



**SKRIPSI – ME184834**

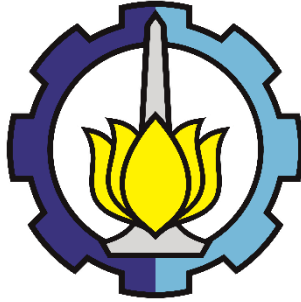
**MODIFIKASI *LIFE JACKET* DENGAN MENGGUNAKAN  $\text{CaCO}_3$   
SEBAGAI SUMBER THERMAL UNTUK MENINGKATKAN  
KESELAMATAN AWAK KAPAL**

Farhan Mahdy Ramadhan  
NRP. 0421174600020

Dosen Pembimbing :  
**Dr. Eng. Trika Pitana, S.T., M.Sc**  
**Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.phil.**

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





**SKRIPSI – ME184834**

**MODIFIKASI *LIFE JACKET* DENGAN MENGGUNAKAN  
CaCO<sub>3</sub> SEBAGAI SUMBER THERMAL UNTUK  
MENINGKATKAN KESELAMATAN AWAK KAPAL**

Farhan Mahdy Ramadhan  
NRP. 04211746000020

Dosen Pembimbing :  
Dr. Eng. Trika Pitana, S.T., M.Sc  
Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.phil.

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2019**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



**FINAL PROJECT – ME184834**

**MODIFICATION OF LIFE JACKET USING  $\text{CaCO}_3$  AS A  
THERMAL SOURCE TO INCREASE THE SAFETY OF  
THE SHIP**

Farhan Mahdy Ramadhan  
NRP. 04211746000020

Supervisor :  
Dr. Eng. Trika Pitana, S.T., M.Sc  
Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.phil.

**MARINE ENGINEERING DEPARTMENT  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2019**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

# LEMBAR PENGESAHAN

## MODIFIKASI LIFE JACKET DENGAN $\text{CaCO}_3$ (BATU GAMPING) SEBAGAI THERMAL UNTUK MENINGKATKAN KESELAMATAN AWAK KAPAL

### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi *Marine Operation and Maintenance (MOM)*

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

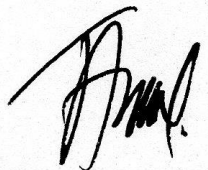
**FARHAN MAHDY RAMADHAN**

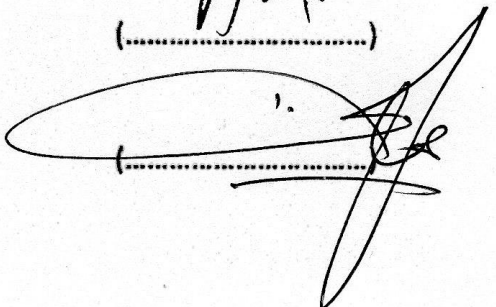
**NRP 0421 17 4600 0020**

Disetujui Oleh:

**Pembimbing:**

1. Dr. Eng. Trika Pitana, S.T., M.Sc.  
NIP. 1976 0129 2001 12 1001
2. Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.phil.  
NIP. 1968 0928 1991 02 1001

  
(.....)

  
(.....)

Halaman ini sengaja dikosongkan



# LEMBAR PENGESAHAN

## MODIFIKASI LIFE JACKET DENGAN $\text{CaCO}_3$ (BATU GAMPING) SEBAGAI THERMAL UNTUK MENINGKATKAN KESELAMATAN AWAK KAPAL

### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

*Bidang Studi Marine Operation and Maintenance (MOM)*

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

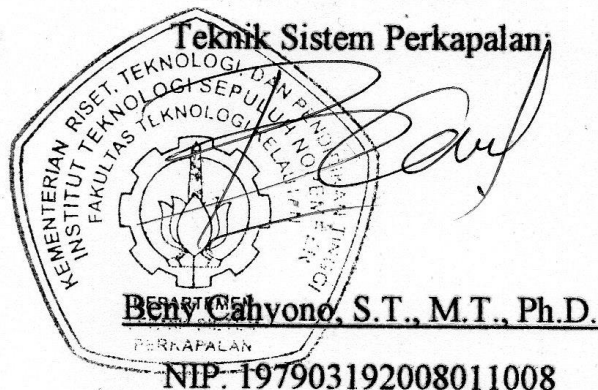
Oleh:

**FARHAN MAHDY RAMADHAN**

**NRP 0421 17 4600 0020**

Disetujui Oleh:

Kepala Departemen



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## **MODIFIKASI LIFE JACKET DENGAN CaCO<sub>3</sub> (Batu Gamping) Sebagai Thermal Untuk Meningkatkan Keselamatan Awak Kapal**

Nama Mahasiswa : Farhan Mahdy Ramadhan  
NRP : 04211746000020  
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Eng. Trika Pitana, S.T., M.Sc  
2. Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.phil.

### ***Abstrak***

Moda transportasi laut merupakan salah satu sarana transportasi yang paling diminati oleh masyarakat dari penjuru dunia . Hal tersebut dibuktikan dengan tingginya jumlah penumpang kapal ferry pada tahun 2018 di Indonesia mencapai 7.126.250 penumpang. Selain itu transportasi laut masih tergolong dengan harga murah. Dilansir pada Transportation Safety Board of Canada pada tahun 2019. Pada 10 tahun terakhir jumlah kecelakaan kapal mencapai angka 300 lebih dengan jumlah korban jiwa akibat kecelakaan kapal tersebut lebih dari 100 orang baik meninggal karena tenggelam maupun hipotermia. Pada penelitian ini akan menggunakan metode percobaan atau eksperimen, dengan menggunakan CaO (karbon oksida) hasil reaksi CaCO<sub>3</sub> yang dipanaskan, sehingga terdapat kalor didalamnya. Dengan tahap percobaan yakni mencari berapa panas yang dihasilkan dari reaksi CaO dengan air, mencari bahan insulator, kemudian mencari komposisi reaksi yang sesuai dengan volume insulator, mendesain system distribusi sesuai dengan *lifejacket* yang akan dimodifikasi, tahap berikutnya melakukan percobaan secara langsung dengan *lifejacket* yang telah dimodifikasi, dan yang terakhir menganalisa hasil akhir dari data yang didapatkan . Pada penelitian ini didapatkan pada 3 percobaan reaksi dengan 100 ml air dan 100 gr menghasilkan rata rata 100°C dan bertahan diatas 100 menit. Dengan menggunakan *Water Warm Zak* (WWZ) sebagai kantong dan insulator, didapatkan volume untuk reaksi yakni 1750 ml. Dengan desain yang didapatkan terdapat 3 kantong WWZ untuk mencegah terjadinya hipotermia. Dari percobaan langsung yang diterapkan ke *lifejacket* yang telah dimodifikasi, didapatkan suhu reaksi mencapai rata rata 50°C dan mampu bertahan lebih dari 60 menit.

**Keyword:** Peralatan Keselamatan, *Life jacket*, Keselamatan kapal, CaCO<sub>3</sub>, CaO, Batu Kapur, Kapur Aktif, Hipotermia

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## **MODIFICATION OF LIFE JACKET USING $\text{CaCO}_3$ AS A THERMAL SOURCE TO INCREASE THE SAFETY OF THE SHIP**

The Name of Student : Farhan Mahdy Ramadhan  
NRP : 04211746000020  
Department : Marine Engineering  
Supervisor : 1. Dr. Eng. Trika Pitana, S.T., M.Sc  
2. Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.phil.

### ***ABSTRACT***

The mode of sea transportation is one of the most popular means of transportation by people from all over the world. This is evidenced by the high number of ferry passengers in 2018 in Indonesia reaching 7,126,250 passengers. Besides sea transportation is still classified as cheap prices. Reported to the Transportation Safety Board of Canada in 2019. In the last 10 years the number of ship accidents reached 300 more with the number of fatalities due to the ship accident more than 100 people both died of drowning and hypothermia. In this study will use an experimental method or experiment, using CaO (carbon oxide)  $\text{CaCO}_3$  reaction results are heated, so that there is heat in it. With the experimental stage, looking for how much heat is generated from the CaO reaction with water, looking for insulator material, then looking for the reaction composition in accordance with the volume of the insulator, designing the distribution system in accordance with the lifejacket to be modified, the next step is to experiment directly with the modified lifejacket , and the last to analyze the final results of the data obtained. In this study, it was found in 3 experimental reactions with 100 ml of water and 100 gr resulting in an average of 100 °C and lasted above 100 minutes. By using Warm Water Zak (WWZ) as a bag and insulator, the volume for the reaction is 1750 ml. With the design obtained there are 3 WWZ bags to prevent hypothermia. From the direct experiment applied to the modified lifejacket, the reaction temperature reached an average of 50 °C and able to last more than 60 minutes.

**Keyword :** *Lifesafety appliance, Life jacket, thermal source, safety,  $\text{CaCO}_3$ , CaO, Limestone, active lime, Hypothermia*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena telah memberikan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul :

**“Modifikasi Life Jacket dengan CaCo<sub>3</sub> (Batu Gamping) sebagai thermal untuk meningkatkan keselamatan awak kapal”**

Kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan yang telah diberikan oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini dengan segala hormat dan kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih kepada

1. Almarhum Ayah, Ibu, dan Adik, serta keluarga yang telah memberikan dukungan sepenuh hati sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu.
2. Bapak Trika Pitana selaku dosen pembimbing pertama atas bimbingan yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
3. Bapak Agoes Santoso selaku dosen pembimbing kedua atas bimbingan yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
4. Bapak Edi Jadmiko selaku dosen wali atas nasihat yang telah diberikan kepada penulis.
5. Teman teman kontrakan berkah yang selalu memberi dukungan serta berjuang bersama selama pembuatan tugas akhir dan kuliah
6. Teman-teman LJ siskal genap 2017 yang telah memberikan semangat dan berjuang bersama dalam pengerjaan skripsi.
7. Teman-teman siskal angkatan 2017 yang telah memberikan semangat, berbagi ilmu, dan berjuang bersama dalam pengerjaan skripsi.
8. Teknisi dan teman-teman lab MOM yang telah meberikan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Teknisi dan teman-teman lab MMS yang telah meberikan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.
10. Kawan kawan racana martadinata – malahayati gudep Surabaya 08.063-08.064 yang memberi dukungan ketika susah, sedih, maupun ketika senang
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Saran dan kritik penulis harapkan untuk perbaikan diwaktu yang akan datang. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, 15 Januari 2020

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



## DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan .....	v
Lembar Pengesahan .....	vii
ABSTRAK .....	vii
<i>Abstrak</i> .....	ix
KATA PENGANTAR .....	xiii
DAFTAR ISI .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xix
Daftar Tabel .....	xxi
<b>BAB 1</b> .....	1
<b>PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	4
<b>1.3 Tujuan</b> .....	4
<b>1.4 Manfaat</b> .....	5
<b>1.5 Batasan Masalah</b> .....	5
BAB II .....	7
TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Alat Keselamatan Kapal .....	7
2.1.1 Perlengkapan penyelamat jiwa/ <i>life saving appliances</i> .....	7
2.2 Kalsium Karbonat (CaCo <sub>3</sub> ) .....	15
2.2.1 Reaksi Endoterm dan Eksoterm .....	17
2.3 Hipotermia .....	18
2.3.1 Meningkatkan Peluang Bertahan Hidup di Air Dingin .....	22
2.3 Insulator .....	24
2.4 Penelitian-penelitian Sebelumnya yang terkait .....	26
BAB III .....	29
METODE PENELITIAN .....	29

3.1 Sumber Data.....	29
3.2 Variabel Penelitian .....	29
3.3 Diagram Alur Penelitian.....	29
3.4 Langkah-Langkah Penelitian.....	30
3.4.1 Studi Literatur.....	30
3.4.2 Pengambilan Data Kecelakaan Kapal.....	30
3.4.3 Merencanakan jumlah perbandingan CaO pada life jacket .....	31
3.4.4 Proses percobaan alat.....	31
3.4.5 Analisa Hasil percobaan .....	31
3.4.6 Life jacket sesuai .....	31
3.4.7 Analisa Akhir.....	31
3.4.8 Kesimpulan.....	31
3.5 Jadwal Pelaksanaan Penelitian .....	31
<b>BAB IV .....</b>	<b>33</b>
<b>PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Hipotermia.....	33
4.1.1 Tahap Hipotermia .....	33
4.1.2 Pemetaan Suhu Laut di beberapa Daerah Indonesia .....	34
4.1.3 Pemetaan Suhu Laut Permukaan Dunia .....	35
4.1.4 Kasus Kematian Akibat Hipotermia .....	36
4.2 Desain Eksperimen.....	37
4.2.1 Alur Percobaan .....	39
4.3 Siklus kapur ( <i>Limestone Cycle</i> ).....	40
4.3.1 Kalsium Karbonat.....	40
4.3.2 Kalsium Oksida .....	40
4.3.3 Kalsium Hidroksida.....	41
4.4 Peralatan Percobaan .....	41
4.5 Hasil Percobaan.....	43
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>57</b>

5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA .....	59
LAMPIRAN.....	61
Log Book Penelitian.....	61
Desain Model Lifejacket .....	93
BIODATA PENULIS .....	95

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Lifebuoy	8
Gambar 2. 2 Immersion Suit	9
Gambar 2. 3 Anti Exposure Suit	10
Gambar 2. 4 Anti Exposure Aids	11
Gambar 2. 5 Adult life jacket	13
Gambar 2. 6 Child Life Jacket	14
Gambar 2. 7 Inflatable lifejackets	15
Gambar 2. 8 Batu Kapur $\text{CaCO}_3$	16
Gambar 2. 9 Reaksi terbentuknya $\text{CaCO}_3$	17
Gambar 2. 10 Kurva empiris yang menghubungkan penurunan kesadaran dengan waktu, dalam tubuh terbenam dengan (B) dan tanpa (A) jaket pelampung	21
Gambar 2. 11 Water Warm Zak (WWZ)	25
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian	30
Gambar 4. 1 the Swiss Staging System	33
Gambar 4. 2 Grafik SPL (Suhu Permukaan Laut) Malam Laut Selatan Jawa	34
Gambar 4. 3 Distribusi SPL (Suhu Permukaan Laut) Malam Laut Selatan Jawa 2006	35
Gambar 4. 4 Peta Suhu Permukaan Laut Dunia November 2010	35
Gambar 4. 5 Grafik kematian akibat hipotermia di Amerika Serikat	36
Gambar 4. 6 Kapal Tenggelam di budapest	37
Gambar 4. 7 Siklus Limestone	41
Gambar 4. 8 Grafik Hubungan reaksi $\text{CaO}$ terhadap waktu dan temperatur	44
Gambar 4. 9 Grafik Perbandingan waktu reaksi $\text{CaO}$ terhadap temperatur menggunakan air tawar	45
Gambar 4. 10 Grafik Perbandingan waktu reaksi $\text{CaO}$ terhadap temperatur menggunakan air tawar (Volume WWZ)	47
Gambar 4. 11 Lifejacket percobaan	48
Gambar 4. 12 Desain modifikasi lifejacket Pandangan dari belakang	49
Gambar 4. 13 Desain modifikasi lifejacket Pandangan dari depan	49
Gambar 4. 14 Lifejacket yang telah diberi kantong	50
Gambar 4. 15 Grafik Perbandingan Pengisian Volume WWZ terhadap Waktu	52
Gambar 4. 16 Grafik Perbandingan Pengisian Volume WWZ terhadap Waktu	52
Gambar 4. 17 Grafik Perbandingan Pengisian Volume WWZ terhadap Waktu	53

Gambar 4. 18 Grafik Perbandingan Pengisian Volume WWZ terhadap Waktu (semua percobaan).....	54
Gambar 4. 19 Grafik Percobaan Reaksi CaO terhadap Waktu (terpasang di lifejacket) .....	56

## Daftar Tabel

Tabel 2. 1 Daya Tahan Tubuh Manusia pada Suhu Dingin.....	19
Tabel 2. 2 Asumsi ketahanan manusia di suhu dingin.....	22
Tabel 2. 3 Jurnal dan Penelitian Sebelumnya .....	26
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian .....	32
Tabel 4. 1 Desain Eksperimen 1 reaksi temperatur terhadap waktu.....	38
Tabel 4. 2 Desain Eksperimen 2 Pengamatan terhadap isolator.....	38
Tabel 4. 3 Peralatan Percobaan.....	42
Tabel 4. 4 Hasil reaksi CaO terhadap waktu dan temperatur .....	43
Tabel 4. 5 Tabel Hasil percobaan CaO dengan air tawar .....	44
Tabel 4. 6 Hasil reaksi CaO terhadap waktu dan temperatur .....	47
Tabel 4. 7 Komponen yang dibutuhkan modifikasi.....	50
Tabel 4. 8 Percobaan pengisian air ke dalam WWZ (Water Warm Zak) .....	51
Tabel 4. 9 Percobaan Reaksi CaO didalam WWZ (Water Warm Zak) .....	55

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dewasa ini perkembangan teknologi mengalami perkembangan yang begitu pesat. Mulai dari teknologi kesehatan hingga teknologi transportasi laut, perkembangan teknologi tersebut didasari atas kebutuhan umat manusia yang terus berkembang dan menginginkan adanya peningkatan kualitas. Tak terkecuali teknologi dalam bidang perkapalan, mulai perkembangan bentuk lambung hingga material material terberukan guna terciptanya bahan bahan murah ramah lingkungan. Perkembangan teknologi tersebut yang awalnya ditujukan untuk penyelesaian masalah yang ada, kini mulai meningkat untuk menambah efektifitas kinerja yang dikarenakan perkembangan tersebut.

*Life Jacket* adalah salah satu alat keselamatan utama dalam dunia perairan, baik wisata maupun lingkup perkapalan. *Life jacket* sendiri diatur dalam SOLAS dan IMO, mulai dari berapa jumlah yang harus disediakan dalam kapal, material, hingga perawatannya. *Life Jacket* sendiri kini terdapat beberapa tipe yang beredar dipasaran, tipe *inflatable with gas* dan *polystyrene*.

Faktor keselamatan menjadi hal yang sangat krusial di dalam dunia perkapalan dan pelayaran. Hal ini dapat dilihat dari ketatnya regulasi regulasi yang ada untuk mengatur keselamatan baik awak kapal, penumpang, atau kapal itu sendiri. Regulasi tersebut tercermin pada SOLAS dan IMO, dimana mulai diatur kebutuhan adanya *liferaft*, alat komunikasi, hingga suar darurat di tiap kapal yang berbeda berdasarkan jenis dan muatannya. Tujuan dari adanya regulasi regulasi tersebut adalah untuk keamanan dan kenyamanan dalam pelayaran sehingga mengurangi adanya potensi kecelakaan kapal dan menimbulkan korban

Data menunjukkan selama rentang waktu 10 tahun kecelakaan kapal di seluruh penjuru dunia berada diatas 300 kasus (Transportation Safety Board of Canada, 2019) walaupun regulasi regulasi keamanan pelayaran telah terpenuhi. Variabel yang muncul sehingga terjadinya kecelakaan sangatlah banyak sehingga menimbulkan manusia harus terus berupaya untuk mencegah insiden dan menanggulangnya. Presentase korban kecelakaan kapal semakin meningkat apabila peralatan penunjang keselamatan tidak tersedia, bahkan jika tersedia tetapi tidak berfungsi sebagaimana mestinya, adanya korban mungkin tidak dapat terelakkan. Seperti halnya kasus kecelakaan yang terjadi pada kapal penumpang di perairan Korea yang menimbulkan korban karena hipotermia karena terlalu lama berada diperairan selama menunggu kapal penyelamat datang, dan banyak kasus serupa yang terjadi bukan karena penumpang dan awak kapal yang tidak dapat berenang, tetapi mengalami hipotermia di lautan. *Immersion suits* pada regulasi masih mengizinkan untuk tidak disertakan pada pelayaran lautan derah tropis, pada kenyataannya terdapat kasus serupa (hipotermia) di perairan sumatera beberapa tahun silam. Hal ini dapat didasari pada cepatnya perubahan suhu yang terjadi dilautan pada saat malam hari yang mengakibatkan turunnya suhu manusia secara drastis dan lamanya waktu penyelamatan.

Memaksimalkan peralatan yang ada dengan mengembangkannya adalah salah satu cara dalam mengefektifkan dan mengurangi biaya operasional serta perawatan.  $\text{CaCO}_3$  (Kalsium Karbonat) atau biasa yang terdapat pada batu kapur gamping telah banyak digunakan pada industri, baik sebagai bahan pondasi yang kuat maupun sebagai remineralisasi untuk mencegah korosi pada pipa. Kalsium karbonat yang dalam hal ini pada batu gamping ternyata memiliki nilai thermal yang baik ketika bereaksi terhadap air, reaksi yang terjadi menimbulkan panas yang konstan pada waktu yang cukup lama. Dan batu kapur gamping ini merupakan bebatuan yang banyak

terdapat ditemukan di Indonesia. Proses terbentuknya batu gamping yang alamiah menjadikan banyak produk yang dapat dihasilkan dari batu kapur tersebut. Dalam dunia *marine* batu tersebut dapat digunakan sebagai sumber thermal yang baik dan praktis untuk menciptakan panas yang dibutuhkan dalam waktu tertentu. Penggunaan batu kapur sebagai sumber thermal pada modifikasi *Life Jacket* menjadikan alat keselamatan yang solustif bagi dunia pelayaran.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut :

1. Berapa beban panas yang dibutuhkan dan dapat diterima manusia?
2. Berapa banyak massa  $\text{CaCo}_3$  yang dibutuhkan untuk mencapai titik nyaman?
3. Berapa banyak insulator yang dibutuhkan dan materialnya?
4. Bagaimana desain produk dari modifikasi *Life Jacket* menggunakan  $\text{CaCo}_3$  sebagai thermal?

## 1.3 Tujuan

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui berapa banyak beban panas yang dibutuhkan dan dapat diterima manusia
2. Mengetahui berapa banyak massa  $\text{CaCo}_3$  yang dibutuhkan untuk mencapai titik nyaman manusia
3. Mengetahui berapa banyak insulator yang dibutuhkan dan materialnya?
4. Bagaimana desain produk dari modifikasi *Life Jacket* menggunakan  $\text{CaCo}_3$  sebagai thermal?

## 1.4 Manfaat

Manfaat yang kita peroleh dari penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengurangi resiko korban jiwa kecelakaan kapal akibat Hipotermia
2. Sebagai alternatif dalam mencegah hipotermia di laut untuk keselamatan awak kapal
3. Sebagai penelitian pengembangan produk dari *lifejacket*
4. Menambah nilai fungsi dari *lifejacket* sebagai penjaga suhu tubuh.
5. Meminimalisir korban tenggelam akibat kehilangan panas tubuh.

## 1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Data yang digunakan hanya pada hasil percobaan penulis
2. Desain dan perencanaan modifikasi *Life Jacket* dengan  $\text{CaCO}_3$  sebagai thermal tidak memperhitungkan ergonomis
3. Perencanaan insulator berdasarkan jurnal medis
4. Metode penghitungan perpindahan panas

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Alat Keselamatan Kapal

##### 2.1.1 Perlengkapan penyelamat jiwa/ *life saving appliances*

Dalam Konvensi SOLAS dan standar terkait maritim lainnya, keselamatan hidup manusia adalah yang terpenting. Kapal dan perahu lainnya membawa peralatan yang menyelamatkan jiwa termasuk sekoci penyelamat, jaket penyelamat, rakit penyelamat dan banyak lainnya. Penumpang dan kru diberitahu tentang ketersediaan mereka dalam keadaan darurat. Peralatan yang menyelamatkan jiwa adalah wajib sebagaimana yang disebutkan dalam bab 3 Konvensi SOLAS. Kode Alat Penghemat Hidup Internasional (LSA) memberikan persyaratan teknis khusus untuk pembuatan, pemeliharaan, dan pencatatan peralatan yang menyelamatkan jiwa. Jumlah dan jenis peralatan yang menyelamatkan jiwa berbeda dari satu kapal ke kapal lainnya, dan kode ini memberikan persyaratan minimum untuk dipatuhi agar kapal menjadi layak laut. (LSA Code SOLAS)

##### A. *Lifebuoy*

Adalah pelampung lempar berbentuk lingkaran, dibangun untuk mampu menahan jatuh ke dalam air dari ketinggian di mana ia disimpan di atas garis air dalam yang paling ringan kondisi di laut atau 30 m, tanpa mengganggu kemampuan operasinya atau kemampuan terpasangnya komponen.

Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1. *Lifebuoy* diatur untuk digunakan pengoperasian pelepasan cepat terdapat sinyal asap yang dapat aktif sendiri dan lampu yang menyala sendiri, memiliki waktu yang cukup untuk mengoperasikan pengaturan rilis cepat dilengkapi dengan tali penarik yang diameternya tidak kurang dari 9,5 mm dan tidak kurang dari 4 kali diameter luar tubuh panjang pelampung. Tali penarik harus diamankan pada empat titik yang sama jaraknya di sekitar lingkaran pelampung untuk membentuk empat loop yang sama. (LSA Code SOLAS)



Gambar 2. 1 Lifebuoy Sebagai life saving appliance di kapal  
Sumber : [www.123rf.com](http://www.123rf.com)

#### B. *Immersion Suit*

*Immersion Suit* harus dibuat dengan bahan tahan air sehingga dapat dibongkar dan dipakai tanpa bantuan dalam waktu 2 menit, dengan mempertimbangkan pakaian yang terkait, dan baju pelampung jika harus dipakai bersama dengan jaket pelampung, tidak akan terus terbakar atau terus meleleh setelah diselimuti api selama 2 detik, menutupi seluruh tubuh kecuali wajah, seperti yang terlihat di gambar 2.2. Tangan juga harus ditutup, kecuali sarung tangan yang terpasang secara permanen disediakan, dilengkapi dengan pengaturan untuk meminimalkan atau mengurangi udara bebas di kaki-kaki, setelah lompatan dari ketinggian tidak kurang dari 4,5 m ke dalam air tidak ada masuknya air yang tidak semestinya ke dalam immersion suit

*Immersion suit* yang juga memenuhi persyaratan jaket penyelamat dapat diklasifikasikan sebagai jaket pelampung. *Immersion Suit* yang memiliki daya apung dan dirancang untuk dikenakan tanpa jaket penyelamat dilengkapi dengan lampu dan peluit sesuai dengan persyaratan untuk jaket pelampung. Jika *immersion suit* akan dikenakan bersamaan dengan lifejacket, maka fungsi *lifejacket* akan hilang. Seseorang yang



mengenakan seperti itu harus dapat mengenakan jaket penyelamat tanpa bantuan. (LSA Code SOLAS)



Gambar 2. 2 Immersion Suit yang berada di pasaran untuk aktivitas maritim  
Sumber : [https://www.aviationsurvival.com/IMPERIAL-JUMBO-ADULT-IMMERSION-SUITS-\\_p\\_408.html](https://www.aviationsurvival.com/IMPERIAL-JUMBO-ADULT-IMMERSION-SUITS-_p_408.html)

### C. *Anti Exposure Suit*

Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3. Pakaian anti-paparan harus dibuat dengan bahan tahan air sehingga, memberikan daya apung minimal 70 N, terbuat dari bahan yang mengurangi risiko stres panas selama penyelamatan dan evakuasi, menutupi seluruh tubuh dengan pengecualian kepala dan tangan dan, di mana secara administrasi memungkinkan, kaki; sarung tangan dan tudung harus disediakan sedemikian rupa untuk tetap tersedia untuk digunakan dengan pakaian anti-paparan, dapat dibongkar dan dikenakan tanpa bantuan dalam waktu 2 menit, tidak tahan terbakar atau terus meleleh setelah sepenuhnya diselubungi api selama periode 2 detik, dilengkapi dengan saku untuk telepon VHF portable, memiliki bidang pandangan lateral paling tidak 120 °.

Pakaian anti paparan yang juga sesuai dengan persyaratan jaket penyelamat dapat diklasifikasikan sebagai pelampung. Orang yang memakai pakaian anti paparan dapat melakukan, untuk naik dan turun tangga vertikal dengan panjang minimal 5 m, untuk melompat dari ketinggian tidak

kurang dari 4,5 m ke dalam air dengan kaki terlebih dahulu, tanpa cedera kaki atau mencabut jas, atau terluka, untuk berenang melalui air setidaknya 25 m dan naik ke kapal penyelamat; untuk mengenakan baju pelampung tanpa bantuan; dan, cunctum melakukan semua tugas yang terkait dengan *abandonment ship*, membantu orang lain, dan mengoperasikan penyelamatan perahu.

Pakaian anti paparan harus dilengkapi dengan lampu yang memenuhi persyaratan untuk jaket penyelamat. Pakaian anti paparan jika terbuat dari bahan yang tidak memiliki insulasi yang meleka ditandai dengan instruksi bahwa itu harus dipakai bersama dengan pakaian hangat, dibuat sedemikian rupa, sehingga saat dikenakan seperti yang ditandai, setelan terus memberikan perlindungan termal yang cukup setelah satu lompatan ke dalam air yang benar-benar merendam pemakainya dan harus memastikan bahwa ketika dipakai dalam air yang bersirkulasi dengan tenang di suhu 5 ° C, suhu inti tubuh pemakai tidak turun pada tingkat lebih dari 1,5 ° C per jam, setelah 0,5 jam pertama



. Gambar 2.3 *Anti Exposure Suit for northern waters*  
Sumber : <https://www.northernmarineelectronics.com/>

Seorang di air tawar yang mengenakan setelan anti-paparan yang memenuhi persyaratan bagian ini harus dapat berbalik dari telungkup

ke posisi menghadap ke atas dalam waktu tidak lebih dari 5 detik dan harus menghadap ke atas dengan stabil. Pakaian tersebut tidak memiliki kecenderungan untuk mengubah pemakainya menghadap ke bawah dalam kondisi laut sedang. (LSA Code SOLAS)

D. *Thermal protective aids*

Alat pelindung termal harus terbuat dari bahan tahan air yang memiliki konduktansi termal tidak lebih dari 7800 W / (m<sup>2</sup>.K) dan harus dibuat sehingga, ketika digunakan untuk mengcover seseorang, sehingga akan mengurangi hilangnya panas konvektif dan evaporatif dari tubuh pemakai. Alat perlindungan termal harus memenuhi syarat : menutupi seluruh tubuh orang dari semua ukuran mengenakan lifejacket dengan pengecualian wajah. Tangan juga harus ditutup kecuali disediakan sarung tangan permanen, mampu dibongkar dan mudah dikenakan tanpa bantuan dalam keadaan bertahan hidup atau saat menyelamatkan kapal, pemakai dapat melepasnya dalam air dalam waktu tidak lebih dari 2 menit, jika itu mengganggu kemampuan berenang, hal ini seperti ditunjukkan gambar 2.4.

Alat pelindung termal harus berfungsi dengan baik di seluruh rentang suhu udara -30 ° C hingga + 20 ° C. (LSA Code SOLAS)



Gambar 2. 4 Anti Exposure Aids for marine use

Sumber : <https://www.lrse.com/products/thermal-protective-aids-tpas>

### E. *Life Jacket*

*Lifejackets* dirancang untuk memberikan dukungan penuh bagi seseorang di dalam air, bahkan jika orang itu tidak dapat membantu dirinya sendiri dan berpakaian berat. *Lifejackets* mungkin dibuat dari busa atau bahan apung lainnya secara permanen, atau dapat berupa tiup atau sebagian tiup. Dalam sekoci *free fall*, hanya *life jacket* tiup yang diizinkan. (Babicz, Jan.2014)

Perusahaan Spanyol, *Articulos Nauticos Cappymar* memperkenalkan *lifejacket* baru yang digabungkan dengan suar radio yang terhubung ke penerima yang dipasang di *navigation deck*. Peralatannya adalah dirancang untuk membantu pencarian dan penyelamatan orang-orang yang secara tidak sengaja jatuh dari kapal. Jika ada seseorang jatuh, suar radio akan aktif secara otomatis saat masuk ke air dan akan mulai mengirimkan sinyal marabahaya pada frekuensi pencarian dan penyelamatan internasional.

Seperti yang ditunjukkan di gambar 2.5. *Lifejacket* harus disediakan untuk setiap orang di atas kapal. Selain itu, jumlah *lifejackets* harus cukup dibawa untuk orang-orang yang berjaga dan untuk digunakan di jarak jauh stasiun bertahan hidup. *Lifejackets* yang dibawa untuk orang yang berjaga harus disimpan di *navigation deck*, di ruang kontrol mesin dan di stasiun pengawas berawak lainnya. Setiap *lifejacket* harus dilengkapi dengan lampu. Jaket pelampung dewasa harus dibuat sedemikian rupa sehingga: tidak akan terus terbakar atau terus meleleh setelah sepenuhnya diselimuti api dalam waktu 2 detik, setidaknya 75% orang, yang sama sekali tidak terbiasa dengan jaket penyelamat, dapat dengan benar mengenakan dan dalam jangka waktu satu menit tanpa bantuan, bimbingan atau demonstrasi sebelumnya, setelah demonstrasi, semua orang dapat dengan benar mengenyakannya dalam waktu satu menit tanpa bantuan, jelas mampu dikenakan hanya dalam satu cara atau, sejauh dapat dipraktikkan, nyaman dipakai, memungkinkan pemakai untuk melompat dari ketinggian minimal 4,5 m ke dalam air tanpa cedera dan tanpa mencabut atau

merusak lifejacket, harus memiliki daya apung yang tidak berkurang lebih dari 5% setelah 24 jam perendaman dalam air tawar, harus dilengkapi dengan peluit yang diikat kuat dengan tali

Lifejacket dewasa harus memiliki daya apung dan stabilitas yang cukup dalam air tawar yang tenang untuk:

1. mengangkat mulut orang yang kelelahan atau tidak sadar tidak kurang dari 120 mm dari air dengan tubuh condong mundur pada sudut tidak kurang dari 20 ° dari posisi vertikal;
- 2 . membalikkan tubuh orang yang tidak sadar di dalam air dari posisi apa pun ke posisi di mana mulutnya bersih dari air lebih dari 5 s.
3. harus memungkinkan orang yang memakainya berenang dalam jarak dekat dan naik ke kapal penyelamat. (LSA Code SOLAS)



Gambar 2. 5 life jacket untuk orang dewasa yang ada dipasaran  
Sumber : <https://www.academy.com/>

*Lifejacket* anak harus dibuat dan melakukan hal yang sama seperti *lifejacket* dewasa kecuali sebagai berikut : memberikan bantuan penggunaan untuk anak-anak kecil, hanya akan diminta untuk mengangkat mulut seorang pemakai yang

kelelahan atau tidak sadar akan hal itu jarak air yang sesuai dengan ukuran pemakainya, bantuan dapat diberikan untuk menaiki kapal penyelamat, tetapi mobilitas pemakai tidak akan signifikan berkurang, *lifejacket* untuk anak-anak lebih sederhana seperti yang terlihat di gambar 2.6.

Selain tanda dengan informasi persetujuan termasuk Administrasi yang menyetujuinya, dan segala batasan operasional, *lifejacket* anak harus ditandai dengan kisaran tinggi atau berat badan yang *lifejacket* akan memenuhi kriteria pengujian dan evaluasi direkomendasikan oleh simbol "anak" seperti yang ditunjukkan dalam simbol "baju pelampung anak" (LSA Code SOLAS)



Gambar 2. 6 Life Jacket untuk anak-anak

Sumber : <https://www.frogsandtoadstools.co.nz/products/salus-nimbus-yellow>

Jaket pelampung yang menggunakan udara untuk daya apung harus memiliki tidak kurang dari dua terpisah kompartemen dan mematuhi semua persyaratan untuk *lifejacket* biasa, dan harus mengembang secara otomatis saat masuk ke air, disediakan perangkat untuk memungkinkan inflasi oleh satu orang gerakan manual dan mampu meningkat melalui mulut, jika kehilangan daya apung di salah satu kompartemen dapat

memenuhi semua persyaratan untuk lifejacket biasa, harus memiliki daya apung yang tidak berkurang lebih dari 5% setelah perendaman 24 jam di air setelah pengembangan melalui mekanisme otomatis. Dapat juga pengisian kompartemen dengan menggunakan CO2 seperti gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Inflatable lifejackets dengan CO2 sebagai pengisi  
Sumber : <http://www.menacemarine.com.au/x2-inflatable-pfd-menace-lifejackets>

## 2.2 Kalsium Karbonat (CaCo3)

*Calcium Carbonate* / Kalsium karbonat adalah senyawa kimia dengan rumus kimia  $\text{CaCO}_3$ . Ini adalah zat yang umum ditemukan di batuan di semua bagian dunia, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.8. Merupakan komponen utama dari cangkang organisme laut, siput, mutiara, dan kulit telur. Bentuk yang paling umum di alam adalah kapur, dan marmer, diproduksi oleh sedimentasi dari cangkang siput fosil kecil, kerang, dan karang selama jutaan tahun. Meskipun semua tiga bentuk yang identik dalam istilah kimia, mereka berbeda dalam hal lain, termasuk kemurnian, ketebalan keputihan, dan homogenitas.

Kalsium karbonat adalah salah satu bahan yang paling bermanfaat dan serbaguna yang dikenal manusia.

Di pasaran, kalsium karbonat dijual dalam dua jenis yang berbeda. Yang membedakan kedua jenis produk tersebut terletak pada tingkat kemurnian produk kalsium karbonat di dalamnya. Kedua jenis produk kalsium karbonat atau  $\text{CaCO}_3$  yang dimaksud adalah *heavy and light types*.

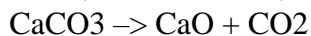
Kalsium karbonat *heavy type* diproduksi dengan cara menghancurkan batu kapur hasil penambangan menjadi powder halus, lalu disaring sampai diperoleh ukuran powder yang diinginkan. Selanjutnya tepung kalsium karbonat hasil penyaringan disimpan dalam silo-silo atau tempat penyimpanan yang berukuran besar sebelum dikemas.



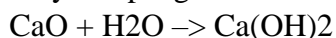
Gambar 2. 8 Batu Kapur  $\text{CaCO}_3$

Sumber : <http://www.ptperak.com/2014/05/batu-kapur.html>

Sedangkan kalsium karbonat *light type* diperoleh setelah melalui proses produksi yang agak rumit, dibandingkan dengan *heavy type*. Pertama-tama batu kapur dibakar dalam tungku berukuran raksasa, untuk mengubah  $\text{CaCO}_3$  menjadi  $\text{CaO}$  (oksida kalsium) dan gas karbon dioksida atau  $\text{CO}_2$ .

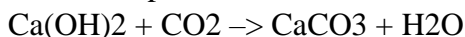


Proses selanjutnya,  $\text{CaO}$  yang terbentuk kemudian dicampur dengan air dan diaduk. Maka terbentuklah senyawa kalsium hidroksida atau  $\text{Ca(OH)}_2$ . Kalsium hidroksida yang telah terbentuk kemudian disaring untuk memisahkan senyawa-senyawa pengotor.

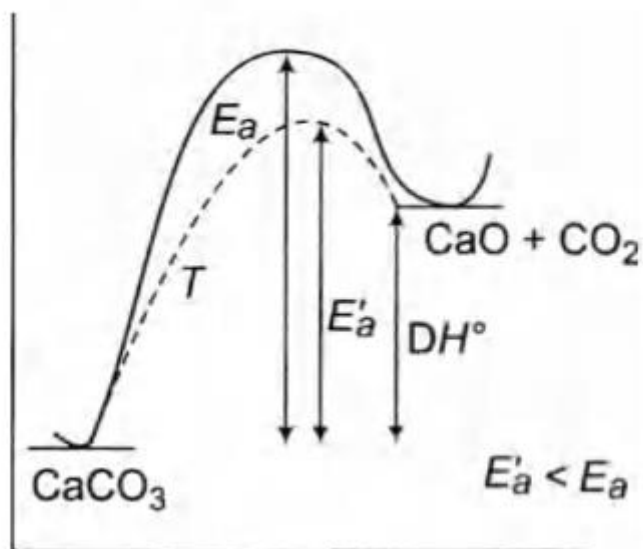




Ca(OH)<sub>2</sub> yang telah disaring kemudian direaksikan dengan CO<sub>2</sub> untuk membentuk CaCO<sub>3</sub> dan air, seperti ditunjukkan oleh persamaan reaksi berikut:



Endapan CaCO<sub>3</sub> hasil reaksi di atas kemudian di saring dan dikeringkan. Selanjutnya Kalsium hidroksida dihaluskan menjadi powder CaCO<sub>3</sub>. Proses siklus diatas dapat jelas dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Reaksi terbentuknya CaCo3  
 Sumber : <https://tardigrade.app/question/fr4jbmfm>

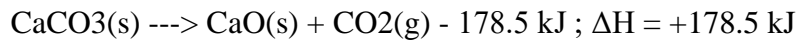
### 2.2.1 Reaksi Endoterm dan Eksoterm

Reaksi eksoterm adalah kalor yang dihasilkan oleh suatu proses pembakaran dipindahkan dari sistem ke lingkungannya. Dengan kata lain yaitu suatu reaksi yang menghasilkan kalor. Sebagai contoh yaitu pada reaksi pembakaran yang terjadi pada api adalah reaksi eksoterm sehingga akan melepaskan energi ke sekelilingnya.

Reaksi endoterm adalah reaksi yang menyebabkan adanya transfer kalor dari lingkungan ke system. Reaksi endoterm ditandai dengan adanya penurunan suhu sistem. Dengan demikian kalor dipindahkann dari lingkungan ke dalam

sistem reaksi. Reaksi endoterm mempunyai entalpi bernilai positif ( $\Delta H > 0$ ). Energy yang dilepaskan lebih kecil daripada energy yang digunakan saat reaksi

Contoh reaksi



Rumus yang digunakan dalam menghitung kalor dari perubahan entalpi adalah sebagai berikut .

$$q = m \times c \times \Delta T \quad (2.1)$$

Namun apabila kalor diperhitungkan rumus akan menjadi

$$q = (m \times c \times \Delta T) + (C \times \Delta T) \quad (2.2)$$

Dimana :

q = kalor reaksi (J)

m = massa zat( g)

c = kalor jenis zat (J/g °C atau J/gK)

$\Delta T$  = perubahan suhu ( °C atau K)

C = kapasitas kalor zat (J/ °C atau J/K)

### 2.3 Hipotermia

Hipotermia adalah kondisi fisik yang terjadi ketika suhu inti tubuh turun di bawah suhu normal 98,6 ° F (37 ° C) hingga 95 ° F (35 ° C) atau lebih dingin. Dapat dikatakan hipotermia sebagai lawan dari stroke panas. Air dingin dapat berbahaya karena mempercepat timbulnya dan perkembangan hipotermia karena panas tubuh bisa hilang 25 kali lebih cepat dalam air dingin daripada di udara dingin. Kecepatan hilangnya suhu tubuh dapat dilihat di table 2.1. Hipotermia mempengaruhi inti tubuh - otak, jantung,

paru-paru, dan organ vital lainnya. Bahkan kasus hipotermia ringan mengurangi kemampuan fisik dan mental korban, sehingga meningkatkan risiko kecelakaan. Hipotermia berat dapat menyebabkan ketidaksadaran dan kemungkinan kematian. Sekitar 600 orang di AS meninggal akibat hipotermia setiap tahun (Coastal Communities, Minnesota)

Untuk memahami penyebab hipotermia, penting untuk memahami fisika dasar tentang bagaimana manusia mempertahankan keseimbangan panas. Panas mengalir ke gradien termal dari suhu tinggi ke rendah. Dengan demikian, dalam dingin, gradien termal terbentuk, dimana panas "mengalir" dari jaringan yang lebih hangat ke jaringan yang lebih dingin di dekat permukaan tubuh. Panas kemudian keluar dari tubuh ke lingkungan. Dalam keadaan normal di udara, tubuh dapat bertukar panas dengan lingkungan melalui empat proses fisik: radiasi (R), konveksi (C), konduksi (K), dan penguapan (E). (Brook, Dr. C.J. 2014). Agar suhu tubuh tetap stabil di lingkungan yang dingin, panas yang dihasilkan oleh tubuh saat istirahat atau melalui olahraga atau menggigil (M), harus cocok dengan yang hilang oleh R, C, K dan E.

Beberapa faktor mempengaruhi jumlah pertukaran panas oleh R, C, K, dan E. Yang paling umum adalah: luas permukaan yang terlibat dalam pertukaran panas; gradien suhu antara tubuh dan lingkungan; dan pergerakan relatif cairan (udara atau air) di mana tubuh ditempatkan. Ini menjelaskan mengapa seseorang akan lebih cepat dingin jika: mereka berada di air yang lebih dingin (gradien); mereka sebagian direndam dibandingkan dengan benar-benar tenggelam (luas permukaan); mereka mengalir dengan cepat sebagai lawan dari air diam (pergerakan fluida); mereka bergerak dibandingkan dengan diam (pergerakan relatif dari fluida).

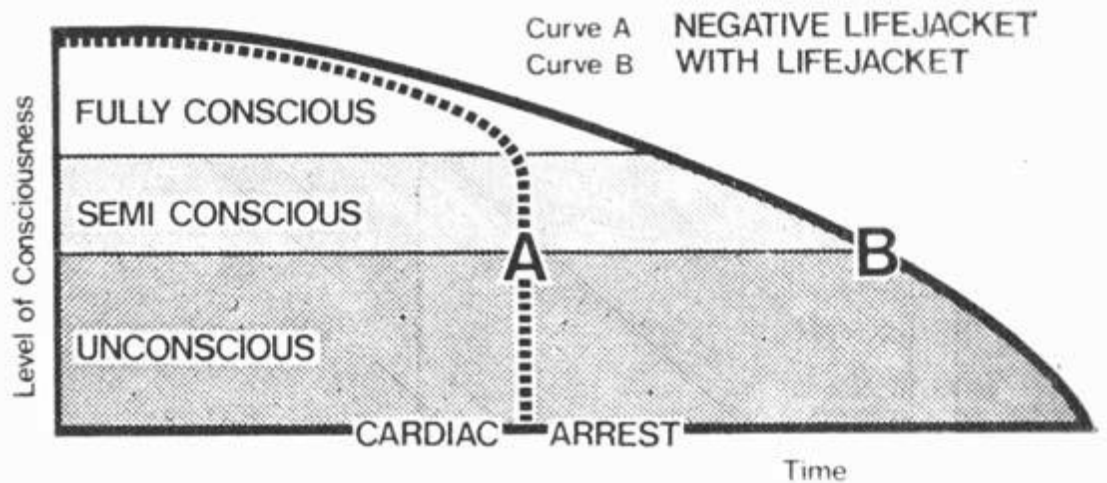
Tabel 2. 1 Daya Tahan Tubuh Manusia pada Suhu Dingin

Water Temperature		Expected Time Before Exhaustion or Unconsciousness	Expected Time of Survival
(°F)	(°C)		
32.5°	0.3°	< 15 minutes	45 minutes

Water Temperature		Expected Time Before Exhaustion or Unconsciousness	Expected Time of Survival
32.5–40°	0.3–4.4°	15 – 30 minutes	30 – 90 minutes
40–50°	3.3–10°	30 – 60 minutes	1 – 3 hours
50–60°	10–15.6°	1 – 2 hours	1 – 6 hours
60–70°	15.6–21.1°	2 – 7 hours	2 – 40 hours
70–80°	21.1–26.7°	3 – 12 hours	3 hours – indefinite
> 80°	> 26.7°	Indefinite	Indefinite

Sumber : <http://www.seagrant.umn.edu>

Di dalam air, panas dilakukan ke molekul-molekul air yang bersentuhan dengan kulit ("lapisan batas"), molekul-molekul ini dihangatkan dan naik (Konveksi), dan digantikan oleh yang lebih dingin. Dengan demikian, dalam air hanya dua dari empat jalur utama untuk pertukaran panas tersedia, dan kehilangan panas pada prinsipnya adalah oleh konvektif dan pertukaran panas konduktif. Meskipun demikian, seorang individu telanjang di air dingin akan mendinginkan sekitar empat kali lebih cepat daripada di udara pada suhu yang sama. Ini karena konduktivitas termal air adalah 25 kali lipat dari udara, dan kapasitas panas spesifik volume-nya adalah sekitar 3500 kali dari udara. Karena itu, air memiliki kapasitas yang jauh lebih besar untuk mengekstraksi panas. Lebih jauh, ketika berada di air, tidak seperti udara, area permukaan yang tersedia untuk pertukaran panas dengan lingkungan mendekati 100%. Inilah alasan mengapa air dingin sangat berbahaya. Konsekuensi dari hal ini adalah bahwa air panas adalah media yang sangat baik untuk menghangatkan kembali korban hipotermia.



Gambar 2. 10 Kurva empiris yang menghubungkan penurunan kesadaran dengan waktu, dalam tubuh terbenam dengan (B) dan tanpa (A) jaket pelampung  
 Sumber : Prof.Frank Golden

Jika orang yang terbenam telah selamat dari dua tahap awal perendaman, yaitu kejutan dingin dan kegagalan berenang, maka rintangan berikutnya yang harus dihadapi adalah hipotermia. Sekarang diketahui bahwa ini mungkin bukan penyebab kematian. Ini dicatat oleh Golden (1996). Perkiraan waktu bertahan hidup 50% untuk pria berpakaian lengkap dalam air yang menggunakan jaket hidup adalah 1 jam pada 5 ° C, 2 jam pada 10 ° C, dan 6 jam pada 15 ° C. Namun angka-angka ini sulit untuk divalidasi di laboratorium di mana suhu tubuh hanya turun sekitar dua atau tiga derajat dalam waktu yang setara. Pasti ada penyebab kematian lainnya. Golden menjelaskan bahwa seorang penyintas yang sadar di laut akan melakukan upaya fisik untuk menjaga punggungnya dari ombak, tetapi ketika fisiknya terganggu melalui pendinginan otot, setengah sadar dan dengan kehilangan tekad yang kuat untuk bertahan hidup, keduanya terjadi setelah suhu inti tubuh turun antara 2-3 ° C, kemudian korban berubah menjadi gelombang dan tenggelam. Dia juga menekankan poin bahwa kematian akan terjadi lebih cepat dari tenggelam jika baju pelampung tidak dikenakan.

### 2.3.1 Meningkatkan Peluang Bertahan Hidup di Air Dingin

Dalam air dingin, melindungi panas tubuh sangat penting untuk bertahan hidup dan untuk meningkatkan peluang Anda untuk diselamatkan. Tingkat pendinginan tubuh bervariasi dengan ukuran tubuh, usia, jenis kelamin, suhu air dan udara, gelombang, angin, arus air, dan faktor lainnya. Situasi yang berbeda memengaruhi waktu bertahan hidup untuk orang dewasa yang berpakaian rata-rata dengan pakaian ringan di air bersuhu 50 ° F (10 ° C):

Tabel 2. 2 Asumsi ketahanan manusia di suhu dingin

Situation & Equipment	Predicted Survival Time in 50° F Water
<b>Without flotation device</b>	
Drown proofing	1.5 hours
Treading Water	2 hours
<b>With personal flotation device (e.g. vest or collar-type PFD)</b>	
Swimming	2 hours
Holding Still	2.7 hours
H.E.L.P. position	4 hours
Huddling with others	4 hours
<b>With hypothermia prevention equipment</b>	
Insulated flotation jacket (float coat)	3 – 9 hours
Survival Suit	indefinite

Sumber : [www.seagrant.umn.edu](http://www.seagrant.umn.edu)

Argumen bahwa liferafts tidak diperlukan karena kapal yang beroperasi di dekat pantai di siang hari dapat mengharapkan kapal lain untuk menyelamatkan dengan cepat tidak didukung, juga tidak ada penambahan EPIRB yang akan mempercepat penyelamatan ke jenis waktu respons seperti ini. Seperti yang telah dinyatakan, kematian akan terjadi dalam 3-5 menit bagi mereka yang belum mengenakan jaket pelampung, atau dari kegagalan berenang dalam waktu 30 menit jika tidak berpakaian dengan benar dan didukung oleh jaket penyelamat. Ulasan Markle (1991) tentang sistem penyelamatan hidup AS untuk kapal penumpang kecil dari tahun 1973 - 1990 menghasilkan kesimpulan yang sama persis.

Markle lebih lanjut mencatat dengan benar bahwa orang-orang di dalam air dengan dan tanpa peralatan yang menyelamatkan nyawa meninggal pada tingkat yang jauh lebih tinggi daripada yang diperkirakan oleh grafik kelangsungan hidup yang diperkirakan. Ini mendukung teori Golden bahwa banyak korban tenggelam selama perendaman dingin dan kegagalan berenang, bukan karena hipotermia semata. Bahkan jika mereka bertahan hidup cukup lama untuk mendinginkan, otot yang diinduksi dingin dapat mencegah mereka menjaga punggung mereka terhadap gelombang, dan dengan demikian lubang hidung mereka bersih dari air, beberapa saat setelah suhu inti tubuh mereka berkurang 2-3°C.

Markle lebih lanjut menyimpulkan bahwa "Persyaratan saat ini untuk jaket penyelamat, pelampung dan apung telah terbukti memadai dalam semua korban yang diteliti di mana suhu air adalah 15°C atau lebih". Ini mungkin menjadi kasus dalam penelitian ini, tetapi masih mungkin untuk mati karena hipotermia dan pasca keruntuhan penyelamatan seperti dalam kasus Lakonia pada tahun 1965 yang tenggelam dalam 17,9 ° C air dari Madeira

Penyediaan alat apung di mana korban pada dasarnya mengambang dengan kepala hanya keluar dari air menempel pada garis becketed di dalam air di bawah 15°C hanya ukuran parit terakhir jika semuanya gagal. Tenggelam sangat mungkin terjadi karena sengatan dingin dan kegagalan berenang, dalam jangka pendek, dan hipotermia serta keruntuhan pascagelamatan dalam jangka panjang. Semakin dingin air, semakin besar peluang kematian. Sekali lagi, seperti yang ditunjukkan Markle dengan jelas, dalam kasus kecelakaan Cougar, dua orang yang berhasil membuat diri mereka di atas alat apung adalah keduanya tidak dirawat di rumah sakit. Sisanya harus tetap menempel di air di 13°C, tiga meninggal. Demikian pula, dalam kasus lain yang dirujuk oleh Markle (kecelakaan Zephyr II), jika

perangkat tersebut merupakan liferaft dan bukan alat apung, orang tanpa lifejacket akan dapat naik dan bertahan beberapa menit di air. . Dalam kecelakaan ini, delapan orang yang selamat terpisah dari kapal. Mereka memutuskan untuk berenang ke sebuah pulau, hanya satu yang hidup enam jam kemudian ketika dia meminta bantuan ketika hampir mendarat.

### **2. 3 Insulator**

Insulator adalah bahan atau metode untuk membatasi transfer kalor atau listrik. Insulator digunakan untuk melindungi kita dari efek berbahaya dari listrik yang mengalir melalui konduktor. Isolator adalah bahan yang memiliki efek sebaliknya pada aliran elektron. Mereka tidak membiarkan elektron mengalir dengan mudah dari satu atom ke yang lain. Isolator adalah bahan yang atom memiliki elektron terikat erat. (Dadan, Ahmad. 2018)

Insulator merupakan materi yang dapat mencegah penghantaran panas, ataupun muatan listrik. Lawan dari insulator, adalah konduktor, yaitu materi yang dapat menghantar panas ataupun muatan listrik dengan baik. Adapun contoh-contoh bahan insulator adalah bahan-bahan non logam, seperti plastik, karet, ebonit, kertas, tubuh manusia, air, tanah, dan sebagainya.

Insulator adalah material yang tidak menghantarkan arus listrik. Bahan-bahan insulasi mencakup kertas, plastik, karet, kaca dan udara. Ruang hampa juga termasuk insulator, tapi itu bukan berupa material. Banyak penghantar listrik yang dilapisi insulator. Ada juga kabel magnet yang dilapisi dengan lapisan insulasi yang sangat tipis sehingga membentuk lilitan dan umumnya digunakan dalam gulungan trafo, motor dan sebagainya. Insulator umumnya memiliki rentang tegangan ratusan volt, tapi beberapa digunakan dalam distribusi daya yang rentang tegangannya ratusan ribu volt. Insulator sendiri berfungsi untuk mencegah penghantar listrik melakukan kontak dengan penghantar yang lain.





Gambar 2. 11 Water Warm Zak (WWZ)  
Sumber : dokumentasi pribadi

*Water warm zak* atau dalam bahasa Indonesia alat penampung air hangat adalah salah satu alat kesehatan yang digunakan untuk mengompres bagian tubuh (Hdw, Hartono, 2002). Alat ini dapat digunakan sebagai menghangatkan tubuh terutama saat demam atau pembengkakan pada bagian tubuh. Penggunaan dari WWZ (*Water warm zak*) ini cukup mudah yakni hanya dengan menuangkan air panas ke dalamnya. Dikarenakan mampu menahan panas dari air hingga mencapai  $80^{\circ}\text{C}$  keatas WWZ dapat difungsikan ke berbagai kegunaan lain.

Pada penelitian ini penulis akan menggunakan *Water Warm Zak* sebagai insulator dari reaksi CaO (kapur aktif) dan air laut yang akan menghasilkan panas. *Water Warm Zak* sebagai insulator akan membatasi suhu yang naik dan diapatkan panas yang dapat diterima oleh manusia. Selain itu *Water Warm Zak* akan berfungsi sebagai penghantar panas hasil dari reaksi CaO dengan air ke tubuh dari pengguna *life jacket*. Dan WWZ juga berfungsi tambahan untuk menampung dari CaO (kapur aktif) di kantong dibagian dalam *life jacket*.

## 2.4 Penelitian-penelitian Sebelumnya yang terkait

Tabel 2. 3 Jurnal dan Penelitian Sebelumnya

No	Tahun	Penulis	Judul	Topik	Metode	Hasil	Deskripsi	Kelemahan
1	2010	C.V.MacDonald , C.J.Brooks, J.W.Kozey, A.Habib	An Ergonomic Evaluation of Infant Life Jacket : Donning Time & Donning Accuracy	Marine Safety	Analisa perbanding an waktu penggunaa n life jacket khusus marine dan life jacket pada umumnya	Dari hasil penelitian ini didapatkan waktu efektif dalam penggunaa n life jacket	Di penelitian ini membandingkan 2 life jacket. Yakni life jacket yang standar marine dan yang beredar di pasaran, terdapat perbedaan kualitas serta waktu pemakaian terutama saat keadaan emergency	Penelitian ini tidak memberikan kesimpulan yang tepat mengenai solusi yang ada
2	2019	Kang sub yong Junyub Lim Sungho Yun	Composite Fouling Characteristic	MaterialCa Co3 dan CaSO4	Penggunaa n analisa perpindaha	Dari hasil penelitian ini	Pada penelitian ini membahas focus pada	Pada penelitian ini pembahasan mengenai

		Dongwoo Kim Yongchan Kim	of CaCo <sub>3</sub> and CaSO <sub>4</sub> in plate heat Exchanger at various operating and operating condition	sebagai fouling heat exchanger	n panas dari panas yang di hasilkan dari reaksi	didapatkan bahwa CaSO <sub>4</sub> memiliki sifat adhesi yang lebih kuat	fouling characteristic dari kedua zat yaitu CaCo <sub>3</sub> dan CaSO <sub>4</sub>	CaCo <sub>3</sub> tidak begitu spesifik karena menggunakan perbandingan CaSO <sub>4</sub> Sebagai perbandingan
3.	2018	Kristen Pointer, Gemma S. Miligan, Kristy L, Garrat, Steve P. Clark, Michael J. Tipton	A 10-Year descriptive analysis of UK Maritime and Coastguard on lifetime use and drowning pravention	Life Jacket drowning prevention	Observasi dan studi kasus	Dari penelitian ini menjelaska n tentang pentingny a life jacket sebagai life saving appliance	Di penelitian ini menjelaskan dari data kematian akibat tenggelam di UK karena tidak adanya ketersediaan life jacket	Pada penelitian ini hanya menjelaskan dari data kecelakaan maritim di UK mengenai ketersediaan life saving yang kurang memadai
4	2012	Nickie Butt, Proffesor David Johnson, Dr. Kate Pike, Nicola Pryce-	15 Years of Shipping Accident : A Review for WWF.	Studi kasus kecelakaan kapal	Observasi dan Studi kasus	Dari hasil penelitian ini telah didapat rekomenda si	Dalam penelitian ini terdapat observasi mengenai beberapa kasus	Pada penelitian hanya menjelaskan dan mengobservasi kapal niaga dan

		roberts, Natalie Vigar	Southampton University			mengenai penanganan kecelakaan kapal yang terjadi di berbagai negara	kecelakaan kapal yang ada di berbagai Negara dan menganalisa penyebabnya	tidak kapal penumpang
5	2001	Dr.C.J. Brooks	Survival in Cold Water	Report for transport canada	Analisa dan studi kasus	Dari hasil penelitian ini didapatkan beberapa data mengenai ketahanan tubuh manusia pada suhu ekstrim	Dalam Penelitian ini telah didapatkan bahwa manusia mengalami meninggal pada saat kecelakaan kapal bukan karena ketidakmapuan dalam berenang melainkan karena kehilangan panas tubuh yang sangat drastis	Dalam penelitian ini hanya menghasilkan beberapa rekomendasi mengenai regulasi yang harus ada terutama ketika musim dingin

## BAB III

### METODE PENELITIAN

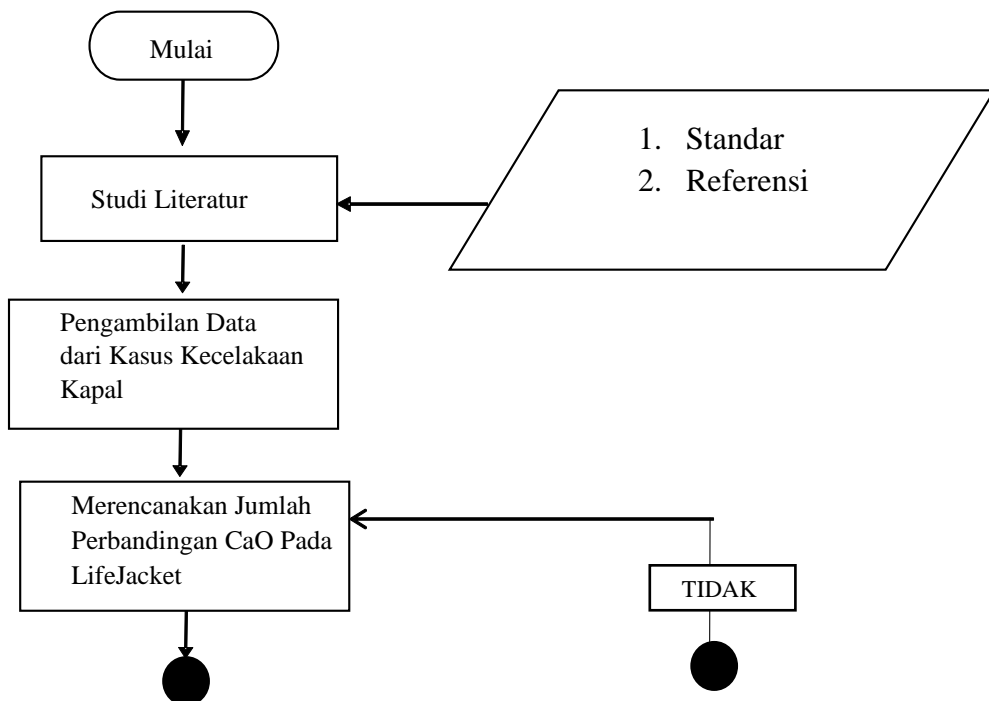
#### 3.1 Sumber Data

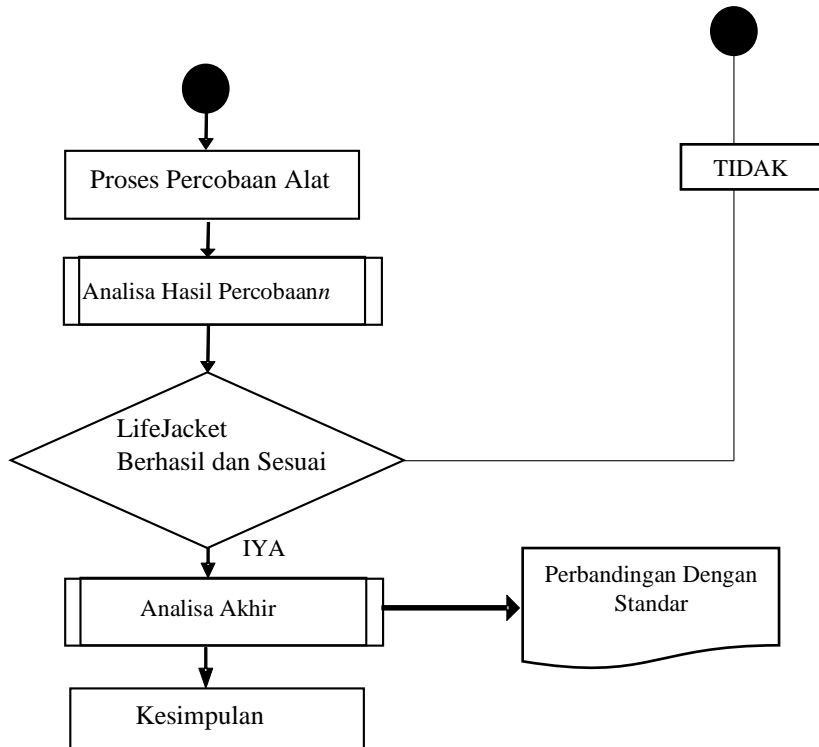
Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimental yaitu dengan cara mengamati langsung dan melakukan percobaan dengan beberapa variabel. Pengamatan pertama adalah dengan melihat suhu tubuh manusia apabila masuk kedalam air dalam jangka waktu tertentu. Kemudian melakukan pengamatan jumlah kalor yang dihasilkan CaO apabila bereaksi pada air (H<sub>2</sub>O) pada jumlah berat tertentu. Peralatan yang digunakan adalah : Life Jacket, Immersion Suit, CaO, Water Warm Zak (WWZ), thermo gun, timbangan, stopwatch. Adapun tahapan yang dilaksanakan adalah sebagai berikut :

#### 3.2 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan variable data jumlah perbandingan berat CaO dan air yang kemudian di insulasikan dengan Water Warm Zak (WWZ) sejumlah yang diperlukan oleh tubuh manusia

#### 3.3 Diagram Alur Penelitian





Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian

### 3.4 Langkah-Langkah Penelitian

Dalam penelitian ini akan dilakukan 7 langkah penelitian yang secara sistematis. Semua langkah-langkah dalam penelitian ini harus dicapai untuk mendapatkan hasil penelitian yang baik. Langkah-langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

#### 3.4.1 Studi Literatur

Studi literatur di gunakan untuk memperoleh materi yang di butuhkan untuk mendukung proses penelitian. Studi literatur dalam penelitian ini didapatkan melalui website dan jurnal ilmiah yang terupload di internet guna memperkuat data dan memperjelas kebutuhan . Selain itu juga dilakukan percobaan dengan mencari perbandingan rasio yang sesuai antara CaO dan air sehingga didapatkan kalor yang sesuai.

#### 3.4.2 Pengambilan Data Kecelakaan Kapal

Pada tahap ini diperlukan data data yang membuktikan bahwa hipotermia akibat kecelakaan kapal dapat berakibat fatal dan menyebabkan kematian, dikarenakan adanya panas yang hilang dari tubuh.

### **3.4.3 Merencanakan jumlah perbandingan CaO pada life jacket**

Merencanakan jumlah perbandingan CaO dibutuhkan untuk mengetahui berapa kalor yang dibutuhkan terhadap temperatur manusia. Jumlah perbandingan ini sangat mempengaruhi karena semakin sesuai jumlah perbandingan yang dipilih maka temperatur manusia yang tercelup air dapat dipertahankan

### **3.4.4 Proses percobaan alat**

Setelah ditemukan komposisi yang sesuai dengan beban panas akan dilakukan percobaan ke Immersion suit sesuai standar dan panas yang dibutuhkan manusia pada saat masuk kedalam air. Beban panas yang dibutuhkan kemudian disesuaikan dengan kalor yang dihasilkan dari reaksi CaO dengan air.

### **3.4.5 Analisa Hasil percobaan**

Data yang didapatkan setelah percobaan alat akan dianalisa apakah sudah sesuai dengan rumusan masalah. Perbandingan jumlah CaO dan air serta kalor yang dikeluarkan sesuai dengan kebutuhan manusia

### **3.4.6 Life jacket sesuai**

Setelah kalor didapatkan untuk manusia bertahan pada suhu air, selanjutnya Immersion yang telah dimodifikasi dianalisa apakah sesuai dengan standar dari IMO mengenai kepraktisan dan buoyancy.

### **3.4.7 Analisa Akhir**

Pada tahap ini merupakan pengecekan akhir terhadap Immersion Suit yang telah dimodifikasi secara ergonomis dan siap untuk dipasarkan

### **3.4.8 Kesimpulan**

Didapatkan semua data yang dibutuhkan untuk pembuatan dari modifikasi Immersion Suit dan hasil dari desain akhir yang sesuai standar

## **3.5 Jadwal Pelaksanaan Penelitian**

Perencanaan jadwal penyelesaian tugas akhir yang berjudul Modifikasi Life Jacket dengan CaCo<sub>3</sub> (Batu Gamping) sebagai thermal untuk meningkatkan keselamatan awak kapal dilakukan selama 8 minggu dengan detail jadwal dapat dilihat pada table 3.1

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

Kegiatan	Minggu								Capaian (%)	
	1	2	3	4	5	6	7	8		
<b>Rumusan Masalah</b>										20%
<b>Studi Literatur</b>										25%
<b>Pengambilan Data Kasus Kecelakaan Kapal</b>										30%
<b>Perencanaan Jumlah perbandingan CaCo3</b>										40%
<b>Modifikasi Life Jacket</b>										50%
<b>Percobaan Life Jacket</b>										80%
<b>Analisa dan perbaikan</b>										90%
<b>Kesimpulan</b>										90%



# BAB IV

## PEMBAHASAN

### 4.1 Hipotermia

#### 4.1.1 Tahap Hipotermia

Hipotermia menjadi salah satu penyebab kematian yang tinggi di berbagai negara terutama di negara yang mengalami 4 musim ataupun negara di kawasan yang berada di atas sub-tropis. Namun tidak memungkinkan negara yang berada di kawasan tropis tidak dapat mengalami kejadian hipotermia ini, dibeberapa kasus kematian terdapat yang diakibatkan oleh hipotermia ini.

Untuk mempermudah tahapan penyelamatan dari korban yang mengalami hipotermia *the new England journal of medicine* menyebutkan terdapat klasifikasi yang dapat dicirikan sesuai keadaan fisik korban hipotermia.

Stage	Clinical Symptoms	Typical Core Temperature†	Treatment
HT I	Conscious, shivering	35 to 32°C	Warm environment and clothing, warm sweet drinks, and active movement (if possible)
HT II	Impaired consciousness, not shivering	<32 to 28°C	Cardiac monitoring, minimal and cautious movements to avoid arrhythmias, horizontal position and immobilization, full-body insulation, active external and minimally invasive rewarming techniques (warm environment; chemical, electrical, or forced-air heating packs or blankets; warm parenteral fluids)
HT III	Unconscious, not shivering, vital signs present	<28 to 24°C	HT II management plus airway management as required; ECMO or CPB in cases with cardiac instability that is refractory to medical management
HT IV	No vital signs	<24°C	HT II and III management plus CPR and up to three doses of epinephrine (at an intravenous or intraosseous dose of 1 mg) and defibrillation, with further dosing guided by clinical response; rewarming with ECMO or CPB (if available) or CPR with active external and alternative internal rewarming

Gambar 4. 1 the Swiss Staging System  
*Sumber : the New England Journal of Medicie, 2013*

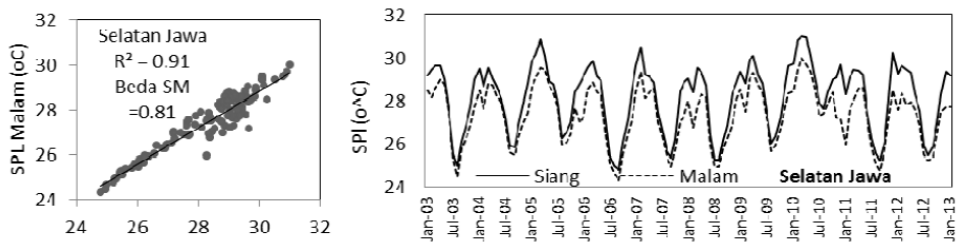
Tabel diatas dapat menunjukkan bahwa penurunan suhu tubuh dalam rentang 1 hingga 2 derajat celcius dapat mengakibatkan hipotermia. Suhu tubuh manusia normal berada pada rentan waktu 36-37 °C. Apabila terjadi penurunan suhu akibat adanya kehilangan panas tubuh seperti berada pada perairan dalam kurun waktu tertentu maka tidak memungkinkan tubuh dapat mengalami hipotermia secara perlahan mulai dari HT *stage* 1 hingga 4.

Penanganan ini harus segera dilakukan sejak awal agar suhu tubuh tidak turun, terutama penurunan tiba tiba akibat adanya perubahan suhu lingkungan yang ekstrim seperti di laut pada malam hari. Dan suhu lautan

baik itu yang berada diatas sub-tropis maupun di daerah tropis sendiri dapat mengalami penurunan suhu secara mendadak terutama pada malam hari.

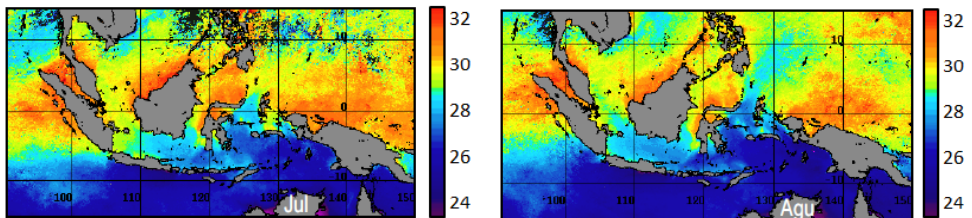
#### 4.1.2 Pemetaan Suhu Laut di beberapa Daerah Indonesia

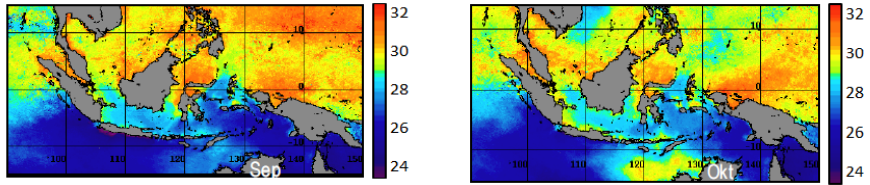
Dalam pemetaan yang ada di perairan Indonesia melalui beberapa penelitian dari citra satelit yang ada, dapat dilihat dari beberapa wilayah perairan di Indonesia diketahui mengalami suhu yang cukup dingin. Hal tersebut diakibatkan oleh adanya angin yang melewati perairan Indonesia secara berkala. Melalui beberapa suhu yang tertera tersebut apabila terjadi kecelakaan kapal dapat mengakibatkan terjadinya korban jiwa, selain dikarenakan gelombang pasang yang tinggi faktor penurunan suhu dapat menyebabkan terjadinya hipotermia secara langsung.



Gambar 4. 2 Grafik SPL (Suhu Permukaan Laut) Malam Laut Selatan Jawa  
Sumber : Lumban-Gaol, Jonson. 2014

Dalam kurun waktu tahun 10 tahun dari tahun 2003 hingga 2013 laut selatan jawa memiliki suhu permukaan laut berkisar 24-26°C pada malam hari. Pada grafik diatas dapat diketahui selain memiliki gelombang pasang yang cukup tinggi suhu laut selatan jawa berkisar 24 derajat celcius seperti yang tertera di gambar 4.2, hal ini dapat membahayakan tubuh manusia yang terus menerus berada dilautan tersebut terutama apabila tidak memiliki alat keselamatan ketika terjadi kecelakaan kapal.



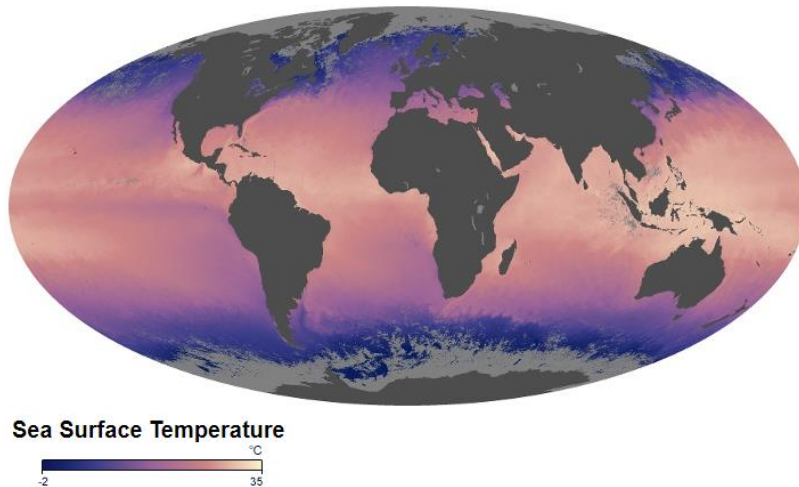


Gambar 4. 3 Distribusi SPL (Suhu Permukaan Laut) Malam Laut Selatan Jawa 2006

Sumber : Lumban-Gaol, Jonson. 2014

Pada gambar distribusi 4.3 diatas dapat dilihat bahwa pada perairan laut selatan jawa mengalami suhu terdinginnya pada kisaran bulan juli – oktober. Hal tersebut diakibatkan karena adanya fenomena oseanografi pada samudera hindia hingga mengakibatkan suhu yang rentan turun pada barat sumatera hingga perairan arafuru (Lumban-Gaol, Jonson. 2014). Apabila tubuh manusia berada pada kondisi tersebut dalam jangka waktu tertentu selain dikarenakan suhu air yang dapat mengakibatkan turunnya suhu tubuh, kecepatan angin dapat meningkatkan kecepatan dalam turunnya suhu tubuh manusia. Terutama apabila kondisi dalam keadaan basah, dalam hitungan jam kesadaran manusia dapat perlahan memudar akibat kedinginan (HT Stage 1).

#### 4.1.3 Pemetaan Suhu Laut Permukaan Dunia

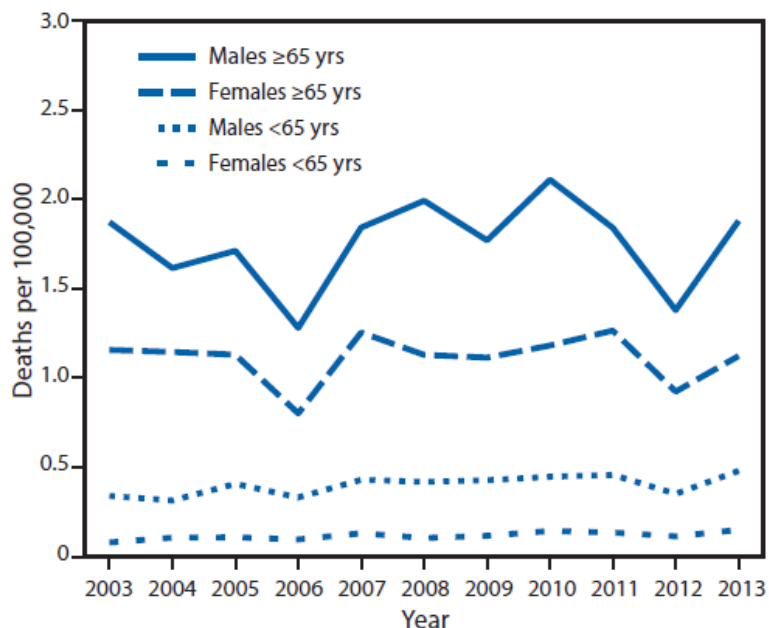


Gambar 4. 4 Peta Suhu Permukaan Laut Dunia November 2010  
 Sumber : <https://earthobservatory.nasa.gov/global-maps/MYD28M>

Pada pemetaan suhu permukaan air laut oleh citra satelit NASA pada gambar 4.4 dapat diperhatikan bahwa suhu diatas daerah sub-tropis mengalami suhu yang cukup dingin yakni berkisar dibawah 20°C. Dan pada daerah yang berada di iklim dingin, suhu permukaan air laut dapat mencapai -2°C. Hal ini apabila terjadi kecelakaan kapal yang berada didaerah sub-tropis keatas tanpa alat keselamatan dan dengan alat keselamatan pun dapat mengalami kehilangan kesadaran kurang dari 1 jam.

#### 4.1.4 Kasus Kematian Akibat Hipotermia.

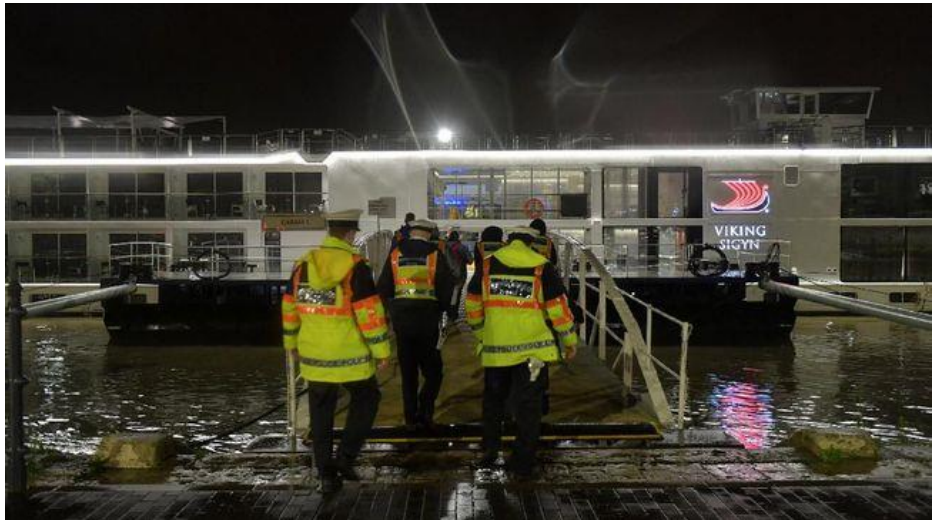
Hipotermia masih menjadi salah satu penyebab kematian yang mematikan bagi manusia. Dilansir dari berbagai sumber penurunan suhu yang signifikan menyebabkan ribuan manusia meninggal, baik itu didaratan maupun di lautan. Selain akibat dari suhu yang dingin, pakaian yang basah dan terus menerus terpapar angin dapat menyebabkan terkena hipotermia secara perlahan. Terutama pada negara negara dengan iklim dingin seperti Amerika Utara seperti grafik yang terlihat di gambar 4.5, dimana musim dingin dapat berakibat fatal pada manusia apabila kondisi tubuh sedang tidak sehat



dan basah terkena air.

Gambar 4. 5 Grafik kematian akibat hipotermia di Amerika Serikat  
 Sumber : Ministry of Health, Republic of Haiti 2014

Angka kematian akibat hipotermia ini akan semakin tinggi dengan bertambahnya usia tubuh manusia. Kemampuan daya tahan tubuh terhadap dingin akan semakin menurun seiring dengan



bertambahnya usia. Terutama orang dengan riwayat yang memiliki penyakit tertentu.

Gambar 4. 6 Kapal Tenggelam di budapest  
Sumber : CNN Indonesia

Pada tanggal 30 Mei 2019 lalu di Danube Budapest, terjadi insiden dimana tercatat 7 orang meninggal dan 21 orang menghilang. Kecelakaan kapal yang berakibat terbaliknya kapal mengakibatkan 36 penumpang masuk ke dalam perairan yang pada waktu itu suhunya mencapai 10°C. Korban selamat yang diperiksa oleh petugas mengalami hipotermia. Selain karena perairan dingin cuaca pada saat itu sedang hujan, sehingga penumpang yang tercebur ke perairan akan langsung mengalami hipotermia karena terjadi perubahan suhu ekstrim yang mendadak.

#### **4.2 Desain Eksperimen**

Desain eksperimen adalah suatu perencanaan penelitian (yang terdefinisi) agar diperoleh data yang diperlukan dalam pembahasan suatu penelitian. Terdapat beberapa metode dalam pelaksanaan sesuai yang dibutuhkan dalam penelitian tertentu. Desain eksperimen diperlukan agar variabel bebas dalam penelitian dibatasi agar penelitian dapat berjalan secara efisien dan terarah dengan baik.

Dalam penelitian ini diperlukan desain eksperimen yang bertujuan untuk mendapatkan variabel hasil penelitian yang diinginkan dan membatasi percobaan agar tidak mengalami kesalahan yang sama berulang kali. Penulis mencoba untuk menggunakan desain eksperimen sebagai berikut.

Tabel 4. 1 Desain Eksperimen 1 reaksi temperatur terhadap waktu

No.	Waktu (menit)	Berat CaO (gr)	Volume air (ml)	Temperatur (°C)
1	5	100		
2	10	100		
3	15	100		
4	20	100		
5	25	100		
6	30	100		
7	35	100		
8	40	100		

Pada penelitian ini penulis menggunakan rentang suhu 40°C-100°C yang bertujuan untuk mengamati reaksi dari batu kapur (CaCO<sub>3</sub>) dapat mencapai suhu tertingginya. Kemudian pada variabel berikutnya menggunakan satuan waktu (s), dimana batu kapur (CaCO<sub>3</sub>) bereaksi terhadap air hingga suhu tertingginya dalam waktu berapa detik. Sehingga penulis dapat mengestimasi dari hasil penelitian ini reaksi batu kapur (CaCO<sub>3</sub>) dapat tercapai dalam berapa lama.

Dalam tabel 4.1 penulis menggunakan variabel tetap berupa berat dari batu kapur (CaCO<sub>3</sub>) itu sendiri. Dimana hal ini menjadi kontrol dari penelitian ini. Penulis akan membatasi dari jumlah penggunaan massa dari batu kapur (CaCO<sub>3</sub>) agar tidak mempengaruhi dari daya apung *lifejacket* itu sendiri, dapat diketahui semakin banyak massa yang digunakan maka dapat membuat *lifejacket* semakin berat, hal ini dapat mempengaruhi *buoyancy* dari *lifejacket*.

Tabel 4. 2 Desain Eksperimen 2 Pengamatan terhadap isolator

Insulator :								
No.	Temperatur Estimasi (°C)	Berat total (gr)	Waktu Reaksi	Temperatur dalam	Temperatur Luar	Waktu ketahanan suhu	Suhu air (°C)	Suhu udara

				Insulator (°C)	Insulator (°C)			lingkungan (°C)
1	30°C							
2	40°C							
3	50°C							
4	60°C							
5	70°C							
6	80°C							
7	90°C							
8	100°C							

Pada desain eksperimen berikutnya adalah penulis menggunakan beberapa variasi variabel dalam percobaan batu gamping ( $\text{CaCO}_3$ ) yakni mulai dari berat, waktu reaksi, temperatur di dalam insulator, temperature di luar insulator, waktu bertahannya suhu, suhu air lingkungan, suhu udara lingkungan. Hal ini agar didapatkan data yang diinginkan terutama sampai pada batasan mana batu gamping dapat mempertahankan suhunya.

#### 4.2.1 Alur Percobaan

Pada penelitian ini penulis akan membuat beberapa percobaan dalam mengambil data guna digunakan dalam penelitian ini. Alur percobaan ini ditujukan agar dalam mengambil data lebih efisien dan lebih tertata.

1. Persiapan  
Sebelum percobaan / pengambilan data, perlengkapan dan bahan percobaan untuk penelitian disiapkan
2. Pengujian bahan percobaan  
Pada tahap ini bahan penelitian ( $\text{CaO}$ ) akan diuji coba dengan dicampurkan air agar dapat diketahui batas maksimal dari panas raksi batu kapur ( $\text{CaO}$ )
3. Penentuan Volume  
Volume air yang digunakan pada reaksi  $\text{CaO}$  harus sesuai dengan yang dibutuhkan baik secara wadah kapurnya / secara hasil panas dari reaksi yang terjadi.
4. Desain *Lifejacket*  
Sebelum perakitan dari *lifejacket* terlebih dahulu perancangan dari model *lifejacket* yang akan dibuat.
5. Penentuan Komponen

Hasil dari perancangan kemudian dibuat daftar kebutuhan komponen dari model *lifejacket*.

6. Perakitan Model *Lifejacket*  
Komponen yang telah dipersiapkan kemudian di rakit pada *lifejacket* sesuai dengan desain yang telah dibuat sebelumnya.
7. Percobaan Alat  
*Lifejacket* yang telah terakit sebelumnya kemudian dilakukan uji coba pada kondisi lapangan secara langsung.
8. Analisa percobaan  
Setelah didapatkan data dari yang diperlukan. Selanjutnya data tersebut dianalisa

### 4.3 Siklus kapur (*Limestone Cycle*)

#### 4.3.1 Kalsium Karbonat

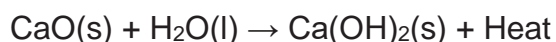
Kalsium karbonat( $\text{CaCO}_3$ ), kalsium oksida( $\text{CaO}$ ), dan kalsium hidroksida( $\text{Ca(OH)}$ ) merupakan unsur yang terbuat dari batu kapur (batu gamping/*limestone*), dan unsur tersebut memiliki aplikasi yang penting. Dan bagaimana siklus yang membuat unsur-unsur tersebut. Kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) banyak ditemukan di alam, yakni di batu gamping. Ketika batu gamping terkena suhu yang sangat panas (*furnace*) kandungan kalsium karbonat menyerap panas sehingga terjadi reaksi endoterm sehingga terurai menjadi kalsiumoksida



Kalsium oksida yang dapat juga disebut sebagai batu kapur aktif/batu tohor merupakan kunci bahan pembuatan semen dan juga digunakan sebagai plaster.

#### 4.3.2 Kalsium Oksida

Kalsium Oksida ( $\text{CaO}$ ) bereaksi dengan beberapa tetes air sehingga membentuk kalsium hidroksida ( $\text{Ca(OH)}_2$ ). Dimana hal tersebut adalah alkali, hal ini merupakan bagian dari reaksi eksoterm. Bereaksi dengan air sehingga menjadi panas (uap). Unsur solid dari kalsium oksida berubah menjadi serbuk ketika air ditambahkan

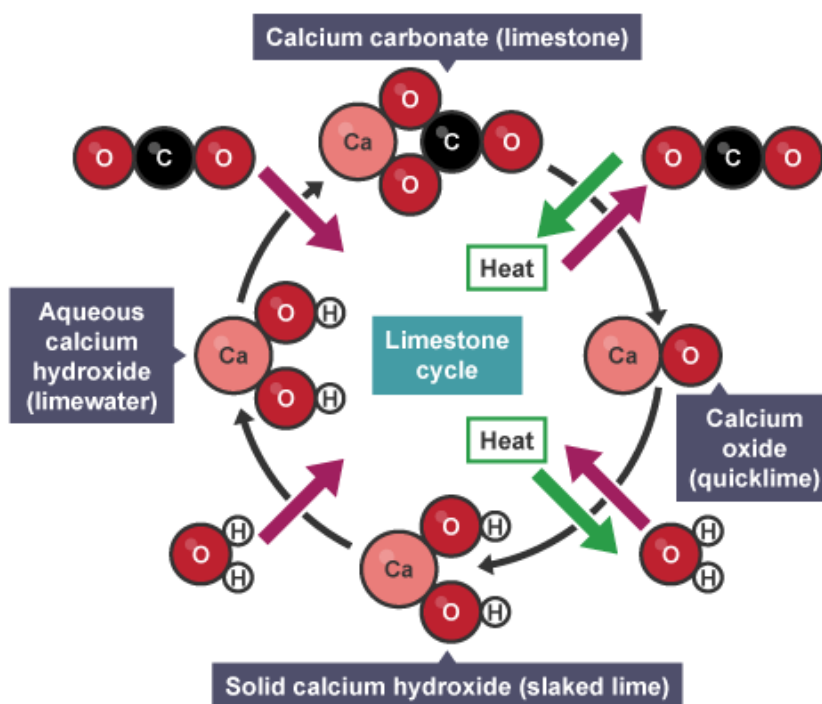
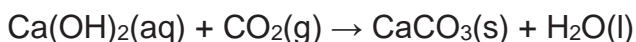




### 4.3.3 Kalsium Hidroksida

Kalsium hidroksida juga dapat diketahui sebagai kapur padam (*slaked lime*) yang dapat dipakai untuk menetralkan kelebihan asam. Misalnya saja ketika berada di danau dan tanah yang terkena hujan asam.

Kalsium hidroksida dapat larut ke air untuk menjadi larutan kalsium hidroksida (*limewater*). Dimana unsur ini digunakan untuk tes karbon dioksida. Karbon dioksida bereaksi dengan kalsium hidroksida menuju bentuk kalsium karbonat putih, dimana tidak larut dan menjadi *limewater* yang berwarna seperti putih susu.







Gambar 4. 7 Siklus Limstone  
Sumber ([www.bbc.co.uk](http://www.bbc.co.uk))

### 4.4 Peralatan Percobaan

Untuk mendapatkan data panas dari reaksi CaO yang digunakan beberapa perlatan untuk menunjang dari penelitian ini.

Tabel 4. 3 Peralatan Percobaan

No	Nama peralatan	Gambar
1	Thermometer gun	
2	Thermoteter bahan	
3	Timbangan bahan	
4.	Gelas ukur	

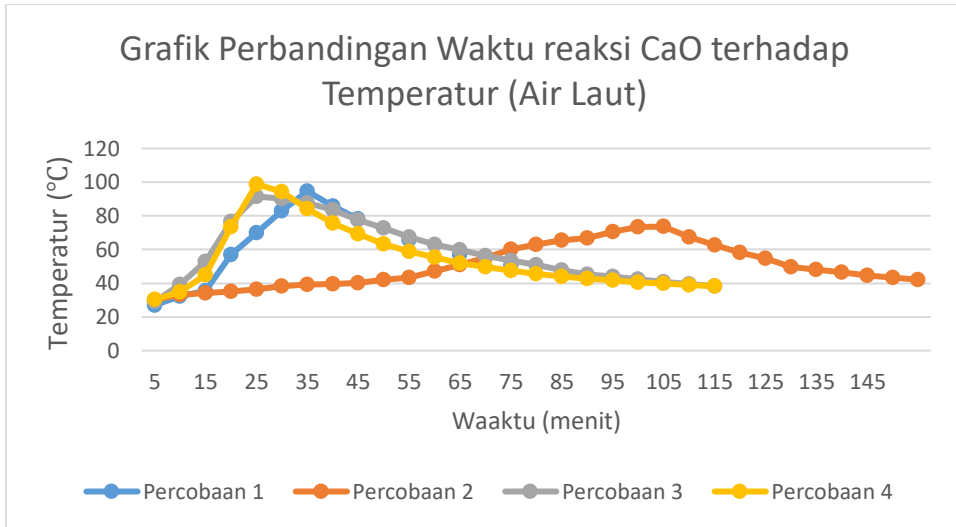
## 4.5 Hasil Percobaan

Berikut adalah hasil percobaan yang penulis lakukan untuk mengambil data dari specimen CaO yang ada.

Tabel 4. 4 Hasil reaksi CaO terhadap waktu dan temperatur

No	Waktu reaksi (menit)	Suhu air °C				Air laut
		Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	
	suhu awal	27	30	29	30,2	
1	5	32,1	33,1	39,3	34,7	
2	10	35,4	34,2	52,9	45	
3	15	57,1	35,1	76,5	73,4	
4	20	70	36,5	91,5	98,8	
5	25	82,8	38,2	90,1	94,3	
6	30	94,6	39,1	87,8	84,2	
7	35	85,8	39,4	83,5	75,6	
8	40	78,3	40,3	77,6	69,2	
9	45		42,1	72,7	63,2	
10	50	65,9	43,3	67,5	58,9	
11	55		47,1	62,9	55,3	
12	60	56,8	50,9	59,7	52	
13	65		55,2	56,2	49,7	
14	70	50,3	60	53,6	47,3	
15	75		63	50,8	45,7	
16	80	45,8	65,6	47,8	44,1	
17	85		66,7	45,1	42,6	
18	90	42,2	70,6	43,9	41,7	
19	95		73,3	42,3	40,5	
20	100		73,6	40,9	39,8	
21	105		67,5	39,6	39	
22	110		62,8	38,4	38,3	
23	115		58,1			
24	120		54,6			
25	125		49,6			
26	130		48,1			
27	135		46,5			
28	140		44,6			
29	145		43,4			
30	150		42,1			

Dengan menggunakan air laut beberapa percobaan mengalami reaksi CaO terhadap air dengan sangat cepat, dan sangat lambat. Hal tersebut dipengaruhi oleh besaran luasan dari specimen. Dengan semakin kecil luasan permukaan CaO maka reaksi dari CaO terhadap air menjadi cepat seperti ditunjukkan pada percobaan 1, percobaan 3, percobaan 4 pada tabel 4.4. Kemudian hal yang berbalik terjadi pada percobaan 2 dimana batu CaO yang sangat besar mengalami reaksi yang lambat dan peak point dari percobaan 2 lebih rendah dari peak point percobaan lain.



Gambar 4. 8 Grafik Hubungan reaksi CaO terhadap waktu dan temperatur.

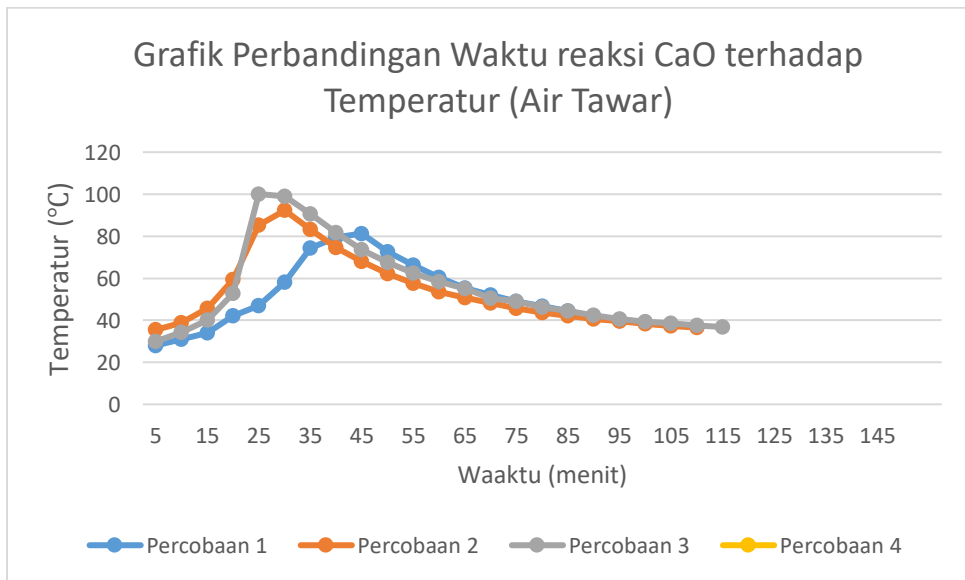
No	Waktu reaksi (menit)	Suhu air °C				Air Tawar
		Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	
	suhu awal	28	30	30		
1	5	31	35,4	34,2		
2	10	33,9	38,8	40,2		
3	15	42	45,7	52,9		
4	20	47	59,5	100,1		
5	25	58	85,2	99,1		
6	30	74,3	92,3	90,6		
7	35	79,5	83,2	81,8		
8	40	81,3	74,5	73,7		
9	45	72,5	68	67,5		
10	50	66,3	62,3	62,5		
11	55	60,5	57,5	58,4		
12	60	55,3	53,6	55,1		
13	65	52,1	50,8	50,4		
14	70	48,9	48,1	49,1		
15	75	46,6	45,7	46,3		
16	80	44,3	43,6	44,3		
17	85	41,8	42	42,4		
18	90	39,9	40,6	40,6		
19	95		39,5	39,3		
20	100		38,4	38,5		
21	105		37,3	37,6		
22	110		36,6	36,8		
23	115					
24	120					
25	125					
26	130					
27	135					
28	140					
29	145					
30	150					

Tabel 4. 5 Tabel Hasil percobaan CaO dengan air tawar

Pada Grafik 4.8 diatas menunjukkan dan menjelaskan dari tabel hasil percobaan 4.3 dimana peak point dalam reaksi dari percobaan rata rata berada di sekitar suhu 95-96°C. Hal ini sesuai dengan tujuan dari percobaan ini dimana minimal mencapai 40°C. Percobaan ini juga menunjukkan bahwa CaO dapat digunakan di perairan, dikarenakan dapat bereaksi dengan air laut.

Berbeda dengan percobaan dengan air laut. Dimana percobaan dengan air tawar cenderung stabil dan sama pada beberapa percobaan. Pada percobaan dengan menggunakan air laut cenderung bereaksi lebih cepat tetapi juga cenderung panas yang ada lebih cepat hilang.

Hal ini dapat disimpulkan bahwasannya bahan CaO ini dapat bereaksi dengan air tawar. Tidak menutup kemungkinan pada perairan air tawar terjadi kecelakaan yang menimbulkan korban jiwa dikarenakan mengalami hipotermia. Karena itu penulis ingin membuktikan melalui percobaan dengan air laut dan percobaan 1, percobaan 2, dan percobaan 3 dapat bereaksi dengan baik seperti yang terlihat di tabel 4.5.



Gambar 4. 9 Grafik Perbandingan waktu reaksi CaO terhadap temperatur menggunakan air tawar

Pada 4.9 grafik diatas menjelaskan dan menggambarkan bagaimana reaksi CaO terhadap air tawar. Pada percobaan 1, percobaan 2 , dan percobaan

3 mengalami suhu reaksi yang hampir sama. Dimana hal ini menunjukkan tren yang bagus terhadap reaksi CaO dengan air tawar.

Berikutnya adalah percobaan sesuai dengan volume yang dibutuhkan. Volume air yang dibutuhkan adalah sesuai dengan WWZ (Water Warm Zak) diman volumenya adalah 1750 ml atau 1,750 Liter. WWZ yang nantinya selain digunakan sebagai wadah penampung kapur (CaO) juga difungsikan sebagai insulator panas.

Percobaan dilakukan sebanyak dua kali dengan asumsi data yang diambil telah sesuai dengan perancangan dari percobaan ini. Dimana CaO (kapur aktif) bereaksi hingga mencapai diatas 50°C. Dengan kebutuhan panas yang didesain adalah suhu berkisar 40-50°C, dan reaksi dengan air laut dan tawar. Dengan hasil yang berbeda tipis pada percobaan ini dikarenakan suhu ruangan yang dilakukan sama dan pada waktu siang hari sehingga data hasil tidak mengalami perbedaan yang terlalu signifikan.

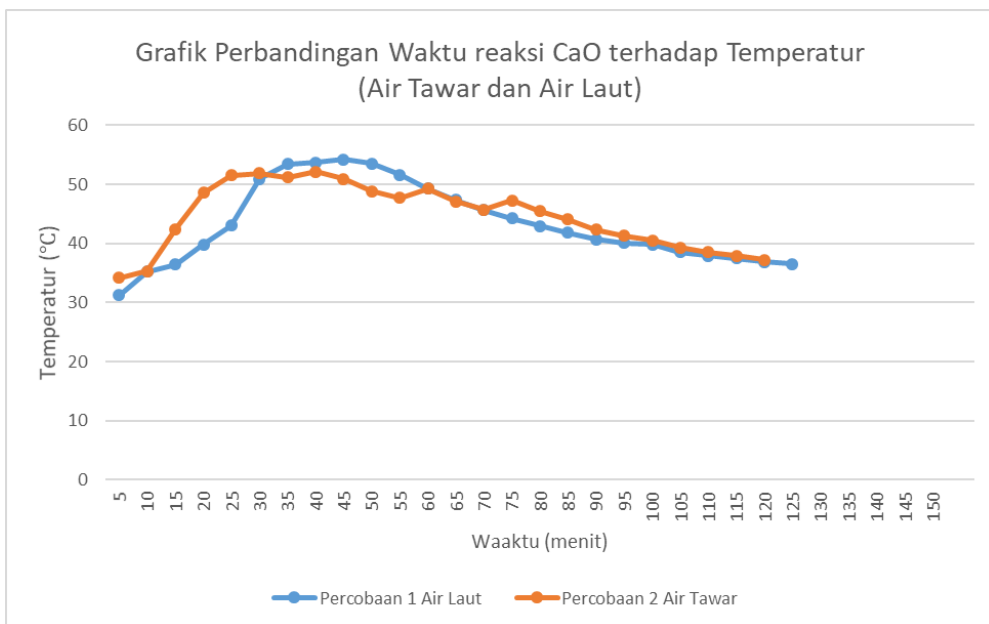
Tabel 4. 6 Hasil reaksi CaO terhadap waktu dan temperatur

No	Waktu reaksi (menit)	Suhu air °C			
		Percobaan 1 Air Laut	Percobaan 2 Air Tawar	percobaan	percobaan
	suhu awal	31,2	30,5		
1	5	35,2	34,2		
2	10	36,4	35,3		
3	15	39,8	42,4		
4	20	43	48,6		
5	25	50,9	51,5		
6	30	53,4	51,9		
7	35	53,7	51,2		
8	40	54,2	52,1		
9	45	53,5	50,9		
10	50	51,6	48,8		
11	55	49,3	47,7		
12	60	47,4	49,3		
13	65	45,6	47,1		
14	70	44,2	45,7		
15	75	42,9	47,3		
16	80	41,8	45,5		
17	85	40,7	44,1		
18	90	40,1	42,3		
19	95	39,8	41,3		
20	100	38,5	40,5		
21	105	37,9	39,3		
22	110	37,5	38,5		
23	115	36,9	37,9		
24	120	36,5	37,2		
25	125				
26	130				
27	135				
28	140				
29	145				
30	150				

Air Laut & Air Tawar

Hasil dari tabel 4.6 diatas menunjukkan pengujian dari bahan percobaan ini dengan variabel air yang sesuai dengan volume yang dibutuhkan, yakni 1750 ml atau 1,750 L. Pada data hasil percobaan dengan air tawar cenderung fluktuatif dikarenakan pembacaan yang tidak maksimal. Sedangkan pada percobaan dengan menggunakan air laut menghasilkan data yang lebih stabil. Dimana hal ini dikarenakan batu kapur (CaO) bereaksi secara maksimal dan merata dibandingkan dengan air tawar.

Namun perbedaan hasil data ini tidak terlalu signifikan sehingga penulis dapat menyimpulkan reaksi yang sama pada keduanya baik dari reaksi terhadap air laut, maupun reaksi terhadap air tawar.



Gambar 4. 10 Grafik Perbandingan waktu reaksi CaO terhadap temperatur menggunakan air tawar (Volume WWZ)

Grafik 4.10 diatas menjelaskan hasil data percobaan mengenai reaksi CaO terhadap air tawar dan laut dimana *peak point* dari kedua reaksinya berada pada kisaran 50°C. Dan dari keduanya mampu bertahan pada kisaran suhu 35-40 °C dalam waktu 2 jam. Pada percobaan dengan menggunakan air tawar terjadi fluktuatif dari temperatur reaksinya, hal ini diakibatkan dari batu kapur (CaO) yang digunakan masih berupa batuan yang besar. Sehingga menyebabkan reaksi eksoterm yang terjadi dari CaO dengan air (H<sub>2</sub>O) menjadi

sedikit terhambat. Sedangkan pada reaksi air laut grafik yang ditampilkan cenderung lebih stabil, hal ini diakibatkan dari batu kapur (CaO) yang digunakan berupa batuan kecil (kerikil) sehingga reaksi yang terjadi lebih cepat. Dengan semakin kecil luasan dari kapurnya maka reaksi yang terjadi semakin cepat, berlaku jika berbentuk pasir maka reaksi yang terjadi bisa terjadi dibawah 10 menit. Namun semakin cepat reaksi dari CaO dengan airnya maka ketahanan dalam mempertahankan suhu reaksinya juga akan semakin cepat. Maka dari itu pada penelitian ini CaO yang digunakan adalah berupa kerikil (batuan kecil).

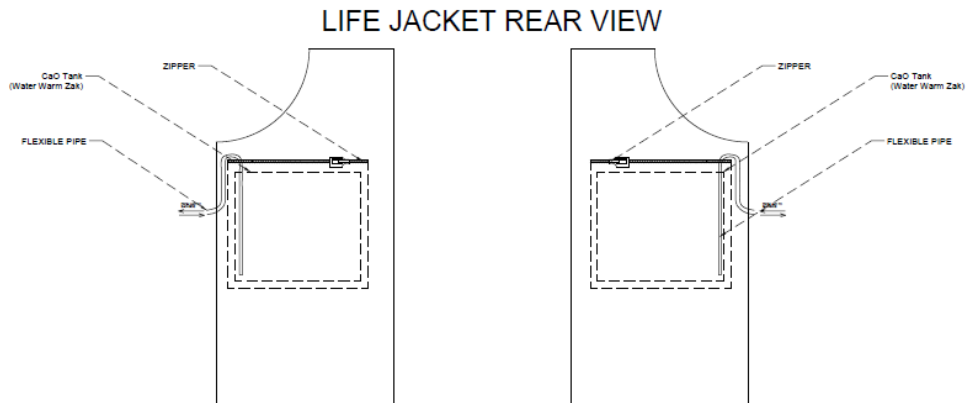
Setelah didapatkan hasil dari pengujian dari bahan penelitian, berikutnya adalah desain dari *LifeJacket* yang akan dimodifikasi. Pada penelitian ini *lifejacket* yang digunakan adalah model *vest* dengan bahan dasar dari sterofom atau polystyrene. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.11.



Gambar 4. 11 Lifejacket percobaan  
Sumber : Dokumentasi Pribadi

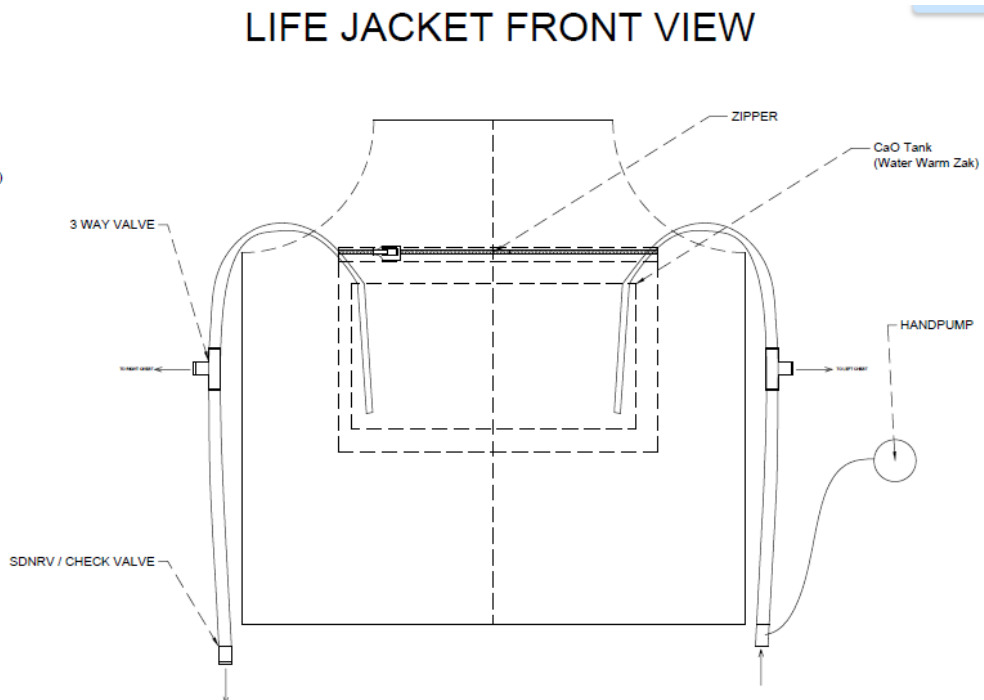
Yang akan dimodifikasi dari *lifejacket* tersebut adalah bagian dalam atau sisi bagian dada, dimana akan diberi kantung sesuai dengan volume dari WWZ (*Water Warm Zak*) pada kedua sisinya. Hal ini dimaksudkan agar fungsi dari reaksi yang akan digunakan adalah untuk menghangatkan bagian dari organ vital yakni jantung dan paru paru.





Gambar 4. 12 Desain modifikasi lifejacket Pandangan dari belakang

Pada bagian depan diberi dua kantong tempat WWZ (*Water Warm Zak*) dan diberi *zipper* (resleting) dengan tujuan agar fungsi dari tempat penampungnya lebih instan dalam pengantiannya.



Gambar 4. 13 Desain modifikasi lifejacket Pandangan dari depan

Sedangkan pada bagian belakang akan diberi satu kantong untuk satu WWZ (*Water Warm Zak*) dan diberi *zipper* (resleting), dengan tujuan agar

terdapat bagian yang menghangatkan bagian punggung. Sistem aliran dari *lifejacket* yang dimodifikasi ini sangat sederhana. Yakni dengan menggunakan *handpump* yang akan mengambil air dari bagian bawah *lifejacket*, kemudian pompa tangan tersebut akan mendorong air untuk mengisi ketiga bagian dari kantong yang didalamnya terdapat WWZ (*Water Warm Zak*) yang telah berisikan kapur CaO. Sehingga reaksi dari  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$  dapat terjadi. Hasil dari desain ini kemudian akan direalisasikan sesuai dari perencanaan, kemudian akan diuji pada waktu pengisian dan waktu reaksi dari CaO dengan air di dalam WWZ (*Water Warm Zak*).

Beberapa komponen dari modifikasi *Lifejacket* adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 7 Komponen yang dibutuhkan modifikasi

No.	Nama Komponen	jumlah
1.	<i>Lifejacket</i>	1 buah
2.	<i>Handpump</i>	1 buah
3.	<i>Flexible pipe</i>	1 meter
4.	<i>3 way valve</i>	3 buah
5.	<i>Water wam zak</i>	3 buah
6.	<i>Check Valve</i>	1 buah

Setelah didapatkan semua komponen yang dibutuhkan dalam penelitian modifikasi *lifejacket*. Berikutnya adalah perakitan alat dan komponen yang ada. Yang paling pertama dalam perakitan adalah pembuatan



Gambar 4. 14 *Lifejacket* yang telah diberi kantong

kantong untuk WWZ (*Water Warm Zak*) yang berjumlah 3 buah, yakni 2 di depan dan satu di belakang.

Pada pembuatan kantong digunakan kain yang serupa dengan bahan dari *lifejacket* yaitu kain parasut. Dengan tujuan agar sesuai dengan bahan dari kain *lifejacket* itu sendiri. Sedangkan ukuran dari kantongnya menyesuaikan dari dimensi WWZ (*Water Warm Zak*) itu sendiri.

Setelah itu rangkaian dari *flexible pipe* (selang) disambungkan ke masing masing kantong, untuk peletakan dari *handpump* berada disebelah kanan. Dengan tujuan agar mempermudah pengoperasiannya, dan *check valve* berada di sisi kiri. Dengan tujuan apabila terjadi tekanan yang berlebih *check valve* akan mengeluarkan fluida yang ada di dalam WWZ (*Water Warm Zak*), baik itu air hasil reaksi maupun gas hasil penguapan reaksi.

Pada tahap berikutnya adalah pengujian pengisian air ke dalam WWZ (*Water Warm Zak*). Dimana pada percobaan ini WWZ sudah berada di dalam kantong *lifejacket*. Hal ini agar dapat mengetahui waktu pengisian air kedalam WWZ melalui *handpump*.

Tabel 4. 8 Percobaan pengisian air ke dalam WWZ (*Water Warm Zak*)

Percobaan 1								
No.	Kantong Water Warm Zak			Waktu	Volume 1	Volume 2	Volume 3	Total Volume
	WWZ1	WWZ2	WWZ3					
1	50%	50%	20%	3	875	875	350	2100
2	60%	100%	30%	5,5	1050	1750	525	3325
3	75%	100%	40%	6,5	1312,5	1750	700	3762,5
4	100%	100%	50%	8	1750	1750	875	4375

Percobaan 2								
No.	Kantong Water Warm Zak			Waktu	Volume 1	Volume 2	Volume 3	Total Volume
	WWZ1	WWZ2	WWZ3					
1	50%	50%	20%	2,5	875	875	350	2100
2	60%	60%	30%	5	1050	1050	525	2625
3	75%	80%	40%	6,5	1312,5	1400	700	3412,5
4	100%	100%	50%	7,25	1750	1750	875	4375

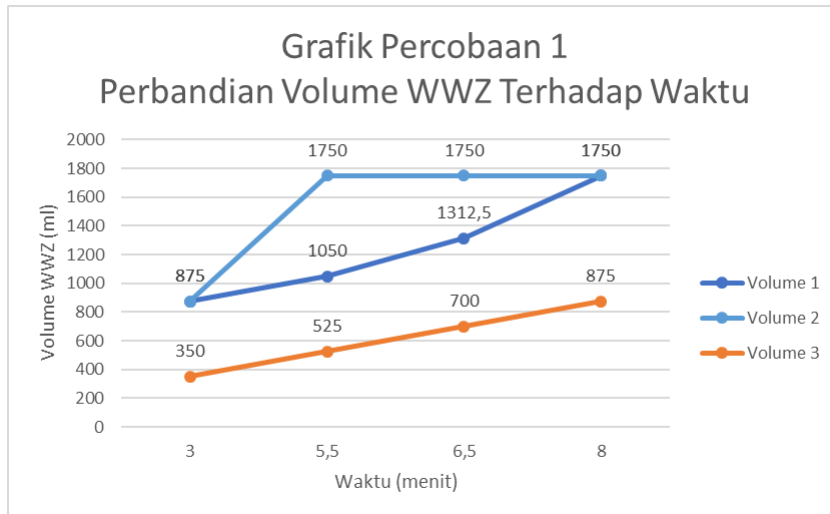
  

Percobaan 3								
No.	Kantong Water Warm Zak			Waktu	Volume 1	Volume 2	Volume 3	Total Volume
	WWZ1	WWZ2	WWZ3					
1	50%	50%	20%	3	875	875	350	2100
2	65%	75%	30%	5	1137,5	1312,5	525	2975
3	80%	100%	40%	7	1400	1750	700	3850
4	100%	100%	50%	8,4	1750	1750	875	4375

Waktu yang digunakan dalam percobaan ini adalah dalam satuan menit, dimana rata rata dari percobaan ini paling tidak untuk mengisi kantong WWZ dibutuhkan sekitar 8 menit. Volume dari masing masing WWZ adalah

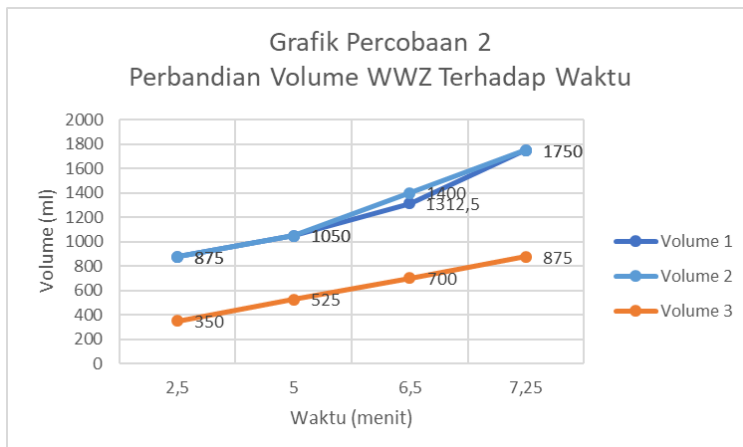
1750 ml atau 1,750 Liter. Untuk WWZ 1 berada di dada sebelah kiri, sedangkan untuk WWZ 2 berada di dada sebelah kanan, dan untuk WWZ 3 berada di bagian punggung.

Pada WWZ yang berada di bagian punggung tidak dapat terisi penuh selama 3 kali percobaan. Dan hanya mampu terisi sebesar 50% dari volume totalnya. Sehingga volume total yang digunakan dalam modifikasi *lifejacket* ini adalah 4375 ml atau 4,375 Liter.



Gambar 4. 15 Grafik Perbandingan Pengisian Volume WWZ terhadap Waktu

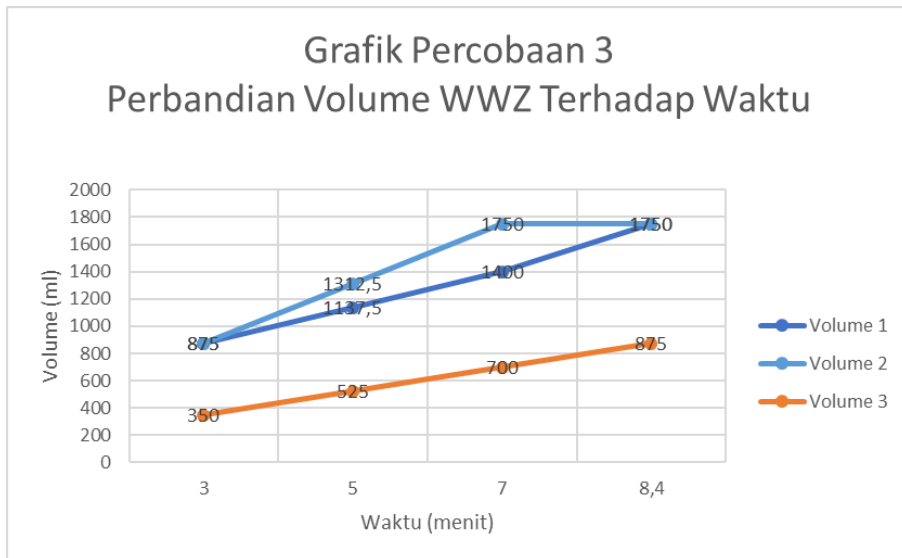
Sesuai dengan gambar 4.15. Pada percobaan pertama kantong WWZ 1 dan 2 terisi bersamaan yakni 875 ml pada menit ketiga. Sedangkan pada saat menit ke 5 kantong WWZ 2 terisi terlebih dahulu dengan total 1750 ml, sedangkan pada kantong WWZ 1



Gambar 4. 16 Grafik Perbandingan Pengisian Volume WWZ terhadap Waktu

hanya terisi 60 % dari volume, hal ini diakibatkan letak *handpump* yang berada di sebelah kanan mengisi kantong bagian kanan terlebih dahulu. Kemudian WWZ 1 terisi penuh pada menit ke 8. Sedangkan WWZ 3 yang terletak di punggung hanya dapat terisi 50% dari total volume WWZ yang ada, hal ini dikarenakan posisi dari WWZ 3 yang horizontal sehingga tekanan yang diberikan handpump langsung keluar.

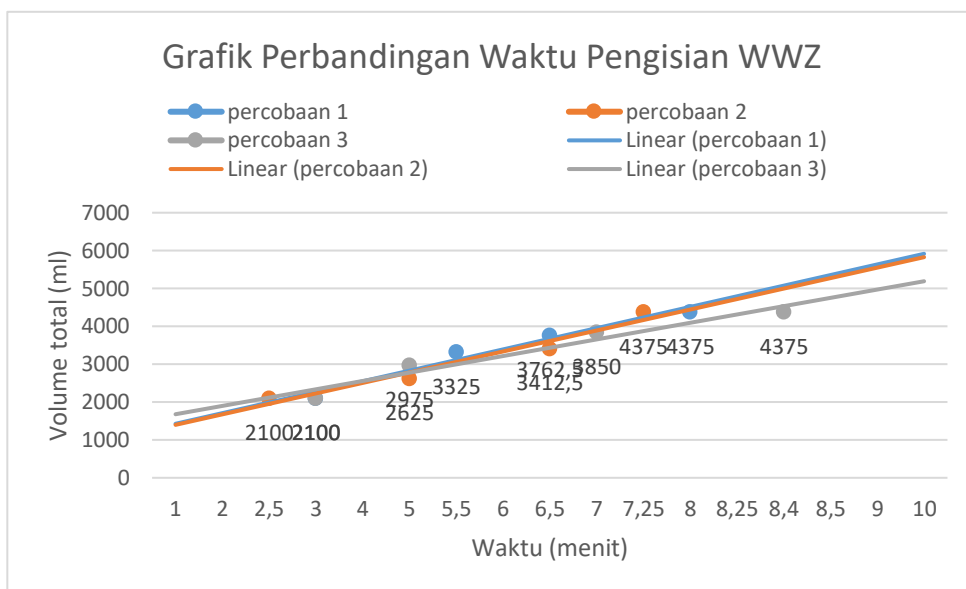
Pada percobaan kedua kantong WWZ 1 dan 2 terisi bersamaan yakni 875 ml pada menit 2,5. Kemudian Keduanya saling terisi secara signifikan hingga terisi penuh pada menit ke 7,25. Sedangkan WWZ 3 yang terletak di punggung hanya dapat terisi 50% dari total volume WWZ yang ada, hal ini dikarenakan posisi dari WWZ 3 yang horizontal sehingga tekanan yang diberikan handpump langsung keluar.



Gambar 4. 17 Grafik Perbandingan Pengisian Volume WWZ terhadap Waktu

Seperti yang tertera pada gambar 4.17. Pada percobaan pertama kantong WWZ 1 dan 2 terisi bersamaan yakni 875 ml pada menit ketiga. Sedangkan pada saat menit ke 5 kantong WWZ 2 terisi terlebih dahulu dengan total 1312 ml, sedangkan pada kantong WWZ 1 hanya terisi 1137 ml, hal ini diakibatkan letak *handpump* yang berada di sebelah kanan mengisi kantong bagian kanan terlebih dahulu. Kemudian WWZ 2 terisi penuh pada menit ke 7 disusul WWZ 1 pada menit ke 8,4. Sedangkan WWZ 3 yang terletak di punggung hanya dapat terisi 50% dari total volume WWZ yang ada, hal ini

dikarenakan posisi dari WWZ 3 yang horizontal sehingga tekanan yang diberikan handpump langsung keluar.



Gambar 4. 18 Grafik Perbandingan Pengisian Volume WWZ terhadap Waktu (semua percobaan)

Dengan akumulasi dari total volume yang ada rata rata dari WWZ terlihat pada gambar 4.18 terisi penuh pada menit ke 8. Dengan total volume yakni 4375 ml atau 4,375 Liter. Rincian pengisiannya adalah WWZ 2 (sebelah kanan) cenderung terisi penuh terlebih dahulu kemudian disusul WWZ 1 (sebelah kiri) terisi penuh, masing masing 1,750 ml atau 1,75 Liter. Sedangkan untuk WWZ 3 terisi penuh 50% dari volumenya yakni sebesar 875 ml.

Percobaan pengisian WWZ ini ditujukan untuk mengetahui waktu pengisian penuh pada seluruh kantong WWZ yang ada di *lifejacket*. Sehingga dapat diperkirakan pada menit ke berapa reaksi dari CaO yang berada didalam WWZ bekerja secara maksimal, sampai menuju ke waktu terlamanya. Hal ini dikarenakan kapur CaO sendiri dapat langsung bereaksi ketika terkena air. Karena itu bila waktu pengisian dari WWZ terpaut lama maka reaksi eksoterm dari CaO tidak dapat tercapai secara maksimal, karena CaO yang sudah beraksi terus ditambahkan air dari luar sedangkan energi panas yang terjadi terus keluar. Pada percobaan ini waktu pengisian dari WWZ dengan menggunakan *handpump* sudah sesuai ekspektasi yakni kurang dari 10 menit. Sehingga CaO dapat maksimal bereaksi dengan air didalam WWZ.

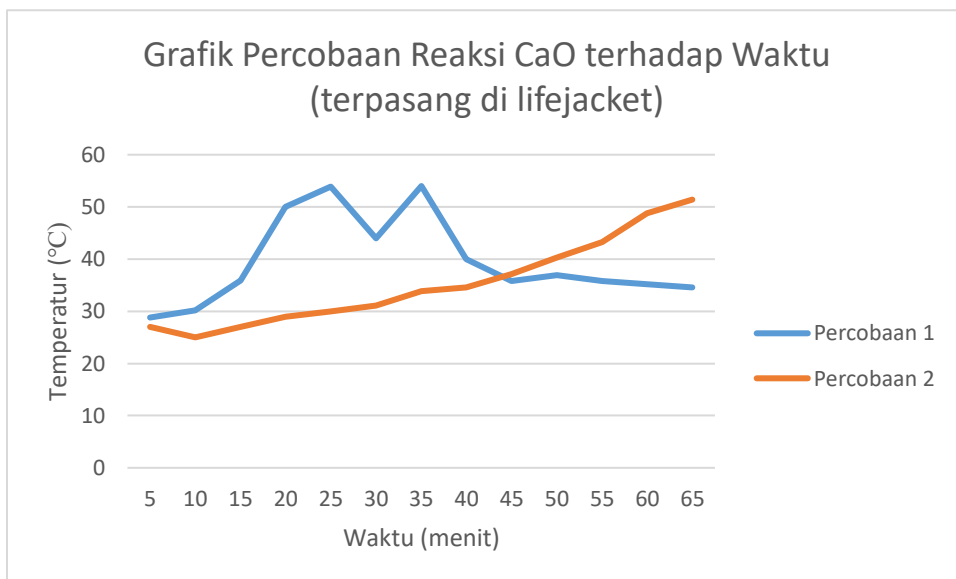
Tabel 4. 9 Percobaan Reaksi CaO didalam WWZ (Water Warm Zak)

No	Waktu reaksi (menit)	Suhu air °C	
		Percobaan 1	Percobaan 2
	suhu awal	28,8	27
1	5	30,2	25
2	10	35,9	27
3	15	50	29
4	20	53,9	30
5	25	44	31,1
6	30	54	33,9
7	35	40	34,6
8	40	35,8	37,1
9	45	36,9	40,3
10	50	35,8	43,3
11	55	35,2	48,8
12	60	34,6	51,4
13	65		
14	70		
15	75		
16	80		
17	85		
18	90		
19	95		
20	100		
21	105		
22	110		
23	115		
24	120		
25	125		
26	130		
27	135		
28	140		
29	145		
30	150		

Air Tawar (kolom renang)

Pada tahap berikutnya adalah pengujian akhir reaksi dari CaO terhadap air dimana WWZ sudah terpasang di *lifejacket*. Hasil pengambilan data pada percobaan ini dapat dilihat pada tabel diatas. Dimana terdapat perbedaan pada percobaan 1 dan 2, hal ini diakibatkan pembacaan *thermogun* sedikit sulit mengingat *thermogun* bukan peralatan *Water resist* atau tahan air. Sehingga terdapat beberapa kesalahan dalam pembacaan temperatur aktual yang ada di

dalam WWZ maupun diluar kantong. Namun hasil yang didapat sudah sesuai dengan ekspekstasi dari penelitian ini, dimana paling tidak dibutuhkan suhu 40-50 derajat celcius untuk mendapatkan hasil yang optimal. Hal tersebut terlihat pada data yang ditunjukkan tabel 4.9.



Gambar 4. 19 Grafik Percobaan Reaksi CaO terhadap Waktu (terpasang di lifejacket)

Dari grafik yang dapat dilihat pada gambar 4.19 bahwa masing masing dari percobaan 1 dan 2 memiliki *peak point* sekitar 50°C. Percobaan satu mengalami fluktuatif dikarenakan kesulitan membaca suhu pada WWZ yang tercelup air. Sedangkan pada percobaan kedua grafik dapat terlihat naik secara perlahan sesuai dengan ekspektasi dari percobaan ini. Pada percobaan 1 dan 2 temperatur yang didapat adalah hasil kumulatif dari ketiga WWZ yang ada. Terdapat beberapa kesamaan dari masing masing WWZ ketika diambil data reaksi pada percobaan ini. Misal pada percobaan 2 menit ke-45 dimana dari ketiga WWZ menunjukkan rata rata temperatur 43°C. Dan hal tersebut berlaku pada semua menit yang ada, sehingga muncul data diatas.

Pada percobaan ini komposisi dari reaksinya adalah, masing masing dari WWZ menampung CaO seberat 100 gr. Dan total volume dari ketiganya adalah 4375 ml. Dimana WWZ 1 dan 2 dengan volume penuh 1750 ml sedangkan pada WWZ 3 hanya menampung 50% dari volume totalnya pada 875 ml.



## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Pada penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Penggunaan CaO (Kapur Aktif) dapat digunakan sebagai sumber thermal pada *lifejacket*
2. Komposisi CaO (Kapur Aktif) adalah 100 gr dalam tiap kantong WWZ (*Water Warm Zak*) yang akan bereaksi ketika terkena air pada saat terjadi keadaan darurat.
3. Volume total yang dibutuhkan adalah 4375 ml atau 4,375 Liter, dengan rincian :
  - a. WWZ 1 (berada di dada kiri) = 1750 ml / 1,750 L
  - b. WWZ 2 (berada di dada kanan) = 1750 ml / 1,750 L
  - c. WWZ 3 (berada di punggung) =  $\frac{875 \text{ ml}}{\text{Total Volume}} + 4375 \text{ ml}$
4. Desain dari *Lifejacket* yang telah dimodifikasi terlampir.
5. Temperatur yang didapatkan rata rata 50°C setelah bereaksi diatas 15 menit
6. Temperatur dapat bertahan lebih dari 60 menit

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian dan percobaan penulis dapat menyarankan :

1. Pengembangan dari wadah CaO dapat dikembangkan dengan wadah lain yang sesuai dengan bentuk *lifejacket*
2. *Handpump* dapat digantikan dengan yang otomatis sehingga lebih mudah
3. Perlu dikembangkan untuk model tipe *inflatable*
4. Penelitian kedepan dapat mempertimbangkan perpindahan panas sesuai dengan lingkungan sehingga didapatkan jumlah CaO yang lebih akurat

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## DAFTAR PUSTAKA

- C.V. MacDonald, C.J. Brooks, J.W. Kozey, A. Habib. 2010. “*AN ERGONOMIC EVALUATION OF INFANT LIFE JACKETS: DONNING TIME & DONNING ACCURACY*” Dalhousie University
- Conor V. MacDonald, Crishtoper J. Brooks, John W. Kozey. “*INFANT LIFE JACKET DONNING TRIALS USING CHILDREN AND THEIR PARENTS: COMPARISON TO THE CANADIAN STANDARD*”. Dalhousie University
- C.J. Brooks. 2001 “*SURVIVAL IN COLD WATER A REPORT PREPARED FOR TRANSPORT CANADA*”. Dalhousie University
- D.H. Robertson, M.E. Simpson. “*REVIEW OF PROBABLE SURVIVAL TIMES FOR IMMERSION IN THE NORTH SEA*”. Culham, Abingdon Oxfordshire.
- Ivo Babuška, Renato S. Silva, Jonas Actor. “*BREAK-OFF MODEL FOR CaCO<sub>3</sub> FOULING IN HEAT EXCHANGERS*”. Rice University
- Kang Sub Song, Junyub lim, Sungho Yun, Dongwoo Kim, Yongchan Kim. “*COMPOSITE FOULING CHARACTERISTICS OF CaCO<sub>3</sub> AND CaSO<sub>4</sub> IN PLATE HEAT EXCHANGERS AT VARIOUS OPERATING AND GEOMETRIC CONDITIONS*”. Korea University
- Kristen Pointer, Gemma S. Miligan, Kristy L. Garrant, Steve P. Clark, Michael J. Tripton. “*A 10-YEAR DESCRIPTIVE ANALYSIS OF UK MARITIME AND COASTGUARD ON LIFEJACKET USE AND DROWNING PREVENTION*”. University of Portsmouth
- Nickie Butt, David Jhonson, Kate Pike, Nicola Pryce Robert, Natalie Vigar. “*15 YEARS OF SHIPPING ACCIDENTS: A REVIEW FOR WWF*”. Southampton Solent University.
- Golden, Frank St C. “*RECOGNITION AND TREATMENT OF HYPOTHERMIA*” Royal Naval Air Medical School, Seafield Park, Hillhead, Fareham, Hampshire.



- Internastional Maritime Organization (IMO). 2017. “ *LIFE SAVING APPLIANCE (LSA) CODE*”. 02 Lifebuoy and Lifejacket. United Kingdom.
- Internastional Maritime Organization (IMO). 2017. “ *LIFE SAVING APPLIANCE (LSA) CODE*”. 03 . Immersion suits, Anti-exposure suits and Thermal protective aids. United Kingdom.
- Maritime New Zealand. 2018. “ *ACCIDENT, INCIDENT, AND MISHAP NOTIFICATION*”. New Zealand.
- Meiman. Jon, Anderson. Henry, Tomasallo. Carrie PhD. 2014. “ *HYPOTHERMIA-RELATED DEATH*”. Centers of Disease Control and Prevention. Ministry of Health, republic of Haiti. United States of America.
- Lumban-Gaol. Jonson. 2014 “ *PEMETAAN SUHU PERMUKAAN LAUT DARI SATELIT DI PERAIRAN INDONESIA UNTUK MENDUKUNG ONE MAP POLICY*”. Bogor Agricultural University. Indonesia
- Douglas J.A. Brown, Hermann Brugerr, Jeff Boyd, Peter Paal. 2013. “ *ACCIDENTAL HYPOTHERMIA*”. Departmen of Emergency Medicine, University of British Columbia. Vancouver. Canada
- Hdw, Hartono. 2002. “ *MENGENAL ALAT-ALAT KESEHATAN DAN KEDOKTERAN.*” Depot informasi obat, Jakarta. Indonesia


## **LAMPIRAN**

### **Log Book Penelitian**

Penulis menuliskan proses percobaan dari penelitian ini pada logbook penelitian dibawah ini. Dengan catatan agar semua proses yang digunakan dan data yang didapatkan adalah valid dari objek dan peralatan yang digunakan. Jika terdapat perbedaan dalam teori dikarenakan faktor kesalahan manusia dalam pembacaan alat.

No	Waktu	Subjek	Dokumentasi	Keterangan
1.	Selasa, 15/10/2019 12.30 WIB	Asistensi Desain Eksperimen Tugas Akhir		Terdapat revisi mengenai variabel tetap dan kontrol pada penelitian. Variabel suhu dapat berubah sehingga variabel tetap adalah volume air dan CaCO <sub>3</sub>
2.	Selasa, 15/10/2019 16.30 WIB	Pembelian alat Penelitian 1. Timbangan bahan 2. Thermometer		
3.	Rabu, 15/10/19 14.00 WIB	Spesimen 1 Batu kapur CaO diterima dalam bentuk powder (bubuk) $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{Furnace (Heat)}} \text{CaO} + \text{CO}_2$		Berat Total Spesimen 1 Kg
4.	Rabu, 15/10/19 15.30 WIB	Percobaan Awal Spesimen 1 Komposisi : CaO = 80 gr Air tawar (H <sub>2</sub> O) = 300 ml		Spesimen Tidak Bereaksi. Suhu stagnan di suhu awal 30-31°C
5.	Kamis, 17/10/19 15.00 WIB	Pembelian alat penelitian 1. Gelas ukur 500 ml 2. Thermogun Bahan Penelitian Batu kapur CaO (Spesimen 2) dalam bentuk powder (bubuk)		
6.	Kamis, 17/10/19 19.40 WIB	Percobaan Kedua Spesimen 2 $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{Furnace (Heat)}} \text{CaO} + \text{CO}_2$ Dengan Komposisi CaO = 30 gr air tawar = 100 ml		Spesimen tidak bereaksi

6.	Kamis, 17/10/19 20.10 WIB	<p>Percobaan Spesimen 2 Ditambahkan dengan komposisi :</p> <p>Air = 100 ml → 200 ml CaO = 70 gr → 100 gr</p>		<p>Dikarenakan seelah 10 menit awal tidak ada reaksi dari percobaan 2. Maka ditambahkan CaO sebanyak 100 gr dan air tawar sebanyak 200 ml</p> <p>Spesimen Tidak Bereaksi</p>
7.	Jumat, 18/10/19 11.30 WIB	<p>Spesimen 3 Percobaan 1 Komposisi percobaan Air tawar = 200 ml CaO = 100 gr Spesimen 3 berbentuk padatan (batu)</p>		<p>Berhasil Bereaksi Panas yang didapat sekitar 77-78 °C Pada suhu ruangan 35°C Dengan waktu reaksi yakni 30-60 menit</p>
8.	Rabu, 23/10/19 12.45 WIB	<p>Spesimen 3 Percobaan 2 Komponen : Air tawar = 200 ml CaO = 100 gr Spesimen 3 dalam bentuk padatan (batu) Dengan suhu awal 28°C</p>		<p>Suhu Air</p> <p>5 menit = 31 °C 10 menit = 33.9 °C 15 menit = 42°C 20 menit = 47°C 25 menit = 58°C 30 menit = 74.3°C 35 menit = 79.5°C 40 menit = 81.3°C 45 menit = 72.5°C 50 menit = 66.3°C 55 menit = 60.5°C 60 menit = 55.5 °C 65 menit = 52.1°C 70 menit = 48.9°C 75 menit = 46.6°C 80 menit = 44,3°C 85 menit = 41,8°C 90 menit = 39,9°C Berhasil Bereaksi pada suhu tertinggi 81°C dalam waktu</p>

				<p>40 menit pada suhu ruangan 27.3°C (Lab MMS)</p>
--	--	--	--	--



9.



Rabu,  
23/10/19  
19.03 WIB

Spesimen 3  
Percobaan 3  
Komponen :  
Air Laut = 200 ml  
CaO = 100 gr  
Spesimen 3 dalam bentuk  
padatan (batu)  
Dengan suhu awal 27°C  
Diambil di pantai  
Kenjeran Surabaya

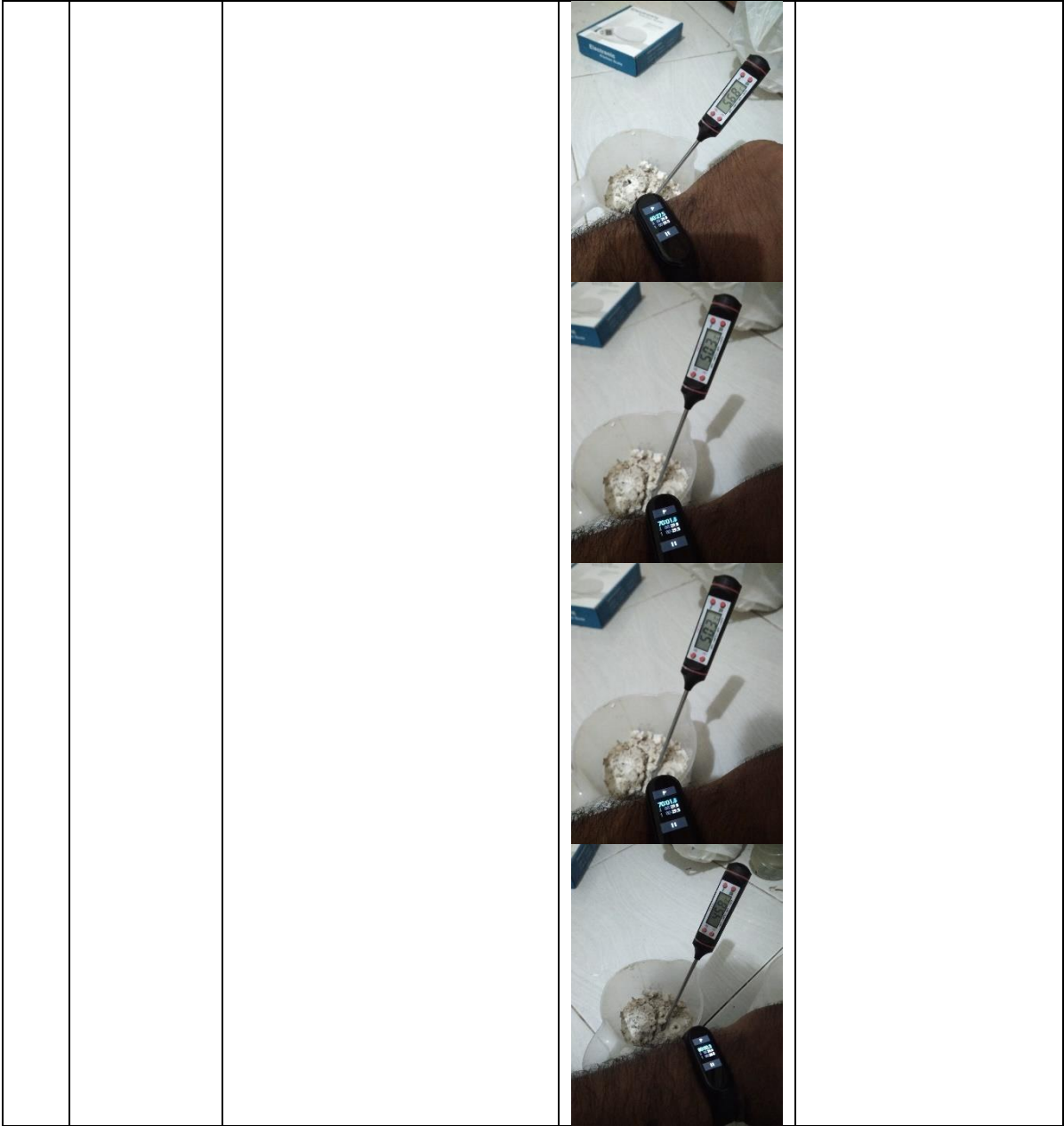



Suhu air

5 menit = 32.1 °C  
10 menit = 35.4 °C  
15 menit = 57.1 °C  
20 menit = 70 °C  
25 menit = 82.8°C  
30 menit = 94.6°C  
35 menit = 85.8°C  
40 menit = 78.3°C  
50 menit = 65.9°C  
60 menit = 56.8°C  
70 menit = 50.3°C  
80 menit = 45.8°C  
90 menit = 42.2°C


				
10.	<p>Senin, 28/10/19 22.09 WIB</p>	<p>Spesimen 3 Percobaan 4 Komponen : Air Laut = 200 ml CaO = 100 gr Spesimen 3 dalam bentuk padatan (batu) Dengan suhu awal 30°C Diambil di pantai Kenjeran Surabaya</p> <p>Peak Point dari percobaan ini lebih rendah dan cenderung lebih lama dikarenakan bentuk dari CaO berupa batu besar</p>		<p>Suhu air</p> <p>5 menit = 33,1°C 10 menit = 34,2 °C 15 menit = 35,1 °C 20 menit = 36,5 °C 25 menit = 38,2 °C 30 menit = 39,1 °C 35 menit = 39,4 °C 40 menit = 40,3 °C 45 menit = 42,1 °C 50 menit = 43,3 °C 55 menit = 47,1 °C 60 menit = 50,9 °C 65 menit = 55,2 °C 70 menit = 60 °C 75 menit = 63 °C 80 menit = 65,6 °C 85 menit = 66,7 °C 90 menit = 70,6 °C 95 menit = 73,3 °C 100 menit = 73,6°C 105 menit = 67,5 °C 110 menit = 62,8 °C 115 menit = 58,1 °C</p>

				<p>120 menit = 54,6 °C  125 menit = 49,6°C  130 menit = 48,1 °C  135 menit = 46,5 °C  140 menit = 44,6 °C  145 menit = 43,4 °C  150 menit = 42,1 °C</p>
--	--	--	--	---



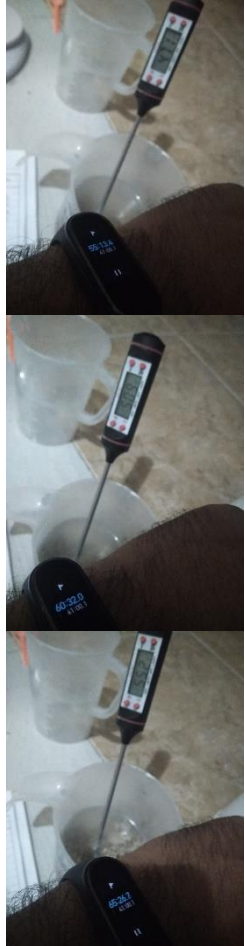
			 <p>The vertical strip contains four sequential photographs. The top three images show a white bowl containing a light-colored, granular sample. A digital thermometer is inserted into the sample, and a digital scale is positioned below the bowl. The bottom image shows the bowl placed on the digital scale, which displays the number '100' on its LCD screen.</p>	
--	--	--	---	--



11.	<p>Selasa 29/10/19 07.45 WIB</p>	<p>Spesimen 3 Percobaan 5 Komponen : Air Laut = 200 ml CaO = 100 gr Spesimen 3 dalam bentuk padatan (batu) Dengan suhu awal 29°C Diambil di pantai Kenjeran Surabaya</p>		<p>Suhu air</p> <p>5 menit= 39,3 °C 10 menit= 52,9 °C 15 menit= 76,5 °C 20 menit= 91,5 °C 25 menit= 90,1 °C 30 menit= 87,8 °C 35 menit= 83,5 °C 40 menit= 77,6 °C 45 menit= 72,7 °C 50 menit= 67,5 °C 55 menit= 62,9 °C 60 menit= 59,7 °C 65 menit= 56,2 °C 70 menit= 53,6 °C 75 menit= 50,8°C 80 menit= 47,8 °C 85 menit= 45,1 °C 90 menit= 43,9 °C 95 menit= 42,3 °C 100 menit= 40,9 °C 105 menit= 39,6 °C 110 menit= 38,4 °C</p>
-----	--	--	--	---

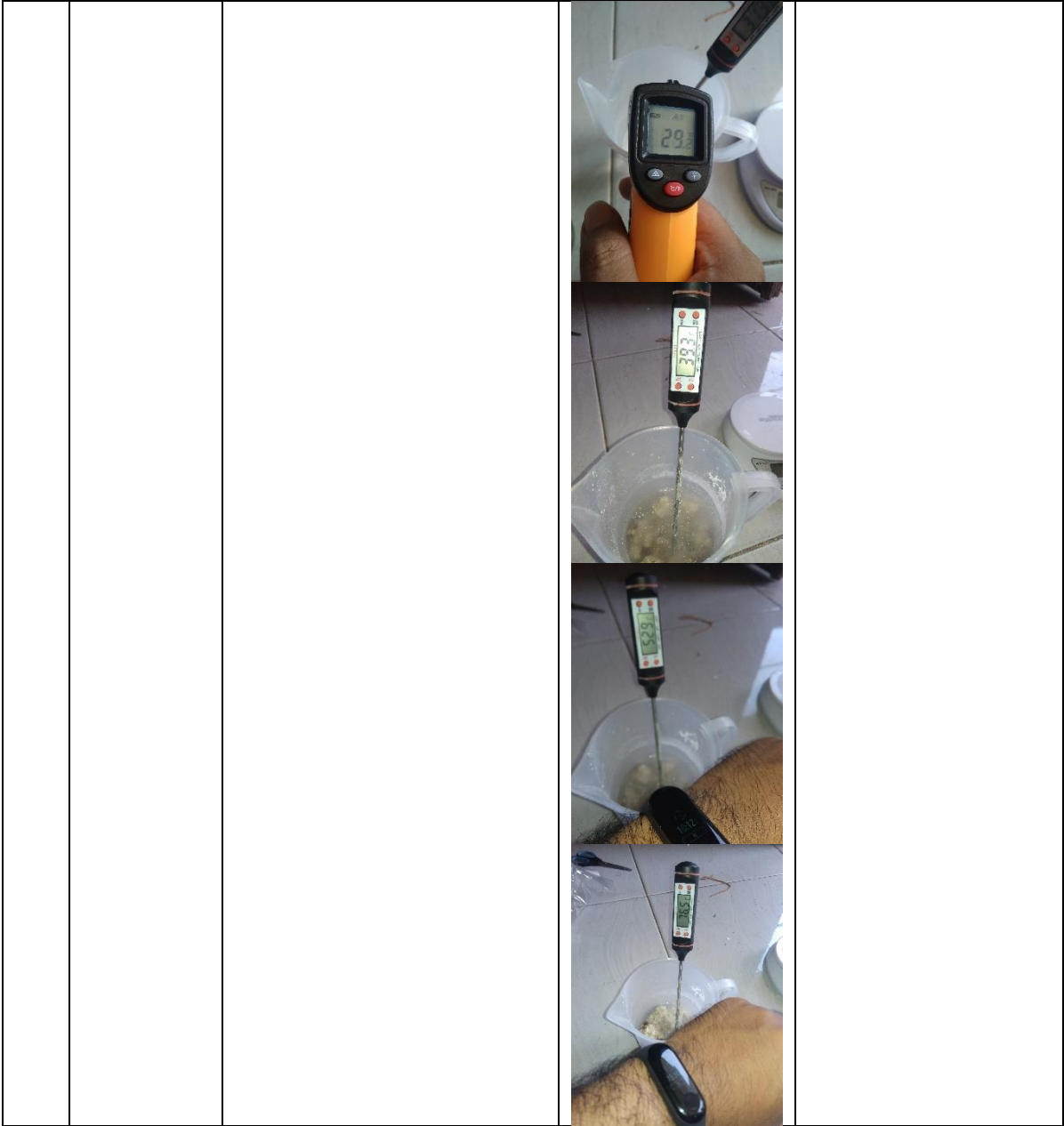
				
--	--	--	--	--

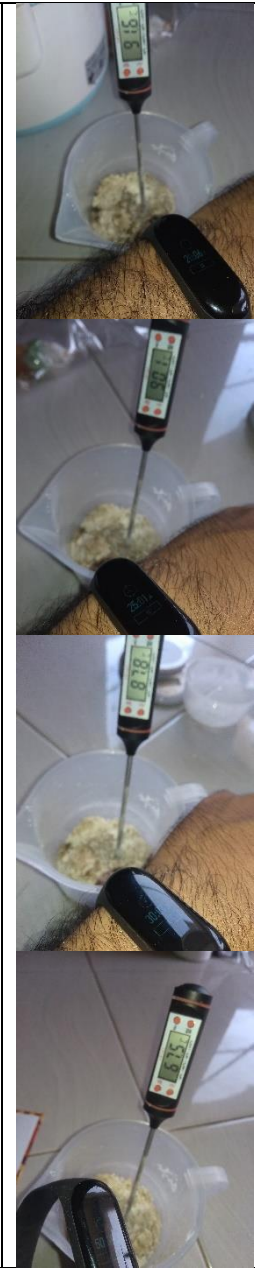





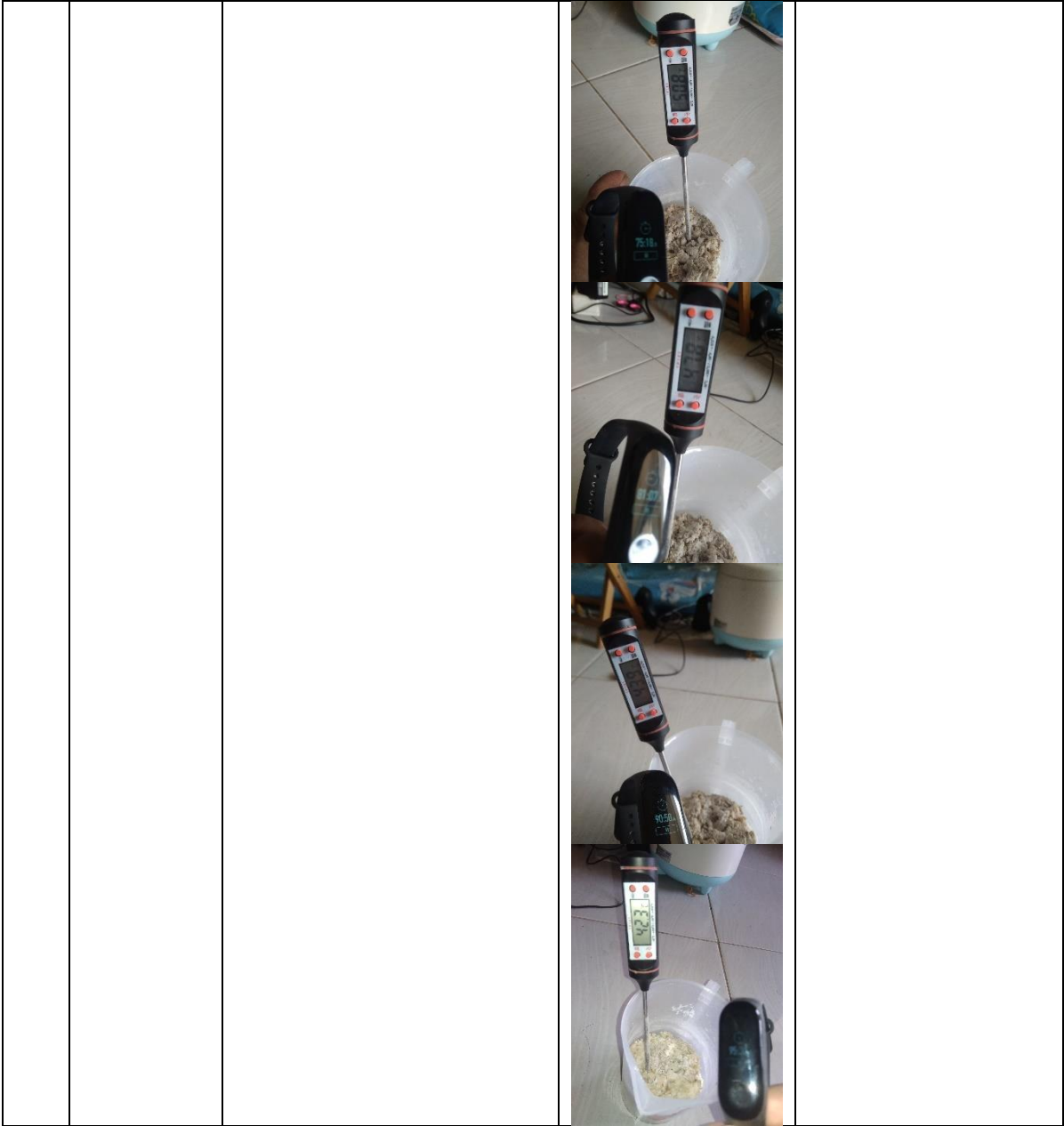
				
--	--	--	--	--


				
12.	<p>Selasa 29/10/19 10.31 WIB</p>	<p>Spesimen 3 Percobaan 6 Komponen : Air Laut = 200 ml CaO = 100 gr Spesimen 3 dalam bentuk padatan (batu) Dengan suhu awal 30.2°C Diambil di pantai Kenjeran Surabaya</p>		<p>Suhu air</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5 menit= 34,7°C</li> <li>10 menit= 45°C</li> <li>15 menit= 73,4°C</li> <li>20 menit= 98,8°C</li> <li>25 menit= 94,3°C</li> <li>30 menit= 84,2°C</li> <li>35 menit= 75,6°C</li> <li>40 menit= 69,2°C</li> <li>45 menit= 63,2°C</li> <li>50 menit= 58,9°C</li> <li>55 menit= 55,3°C</li> <li>60 menit= 52°C</li> <li>65 menit= 49,7°C</li> <li>70 menit= 47,3°C</li> <li>75 menit= 45,7°C</li> <li>80 menit= 44,1°C</li> <li>85 menit= 42,6°C</li> <li>90 menit= 41,7°C</li> <li>95 menit= 40,5°C</li> <li>100 menit= 39,8°C</li> <li>105 menit= 39°C</li> <li>110 menit= 38,3°C</li> </ul>

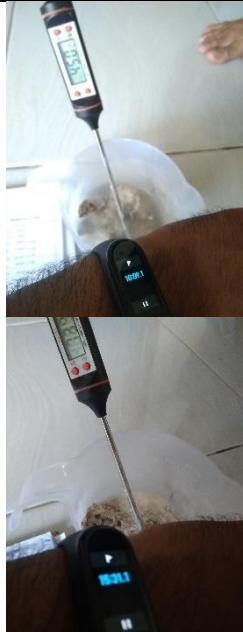



				
--	--	--	--	--

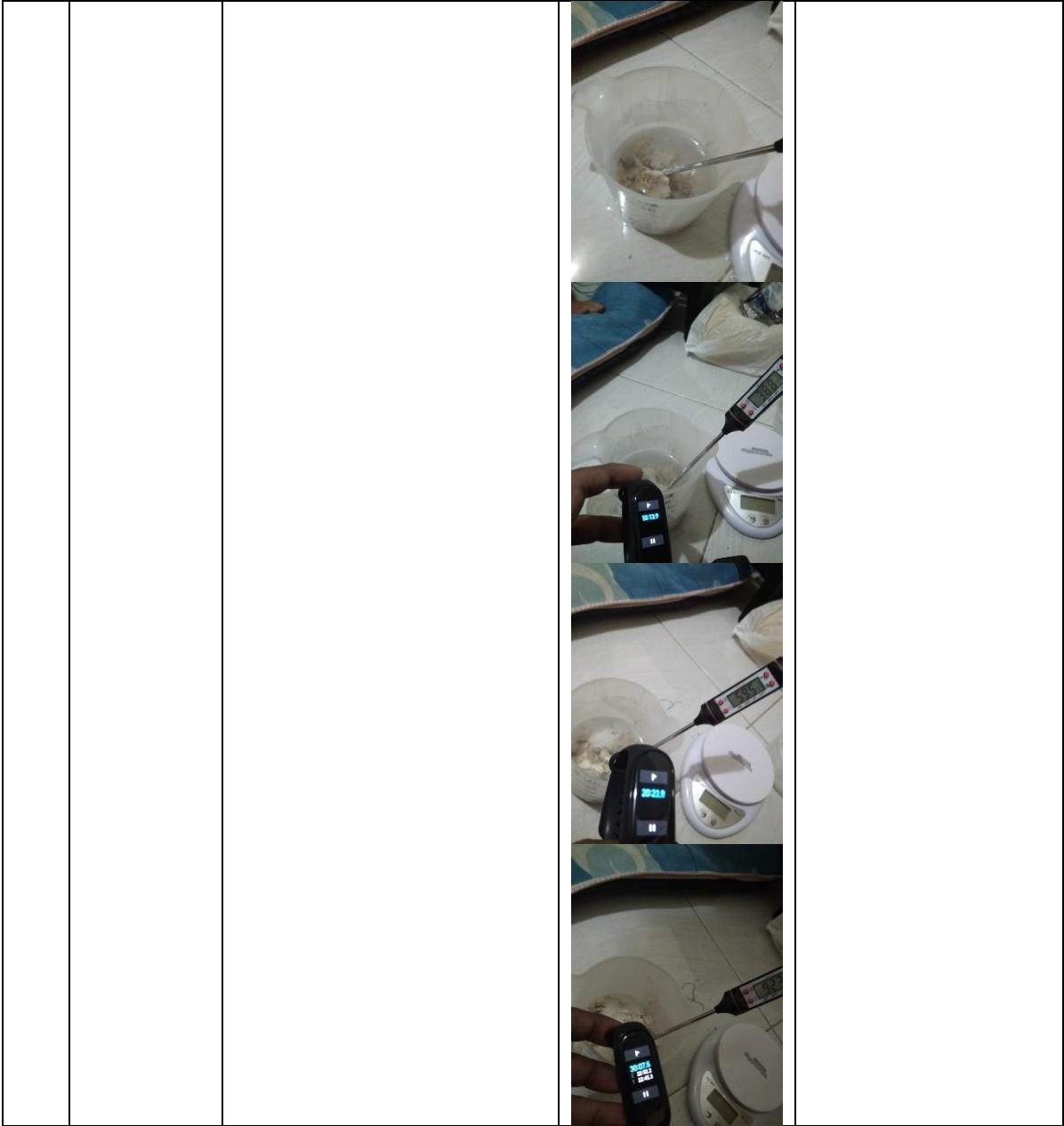
			 <p>The image consists of four vertically stacked photographs showing a digital thermometer being used to measure the temperature of a mixture in a clear plastic bowl. The thermometer displays the following temperatures from top to bottom: 62.0, 65.1, 65.3, and 70.0 degrees Celsius. The mixture appears to be a light-colored, granular substance, possibly a food product being prepared. The background shows a tiled floor and a white appliance.</p>	
--	--	--	--	--

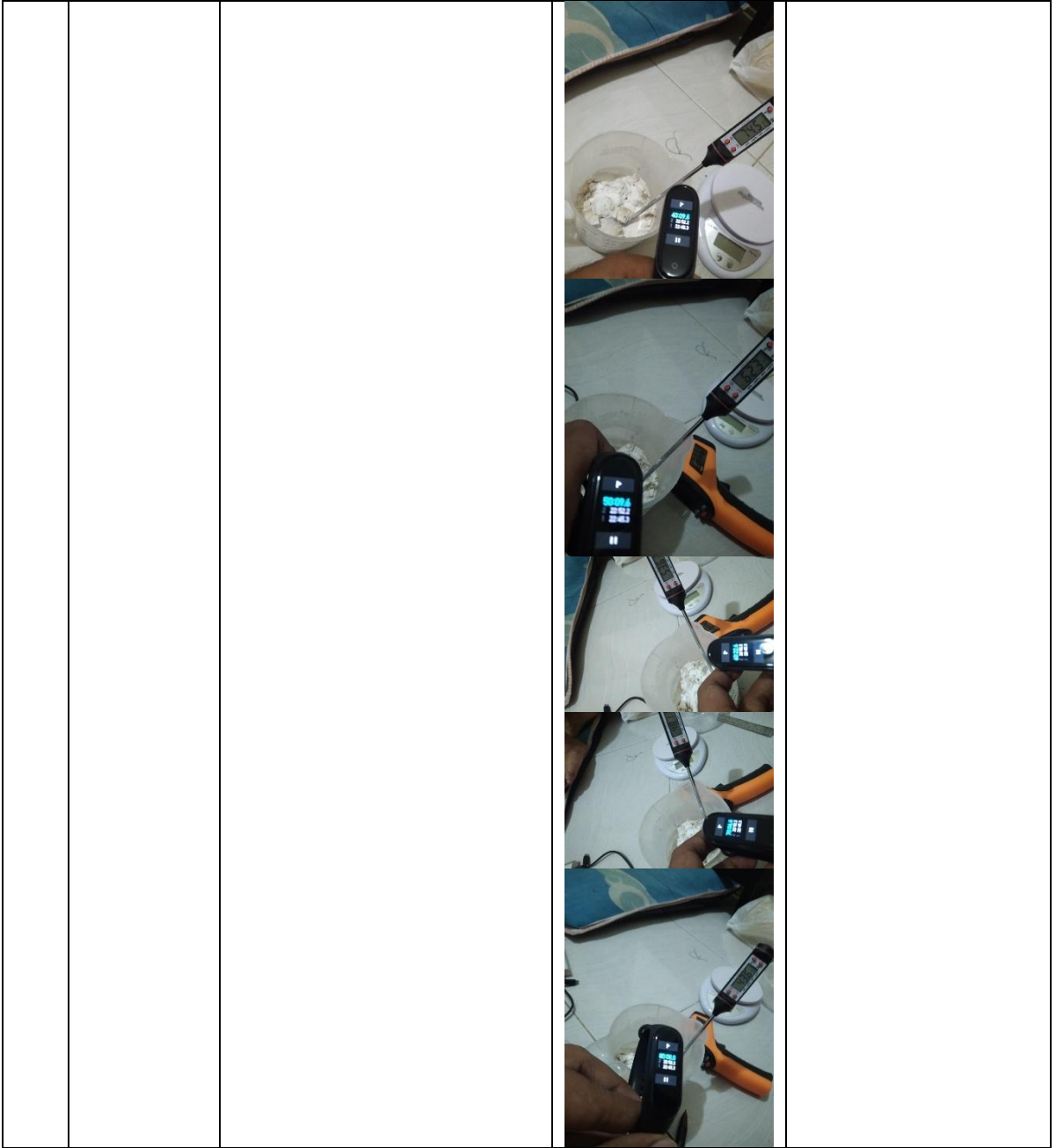


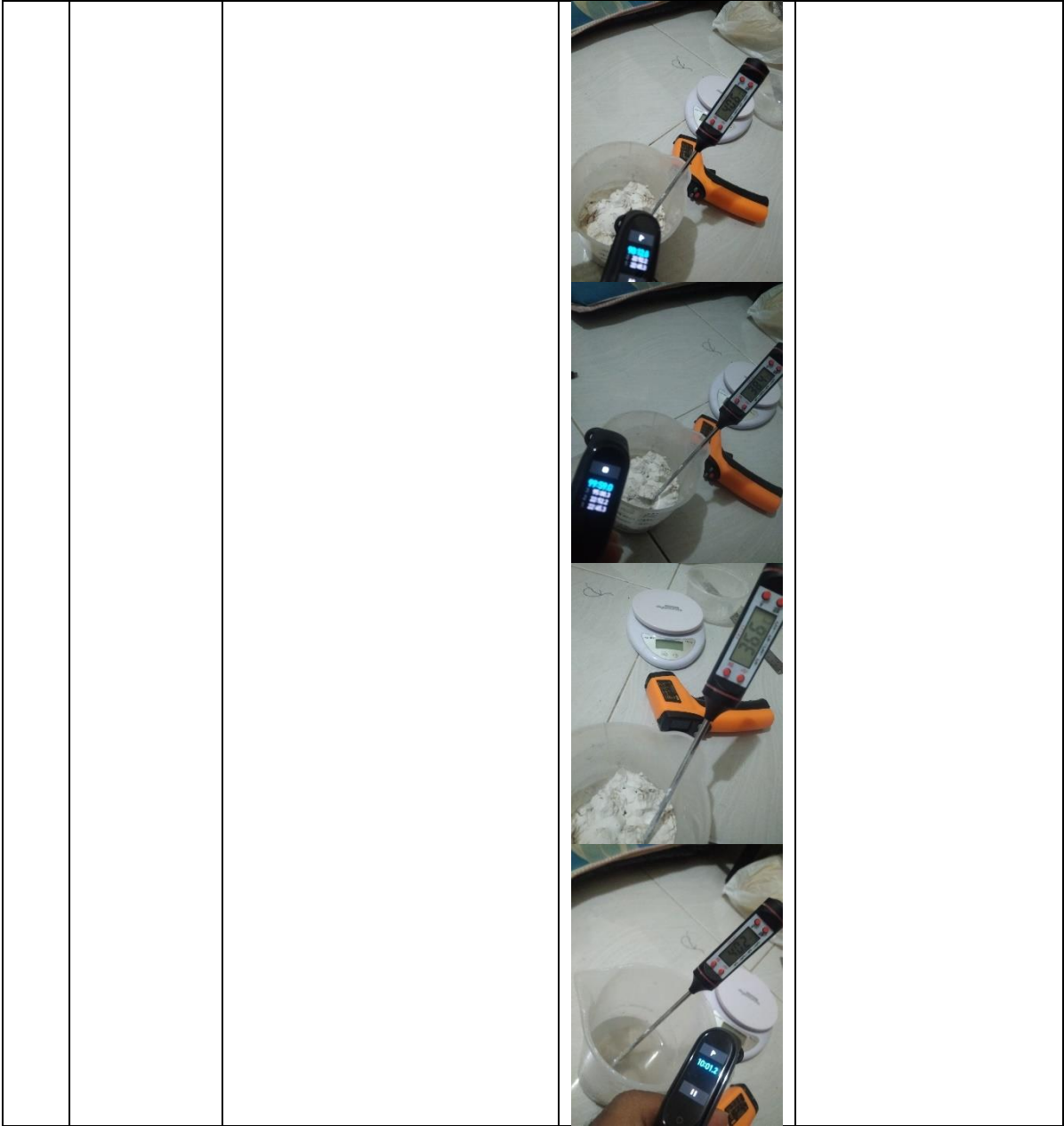
13	<p>Selasa 29/10/19 18.48 WIB</p>	<p>Spesimen 3 Percobaan 7 Komponen : Air Tawar = 200 ml CaO = 100 gr Spesimen 3 dalam bentuk padatan (batu) Dengan suhu awal 30°C</p>		<p>Suhu air 5menit=35,4°C 10 menit=38,8°C 15 menit=45,7°C 20 menit=59,5°C 25 menit=85,2°C 30 menit=92,3°C 35 menit=83,2°C 40 menit=74,5°C 45 menit=68°C 50 menit=62,3°C 55 menit=57,5°C 60 menit=53,6°C 65 menit=50,8°C 70 menit=48,1°C 75 menit=45,7°C 80 menit=43,6°C 85 menit=42°C 90 menit=40,6°C 95 menit=39,5°C 100 menit=38,4°C 105 menit=37,3°C 110 menit=36,6°C</p>
----	--	---	--	--


				
14	<p>Selasa 29/10/19 20.58 WIB</p>	<p>Spesimen 3 Percobaan 8 Komponen : Air Tawar = 200 ml CaO = 100 gr Spesimen 3 dalam bentuk padatan (batu) Dengan suhu awal 30°C</p>		<p>Suhu air</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5 menit=34,2°C</li> <li>10 menit=40,2°C</li> <li>15 menit=52,9°C</li> <li>20 menit=100,1°C</li> <li>25 menit=99,1°C</li> <li>30 menit=90,6°C</li> <li>35 menit=81,8°C</li> <li>40 menit=73,7°C</li> <li>45 menit=67,5°C</li> <li>50 menit=62,5°C</li> <li>55 menit=58,4°C</li> <li>60 menit=55,1°C</li> <li>65 menit=50,4°C</li> <li>70 menit=49,1°C</li> <li>75 menit=46,3°C</li> <li>80 menit=44,3°C</li> <li>85 menit=42,4°C</li> <li>90 menit=40,6°C</li> <li>95 menit=39,3°C</li> <li>100 menit=38,5°C</li> <li>105 menit=37,6°C</li> <li>110 menit=36,8°C</li> </ul>











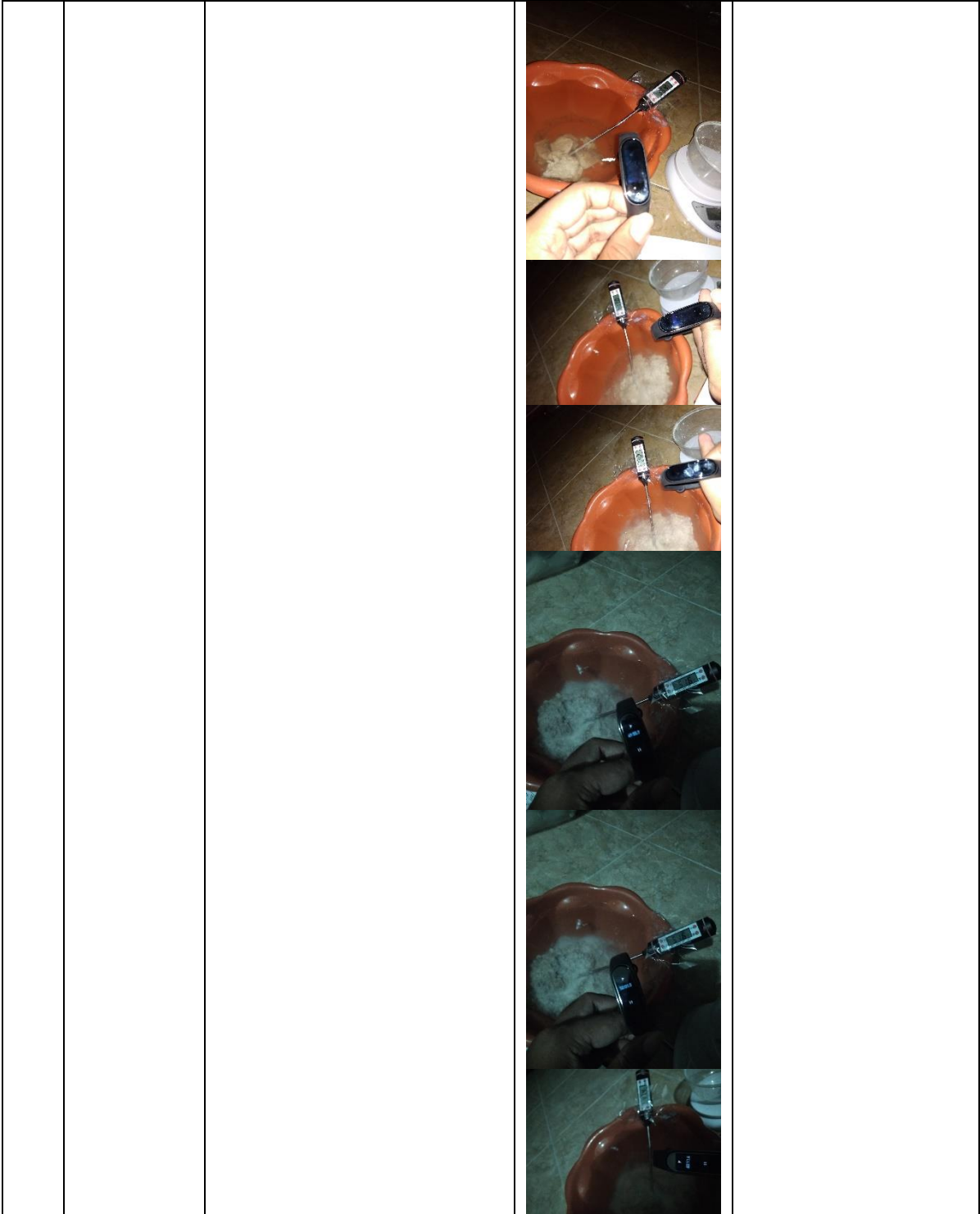


				
--	--	--	--	--




<p>15</p>	<p>Rabu 27/11/201 9 16.40 WIB</p>	<p>Percobaan 9 Spesimen 3 Komposisi : Air Tawar = 1750 ml CaO = 100 gr Spesimen dalam bentuk padatan (batu kerikil) Suhu air tawar awal 30,5°C</p>		<p>Suhu air 5 menit=34,2°C 10 menit=35,3°C 15 menit=42,4°C 20 menit=48,6°C 25 menit=51,5°C 30 menit=51,9°C 35 menit=52,3°C 40 menit=52,1°C 45 menit=50,9°C 50 menit=48,8°C 55 menit=47.7°C 60 menit=49.3°C 65 menit=47,1°C 70 menit=45,7°C 75 menit=47,3°C 80 menit=45,5°C 85 menit=44,1°C 90 menit=42.3°C 95 menit=41,3°C 100 menit=40,5°C 105 menit=39,3°C 110 menit=38,5°C 115 menit=37,9°C 120 menit=37,2°C</p>
-----------	---	--	--	---

				
--	--	--	--	--


				
16	<p>Rabu 27/11/2019 19.07 WIB</p>	<p>Percobaan 10 Spesimen 3 Komposisi : Air Laut = 1750 ml CaO = 100 gr Spesimen dalam bentuk padatan (batu kerikil) Suhu air tawar awal 31,2°C</p>		<p>Suhu air 5 menit=35,2°C 10 menit=36,4°C 15 menit=39,8°C 20 menit=43°C 25 menit=50,9°C 30 menit=53,4°C 35 menit=54,2°C 40 menit=53,5°C 45 menit=51,6°C 50 menit=49,3°C 55 menit=47,4°C 60 menit=45,6°C 65 menit=44,2°C 70 menit=42,9°C 75 menit=41,8°C 80 menit=40,7°C 85 menit=40,1°C 90 menit=39,8°C 95 menit=38,5°C 100 menit=37,9°C 105 menit=37,5°C 110 menit=36,9°C 115 menit=36,5°C 120 menit=36,5°C</p>






				
17	Jumat 20/12/201 9 14.27 WIB	Penambahan kantong Lifejacket dibagian dalam		
17	Selasa 07/01/202 0 15.05 IB	<p>Percobaan Lapangan Di kolam renang Kenjeran Water Park Suhu air kolam 30,6°C Percobaan akan mencari : Waktu pengisian WWZ Berat lifejacket tanpa WWZ Berat Lifejacket dengan WWZ</p> <p>Terdapat kendala dalam percobaan yakni sambungan handpump ke flexible pipe (selang) sering lepas sehingga perlu</p>		<p>Percobaan 1 Dalam waktu 3 menit: WWZ 1 = 875 ml WWZ 2 = 875 ml WWZ 3 = 350 ml Dalam waktu 5,5 menit WWZ 1 = 1050 ml WWZ 2 = 1750 ml WWZ 3 = 525 ml Dalam waktu 6,5 menit WWZ 1 = 1312,5 ml WWZ 2 = 1750 ml WWZ 3 = 700 ml</p>

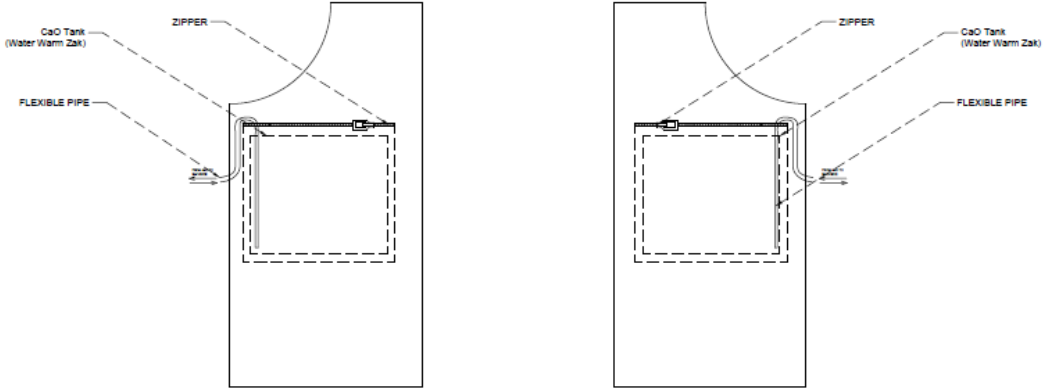
		<p>menggunakan lem yg tahan air</p>		<p>Dalam waktu 6,5 menit  WWZ 1 = 1750 ml  WWZ 2 = 1750 ml  WWZ 3 = 875 ml</p> <p>Percobaan 2  Dalam waktu 2,5 menit:  WWZ 1 = 875 ml  WWZ 2 = 875 ml  WWZ 3 = 350 ml</p> <p>Dalam waktu 5 menit  WWZ 1 = 1050 ml  WWZ 2 = 1050 ml  WWZ 3 = 525 ml</p> <p>Dalam waktu 6,5 menit  WWZ 1 = 1312,5 ml  WWZ 2 = 1400 ml  WWZ 3 = 700 ml</p> <p>Dalam waktu 7,25 menit  WWZ 1 = 1750 ml  WWZ 2 = 1750 ml  WWZ 3 = 875 ml</p> <p>Percobaan 3  Dalam waktu 3 menit:  WWZ 1 = 875 ml  WWZ 2 = 875 ml  WWZ 3 = 350 ml</p> <p>Dalam waktu 5 menit  WWZ 1 = 1137,5 ml  WWZ 2 = 1312,5 ml  WWZ 3 = 525 ml</p> <p>Dalam waktu 7 menit  WWZ 1 = 1400 ml  WWZ 2 = 1750 ml</p>
--	--	-------------------------------------	--	--

				<p>WWZ 3 = 700 ml          Dalam waktu 8,4 menit          WWZ 1 = 1750 ml          WWZ 2 = 1750 ml          WWZ 3 = 875 ml</p> <p>Berat Lifejacket sebelum WWZ = 439 gr          Berat WWZ perkantong = 1379 gr / 1,3 kg          Berat Lifejacket dengan WWZ = 4576 gr / 4,5 kg</p> <p><b>KONDISI LIFEJACKET MASIH MAMPU MENGAPUNGKAN PENGGUNA</b></p>
18	<p>Jumat          10/01/2020          14.15 WIB</p>	<p>Percobaan Lapangan Di kolam renang Apartemen Educuity Pakuwon          Suhu air kolam 28,8°C          Pada percobaan ini akan dicari suhu reaksi dari CaO dengan air yang telah dipasang kedalam kantong WWZ di lifejacket</p> <p>Terdapat kendala dalam percobaan yakni tidak dapat mencatat data lebih dari 60 menit dan kesulitan membaca thermogun sehingga terdapat perbedaan yang cukup jauh dari temperatur yang</p>		<p>Percobaan 1          Suhu kantong          5 menit=30,2°C          10 menit=35,9°C          15 menit=50°C          20 menit=44°C          25 menit=48,6°C          30 menit=40°C          35 menit=39,3°C          40 menit=35,8°C          45 menit=36,4°C          50 menit=35,8°C          55 menit=35,2°C          60 menit=34,6°C</p> <p>Percobaan 2          Suhu Kantong          5 menit=25°C          10 menit=27°C</p>

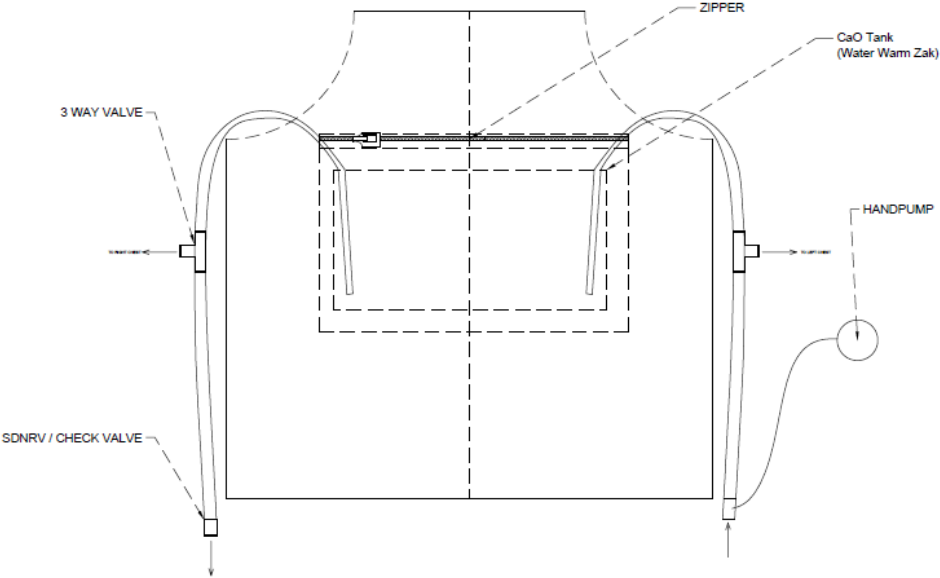
		<p>dirasakan penulis dan yang tertera. Panas yang berada di WWZ tidak dapat menyebar karena batu CaO berada di bawah kantong          Dari hasil yang didapat reaksi mampu lebih lama bertahan</p>		<p>15 menit=29°C          20 menit=30°C          25 menit=31,1°C          30 menit=33,9°C          35 menit=34,6°C          40 menit=37,1°C          45 menit=40,3°C          50 menit=43,3°C          55 menit=48,8°C          60 menit=51,4°C</p>
--	--	--	---	---

# Desain Model Lifejacket

## LIFE JACKET REAR VIEW



## LIFE JACKET FRONT VIEW



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## BIODATA PENULIS



Farhan Mahdy Ramadhan lahir di Surabaya pada tanggal 19 Februari 1996. Penulis memulai pendidikan di MINU PUCANG Sidoarjo. Setelah itu penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 6 Sidoarjo. Tiga tahun berselang penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi di SMAN 3 Sidoarjo. Pada tahun 2014 penulis memulai petualangan baru sebagai mahasiswa di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) pada program studi D3 – Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal. Penulis menyelesaikan studi diploma 3 pada tahun 2017. Pada semester berikutnya, penulis mulai menempuh pendidikan sarjana di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) pada Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan. Dengan do'a, kerja keras, ketekunan, semangat pantang menyerah dan kerendahan hati, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, dimana skripsi ini adalah tanda dari akhir masa studi penulis pada jenjang pendidikan sarjana. Semoga skripsi dan apa yang penulis dapatkan selama menempuh pendidikan dapat bermanfaat bagi pribadi penulis, keluarga, teman, almamater, dan bangsa Indonesia.

Data diri,

Nama : Farhan Mahdy Ramadhan  
Alamat : Perumahan Bluru Permai Sidoarjo Jawa Timur  
Motto : Hidup untuk belajar, belajar untuk hidup.  
Email : [farhanscout@gmail.com](mailto:farhanscout@gmail.com)  
[farhan.17042@mhs.its.ac.id](mailto:farhan.17042@mhs.its.ac.id)