



TUGAS AKHIR - ME184834

**ANALISIS KELAYAKAN EKONOMI PERANCANGAN SISTEM
DISTILASI AIR LAUT DENGAN MEMANFAATKAN PANAS GAS
BUANG MESIN DIESEL PADA KAPAL PENUMPANG KM.
NGGAPULU**

MUCHAMMAD INSAN KAMIL
NRP 04211640000008

DOSEN PEMBIMBING
Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D.

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



TUGAS AKHIR - ME184834

**ANALISIS KELAYAKAN EKONOMI PERANCANGAN SISTEM
DISTILASI AIR LAUT DENGAN MEMANFAATKAN PANAS GAS
BUANG MESIN DIESEL PADA KAPAL PENUMPANG KM.
NGGAPULU**

MUCHAMMAD INSAN KAMIL
NRP 04211640000008

DOSEN PEMBIMBING
Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D.

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

Halaman ini sengaja dikosongkan



FINAL PROJECT - ME184834

**ECONOMIC FEASIBILITY ANALYSIS OF SEA WATER
DISTILLATION SYSTEM BY UTILIZING DIESEL ENGINE
EXHAUST GAS HEAT ON PASSENGER SHIP KM. NGGAPULU**

MUCHAMMAD INSAN KAMIL
NRP 0421164000008

SUPERVISOR
Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D.

**DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KELAYAKAN EKONOMI PERANCANGAN SISTEM DISTILASI AIR LAUT DENGAN MEMANFAATKAN PANAS GAS BUANG MESIN DIESEL PADA KAPAL PENUMPANG KM. NGGAPULU

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada

Bidang Studi *Marine Machinery Fluid and System (MMS)*
Program S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Muchammad Insan Kamil
NRP 0421164000008

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D.

()

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KELAYAKAN EKONOMI PERANCANGAN SISTEM DISTILASI AIR LAUT DENGAN MEMANFAATKAN PANAS GAS BUANG MESIN DIESEL PADA KAPAL PENUMPANG KM. NGGAPULU

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

Bidang Studi *Marine Machinery Fluid and System (MMS)*

Program S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Muchammad Insan Kamil
NRP 04211640000008

Disetujui Oleh,
Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan :



Beny Cahyono, ST, MT, Ph.D.

NIP 197903192008011008

SURABAYA
AGUSTUS 2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

ANALISIS KELAYAKAN EKONOMI PERANCANGAN SISTEM DISTILASI AIR LAUT DENGAN MEMANFAATKAN PANAS GAS BUANG MESIN DIESEL PADA KAPAL PENUMPANG KM. NGGAPULU

Nama mahasiswa : Muchammad Insan Kamil
NRP : 0421164000008
Pembimbing : Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D.

ABSTRAK

Kebutuhan air tawar pada kapal merupakan kebutuhan pokok karena diperlukan dalam berbagai aktivitas manusia di dalam kapal seperti cuci, mandi, minum, memasak serta sebagai media pendingin mesin diesel kapal. Hingga saat ini, air tawar pada kapal penumpang KM. Nggapulu diperoleh dengan cara membeli pada saat di pelabuhan. Perancangan sistem distilasi air laut dengan memanfaatkan panas gas buang mesin diesel pada kapal penumpang KM. Nggapulu bertujuan untuk memanfaatkan kembali panas gas buang dari diesel engine sebagai sumber panas pada proses pengupuan sistem distilasi untuk memproduksi air tawar. Sistem distilasi air laut ini membutuhkan biaya investasi sebesar Rp 2.853.736.737 dan biaya operasional Rp 32.703.621 selama setahun. Berdasarkan hasil analisis kelayakan ekonomi perancangan sistem distilasi air laut dengan metode *Net Present Value* (NPV) menghasilkan nilai Rp 2,49 Milyar, dengan *Internal Rate of Return* (IRR) menghasilkan nilai 19%, dengan metode *Benefit Cost Ratio* (BCR) menghasilkan nilai 2,49, serta pada metode *Payback Period* menyimpulkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan modal adalah selama 6 tahun 6 bulan. Dari hasil keempat metode analisis kelayakan ekonomi, secara umum perancangan sistem distilasi air laut dengan memanfaatkan panas gas buang mesin diesel pada kapal penumpang KM. Nggapulu layak untuk dilanjutkan karena telah memenuhi kriteria kelayakan investasi. Berdasarkan *cashflow* selama 16 tahun, pengoperasian sistem distilasi air laut ini mampu melakukan penghematan biaya pembelian air tawar hingga Rp 12,1 Milyar.

Kata kunci : Analisis Ekonomi, Distilasi, Kapal Penumpang

Halaman ini sengaja dikosongkan

ECONOMIC FEASIBILITY ANALYSIS OF SEA WATER DISTILLATION SYSTEM BY UTILIZING DIESEL ENGINE EXHAUST GAS HEAT ON PASSENGER SHIP KM. NGGAPULU

Nama mahasiswa : Muchammad Insan Kamil
NRP : 0421164000008
Pembimbing : Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D.

ABSTRACT

Freshwater on ships is a basic need because it is needed in various human activities on board such as washing, bathing, drinking, cooking as well as for cooling water system of the diesel engine. Until nowadays, freshwater on the passenger ship KM. Nggapulu is obtained by buying at the port. Design of seawater distillation system by utilizing diesel engine exhaust gas on passenger ship KM. Nggapulu intends to the recover heat from exhaust gas as a heat source for the evaporating process to produce fresh water. This seawater distillation system needs an investment cost of Rp 2.853.736.737 and an annual operational cost of Rp 32.703.621. Based on the result of the economic feasibility analysis of the design of the seawater distillation system by utilizing diesel engine exhaust gas on passenger ship KM. Nggapulu with *Net Present Value* (NPV) method generates a value of Rp 2.49 Billion, with *Internal Rate of Return* (IRR) method generate a value of 19%, with *Benefit Cost Ratio* (BCR) method generate a value of 2.49, and with *Payback Period method* conclude that time needed to pay back the investment cost is 6 years and 6 months. From the results of all four economic feasibility methods, generally design of seawater distillation system by utilizing diesel engine exhaust gas on passenger ship KM. Nggapulu is feasible to continue because it has completed the minimum criteria of investment feasibility. Based on 16 years of *cash flow*, operating of seawater distillation system could save the cost of purchase of freshwater up to Rp 12.1 Billion.

Keyword(s) : Economic analysis, Distillation, Passenger ship

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, berkah, dan hidayahnya sehingga dapat terselesaikannya tugas akhir ini. Tugas Akhir dengan judul “Analisis Kelayakan Ekonomi Perancangan Sistem Distilasi Air Laut Dengan Memanfaatkan Panas Gas Buang Mesin Diesel Pada Kapal Penumpang KM. Nggapulu” dibuat sebagai persyaratan meraih gelar sarjana pada Departemen Teknik Sistem Perkapalan. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik tidak lepas dari do’a dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karenanya penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua Ansori dan Nurmiswati yang selalu memberikan doa serta dukungan baik moral maupun material kepada penulis.
2. Bapak Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D. yang selalu mengarahkan, membimbing dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Beny Cahyono, ST., MT., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan.
4. Bapak Ir. Amiadji, M.Sc. selaku Dosen Wali yang selalu memberikan motivasi dan dukungan untuk penulis.
5. Satrio Meidianto yang telah mengizinkan saya melakukan analisis kelayakan ekonomi dari Tugas Akhirnya.
6. Teman-teman “*Marine Machinery Fluid and System Laboratory (MMS)*” yang selalu membantu dan menjadi tempat bertukar pikiran selama pengerjaan tugas akhir ini.
7. Serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Akhir kata, saya sebagai penulis menyadari adanya kekurangan dari laporan tugas akhir. Maka sangat diharapkan adanya saran dan kritik yang membangun dan semoga segala yang telah saya susun ini dapat menjadi manfaat bagi kita semua.

Surabaya, Juli 2020
Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
LEMBAR PENGESAHAN.....	vii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR, GRAFIK, DAN DIAGRAM.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Sistem Distilasi.....	3
2.2 Efisiensi Panas Motor Diesel.....	3
2.3 Distilator sebagai <i>Heat Exchanger</i>	4
2.4 Evaporator.....	4
2.5 Kondensor.....	5
2.6 Kelayakan Ekonomi.....	5
2.7 Tujuan Analisis Kelayakan Ekonomi.....	6
2.8 Referensi Analisis Kelayakan Ekonomi Sistem Desalinasi.....	6
2.9 <i>Net Present Value</i> (NPV).....	7
2.10 <i>Internal Rate of Return</i> (IRR).....	8
2.11 <i>Payback Period</i>	8
2.12 <i>Benefit Cost Ratio</i> (BCR).....	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	11
3.1 Diagram Alur Penelitian.....	11
3.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	12
3.3 Studi Literatur.....	12
3.4 Pengumpulan Data.....	12
3.5 Perhitungan Biaya Investasi.....	12
3.6 Perhitungan Biaya Operasional.....	12
3.7 Analisis Ekonomi dan Pembahasan.....	12
3.8 Validasi.....	12
3.9 Kesimpulan dan Saran.....	13
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	15
4.1 Deskripsi Umum.....	15

4.2	Rincian Pembelian Air Tawar KM. Nggapulu Tahun 2019	15
4.3	Perhitungan Biaya Investasi.....	17
4.3.1	Rincian Kebutuhan Bahan, Peralatan, dan Modifikasi Kapal.....	17
4.3.2	Perhitungan Biaya Pengadaan Bahan dan Komponen Impor	17
4.3.3	Perhitungan Biaya Pengadaan Bahan dan Komponen Lokal	18
4.3.4	Perhitungan Biaya Pembelian Peralatan Penunjang	18
4.3.5	Perhitungan Biaya Modifikasi Kapal.....	18
4.3.6	Total Biaya Investasi	18
4.4	Perhitungan Biaya Operasional.....	24
4.4.1	Rincian Kebutuhan Operasional	24
4.4.2	Perhitungan Biaya Operasional	24
4.5	Perhitungan Biaya Perawatan	25
4.6	Pembiayaan Modal.....	25
4.7	Perhitungan Depresiasi	27
4.7.1	Biaya Perolehan	27
4.7.2	Perkiraan Umur Ekonomis	27
4.7.3	Perkiraan Nilai Residu.....	28
4.7.4	Hasil Perhitungan Depresiasi.....	28
4.8	Perhitungan Produksi Air Tawar	28
4.8.1	Persentase Pemenuhan Kebutuhan Air Tawar.....	29
4.8.2	Nilai Produksi Air Tawar.....	29
4.9	Arus Kas	29
4.10	Analisis Ekonomi.....	34
4.10.1	Perhitungan <i>Net Present Value</i> (NPV).....	34
4.10.2	Perhitungan <i>Internal Rate of Return</i> (IRR).....	35
4.10.3	Perhitungan <i>Payback Period</i>	35
4.10.4	Perhitungan <i>Benefit Cost Ratio</i> (BCR)	36
4.11	Analisis Efisiensi Biaya	36
BAB V_KESIMPULAN DAN SARAN		43
5.1	Kesimpulan	43
5.2	Saran	43
DAFTAR PUSTAKA.....		45
LAMPIRAN P&ID DAN 3D LAYOUT SISTEM DISTILASI AIR LAUT		47
LAMPIRAN SPESIFIKASI BAHAN DAN KOMPONEN		55
BIODATA PENULIS.....		65

DAFTAR GAMBAR, GRAFIK, DAN DIAGRAM

Gambar 2.1 Diagram Sistem Distilasi Air Laut	3
Gambar 2.2 Diagram Heat Balance.....	4
Gambar 2.3 P&ID Sistem Distilasi Air Laut.....	5
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	11
Gambar 4.1 Grafik Depresiasi Sistem Distilasi Air Laut	28
Gambar 4.2 Grafik Penerimaan Kas Bersih Tahun 2020 hingga Tahun 2036.....	34
Gambar 4.3 Grafik <i>Net Present Value</i> (NPV) discount rate 10% dan 15%	34
Gambar 4.4 Grafik Hasil Perhitungan <i>Internal Rate of Return</i> (IRR).....	35
Gambar 4.5 Grafik Hasil Perhitungan <i>Payback Period</i>	36
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Pengerluaran Biaya Air Tawar KM. Nggapulu.....	37

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh Tabel Perhitungan NPV	7
Tabel 2.2 Contoh Tabel Perhitungan IRR	8
Tabel 2.3 Kelebihan dan Kekurangan Payback Period	9
Tabel 2.4 Contoh Tabel Perhitungan BCR.....	10
Tabel 4.1 Kriteria Kelayakan Ekonomi.....	15
Tabel 4.2 Pembelian Air Tawar KM. Nggapulu Tahun 2019	15
Tabel 4.3 Rincian Bea Masuk dan Pajak Impor	17
Tabel 4.4 Total Biaya Investasi	18
Tabel 4.5 Rincian Kebutuhan Bahan.....	19
Tabel 4.6 Rincian Kebutuhan Peralatan Penunjang, dan Modifikasi Kapal	20
Tabel 4.7 Biaya Pengadaan Bahan dan Komponen Impor	20
Tabel 4.8 Rincian Biaya Pengadaan, Bea Masuk dan Pajak Impor Pengadaan Bahan dan Komponen Impor.....	21
Tabel 4.9 Biaya Pengadaan Bahan dan Komponen Lokal	22
Tabel 4.10 Biaya Pembelian Peralatan Penunjang	23
Tabel 4.11 Biaya Modifikasi Kapal	23
Tabel 4.12 Kebutuhan Daya Listrik Pompa Air Laut.....	24
Tabel 4.13 Rincian Biaya Perawatan & Perbaikan	25
Tabel 4.14 Pembagian Sumber Modal	25
Tabel 4.15 Angsuran Pinjaman Bank.....	26
Tabel 4.16 Tarif Depresiasi	27
Tabel 4.17 Total Biaya Perolehan	27
Tabel 4.18 Hasil Perhitungan Depresiasi	30
Tabel 4.19 Arus Kas Sistem Distilasi Air Laut KM. Nggapulu Tahun 2020-2036	31
Tabel 4.20 Hasil Perhitungan Net Present Value (NPV) Suku Bunga 10% dan 15%....	38
Tabel 4.21 Hasil Perhitungan Internal rate of return (IRR).....	39
Tabel 4.22 Hasil Perhitungan Payback Period	40
Tabel 4.23 Hasil Perhitungan Benefit Cost Ratio (BCR) Suku Bunga 10% dan 15% ...	41
Tabel 4.24 Perbandingan Perbandingan Pengerluaran Biaya Air Tawar KM. Nggapulu	42

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wilayah Indonesia yang notabene merupakan wilayah kepulauan dengan jumlah wilayah perairan dua pertiga dari wilayah keseluruhan. Media transportasi yang tepat untuk menjangkau pulau-pulau di Indonesia adalah kapal. Aktivitas manusia di kapal sering membutuhkan air tawar bersih. Di dalam kapal, air tawar digunakan untuk kebutuhan minum, memasak, mandi cuci, dan pendingin motor. Air tawar di kapal disimpan pada tangki-air-tawar yang akan diisi pada saat di pelabuhan. Untuk rute pelayaran dengan waktu yang lama maka memerlukan air tawar bersih yang lebih banyak. Hal ini berarti dibutuhkan tangki-air-bersih yang berukuran besar. Demikian juga biaya penyediaan air tawar menjadi lebih besar. Untuk mengurangi biaya operasional akibat penyediaan air tawar dari darat serta menghemat ruang di kapal untuk tangki-air-tawar maka diperlukan suatu inovasi teknologi. Serta tidak menutup kemungkinan apabila nantinya sebuah kapal dapat menyediakan kebutuhan air tawar bersihnya sendiri.

Apabila kita amati, sumber daya yang dapat dimanfaatkan secara bebas di kapal yakni air laut dan gas buang motor penggerak kapal. Hampir semua motor penggerak yang digunakan pada kapal mengeluarkan gas buang akibat proses pembakaran. Gas buang ini dapat dimanfaatkan kembali dengan cara mengekstrak energi panasnya kemudian digunakan untuk alat distilasi air laut menjadi air tawar bersih. Dengan metode distilasi seperti ini dapat meningkatkan efisiensi panas motor bakar dan menciptakan sebuah sistem yang ramah lingkungan.

Jenis kapal yang memiliki jumlah kebutuhan air tawar yang paling banyak adalah pada kapal penumpang. Pada jenis kapal ini air tawar lebih banyak digunakan untuk menyediakan kebutuhan sistem domestik, semakin banyak penumpang yang diangkut maka semakin banyak pula kebutuhan air tawar yang harus disediakan. Pada Tugas Akhir ini objek penelitian yang kami pakai adalah KM. Nggapulu. Kapal penumpang dengan kapasitas maksimal 2170 penumpang, masih mendapatkan air tawar dengan membelinya pada saat di pelabuhan.

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah menganalisis ekonomi dari perancangan sistem distilasi air laut pada KM. Nggapulu dari sudut pandang perusahaan atau pemilik kapal. Keluaran yang diharapkan dari analisis ini adalah sebuah studi kelayakan manfaat dan investasinya sehingga dapat menghindari adanya penggunaan modal yang terlalu besar dalam perancangan sistem ini. Dalam menentukan kelayakan dari Perancangan Sistem Distilasi Air Laut dengan Memanfaatkan Panas Gas Buang Mesin Diesel ini ditentukan dari besarnya nilai *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Payback Period*, dan *Benefit Cost Ratio* (BCR). Perancangan sistem ini dikatakan layak apabila nilai $NPV > 0$, $IRR > \text{Tingkat Discount Rate}$ yang diharapkan, $\text{Payback Period} < \text{lama konsesi}$, dan nilai $BCR > 1$.

1.2 Perumusan Masalah

Dengan uraian di atas, maka dapat disimpulkan perumusan masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana nilai investasi dan biaya operasional dari sistem distilasi air laut dengan memanfaatkan panas gas buang mesin diesel pada KM. Nggapulu?
2. Bagaimana studi kelayakan ekonomi sistem distilasi air laut ini dari sudut pandang pemilik kapal KM. Nggapulu?

1.3 Batasan Masalah

Untuk dapat melaksanakan penelitian ini diperlukan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian pada sistem distilasi ini hanya melakukan analisis ekonomi.
2. Ruang lingkup analisis ekonomi yang digunakan adalah *Benefit Cost Ratio* (BCR), *Net Present Value* (NPV), *Payback Period*, dan *Internal Rate of Return* (IRR).

1.4 Tujuan Penelitian

Untuk menjawab seluruh pertanyaan pada perumusan masalah maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui nilai investasi dan biaya operasional dari sistem distilasi air laut dengan memanfaatkan panas gas buang mesin diesel pada KM. Nggapulu.
2. Untuk mengetahui studi kelayakan ekonomi sistem distilasi air laut ini dari sudut pandang pemilik kapal KM. Nggapulu.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

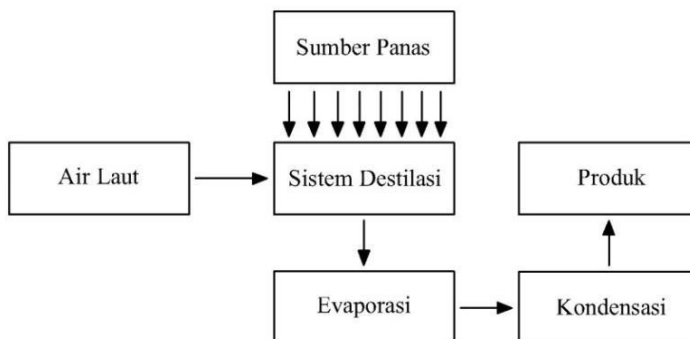
1. Menambah wawasan mengenai metode distilasi air laut yang memanfaatkan panas dari gas buang.
2. Mengetahui performa dan kelayakan ekonomi dari sistem distilasi air laut dengan memanfaatkan panas gas buang mesin diesel pada KM. Nggapulu sehingga dapat dijadikan referensi bagi perusahaan pelayaran untuk mengefisiensikan modal atau biaya operasional.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab ini menjelaskan teori dasar dalam menunjang penelitian beserta konsep-konsep yang mendukung penelitian dalam tugas akhir, termasuk gambaran dari pendefinisian secara umum dan penelitian terdahulu.

2.1 Sistem Distilasi

Distilasi merupakan istilah lain dari penyulingan, yakni suatu proses penguapan cairan dengan cara memanaskan cairan tersebut beserta komponen penyusunnya yang menguap pada suhu yang berbeda, sehingga dapat dipisahkan komponen satu dengan yang lain melalui proses kondensasi. Cairan yang lebih dahulu menguap akan dikondensasikan sehingga dapat berubah kembali menjadi cairan. Proses ini digunakan untuk memurnikan suatu cairan dari campurannya baik cairan maupun padatan (Cammack, 2006).

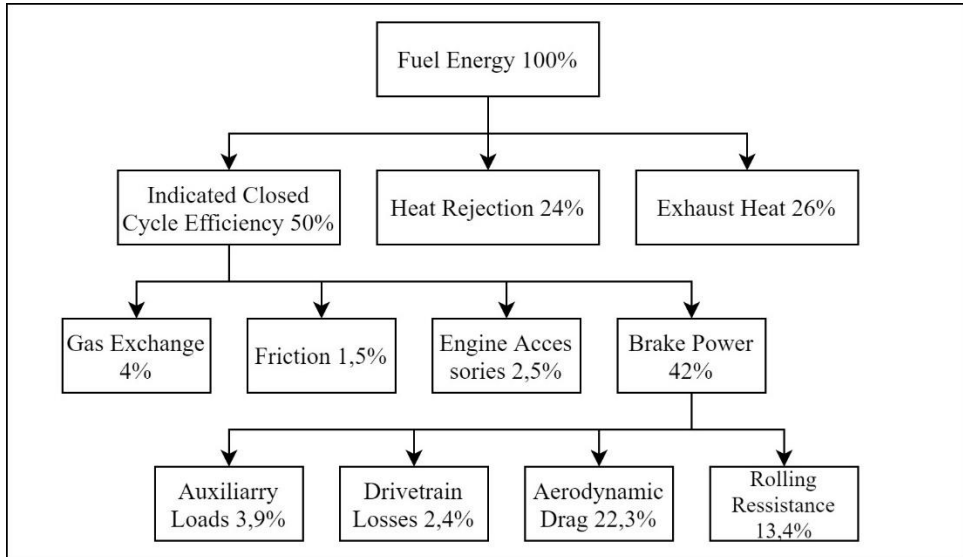


Gambar 2.1 Diagram Sistem Distilasi Air Laut

Pada sistem ini seperti pada Gambar 2.1 terdapat 2 prinsip dasar yaitu penguapan/evaporasi dan pengembunan/kondensasi. Zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan lebih cepat menguap dan yang memiliki titik didih tinggi akan mengendap di dasar tangki (Irvandi, 2016). Pada sistem distilasi ini memanfaatkan panas dari gas buang mesin diesel untuk memanaskan air laut hingga menjadi uap air.

2.2 Efisiensi Panas Motor Diesel

Pada proses pembakaran motor diesel dua langkah maupun empat langkah, tidak semua tenaga hasil pembakaran digunakan secara efektif. Berdasarkan Gambar 2.2 sebesar 24% tenaga hasil pembakaran dibuang melalui gas buang dan sebesar 26% tenaga hasil pembakaran dibuang melalui *cooling loss* (NAS, 2010). Maka dari itu sangat mungkin tenaga yang hilang tersebut dimanfaatkan kembali untuk energi alternatif di kapal, salah satunya adalah pemanfaatan energi dari gas buang sebesar 24% dari total pembakaran sebagai sumber pemanas pada sistem distilasi (Irvandi, 2016).



Gambar 2.2 Diagram Heat Balance

Sumber: (NAS, 2010)

2.3 Distilator sebagai *Heat Exchanger*

Sama halnya dengan ketel uap (*steam boiler*), mesin pendingin (*refrigerator*), atau mesin pemanas lainnya, distilator juga merupakan sebuah alat penukar kalor (*heat exchanger*), yang terdiri dari beberapa peralatan utama yaitu peralatan penguapan (*evaporator*) dan peralatan pengembunan (*kondensor*). Proses perpindahan kalor pada kedua peralatan ini adalah merupakan proses gabungan yang melibatkan radiasi dan konduksi, atau dapat dikatakan bahwa proses yang terjadi adalah proses konveksi (Sahuburua, 2006).

Seperti pada Gambar 2.3 proses penguapan yang terjadi pada evaporator disesuaikan pada panas yang dihasilkan motor diesel. Air laut diambil dengan menggunakan sebuah pompa air laut dan kemudian dimasukkan ke dalam evaporator pada tekanan yang diinginkan untuk proses penguapan. Uap yang dihasilkan merupakan uap air tawar dengan asumsi bahwa garam tidak menguap bersama-sama dengan air. Uap yang dihasilkan kemudian dialirkan ke kondensor untuk diembunkan, sedangkan air laut langsung dibuang ke laut.

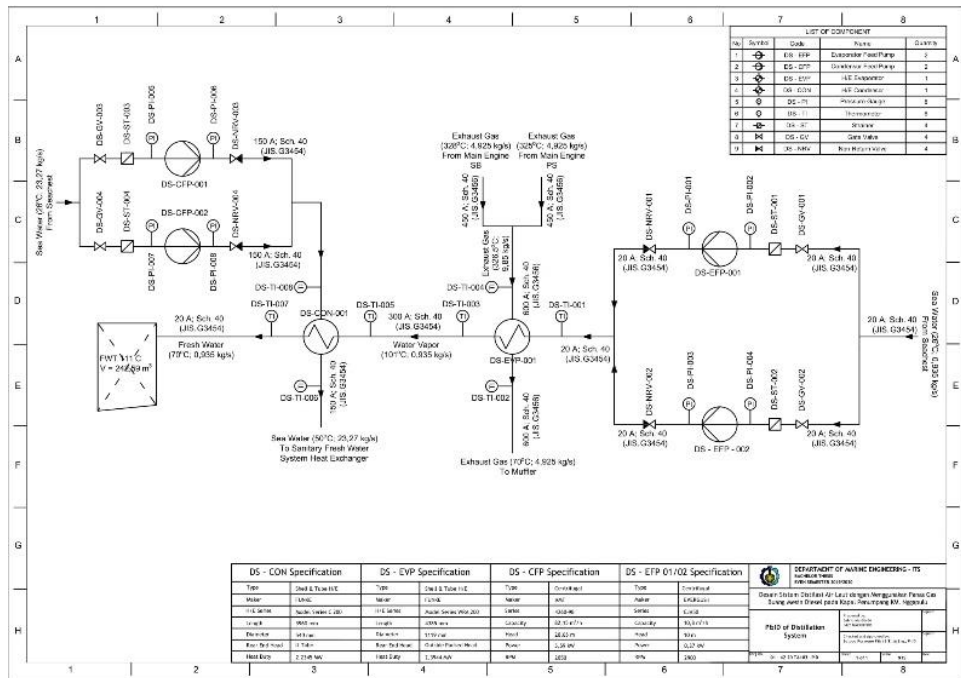
Proses pengembunan uap air yang dihasilkan berlangsung dalam kondensor. Pada proses ini air laut yang dipompakan sebelum dimasukkan ke evaporator air laut tersebut melewati kondensor sebagai pendingin. Hasil kondensasi merupakan air tawar yang didinginkan dan kemudian dipompakan ke tangki air tawar (*fresh water tank*).

2.4 Evaporator

Evaporator berfungsi menyerap panas dari gas buang motor diesel dan meneruskan panas tersebut untuk menguapkan air laut dalam pipa-pipa. Evaporator yang dirancang ini memiliki sistem pipa di mana air laut diuapkan di dalam pipa-pipa sedangkan air panas dari gas buang motor diesel mengalir pada bagian luar pipa-pipa.

2.5 Kondensator

Kondensator dikategorikan dalam dua jenis, yaitu kondensator dengan pendingin air dan kondensator dengan pendingin udara. Dalam perancangan sistem ini digunakan kondensator dengan pendinginan air, yaitu dengan menggunakan air laut sebelum memasuki evaporator, dimana air mengalir dalam pipa-pipa sedangkan uap mengalir di luar pipa. Laju perpindahan kalor yang dibutuhkan di dalam kondensator merupakan fungsi dari kapasitas evaporasi di evaporator, suhu penguapan serta suhu pengembunan. Kondensator harus dapat mengeluarkan energi yang diserap oleh evaporator serta kalor kompresi dalam kompresor (Sahuburua, 2006).



Gambar 2.3 P&ID Sistem Distilasi Air Laut

Sumber: (Meidiyanto, 2020)

2.6 Kelayakan Ekonomi

(Machowiecz, 2009) mengemukakan bahwa “*Feasibility is allocations of capital to long term capital investment used in the production of goods or services.*” Sedangkan (Subagyo, 1993) menyatakan : “Penganggaran investasi adalah aktivitas investasi dimana dikeluarkan dana untuk membentuk aktiva produktif dengan harapan agar memperoleh manfaat yang akan datang. Aktiva proyek investasi selalu ditujukan untuk mencapai suatu tujuan selama jangka waktu tertentu yang panjang. Setiap usul investasi harus mempunyai periode tertentu, yakni kapan proyek investasi tersebut dimulai dan kapan itu berakhir.”

Jadi dari pendapat di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa kelayakan usaha mencakup seluruh proses kegiatan di dalam merencanakan, menganalisis dan memilih suatu investasi jangka panjang yang hasilnya baru akan dinikmati dalam tahun-tahun mendatang. Secara umum kelayakan usaha berkaitan dengan perencanaan investasi

dalam aktiva tetap dengan sarana-sarana produksi lainnya, termasuk pula semua pengeluaran yang dilakukan guna riset dan penelitian, dimana manfaatnya baru dapat dinikmati di masa yang akan datang (Afifudin, 2009).

Teori yang berkaitan dengan perhitungan kelayakan usaha adalah *Capital Budgeting*. (Fred, 1992) mengatakan bahwa “*Capital budgeting involves the entire process of planning expenditure with returns that are expected to extend beyond one year. The choice of one year is arbitrary, of course, but it is a convenient cut off for distinguishing between kinds of expenditure.*”

2.7 Tujuan Analisis Kelayakan Ekonomi

Tujuan dari analisis kelayakan ekonomi adalah memastikan keberlanjutan ekonomi suatu proyek yang berkaitan dengan efektivitas, ketepatan waktu, penggunaan dana, dan sumber daya selama periode proyek. Proyek dianggap layak secara ekonomi jika proyek tersebut dibutuhkan dan mampu memberikan manfaat yang lebih baik atau manfaat yang serupa namun dengan biaya yang lebih murah daripada opsi-opsi lain yang menjadi alternatif.

Secara umum boleh dikatakan bahwa analisis kelayakan ekonomi ini merupakan analisis perekonomian secara keseluruhan yang dilihat dari sudut perusahaan atau pemilik kapal, sehingga biaya dan manfaat yang dipertimbangkan adalah biaya dan manfaat yang berdampak secara keseluruhan terhadap perusahaan (Suprpto, 2017).

Suatu investasi diharapkan dapat memberikan nilai tambah yang positif. Dalam arti bahwa *present value cash flow* yang akan dihasilkan di masa datang lebih besar daripada biaya-biayanya. Kriteria yang digunakan untuk mengukur kelayakan ekonomi dari perancangan adalah *Benefit Cost Ratio* (BCR), *Net Present Value* (NPV), *Payback Period*, dan *Internal Rate of Return* (IRR).

2.8 Referensi Analisis Kelayakan Ekonomi Sistem Desalinasi

Tugas akhir ini juga mereferensi pada beberapa jurnal ilmiah yang membahas tentang analisis kelayakan ekonomi pada sistem desalinasi. (Yoshi, 2016) mengemukakan bahwa desain sistem *Sea Water Reverse Osmosis* (SWRO) kapasitas 150-1.000 m³/hari layak dilakukan. Analisis investasi menggunakan metode NPV dan IRR menghasilkan nilai yang positif. Adapun rincian biaya pembangunan desalinasi diperoleh dari total biaya pembelian air baku, biaya kapital atau biaya investasi, biaya listrik, biaya bahan kimia (*pre* dan *post treatment*), biaya perawatan, biaya membran, biaya cartridge filter, dan biaya tenaga. Sedangkan keuntungan penjualan air desalinasi SWRO pada tahun pertama sebesar Rp 24.300/m³ dan akan naik Rp 2.000/m³ setiap dua tahun sekali.

Berdasarkan penelitian dari (Lokajaya, 2016) mengemukakan bahwa pembangunan Instalasi *Sea Water Reverse Osmosis* (SWRO) di Kawasan Wisata Pantai Kenjeran Surabaya dinyatakan layak untuk dijalankan. Biaya investasi hingga Rp 4,5 Milyar dan dengan estimasi biaya operasional dan perawatan, penyusutan investasi sebesar 10% setiap tahunnya dan asumsi bunga 10% per tahun, mampu menghasilkan nilai NPV > 0 yaitu sebesar Rp 5,5 Milyar, nilai IRR 19,38%. Proyek investasi ini direncanakan mampu melayani kebutuhan air bersih hingga 15 tahun. Sistem ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan air bersih sekitar 7.935 pengunjung per hari dan kapasitas jumlah hasil olahan air bersih yang akan didistribusikan sebesar 257,09 m³/hari atau setara dengan 10,71 m³/jam.

2.9 Net Present Value (NPV)

Net Present Value adalah selisih antara *Present Value Benefit* dikurangi dengan *Present Value Cost*. Hasil NPV dari suatu proyek yang dikatakan layak secara finansial adalah yang menghasilkan nilai NPV bernilai positif (Suprpto, 2017). NPV merupakan manfaat yang diperoleh pada suatu masa proyek yang diukur pada tingkat suku bunga tertentu. Dalam perhitungan NPV ini perlu kiranya ditentukan dengan tingkat suku bunga saat ini yang relevan. Selain itu, NPV juga dapat diartikan sebagai nilai saat ini dari suatu *cash flow* yang diperoleh dari suatu investasi yang dilakukan.

Analisis nilai sekarang (*present value*) didasarkan pada konsep nilai waktu dari uang (*time value of money*), dimana semua arus kas masuk (*cash inflow*) dan arus kas keluar (*cash outflow*) diperhitungkan terhadap titik waktu sekarang pada suatu tingkat pengembalian minimum yang diinginkan. Nilai NPV lebih besar daripada 0 (nol) menandakan bahwa kegiatan usaha tersebut layak untuk dilanjutkan (Raharjo, 2007).

Metode ini merupakan metode yang paling umum digunakan perusahaan untuk mengevaluasi kelayakan suatu proyek. Langkah-langkah menghitung NPV dari suatu proyek adalah sebagai berikut (Afifudin, 2009):

1. Menghitung nilai sekarang (*Present Value*) arus kas bersih dari setiap periode dan mendiskontokan dengan *cost of capital* dari proyek.
2. Menjumlahkan seluruh arus kas bersih tiap periode yang telah didiskontokan tadi.
3. Mengurangkannya dengan investasi awal untuk mendapatkan *net present value*.
4. Jika nilai *Net Present Value* (NPV) positif maka proyek diterima dan dapat menaikkan nilai perusahaan, sebaliknya jika nilai *net present value* (NPV) negatif maka proyek akan ditolak karena akan menurunkan nilai perusahaan. Sedangkan jika nilai *Net Present Value* (NPV) sama dengan nol maka Investasi tersebut tidak akan mengubah nilai perusahaan.

Rumus dari metode *Net Present Value* (NPV) sebagai berikut (Abelson, 1979):

$$\sum = \frac{CFt - I_0}{(I + k)} \quad (1)$$

Keterangan: CFt = *Net Cash Flow* (arus kas bersih) pada periode t
 I₀ = *Initial Outlay* (investasi awal)
 K = *Cost of capital* dari proyek

Indikator NPV :

- i. Jika NPV > 0 (positif), maka proyek layak (*go*) untuk dilaksanakan.
- ii. Jika NPV < 0 (negatif), maka proyek tidak layak (*not go*) untuk dilaksanakan.
- iii. Jika NPV = 0, maka manfaat proyek akan sama dengan biaya proyek

Tabel 2.1 Contoh Tabel Perhitungan NPV

KETERANGAN	TAHUN			
	2017	2018	2019	2020
Biaya Investasi (Juta Rupiah)	9000			
Arus Kas Masuk (Juta Rupiah)		5090	4500	4000
Arus Masuk-Biaya	-9000	5090	4500	4000
NPV				2137,76

2.10 Internal Rate of Return (IRR)

Internal rate of return adalah *discount rate* yang menyamakan nilai sekarang (*Present Value*) dari arus kas masuk dan nilai investasi suatu usaha, dengan kata lain IRR adalah *discount rate* yang menghasilkan NPV = 0 . Jika biaya modal suatu usaha lebih besar dari IRR, maka NPV menjadi negatif, sehingga usaha tersebut tidak layak untuk diambil. Jadi, semakin tinggi IRR dibandingkan dengan biaya modalnya (WACC), semakin baik usaha tersebut untuk dipilih. Sebaliknya, jika IRR lebih kecil daripada biaya modalnya, proyek tersebut tidak akan diambil. Jadi biaya modal maksimum yang dapat ditanggung suatu usaha adalah sebesar IRR. Langkah-langkah menghitung IRR adalah sebagai berikut (Afifudin, 2009):

1. Ambil *discount rate* (r_1) yang memberikan NPV Positif (NPV_1) dan ambil *discount rate* lainnya (r_2) yang lebih besar dari pada r_1 , sehingga menghasilkan NPV negatif (NPV_2).
2. Gunakan metode linear interpolation untuk menghitung IRR dengan rumus sebagai berikut:

$$IRR = r_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)}(r_2 - r_1) \quad (2)$$

Tabel 2.2 Contoh Tabel Perhitungan IRR

KETERANGAN	TAHUN			
	2017	2018	2019	2020
Biaya Investasi (Juta Rupiah)	9000			
Arus Kas Masuk (Juta Rupiah)		5090	4500	4000
Arus Masuk-Biaya	-9000	5090	4500	4000
NPV				2137,76
IRR				25%

2.11 Payback Period

Payback Period (Periode *Payback*) merupakan metode yang digunakan untuk menghitung lama periode yang diperlukan untuk mengembalikan uang yang telah diinvestasikan dari aliran kas masuk (*Proceeds*) tahunan yang dihasilkan oleh proyek investasi tersebut. Apabila *proceeds* setiap tahunnya jumlahnya sama maka *Payback Period* (PP) dari suatu investasi dapat dihitung dengan cara membagi jumlah investasi (*outlays*) dengan *proceeds* tahunan. Untuk menghitung *Payback Period* (PP) yang mempunyai nilai *proceeds* yang tidak sama setiap tahunnya maka dihitung akumulasi *proceeds*-nya terlebih dahulu sehingga diperoleh akumulasi kas masuk (no1) (Suliyanto, 2010).

Kriteria kelayakan penerimaan investasi menggunakan metode *Payback Period* adalah suatu investasi yang diusulkan dinyatakan layak jika *Payback Period* lebih pendek dibandingkan periode *payback* maksimum. Sebaliknya, jika *Payback Period* (PP) suatu investasi lebih panjang daripada periode *payback* maksimum maka investasi tersebut dinyatakan tidak layak. Apabila terdapat beberapa alternatif investasi maka untuk menentukan alternatif terbaik dilakukan pemilihan investasi yang mempunyai *Payback Period* yang paling pendek. Rumus yang digunakan untuk menghitung *Payback Period* (PP) adalah sebagai berikut.

$$PP = \frac{\text{Investasi Kas Bersih}}{\text{Aliran Kas Masuk Bersih Tahunan}} \quad (3)$$

Metode *Payback Period* (PP) sebagai alat analisis untuk menentukan tingkat pengembalian investasi mempunyai kelebihan dan kekurangan sebagai berikut.

Tabel 2.3 Kelebihan dan Kekurangan *Payback Period*

Kelebihan	Kekurangan
<ul style="list-style-type: none"> a. Mudah dihitung, tidak memerlukan data yang banyak. b. Berdasarkan pada <i>cash</i> basis, bukan <i>accrual</i> basis. c. Cukup akurat untuk mengukur nilai investasi yang diperbandingkan untuk beberapa kasus dan bagi pembuat keputusan d. Dapat digunakan untuk melihat hasil-hasil yang dapat diperbandingkan dan mengabaikan alternatif - alternatif investasi yang buruk (tidak menguntungkan) e. Menekankan pada alternatif- alternatif investasi yang memiliki periode pengembalian lebih cepat. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Tidak mampu memberikan informasi tentang tingkat profitabilitas investasi b. Tidak memperhitungkan nilai waktu uang c. Sulit membuat kesimpulan jika terdapat dua peluang investasi atau lebih yang memiliki umur ekonomis yang tidak sama d. Tidak memperhitungkan pengembalian investasi setelah melewati waktu <i>Payback Period</i>

Sumber: (Suliyanto, 2010)

2.12 *Benefit Cost Ratio* (BCR)

Benefit Cost Ratio atau analisis biaya dan manfaat merupakan suatu pendekatan untuk menyusun rekomendasi kebijakan dengan cara menghitung total biaya dan total keuntungan dalam bentuk uang. Analisis ini digunakan untuk merekomendasikan tindakan kebijakan, dalam arti diaplikasikan ke depan, dan dapat juga digunakan untuk mengevaluasi kinerja kebijakan. Analisis *Benefit Cost Ratio* digunakan terutama ketika masalah efisiensi menjadi sesuatu yang sangat relevan dan diperhitungkan, atau dengan perkataan lain digunakan untuk mengevaluasi penggunaan sumber-sumber ekonomi agar sumber yang langka tersebut dapat digunakan secara efisien (Suprpto, 2017).

Dalam melakukan analisis *Benefit Cost Ratio* yang harus diperhatikan adalah melakukan hal-hal berikut:

- i. *Identifying relevant impacts*. Melakukan identifikasi hal-hal mana yang relevan terkena dampak dari kebijakan. Misal: keluasan wilayah, orang-orang/pihak-pihak. Pihak-pihak mana yang paling berkepentingan dengan pembangunan proyek.
- ii. *Monetizing impacts*. Mengukur sejauh mana biaya-biaya yang dikeluarkan memberikan kompensasi yang wajar dengan hasil yang diperolehnya.
 - a. *Valuing inputs*: Mengukur sejauh mana biaya-biaya yang dikeluarkan memberikan kompensasi yang wajar dengan hasil yang diperolehnya.

- b. *Valuing Outcomes*; menilai sejauh mana hasil yang didapatkan melalui pendekatan *opportunity cost* atau survei *willingness to pay*.
- c. *Opportunity cost*: Pemilihan sejumlah sumber daya yang paling efisien, yang diukur melalui penilaian sejauh mana sumberdaya itu telah mengakibatkan hilangnya kesempatan untuk digunakan untuk menghasilkan hal lain.
- iii. *Discounting for time and risk*. Menghitung perkiraan nilai hari ini dari biaya dan manfaat yang akan diperoleh pada masa yang akan datang. Faktor diskonto (discount) didasarkan pada asumsi bahwa nilai uang pada masa yang akan datang pada arus biaya dan manfaat tidak sama pada setiap tahunnya.
- iv. *Choosing Among Policies*. Memilih kebijakan yang mendatangkan manfaat (*net benefits*) yang paling memenuhi kriteria yang ditetapkan.

Metode *Benefit Cost Ratio* (BCR) adalah suatu perbandingan antara *Total Present Value Cashflow* proyek yang positif dan negatif. Bila total PV cashflow yang positif lebih besar dari yang negatif berarti proyek tersebut memberikan benefit yang lebih besar daripada biayanya. Oleh karena itu proyek yang akan dipilih menurut kriteria penilaian ini adalah yang mempunyai BC ratio lebih besar dari pada 1. Rumus dari metode *Benefit Cost Ratio* (BCR) sebagai berikut (Abelson, 1979):

$$BCR = \frac{PV_{benefit}}{PV_{costs}} \quad (4)$$

Indikator BCR adalah :

- i. Jika Net BCR > 1, maka proyek layak (*go*) untuk dilaksanakan.
- ii. Jika Net BCR < 1, maka proyek tidak layak (*not go*) untuk dilaksanakan.
- iii. Jika Net BCR = 1, maka manfaat proyek sebanding dengan biaya yang dikeluarkan

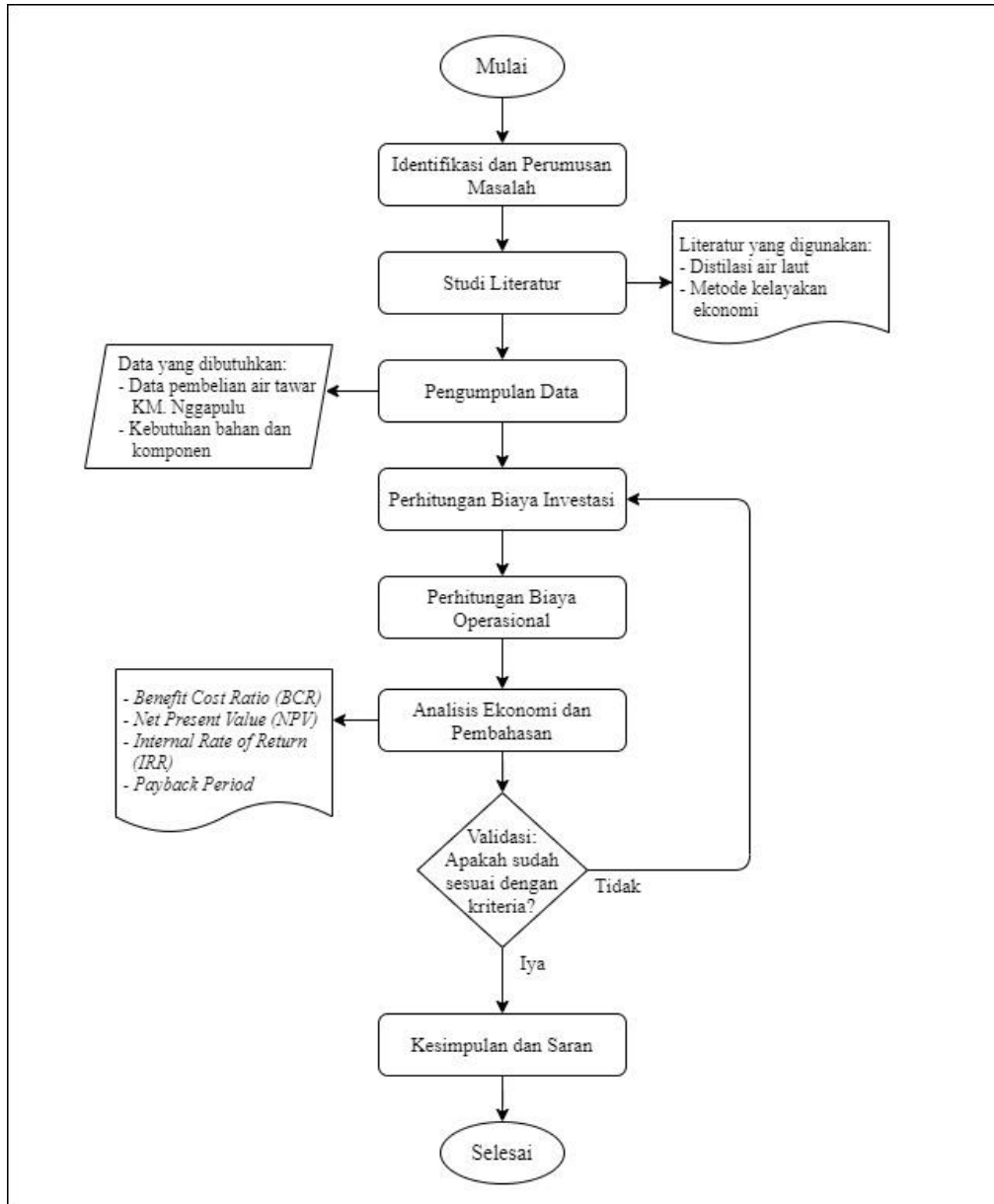
Tabel 2.4 Contoh Tabel Perhitungan BCR

KETERANGAN	TAHUN					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
BIAYA (Juta Rp)						
- Pembebasan Lahan	8.000.000					
- Biaya Konstruksi	10.000.000					
-Biaya Desain & Supervisi (5% Biaya Konstruksi)	500.000					
-Biaya operasi &Pemeliharaan rutin		35.000	35.000	35.000	35.000	35.000
- Biaya Pemeliharaan berkala 3 tahun				30.000		
Total Cost	18.500.000	35.000	35.000	65.000	35.000	35.000
Total Cost (PV)	18.500.000	31.818	28.926	48.835	23.905	21.732
Manfaat (Juta Rp)						
- 0,75 LHR * BKBOK		3.530.080	4.183.885	4.905.868	5.700.929	6.567.347
Akibat kenaikan harga tanah		248.194	825.568	1.443.357	2.104.392	2.811.700
Total Benefit	-	3.778.274	5.009.452	6.349.225	7.805.321	9.379.047
Total Benefit (PV)	-	3.434.794	4.140.043	4.770.267	5.331.139	5.823.650
B-C	- 18.500.000	3.743.274	4.974.452	6.284.225	7.770.321	9.344.047
					BCR	1,260

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alur Penelitian

Metodologi adalah sebuah prosedur sistematis yang menjelaskan langkah dari riset dengan urutan langkah tertentu yang harus dilakukan secara bertahap dan berurutan. Maka dari itu, metodologi digunakan agar memudahkan penulis dalam tugas akhir ini. Diagram alur akan ditunjukkan pada Gambar 3.1 di bawah ini:



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

3.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Identifikasi dan perumusan masalah pada penelitian ini adalah untuk mengetahui kelayakan ekonomi perancangan sistem distilasi air laut dengan memanfaatkan panas gas buang mesin diesel pada KM. Nggapulu.

3.3 Studi Literatur

Studi Literatur adalah sebuah proses mengumpulkan informasi yang berhubungan dengan bidang dari tugas akhir ini. Proses ini harus menjelaskan, merangkum, mengevaluasi dan memberikan teori dasar dari tema dari tugas akhir yang diambil. Pada tugas akhir ini, sumber literatur yang digunakan berasal dari *paper*, jurnal, buku, internet, artikel dan laporan skripsi yang berkaitan dengan tema yang diangkat dan metode yang akan digunakan.

3.4 Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan nilai dari kelayakan ekonomi dari perancangan sistem distilasi air laut yang memanfaatkan panas gas buang mesin diesel diperlukan beberapa data penunjang seperti performa sistem distilasi air laut dalam menghasilkan air tawar, kebutuhan air tawar pada KM. Nggapulu, investasi alat dan bahan untuk membangun sistem ini, serta biaya operasional sistem distilasi air laut ini.

3.5 Perhitungan Biaya Investasi

Perhitungan biaya investasi merupakan biaya yang dikeluarkan seperti perhitungan kebutuhan bahan baku, biaya investasi peralatan, biaya *spare part*, biaya instalasi, biaya tak berwujud dan lainnya. Dalam hal ini biasa disebut dengan *Total Investment Cost*.

3.6 Perhitungan Biaya Operasional

Perhitungan biaya operasional merupakan estimasi biaya yang dikeluarkan akibat pengoperasian sistem distilasi air laut ini pada objek kapal yang dijadikan penelitian. Dalam hal ini biasa disebut dengan *Total Operational Cost*.

3.7 Analisis Ekonomi dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan perhitungan berdasarkan data-data yang telah didapatkan sebelumnya untuk mendapatkan nilai kelayakan ekonomi dari sistem distilasi air laut ini. Metode yang diterapkan yakni *Benefit Cost Ratio* (BCR), *Net Present Value* (NPV), dan *Internal Rate of Return* (IRR). Perancangan sistem distilasi air laut ini dikatakan layak apabila nilai $BCR > 1$, nilai $NPV > 0$, dan $IRR > Discount Rate$.

3.8 Validasi

Proses validasi yang dilakukan bertujuan untuk mengukur hasil dari empat metode analisis kelayakan ekonomi, yakni NPV, IRR, Payback Period dan BCR, apakah telah sesuai dengan kriteria kelayakan atau tidak. Pengerjaan analisis kelayakan ekonomi dan mereferensi pada penelitian atau studi yang pernah dikerjakan sebelumnya yang dapat dilihat pada Sub Bab 2.8 dan kriteria kelayakan mengacu pada Tabel 4.1. Apabila hasil validasi dinyatakan tidak sesuai maka perlu dilakukan penelitian kembali pada perhitungan biaya investasi dan seterusnya.

3.9 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini, akan dituliskan kesimpulan dan rekomendasi yang diperoleh dari analisis ekonomi yang telah dilakukan sebelumnya. Rekomendasi yang akan dituliskan berupa hasil studi kelayakan ekonomi dari perancangan sistem distilasi air laut ini pada KM. Nggapulu dari sudut pandang perusahaan atau pemilik kapal.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Umum

Topik utama dari Tugas Akhir ini adalah tentang studi kelayakan ekonomi dari Perancangan Sistem Distilasi Air Laut pada kapal penumpang KM. Nggapulu memiliki rute pelayaran Jakarta – Papua. Kapal yang memiliki kapasitas 2170 penumpang dan 155 kru kapal, selama ini kebutuhan air tawar kapal didapatkan secara membeli pada saat di pelabuhan. Tidak dapat disangkal bahwa kebutuhan air tawar KM. Nggapulu sangat tinggi, dan berdasarkan Tabel 4.2 sekitar 65 ribu ton air tawar dalam satu tahun.

Mereferensi pada perancangan sistem distilasi air laut dengan memanfaatkan panas gas buang mesin diesel penulis dapat menentukan deskripsi dan spesifikasi sistem yang telah dirancang. Detail deskripsi dan spesifikasi sistem dapat dilihat pada lembar lampiran. Memanfaatkan gas buang mesin diesel dengan menggunakan sistem distilasi ini dapat menghasilkan air tawar sendiri dan mengurangi jumlah pembelian air tawar, sehingga nantinya dapat mengurangi biaya operasional kapal. Oleh karena itu perlu dilaksanakan studi kelayakan manfaat dan investasinya sehingga dapat menghindari adanya penggunaan modal yang terlalu besar dalam perancangan sistem ini. Suatu proyek dapat berjalan apabila memenuhi kriteria kelayakan yang ditentukan oleh perusahaan pemilik proyek yang tercantum pada Tabel 4.1. Dalam kasus ini, kriteria kelayakan ditentukan oleh penulis dengan menimbang besaran dan sisa umur kapal yakni 16 tahun. Kriteria yang ditentukan menyesuaikan dengan metode-metode yang digunakan dalam studi kelayakan, sebagai berikut:

Tabel 4.1 Kriteria Kelayakan Ekonomi

No.	Metode Kelayakan	Kriteria Minimal
1	Net Present Value (NPV)	> Rp 400.000.000
2	Internal Rate of Return (IRR)	> 20%
3	Payback Period	< 5 Tahun
4	Benefit Cost Ratio (BCR)	> 1

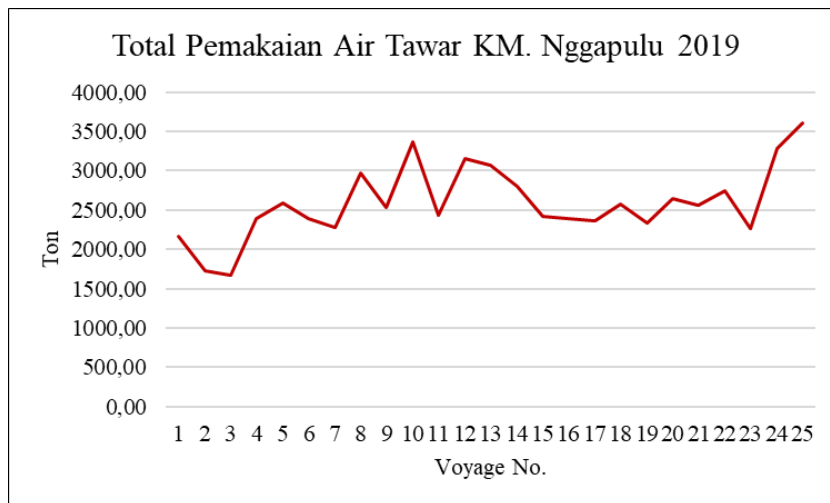
4.2 Rincian Pembelian Air Tawar KM. Nggapulu Tahun 2019

Dalam satu tahun operasional, KM. Nggapulu melaksanakan 25 kali voyege/pelayaran dari Jakarta menuju Papua dan kembali ke Jakarta lagi. Berikut adalah data terkait jumlah penggunaan air tawar selama tahun 2019 yang kami dapatkan dari hasil studi lapangan:

Tabel 4.2 Pembelian Air Tawar KM. Nggapulu Tahun 2019

Voyage No.	Total Pemakaian (Ton)	Total Pemakaian (Rp)
1	2163,00	Rp 53.857.000
2	1725,00	Rp 43.075.000
3	1675,00	Rp 45.689.000
4	2387,00	Rp 64.749.000
5	2583,00	Rp 66.164.000
6	2386,00	Rp 64.294.000
7	2284,00	Rp 61.652.000

Voyage No.	Total Pemakaian (Ton)	Total Pemakaian (Rp)
8	2968,00	Rp 82.092.000
9	2528,00	Rp 66.952.000
10	3366,00	Rp 93.230.000
11	2440,00	Rp 66.936.000
12	3149,00	Rp 88.043.000
13	3076,00	Rp 82.932.000
14	2807,00	Rp 77.387.000
15	2414,00	Rp 65.150.000
16	2396,00	Rp 65.120.000
17	2367,00	Rp 67.017.000
18	2571,00	Rp 73.425.000
19	2336,00	Rp 61.340.000
20	2641,00	Rp 71.515.000
21	2567,00	Rp 66.213.000
22	2750,00	Rp 74.274.000
23	2262,00	Rp 66.078.000
24	3285,00	Rp 92.011.000
25	3603,00	Rp 103.837.000
Total	64729,00	Rp 1.763.032.000



Grafik 4.1 Total Pemakain Air Tawar KM. Nggapulu 2019

Kesimpulan dari Tabel 4.2 adalah:

Total Kebutuhan Air Tawar : 64.729 Ton
 Total Biaya Air Tawar : Rp 1.763.032.000
 Rata-Rata Harga Air Tawar : Rp 27.237 / Ton

4.3 Perhitungan Biaya Investasi

Biaya investasi adalah biaya awal yang dikeluarkan sebelum sebuah kegiatan operasional dilakukan. Dalam perancangan sistem distilasi ini, biaya investasi meliputi biaya pembelian bahan dan komponen serta biaya modifikasi kapal. Penentuan kebutuhan biaya mereferensi pada detail deskripsi dan spesifikasi sistem dapat dilihat pada lembar lampiran.

4.3.1 Rincian Kebutuhan Bahan, Peralatan, dan Modifikasi Kapal

Mereferensi Tugas Akhir yang berjudul Perancangan Sistem Distilasi Air Laut Dengan Memanfaatkan Panas Gas Buang Mesin Diesel Pada Kapal Penumpang KM. Nggapulu oleh Satrio Meidianto, berdasarkan P&ID yang dapat dilihat pada lembar lampiran diketahui rincian kebutuhan bahan dan komponen sistem distilasi air laut yang kemudian penulis cantumkan pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.

4.3.2 Perhitungan Biaya Pengadaan Bahan dan Komponen Impor

Beberapa bahan dan komponen dari sistem distilasi air laut hanya bisa didapatkan dari negara lain seperti yang tercantum pada Tabel 4.7. Oleh karena itu, bea masuk dan pajak dari bahan dan komponen kemudia juga diperhitungkan sesuai dengan Peraturan Kementerian Keuangan, Direktorat Jenderal Bea dan Cukai. Besarnya bea masuk dapat ditentukan oleh harga barang atau jumlah satuan barang, tergantung dari jenis tarif yang digunakan sesuai dengan Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Rincian Bea Masuk dan Pajak Impor

Asal Negara		Jerman	Asal Negara		India
Jenis Barang		Heat Exchanger	Jenis Barang		Pipa
Harga Barang	EURO	121.334	Harga Barang	USD	10.467
Freight	EURO	1.600	Freight	USD	200
Insurance	EURO	607	Insurance	USD	52
CIF	EURO	123.541	CIF	USD	10.719
Kurs	IDR	15.997	Kurs	IDR	14.329
Nilai Pabean	IDR	1.976.280.098	Nilai Pabean	IDR	153.597.351
Bea Masuk	IDR	98.814.005	Bea Masuk	IDR	7.679.868
Nilai Impor	IDR	2.075.094.103	Nilai Impor	IDR	161.277.219
PPN	IDR	207.509.410	PPN	IDR	16.127.722
PPH Psl 22	IDR	51.877.353	PPH Psl 22	IDR	4.031.930
Total Pungutan	IDR	358.200.768	Total Pungutan	IDR	27.839.520

Tarif bea masuk sendiri terbagi menjadi dua, yaitu tarif advalorum dan tarif adnatorum. Tarif advalorum adalah tarif dalam bentuk persentase dari nilai pabean, sedangkan tarif adnatorum adalah tarif spesifik rupiah per satuan barang. Sehingga total biaya yang perlu dikeluarkan untuk bahan dan komponen yang berasal dari impor atau dari luar negeri dapat dihitung dan penulis cantumkan pada Tabel 4.8.

4.3.3 Perhitungan Biaya Pengadaan Bahan dan Komponen Lokal

Beberapa bahan dan komponen bisa didapatkan dari pasar dalam negeri. Berdasarkan Tabel 4.9 dicantumkan rincian bahan dan komponen lokal beserta jumlah kebutuhan dan harganya. Harga dari bahan dan komponen mereferensi pada harga yang ditawarkan oleh supplier material yang penulis dapatkan dari berbagai sumber website penjualan dan *online market*.

4.3.4 Perhitungan Biaya Pembelian Peralatan Penunjang

Peralatan penunjang ditujukan sebagai alat bantu *monitoring* operasional sistem distilasi air laut ini. Berdasarkan Tabel 4.10 telah tercantum rincian peralatan penunjang yang digunakan beserta jumlah dan harganya. Semua detail spesifikasi dan harga dari peralatan penunjang, penulis dapatkan dengan mereferensi pada harga yang ditawarkan oleh website toko elektronik lokal.

4.3.5 Perhitungan Biaya Modifikasi Kapal

Biaya modifikasi adalah biaya yang dikenakan akibat pemasangan sistem distilasi pada kapal penumpang KM. Nggapulu. Proses pemasangan sistem distilasi air laut ini penulis asumsikan dikerjakan di sebuah galangan kapal lokal dengan estimasi durasi pengerjaan selama 10 hari. Berdasarkan Tabel 4.11 dapat diketahui rincian estimasi biaya modifikasi kapal untuk pemasangan instalasi sistem distilasi air laut pada kapal penumpang KM. Nggapulu.

4.3.6 Total Biaya Investasi

Total biaya investasi yang dibutuhkan untuk membangun sistem distilasi air laut ini didapatkan dari jumlah nilai biaya pembelian bahan dan komponen baik impor maupun lokal, biaya pembelian peralatan penunjang, dan biaya modifikasi kapal. Rincian dari Total Biaya Investasi penulis cantumkan pada Tabel 4.4 sebagai berikut:

Tabel 4.4 Total Biaya Investasi

No	Deskripsi	Jumlah
1	Biaya Pembelian Bahan dan Komponen	Rp 2.763.011.737
2	Biaya Pembelian Peralatan Penunjang	Rp 4.225.000
3	Biaya Modifikasi Kapal	Rp 86.500.000
Total Biaya Investasi		Rp 2.853.736.737

Tabel 4.5 Rincian Kebutuhan Bahan

No	Kebutuhan	Spesifikasi	Jumlah	Satuan
I. Rincian Kebutuhan Bahan				
1	Evaporator Feed Water Pump	Evergush Centrifugal Pump EJA50 0,37 kW	2	pcs
2	Condenser Feed Water Pump	AMT Centrifugal Pump 4260-98 5,59 kW	2	pcs
3	H/E Evaporator	Funke Shell & Tube H/E; Model Series WRA 200	1	Set
4	H/E Condenser	Funke Shell & Tube H/E; Model Series C 300	1	Set
5	Carbon Steel Pipe	JIS G3454, 20 A, SCH 40	3	batang
6	Carbon Steel Pipe	JIS G3454, 150 A, SCH 40	1	batang
7	Carbon Steel Pipe	JIS G3454, 300 A, SCH 40	4	batang
8	Carbon Steel Pipe	JIS G3456, 450 A, SCH 40	1	batang
9	Carbon Steel Pipe	JIS G3456, 600 A, SCH 40	3	batang
10	Tee Junction	Carbon Steel 20A x 20A	2	pcs
11	Tee Junction	Carbon Steel 450A x 600A	1	pcs
12	Tee Junction	Carbon Steel 150A x 150 A	2	pcs
13	Elbow 90°	Carbon Steel 20A	12	pcs
14	Elbow 90°	Carbon Steel 150A	6	pcs
15	Elbow 90°	Carbon Steel 300A	5	pcs
16	Elbow 90°	Carbon Steel 450A	5	pcs
17	Elbow 90°	Carbon Steel 600A	4	pcs
18	Strainer	Hawk; Steel Case 1"-10"	2	pcs
19	Pressure Gauge	Tekiro; Max Pressure 10 Bar	4	pcs
20	Bimetal Thermometer	Brothoterm; TP 500	2	pcs
21	Bimetal Thermometer	Brothoterm; TP 300	6	pcs
22	Gate Valve	Onda; Material Kuningan Diameter 20 A	2	pcs
23	Non Return Valve	Kranz; Material Kuningan Diameter 20 A	2	pcs

Tabel 4.6 Rincian Kebutuhan Peralatan Penunjang, dan Modifikasi Kapal

No	Kebutuhan	Spesifikasi	Jumlah	Satuan
II. Rincian Kebutuhan Komponen				
	Digital Thermometer Infrared	Fluke 59 Max IR	2	Set
	Water Quality Tester	pH ; temp ; EC meter	2	Set
	Tekiro Socket Set	Socket Wrench 1/4" - 3/8"	1	Set
III. Rincian Kebutuhan Modifikasi Kapal				
1	Biaya Sewa Tug Boat	2 Kapal	2	Hari
2	Biaya Shore Power Connection	150 kV PLN	10	Hari
3	Biaya Sewa Forklift	-	2	Hari
4	Biaya Pekerja	Upah dan Asuransi	80	Set
5	Biaya Pengerjaan Logam	Welding, grinding, cutting	8	Set
6	Biaya Sewa Peralatan	Perkakas Kerja	10	Hari
7	Kebutuhan Lain-Lain	-	1	-

Tabel 4.7 Biaya Pengadaan Bahan dan Komponen Impor

No	Kebutuhan	Spesifikasi	Jumlah	Satuan	Harga	Total	Lokasi
1	H/E Evaporator	Funke Shell & Tube H/E; Model Series WRA 200	1	pcs	€ 82.667,00	€ 82.667,00	Jerman
2	H/E Condenser	Funke Shell & Tube H/E; Model Series C 300	1	pcs	€ 38.667,00	€ 38.667,00	Jerman
3	Carbon Steel Pipe	JIS G3454, 20 A, SCH 40	3	batang	\$ 20,00	\$ 60,00	India
4	Carbon Steel Pipe	JIS G3454, 150 A, SCH 40	1	batang	\$ 205,00	\$ 205,00	India
5	Carbon Steel Pipe	JIS G3454, 300 A, SCH 40	4	batang	\$ 608,00	\$ 2.432,00	India
6	Carbon Steel Pipe	JIS G3456, 450 A, SCH 40	1	batang	\$ 1.266,00	\$ 1.266,00	India
7	Carbon Steel Pipe	JIS G3456, 600 A, SCH 40	3	batang	\$ 2.168,00	\$ 6.504,00	India

Tabel 4.8 Rincian Biaya Pengadaan, Bea Masuk dan Pajak Impor Pengadaan Bahan dan Komponen Impor

No	Kebutuhan	Spesifikasi	Jumlah	Satuan	Harga	Total
1	Evaporator Feed Water Pump	Evergush Centrifugal Pump EJA50 0,37 kW	2	pcs	Rp 2.312.000	Rp 4.624.000
2	Condenser Feed Water Pump	AMT Centrifugal Pump 4260-98 5,59 kW	2	pcs	Rp 18.770.000	Rp 37.540.000
3	H/E Evaporator	Funke Shell & Tube H/E; Model Series WRA 200	1	Set	Rp 1.322.423.999	Rp 1.322.423.999
4	H/E Condenser	Funke Shell & Tube H/E; Model Series C 300	1	Set	Rp 618.555.999	Rp 618.555.999
	<i>Freight</i>	-	1	-	Rp 25.595.200	Rp 25.595.200
	<i>Insurance</i>	-	1	-	Rp 9.704.900	Rp 9.704.900
	<i>Bea Masuk dan Pajak</i>	-	1	-	Rp 358.200.768	Rp 358.200.768
5	Carbon Steel Pipe	JIS G3454, 20 A, SCH 40	3	batang	Rp 286.580	Rp 859.740
6	Carbon Steel Pipe	JIS G3454, 150 A, SCH 40	1	batang	Rp 2.937.445	Rp 2.937.445
7	Carbon Steel Pipe	JIS G3454, 300 A, SCH 40	4	batang	Rp 8.712.032	Rp 34.848.128
8	Carbon Steel Pipe	JIS G3456, 450 A, SCH 40	1	batang	Rp 18.140.514	Rp 18.140.514
9	Carbon Steel Pipe	JIS G3456, 600 A, SCH 40	3	batang	Rp 31.065.272	Rp 93.195.816
	<i>Freight</i>	-	1	-	Rp 2.865.800	Rp 2.865.800
	<i>Insurance</i>	-	1	-	Rp 749.908	Rp 749.908
	<i>Bea Masuk dan Pajak</i>	-	1	-	Rp 27.839.520	Rp 27.839.520
		Total				Rp 2.515.917.737

Tabel 4.9 Biaya Pengadaan Bahan dan Komponen Lokal

No	Kebutuhan	Spesifikasi	Jumlah	Satuan	Harga	Total
1	Evaporator Feed Water Pump	Evergush Centrifugal Pump EJA50 0,37 kW	2	pcs	Rp 2.312.000	Rp 4.624.000
2	Condenser Feed Water Pump	AMT Centrifugal Pump 4260-98 5,59 kW	2	pcs	Rp 18.770.000	Rp 37.540.000
3	Tee Junction	Carbon Steel 20A x 20A	2	pcs	Rp 188.000	Rp 376.000
4	Tee Junction	Carbon Steel 450A x 600A	1	pcs	Rp 23.983.000	Rp 23.983.000
5	Tee Junction	Carbon Steel 150A x 150 A	2	pcs	Rp 740.000	Rp 1.480.000
6	Elbow 90°	Carbon Steel 20A	12	pcs	Rp 100.000	Rp 1.200.000
7	Elbow 90°	Carbon Steel 150A	6	pcs	Rp 885.000	Rp 5.310.000
8	Elbow 90°	Carbon Steel 300A	5	pcs	Rp 4.355.000	Rp 21.775.000
9	Elbow 90°	Carbon Steel 450A	5	pcs	Rp 9.988.000	Rp 49.940.000
10	Elbow 90°	Carbon Steel 600A	4	pcs	Rp 23.170.000	Rp 92.680.000
11	Strainer	Hawk; Steel Case 1"-10"	2	pcs	Rp 1.850.000	Rp 3.700.000
12	Pressure Gauge	Tekiro; Max Pressure 10 Bar	4	pcs	Rp 47.500	Rp 190.000
13	Bimetal Thermometer	Brothoterm; TP 500	2	pcs	Rp 680.000	Rp 1.360.000
14	Bimetal Thermometer	Brothoterm; TP 300	6	pcs	Rp 425.000	Rp 2.550.000
15	Gate Valve	Onda; Material Kuningan Diameter 20 A	2	pcs	Rp 95.000	Rp 190.000
16	Non Return Valve	Kranz; Material Kuningan Diameter 20 A	2	pcs	Rp 98.000	Rp 196.000
Total						Rp 247.094.000

Tabel 4.10 Biaya Pembelian Peralatan Penunjang

No	Kebutuhan	Spesifikasi	Jumlah	Satuan	Harga	Total
1	Digital Thermometer Infrared	Fluke 59 Max IR	2	Set	Rp 1.260.000	Rp 2.520.000
2	Water Quality Tester	pH ; temp ; EC meter	2	Set	Rp 660.000	Rp 1.320.000
3	Tekiro Socket Set	Socket Wrench 1/4" - 3/8"	1	Set	Rp 385.000	Rp 385.000
Total						Rp 4.225.000

Tabel 4.11 Biaya Modifikasi Kapal

No	Kebutuhan	Spesifikasi	Jumlah	Satuan	Harga	Total
1	Biaya Sewa Tug Boat	2 Kapal	2	Hari	Rp 8.000.000	Rp 16.000.000
2	Biaya Shore Power Connection	150 kV PLN	10	Hari	Rp 2.500.000	Rp 25.000.000
3	Biaya Sewa Forklift	-	2	Hari	Rp 1.500.000	Rp 3.000.000
4	Biaya Pekerja	Upah dan Asuransi	80	Set	Rp 250.000	Rp 20.000.000
5	Biaya Pengerjaan Logam	Welding, grinding, cutting	8	Set	Rp 1.500.000	Rp 12.000.000
6	Biaya Sewa Peralatan	Perkakas Kerja	10	Hari	Rp 50.000	Rp 500.000
7	Kebutuhan Lain-Lain	-	1	-	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
Total						Rp 86.500.000

4.4 Perhitungan Biaya Operasional

Biaya Operasional adalah biaya-biaya yang dikeluarkan untuk mengoperasikan suatu sistem atau menjalankan sebuah sistem. Biaya operasional dari sistem distilasi air laut ini didapatkan dengan mendaftar komponen-komponen yang membutuhkan sumber daya dari luar sistem dan melakukan estimasi nilai biaya yang dikeluarkan.

4.4.1 Rincian Kebutuhan Operasional

Proses pengoperasian sistem distilasi air laut yang mengeluarkan biaya adalah operasional pompa air laut. Pompa elektrik menggunakan daya listrik yang berasal dari *Auxiliary Engine*. Sehingga perhitungan biaya operasional pompa mengacu pada jumlah bahan bakar MDF (*Marine Diesel Fuel*) yang dibutuhkan *Auxiliary Engine* untuk menghasilkan daya listrik yang dibutuhkan pompa.

Tabel 4.12 Kebutuhan Daya Listrik Pompa Air Laut

No	Deskripsi	Jumlah	Power Input (kW)	Load Factor	Power (kW)
1	Evaporator Feed Water Pump	1	0,37	0,80	0,30
2	Condenser Feed Water Pump	1	5,59	0,80	4,47
Total Power (kW)					4,77

Spesifikasi *Auxiliary Engine* berdasarkan manual book:

Diesel Set

Manufaktur : DAIHATSU
 Tipe : 6DL-24
 Output : 882 kW @750 RPM
 SFOC : 180 gram / kWh
 Bahan Bakar : Marine Diesel Fuel (MDF) 380 Cst

AC Generator

Manufaktur : TAIYO
 Output : 1000 kVA, 800 kW, 400 V, 50 Hz

Harga MDF : Rp 5.700 per liter (sudah termasuk ppn)
 : Rp 5,75 per gram

4.4.2 Perhitungan Biaya Operasional

Menurut data pelayaran KM. Nggapulu, kapal dalam setahun rata-rata waktu operasionalnya adalah 6.625 jam. Maka dapat ditentukan rumus untuk mencari biaya operasional sistem distilasi air laut ini sebagai berikut :

$$\text{Biaya Operasional} = \text{SFOC (gram/kWh)} \times \text{Power (kW)} \times \text{Harga (Rp/gram)} \times \text{Durasi (jam)} \quad (5)$$

Diketahui bahwa :

SFOC	= 180 gram / kWh
Power	= 4,77 kW
Harga	= Rp 5,75 per gram
Durasi	= 6.625 jam

Maka, Biaya Operasional pada awal tahun adalah Rp 32.703.621 dan akan terus bertambah setiap tahunnya akibat kenaikan inflasi sebesar 4%.

4.5 Perhitungan Biaya Perawatan

Biaya perawatan adalah biaya yang dikeluarkan untuk merawat sistem dalam masa operasinya. Pada perancangan sistem distilasi air laut pada kapal penumpang KM. Nggapulu perawatan sistem dilakukan setiap tahun. Rincian biaya perbaikan dibuat sesuai dengan komponen-komponen dari sistem distilasi air laut yang membutuhkan perawatan rutin seperti: pompa, *heat exchanger*, dan alat-alat ukur. Masing-masing nilai biaya perawatan diambil dari 1%-10% dari harga belinya dan disesuaikan dengan tingkat perawatannya. Rincian biaya perawatan pada awal tahun penulis cantumkan pada Tabel 4.13 dan akan terus bertambah setiap tahunnya akibat kenaikan inflasi sebesar 4%.

Tabel 4.13 Rincian Biaya Perawatan & Perbaikan

No	Perawatan	Jumlah	Harga	Total
1	Evaporator Feed Water Pump	2	Rp115.600	Rp231.200
2	Condensor Feed Water Pump	2	Rp375.400	Rp750.800
3	H/E Evaporator	1	Rp6.612.120	Rp6.612.120
4	H/E Condensor	1	Rp6.185.560	Rp6.185.560
5	Kalibrasi Pressure Gauge	4	Rp4.750	Rp19.000
6	Kalibrasi Thermometer	8	Rp34.000	Rp272.000
Total				Rp14.070.680

4.6 Pembiayaan Modal

Modal merupakan salah satu bagian terpenting yang harus dimiliki oleh setiap perusahaan. Dengan modal, sebuah perusahaan dapat melaksanakan aktivitas produksi dan aktivitas – aktivitas bisnis lainnya. Tanpa modal (yang berbentuk uang), sebuah perusahaan tetap dapat berjalan, namun aktivitasnya akan sangat terbatas. Modal pada dasarnya berasal dari dua sumber yaitu dari dalam perusahaan (internal) dan dari luar perusahaan (eksternal). Dalam perencanaan sistem distilasi air laut ini, sumber modal terdiri dari Dana Perusahaan dan Dana Pinjaman Bank. Berikut Tabel 4.14 pembagian sumber modal dari perencanaan sistem distilasi air laut pada KM. Nggapulu :

Tabel 4.14 Pembagian Sumber Modal

Keterangan	%	Total
Total Biaya Investasi	100%	Rp 2.853.736.737
Dana Perusahaan	35%	Rp 998.807.858
Dana Pinjaman Bank	65%	Rp 1.854.928.879

Penentuan persentase pembagian sumber modal dari pinjaman bank mereferensi kepada ketentuan dari bank-bank yang ada di Indonesia, yakni maksimal sebesar 65% dengan jangka waktu maksimal 7 tahun. Simulasi perhitungan pinjaman bank sebagai berikut:

Data awal :

Pokok Pinjaman : Rp 1.854.928.879
 Laman Pinjaman : 7 Tahun
 Bunga Pinjaman : 9,7% per tahun
 Cicilan Setiap : Tahun
 Perhitungan Bunga : Anuitas

- i. Suku bunga yang diambil adalah suku bunga maksimal mereferensi pada data Bank Indonesia Januari 2020
- ii. Bunga anuitas biasanya dipakai pada pembiayaan segmen Small Medium Enterprise (SME) dan kredit multiguna.
- iii. Prinsip dari bunga anuitas yaitu angsuran per bulannya tetap, dan bunga dihitung berdasar pokok yang belum dibayar.

Angsuran anuitas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$A = P \times \left(\frac{\frac{i}{12}}{1 - \left(1 + \frac{1}{12}\right)^{-t}} \right) \quad (6)$$

Dimana :

A = Angsuran Pinjaman
 P = Pokok Pinjaman
 i = Suku bunga per tahun
 t = Lama kredit dalam tahun

Maka angsuran per tahunnya adalah Rp 377.257.211

Berikut hasil perhitungan angsuran pinjaman bank menggunakan perhitungan bunga anuitas:

Tabel 4.15 Angsuran Pinjaman Bank

Tahun	Angsuran Ke	Angsuran		Total Angsuran
		Pokok	Bunga	
2020		Grace Period		
2021	1	Rp 197.329.110	Rp 179.928.101	Rp 377.257.211
2022	2	Rp 233.923.059	Rp 143.334.152	Rp 377.257.211
2023	3	Rp 270.517.009	Rp 106.740.202	Rp 377.257.211
2024	4	Rp 307.110.958	Rp 70.146.253	Rp 377.257.211
2025	5	Rp 343.704.908	Rp 33.552.303	Rp 377.257.211
2026	6	Rp 377.257.211	-	Rp 377.257.211
2027	7	Rp 377.257.211	-	Rp 377.257.211
Total		Rp 2.107.099.467	Rp 533.701.011	Rp 2.640.800.478

4.7 Perhitungan Depresiasi

Depresiasi atau penyusutan adalah suatu biaya yang dialokasikan untuk aset tetap selama suatu periode tertentu. Depresiasi dapat diartikan sebagai suatu hal yang dapat mengubah biaya asli dari aset tetap. Dalam perencanaan sistem distilasi air laut ini aset tetap meliputi *heat exchanger*, pompa, perpipaan, dan alat-alat kerja. Aset tetap tersebut akan menjadi beban depresiasi selama periode manfaat yang diharapkan, yakni selama 16 tahun.

Beban penyusutan ini akan mempengaruhi laba bersih, karena akan dianggap sebagai beban biaya atau pengeluaran dalam laporan keuangan. Pada laporan keuangan kali ini, metode perhitungan depresiasi yang digunakan adalah Metode Garis Lurus. Sesuai dengan Peraturan Perpajakan Kementerian Keuangan Direktorat Jenderal Pajak, tarif dan masa manfaat yang digunakan mengikuti aturan seperti Tabel 4.16 sebagai berikut:

Tabel 4.16 Tarif Depresiasi

Kelompok Harta Berwujud	Masa Manfaat	Tarif - Metode garis Lurus	Tarif - Metode Saldo Menurun
I. Bukan Bangunan			
Kelompok 1	4 tahun	25,0%	50,0%
Kelompok 2	8 tahun	12,5%	25,0%
Kelompok 3	16 tahun	6,3%	12,5%
Kelompok 4	20 tahun	5,0%	10,0%
II. Bangunan			
Tidak Permanen	10 tahun	10,0%	
Permanen	20 tahun	5,0%	

4.7.1 Biaya Perolehan

Biaya perolehan adalah faktor utama dalam menentukan jumlah dari penyusutan. Beban penyusutan dapat dihitung sesuai dengan total biaya suatu aset yang perlu dikeluarkan hingga aset tetap tersebut siap digunakan. Biaya-biaya yang termasuk sebagai biaya perolehan dari perencanaan sistem distilasi air laut adalah seperti pada Tabel 4.17 sebagai berikut:

Tabel 4.17 Total Biaya Perolehan

No	Deskripsi	Jumlah
1	Biaya Pembelian Bahan dan Komponen	Rp 2.763.011.737
2	Biaya Pembelian Peralatan Penunjang	Rp 4.225.000
Total Biaya Perolehan		Rp 2.767.236.737

4.7.2 Perkiraan Umur Ekonomis

Umur ekonomis termasuk faktor penting dalam perhitungan depresiasi karena jumlah penyusutan yang lebih kecil akan dibebankan untuk aset dengan masa manfaat yang lebih lama dan sebaliknya. Perkiraan umur ekonomis pada perancangan sistem distilasi air laut dengan memanfaatkan panas gas buang mesin diesel pada kapal penumpang KM. Nggapulu mengikuti sisa umur kapal, yakni selama 16 tahun.

4.7.3 Perkiraan Nilai Residu

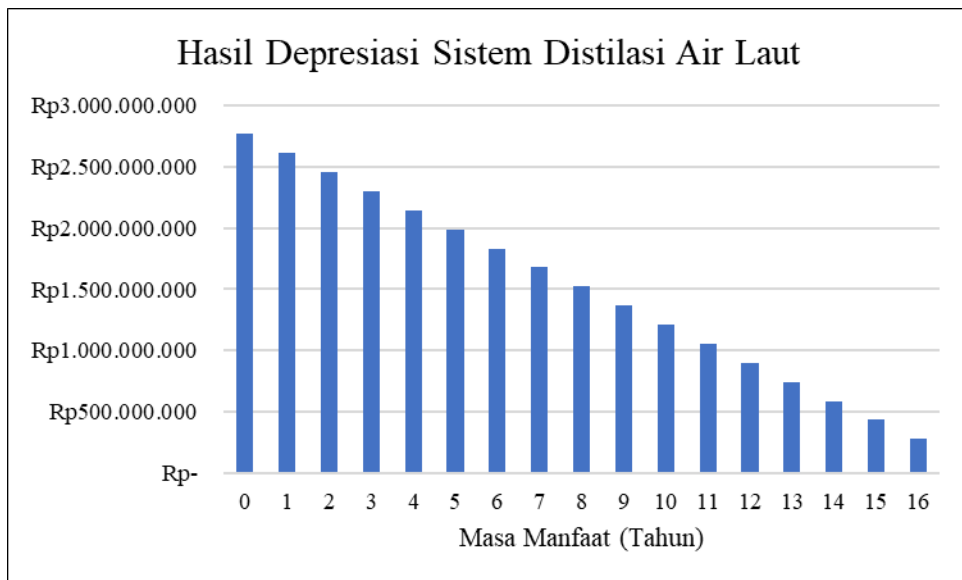
Nilai residu aset merupakan sebuah nilai ketika aset dijual atau tidak digunakan kembali. Jika sebuah perusahaan menggunakan aset tersebut hingga usang dan sama sekali tidak memberikan manfaat lagi, maka aset atau aktiva tersebut dapat dikatakan sudah tidak lagi memiliki residu atau nilai sisa lagi. Namun, jika perusahaan menjual aktivitya setelah periode penggunaan dan aset yang bersangkutan masih dapat dimanfaatkan, maka nilai residu tersebut tentu akan tetap masih tinggi. Perkiraan nilai residu pada sistem distilasi air laut dengan memanfaatkan panas gas buang mesin diesel pada kapal penumpang KM. Nggapulu adalah 10% dari total biaya perolehan, yakni sebesar Rp 276.723.673.

4.7.4 Hasil Perhitungan Depresiasi

Menggunakan metode garis lurus, tarif depresiasi yang dikenakan adalah 6,25% karena merupakan aset Bukan Bangunan yang memiliki Masa Manfaat 16 tahun. Nilai penyusutan tiap tahunnya bisa dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Nilai Penyusutan} = \text{Tarif Penyusutan} \times (\text{Harga Perolehan} - \text{Nilai Residu}) \quad (7)$$

Dari rumus nomer 7, diperoleh nilai penyusutan tiap tahunnya adalah Rp155.657.066. Tabel 4.18 adalah detail hasil perhitungan depresiasi dari sistem distilasi air laut dengan memanfaatkan panas gas buang mesin diesel pada kapal penumpang KM. Nggapulu dari tahun 2020 hingga tahun 2036, kemudian dibuat grafiknya pada gambar 4.1 sebagai berikut



Gambar 4.1 Grafik Depresiasi Sistem Distilasi Air Laut

4.8 Perhitungan Produksi Air Tawar

Sesuai dengan hasil Tugas Akhir berjudul Perancangan Sistem Distilasi Air Laut Dengan Memanfaatkan Panas Gas Buang Mesin Diesel Pada Kapal Penumpang KM. Nggapulu, diketahui laju produksi air tawar oleh sistem distilasi ini adalah 0,99 kg/detik. Dari data

tersebut selanjutnya bisa ditentukan berapa persen kebutuhan air tawar yang bisa dipenuhi dan nilai produksi air tawar dalam satuan rupiah.

4.8.1 Persentase Pemenuhan Kebutuhan Air Tawar

Kebutuhan air tawar pada Kapal Penumpang KM. Nggapulu sangatlah tinggi, selama tahun 2019 dibutuhkan air tawar sebanyak 64.729 m³ untuk memenuhi kebutuhan air domestiknya. Target capaian dari produksi Sistem Distilasi Air Laut Dengan Memanfaatkan Panas Gas Buang Mesin Diesel adalah 30%. Berikut perhitungan persentase pemenuhan kebutuhan air tawar pada Kapal Penumpang KM. Nggapulu :

Diketahui :

Volume air dibutuhkan	= 64.729 m ³
Waktu Operasional setahun	= 6.625 jam
Maka debit (Q) kebutuhan air tawar	= 9,77 m ³ /jam atau 2,71 kg/detik

$$\text{Presentase Pemenuhan (\%)} = \frac{\text{Laju Produksi Air Tawar}}{\text{Debit Kebutuhan Air Tawar}} \quad (8)$$

Didapatkan bahwa persentase pemenuhan kebutuhan air tawar pada Kapal Penumpang KM. Nggapulu adalah sebesar 36,48%. Sehingga bisa disimpulkan bahwa Sistem Distilasi Air Laut Dengan Memanfaatkan Panas Gas Buang Mesin Diesel telah memenuhi target produksi air tawar.

4.8.2 Nilai Produksi Air Tawar

Berdasarkan data yang didapatkan, maka dapat diestimasikan nilai produksi air tawar dari sistem distilasi berdasarkan harga jual rata-rata air tawar.

$$\text{Nilai Produksi} = \text{Laju Produksi} \times \text{Waktu Operasional} \times \text{Harga} \quad (9)$$

Diketahui :

Laju produksi air tawar	= 0,99 kg/detik atau 3,56 m ³ /jam
Waktu operasional setahun	= 6.625 jam
Harga rata-rata air tawar	= Rp 27.237 /m ³

Maka diketahui bahwa dalam satu tahun operasional selama 6.625 jam, Sistem Distilasi Air Laut Dengan Memanfaatkan Panas Gas Buang Mesin Diesel Pada Kapal Penumpang KM. Nggapulu dapat menghasilkan air tawar sebesar 23611,5 m³ atau senilai Rp 643.109.427 pada tahun 2021 dan akan terus bertambah setiap tahunnya akibat kenaikan inflasi sebesar 4%.

4.9 Arus Kas

Arus kas atau *cash flow* adalah sebuah perincian yang menunjukkan jumlah pemasukan dan pengeluaran dalam suatu periode tertentu. Menggunakan tingkat suku bunga inflasi sebesar 4%, berikut arus kas Sistem Distilasi Air Laut Dengan Memanfaatkan Panas Gas Buang Mesin Diesel Pada Kapal Penumpang KM. Nggapulu selama periode 2020 hingga 2036 yang tercantum pada Tabel 4.19 dan pada Grafik 4.2 menunjukkan jumlah penerimaan kas bersih pada setiap tahunnya dari tahun 2020 hingga tahun 2036.

Tabel 4.18 Hasil Perhitungan Depresiasi

Tahun	Biaya Investasi	Nilai Awal Tahun	Beban Penyusutan	Total Penyusutan	Nilai Akhir Tahun
2020	Rp2.767.236.737	Rp2.767.236.737	Rp0	Rp0	Rp2.767.236.737
2021	Rp2.767.236.737	Rp2.767.236.737	Rp155.657.066	Rp155.657.066	Rp2.611.579.670
2022	Rp2.767.236.737	Rp2.611.579.670	Rp155.657.066	Rp311.314.133	Rp2.455.922.604
2023	Rp2.767.236.737	Rp2.455.922.604	Rp155.657.066	Rp466.971.199	Rp2.300.265.538
2024	Rp2.767.236.737	Rp2.300.265.538	Rp155.657.066	Rp622.628.266	Rp2.144.608.471
2025	Rp2.767.236.737	Rp2.144.608.471	Rp155.657.066	Rp778.285.332	Rp1.988.951.405
2026	Rp2.767.236.737	Rp1.988.951.405	Rp155.657.066	Rp933.942.399	Rp1.833.294.338
2027	Rp2.767.236.737	Rp1.833.294.338	Rp155.657.066	Rp1.089.599.465	Rp1.677.637.272
2028	Rp2.767.236.737	Rp1.677.637.272	Rp155.657.066	Rp1.245.256.532	Rp1.521.980.205
2029	Rp2.767.236.737	Rp1.521.980.205	Rp155.657.066	Rp1.400.913.598	Rp1.366.323.139
2030	Rp2.767.236.737	Rp1.366.323.139	Rp155.657.066	Rp1.556.570.664	Rp1.210.666.072
2031	Rp2.767.236.737	Rp1.210.666.072	Rp155.657.066	Rp1.712.227.731	Rp1.055.009.006
2032	Rp2.767.236.737	Rp1.055.009.006	Rp155.657.066	Rp1.867.884.797	Rp899.351.939
2033	Rp2.767.236.737	Rp899.351.939	Rp155.657.066	Rp2.023.541.864	Rp743.694.873
2034	Rp2.767.236.737	Rp743.694.873	Rp155.657.066	Rp2.179.198.930	Rp588.037.807
2035	Rp2.767.236.737	Rp588.037.807	Rp155.657.066	Rp2.334.855.997	Rp432.380.740
2036	Rp2.767.236.737	Rp432.380.740	Rp155.657.066	Rp2.490.513.063	Rp276.723.674

Tabel 4.19 Arus Kas Sistem Distilasi Air Laut KM. Nggapulu Tahun 2020-2036

Suku bunga inflasi : 4%

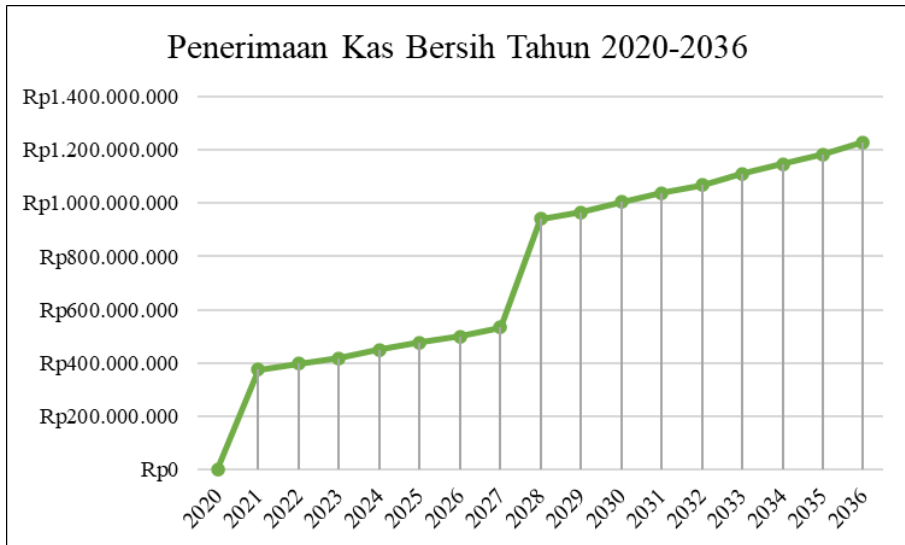
No	Deskripsi	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Aktivitas Operasional								
Arus Kas Masuk								
1	Produksi Air Tawar	Rp0	Rp643.109.427	Rp668.833.804	Rp695.587.156	Rp723.410.642	Rp752.347.068	Rp782.440.950
2	Biaya Depresiasi	Rp0	Rp155.657.066	Rp155.657.066	Rp155.657.066	Rp155.657.066	Rp155.657.066	Rp155.657.066
Arus Kas Keluar								
3	Biaya Operasional	Rp0	Rp32.703.621	Rp34.011.765	Rp35.372.236	Rp36.787.125	Rp38.258.610	Rp39.788.955
4	Biaya Perawatan / Perbaikan	Rp0	Rp14.070.680	Rp14.633.507	Rp15.218.847	Rp15.827.601	Rp16.460.705	Rp17.119.134
Kas Diterima dari Aktivitas Operasional								
		Rp0	Rp751.992.192	Rp775.845.597	Rp800.653.139	Rp826.452.982	Rp853.284.818	Rp881.189.928
Aktivitas Investasi								
Arus Kas Keluar								
1	Biaya Pembelian Bahan dan Komponen	Rp2.763.011.737	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0
2	Biaya Pembelian Peralatan Penunjang	Rp4.225.000	Rp0	Rp0	Rp4.394.000	Rp0	Rp0	Rp4.569.760
3	Biaya Docking / Modifikasi Kapal	Rp86.500.000	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0
Kas Digunakan untuk Aktivitas Investasi								
		-Rp2.853.736.737	Rp0	Rp0	-Rp4.394.000	Rp0	Rp0	-Rp4.569.760
Aktivitas Pendanaan								
Arus Kas Masuk								
1	Dana Perusahaan	Rp998.807.858						
2	Dana Pinjaman Bank	Rp1.854.928.879						
Arus Kas Keluar								
3	Pembayaran Pinjaman	Rp0	Rp377.257.211	Rp377.257.211	Rp377.257.211	Rp377.257.211	Rp377.257.211	Rp377.257.211
Kas Digunakan untuk Aktivitas Pendanaan								
		Rp2.853.736.737	-Rp377.257.211	-Rp377.257.211	-Rp377.257.211	-Rp377.257.211	-Rp377.257.211	-Rp377.257.211
Kas Awal Tahun								
		Rp0	Rp0	Rp374.734.981	Rp773.323.367	Rp1.192.325.295	Rp1.641.521.065	Rp2.117.548.672
Kas Bersih / Net Cash Flow (NCF)								
		Rp0	Rp374.734.981	Rp398.588.386	Rp419.001.927	Rp449.195.770	Rp476.027.607	Rp499.362.957
Kas Akhir Tahun								
		Rp0	Rp374.734.981	Rp773.323.367	Rp1.192.325.295	Rp1.641.521.065	Rp2.117.548.672	Rp2.616.911.629

Suku bunga inflasi : 4%

No	Deskripsi	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
	Aktivitas Operasional							
	Arus Kas Masuk							
1	Produksi Air Tawar	Rp813.738.588	Rp846.288.132	Rp880.139.657	Rp915.345.243	Rp951.959.053	Rp990.037.415	Rp1.029.638.912
2	Biaya Depresiasi	Rp155.657.066	Rp155.657.066	Rp155.657.066	Rp155.657.066	Rp155.657.066	Rp155.657.066	Rp155.657.066
3	Arus Kas Keluar							
3	Biaya Operasional	Rp41.380.513	Rp43.035.734	Rp44.757.163	Rp46.547.449	Rp48.409.347	Rp50.345.721	Rp52.359.550
4	Biaya Perawatan / Perbaikan	Rp17.803.899	Rp18.516.055	Rp19.256.697	Rp20.026.965	Rp20.828.044	Rp21.661.165	Rp22.527.612
	Kas Diterima dari Aktivitas Operasional	Rp910.211.243	Rp940.393.410	Rp971.782.863	Rp1.004.427.895	Rp1.038.378.729	Rp1.073.687.595	Rp1.110.408.816
	Aktivitas Investasi							
	Arus Kas Keluar							
1	Biaya Pembelian Bahan dan Komponen	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0
2	Biaya Pembelian Peralatan Penunjang	Rp0	Rp0	Rp4.752.550	Rp0	Rp0	Rp4.942.652	Rp0
3	Biaya Docking / Modifikasi Kapal	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0
	Kas Digunakan untuk Aktivitas Investasi	Rp0	Rp0	-Rp4.752.550	Rp0	Rp0	-Rp4.942.652	Rp0
	Aktivitas Pendanaan							
	Arus Kas Masuk							
1	Dana Perusahaan							
2	Dana Pinjaman Bank							
	Arus Kas Keluar							
3	Pembayaran Pinjaman	Rp377.257.211						
	Kas Digunakan untuk Aktivitas Pendanaan	-Rp377.257.211	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0
	Kas Awal Tahun	Rp2.616.911.629	Rp3.149.865.661	Rp4.090.259.071	Rp5.057.289.384	Rp6.061.717.279	Rp7.100.096.008	Rp8.168.840.950
	Kas Bersih / Net Cash Flow (NCF)	Rp532.954.032	Rp940.393.410	Rp967.030.313	Rp1.004.427.895	Rp1.038.378.729	Rp1.068.744.943	Rp1.110.408.816
	Kas Akhir Tahun	Rp3.149.865.661	Rp4.090.259.071	Rp5.057.289.384	Rp6.061.717.279	Rp7.100.096.008	Rp8.168.840.950	Rp9.279.249.766

Suku bunga inflasi : 4%

No	Deskripsi	2034	2035	2036
Aktivitas Operasional				
Arus Kas Masuk				
1	Produksi Air Tawar	Rp1.070.824.468	Rp1.113.657.447	Rp1.158.203.745
2	Biaya Depresiasi	Rp155.657.066	Rp155.657.066	Rp155.657.066
Arus Kas Keluar				
3	Biaya Operasional	Rp54.453.932	Rp56.632.090	Rp58.897.373
4	Biaya Perawatan / Perbaikan	Rp23.428.716	Rp24.365.865	Rp25.340.500
Kas Diterima dari Aktivitas Operasional				
		Rp1.148.598.886	Rp1.188.316.559	Rp1.229.622.939
Aktivitas Investasi				
Arus Kas Keluar				
1	Biaya Pembelian Bahan dan Komponen	Rp0	Rp0	Rp0
2	Biaya Pembelian Peralatan Penunjang	Rp0	Rp5.140.359	Rp0
3	Biaya Docking / Modifikasi Kapal	Rp0	Rp0	Rp0
Kas Digunakan untuk Aktivitas Investasi				
		Rp0	-Rp5.140.359	Rp0
Aktivitas Pendanaan				
Arus Kas Masuk				
1	Dana Perusahaan			
2	Dana Pinjaman Bank			
Arus Kas Keluar				
3	Pembayaran Pinjaman			
Kas Digunakan untuk Aktivitas Pendanaan				
		Rp0	Rp0	Rp0
Kas Awal Tahun				
		Rp9.279.249.766	Rp10.427.848.652	Rp11.611.024.853
Kas Bersih / Net Cash Flow (NCF)				
		Rp1.148.598.886	Rp1.183.176.200	Rp1.229.622.939
Kas Akhir Tahun				
		Rp10.427.848.652	Rp11.611.024.853	Rp12.840.647.791

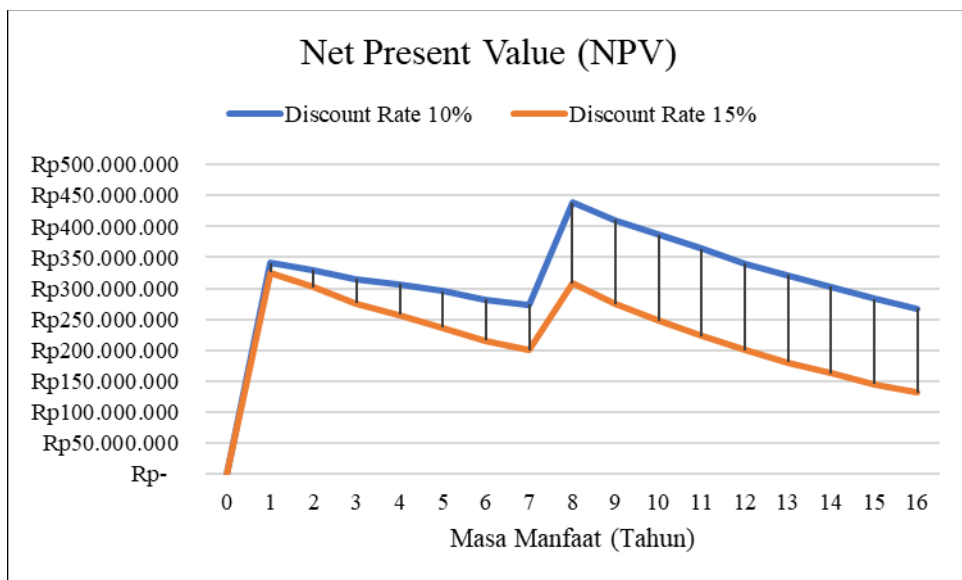


Gambar 4.2 Grafik Penerimaan Kas Bersih Tahun 2020 hingga Tahun 2036

4.10 Analisis Ekonomi

4.10.1 Perhitungan *Net Present Value* (NPV)

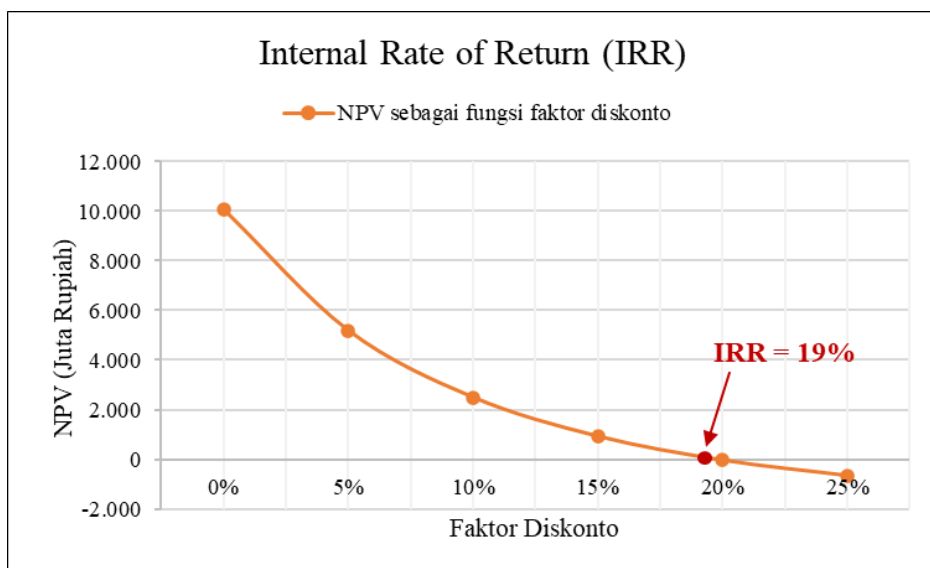
NPV adalah manfaat yang diperoleh pada suatu masa proyek yang diukur pada tingkat suku bunga tertentu. Berdasarkan Tabel 4.20 hasil perhitungan metode NPV, proyek Perancangan Sistem Distilasi Air Laut Dengan Memanfaatkan Panas Gas Buang Mesin Diesel Pada Kapal Penumpang KM. Nggapulu **layak** untuk dijalankan karena nilai $NPV > 0$ dan telah melebihi target Rp 400.000.000 pada *discount rate* sebesar 10% dan 15%. Dari data perhitungan direpresentasikan dengan grafik NPV pada Grafik 4.3 sebagai berikut:



Gambar 4.3 Grafik *Net Present Value* (NPV) discount rate 10% dan 15%

4.10.2 Perhitungan *Internal Rate of Return* (IRR)

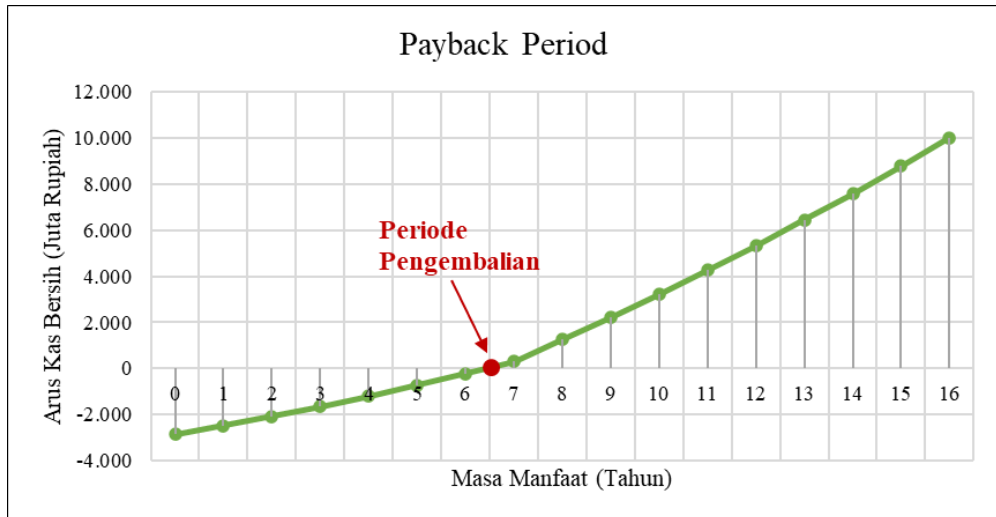
Internal Rate of Return (IRR) adalah indikator tingkat efisiensi dari suatu investasi. Berdasarkan Tabel 4.21 nilai *Discounted Cash Flow* (DCF) pada rentas suku bunga 10% dan 20% yang selanjutnya dengan rumus IRR metode linear interpolation didapatkan **nilai IRR = 19%**. Kesimpulan yang didapatkan adalah Perancangan Sistem Distilasi Air Laut Dengan Memanfaatkan Panas Gas Buang Mesin Diesel Pada Kapal Penumpang KM. Nggapulu layak untuk dijalankan, meskipun masih di bawah target sebesar 20%. Berdasarkan Grafik 4.4 terdapat kurva NPV sebagai fungsi faktor diskonto yang menunjukkan NPV = 0 pada faktor diskonto atau *discount rate* 19%. IRR adalah *discount rate* yang menghasilkan NPV = 0. Ini artinya adalah total biaya investasi untuk Perancangan Sistem Distilasi Air Laut Dengan Memanfaatkan Panas Gas Buang Mesin Diesel Pada Kapal Penumpang KM. Nggapulu lebih kecil dari IRR, sehingga proyek ini dikatakan layak untuk dijalankan.



Gambar 4.4 Grafik Hasil Perhitungan *Internal Rate of Return* (IRR)

4.10.3 Perhitungan *Payback Period*

Payback Period dapat diartikan metode untuk menghitung lama periode yang diperlukan untuk mengembalikan uang yang telah diinvestasikan. Dari Tabel 4.22 biaya investasi sebesar Rp 2.853.736.737 dapat dikembalikan selama 6 tahun 6 bulan yakni pada tahun 2026. Berdasarkan Grafik 4.5 Pada tahun 2027 nilai *Cumulative Net Cash Flow* bernilai positif. Meskipun hasil *Payback Period* proyek ini masih di bawah target awal, namun proyek Perancangan Sistem Distilasi Air Laut Dengan Memanfaatkan Panas Gas Buang Mesin Diesel Pada Kapal Penumpang KM. Nggapulu dapat dikatakan **layak** untuk dijalankan karena lama periode pengembalian lebih kecil ketimbang perkiraan umur proyek selama 16 tahun.



Gambar 4.5 Grafik Hasil Perhitungan *Payback Period*

Grafik 4.5 merupakan visualisasi dari pergerakan arus kas bersih. Dari tahun pertama hingga tahun ke enam adalah periode pengembalian modal atau biaya investasi. Total biaya investasi sebesar Rp 2.853.736.737 dikembalikan selama enam tahun enam bulan operasional kapal. Sisa periode operasional, tahun ke 6 lebih 6 bulan hingga tahun ke 16 merupakan periode penerimaan keuntungan.

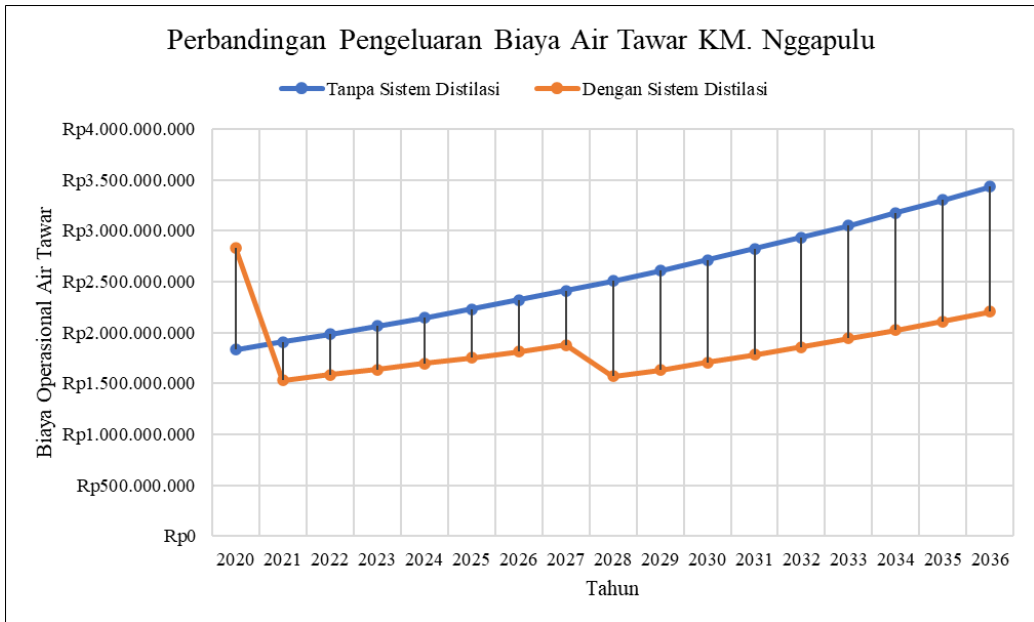
4.10.4 Perhitungan *Benefit Cost Ratio* (BCR)

Metode *Benefit Cost Ratio* (BCR) bertujuan untuk mencari nilai rasio perbandingan antara *Total Present Value Benefit* dengan *Total Present Value Cost* proyek. Total Benefit dari arus kas yang diterima dari aktivitas operasional kemudian didiskontokan dengan suku bunga 10% dan 15% untuk mendapatkan nilai *Present Value* (PV). *Total Present Value Cost* didapatkan dari Total Biaya Investasi sebesar Rp 2.853.736.737.

Dari Tabel 4.21 dapat disimpulkan bahwa proyek Perancangan Sistem Distilasi Air Laut Dengan Memanfaatkan Panas Gas Buang Mesin Diesel Pada Kapal Penumpang KM. Nggapulu layak untuk dijalankan karena nilai BCR pada suku bunga 10% dan 15% menunjukkan nilai lebih dari 1 (satu).

4.11 Analisis Efisiensi Biaya

Dalam melakukan studi kelayakan ekonomi pada Perancangan Sistem Distilasi Air Laut Dengan Memanfaatkan Panas Gas Buang Mesin Diesel Pada Kapal Penumpang KM. Nggapulu penulis menggunakan empat metode yakni: *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Payback Period*, dan *Benefit Cost Ratio* (BCR). Dari keempat metode proyek ini dinilai layak untuk dikerjakan karena telah memenuhi standar minimum dari keempat metode. Pada tahun 2019 KM. Nggapulu menghabiskan Rp1.763.032.000 hanya untuk keperluan air tawarnya saja. Tujuan dari Perancangan Sistem Distilasi Air Laut Dengan Memanfaatkan Panas Gas Buang Mesin Diesel yakni adanya efisiensi biaya operasional air tawar.



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Pengerluaran Biaya Air Tawar KM. Nggapulu

Dari Tabel 4.24 dan Grafik 4.6, dapat diketahui bahwa:

- i. Nilai Biaya Investasi Sistem Distilasi Air Laut yang mencapai Rp 2.853.736.737, dan apabila biaya investasi 65% berasal dari pinjaman bank dan 35% berasal dari dana perusahaan, sehingga pada tahun 2020 perusahaan perlu mengeluarkan biaya sebesar Rp2.832.361.138 untuk biaya investasi sebesar 35% dari total biaya investasi dan biaya pembelian air tawar KM. Nggapulu.
- ii. Apabila sebesar 65% dari total biaya atau sebesar Rp 1.854.928.879 yang didapatkan berasal dari pinjaman bank, dengan bunga sebesar 9,7% sehingga pada tahun 2021 hingga tahun 2027 perusahaan perlu membayar cicilan pinjaman bank sebesar Rp 377.257.211 setiap tahunnya.
- iii. Diperkirakan pada tahun 2020 biaya pembelian air tawar KM. Nggapulu sebesar Rp1.833.553.280 dan tanpa menggunakan Sistem Distilasi Air Laut, biaya pembelian cenderung stabil dan naik setiap tahunnya akibat tingkat inflasi sebesar 4%.
- iv. Apabila menggunakan Sistem Distilasi Air Laut, kebutuhan air tawar KM. Nggapulu sebesar 36,48% dari total keseluruhan akan dipasok oleh Sistem Distilasi Air Laut sehingga pada tahun 2021 biaya pembelian air tawar akan turun hingga Rp1.154.903.219.
- v. Efisiensi biaya yang dihasilkan KM. Nggapulu dengan menggunakan Sistem Distilasi Air Laut dari tahun 2020 hingga tahun 2036 mencapai Rp 12.166.162.250.

Tabel 4.20 Hasil Perhitungan Net Present Value (NPV) Suku Bunga 10% dan 15%

Discount Rate 10%			Discount Rate 15%				
Tahun	Kas Bersih	Faktor PV	Present Value	Tahun	Kas Bersih	Faktor PV	Present Value
2020	Rp0	1,000000	Rp0	2020	Rp0	1,000000	Rp0
2021	Rp374.734.981	0,909091	Rp340.668.165	2021	Rp374.734.981	0,869565	Rp325.856.505
2022	Rp398.588.386	0,826446	Rp329.411.889	2022	Rp398.588.386	0,756144	Rp301.390.084
2023	Rp419.001.927	0,751315	Rp314.802.350	2023	Rp419.001.927	0,657516	Rp275.500.569
2024	Rp449.195.770	0,683013	Rp306.806.755	2024	Rp449.195.770	0,571753	Rp256.829.140
2025	Rp476.027.607	0,620921	Rp295.575.692	2025	Rp476.027.607	0,497177	Rp236.669.852
2026	Rp499.362.957	0,564474	Rp281.877.371	2026	Rp499.362.957	0,432328	Rp215.888.387
2027	Rp532.954.032	0,513158	Rp273.489.688	2027	Rp532.954.032	0,375937	Rp200.357.161
2028	Rp940.393.410	0,466507	Rp438.700.466	2028	Rp940.393.410	0,326902	Rp307.416.274
2029	Rp967.030.313	0,424098	Rp410.115.253	2029	Rp967.030.313	0,284262	Rp274.890.369
2030	Rp1.004.427.895	0,385543	Rp387.250.435	2030	Rp1.004.427.895	0,247185	Rp248.279.214
2031	Rp1.038.378.729	0,350494	Rp363.945.410	2031	Rp1.038.378.729	0,214943	Rp223.192.470
2032	Rp1.068.744.943	0,318631	Rp340.535.075	2032	Rp1.068.744.943	0,186907	Rp199.756.071
2033	Rp1.110.408.816	0,289664	Rp321.645.881	2033	Rp1.110.408.816	0,162528	Rp180.472.476
2034	Rp1.148.598.886	0,263331	Rp302.461.985	2034	Rp1.148.598.886	0,141329	Rp162.329.939
2035	Rp1.183.176.200	0,239392	Rp283.242.975	2035	Rp1.183.176.200	0,122894	Rp145.405.830
2036	Rp1.229.622.939	0,217629	Rp267.601.777	2036	Rp1.229.622.939	0,106865	Rp131.403.372
NPV =			Rp2.490.894.430	NPV =			Rp918.400.977

Tabel 4.21 Hasil Perhitungan Internal rate of return (IRR)

Tahun	Cash Out	Cash in	Net Cash Flow	Discounted Cash Flow (DCF)	
				15%	20%
2020	-Rp2.853.736.737	Rp0	-Rp2.853.736.737	-Rp2.853.736.737	-Rp2.853.736.737
2021	-Rp377.257.211	Rp751.992.192	Rp374.734.981	Rp325.856.505	Rp312.279.151
2022	-Rp377.257.211	Rp775.845.597	Rp398.588.386	Rp301.390.084	Rp276.797.490
2023	-Rp377.257.211	Rp800.653.139	Rp423.395.927	Rp278.389.695	Rp245.020.791
2024	-Rp377.257.211	Rp826.452.982	Rp449.195.770	Rp256.829.140	Rp216.626.047
2025	-Rp377.257.211	Rp853.284.818	Rp476.027.607	Rp236.669.852	Rp191.304.819
2026	-Rp377.257.211	Rp881.189.928	Rp503.932.717	Rp217.864.020	Rp168.766.047
2027	-Rp377.257.211	Rp910.211.243	Rp532.954.032	Rp200.357.161	Rp148.737.689
2028	Rp0	Rp940.393.410	Rp940.393.410	Rp307.416.274	Rp218.705.452
2029	Rp0	Rp971.782.863	Rp971.782.863	Rp276.241.341	Rp188.338.029
2030	Rp0	Rp1.004.427.895	Rp1.004.427.895	Rp248.279.214	Rp162.220.713
2031	Rp0	Rp1.038.378.729	Rp1.038.378.729	Rp223.192.470	Rp139.753.302
2032	Rp0	Rp1.073.687.595	Rp1.073.687.595	Rp200.679.889	Rp120.421.209
2033	Rp0	Rp1.110.408.816	Rp1.110.408.816	Rp180.472.476	Rp103.783.115
2034	Rp0	Rp1.148.598.886	Rp1.148.598.886	Rp162.329.939	Rp89.460.423
2035	Rp0	Rp1.188.316.559	Rp1.188.316.559	Rp146.037.552	Rp77.128.247
2036	Rp0	Rp1.229.622.939	Rp1.229.622.939	Rp131.403.372	Rp66.507.714
Total				Rp839.672.247	-Rp127.886.500

$$IRR = r_1 + \frac{DCF_1}{(DCF_1 - DCF_2)} (r_2 - r_1)$$

IRR = 19%

Tabel 4.22 Hasil Perhitungan Payback Period

Tahun	Cash Out	Cash in	Net Cash Flow	Cumulative Net Cash Flow
2020	-Rp2.853.736.737	Rp0	-Rp2.853.736.737	-Rp2.853.736.737
2021	-Rp377.257.211	Rp751.992.192	Rp374.734.981	-Rp2.479.001.756
2022	-Rp377.257.211	Rp775.845.597	Rp398.588.386	-Rp2.080.413.369
2023	-Rp377.257.211	Rp800.653.139	Rp423.395.927	-Rp1.657.017.442
2024	-Rp377.257.211	Rp826.452.982	Rp449.195.770	-Rp1.207.821.672
2025	-Rp377.257.211	Rp853.284.818	Rp476.027.607	-Rp731.794.065
2026	-Rp377.257.211	Rp881.189.928	Rp503.932.717	-Rp227.861.348
2027	-Rp377.257.211	Rp910.211.243	Rp532.954.032	Rp305.092.684
2028	Rp0	Rp940.393.410	Rp940.393.410	Rp1.245.486.094
2029	Rp0	Rp971.782.863	Rp971.782.863	Rp2.217.268.957
2030	Rp0	Rp1.004.427.895	Rp1.004.427.895	Rp3.221.696.853
2031	Rp0	Rp1.038.378.729	Rp1.038.378.729	Rp4.260.075.581
2032	Rp0	Rp1.073.687.595	Rp1.073.687.595	Rp5.333.763.176
2033	Rp0	Rp1.110.408.816	Rp1.110.408.816	Rp6.444.171.992
2034	Rp0	Rp1.148.598.886	Rp1.148.598.886	Rp7.592.770.878
2035	Rp0	Rp1.188.316.559	Rp1.188.316.559	Rp8.781.087.437
2036	Rp0	Rp1.229.622.939	Rp1.229.622.939	Rp10.010.710.376

Tabel 4.23 Hasil Perhitungan Benefit Cost Ratio (BCR) Suku Bunga 10% dan 15%

Discount Rate 10%				Discount Rate 15%			
Tahun	Operasional	Faktor PV	Present Value	Tahun	Operasional	Faktor PV	Present Value
2020	Rp0	1,000000	Rp0	2020	Rp0	1,000000	Rp0
2021	Rp751.992.192	0,909091	Rp683.629.266	2021	Rp751.992.192	0,869565	Rp653.906.254
2022	Rp775.845.597	0,826446	Rp641.194.709	2022	Rp775.845.597	0,756144	Rp586.650.735
2023	Rp800.653.139	0,751315	Rp601.542.553	2023	Rp800.653.139	0,657516	Rp526.442.435
2024	Rp826.452.982	0,683013	Rp564.478.507	2024	Rp826.452.982	0,571753	Rp472.527.175
2025	Rp853.284.818	0,620921	Rp529.822.738	2025	Rp853.284.818	0,497177	Rp424.233.360
2026	Rp881.189.928	0,564474	Rp497.408.742	2026	Rp881.189.928	0,432328	Rp380.962.723
2027	Rp910.211.243	0,513158	Rp467.082.288	2027	Rp910.211.243	0,375937	Rp342.182.120
2028	Rp940.393.410	0,466507	Rp438.700.466	2028	Rp940.393.410	0,326902	Rp307.416.274
2029	Rp971.782.863	0,424098	Rp412.130.798	2029	Rp971.782.863	0,284262	Rp276.241.341
2030	Rp1.004.427.895	0,385543	Rp387.250.435	2030	Rp1.004.427.895	0,247185	Rp248.279.214
2031	Rp1.038.378.729	0,350494	Rp363.945.410	2031	Rp1.038.378.729	0,214943	Rp223.192.470
2032	Rp1.073.687.595	0,318631	Rp342.109.956	2032	Rp1.073.687.595	0,186907	Rp200.679.889
2033	Rp1.110.408.816	0,289664	Rp321.645.881	2033	Rp1.110.408.816	0,162528	Rp180.472.476
2034	Rp1.148.598.886	0,263331	Rp302.461.985	2034	Rp1.148.598.886	0,141329	Rp162.329.939
2035	Rp1.188.316.559	0,239392	Rp284.473.536	2035	Rp1.188.316.559	0,122894	Rp146.037.552
2036	Rp1.229.622.939	0,217629	Rp267.601.777	2036	Rp1.229.622.939	0,106865	Rp131.403.372
			PV _{benefit} = Rp7.105.479.048				PV _{benefit} = Rp5.262.957.330

Suku Bunga	PV _{benefit}	PV _{costs}	BCR
10%	Rp7.105.479.048	Rp2.853.736.737	2,49
15%	Rp5.262.957.330	Rp2.853.736.737	1,84

Tabel 4.24 Perbandingan Perbandingan Pengeluaran Biaya Air Tawar KM. Nggapulu

Tahun	Sistem Destilasi Air					Total
	Tanpa Sistem Destilasi	Pembelian Air	Pembelian Air	Biaya	Operasional Sistem	
2020	Rp1.833.553.280	Rp1.833.553.280	Rp998.807.858	Rp0	Rp2.832.361.138	
2021	Rp1.906.895.411	Rp1.154.903.219	Rp377.257.211	Rp751.992.192	Rp1.532.160.430	
2022	Rp1.983.171.228	Rp1.207.325.630	Rp377.257.211	Rp775.845.597	Rp1.584.582.841	
2023	Rp2.062.498.077	Rp1.261.844.938	Rp372.863.211	Rp800.653.139	Rp1.634.708.149	
2024	Rp2.144.998.000	Rp1.318.545.018	Rp377.257.211	Rp826.452.982	Rp1.695.802.229	
2025	Rp2.230.797.920	Rp1.377.513.102	Rp377.257.211	Rp853.284.818	Rp1.754.770.313	
2026	Rp2.320.029.837	Rp1.438.839.908	Rp372.687.451	Rp881.189.928	Rp1.811.527.360	
2027	Rp2.412.831.030	Rp1.502.619.787	Rp377.257.211	Rp910.211.243	Rp1.879.876.999	
2028	Rp2.509.344.271	Rp1.568.950.862	Rp0	Rp940.393.410	Rp1.568.950.862	
2029	Rp2.609.718.042	Rp1.637.935.179	-Rp4.752.550	Rp971.782.863	Rp1.633.182.628	
2030	Rp2.714.106.764	Rp1.709.678.868	Rp0	Rp1.004.427.895	Rp1.709.678.868	
2031	Rp2.822.671.034	Rp1.784.292.306	Rp0	Rp1.038.378.729	Rp1.784.292.306	
2032	Rp2.935.577.876	Rp1.861.890.281	-Rp4.942.652	Rp1.073.687.595	Rp1.856.947.628	
2033	Rp3.053.000.991	Rp1.942.592.175	Rp0	Rp1.110.408.816	Rp1.942.592.175	
2034	Rp3.175.121.030	Rp2.026.522.144	Rp0	Rp1.148.598.886	Rp2.026.522.144	
2035	Rp3.302.125.872	Rp2.113.809.313	-Rp5.140.359	Rp1.188.316.559	Rp2.108.668.954	
2036	Rp3.434.210.906	Rp2.204.587.968	Rp0	Rp1.229.622.939	Rp2.204.587.968	
	Rp43.450.651.569	Rp27.945.403.978	Rp3.615.809.015	Rp15.505.247.591	Rp31.561.212.992	

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis kelayakan ekonomi perancangan sistem distilasi air laut dengan memanfaatkan panas gas buang mesin diesel pada kapal penumpang KM. Nggapulu, dapat ditarik kesimpulan:

- i. Total biaya investasi dari perancangan sistem distilasi air laut dengan memanfaatkan panas gas buang mesin diesel pada kapal penumpang KM. Nggapulu adalah Rp 2.853.736.737. Total biaya tersebut meliputi biaya pembelian bahan dan komponen sebesar Rp 2.763.011.737, biaya pembelian peralatan penunjang sebesar Rp 4.225.000, dan biaya modifikasi kapal sebesar Rp 86.500.000.
- ii. Biaya perasional sistem distilasi air laut berasal dari biaya operasional pompa *feed water evaporator*, dan pompa *feed water condenser*. Apabila harga MDF Rp 5.700 per liter, maka biaya yang dikeluarkan untuk operasional pompa-pompa pada tahun 2021 adalah Rp 32.703.621. Biaya tersebut akan terus meningkat setiap tahunnya akibat pengaruh inflasi.
- iii. Biaya perawatan yang dikeluarkan untuk aktivitas perawatan sistem distilasi air laut pada tahun 2021 adalah Rp 14.070.680 yang meliputi perawatan pompa, *heat exchanger* dan kalibrasi alat ukur. Biaya tersebut akan terus meningkat setiap tahunnya akibat pengaruh inflasi.
- iv. Berdasarkan hasil perhitungan metode analisis kelayakan ekonomi, dapat disimpulkan bahwa proyek Perancangan Sistem Distilasi Air Laut Pada Kapal Penumpang KM. Nggapulu selama kurun waktu 16 tahun dikatakan **layak** untuk dijalankan karena:
 - iv.a. Nilai NPV telah memenuhi kriteria pada *discount rate* 10% sebesar Rp 2,49 Milyar dan pada *discount rate* 15% sebesar Rp 918 juta
 - iv.b. Nilai IRR metode linear interpolation didapatkan nilai IRR = 19%
 - iv.c. Lama Payback Period adalah selama 6 tahun dan 6 bulan yakni pada tahun 2026.
 - iv.d. Nilai BCR telah memenuhi kriteria pada suku bunga 10% adalah 2,49 dan pada suku bunga 15% menunjukkan nilai 1,84.
 - iv.e. Meskipun hasil metode IRR dan Payback Period tidak sesuai kriteria perusahaan, namun hasil dari kedua metode tersebut masih dalam batas aman atau tidak merugi.
- v. Hasil dari analisis efisiensi biaya proyek Perancangan Sistem Distilasi Air Laut Pada Kapal Penumpang KM. Nggapulu menunjukkan perusahaan pemilik kapal dapat melakukan penghematan biaya penyediaan air tawar hingga Rp12,1 Milyar selama kurun waktu 16 tahun.

5.2 Saran

Dengan dilakukannya penelitian mengenai analisis kelayakan ekonomi perancangan sistem distilasi air laut dengan memanfaatkan panas gas buang mesin diesel pada kapal penumpang KM. Nggapulu, penulis memiliki saran agar penelitian ini dapat dikembangkan lebih baik lagi. Saran tersebut diantaranya :

- i. Para peneliti selanjutnya untuk meningkatkan jumlah bahan dan komponen sistem distilasi air laut yang berasal dari pasar lokal, karena pada saat pengerjaan Tugas Akhir ini sedang terjadi pandemic covid-19 yang melanda dunia sehingga terbatasnya waktu dan tempat untuk mencari harga komponen dari pasar lokal.
- ii. Para peneliti selanjutnya untuk memanfaatkan gas buang mesin diesel dari Auxiliary Engine, sehingga energi panas yang terbuang dapat dimanfaatkan lebih sempurna dan tidak menutup kemungkinan produksi air tawar dari sistem distilasi akan semakin meningkat.
- iii. Para peneliti selanjutnya untuk meningkatkan kualitas produk air tawar hingga menjadi air layak minum dari sistem distilasi air laut dengan memanfaatkan panas gas buang mesin diesel.

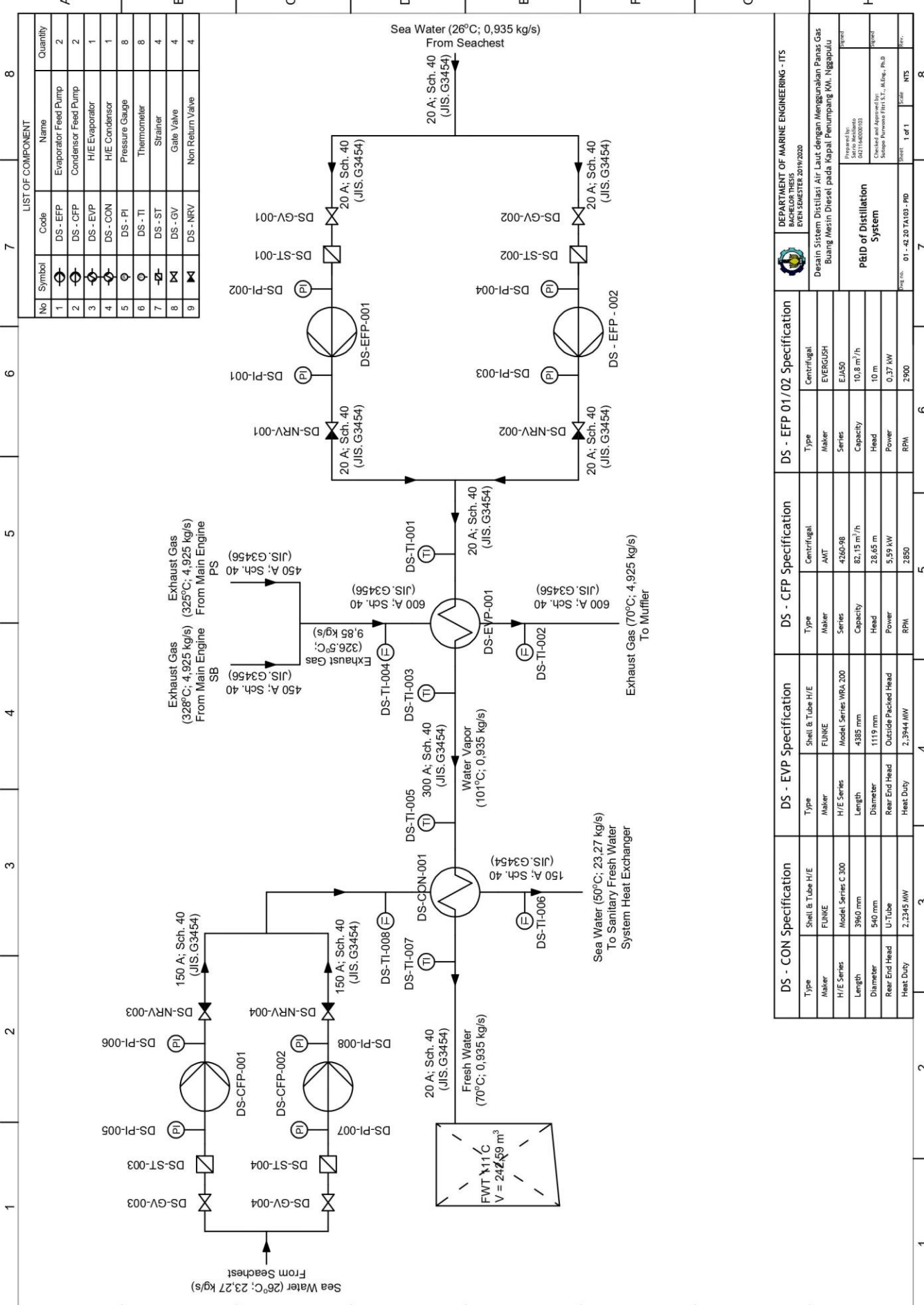
DAFTAR PUSTAKA

- Abelson. (1979). *Cost Benefit Analysis and Environmental Problems*. Southampton, England: Itchen Printers Limited.
- Afifudin, A. (2009). *Analisis Dampak Krisis Global Terhadap Kelayakan PLTA Pamona*. Depok: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Cammack, R. (2006). *Oxford Dictionary of Biochemistry and Molecular Biology*. New York: Oxford University Press.
- Darsono, D. (2010). *Simulasi CFD pada Mesin Diesel Injeksi Langsung dengan Bahan Bakar Biodiesel DAN Solar*. Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Fred, W. J. (1992). *Manajemen keuangan : Jilid II Terjemahan Yohanes Lamarto*. Jakarta: Erlangga.
- Irvandi, G. (2016). Analisa Teknis dan Ekonomis Terhadap Metode Direct System pada Solar Energy Distillation di Pulau Tabuhan untuk Kapasitas 100 Liter/Hari. *Jurnal Teknik ITS Vol. 5, 2*.
- Lokajaya, N. (2016). Kelayakan Investasi Instalasi Sea Water Reverse Osmosis (SWRO) Di Kawasan Wisata Pantai Kenjeran Surabaya. *Jurnal Teknik Industri HEURISTIC*, 115–125.
- Machowicz, J. C. (2009). *Prinsip-Prinsip Manajemen Keuangan*. Alih Bahasa: Dewi Fitriyani dan Deny Kwary. Jakarta: Salemba Empat.
- Meidianto, S. (2020). *Perancangan Sistem Distilasi Air Laut Dengan Memanfaatkan Panas Gas Buang Mesin Diesel Pada Kapal Penumpang KM. Nggapulu*. Surabaya: Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS.
- NAS. (2010). *Technologies and Approaches to Reducing the Fuel Consumption of Medium- and Heavy-Duty Vehicles*. Washington, DC: National Academy of Sciences Study.
- Raharjo. (2007). *Ekonomi Teknik : Analisis Pengambilan Keputusan*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Sahuburua, D. (2006). Desain Destilator untuk Destilasi Air Laut Pada Kapal Penangkap Ikan (Sebuah Studi pada KM. Toyo 21). *Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Perikanan dan Kelautan*, 43-50.
- Samlawi, A. K. (2018). *Buku Ajar Motor Bakar*. Banjarmasin, Kalimantan Selatan: Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat.
- Subagyo, P. (1993). *Statistik Induktif*. Yogyakarta: BPFEE.
- Suliyanto. (2010). *Studi Kelayakan Bisnis*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Suprpto. (2017). *Modul 3 Kelayakan Ekonomi*. Bandung: Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi.
- Yoshi, L. A. (2016). Studi Tekno Ekonomi Desalinasi Air Laut Skala Kecil. *Reaktor*, 218-225.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN
P&ID DAN 3D LAYOUT SISTEM DISTILASI AIR LAUT DENGAN
MEMANFAATKAN PANAS GAS BUANG MESIN DIESEL PADA KAPAL
PENUMPANG KM. NGGAPULU

Halaman ini sengaja dikosongkan



LIST OF COMPONENT

No	Symbol	Code	Name	Quantity
1		DS - EFP	Evaporator Feed Pump	2
2		DS - CFP	Condensor Feed Pump	2
3		DS - EVP	H/E Evaporator	1
4		DS - CON	H/E Condensor	1
5		DS - PI	Pressure Gauge	8
6		DS - TI	Thermometer	8
7		DS - ST	Strainer	4
8		DS - GV	Gate Valve	4
9		DS - NRV	Non Return Valve	4

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING - ITS
BACHELOR THESIS
ERIK SOMESTER, 201912020

Desain Sistem Distilasi Air Laut dengan Menggunakan Panas Gas Buang Mesin Diesel pada Kapal Penumpang KM. Ngapung

PBID of Distillation System

Prepared by: 02114000103
 Checked and Approved by: Sutopo Purwanto Hiri S.T., M.Eng., Ph.D

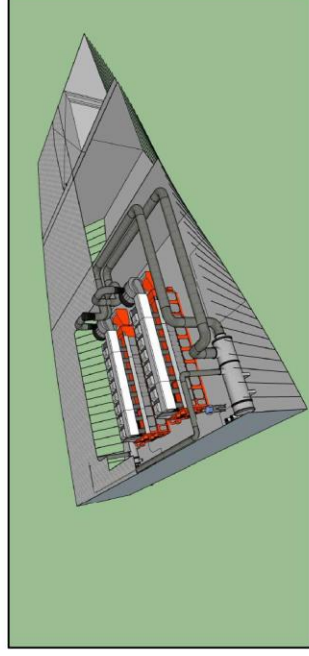
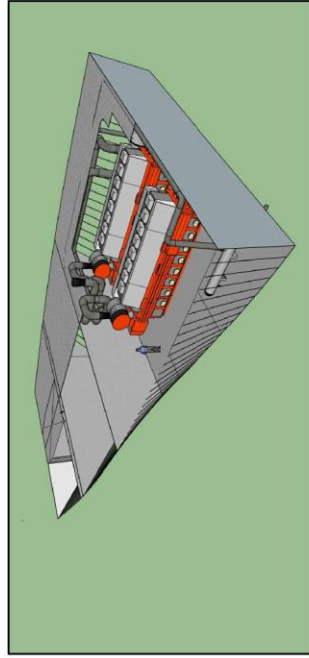
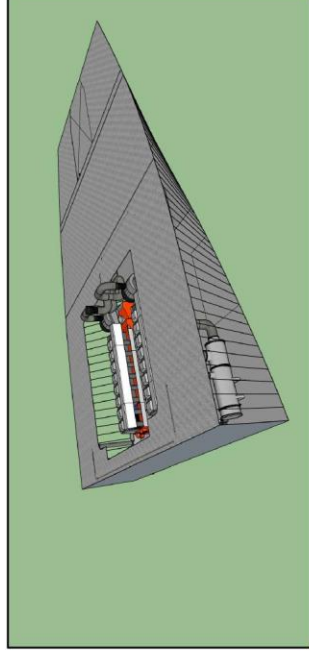
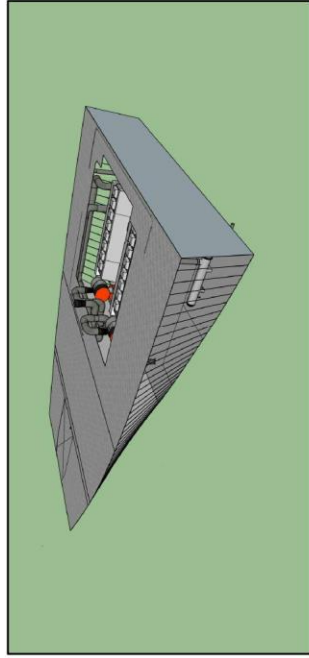
Page no. 01 - of 20 TA103 - PID Sheet 1 of 1 Scale NTS 8

DS - CON Specification		DS - EYP Specification		DS - CFP Specification		DS - EFP 01/02 Specification	
Type	Shell & Tube H/E	Type	Shell & Tube H/E	Type	Centrifugal	Type	Centrifugal
Maker	FUNKE	Maker	FUNKE	Maker	EVERGUSH	Maker	EVERGUSH
H/E Series	Model Series C 300	H/E Series	Model Series W6A 200	Series	EJAS0	Series	EJAS0
Length	3940 mm	Length	4385 mm	Capacity	82,15 m ³ /h	Capacity	10,8 m ³ /h
Diameter	540 mm	Diameter	1119 mm	Head	28,65 m	Head	10 m
Rear End Head U-Tube		Rear End Head	Outside Packed Head	Power	5,59 KW	Power	0,37 KW
Heat Duty	2.2345 MW	Heat Duty	2.3944 MW	RPM	2850	RPM	2900

DS - CON Specification		DS - EYP Specification		DS - CFP Specification		DS - EFP 01/02 Specification	
Type	Shell & Tube H/E	Type	Shell & Tube H/E	Type	Centrifugal	Type	Centrifugal
Maker	FUNKE	Maker	FUNKE	Maker	AMT	Maker	EVERGUSH
H/E Series	Model Series C 300	H/E Series	Model Series W6A 200	Series	4760-98	Series	EJAS0
Length	3940 mm	Length	4385 mm	Capacity	82,15 m ³ /h	Capacity	10,8 m ³ /h
Diameter	540 mm	Diameter	1119 mm	Head	28,65 m	Head	10 m
Rear End Head U-Tube		Rear End Head	Outside Packed Head	Power	5,59 KW	Power	0,37 KW
Heat Duty	2.2345 MW	Heat Duty	2.3944 MW	RPM	2850	RPM	2900


Halaman ini sengaja dikosongkan

Isometric View



DS - CON Specification		DS - EVP Specification		DS - CFP Specification		DS - EFP 01/02 Specification	
Type	Shell & Tube H/E	Type	Shell & Tube H/E	Type	Centrifugal	Type	Centrifugal
Maker	FURNE	Maker	FURNE	Maker	AMT	Maker	ENERGUSH
Pump Type	Model Series C 200	Pump Type	Model Series WRA 200	Series	4260-98	Series	EJA50
Length	3940 mm	Length	4385 mm	Capacity	82,15 m ³ /h	Capacity	10,8 m ³ /h
Diameter	540 mm	Diameter	1119 mm	Head	28,65 m	Head	10 Deck
Tubecount	46	Tubecount	1056	Power	5,59 kW	Power	0,37 kW
Heat Duty	2,3519 kW	Heat Duty	2,0846 kW	RPM	2850	RPM	2900

Ship Particulars	
Name of Ship	Nggapulu
Type of Ship	Passenger Ship
Operator	PT. PELNI
LOA	148,5 m
B	23,4 m
T	5,9 m
Number of Deck	10 Deck
Passenger Capacity	2.025 Persons
Speed (knot)	17 Knot
Year of Build	2002



DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING - ITS
ITS SURABAYA
EVEN SEMESTER 2019/2020

Desain Sistem Distilasi Air Laut dengan Menggunakan Panas Gas Buang Mesin Diesel pada Kapal Penumpang KM. Nggapulu

3D Engine Room Layout of Distillation System

Presented by:
 Sarvo Mardiana
 0601116000001

Checked and Approved by:
 Solopriyo Puranto (Ph.D., M. Eng., Ph.D.)

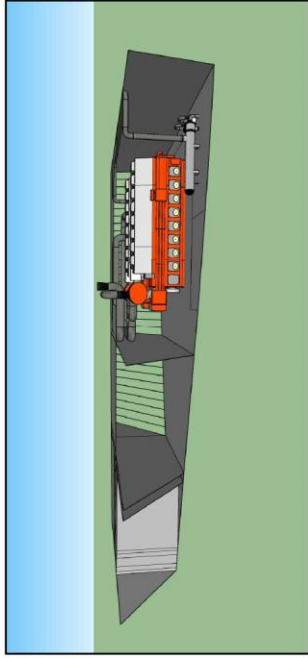
Page No.: 01 - 42.20.TA.033 - 3B

Sheet: 1 of 2

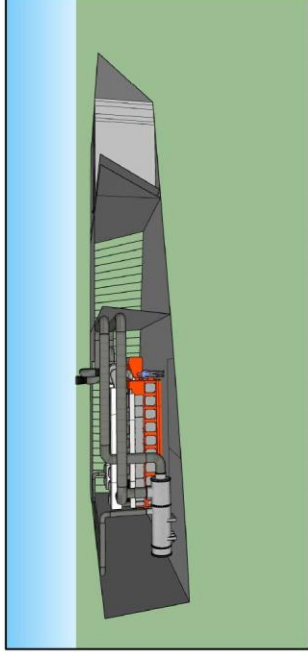
Scale: NTS

Halaman ini sengaja dikosongkan

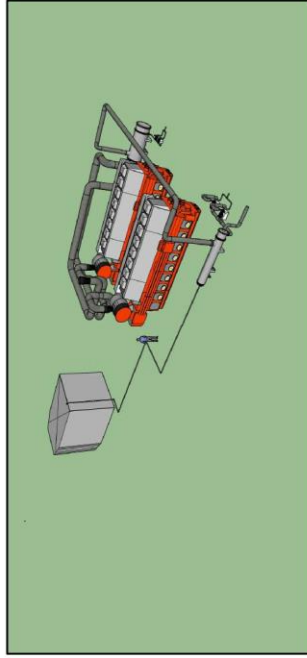
Starboard Side View



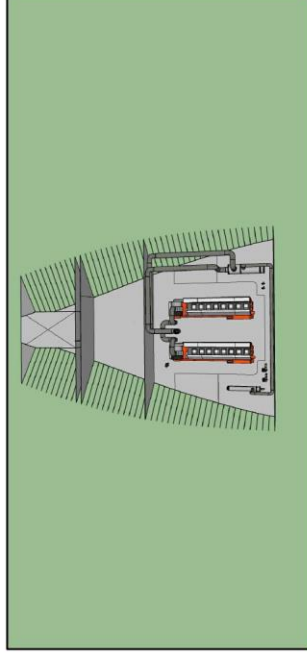
Port Side View



System Detail View



Top View



DS - CON Specification		DS - EVP Specification		DS - CFP Specification		DS - EFP 01/02 Specification		Ship Particulars	
Type	Shell & Tube H/E	Type	Shell & Tube H/E	Type	Centrifugal	Type	Centrifugal	Name of Ship	Nggapulu
Maker	FUJINE	Maker	FUJINE	Maker	AMT	Maker	EVERGUSH	Type of Ship	Passenger Ship
Pump Type	Model Series C 200	Pump Type	Model Series WRA 200	Series	4260-98	Series	EJA50	Operator	PT PELNI
Length	3960 mm	Length	4385 mm	Capacity	82.15 m ³ /h	Capacity	10.8 m ³ /h	LOA	146.5 m
Diameter	540 mm	Diameter	1119 mm	Head	28.65 m	Head	10 m	B	23.4 m
Tubecount	46	Tubecount	1056	Power	5.59 MW	Power	0.37 MW	T	5.0 m
Heat Duty	2.3519 MW	Heat Duty	2.0846 MW	RPM	2850	RPM	2900	Number of Deck	10 Deck
								Passenger Capacity	2025 Persons
								Speed/Consumption	17 Knot
								Year of Build	2002

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING - ITS	
#KIRKOR THESIS #EVENING 1919192020	
Desain Sistem Distilasi Air Laut dengan Menggunakan Panas Gas Buang Mesin Diesel pada Kapal Penumpang K.M. Nggapulu	
3D Engine Room Layout of Distillation System	Project by: Suryo Mahendra 041116000103
	Checked and Approved by: Sulopo Purwanto (Ira) S.T., M.Eng., Ph.D
	Signature: _____ Date: _____
Page No.	03 - 42.20 TA1913 - 3D
Page No.	2 of 2
Year	2020
Year	MTS

Halaman ini sengaja dikosongkan

**LAMPIRAN
SPESIFIKASI BAHAN DAN KOMPONEN**

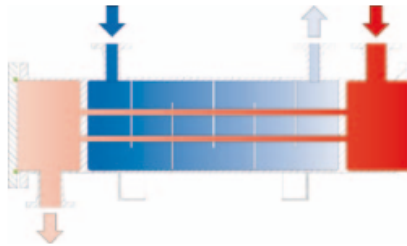
1. Spesifikasi *Heat Exchanger Evaporator*

No. Komponen : DS-EVP-001

Manufaktur : FUNKE - Germany

Tipe : Model series WRA 200 Exhaust Gas – Diamater Shell 1150 mm

Harga : € 82.667,00



Technical Description

The model series WRA 200 represents a special design for exhaust gas cooling. The principle of media routing here is: "Exhaust gas through the tubes", with tube side single-pass execution being selected exclusively. The heat exchanger has straight "internal" tubes and a fixed non-removable tube bundle whose shell tube is welded to the tubesheets such that the joint is tightly sealed. Due to its design, the WRA 200 can be equipped with a maximum possible and optimum tubing. The tube/tubesheet connections are produced by pertinent tube weldings in accordance with the construction regulations and material combinations as well as the maximum permissible operating parameters (P/T). Naturally, to avoid gap corrosion, after a tube welding the internal tubes are roll expanded again. Maximum exhaust gas temperatures at the gas entry side will be transferred without any hazard and without any detrimental effect on the service life as a thermal shield protects the tube/tubesheet connections against overheating and heat accumulation, and thus prevents material fatigue or cracking in the tubesheet.

To prevent the generation of non-permissibly high axial forces due to thermal length changes, caused by different operating states and/or material selection, an axial compensator can be installed in the casing tube. Both connection chambers of the exhaust gas side are equipped with inspection covers for easy cleaning of the internal tubes without disassembly of the exhaust gas lines.

Application

The WRA 200 was specially developed for heat recovery from the exhaust gases of stationary combustion engines in block-type thermal power stations. Depending on the fuel used as e.g. diesel, natural gas, digester gas, rapeseed-, or vegetable oil the materials and internal tube dimensions can be adapted according to customer requirements.

Material selection

In accordance with the respective regulations and construction regulations, stainless steels are used for the internal tubes, tubesheets and baffles as well as for the outlet gas chamber. The inlet gas chamber and the casing tube are manufactured from carbon steel. An integration of other material combinations or the use of special materials is possible.

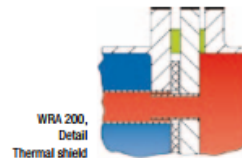
Acceptance

The FUNKE heat exchanger of type WAR 200 can be supplied in accordance with all pertinent national and international certification bodies, regulations and construction regulations as e.g. pursuant to the Pressure Equipment Directive (PED), AD-2000, ASME-VIII, Div. I, U-Stamp, TEMA standard, CHINA-SQL. The integration of works standards or customer specifications is no problem either.

Standard documentation

The standard documentation for these shell-and-tube heat exchangers comprises:

- Operating and maintenance instructions
- Pressure test certificate
- Declaration of conformity/certificate of conformity



Component	Material	Optional	Remarks
Internal tubes	Refined steel, 1.4571	St35.8l	
Tubesheets	Refined steel, 1.4571		
Baffles	Refined steel, 1.4571		
Shell	St35.8l		
Connection chamber gas inlet	St35.8l/P 265 GH		
Connection chamber gas outlet	Refined steel, 1.4571		
Coat of paint	Silicon aluminum colour		Refined steel pickled/passivated
<small>The dimensions of these model series are on the dimension sheet.</small>			
Media routing	Max. operating overpressure	Test overpressure	Max. operating temperature
Shell side	10 bar		150°C
Tube side	0,5 bar*		550°C

* Calculation overpressure 6 bar

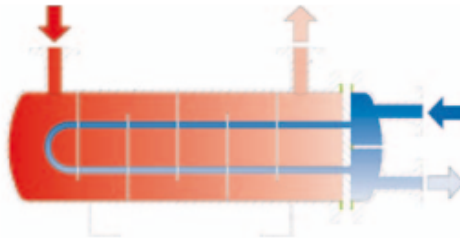
2. Spesifikasi *Heat Exchanger Condenser*

No. Komponen : DS-CON-001

Manufaktur : FUNKE - Germany

Tipe : Universal Cooler Model series C 300 – Diamater Shell 550 mm

Harga : € 38.667,00



Technical Description

The FUNKE heat exchanger type C 300 is a heat exchanger with removable U-tube-bundle whose fixed tubesheet is clamped in between the shell side and tube side device flanges by means of two flat seals and bolts.

The tube / tubesheet connections of the internal tubes bent in U-shape will be produced by appropriate tube expand rollings or tube weldings in accordance with the construction regulations, material combinations and operating media as well as the maximum permissible operating parameters (P/T). Naturally, to avoid gap corrosion, after a tube welding the internal tubes are roll expanded again.

The connection chamber is available in different versions, which can be produced by a tube side two-pass or multi-pass design and whose selection is effected in accordance with the standards required and in accordance with fluid engineering aspects.

Venting and draining points as well as a corresponding foot construction are designed in relation to the installation position.

Material selection

In accordance with the respective regulations, construction regulations and operating media carbon steels, stainless steels as well as nonferrous heavy metals are used. The reasonable integration of special materials, platings and coatings is possible.

Application

Due to its design this heat exchanger type C 300 can be used universally. The internal tubes bent in a U-shape, which are exclusively attached to the fixed tubesheet, permit operation at very high temperatures and pressures without any thermal stresses, thus avoiding damage occurring on the tube/tubesheet connection. This heat exchanger can be used for the partial or full condensation of gases and vapours but also as a fluid cooler/heater.

On principle the media routing can be freely selected, but the clean operating medium should preferably flow through the tubes as a mechanical cleaning of the internal tubes bent in a U-shape is only limited feasible.

Other design options as e.g. the version with a two-pass shell or as a suction cooler for tank installation expand the operational possibilities of this type.

Acceptance

The FUNKE heat exchanger type C 300 can be supplied in accordance with all pertinent national and international certification bodies, regulations and construction regulations as e.g. pursuant to the Pressure Equipment Directive (PED), AD-2000, ASME-VIII, Div. I/II, U-Stamp, TEMA standard, API 614/618/660, CHINA-SQL. The integration of works standards or customer specifications is no problem either.

3. Spesifikasi Pompa

No. Komponen : DS-EFP-001, DS-EFP-002

Manufaktur : EVERGUSH - China

Tipe : EJA 50

Harga : Rp 2.312.000,00



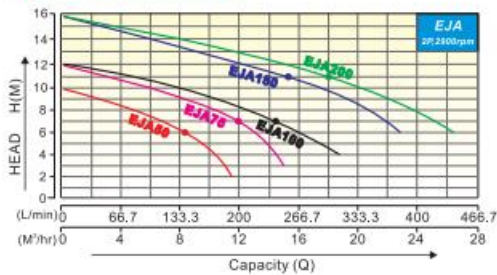
Features

1. Pump casing, casing cover and impeller are made of reinforced engineered thermoplastic.
2. Motor shell is made of high quality aluminum alloy with excellent heat dissipation effect.
3. Single phase motor is equipped with built-in overload protector to prevent motor from burnout easily due to abnormal conditions.
4. Equipped with pneumatic switch operation, to ensure easy usage & safety.
5. When motor is off, all the liquid in the pump will drain out rapidly.

Applications

For hydro massage bathtubs, display fish tank water circulation, sea water transfer and re-circulation for Aqua farm.

Performance Curves



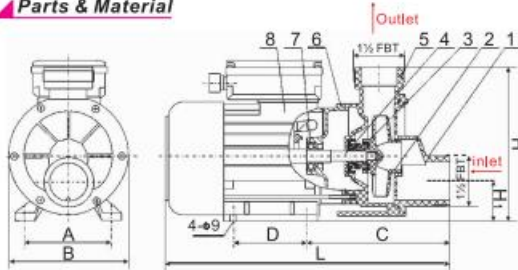
OP. Conditions

1. Medium temperature: 5–50°C.
2. Ambient temperature: Max. 40°C.
3. Working pressure: Max. 2.5 bar.
4. Clean water, sea water.

Motor Spec.

1. 2-pole induction motor
Single phase: 220~240V*50Hz
60Hz motor is available upon request.
2. Single phase motor with build-in overload protector.
3. Insulation class F, protection IP55.
4. Suitable for continuous duty

Parts & Material



No.	Part Name	Std. Material
1.	Pump cover	PP-G20
2.	Impeller	PA6+GF30
3.	Mechanical seal	CA/CE/NBR
4.	Shaft	SUS420
5.	Pump casing	PP-G20
6.	Front cover	PP-G20
7.	Bearing	---
8.	Motor shell	Aluminum alloy
	Motor coil	Copper

Specification

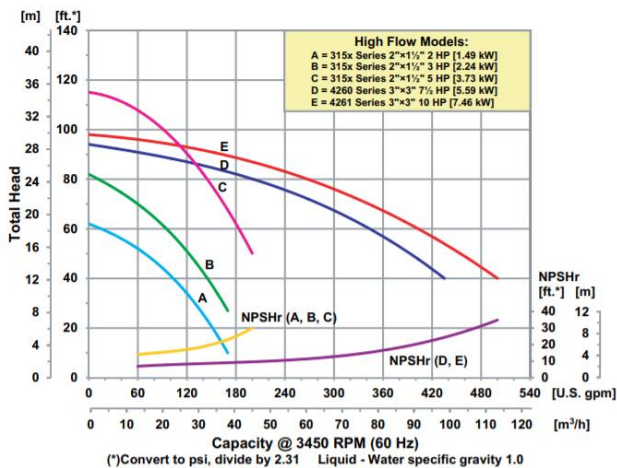
MODEL	Power		Inlet/ outlet Inch	Pole P	Rated		Maximum		Dimensions(unit:mm)							Net Weight KG
	KW	HP			Head M	Capacity L/min	Head M	Capacity L/min	A	B	C	D	H	H1	L	
EJA50	0.37	0.5	2"	2	6.0	140	10	180	100	153	164	80	168	33	317	5.8
EJA75	0.55	0.75	2"	2	7.0	200	12	260	112	156	172	90	178	44	350	8.0
EJA100	0.75	1	2"	2	7.0	240	12	300	112	156	172	90	178	44	350	8.6
EJA150	1.1	1.5	2"	2	11	250	16	380	121	186	218	90	211	48	407	11.5
EJA200	1.5	2	2"	2	11	300	16	450	121	186	218	90	211	48	407	13

No. Komponen : DS-CFP-001, DS-CFP-002
 Manufaktur : AMT - USA
 Tipe : AMT Heavy Duty Straight Centrifugal Pump 4260-98
 Harga : Rp 18.770.000,00

ENGINE/MOTOR DETAILS	
Engine/Motor Brand	AMT by Gorman-Rupp
Fuel Type	Electric
Engine/Motor Type	Total Enclosed Fan Cooled
Starting System	NA
Horsepower	7.5 HP
Phase	3-Phase
Pump Voltage	230 Volt (3-Phase), 460 Volt (3-Phase)
Pump Voltage (50 Hz.)	Call For More Information
Frequency	60 Hz or 50 Hz (See Spec For Details)
Rated Current	22/11 Amps
Pump RPM	3450
NEMA Rating	NEMA 184JM (Motor Frame)

PUMP DETAILS	
Pump Type	Straight Centrifugal Pump
Pump Style	Electric Centrifugal Pump
Inlet Diameter	3"
Outlet Diameter	3"
Discharge Port Rotation	90 Degree Increments
Gallons Per Minute (GPM) (See Pump Curve For Your Duty Point Estimates)	440.0
Max Total Head (Static)	94 Feet
Maximum Pressure (PSI)	41
Max Casing (Working) Pressure	150 PSI
Solids Handling	Yes
Max Solids Handling (Inches)	0.25"
Self Priming Pump	No, Flooded Suction Only
Pump Housing Drain	Yes
Housing Material	Stainless Steel
Impeller Type	Self-Cleaning, Semi-Open
Impeller Material	Stainless Steel
Mechanical Seal Material	VITON
Temperature Range	To 200 F
Port Type(s)	FNPT

PRODUCT	
Manufacturer	AMT by Gorman-Rupp
Model Number	4260-98
SKU	4260-98
Alternate Model Number	4260-999-98
For Potable Water Use	No





Heavy Duty Straight Centrifugal Pumps

Pump Dimensional & Specification Data

Model †	Curve	HP	PH	Frame	ENC	Voltage @ 60 Hz †	Full Load Amps	SUC*	DIS*	A**	B**	C**	D**	E	F**	G	J**	K	L**	W**	H	‡ Ship Wt. (Lbs.)
3156			1	56J		115/230	22/11			5.4 [13.8]	5.0 [12.7]	8.5 [21.8]	3.5 [8.9]	2.5 [6.4]	4.0 [10.2]	4.3 [11.0]	2.4 [6.2]	1.3 [3.5]	17.4 [44.2]	10.6 [26.9]	9.6 [24.4]	78
3150	A	2	3	145JM	TEFC	230/460	6/3	2	1½	6.1 [15.5]	3.5 [8.9]	10.7 [27.1]	3.5 [8.9]	2.5 [6.4]	4.0 [10.2]	4.4 [11.3]	2.7 [7.0]	1.3 [3.5]	19.2 [48.7]	11.4 [28.9]	9.6 [24.4]	84
3157			3	56J		230/460	6/3			5.4 [13.8]	3.6 [9.1]	8.5 [21.8]	3.5 [8.9]	2.5 [6.4]	4.0 [10.2]	4.3 [11.0]	2.4 [6.2]	1.3 [3.5]	16.9 [42.9]	10.6 [26.9]	9.6 [24.4]	71
315A			1	56J		230	12			5.4 [13.8]	5.0 [12.7]	8.6 [21.8]	3.5 [8.9]	2.5 [6.4]	4.0 [10.2]	4.3 [11.0]	2.4 [6.2]	1.3 [3.5]	17.9 [45.4]	10.6 [26.9]	9.6 [24.4]	87
3151	B	3	3	182JM	TEFC	230/460	8/4	2	1½	7.1 [18.0]	6.6 [16.8]	10.9 [27.6]	4.5 [11.4]	2.5 [6.4]	4.0 [10.2]	4.4 [11.3]	3.7 [9.5]	0.3 [0.9]	20.0 [50.8]	12.8 [32.5]	9.6 [24.4]	137
3158			3	56J		230/460	8/4			5.4 [13.8]	3.6 [9.1]	8.5 [21.8]	3.5 [8.9]	2.5 [6.4]	4.0 [10.2]	4.3 [11.0]	2.4 [6.2]	1.3 [3.5]	17.4 [44.2]	10.6 [26.9]	9.6 [24.4]	75
315E			1	184JM		230	16			7.8 [19.9]	6.6 [16.8]	10.8 [27.6]	4.5 [11.4]	2.5 [6.4]	4.0 [10.2]	4.4 [11.3]	3.7 [9.5]	0.3 [0.9]	24.2 [61.4]	13.9 [35.3]	9.6 [24.4]	143
3152	C	5	3	184JM	TEFC	230/460	17/9	2	1½	7.1 [18.0]	6.6 [16.8]	10.8 [27.6]	4.5 [11.4]	2.5 [6.4]	4.0 [10.2]	4.4 [11.3]	3.7 [9.5]	0.3 [0.9]	21.7 [55.1]	12.8 [32.5]	9.6 [24.4]	145
4264			1	213JM		230	32			9.0 [22.9]	7.3 [18.7]	12.3 [31.4]	5.2 [13.3]	2.7 [7.0]	4.5 [11.4]	4.7 [12.1]	4.2 [10.8]	0.2 [0.7]	27.0 [68.6]	16.2 [41.1]	12.0 [30.4]	205
4260	D	7½	3	184JM	TEFC	230/460	22/11	3	3	7.0 [18.0]	6.6 [16.8]	11.6 [29.5]	4.5 [11.4]	2.7 [7.0]	4.5 [11.4]	4.7 [12.1]	3.7 [9.5]	1.0 [2.6]	22.5 [57.1]	14.3 [36.3]	12.0 [30.4]	172
4265			1	215JM		230	40			9.0 [22.9]	6.2 [15.7]	12.3 [31.4]	5.2 [13.3]	2.7 [7.0]	4.5 [11.4]	4.7 [12.1]	4.2 [10.8]	0.2 [0.7]	27.0 [68.6]	16.2 [41.1]	12.0 [30.4]	213
4261	E	10	3	215JM	TEFC	230/460	26/13	3	3	8.1 [20.7]	7.3 [18.7]	12.3 [31.4]	5.2 [13.3]	2.7 [7.0]	4.5 [11.4]	4.7 [12.1]	4.2 [10.8]	0.2 [0.7]	26.0 [66.0]	15.0 [38.1]	12.0 [30.4]	204
4242			1	213JM		230	32			9.0 [22.9]	7.3 [18.7]	11.3 [28.9]	5.2 [13.3]	2.4 [6.2]	3.8 [9.7]	4.4 [11.3]	4.2 [10.8]	N/A	26.0 [66.0]	14.6 [37.1]	11.1 [28.1]	196
4240	F	7½	3	184JM	TEFC	230/460	22/11	2	1½	7.1 [18.0]	6.6 [16.8]	10.6 [27.0]	4.5 [11.4]	2.4 [6.2]	4.5 [11.4]	4.5 [11.4]	3.7 [9.5]	0.1 [0.3]	21.5 [54.6]	12.6 [32.0]	10.5 [30.6]	163
4253			1	215JM		230	40			9.0 [22.9]	5.5 [14.2]	11.5 [29.3]	5.2 [13.3]	2.7 [7.1]	4.7 [12.1]	5.0 [12.9]	4.2 [10.8]	0.3 [0.9]	26.1 [66.3]	15.9 [40.4]	10.6 [26.9]	217
4250	G	10	3	215JM	TEFC	230/460	26/13	3	2	8.1 [20.7]	7.3 [18.7]	11.5 [29.3]	5.2 [13.3]	2.7 [7.1]	4.7 [12.1]	5.0 [12.9]	4.2 [10.8]	0.3 [0.9]	25.2 [64.0]	14.7 [37.3]	10.6 [26.9]	208
4251	H	15	3	215JM	TEFC	230/460	47/24	3	2	8.1 [20.7]	7.3 [18.7]	11.5 [29.3]	5.2 [13.3]	2.7 [7.1]	4.7 [12.1]	5.0 [12.9]	4.2 [10.8]	0.3 [0.9]	25.2 [64.0]	14.7 [37.3]	10.6 [26.9]	218

(*) Standard NPT (Female) pipe thread.

(**) This dimension may vary due to motor manufacturer's specifications.

(+) 3-Phase motors can also operate on 50 Hz. (This will change full load amps, service factor and RPM)

NOTE: Dimensions are in inches (centimeters) and have a tolerance of $\pm 1/4"$.

NOTE: Electric supply for ALL motors must be within $\pm 10\%$ of nameplate voltage rating (e.g. 230V $\pm 10\%$ = 207 to 253).

NOTE: Check Price Book for Specific Pump Construction/Material Availability.

Maximum Solids Handling Capacity: 1/4" Diameter

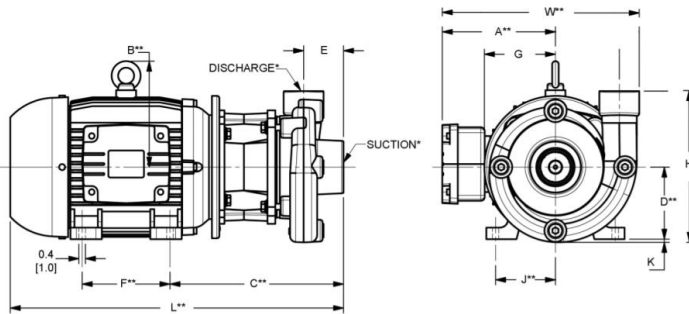
‡ When Ordering, Add the Correct (-X) Suffix to Model Number Indicating Material Selection (Ex. 315A-95)

XCI (-95) Cast Iron Construction with Buna-N Seals

XB (-94) Cast Bronze Construction with Viton® Seals

XSS (-98) Cast Stainless Steel Construction with Viton® Seals


(All Models Come Standard with Stainless Steel Impeller)



Standard Features

- Stainless Steel, Bronze and Cast Bronze Construction
- Buna-N or Viton® Mechanical Seal and O-ring, Depending on Model
- Optional Silicon Carbide Mechanical Seals Available
- Stainless Steel Motor Shaft and Hardware
- NEMA TEFC Single and Three Phase Motors, Depending on Model
- Optional Mounting Base Available for 182/184/215 JM Frames
- Self-cleaning Stainless Steel Impeller
- Maximum Working Pressure 150 PSI
- Maximum Temperature
 - Viton® 200° F
 - Buna-N 180° F
- Optional Seal Wash Port and Hose Available on All Models
- Pedestal Version Models Available for Frame Models 145/182/184JM
- QSP – Quick Ship Pump for Many Models

4. Spesifikasi Pipa

 <p>Manufaktur: Baosteel India Company</p>	<p>Ukuran Pipa : 20A Ketebalan : Schedule 40 Standar : JIS G3454 - 1998 Material : STP G38 Panjang : 12 meter Harga : \$20,00 per pipa</p>
<p>Ukuran Pipa : 150A Ketebalan : Schedule 40 Standar : JIS G3454 - 1998 Material : STP G38 Panjang : 12 meter Harga : \$205,00 per pipa</p>	<p>Ukuran Pipa : 300A Ketebalan : Schedule 40 Standar : JIS G3454 - 1998 Material : STP G38 Panjang : 12 meter Harga : \$608,00 per pipa</p>
<p>Ukuran Pipa : 450A Ketebalan : Schedule 40 Standar : JIS G3456 Material : STPT 42 Panjang : 12 meter Harga : \$1.266,00 per pipa</p>	<p>Ukuran Pipa : 600A Ketebalan : Schedule 40 Standar : JIS G3456 Material : STPT 42 Panjang : 12 meter Harga : \$2168,00 per pipa</p>

5. Spesifikasi Fitting Pipa

<p align="center">Heavy Duty Elbow 90° Carbon Steel Weld Material: Carbon Steel per ASTM SA-234 Grade B, Dimensions: per ASME B16.9</p>	
<p>Ukuran : ¾" atau 20A Harga : Rp 100.000,00</p>	
<p>Ukuran : 6" atau 150A Harga : Rp 885.000,00</p>	
<p>Ukuran : 12" atau 300A Harga : Rp 4.355.000,00</p>	
<p>Ukuran : 18" atau 450A Harga : Rp 9.988.000,00</p>	
<p>Ukuran : 24" atau 600A Harga : Rp 23.170.000,00</p>	
<p align="center">Heavy Duty Tee Junction Carbon Steel Weld Material: Carbon Steel per ASTM SA-234 Grade B, Dimensions: per ASME B16.9</p>	
<p>Ukuran : ¾" x ¾" Harga : Rp 188.000,00</p>	
<p>Ukuran : 18" x 24" Harga : Rp 23.983.000,00</p>	
<p>Ukuran : 6" x 6" Harga : Rp 740.000,00</p>	

<p>Nama : Gate Valve No. Komponen : DS-GV-(001-004) Manufaktur : PT Onda Mega Industri Material : Kuningan Ukuran : ¾” atau 20A Harga : Rp 95.000,00</p>	
<p>Nama : Non Return Valve No. Komponen : DS-NRV-(001-004) Manufaktur : Kranz Material : Kuningan Ukuran : ¾” atau 20A Harga : Rp 98.000,00</p>	
<p>Nama : Strainer No. Komponen : DS-ST-(001-004) Manufaktur : Kranz Material : Steel Ukuran : ¾” atau 20A Harga : Rp 1.850.000,00</p>	
<p>Nama : Thermometer No. Komponen : DS-TI-002, DS-TI-004 Manufaktur : Brothoterm, Germany Tipe : TP 500 – EN 13190 Material : Stainless Steel Harga : Rp 680.000,00</p>	
<p>Nama : Thermometer No. Komponen : DS-TI-001, DS-TI-003, DS-TI-005, DS-TI-006, DS-TI-007, DS-TI-008 Manufaktur : Brothoterm, Germany Tipe : TP 300 – EN 13190 Material : Stainless Steel Harga : Rp 425.000,00</p>	
<p>Nama : Pressure Gauge No. Komponen : DS-PI-(001-008) Manufaktur : Tekiro Tipe : AU-PG0988 Harga : Rp 47.500,00</p>	

6. Spesifikasi Peralatan Penunjang

<p>Nama : Digital Thermometer Infrared Manufaktur : Fluke Tipe : Fluke 59 Max Infrared Harga : Rp 1.260.000,00</p>	
<p>Nama : Water Quality Tester Manufaktur : Mediatech Tipe : Water Quality Tester 4 in 1 Harga : Rp 1.260.000,00</p>	
<p>Nama : Tekiro Socket Set Manufaktur : Tekiro Tipe : 1/4" – 3/8" Harga : Rp 385.000,00</p>	

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS



Penulis lahir pada tanggal 6 Januari 1998 di Kota Probolinggo. Bernama lengkap Muchammad Insan Kamil, penulis lahir dari seorang ibu bernama Nurmiswati dan ayah bernama Ansori. Seorang anak kedua dari empat bersaudara. Sejak kecil memiliki cita-cita sebagai insinyur, sehingga setelah lulus dari SMA Negeri 1 Kota Probolinggo, penulis melanjutkan pendidikannya di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Selama genap 8 semester penulis berhasil menempuh 145 SKS di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan. Penulis memiliki antusiasme tinggi terhadap bidang bisnis dan ekonomi teknik. Hal itulah yang mendorongnya untuk

aktif di kegiatan kepanitiaan dan organisasi bertemakan bisnis. Bergabung di UKM Koperasi Mahasiswa, penulis memulai belajar bisnis secara serius. Hingga pada tahun 2019, penulis dipilih untuk menjadi Ketua Biro Kewirausahaan Himasiskal FTK ITS, yang bertanggung jawab untuk meningkatkan finansial Himasiskal FTK ITS serta meningkatkan minat dan potensi mahasiswa Departemen Teknik Sistem Perkapalan dalam Bidang Kewirausahaan. Selesai menjalankan tugasnya sebagai Ketua Biro, penulis melanjutkan kesibukannya di Lab MMS (*Marine Machinery Fluid and System Laboratory*) untuk menuntaskan Tugas Akhirnya yang berjudul “Analisis Kelayakan Ekonomi Perancangan Sistem Distilasi Air Laut Dengan Memanfaatkan Panas Gas Buang Mesin Diesel Pada Kapal Penumpang Km. Nggapulu” sebagai syarat lulus Sarjana Teknik. Selama merantau di Ibukota Jawa Timur, penulis juga menemukan pengalaman-pengalaman baru yang mungkin tidak diajarkan di bangku perkuliahan. Berbagai ilmu dan pengalaman itulah yang nantinya sebagai bekal bagi penulis untuk memulai karir profesionalnya di bidang maritim Indonesia.