Dehumidification effectiveness* ***(ηeh)***

$$\eta eh = \frac{\omega 1 - \omega 2}{\omega 1} \text{.....[1]}$$

*The Moisture Removal Capacity* ***(MRC)***

$$MRC = p1.Vproc\ (\omega 1 - \omega 2) \text{.....[2]}$$

dimana :

$\rho 1$ = densitas udara (kg/m$^3$)

Vproc = kapasitas udara supply (m$^3$/h)

$\omega 1$ = kelembaban udara luar (%)

$\omega 2$ = kelembaban udara setelah desikan (%)

## 2.4 Desikan Dehumidifier

Alat ini berfungsi untuk mengurangi kelembaban udara dengan cara menciptakan suatu permukaan atau daerah dengan tekanan uap yang rendah agar nantinya muatan yang ada di dalam daerah ini terjaga kelembabannya atau menjaga muatan di dalamya agar tidak busuk. Pada proses ini, uap air dalam udara dijerap oleh desikan, sehingga udara menjadi lebih kering. Pada saat yang bersamaan, suhu udara akan naik karena adanya panas adsorpsi yang dilepaskan. Proses pengeringan adsorpsi ini terbukti dapat mengurangi konsumsi energi sekitar 16-20% (Djaeni, 2008). Desikan sendiri merupakan salah satu zat yang dapat menyerap kelembaban dengan cara menyimpan air pada permukaan atau kapiler dengan tetap mempertahankan keberadaan molekul air. Zat yang paling umum digunakan adalah silica gel yang merupakan bentuk dari silica dioksida (SiO2). Cara kerja alat ini yaitu udara dari luar melewati rotor desikan akibatnya kelembaban udara berkurang serta temperatur menjadi naik kemudian udara masuk melewati cooler akibatnya temperatur menjadi turun dan masuk ke dalam muatan. Di dalam muatan tersebut perlu adanya sirkulasi udara agar udara tidak mengalami titik jenuh, udara disirkulasikan kembali menuju heater agar udara yang tadinya memiliki temperatur rendah menjadi tinggi kemudian udara masuk lagi ke dalam rotor desikan tujuan udara yang telah dipanaskan untuk masuk ke heater adalah untuk mengeringkan desikan lalu udara keluar ke permukaan dan bersikulasi lagi secara terus-menerus.

Permasalahan dari pengondisian udara secara esensi adalah untuk menghitung keadaan dan laju massa udara untuk disuplai kedalam ruangan,dimana beban pendinginan tersebut terdiri dari panas sensibel dan panas laten.

a) Panas Sensibel

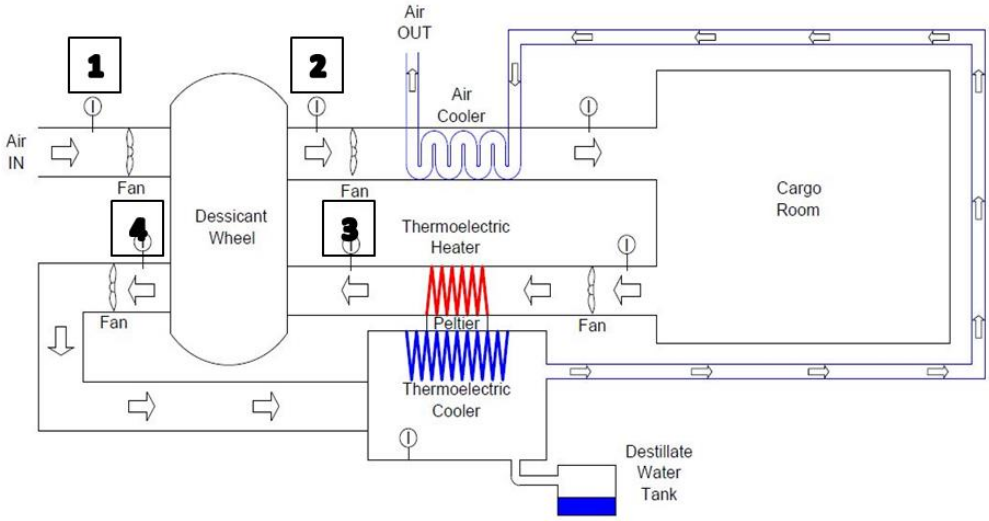
Panas sensibel adalah panas yang diserap atau dibuang oleh suatu benda yang menyebabkan benda tersebut berubah temperaturnya. Kata sensibel dipakai karena perubahan temperatur benda dapat dirasakan dengan menyentuhnya atau diukur menggunakan termometer.

b) Panas Laten

Panas laten adalah panas yang diserap atau dibuang oleh suatu benda sehingga merubah wujud benda tersebut. Perubahan wujud benda ini tidak disertai dengan perubahan suhunya. Suatu benda akan mengalami dua perubahan wujud saat suhunya terus bertambah. Pertama perubahan bentuk padat menjadi cairan dan jika suhunya terus naik maka cairan akan berubah menjadi uap. Jika perubahan wujud benda antara padat dengan cair, panas yang mempengaruhinya disebut dengan panas laten pencairan. Jika perubahan wujud benda antara cair dengan uap, panas yang mempengaruhinya disebut dengan panas laten penguapan.

Skema dibawah ini menggambarkan bagaimana sebuah sistem pengondisian udara yang digunakan pada ruang muat kapal pelayaran rakyat. Dimana udara dari luar dengan suhu dan kelembaban nya terlebih dahulu dikondisikan dengan menggunakan

desikan rotor,setelah kelembaban terkondisikan maka suhu akan dikondisikan menggunakan mesin pendingin. Diharapkan bahwa dengan dikondisikan kelembaban terlebih dahulu maka akan dapat mengurangi kerja dari mesin pendingin.




Gambar 2 .5 Prinsip kerja rotor desikan

## 2.5 Komoditas

Kebutuhan akan sandang pangan memang tidak bisa dilepaskan dalam kebutuhan sehari hari manusia,untuk itu perlu diperhatikan dalam membuat suatu tempat penyimpanan atau pengondisian ruangan ,terlebih lagi tahu tentang suhu dan kelembaban berapa yang ideal untuk bahan makanan tertentu.

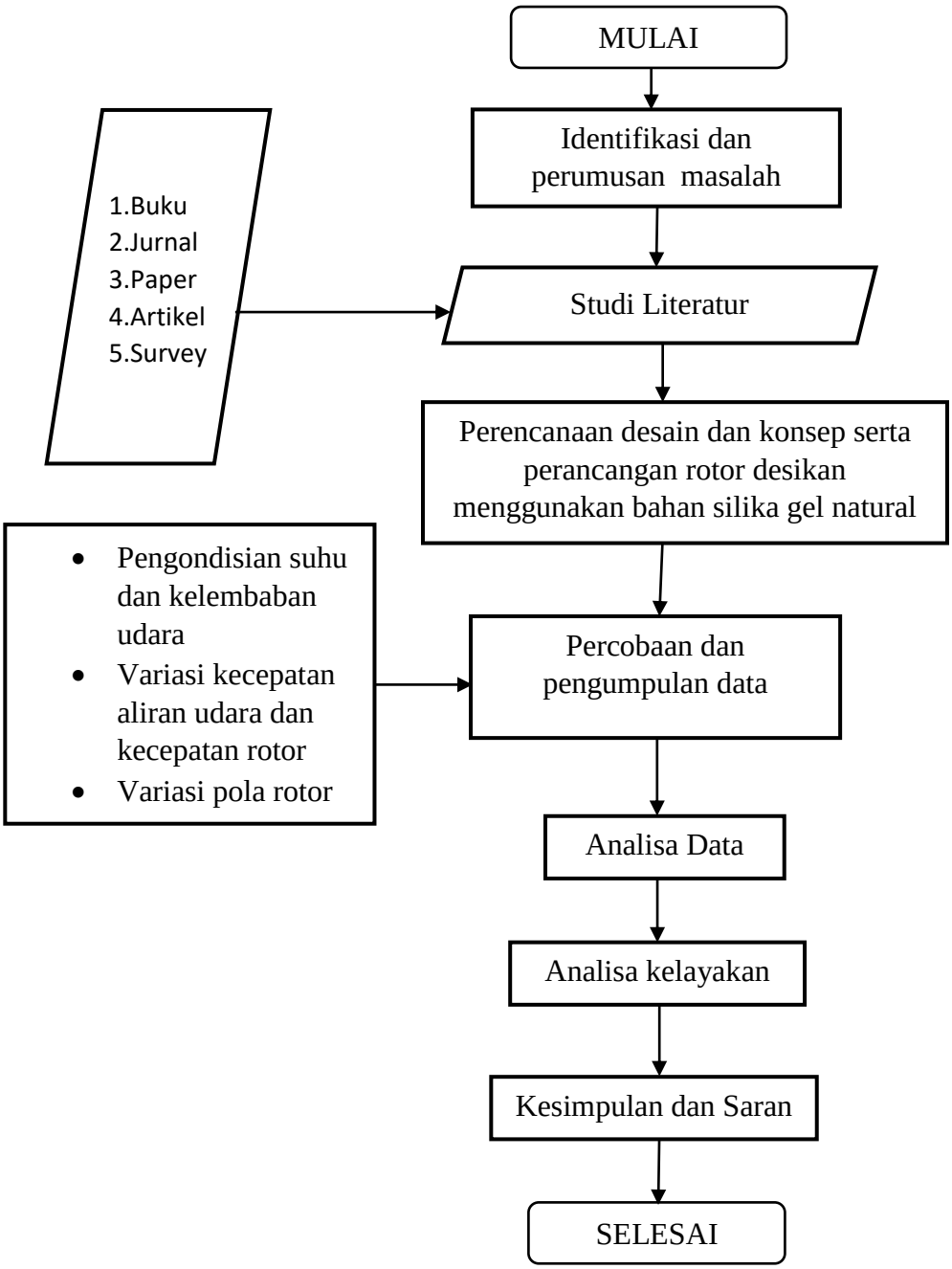
*Tabel 2.2 Standart Temperatur dan Kelembaban Relatif Penyimpanan Muatan Bahan Pokok*

(https://www.cargohandbook.com )

| No | Nama Bahan Pokok | T ( Maks) | RH (Maks) |
|---|---|---|---|
| **1** | Garam | 37 | 55-56% |
| **2** | Beras | 29-32 | 70% |
| **3** | Kacang | 29-31 | 65% |
| **4** | Cabe | 35 | 60-70% |
| **5** | Jagung | 29 | 70-75% |
| **6** | Kopi | 37 | 50-60% |
| **7** | Tea | 38 | 60% |
| **8** | Bawang | 32 | 65-75 % |
| **9** | Gula | 43 | 65 % |
| **10** | Tepung | 32 | 65 % |

# BAB 3

# METODOLOGI PENELITIAN




Gambar 3.1 Flowchart Tugas Akhir

Metodologi penelitian merupakan rangka dasar dalam membuat suatu penelitian mencakup semua kegiatan yang akan dilakukan untuk memecahkan masalah atau untuk melakukan proses dalam menganalisa permasalahan yang ada pada tugas akhir.Pada gambar 3.1 merupakan flowchart metodologi tugas akhir ini.

### 3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Kegiatan yang dilakukan untuk mengidentifikasi masalah yang diangkat dalam tugas akhir ini,yaitu memahami permasalahan yang ada hubungannya dengan perancangan sistem pengondisian udara. Kemudian mengidentifikasi masalah yang terkait dengan merencanakan alat yang pada tugas akhir ini desain pola rotor yang bervariasi seberapa efektif serta penggunaaan bahan desikan alami yang menyerap kelembaban udara yang akan digunakan pada ruang muat kapal sesuai dengan kebutuhan komoditas yang diangkut dengan tetap menjaga kondisi udara.

### 3.2 Studi Literatur

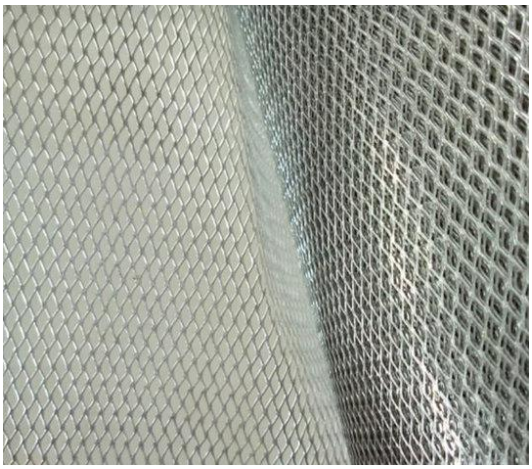
Kegiatan yang dilakukan untuk mempelajari teori teori dasar serta membaca dan mempelajari penelitian orang lain yang berkaitan, dari permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini dengan cara berdiskusi dengan dosen pembimbing maupun sesama mahasiswa,membaca referensi dari buku,jurnal,dan berbagai artikel di internet. Dengan tujuan untuk mendapatkan data data penunjang sebagai dasar teori dalam pelaksanaan proses pengerjan tugas akhir ini. Adapun literatur yang dipelajari dan berkaitan dengan permasalahan dalam tugas akhir ini diantaranya sebagai berikut:

a) Literatur mengenai silica gel natural khususnya batuan zeolit.
b) Literatur komoditas dari barang yang diangkut oleh kapal Pelra.
c) Literatur mengenai rotor desikan dan sistem pengondisian udara.
d) Literatur mengenai kapal Pelra KLM Harapan Indah sebagai objek rujukan.

### 3.3 Perencanaan desain dan konsep rotor desikan

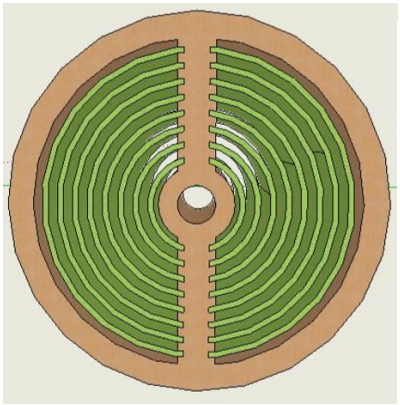
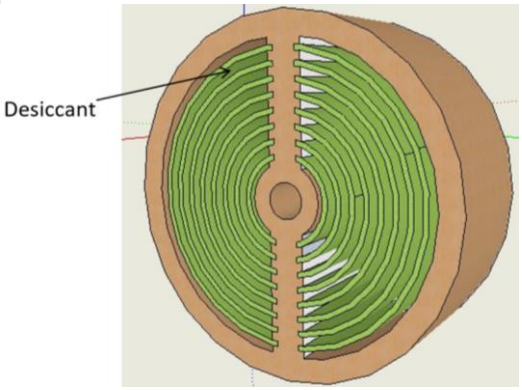
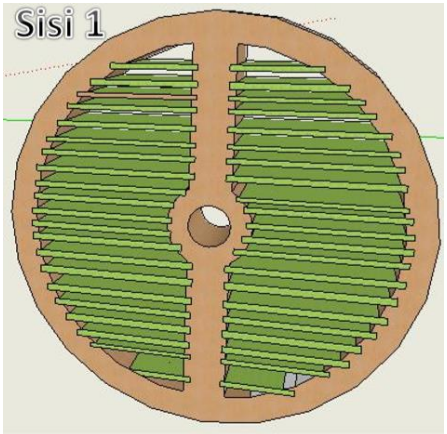
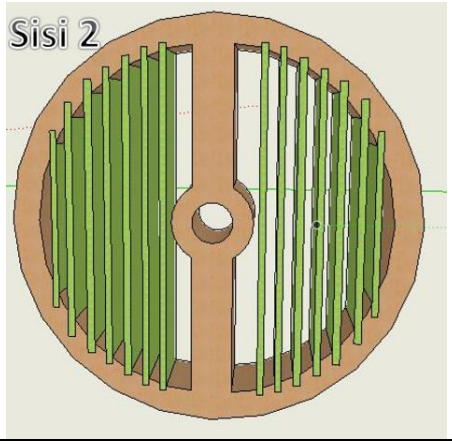
Pada tahap ini merencanakan desain dan konsep variasi pola rotor desikan sampai pembuatan rotor yang yang sesuai dengan desain dan konsep yang akan digunakan pada sistem pengondisian udara ruang muat dalam memperoleh nilai kelembaban.Seberapa berpengaruh dalam menurunkan kelembaban udara serta temperatur ketika rotor divariasikan pola nya menjadi 3 macam variasi, berikut ini merupakan macam ketiga variasi rotor desikan:

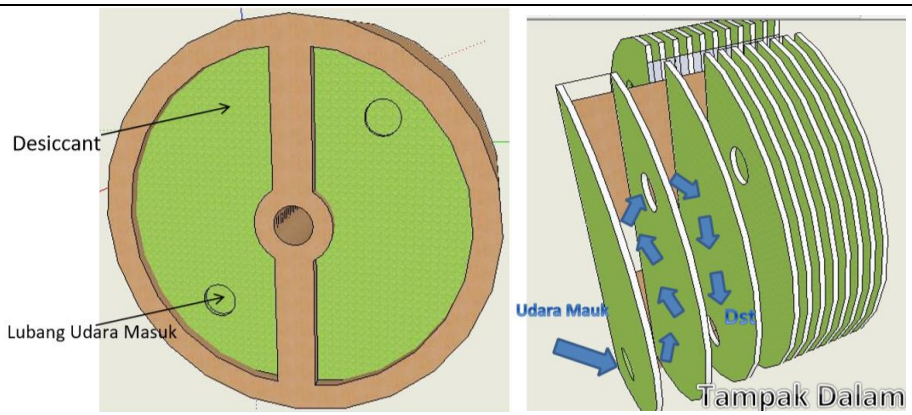
Untuk bahan rotornya yang berwarna cokelat pada gambar 3.2 terbuat dari kayu sedangkan yang warna hijau natural desikan dari batuan zeolit serta mudah dibentuk, sedangkan kerangka desikan sebagai penguat dan dapat dengan mudah dibentuk pola sedemikian rupa menggunakan kawat strimin.



Gambar 3.2 Kawat strimin

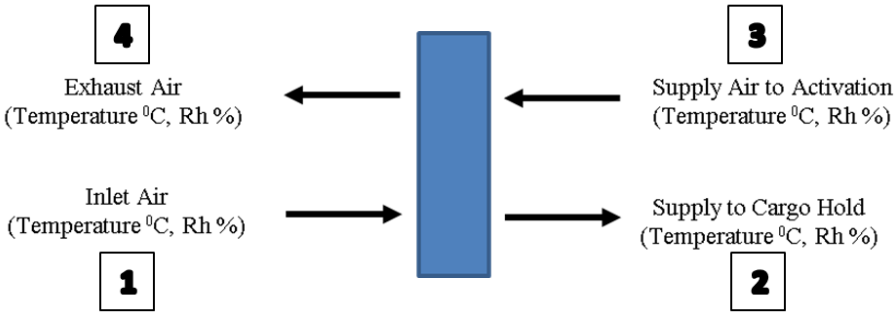
Gambar 3.3 Natural desikan yang telah dibentuk

| No | Desain Variasi Rotor |
|---|---|
| 11 | Variasi 1    |
| 22 | Variasi 2     |
| 33 | Variasi 3 |




Gambar 3.4 Variasi Rotor

### 3.4 Percobaan dan Pengumpulan data




Gambar 3.5 Skema titik pengukuran

Gambar 3.3 merupakan skema penjelasan dari gambar 2.5 yang merupakan titik pengukuran pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai data yang telah dilakukan percobaan dengan masing-masing variasi rotor tiap percobaan yang meliputi pengujian dengan melihat data kondisi suhu dan kelembaban udara di:

1) Udara luar masuk ke dalam rotor
2) Udara dari rotor menuju cargo hold
3) Udara dari cargo hold masuk ke rotor
4) Udara keluar dari rotor

Untuk membandingkan performasi dari setiap variasi pola rotordesikan maka dibutuhkan beberapa parameter:

a)Mengatur kecepatan putaran rotor (6rpm, 11rpm, 14rpm)
b)Mengatur kecepatan udara luar yang masuk kedalam rotor (1m/s, 2.1m/s, 4.2m/s)
c)Waktu mulai dari 0 menit sampai 60 menit dan tiap kelipatan 15 menit dilakukan pencatatan informasi data yang diambil dari termo-hygrometer.

### 3.5 Analisa Data

Setelah melakukan percobaan dan pengumpulan data tahap selanjutnya yakni analisa perbandingan hasil dari tiap variasi rotor dengan parameter kecepatan aliran udara,putaran rotor pada setiap waktu dengan melihat hasil data penurunan kelembaban serta temperatur udara yang masuk hingga keluar.Sehingga nantinya bisa mengetahui kekurangan dan kelebihan yang dapat dikembangkan dan memiliki manfaat yang besar dari masing-masing desain variasi pola rotor yang menggunakan bahan silika gel natural.

### 3.6 Analisa Kelayakan

Pada tahap ini dilakukan analisa dari hasil pengerjaan tugas akhir. Analisa ini dilakukan untuk mengetahui apakah desain yang dirancang sesuai dengan yang diinginkan yaitu mampu mempertahankan kondisi di ruang muat berdasarkan jenis muatan yang diangkut. Kesesuaian kondisi ruang muat ditentukan dengan mempertimbangkan parameter udara hasil proses dehumidifikasi yang menggunakan silica gel natural sebagai absorber pada *rotor desikan* dan kaitannya dengan kemampuan pendinginan sebelum disuplai untuk ruang muat.

### 3.7 Kesimpulan dan Saran

Langkah terakhir dalam penyusunan tugas akhir ini adalah membuat kesimpulan dari keseluruhan proses yang telah dilakukan sebelumnya,serta memberikan jawaban atas permasalahan yang telah dirumuskan. Selanjutnya berdasarkan hasil analisa untuk dijadikan dasar pada penelitian selanjutnya,baik terkait secara langsung pada tugas akhir ini ataupun pada data-data dan metodologi yang nantinya akan dijadikan referensi.

# BAB 4

# ANALISA DAN PEMBAHASAN

## 4.1 Umum

Gambar 4 .1 Kapal PELRA Harapan Indah

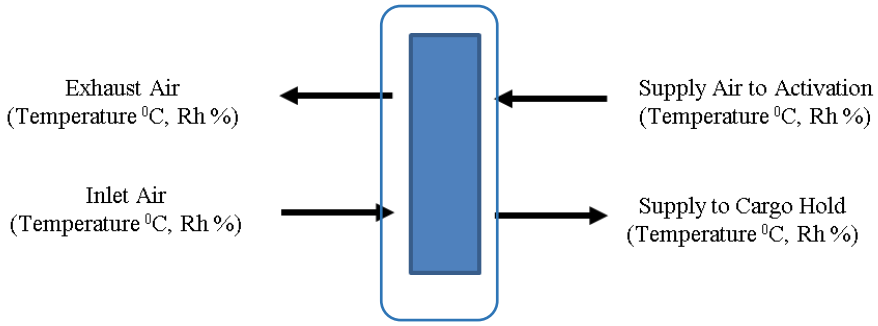
4.1.1 Data Kapal Pelayaran Rakyat:

| | | |
|---|---|---|
| Nama Kapal | | : Harapan Indah |
| DWT | *(Deadweight tonnage)* | : 171 |
| LoA | *(Length overall)* | : 25,96 m |
| Lpp | *(Length between perpendiculars)* | : 23,60 m |
| B | *(Breadth moulded)* | : 6,00 m |
| T | *(Draught design)* | : 3,10 m |
| V | *(Service speed)* | : 8,33 Knot |
| GT | *(Gross Tonnage)* | : 102 |

## 4.2 Spesifikasi dan Variasi Rotor Desikan

Rotor desikan menyerap kadar air dalam udara yang menggunakan sillica gel

sehingga menurunkan tingakat kadar kelembaban air di udara,adapun sistem kerjanya yakni sebagai berikut:



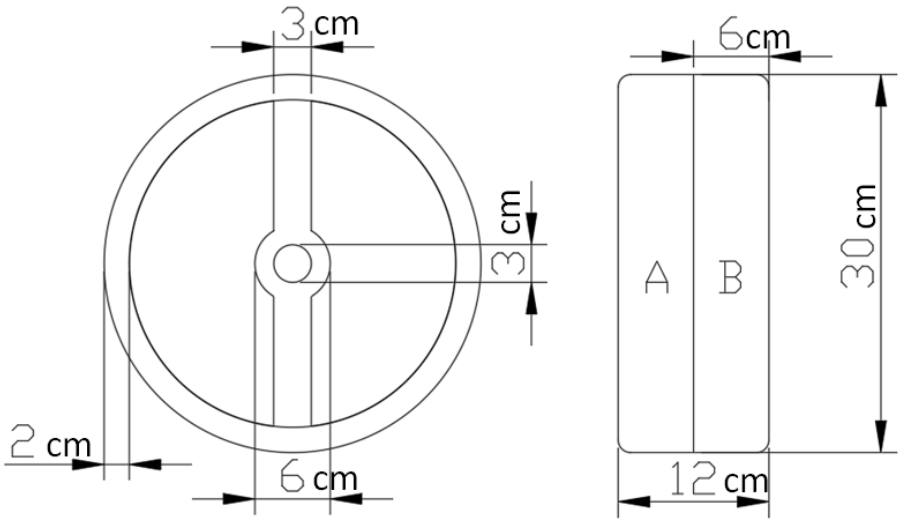

Gambar 4 .2 Sistem Kerja Rotor Desikan

Udara masuk rotor yang berisi silica gel melalui inlet air yang kemudian udara mengalami penyerapan kadar air sehinggah nilai rh nya menjadi turun serta temperatur dari udara menjadi naik akibat desikan yang efektif bekerja pada suhu yang tinggi,dan kemudian setelah udara masuk ke dalam palkah dan melewati heater temperatur udara menjadi naik yang kemudian panas dari udara diserap oleh desikan agar desikan dapat bekerja optimal yang kemudian udara akan keluar melalui exhaust air.

Rotor juga bekerja sangat efektif ketika jumlah desikan nya lebih banyak oleh karenanya dalam tugas akhir ini mendesain rotor agar rotor dapat bekerja seefektif mungkin adapun ukuran dan dimensi dari rotor sebagai berikut:

- Dimensi Rotor

  Diameter = 30 cm
  Tebal A = 3 cm
  Tebal B = 3 cm
  Berat Rotor = 1750gr = 1,75 kg
  Jenis = Sillica Gel Biru,putih dan natural
  Kapasitas Desikan = 2700 gr = 2,7 kg
  Berat Total Rotor Desikan = 4450 gr = 4,45 kg




Gambar 4 .3 Dimensi Rotor

## 4.3 Analisa dan Hasil Percobaan

Dari hasil percobaan dari pengondisian udara menggunakan rotor desikan yang berbahan sillica gel natural dan dengan variabel variasi pola rotor,kecepatan angin (v),putaran rotor (n), dan temperatur heater (t). Data pada tabel 4.1, 4.2, dan 4.3 merupakan data hasil percobaan tiga macam variasi pola rotor desikan dengan performa penyerapan kelembaban terbesar pada variasi yang berbeda dengan waktu 0-60 menit.

Tabel 3.1 Data percobaan silica gel natural variasi 1 berat 2,5 kg

| T=50 $^0$C, n = 11 rpm, v = 1 m/s | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| No | Waktu (mnt) | Sebelum Masuk Rotor | | Setelah Keluar Rotor | | $\Delta\ RH\%$ |
| | | T(˚C) | Rasio Kelembaban (%rH) | T(˚C) | Rasio Kelembaban (%rH) | |
| 1 | 0 | 29,3 | 87 | 31 | 81 | 6 |
| 2 | 15 | 29,4 | 85 | 33,4 | 74 | 11 |
| 3 | 30 | 29,5 | 82 | 33,8 | 70 | 12 |
| 4 | 45 | 29,5 | 84 | 33,6 | 69 | 15 |
| 5 | 60 | 29,5 | 83 | 32,5 | 69 | 14 |

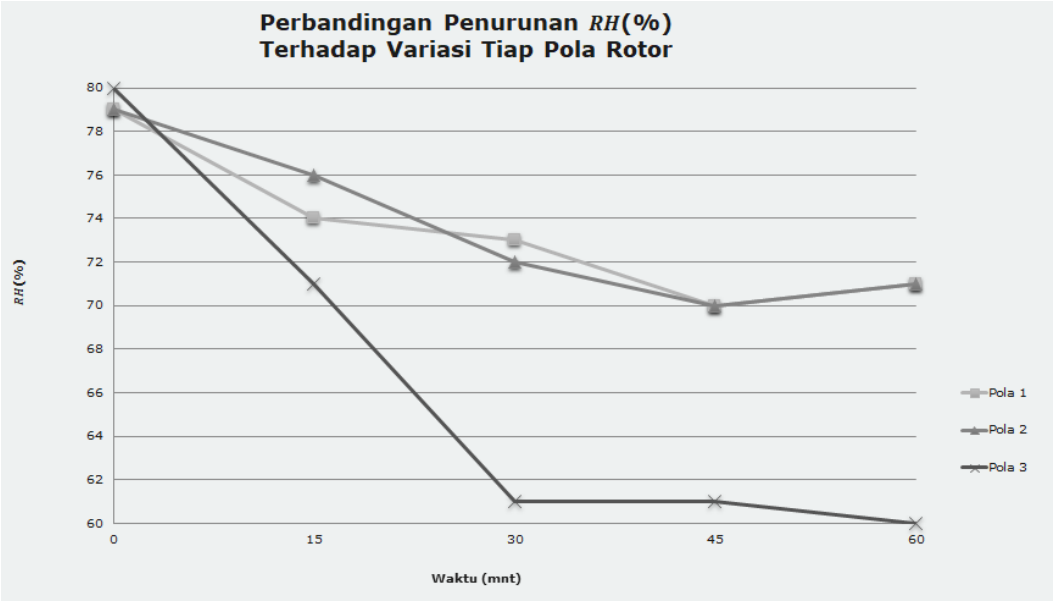
Tabel 4.2 Data percobaan silica gel natural variasi 2 berat 2,5 kg

| T=50 $^0$C, n = 11 rpm, v = 1 m/s | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| No | Waktu (mnt) | Sebelum Masuk Rotor | | Setelah Keluar Rotor | | $\Delta\ RH\%$ |
| | | T(˚C) | Rasio Kelembaban (%rH) | T(˚C) | Rasio Kelembaban (%rH) | |
| 1 | 0 | 29,5 | 81 | 30,3 | 75 | 6 |
| 2 | 15 | 29,3 | 83 | 31,7 | 74 | 9 |
| 3 | 30 | 29 | 86 | 32 | 73 | 13 |
| 4 | 45 | 28,9 | 87 | 31,9 | 72 | 15 |
| 5 | 60 | 29 | 87 | 31,8 | 73 | 14 |

Tabel 4.3 Data percobaan silica gel natural variasi 3 berat 2,5 kg

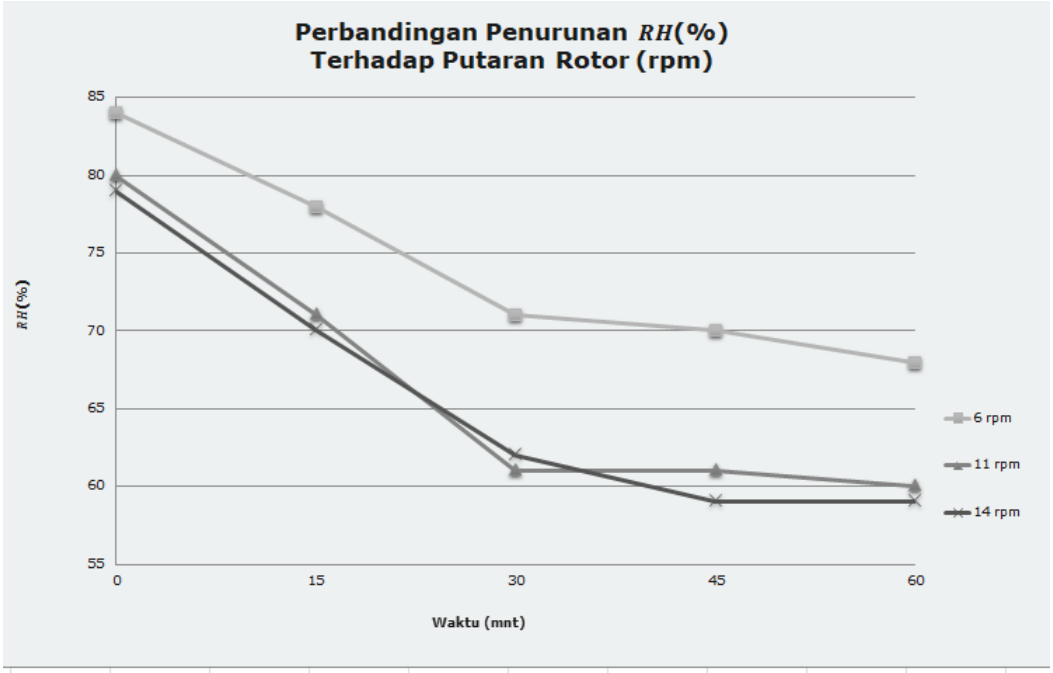
| T=50 $^0$C, n = 11 rpm, v = 1 m/s | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| No | Waktu (mnt) | Sebelum Masuk Rotor | | Setelah Keluar Rotor | | $\Delta\ RH\%$ |
| | | T(˚C) | Rasio Kelembaban (%rH) | T(˚C) | Rasio Kelembaban (%rH) | |
| 1 | 0 | 29,5 | 84 | 30,4 | 79 | 5 |
| 2 | 15 | 28,7 | 87 | 31 | 73 | 14 |
| 3 | 30 | 28 | 87 | 31,4 | 63 | 24 |
| 4 | 45 | 28 | 86 | 31,5 | 62 | 24 |
| 5 | 60 | 27,9 | 87 | 31,5 | 62 | 25 |

Tabel diatas menunjukkan percobaan yang bebeda disetiap variasi pola rotor namun untuk bahan siilica gel,berat sillica gel,temperatur heater,kecepatan putaran rotor,kecepatan angin, dan kapasitas udara yakni tetap.Dari analisis nilai dalam tabel untuk pola rotor variasi 3 memiliki nilai perubahan RH terbesar dalam artian performa penyerapan kelembaban udara pada variasi 3 lebih besar daripada variasi 1 dan variasi 2.



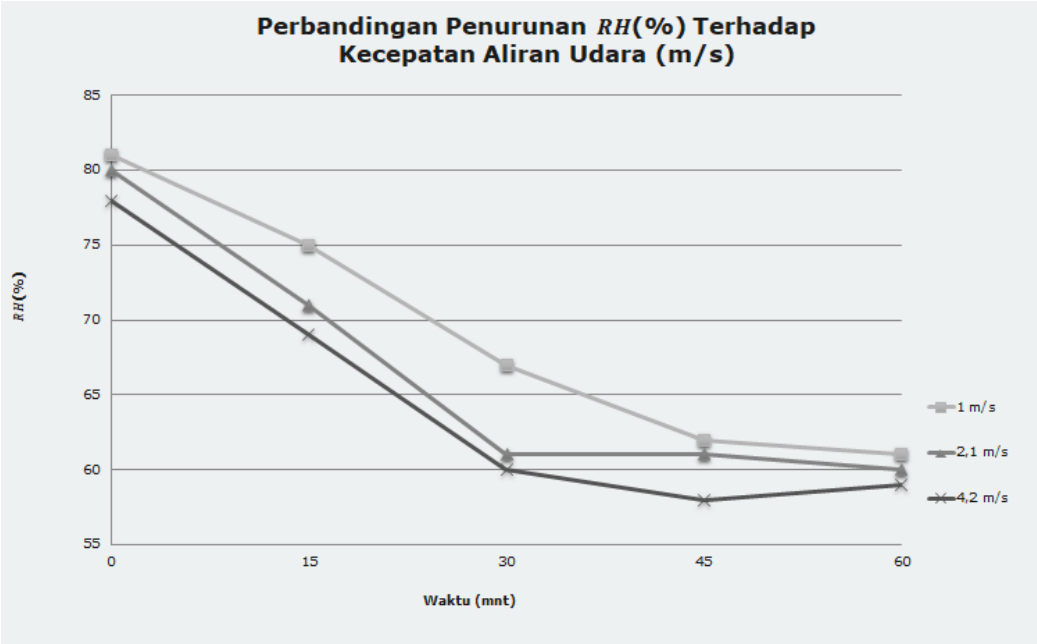

Gambar 4 .4 Perbandingan Kelembaban Relatif Terhadap Variasi Tiap Pola Rotor

Pada gambar 4.4 di atas didapatkan grafik perbandingan kelembaban relatif terhadap macam variasi pola rotor dimana pola variasi 3 merupakan yang memiliki performa lebih besar dalam menyerap kandungan air di udara dibanding dengan pola 1 dan 2 yang memiliki selisih performa tidak jauh berbeda.Pada pola variasi 3 nilai penurunan penyerapan kelembaban terbesar hingga 60% ketika sudah menit 60,sedangkan pola variasi 2 penyerapan kelembaban terbesar yakni pada menit ke 45 hingga sebesar 70% dan ketika berjalan pada menit 60 terjadi penurunan penyerapan menjadi 71% begitupula pada pola variasi 1 penyerapan kelembaban terbesar pada menit 45 hingga sebesar 70% dan terjadi penurunan pada menit 60 menjadi 71%.Dalam percobaan tersebut seluruh macam pola variasi rotor jumlah massa desikan sebesar 2,5 kg serta menggunakan sillica gel natural.



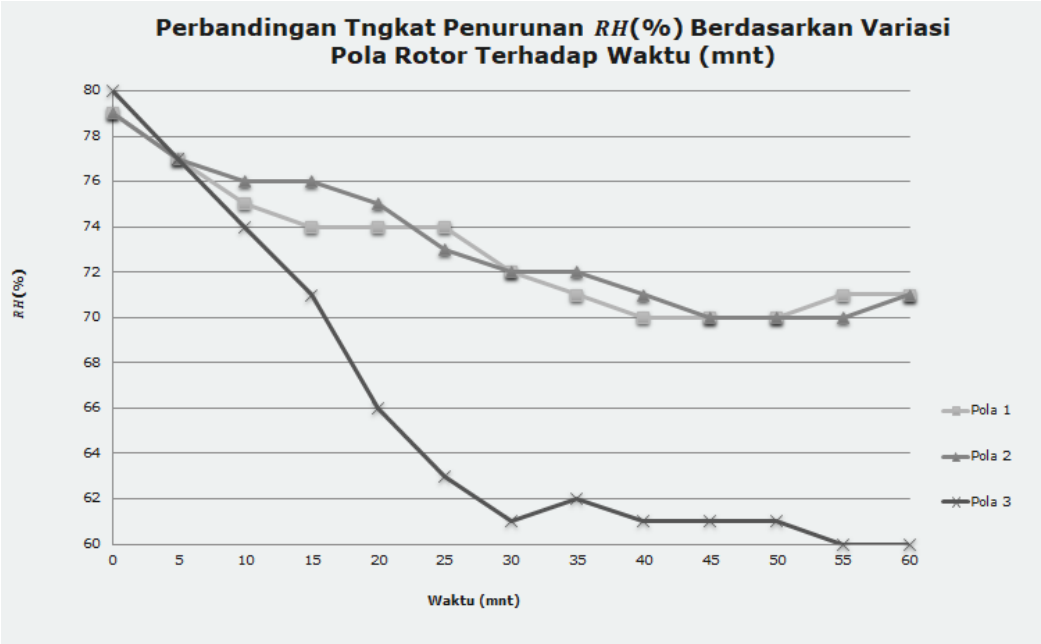

Gambar 4 .5 Perbandingan Kelembaban relatif Terhadap Putaran Rotor

Berdasarkan gambar 4.5 hasil percobaan perbandingan kelembaban relatif terhadap putaran rotor juga sangat berpengaruh pada penyerapan kelembaban, dimana ada tiga variasi putaran rotor 6 rpm,11 rpm,dan putaran terbesar 14 rpm.Pada putaran rotor 6 rpm penyerapan kelembaban kurang optimal dibanding ketika rotor berputar dengan putaran 11rpm dan 14 rpm namun kenaikan tetap linear, ketika putaran rotor 6 rpm penyerapan terbesar yakni pada menit 60 hingga mencapai sebesar 68% sedangkan pada putaran 11 penyerapan terbesar pada juga pada menit 60 hingga mencapai 60% kemudian ketika putaran rotor sebesar 14 rpm maka penyerapan terbesar pada menit ke 45 sampai 60 juga sama yakni hingga sebesar 59%.Jadi kesimpulan pada grafik 4.5 berdasarkan percobaan nilai penyerapan kelembaban yang paling efisien dan optimal ketika putaran rotor 14rpm.



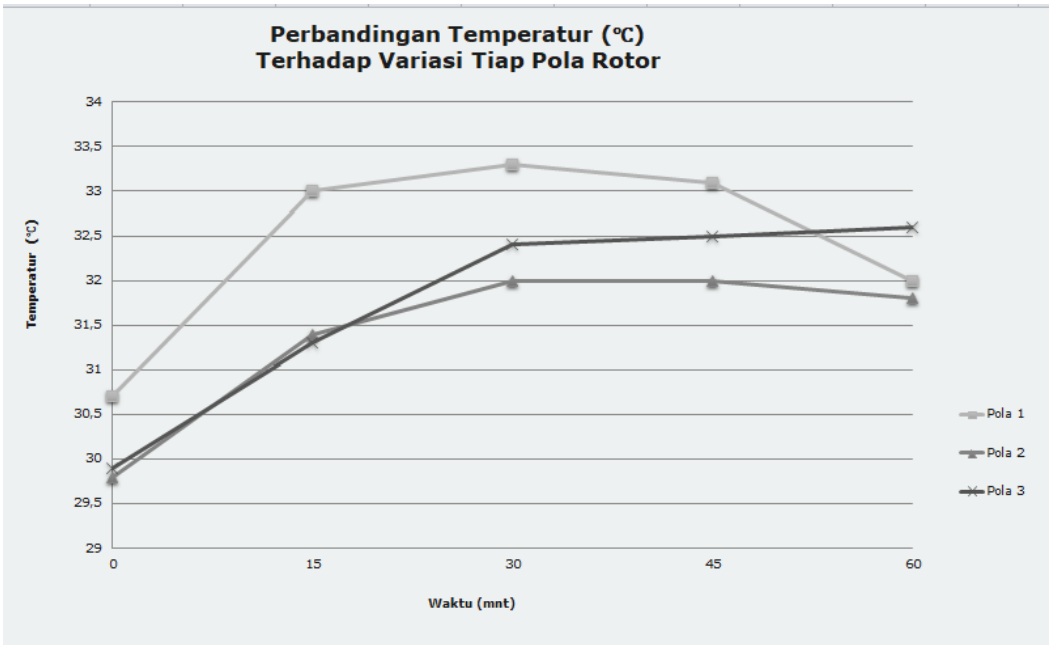

Gambar 4 .6 Perbandingan Kelembaban Relatif Terhadap Kecepatan Aliran Udara

Pada gambar 4.6 perbandingan kelembaban relatif terhadap kecepatan aliran udara dimana penyerapan kelembaban dilakukan dengan berdasarkan tiga variasi yakni 1 m/s, 2,1 m/s, dan kecepatan aliran udara terbesar yakni 4,2 m/s.Dari hasil percobaan dari ketiga variasi kecepatan aliran udara pada 4,2 m/s merupakan yang paling efektif dengan maksimal penyerapan hingga mencapai 58% pada menit ke 45 dan ketika menit 60 mengalami kenaikan yakni menjadi 59%, sedangkan pada kecepatan aliran udara 2,1m/s penyerapan terbesar pada menit ke 60 yakni sebesar 60% dan ketika pada kecepatan aliran udara 1 m/s penyerapan terbesar pada menit ke 60 menjadi sebesar 61%. Maka dengan hasil percobaan ini kecepatan aliran udara juga sangat berpengaruh terhadap performa dessiccant dalam menyerap kelembaban udara, semakin besar kecepatan aliran udara maka penyerapan kembaban juyga semakin besar dalam ketiga variasi tersebut.



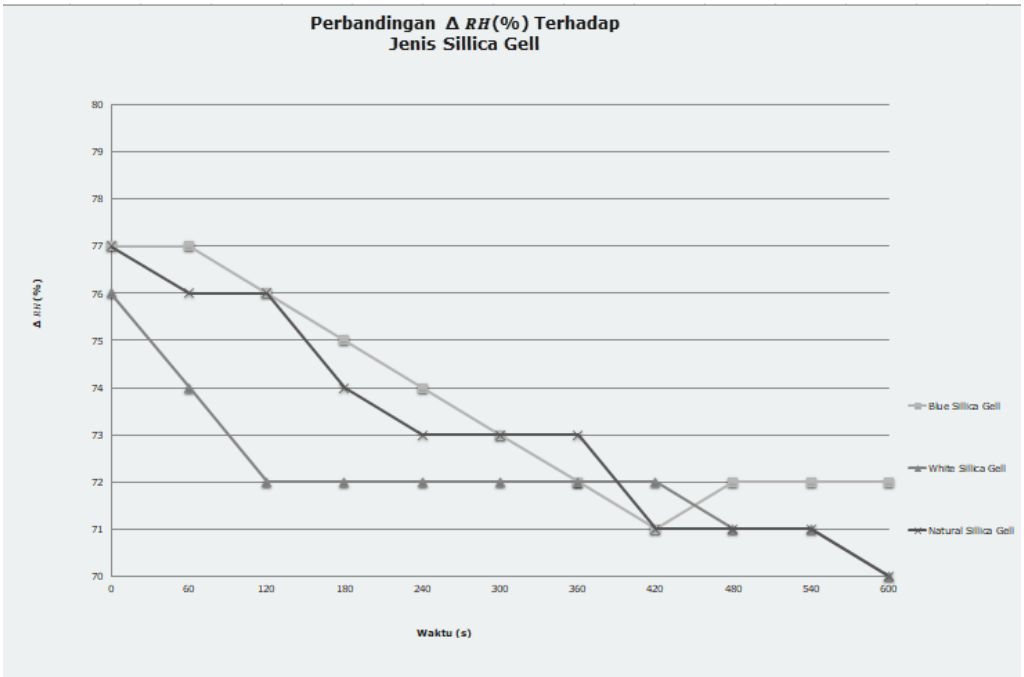

Gambar 4 .7 Perbandingan Tingkat Penurunan Kelembaban relatif Berdasarkan Variasi Rotor Terhadap Waktu

Pada gambar 4.7 yang merupakan grafik perbandingan tingkat penurunan kelembaban relatif berdasarkan variasi rotor terhadap waktu, berdasarkan percobaan variasi 3 merupakan bentuk variasi rotor yang paling efektif dalam menyerap kelembaban udara dibandingkan dengan variasi 1 dan 2, kenaikan penyerapan juga sama-sama cenderung linear seiring berjalannya waktu hal ini dapat disimpulkan bahwa penyerapan kelembaban akan meningkat atau berbanding lurus dengan seiring berjalannya waktu namun ada beberapa yang mana desikan akan mengalami titik jenuh dari gambar 4.7 pada variasi 3 pada menit ke 35 performa desikan mengalami penurunan akan tetepi kembali naik pada menit 40 sampai titik jenuh akan turun lagi pada menit 60 sudah mulai tampak kejenuhan, begitupula pada dessiccant 1 dan 2 yang mulai tampak jenuh pada menit 60.




Gambar 4 .8 Perbandingan Temperatur Terhadap Variasi Tiap Pola Rotor

Pada gambar 4.8 merupakan grafik perbandingan perubahan temperatur udara luar masuk rotor terhadap variasi tiap pola rotor, variasi rotor 1 merupakan yang paling tinggi mengalami kenaikan temperatur hingga mencapai 33,3℃ pada menit 30 kemudian mengalami penurunan perubahan pada menit 45 sampai menit 60 yang mencapai 32℃, sedangkan pada variasi 2 merupakan yang paling sedikit mengalami perubahan temperatur yakni paling tinggi ketika pada menit ke 30 sampai menit 45 maksimal mengalami perubahan temperatur sebesar 32℃ ketika menit 60 mengalami penurunan hingga sebesar 31,8℃, dan variasi 3 maksimal perubahan temperatur pada menit 60 yakni sebesar 32,6℃.




Gambar 4 .9 Perbandingan Kelembaban relatif Terhadap Jenis Sillica Gel

Berdasarkan gambar 4.9 yaitu perbandingan tingkat kelembaban relatif terhadap jenis sillica gel yang digunakan, pada percobaan kali ini ada tiga macam jenis sillica gel yang diuji tingkat penyerapan kelembaban udara yaitu silika gel biru, silika gel putih dan silika gel natural. Pada gambar grafik 4.9 memperlihatkan garis grafik yang memperlihatkan disetiap waktu sillica gel dapat menyerap dan terlihat secara garis besar silika gel putih yang paling efektif dalam menyerap kelembaban hingga mencapai 70% setelah 600 second,sedangkan silika gel natural masih sedikit dibawah rata2 dari silika gel putih namun pada waktu 480 second performa silika gel natural sama dengan silika gel putih yang mana bisa menyerap kelembaban hingga 70% setalah 600 second, kemudian untuk silika gel biru performanya masih dibawah silika gel biru dan silika gel natural dan penyerapan maksimal ketika stelah 420 second.

## 4.4 Perhitungan Performa Desikan

Untuk dapat mengetahui performa rotor desikan yang menggunakan silica gel natural pada penelitian ini yang menggunakan parameter perhitungan *Dehumidification effectiveness* atau efektifitas dari silica gel serta perhitungan MRC (*The Moisture Removal Capacity*) dapat difungsikan temperatur udara luar (tout = t1) dan rasio kelembaban ($\omega$out = $\omega$1) , temperatur regenerasi (treg = t4) dan rasio nilai laju aliran volume saat regenerasi terhadap proses (Vreg / Vproc) yakni sebagai berikut:

4.4.1 *Dehumidification effectiveness* ***(ηeh)***

$$\eta eh = \frac{\omega 1 - \omega 2}{\omega 1} = \frac{87 - 62}{87} = 28{,}73\ \%$$

4.4.2 *The Moisture Removal Capacity* ***(MRC)***

$$MRC = p1.Vproc\ (\omega 1 - \omega 2)$$

dimana :

$\rho 1$ = densitas udara (1,2 kg/$m^3$)

Vproc = kapasitas udara supply (0,0783 $m^3$/h)

$\omega 1$ = kelembaban udara luar (87%)

$\omega 2$ = kelembaban udara setelah desikan (62%)

$$MRC = p1.Vproc\ (\omega 1 - \omega 2)$$

$$MRC = 1{,}2\frac{kg}{m^3}.0{,}0783\frac{m^3}{h}(87 - 62)$$

$$MRC = 2{,}35\ kg/h$$

## 4.5 Perhitungan dalam Skala Kapal Pelra

Ruang muat pada kapal KLM Harapan Indah yakni sebesar 408 $m^3$ maka menghitung kapasitas udara pada ruang muat.

$Q_{udara}$ = n x vol
= 6/h x 408 $m^3$
= 2448 $m^3$/h
= 0,68$m^3$/s

Dimana

$Q_{udara}$ = Kapasitas Udara ($m^3$/s)

Vol = Volume ruang muat ($m^3$)

n = *Air Changer per hour* (x / h), mengacu pada rekomendasi kelas BKI sec.2 *Ventilation Sistem on Board Seagoing Ships* untuk cargo hold sebesar 6/h.

Sehingga

Lp = $Q_{total}$ / *v* *(Lp adalah luas penampang rotor proses)*
= 0,68 / 4,2
= 0,16 $m^2$

pada percobaan ini perbandingan rotor process dengan rotor keseluruhan adalah 11%, sehingga

L = Lp / 11%
= 0,16 / 11%
= 1,45 $m^2$

Diameter *rotor desikan*

L = $\pi\, r^2$

r = $\sqrt{\frac{L}{\pi}}$

= $\sqrt{\frac{1{,}45\ m^2}{\pi}}$

r = 0,68 m

Setelah mengetahui diameter *rotor desikan* yang dibutuhkan maka selanjutnya menentukan jumlah kapasitas *sillica gell* dimana untuk *rotor desikan* percobaan membutuhkan *sillica gel* sebesar 2,5 kg.

V percobaan = $\pi\ x\ r^2\ x\ l$
= $3{,}14\ x\ 0{,}2^2\ x\ 0{,}12$
= 0,015 $m^3$

V sillica gel percobaan = m / *p (natural silica gel)*
= 2,5 / 2300
= 0,0019 $m^3$

V kapal = $\pi\ x\ r^2\ x\ l$
= $3{,}14\ x\ 0{,}68^2\ x\ 0{,}12$
= 0,174 $m^3$

V sillica gel Kapal

Vp / Vsp = Vsp / Vsk
Vsk = (Vk *x* Vsp) / Vp
= (0,174 *x* 0,0019) / 0,015
= 0,022 $m^3$

Massa Sillica Gel yang dibutuhkan
*p* = m / v
m = *p x* v

= 2300 *x* 0,022
= 50,6 kg

# BAB 5

# KESIMPULAN DAN SARAN

## 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan hasil analisa data perhitungan yang telah dilakukan guna merencanakan sistem ventilasi kapal pelayaran rakyat, dapat disimpulkan:

1) Dari hasil percobaan perbandingan tingkat efektifitas dalam menurunkan kelembaban udara dan temperatur antara silika gel natural dengan silika gel sintetis yakni:
   a) Didapat bahwa silika gel natural memiliki performa penyerapan yang sama baik dengan silika gel putih hingga mencapai sebesar 70% setelah 600 detik daripada silika gel biru yang hanya 71% dari kelembaban udara luar sebesar 85%.
   b) Nilai performa rotor desikan yang menggunakan silika gel natural pada penelitian ini dengan parameter perhitungan *Dehumidification effectiveness* atau efektifitas dari silica gel sebesar 28,73% serta perhitungan MRC (*The Moisture Removal Capacity*) dengan densitas udara 1,2 kg/m$^3$ ,kapasitas udara supply 0,0783 m$^3$ dan ΔRH 25% yakni menghasilkan nilai MRC sebesar 2,35 kg/h.
2) Pengaruh perancangan rotor terhadap penurunan kelembaban udara dan temperatur yakni:
   a) Dari hasil percobaan variasi 3 merupakan bentuk variasi rotor yang paling efektif dalam menyerap kelembaban udara hingga 60% dibandingkan dengan variasi 1 dan 2 yang hanya 70%.
   b) Dari hasil penelitian diketahui bahwa hasil terbaik yang merupakan perubahan kelembaban relatif terbesar pada kecepatan rotor 14rpm dan kecepatan suplai udara 4,2 m/s.
   c) Serta didapat analisa dan perhitungan kebutuhan ventilasi KLM Harapan Indah yang memiliki *cargo hold* 408m$^3$ membutuhkan *silika gel natural* dengan berat 50,6 kg dan diameter rotor sebesar 1,36 m.

## 5.2 Saran

1. Diperlukan percobaan/penelitian dengan banyak variasi lagi seperti diameter rotor dll.
2. Dalam pengambilan data sebaiknya dilakukan pada jam dan kondisi lingkungan yang sama.
3. Diperlukan adanya penelitian dengan simulasi menggunakan software guna menghasilkan perencanaan yang efisien,tepat dan akurat.
4. Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan silika gel natural selain menggunakan batuan zeolit yakni menggunakan abu sekam padi dll.

# DAFTAR PUSTAKA


1. Abdul LatifNurfala, Hendriwan Fahmi. 2016, *Analisa Daya Serap Silika Gel Berbahan Dasar Abu Sekam Padi*. Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Padang, Surabaya.

2. Baheramsyah, Alam.Ariana Made,1998/1999,*Diktat pengaturan udara dan sistem pendingin (NE 1513)*. Fakultas Teknologi Kelautan,Institut Teknologi Sepuluh Nopember,Surabaya.

3. Eddy,Hissyam.2003. *Characterization and Activation of Natural Zeolit from Ponorogo*. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

4. Hasibuan,Ivo.2018. *Efektifitas Jenis Desikan dan Kecepatan Udara Terhadap Penyerapan Uap Air di Udara*. Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.Sumut.

5. Lakitan ,Benyamin.2002. *Dasar-dasar klimatologi*. PT Raja Grafindo Persada,Jakarta.

6. M. Djaeni. 2008. Thesis, *Energy Efficient Multistage Zeolite Drying for Heat Sensitive Products*, Wageningen University, The Netherlands.

7. Muchammad. 2006. *Pengaruh Temperatur regenerasi terhadap penutunan kelembaban relative dan efektifitas penyerapan uap air pada alat uji dehumidifier dengan desiccant silica gel*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro,Semarang.

8. Rahayuningtyas,Intan.2016. *Pengaruh suhu dan kelembaban udara pada proses pengeringan singkong.*Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna LIPI, Jabar.

9. Suminta, S., 2006. *Karakterisasi zeolit alam dengan metode difraksi sinar-X, Jurnal Zeolit Indonesia*, Vol. 5, No. 2, Nopember , hal. 5-7.

10. Siregar Tiurlina.2014.*Penggunaan Zeolit Alam Sentani Sebagai Pengisi Bahan Komposit Polietilen*. Universitas Cendrawasih,Papua.

11. Wibowo,Prasetyo Adi. 2017,*Desain Sistem Ventilasi Udara Ruang Muat Kapal Pelayaran Rakyat dengan menggunakan Solar Desikan*. Fakultas Teknologi Kelautan,Institut Teknologi Sepuluh Nopember,Surabaya.

12. https://www.cargohandbook.com

# BIODATA PENULIS

Nur Holis, penulis dilahirkan di Surabaya pada 10 Oktober 1997. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Gading VII Surabaya pada tahun 2004 – 2010, setelah itu penulis menempuh pendidikan formal di SMPN 9 Surabaya pada tahun 2010 - 2013, dan juga penulis melanjutkan pendidikan formal di SMAN 1 Surabaya pada tahun 2013 – 2016. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan ke tingkat yang lebih tinggi yaitu menuju perkuliahan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya di Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan, dengan Nomor Mahasiswa 04211640000011. Selama Berkuliah, penulis aktif berorganisasi dari semester pertama sampai semester terakhir. Berbagai Kepanitian juga diikuti ketika sedang ada *event event* di lingkungan ITS. Penulis pernah diamanahi sebagai Ketua Biro Minat dan Bakat Himasiskal FTK-ITS. Juga pernah mengikuti kepanitiaan Marine Icon yang merupakan event besar dari Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK ITS. Penulis juga pernah melakukan suatu Kerja Praktek di PT Orela (Gresik) pada tahun 2017, dan Melanjutkan Kerja Praktek di PT UP Paiton (Paiton) pada tahun berikutnya yaitu tahun 2018.Jika ingin informasi lebih lanjut bisa hubungi penulis:

E – mail : nurholisku7@gmail.com

No Telp : (+62) 821 4266 7505