



***OPTIMASI THERMAL ENERGY STORAGE (TES) PADA  
SISTEM SOLAR PHOTOVOLTAIC KAPAL  
FERRY RO-RO***

**SKRIPSI**

**SABRINA RETALIA**

**2210313037**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN  
2026**



**OPTIMASI *THERMAL ENERGY STORAGE* (TES)  
PADA SISTEM SOLAR *PHOTOVOLTAIC* KAPAL  
*FERRY RO-RO***

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik**

**SABRINA RETALIA**

**2210313037**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN  
2026**

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Sabrina Retalia  
NIM : 2210313037  
Program Studi : S1 Teknik Perkapalan  
Judul Skripsi : Optimasi *Thermal Energy Storage* (TES) Pada Sistem Solar  
*Photovoltaic* Kapal Ferry Ro-Ro

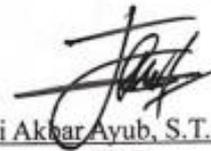
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



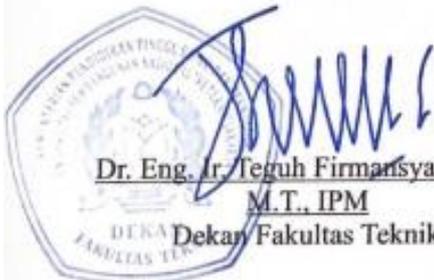
Dr. Fajri Ashfi Rayhan, S.T., M.T.  
Ketua Penguji



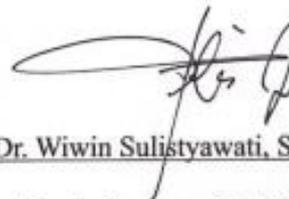
Fathin Muhammad Mahdhudhu, S.T.,  
M.Sc.  
Penguji 2



Fakhri Akbar Ayub, S.T., M.Eng.,  
Ph.D.  
Penguji 1



Dr. Eng. Ir. Teguh Firmansyah, S.T.,  
M.T., IPM  
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T., M.T.  
Kepala Program Studi Teknik  
Perkapalan

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal ujian : 05 Januari 2026

# LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

OPTIMASI *THERMAL ENERGY STORAGE* (TES) PADA SISTEM SOLAR  
*PHOTOVOLTAIC* KAPAL FERRY RO-RO

Disusun Oleh:  
SABRINA RETALIA  
2210313037

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

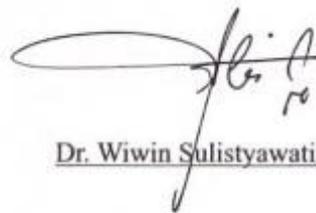


Dr. Fajri Ashfi Rayhan, S.T., M.T.



Fathin Muhammad Mahdhudhu, S.T., M.Sc.

Kepala Program Studi S1 Teknik Perkapalan



Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T.,M.T.

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri dan semua sumber yang dikutip atau dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Sabrina Retalia  
NIM : 2210313037  
Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 24 Desember 2025

Yang menyatakan



Sabrina Retalia

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**  
**SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sabrina Retalia  
NIM : 2210313037  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“OPTIMASI *THERMAL ENERGY STORAGE* (TES) PADA SISTEM  
*SOLAR PHOTOVOLTAIC* KAPAL *FERRY RO-RO*”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta  
Pada Tanggal : 24 Desember 2025  
Yang Menyatakan,



Sabrina Retalia

# ***OPTIMASI THERMAL ENERGY STORAGE (TES) PADA SISTEM SOLAR PHOTOVOLTAIC KAPAL FERRY RO-RO***

**Sabrina Retalia**

## **ABSTRAK**

Transportasi maritim menyumbang 80% dari perdagangan global, namun menghasilkan 2-3% dari total emisi CO<sub>2</sub> dunia. Strategi IMO 2023 menargetkan pengurangan intensitas karbon 40% dan adopsi energi zero emisi 5-10% pada tahun 2030. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sistem *photovoltaic* (PV) pada kapal *ferry Ro-Ro* dapat menghasilkan 334 Mwh pertahun dengan efisiensi 7.76%, namun masih mengalami keterbatasan intermittensi energi. Penelitian ini mengatasi keterbatasan tersebut dengan mengintegrasikan *Thermal Energy Storage* (TES) berbasis campuran *ternary molten salt* untuk mengoptimalkan pemanfaatan energi secara keseluruhan. Peneliti menguji sepuluh komposisi *ternary molten salt* NaNO<sub>3</sub>-LiNO<sub>3</sub>-Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (NLN) untuk mengidentifikasi formula optimal berdasarkan sifat-sifat termodinamika dengan menggunakan *Engineering Equation Solver* (EES). Hasil analisis menunjukkan bahwa komposisi NLN-5 (32.5%NaNO<sub>3</sub>-65%LiNO<sub>3</sub>-2.5%Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) memiliki *working point* yang paling luas, dengan *melting point* 195.7°C dan *decomposition temperature* 846.3°C. Sistem PV-TES terintegrasi meningkatkan efisiensi energi dari 7.76% menjadi 15.26% dan produksi energi listrik tahunan dari 334 MWh menjadi 657 MWh. Teknologi PV-TES secara signifikan berkontribusi pada pencapaian target IMO 2030 dengan kontribusi energi terbarukan 15.26%, sekaligus mengurangi emisi CO<sub>2</sub> karena penghematan bahan bakar. Penelitian ini membuktikan bahwa sistem TES *molten salt* yang dioptimalkan merupakan solusi efektif untuk dikarbonisasi sektor maritim.

**Kata kunci:** kapal *ferry Ro-Ro*, solar *photovoltaic*, *thermal energi storage*, *molten salt*.

# **OPTIMIZATION OF THERMAL ENERGY STORAGE (TES) IN SOLAR PHOTOVOLTAIC SYSTEM OF RO-RO FERRY SHIPS**

**Sabrina Retalia**

## **ABSTRAK**

*Maritime transport accounts for 80% of global trade, but generates 2-3% of total global CO<sub>2</sub> emissions. The IMO 2023 strategy targets a 40% reduction in carbon intensity and the adoption of 5-10% zero-emission energy by 2030. Previous research has shown that photovoltaic (PV) systems on Ro-Ro ferries can generate 334 MWh per year with an efficiency of 7.76%, but still experience energy intermittency limitations. This study addresses these limitations by integrating Thermal Energy Storage (TES) based on a ternary molten salt mixture to optimize overall energy utilization. The researchers tested ten ternary molten salt NaNO<sub>3</sub>-LiNO<sub>3</sub>-Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (NLN) compositions to identify the optimal formula based on thermodynamic properties using Engineering Equation Solver (EES). The analysis results show that the NLN-5 composition (32.5%NaNO<sub>3</sub>-65%LiNO<sub>3</sub>-2.5%Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) has the widest working point, with a melting point of 195.7°C and a decomposition temperature of 846.3°C. The integrated PV-TES system increased energy efficiency from 7.76% to 15.26% and annual electricity production from 334 MWh to 657 MWh. PV-TES technology significantly contributes to achieving the IMO 2030 target with a 15.26% contribution of renewable energy, while reducing CO<sub>2</sub> emissions due to fuel savings. This study proves that an optimized molten salt TES system is an effective solution for decarbonizing the maritime sector.*

**Keywords:** *Ro-Ro ferry, solar photovoltaic, thermal energy storage, molten salt*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, hidayah dan kemudahan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Optimasi *Thermal Energy Storage* (TES) Pada Sistem Solar *Photovoltaic* Kapal *Ferry Ro-Ro*”. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita, Nabi Muhammad Salallahu'alaiha Wasallam. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana S1 Teknik Perkapalan UPN Veteran Jakarta.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, atas dukungan dalam menjalani program studi ini.
2. Bapak Dr.Ir. Fajri Ashfi Rayhan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan, panduan, dukungan dan ilmu yang tak ternilai harganya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
3. Bapak Fathin Muhammad Mahdhudhu, S.T., M.Sc. sebagai dosen pembimbing II yang sudah memberikan arahan dan panduan, sehingga skripsi ini dapat tersusun dengan baik
4. Bunda, Ayah dan adik-adik saya yang selalu memberikan doa dan dukungan, sehingga proses pengerjaan skripsi ini menjadi lebih mudah.
5. Bude Syora Dewi yang sudah memberikan dukungan finansial selama proses perkuliahan, sehingga akhirnya saya bisa menjalani proses perkuliahan sampai selesai
6. Seluruh teman-teman angkatan 2022, terutama Faiz Syakir yang selalu memberikan dukungan dan menemani selama proses pengerjaan skripsi
7. Teman-teman SMA yang selalu menghibur, sehingga dalam proses pengerjaan menjadi lebih ringan

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan untuk perbaikan di masa yang

akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi pengembangan pengetahuan, khususnya di bidang Kemaritiman dan Energi Terbarukan. Akhir kata, penulis berharap agar skripsi ini dapat menjadi referensi yang berguna bagi pembaca dan peneliti selanjutnya.

Terima kasih.

Jakarta, Januari 2026

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b><i>ABSTRAK</i>.....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Sistematika Penelitian .....	6
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>8</b>
2.1 Kapal <i>Ferry Ro-Ro</i> .....	8
2.2 Rute Pelayaran dan Kondisi Cuaca .....	9
2.3 Sistem Energi Terbaru pada Kapal .....	12
2.3.1 <i>Photovoltaic</i> .....	13
2.4 <i>Thermal Energy Storage (TES)</i> .....	17
2.5 Komponen Mesin .....	22
2.5.1 <i>Inverter</i> .....	22
2.5.2 Transformator.....	22
2.5.3 <i>Cold and Hot Storage Tank</i> .....	23
2.5.4 <i>Heat Exchanger</i> .....	24

2.5.5 <i>Water Storage Tank</i> .....	24
2.5.6 <i>Turbine</i> .....	25
2.5.7 <i>Generator</i> .....	25
2.5.8 <i>Condenser</i> .....	26
2.5.9 <i>Main Switch Board</i> .....	26
2.6 <i>Molten Salt</i> .....	27
2.6.1 <i>Melting Point</i> .....	27
2.6.2 <i>Decomposition Temperature</i> .....	27
2.6.3 <i>Working Temperature</i> .....	29
2.6.4 <i>Specific Heat Capacity</i> .....	29
2.6.5 <i>Density</i> .....	30
2.7 <i>Software</i> .....	31
2.7.1 <i>GEOLocate</i> .....	31
2.7.2 <i>Engineering Equation Solver (EES)</i> .....	31
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>33</b>
3.1 <i>Diagram Alir</i> .....	33
3.2 <i>Skema Sistem PV dengan TES</i> .....	34
3.3 <i>Variasi Fluida Kerja Campuran</i> .....	36
3.3.1 <i>NaNO<sub>3</sub>-KNO<sub>3</sub>-Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i> .....	36
3.3.2 <i>Variasi Thermal Properties</i> .....	36
3.3.3 <i>Variasi Garam Campuran</i> .....	39
3.4 <i>Spesifikasi Mesin</i> .....	39
3.5 <i>Emisi dan Fuel Value</i> .....	42
3.6 <i>Analisis Pendekatan Software</i> .....	43
3.6.1 <i>Software QGIS</i> .....	43
3.6.2 <i>Software EES</i> .....	48
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>50</b>
4.1 <i>Validasi</i> .....	50
4.1.1 <i>Data Bulanan Solar Insolation</i> .....	50
4.1.2 <i>Hasil Daya Listrik Bulanan</i> .....	54
4.1.3 <i>Campuran Fluida Kerja Campuran NaNO<sub>3</sub>-KNO<sub>3</sub>-Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i> .....	56
4.1.4 <i>Hasil Emisi Tahunan</i> .....	59

4.2 Pengaruh Variasi <i>Ternary Molten Salt</i> Pada Sistem <i>Thermal Energy Storage</i> yang diterapkan pada Kapal <i>Ferry Ro-Ro</i> .....	61
4.2.1 Analisis Campuran <i>Ternary Molten Salt</i> $\text{NaNO}_3\text{-LiNO}_3\text{-Na}_2\text{SO}_4$ .....	61
4.2.2 Spesifikasi <i>Thermal Energy Storage</i> .....	67
4.3 Pengaruh Penerapan <i>Thermal Energy Storage</i> Pada Kapal <i>Ferry Ro-Ro</i> ...	72
4.3.1 Total Daya Listrik yang dihasilkan.....	72
4.3.2 Penerapan <i>Photovoltaic</i> dan <i>Thermal Energy Storage</i> pada Kapal Sebagai Sumber Energi.....	74
4.3.3 <i>Fuel Saving</i> .....	75
4.3.4 <i>Environment Evaluation</i> .....	76
<b>BAB 5 KESIMPULAN .....</b>	<b>78</b>
5.1 Kesimpulan.....	78
5.2 Saran .....	78
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> <i>Vessel Specification</i> .....	9
<b>Tabel 2. 2</b> Spesifikasi PV sistem .....	15
<b>Tabel 2. 3</b> Spesifikasi <i>Inverter</i> .....	16
<b>Tabel 3. 1</b> <i>Melting Point</i> .....	37
<b>Tabel 3. 2</b> <i>Thermodynamic Properties For Condensed Species at 0 and 298.15 K</i> .....	37
<b>Tabel 3. 3</b> <i>Thermodynamic Properties For Gases at 0 and 298.15 K</i> .....	38
<b>Tabel 3. 4</b> <i>Heat of Fusion</i> .....	38
<b>Tabel 3. 5</b> Variasi <i>Density</i> .....	39
<b>Tabel 3. 6</b> Spesifikasi Hrat Exchanger.....	40
<b>Tabel 3. 7</b> Spesifikasi Turbin .....	41
<b>Tabel 3. 8</b> Spesifikasi Condenser.....	42
<b>Tabel 3. 9</b> <i>SFOC Values ff Generators</i> .....	42
<b>Tabel 3. 10</b> <i>Emission Factor of Pollutants</i> .....	43
<b>Tabel 4. 1</b> Data Hasil <i>Lattitude dan Longitude</i> .....	51
<b>Tabel 4. 2</b> Nilai Insolasi Matahari Bulanan Tahun 2018 .....	52
<b>Tabel 4. 3</b> Data Analisis dan Data Eksperimen (Karatuğ and Durmuşoğlu, 2020) .....	52
<b>Tabel 4. 4</b> Data Analisis dan Data Eksperimen (Karatuğ and Durmuşoğlu, 2020) .....	54
<b>Tabel 4. 5</b> <i>Sample Analysis Ternary Molten Salt</i> .....	61
<b>Tabel 4. 6</b> <i>Thermal Properties 10 Sampel Molten Salt</i> .....	62
<b>Tabel 4. 7</b> <i>Analysis Result Massa and Volume Molten Salt</i> .....	68
<b>Tabel 4. 8</b> Energi Listrik yang dihasilkan.....	72
<b>Tabel 4. 9</b> <i>Fuel Saved</i> .....	75
<b>Tabel 4. 10</b> Pengurangan Emisi .....	76

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1. 1</b> Elemen Utama TES Pada CPS <i>Plant</i> .....	2
<b>Gambar 1. 2</b> Desain <i>Photovoltaic</i> Kapal <i>Ferry Ro-Ro</i> .....	4
<b>Gambar 2. 1</b> Kapal <i>Ferry Ro-Ro</i> KMP Naraya .....	8
<b>Gambar 2. 2</b> Desain Tampak Samping Kapal <i>Ferry Ro-Ro</i> .....	8
<b>Gambar 2. 3</b> Pembagian Zona dan Titik Pada Rute Pelayaran Kapal <i>Ferry Ro-Ro</i> .....	9
<b>Gambar 2. 4</b> Data Insolasi Matahari dan Suhu Bulanan Tahun 2020 pada Rute Pelayaran antara Pendik, Turki, dan Trieste, Italia yang di analisis dengan <i>Software</i> <i>Pvsyst</i> .....	10
<b>Gambar 2. 5</b> <i>Solar Power</i> yang di hasilkan pada Rute Pelayaran antara Pendik, Turki dan Trieste, Italia yang di analisis dengan <i>Software Pvsyst</i> .....	11
<b>Gambar 2. 6</b> Ilustrasi Penempatan PV Pada Balkon Kabin Kapal Pesiar .....	13
<b>Gambar 2. 7</b> Penyusun Solar Sistem .....	14
<b>Gambar 2. 8</b> <i>Solar Cell Materials</i> .....	15
<b>Gambar 2. 9</b> Pendekatan Utama Penyimpanan Energi Termal (a) <i>Sensible Heat</i> (b) <i>Latent Heat</i> (c) <i>Thermo-Chemical Reactions</i> . .....	18
<b>Gambar 2. 10</b> <i>Inverter</i> .....	22
<b>Gambar 2. 11</b> Transformator.....	23
<b>Gambar 2. 12</b> <i>Cold and Hot Storage Tank</i> .....	23
<b>Gambar 2. 13</b> <i>Heat Exchanger</i> .....	24
<b>Gambar 2. 14</b> <i>Water Storage Tank</i> .....	24
<b>Gambar 2. 15</b> <i>Turbine</i> .....	25
<b>Gambar 2. 16</b> <i>Generator</i> .....	25
<b>Gambar 2. 17</b> <i>Condenser</i> .....	26
<b>Gambar 2. 18</b> <i>Main Switchboard</i> .....	26
<b>Gambar 2. 19</b> <i>Software QGIS</i> .....	31
<b>Gambar 2. 20</b> <i>Software EES</i> .....	32
<b>Gambar 3. 1</b> Diagram Alir .....	33
<b>Gambar 3. 2</b> Skema Gabungan Sistem PV dan TES .....	34
<b>Gambar 3. 3</b> <i>Heat Exchanger Aalborg MX</i> .....	40

<b>Gambar 3. 4</b> <i>Single Stage Steam Turbines</i> .....	41
<b>Gambar 3. 5</b> <i>Condenser 27.401.2000 2P</i> .....	41
<b>Gambar 3. 6</b> Membuka <i>Software QGIS</i> .....	43
<b>Gambar 3. 7</b> Mengunggah Peta .....	43
<b>Gambar 3. 8</b> Pengambilan Titik Koordinat.....	44
<b>Gambar 3. 9</b> Konversi <i>File</i> .....	44
<b>Gambar 3. 10</b> Membuka <i>Add Delimited Layer</i> .....	44
<b>Gambar 3. 11</b> Pengaturan Pada Jendela <i>Delimited Layer</i> .....	45
<b>Gambar 3. 12</b> Hasil Tampilan Setelah <i>input 15 layer</i> .....	45
<b>Gambar 3. 13</b> Membuka <i>Base Map</i> .....	46
<b>Gambar 3. 14</b> Tampilan 15 Titik Yang Tempel Base Map.....	46
<b>Gambar 3. 15</b> Pengaturan <i>Single Symbol</i> .....	46
<b>Gambar 3. 16</b> Tampilan dari Hasil Pengaturan.....	47
<b>Gambar 3. 17</b> Membuka Menu <i>Toolbox</i> .....	47
<b>Gambar 3. 18</b> Pengaturan pada Jendela <i>Point to Path</i> .....	47
<b>Gambar 3. 19</b> Tampilan Hasil Penggabungan Jalur .....	48
<b>Gambar 3. 20</b> Membuka <i>Software EES</i> .....	48
<b>Gambar 3. 21</b> Memasukkan Persamaan ke <i>Equation Window</i> .....	48
<b>Gambar 3. 22</b> <i>Solve Persamaan</i> .....	48
<b>Gambar 3. 23</b> Hasil.....	49
<b>Gambar 4. 1</b> 15 Titik Lokasi Rute Pelayaran Kapal.....	50
<b>Gambar 4. 2</b> Grafik Validasi <i>Solar Irradiation</i> .....	53
<b>Gambar 4. 3</b> Grafik Validasi <i>Generated Solar Power</i> .....	55
<b>Gambar 4. 4</b> Validasi <i>Melting Point</i> .....	57
<b>Gambar 4. 5</b> Validasi <i>Decomposition Temperature</i> .....	58
<b>Gambar 4. 6</b> Validasi $SO_x$ .....	59
<b>Gambar 4. 7</b> Validasi $NO_x$ .....	59
<b>Gambar 4. 8</b> Validasi $CO_2$ .....	60
<b>Gambar 4. 9</b> Validasi $PM$ .....	60
<b>Gambar 4. 10</b> Hubungan $NaNO_3$ terhadap <i>Spesific Heat Capacity</i> dan <i>Density</i> 63	
<b>Gambar 4. 11</b> Hubungan antara $LiNO_3$ terhadap <i>Melting Point</i> .....	64
<b>Gambar 4. 12</b> Hubungan $Na_2SO_4$ terhadap <i>Decomposition Temperature</i> .....	65

<b>Gambar 4. 13</b> Hubungan antara <i>Working Point</i> , <i>Melting Point</i> dan <i>Decomposition Temperature</i> .....	67
<b>Gambar 4. 14</b> Hubungan antara <i>Massa Molten Salt</i> , <i>Spesic Heat Capacity</i> dan <i>Working Temperature</i> .....	69
<b>Gambar 4. 15</b> Desain <i>Hot Tank</i> dan <i>Cold Tank</i> .....	70
<b>Gambar 4. 16</b> Tampak Atas Desain <i>Tank Molten Salt</i> .....	70
<b>Gambar 4. 17</b> Kapal Tampak Samping.....	71
<b>Gambar 4. 18</b> Tampak Dalam Ruang Mesin .....	72
<b>Gambar 4. 19</b> Energi Listrik Bulanan Sistem PV dan TES .....	73
<b>Gambar 4. 20</b> <i>Fuel Saved</i> .....	75

## **DAFTAR LAMPIRAN**

**Lampiran 1** Lembar Konsultasi Pembimbing 1

**Lampiran 2** Lembar Konsultasi Pembimbing 2