

ANALISA SISTEM PENDINGIN PADA MESIN INDUK DENGAN MENGGUNAKA KEEL COOLER PADA KAPAL TANKER 3900 DWT DI RUTE PELAYARAN JAKARTA – SINGAPURA

Diajukan untuk melengkapi tugas-tugas guna memenuhi persyaratan mencapai gelar sarjana
strata 1 (S-1) Jurusan Teknik Sistem Perkapalan



Di Susun Oleh

Nama : Riezca Nur Pratiw

NIM : 2014320006

**TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA
JAKARTA TIMUR**

2020



**PROGRAM STUDI TEKNIK SISTEM
PERKAPALAN FAKULTAS TEKNOLOGI
KELAUTAN**

UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa - Jakarta Timur
13450 Telp. (021) 8649051, 8649053, 8649057, Fax. (021)
8649052

Email: humas@unsada.ac.id Home page: <http://www.unsada.ac.id>

LEMBAR PENGESAHAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Riezca Nur Pratiwi
NIM : 2014320006
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Program Studi : S1
Judul Tugas Akhir :

**“ANALISA SISTEM PENDINGIN PADA MESIN INDUK DENGAN
MENGUNAKA KEEL COOLER PADA KAPAL TANKER 3900
DWT DI RUTE PELAYARAN JAKARTA - SINGAPURA”**

Telah Melaksanakan ujian sidang Tugas Akhir pada tanggal 28 Juli 2020 dan telah menyelesaikan Tugas Akhir tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini diperiksa dan disetujui:

Dekan Fakultas Teknologi Kelautan

Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan

Y. Arya Dewanto, ST. MT.
NIDN 0310096801

Ir. Ayom Buwono, M.Si.
NIDN 0304046702



**PROGRAM STUDI TEKNIK SISTEM
PERKAPALAN FAKULTAS TEKNOLOGI
KELAUTAN**

UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa - Jakarta Timur
13450 Telp. (021) 8649051, 8649053, 8649057, Fax. (021)
8649052

Email: humas@unsada.ac.id Home page: <http://www.unsada.ac.id>

**SURAT KETERANGAN
PERMOHONAN UJIAN SIDANG TUGAS AKHIR DAN
SEMINAR
KODE MK : 32140210
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2021/2022**

Yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan bahwa :

Nama Mahasiswa : Riezca Nur Pratiwi
NIM : 2014320006
Program Studi : Teknik Sistem Perkapalan
Judul Tugas Akhir dan Seminar :

**“ANALISA SISTEM PENDINGIN PADA MESIN INDUK DENGAN MENGGUNAKAN
KEEL COOLER PADA KAPAL TANKER 3900 DWT DI RUTE PELAYARAN
JAKARTA - SINGAPURA”**

Bermaksud untuk mengajukan permohonan mengikuti Ujian Sidang Tugas Akhir dan telah menyelesaikan proses penulisan dan penyusunan Tugas Akhir/Skripsi tersebut :

NO	DOSEN PEMBIMBING	DISETUJUI TANGGAL	PARAF
1	Ir. Augustinus Pusaka M.T	25 Juli 2020	
2	Shahrin Febrian S.T., M.Si	25 Juli 2020	

Jakarta, Juli 2020

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan

Ir. Ayom Buwono, M.Si.
NIDN 0304046702

Koordinator Tugas Akhir Prodi TSP

Shahrin Febrian, ST. M.Si.
NIDN 041527404

Dekan Fakultas Teknologi Kelautan

Y. Arya Dewanto, ST. MT.
NIDN 0310096801



**PROGRAM STUDI TEKNIK SISTEM
PERKAPALAN FAKULTAS TEKNOLOGI
KELAUTAN**

UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa - Jakarta Timur
13450 Telp. (021) 8649051, 8649053, 8649057, Fax. (021)
8649052

Email: humas@unsada.ac.id Home page: <http://www.unsada.ac.id>

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Riezca Nur Pratiwi
Nim : 2014320006
Program Studi : Teknik Sistem Perkapalan
Judul Tugas Akhir :

**“ANALISA SISTEM PENDINGIN PADA MESIN INDUK DENGAN MENGGUNAKAN
KEEL COOLER PADA KAPAL TANKER 3900 DWT DI RUTE PELAYARAN
JAKARTA - SINGAPURA”**

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	13 - 04 - 2020	Pembahasan judul dan referensi TA	
2	14 - 04 - 2020	Penyerahan referensi TA	
3	17 - 05 - 2020	Pembahasan bab 1-3	
4	30 - 05 - 2020	Pembahasan dan pemeriksaan progress	
5	3 - 06 - 2020	Pembahasan bab 1-4	
6	3 - 07 - 2020	Proses hasil analisis	
7	22 - 07 - 2020	Pemeriksaan plagirism	
8	24 - 07 - 2020	Pemeriksaan bab 1-5	

Dosen Pembimbing I,



(Ir. Augustinus Pusaka M.T.)



PROGRAM STUDI TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa - Jakarta Timur 13450 Telp.
(021) 8649051, 8649053, 8649057, Fax. (021) 8649052
Email: humas@unsada.ac.id Home page: <http://www.unsada.ac.id>

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Riezca Nur Pratiwi
Nim : 2014320006
Program Studi : Teknik Sistem Perkapalan
Judul Tugas Akhir :

**“ANALISA SISTEM PENDINGIN PADA MESIN INDUK DENGAN MENGGUNAKAN
KEEL COOLER PADA KAPAL TANKER 3900 DWT DI RUTE PELAYARAN
JAKARTA - SINGAPURA”**

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	13 - 04 - 2020	Pembahasan judul dan referensi TA	
2	14 - 04 - 2020	Penyerahan referensi TA	
3	17 - 05 - 2020	Pembahasan bab 1-3	
4	30 - 05 - 2020	Pembahasan dan pemeriksaan progress	
5	3 - 06 - 2020	Pembahasan bab 1-4	
6	3 - 07 - 2020	Proses hasil analisis	
7	22 - 07 - 2020	Pemeriksaan plagirism	
8	24 - 07 - 2020	Pemeriksaan bab 1-5	

Dosen Pembimbing II,

(Shahrin Febrian S.T.,M.Si)



**PROGRAM STUDI TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA**

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa - Jakarta Timur 13450 Telp.
(021) 8649051, 8649053, 8649057, Fax. (021) 8649052
Email: humas@unsada.ac.id Home page: <http://www.unsada.ac.id>

LEMBAR KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Riezca Nur Pratiwi
NIM : 2014320006
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Program Studi : S1
Judul Tugas Akhir :

**“ANALISA SISTEM PENDINGIN PADA MESIN INDUK DENGAN MENGGUNAKAN
KEEL COOLER PADA KAPAL TANKER 3900 DWT DI RUTE PELAYARAN
JAKARTA - SINGAPURA”**

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini adalah benar-benar karya sendiri dan tidak mengandung bahan-bahan yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh pihak lain kecuali bagian-bagian tertentu yang saya ambil sebagai acuan dengan mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah yang benar.

Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya ilmiah yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka Tugas Akhir ini.

Jakarta, Juli 2020

Riezca Nur Pratiwi



**PROGRAM STUDI TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA**

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa - Jakarta Timur 13450 Telp.
(021) 8649051, 8649053, 8649057, Fax. (021) 8649052
Email: humas@unsada.ac.id Home page: <http://www.unsada.ac.id>

VISI MISI JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

Visi

Menjadi program studi yang unggul dengan semangat monozukuri khususnya bidang perancangan instalasi sistem penggerak kapal, serta berperan aktif dalam pengembangan teknologi sistem perkapalan nasional pada tahun 2023

Misi

1. Menyelenggarakan kegiatan Pendidikan Sarjana Program Studi Teknik Sistem Perkapalan di bidang sistem perkapalan, wahana laut, dan bangunan apung dalam rangka menyiapkan lulusan yang memiliki pengetahuan, sikap, keterampilan, wewenang, dan tanggung jawab, dan mampu bersaing pada tingkat nasional..
2. Membentuk sumber daya manusia yang berkarakter (Hitozukuri), kreatif (Monozukuri), inovatif (Sangyo Seishin) dan berjiwa wirausaha (Kigyoka) dan memiliki kemampuan berbahasa asing.
3. Menerapkan dan melaksanakan kegiatan Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM).

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat berkat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir (skripsi) ini dengan baik. Skripsi ini disusun berdasarkan perhitungan dan analisa penulis selama pengerjaan.

Adapun maksud dan tujuan dari penyusunan tugas akhir ini sebagai persyaratan menempuh gelar sarjana starata satu (S1) jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada, yang berjumlah 6 SKS. Selain itu, untuk menganalisa *Keel Cooler* pada kapal Tanker 3900 DWT.

Selama proses pengerjaan Tugas Akhir berlangsung sampai terselesaikan, banyak orang – orang yang mendukung penulis baik itu secara moral maupun materil, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Yosep Arya Dewanto, ST. MT., selaku Dekan Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada yang selalu memberikan dorongan dan motivasi.
2. Bapak Ir. Ayom Buwono, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan dan juga selaku yang selalu memberikan masukan dan arahan dalam mengerjakan tugas akhir ini dengan sangat baik.
3. Bapak Ir. Augustinus Pusaka, M.Sc., selaku dosen pembimbing I yang selalu memberikan bimbingan dan memberikan arahan dengan sangat baik dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Shahrin Febrian, ST., M.Si., selaku Pembimbing Akademik, Koordinator Tugas Akhir dan selaku dosen pembimbing II yang telah banyak membimbing dan memberikan arahan dengan baik dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Muswar Muslim, ST., M.Sc., selaku Dosen yang selalu memberikan masukan-masukan dan semangatnya dalam mengerjakan perancangan ini dengan baik.
6. Ibu Theresiana D. Novita, ST., M.Sc., selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan dan juga selaku selaku dosen yang selalu memberikan bimbingan dan memberikan arahan dengan sangat baik.
7. Bapak Ir. Teguh Sastrodiwongso, MSE. selaku Dosen yang selalu saya banggakan yang telah banyak membimbing dan memberikan arahan dengan baik.

8. Bapak Ir. Danny Faturachman, MT, selaku dosen yang selalu memberikan bimbingan dan memberikan arahan dengan sangat baik dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Bapak M. Ricky Dariansyah, ST., selaku Dosen yang telah membantu dalam mengerjakan penelitian ini dengan sangat baik.
10. Bapak Aldyn Clinton, ST. selaku Dosen yang telah banyak membimbing dan memberikan arahan dengan baik.
11. Teramat khusus untuk kedua orang tuaku, Ayahanda Kais hariyanto dan ibunda Dewi Herawati yang selalu memberikan doa, motivasi serta kepercayaan yang besar.
12. Keluarga Besar Alm. Suratno yaitu Mbah Uti, Om Unang, Om Anto, Bapak Agung, Mama Ci, Tante Wi, Tante Novi yang selalu memberikan doa, motivasi serta kepercayaan yang besar.
13. Keluarga Besar Alm. Papi Ali yaitu Mami, Om Sharvey, Om Anang, Om Firman, Tante Mina, Tante Ida, Tante Mus yang selalu memberikan doa, motivasi serta kepercayaan yang besar.
14. Angkatan 2014 khususnya Ade Kusuma Putra, Triasni Setiasih, Asri Finarsih, Randy Prayoga, M. Irfan Syabarna, Mamay, Hirarko Danurendro, Putut Aditya. P, Aldo Fernando. S, M. Alfian Umarella, Wawan Kurniawan, Uut Krismianto, Hardyansyah, Aldiansah Hartanto, Firmansyah Chaniago, Dimas Rizki, Anugrah Gilang, Poul Wen, Taufikurahman Silitonga, yang telah berdoa dan membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
15. Angkatan 2015 khususnya Cornelius Sebastian G, Ramadhan Anggara Putra, Yoga Ramamoza, Andhika Budi Agung, Jackson Wonata.
16. Angkatan 2016 khususnya Rahel, Suci, Amel, Kukuh, dll.
17. BEM FTK Unsada, dan seluruh teman-teman Fakultas Teknologi Kelautan yang selama ini banyak membantu dan memberikan semangat.

Harapan penulis semoga tugas akhir ini membantu menambah pengetahuan dan pengalaman bagi para pembaca terutama bagi seluruh rekan-rekan Teknik Sistem Perkapalan khususnya rekan-rekan seperjuangan di Universitas Darma Persada. Tugas akhir ini saya akui masih jauh dari kata sempurna dan memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu saya berharap

kepada para pembaca untuk memberikan masukan-masukan yang bersifat membangun kepada penulis untuk kesempurnaan, demi perbaikan serta penulisan yang berikutnya.

Akhir kata, Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, rekan – rekan seperjuangan, dosen -dosen beserta karyawan Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada.

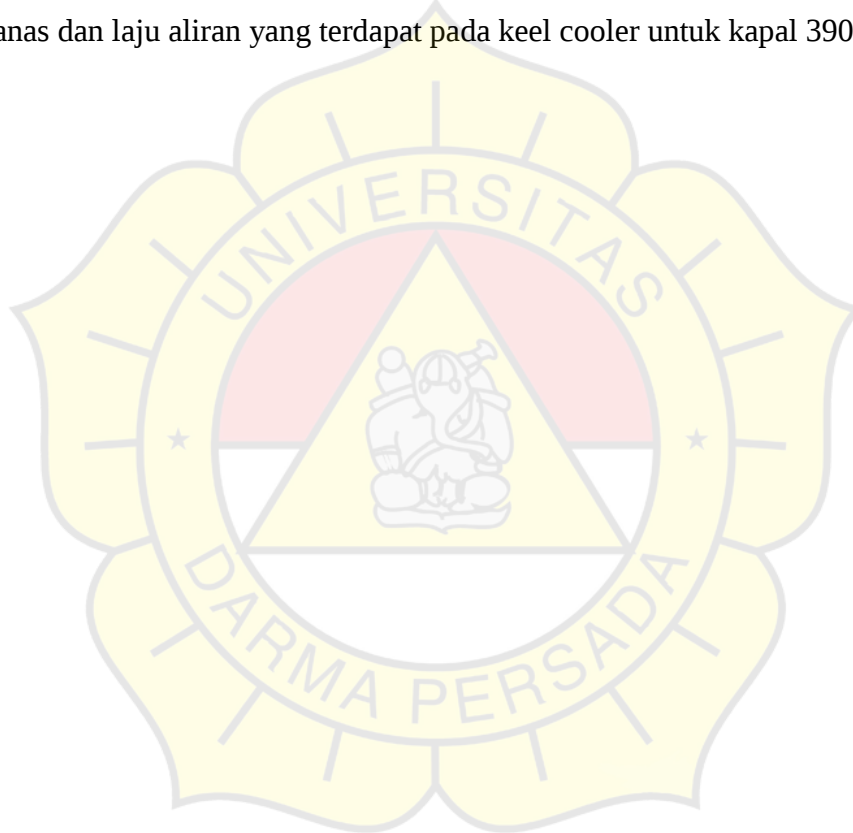
Jakarta, 19 Juli 2020

Riezca Nur pratiwi



Abstrak

Analisa ini membahas mengenai sistem pendingin pada mesin induk dengan menggunakan keel cooler pada kapal tanker 3900 DWT di rute pelayaran Jakarta-Singapura. Kapal ini memiliki spesifikasi panjang keseluruhan ($LOA = 94m$), panjang diantara garis tegak lurus ($LBP = 87m$), lebar kapal ($B = 13,7m$), tinggi kapal ($H = 7,5m$), sarat kapal ($t = 5m$), tenaga mesin utama kapal ($250rpm$), kecepatan maksimum ($v = 12,5$ knot). Tujuan analisa ini adalah untuk mengetahui perpindahan panas dan laju aliran yang terdapat pada keel cooler untuk kapal 3900 DWT



DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan

Kata Pengantar	i
Abstrak.....	iv
Abstract.....	vi
Daftar Isi.....	viii
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Tabel	xii
Daftar Grafik.....	xiv

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 <i>Cooling system</i>	1
1.3 Rumusan masalah	4
1.4 Batasan masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat penelitian	4
1.7 Metodologi Penelitian	5
1.8 Sistematika Penulisan	5

BAB II. TINJUAN PUSTAKA

2.1 Perpindahan Panas.....	7
2.1.1 Perpindahan Panas Secara Konduksi	7
2.1.2 Perpindahan Panas Secara Konveksi	8
2.1.3 Perpindahan Panas Secara Radiasi	8
2.2 Perpindahan Panas Berdasarkan Susunan Aliran Fluida.....	8
2.2.1 Perpindahan Panas Dengan Aliran Searah (<i>co-current/Parallel Flow</i>)	8
2.2.2 Perpindahan Panas dengan Berlawanan Arah (<i>Counter Current/ Flow</i>)	9
2.3 <i>Keel Cooler</i>	9
2.3.1 Komponen – Komponen <i>Keel Cooler</i>	10
2.4 Jenis – Jenis <i>Keel Cooler</i>	11

2.4.1 <i>Trough-Hull Nozzle Design</i>	11
2.4.2 <i>Flange-Mount Design</i>	13
2.4.3 <i>Demountable Keel Cooler Design</i>	15
2.5 Skematik Sistem Pendinginan menggunakan <i>Keel Cooler</i>	16

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat	17
3.2 Metode Pengambilan Data	17
3.3 Analisa Data	18
3.3.1 Perhitungan luas area lingkaran ($A_{c,i}$) dan luas permukaan ($A_{s,i}$)	18
3.3.2 Perhitungan kecepatan rata-rata (v_m) dan bilangan <i>Reynolds</i> (Re).....	18
3.3.3 Perhitungan <i>Prandtl</i> (Pr)	19
3.3.4 Perhitungan <i>Nusselt</i> (N_u).....	19
3.3.5 Perhitungan koefisien perpindahan panas konveksi (h_i)	19
3.3.6 Perhitungan <i>Rayleigh</i> (Ra)	19
3.3.7 Perhitungan <i>Nusselt</i> (N_u)	19
3.3.8 Perhitungan koefisien perpindahan panas konveksi (h_o).....	19
3.3.9 Perhitungan koefisien perpindahan panas (U).....	19
3.3.10 Perhitungan <i>heat transfer release rate</i> fluida (q_h).....	19
3.3.11 Perhitungan <i>heat rejection</i> dari <i>keel cooler</i> (q).....	21
3.3.12 Perhitungan rata-rata kapasitas panas (C_{min})	21
3.3.14 Perhitungan bebas maksimum (q_{max}).....	21
3.3.14 Perhitungan <i>effectiveness</i> (ϵ)	21
3.3.15 Perhitungan <i>ratio capacity rate</i> (C_r).....	21
3.3.16 Perhitungan <i>Number Transfer Unit</i> (NTU)	21
3.3.17 Perhitungan permukaan bagiam dalam (A_h) dan panjang dari <i>keel cooler</i> (L).22	
3.4 Kerangka Penelitian	23
3.5 Pelaksanaan Perancangan	24

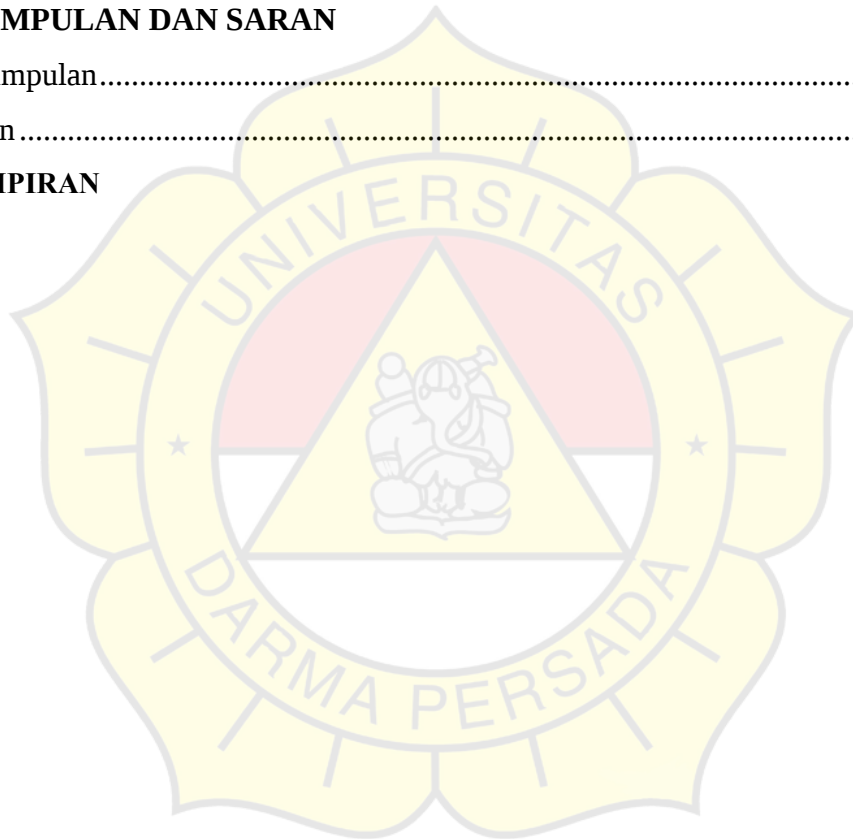
BAB IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data – data Kapal	25
4.2 Pengolahan Data dan Analisa Hasil	25
4.2.1 Dimensi <i>Copper Tube</i> komponen <i>Keel Cooler</i> untuk kecepatan 12,5 knot	25
4.2.2 Dimensi <i>Copper Tube</i> komponen <i>Keel Cooler</i> untuk kecepatan 10,5 knot	30
4.2.3 Dimensi <i>Copper Tube</i> komponen <i>Keel Cooler</i> untuk kecepatan 8,5 knot	34
4.2.4 Dimensi <i>Copper Tube</i> komponen <i>Keel Cooler</i> untuk kecepatan 6,5 knot	38
4.2 Hasil	42

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran	47

DAFTAR LAMPIRAN

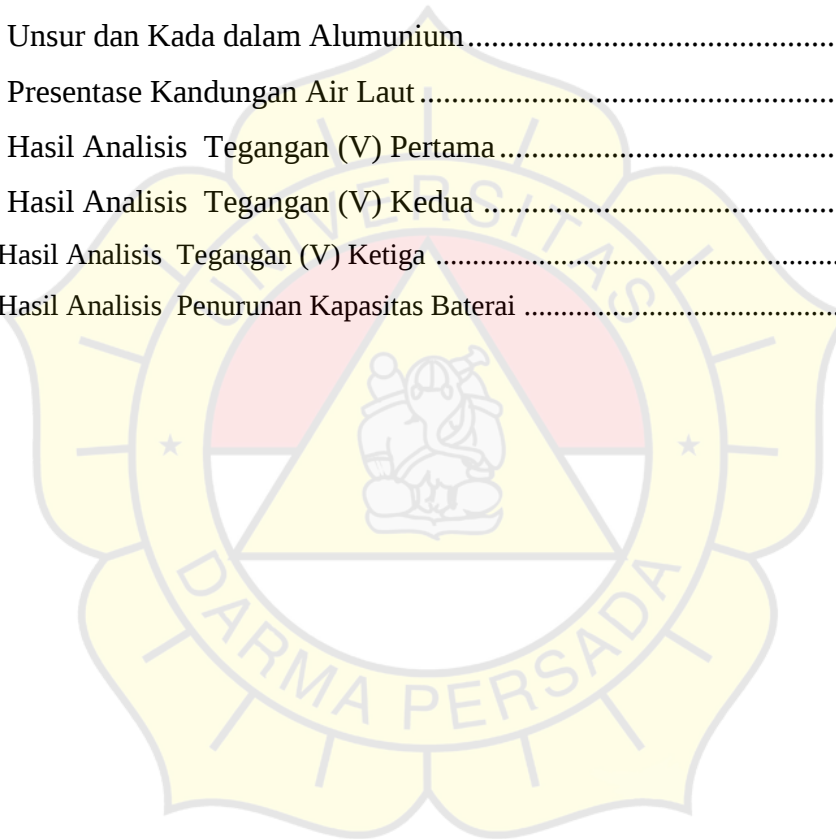


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tumpukan Voltas (<i>Voltaic Pile</i>).....	9
Gambar 2.2 Skematik Baterai Karbon Seng	11
Gambar 2.3 Kerapatan energi berbagai jenis baterai	14
Gambar 2.4 Profil datar dan profil gradual	15
Gambar 2.5 Proses Sederhana Sel Volta	34
Gambar 3.1 Lampu LED 1 Watt	37
Gambar 3.2 Pipa Akrilik	37
Gambar 3.3 Tutup Besi	38
Gambar 3.4 Potongan Batang Alumunium	38
Gambar 3.5 Potongan Batang Karbon.....	39
Gambar 3.6 Avometer	40
Gambar 3.7 Air Laut	41
Gambar 3.8 Infrared Thermometer	42
Gambar 3.9 <i>Filler Gauge</i>	43
Gambar 3.10 Timbangan Digital	44
Gambar 3.11 PH Meter	45
Gambar 3.12 Salinity Refractometer	45
Gambar 3.13 Diagram Alir	49
Gambar 4.1 Hasil Kalibrasi menggunakan Aquadest	55
Gambar 4.2 Hasil Analisa Salinitas Air Laut	55
Gambar 4.3 Susunan Kimia <i>Superabsorbent Polymer</i>	56
Gambar 4.4 Deformasi Struktur SAP pada Larutan Garam	57
Gambar 4.5 Kapasitas Absorbansi SAP pada berbagai pH	57
Gambar 4.6 Gambar Desain Baterai Air Laut	58
Gambar 4.7 Gambar Desain Baterai Air Laut	58
Gambar 4.8 Gambar Desain Baterai Air Laut	58
Gambar 4.9 Korosi yang Terjadi pada Baterai	70
Gambar 4.10 Hasil Pengujian pada Lampu	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sejarah Perkembangan Baterai.....	8
Tabel 2.2 Komposisi Garam-garaman Air Laut dan Air Sungai	20
Tabel 2.3 Presentase Kandungan Air Laut	23
Tabel 2.4 Tabel contoh larutan elektrolit kuat & elektrolit lemah	30
Tabel 3.1 Time Schedule Pengerjaan Tugas Akhir	51
Tabel 4.1 Unsur dan Kadar dalam Aluminium.....	53
Tabel 4.2 Presentase Kandungan Air Laut	54
Tabel 4.3 Hasil Analisis Tegangan (V) Pertama	60
Tabel 4.4 Hasil Analisis Tegangan (V) Kedua	62
Tabel 4.5 Hasil Analisis Tegangan (V) Ketiga	63
Tabel 4.6 Hasil Analisis Penurunan Kapasitas Baterai	69



DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Hasil Analisa Sel 1	64
Grafik 4.2 Hasil Analisa Sel 2	64
Grafik 4.3 Hasil Analisa Sel 3	64
Grafik 4.4 Hasil Analisa Sel 4	65
Grafik 4.5 Hasil Analisa Sel 5	65
Grafik 4.6 Hasil Analisa Sel 6	65
Grafik 4.7 Hasil Analisa Sel 7	66
Grafik 4.8 Hasil Analisa Sel 8	66
Grafik 4.9 Hasil Analisa Sel 9	66
Grafik 4.10 Hasil Analisa Sel 10	67
Grafik 4.11 Hasil Analisa Sel 11	67
Grafik 4.12 Hasil Analisa Sel 12	67
Grafik 4.13 Hasil Analisa Sel 13	68
Grafik 4.14 Hasil Tegangan Percobaan	68
Grafik 4.15 Hasil Penurunan Kapasitas Baterai	70