



TUGAS AKHIR - MN 184802

**DESAIN *TRASH RECYCLING* CATAMARAN BOAT DI
SUNGAI BRANTAS SURABAYA**

**Dinda Ajeng Windiana
NRP 0411164000017**

**Dosen Pembimbing
Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.**

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



TUGAS AKHIR - MN 184802

**DESAIN *TRASH RECYCLING* CATAMARAN BOAT DI
SUNGAI BRANTAS SURABAYA**

**Dinda Ajeng Windiana
NRP 0411164000017**

**Dosen Pembimbing
Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.**

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



FINAL PROJECT - MN 184802

**DESIGN OF TRASH RECYCLING CATAMARAN BOAT FOR
BRANTAS RIVER SURABAYA**

**Dinda Ajeng Windiana
NRP 0411164000017**

**Supervisor
Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.**

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

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN *TRASH RECYCLING* CATAMARAN BOAT DI SUNGAI BRANTAS SURABAYA

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

DINDA AJENG WINDIANA
NRP 04111640000017

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing

Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.
NIP 19761029 200212 1 003

Mengetahui,

Kepala Departemen Teknik Perkapalan

Ir. Wasid Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
NIP 19640210 198903 1 001



SURABAYA, 4 AGUSTUS 2020

LEMBAR REVISI

DESAIN *TRASH RECYCLING CATAMARAN BOAT* DI SUNGAI BRANTAS SURABAYA

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 4 Agustus 2020

Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

DINDA AJENG WINDIANA
NRP 04111640000017

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

2. Dr. Eng. Yuda Apri Hermawan, S.T., M.T.

3. Danu Utama, S.T., M.T.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.

SURABAYA, 4 AGUSTUS 2020

Dipersembahkan kepada Mama Rukanah, Ayah Slamet Warsono, dan Mbak Ayu atas segala dukungan dan doanya.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Desain *Trash Recycling Catamaran Boat* di Sungai Brantas Surabaya.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Hesty Anita Kurniawati, M.Sc. selaku Dosen Wali yang telah memberikan arahan selama menjalani perkuliahan di Departemen Teknik Perkapalan.
3. Bapak Hasanudin, S.T. M.T. selaku Kepala Laboratorium Desain Kapal Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas ijin pemakaian fasilitas laboratorium.
4. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc. selaku Ketua Departemen Teknik Perkapalan.
5. Kedua orang tua penulis, Mama Rukanah dan Ayah Slamet Warsono yang memberikan kasih sayang, motivasi, dukungan baik secara materi maupun moral, dan doa selama ini.
6. Ayu Cece yang sering memberikan banyak solusi dan nasihat bijak.
7. Teman-teman P56 IRONCLAD dan Rekayasa In Exile yang mendukung, menyemangati, dan memberikan hiburan saat penulis merasa jenuh.
8. Teman-teman P58 BANAWA DHINATA yang mewarnai hari-hari dan membuat aku belajar memahami kalian.
9. Papan Putih, Whiteboard, Tetranoire, dan UKM Musik ITS yang memberi melodi kehidupan dan *moodbooster* dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
10. Mas dan Mbak (senior) yang memberikan referensi selama pengerjaan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, 19 Juli 2020

Dinda Ajeng Windiana

DESAIN TRASH RECYCLING CATAMARAN BOAT DI SUNGAI BRANTAS SURABAYA

Nama Mahasiswa : Dinda Ajeng Windiana
NRP : 0411164000017
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.

ABSTRAK

Surabaya sebagai Ibu Kota Jawa Timur memiliki masalah pencemaran air akibat sampah yang mencemari Sungai Brantas Surabaya. Tugas Akhir ini mempunyai tujuan untuk melakukan analisis teknis mengenai desain boat yang memiliki lambung katamaran. Fasilitas untuk pengambilan dan pengolahan sampah yaitu *loading conveyor*, *conveyor* perantara, *storage conveyor*, dan *offloading conveyor* serta mesin pengolah sampah yang digunakan untuk mengolah sampah organik dan anorganik. Hasil olahan sampah berupa percahan kecil dari sampah yang diolah. Pemilihan lambung katamaran dikarenakan katamaran memiliki geladak yang lebih luas dan kondisi sungai yang cukup dangkal. Proses desain dalam penentuan *payload* berdasarkan data sampah dari Jasa Tirta setiap bulannya. Penentuan ukuran utama kapal dilakukan dengan metode *intuitive design*. Metode tersebut dilakukan dengan cara menentukan kebutuhan luasan fasilitas yang ada diatas kapal, kondisi *payload*, dan keadaan sungai. Perhitungan teknis lainnya menggunakan *rules* untuk kapal katamaran dengan $L < 50$ m. Hasil perhitungan teknis diperoleh ukuran utama sebesar $L_{pp} = 9.959$ m, $B = 3.842$ m, $H = 1.800$ m, $T = 1.000$ m, $B_1 = 0.796$ m, $C_b = 0.588$, dan $V_s = 4$ knots. Selanjutnya dari ukuran utama yang diperoleh dibuat Gambar Rencana Garis, Gambar Rencana Umum, dan 3D. Trash Recycling Catamaran Boat dioperasikan di sungai Brantas Surabaya untuk wilayah Karang Pilang-Gunungsari. Biaya pembangunan kapal yaitu Rp271.164.408 dan biaya operasional setiap bulan yaitu Rp16.129.972.

Kata kunci: katamaran, Sungai Brantas, *trash recycling*, *conveyor*, mesin pengolah sampah.

DESIGN OF TRASH RECYCLING CATAMARAN BOAT FOR BRANTAS RIVER SURABAYA

Author : Dinda Ajeng Windiana
Student Number : 0411164000017
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor : Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.

ABSTRACT

Surabaya is a capital in East Java that have problem like water polutions due to trash in the Brantas River Surabaya. This Final Project has purpose to do technical analysis about boat design that have catamaran hull. The facilities have functions to take and recycling the trash like loading, storage, offloading conveyor, and trash recycling machine for recycling organic and anorganic trash. The result of trash recycling has become small pieces. Choosing catamaran boat because they have wide deck and river condition is shallow enough.. Design process to determine payload based on the trash data from Jasa Tirta every month. Determining the main size based on intuitive design. This methode depend on the area of the facilities on board, payload condition, and river's depth. Technical calculations use the rules of catamaran with $L < 50$ m. Technical calculation results obtained $L_{pp} = 9.959$ m, $B = 3.842$ m, $H = 1.8$ m, $T = 1.000$ m, $B_1 = 0.796$ m, $C_b = 0.588$, dan $V_s = 4$ knots. Furthermore, from the main measure obtained created Lines Plan, General Arrangement, and 3D Model. Trash Recycling Catamaran Boat can be operated in Brantas River Surabaya especially Karang Pilang-Gunungsari. Building cost for this ship is Rp271.164.408 and the operational cost is Rp16.129.972.

Keywords: catamaran, Brantas River Surabaya, trash recycling, conveyor, trash recycling machine

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iv
LEMBAR REVISI.....	v
HALAMAN PERUNTUKAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Hipotesis.....	3
BAB 2 STUDI LITERATUR.....	5
2.1 <i>Trash Skimmer Boat</i>	5
2.2 Kapal Katamaran.....	7
2.3 <i>Conveyor</i>	9
2.4 Mesin Pengolah Sampah	11
2.5 Pendekatan Desain	13
2.5.1 <i>Concept Design</i>	13
2.5.2 <i>Preliminary Design</i>	14
2.5.3 <i>Contract Design</i>	14
2.5.4 <i>Detail Design</i>	15
2.5.5 Metode <i>Design Layout</i>	15
2.5.6 Metode <i>Intuitve Design</i>	15
2.6 Tinjauan Teknis Desain Kapal	15
2.6.1 Penentuan Ukuran Utama Kapal Awal.....	15
2.6.2 <i>Main Coefficient</i>	16
2.6.3 Perhitungan <i>Resistance</i>	17
2.6.4 Perhitungan Propulsi dan <i>Powering</i>	17
2.6.5 Perhitungan Berat Kapal.....	18
2.6.6 Perhitungan <i>Trim</i> Kapal	18
2.6.7 Perhitungan <i>Freeboard</i>	18
2.6.8 Perhitungan Stabilitas	19
2.7 Proses Pembersihan Sampah.....	20
2.7.1 Jenis Jenis Sampah di Sungai	20
2.7.2 Tujuan Pembersihan Sampah	20
2.7.3 Tujuan Pengolahan Sampah	21
2.8 Sistem Operasional Loading-Offloading	21
2.9 Tinjauan Ekonomis Kapal.....	22

BAB 3 METODOLOGI.....	23
3.1 Diagram Alir.....	23
3.2 Tahap Pengerjaan.....	24
3.2.1 Identifikasi Masalah.....	24
3.2.2 Studi Literatur.....	24
3.2.3 Pengumpulan Data.....	24
3.2.4 Penentuan <i>Payload</i> dan Fasilitas Kapal.....	24
3.2.5 Analisis Teknis.....	25
3.2.6 Perhitungan Ekonomis Kapal.....	26
3.2.7 Pembuatan Rencana Garis, Rencana Umum, dan 3D.....	26
BAB 4 DAERAH OPERASIONAL.....	27
4.1 Sungai Brantas.....	27
4.2 Sungai Brantas Surabaya.....	27
4.3 Hasil Survei Kondisi Sungai Brantas Surabaya.....	29
4.3.1 Kondisi Sungai.....	30
4.4 Penentuan Waktu dan Pola Operasional Kapal.....	32
BAB 5 ANALISIS TEKNIS.....	39
5.1 Penentuan <i>Payload</i> Kapal.....	39
5.2 Penentuan Fasilitas.....	40
5.2.1 <i>Conveyor</i>	41
5.2.2 Mesin Pengolah Sampah.....	44
5.2.3 Skema Proses Pengambilan dan Pengolahan Sampah.....	45
5.3 Penentuan Ukuran Utama Kapal.....	46
5.4 Penentuan Perhitungan Teknis Kapal.....	49
5.4.2 Froud Number (F_n).....	49
5.4.3 Volume Displacement Kapal (∇).....	49
5.4.4 Koefisien Blok (C_b).....	49
5.4.5 Koefisien Prismatic (C_P).....	49
5.4.6 Koefisien Garis Air (C_{WP}).....	49
5.4.7 Koefisien Luas <i>Midship</i> (C_M).....	50
5.4.8 Perhitungan Hambatan Kapal Total (RT).....	50
5.4.9 Perhitungan Daya dan Pemilihan Mesin Induk.....	54
5.4.10 Perhitungan Daya Peralatan dan Pemilihan Generator.....	56
5.4.11 Perhitungan Konstruksi Kapal.....	58
5.4.12 Perhitungan Lambung Timbul (<i>Freeboard</i>) Kapal.....	69
5.4.13 Perhitungan Stabilitas.....	70
5.4.14 Perhitungan Trim.....	73
5.5 Perhitungan Ekonomis.....	74
5.5.1 Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal.....	75
5.5.2 Perhitungan Biaya Operasional Kapal.....	77
5.6 Pembuatan Rencana Garis, Rencana Umum, dan 3D.....	77
5.6.1 Pembuatan Rencana Garis.....	77
5.6.2 Pembuatan Rencana Umum.....	79
5.6.3 Pembuatan 3D.....	80
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....	83
6.1 Kesimpulan.....	83
6.2 Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA.....	85

LAMPIRAN

LAMPIRAN A PERHITUNGAN TEKNIS

LAMPIRAN B GAMBAR RENCANA GARIS

LAMPIRAN C GAMBAR RENCANA UMUM

LAMPIRAN D GAMBAR 3D

LAMPIRAN E KATALOG

BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pelikan Project	5
Gambar 2.2 <i>Mini Cat-Trash Skimmer Boat</i>	6
Gambar 2.3 <i>Elastec Trash Boat</i>	6
Gambar 2.4 <i>The Ocean CleanUp</i>	7
Gambar 2.5 Gambar Animasi <i>Kapal Trash Skimmer</i>	7
Gambar 2.6 Tipe Lambung Katamaran	8
Gambar 2.7 Bagian <i>Conveyor</i>	10
Gambar 2.8 Mesin Pengolah Sampah Organik	11
Gambar 2.9 Hasil Olahan Plastik	12
Gambar 2.10 Mesin Pengolah Sampah Anorganik	12
Gambar 2.11 Mesin Press Plastik	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian	23
Gambar 4.1 Peta Jawa Timur	28
Gambar 4.2 Peta Aliran Sungai Brantas Surabaya	28
Gambar 4.3 Peta Daerah Operasional yang dilewati Kapal	29
Gambar 4.4 Kondisi di Kawasan Karang Pilang	30
Gambar 4.5 Kondisi di Kawasan Tol Gunungsari	31
Gambar 4.6 Kondisi di Kawasan Jembatan Gunungsari	31
Gambar 4.7 Ilustrasi Alur Operasi Kapal	33
Gambar 4.8 Ilustrasi Proses <i>Loading</i> Sampah	33
Gambar 4.9 Ilustrasi Proses <i>Offloading</i> Sampah	33
Gambar 4.10 Rumah Kompos Bratang	34
Gambar 4.11 Mesin Pecach Sampah	35
Gambar 4.12 Penumpukan Hasil Olah Sampah	35
Gambar 4.13 Alat Pengayakan Sampah	36
Gambar 4.14 Percahan Sampah dalam Botol	37
Gambar 4.15 Ecobrick sebagai Meja dan Kursi	37
Gambar 4.16 Daur Ulang Plastik menjadi Tas	37
Gambar 5.1 Grafik Regresi Linier Sampah Sungai Brantas tahun 2018	40
Gambar 5.2 Layout Tampak Atas Kapal	41
Gambar 5.3 Layout Tampak Samping Kapal	41
Gambar 5.4 <i>Loading Conveyor</i>	42
Gambar 5.5 <i>Storage Conveyor</i>	42
Gambar 5.6 <i>Offloading Conveyor</i>	43
Gambar 5.7 Ukuran <i>Conveyor</i>	43
Gambar 5.8 Mesin Pengolah Sampah Organik	44
Gambar 5.9 Mesin Pengolah Sampah Anorganik	45
Gambar 5.10 Skema Proses Pengambilan dan Pengolahan Sampah	46
Gambar 5.11 Jarak Antara Permukaan Sungai dengan Jembatan dan Tol	47
Gambar 5.12 Variasi Harga β Menurut <i>Insel dan A.F. Molland</i>	50
Gambar 5.13 <i>Input Data</i> Beban pada <i>Maxsurf</i>	71
Gambar 5.14 Hasil Perhitungan Stabilitas	71
Gambar 5.15 Pengecekan Hasil <i>Criteria</i>	72

Gambar 5.16 <i>Input Data Beban Pada Maxsurf</i>	73
Gambar 5.17 Hasil <i>Analysis Trim Kondisi Loadcase 100%</i>	74
Gambar 5.18 <i>Body Plan</i> pada <i>Maxsurf</i>	78
Gambar 5.19 <i>Half Breadth Plan</i> pada <i>Maxsurf</i>	78
Gambar 5.20 <i>Sheer Plan</i> pada <i>Maxsurf</i>	79
Gambar 5.21 <i>Lines Plan Trash Recycling Catamaran Boat</i>	79
Gambar 5.22 <i>General Arrangement Trash Recycling Catamaran Boat</i>	80
Gambar 5.23 <i>3D Trash Recycling Catamaran Boat</i>	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batasan Perbandingan Ukuran Utama.....	16
Tabel 4.1 Rekapitulasi Data Ketinggian, Kedalaman dan Lebar Sungai	32
Tabel 4.2 Durasi Fasilitas Bekerja.....	32
Tabel 5.1 Sampah di Tahun 2018.....	39
Tabel 5.2 Sampah di Tahun 2019	40
Tabel 5.3 Rekapitulasi Daya <i>Conveyor</i>	41
Tabel 5.4 Ukuran <i>Conveyor</i>	43
Tabel 5.5 Tabel Ukuran Panjang	46
Tabel 5.6 Ukuran Utama Trash Skimmer.....	47
Tabel 5.7 Kapal Pembanding dan Kecepatannya	47
Tabel 5.8 Rekapitulasi Sementara Ukuran Utama Kapal	48
Tabel 5.9 Rasio Ukuran Utama	48
Tabel 5.10 Rekapitulasi Final Ukuran Utama	48
Tabel 5.11 Hasil Pengukuran Koefisien β Berdasarkan Grafik	51
Tabel 5.12 Nilai β Berdasarkan Perbandingan S/B1	51
Tabel 5.13 Hasil Perhitungan Nilai β	51
Tabel 5.14 Harga Nilai (1+k) Berdasarkan Model Kapal	51
Tabel 5.15 Perhitungan Interpolasi Nilai (1+k).....	52
Tabel 5.16 Hasil Pengukuran Nilai τ Berdasarkan Grafik	53
Tabel 5.17 Hasil Interpolasi Berdasarkan Nilai F_n	53
Tabel 5.18 Hasil Perhitungan Nilai τ	53
Tabel 5.19 Hasil Interpolasi C_w	54
Tabel 5.20 Hasil Perhitungan Koefisien C_w	54
Tabel 5.21 Rekapitulasi Daya <i>Conveyor</i>	56
Tabel 5.22 Daya Peralatan.....	58
Tabel 5.23 <i>Distribution Factors</i> C_F dan C_D	60
Tabel 5.24 Nilai Variabel Pembebanan	61
Tabel 5.25 Rekapitulasi Nilai Pembebanan P_0 dan P_{01}	61
Tabel 5.26 Rekapitulasi Nilai P_B dan t_B	62
Tabel 5.27 Rekapitulasi Tebal Pelat Alas.....	62
Tabel 5.28 Rekapitulasi Nilai P_S dan t_S	63
Tabel 5.29 Rekapitulasi Tebal Pelat Sisi	63
Tabel 5.30 Rekapitulasi Nilai P_D dan t_D	64
Tabel 5.31 Rekapitulasi Tebal Pelat Geladak.....	64
Tabel 5.32 Berat Equipment and Outfitting	67
Tabel 5.33 Rekapitulasi LWT	67
Tabel 5.34 Rekapitulasi DWT	68
Tabel 5.35 Koreksi Displasemen.....	68
Tabel 5.36 Koreksi Freeboard	70
Tabel 5.37 Hasil Nilai Stabilitas.....	72
Tabel 5.38 Rekapitulasi Perhitungan <i>Trim</i>	74

Tabel 5.39 Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal.....	75
Tabel 5.40 Perhitungan Koreksi Keadaan Ekonomi Pada Biaya Pembangunan Kapal.....	76
Tabel 5.41 <i>Operational Cost</i> Kapal	77

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Surabaya merupakan salah satu kota terbesar di Indonesia dan merupakan ibu kota provinsi Jawa Timur. Kota ini terletak pada koordinat 07° 15' LS 112° 45' BT. Setiap kota memiliki daerah aliran sungai yang semestinya dijaga. Salah satu sungai di Surabaya adalah Sungai Brantas. Sungai Brantas memiliki panjang 320 kilometer (km) dan bersumber dari Kota Batu. Sungai bercabang dari Kabupaten Mojokerto, yaitu bercabang ke arah Surabaya yang biasa diberi sebutan Kali Mas dan arah Porong Kabupaten Sidoarjo. Saat ini sungai tersebut masih tercemar oleh sampah-sampah domestik seperti sampah plastik dan popok bayi. Hal ini yang menjadi pencemaran lingkungan di Sungai. Masyarakat masih kurang kesadaran akan membuang sampah pada tempatnya.

Permasalahan sampah menjadi hal utama di perkotaan. Terutama masalah sampah yang sangat tinggi urgensitasnya karena penguraiannya sangat lama dan sampah popok bayi juga berbahaya, hal tersebut menurunkan kualitas air Sungai Brantas. Masyarakat masih kurang kesadarannya untuk membuang sampah pada tempatnya sehingga masyarakat yang tinggal disekitar sungai, langsung saja membuang sampahnya di sungai khususnya sampah plastik dan popok bayi. Sampah jenis plastik sangat lama penguraiannya. Sampah terbanyak yang diproduksi adalah jenis sampah plastik karena memang sering digunakan.

Saat ini orang-orang yang membersihkan Sungai Brantas masih dengan cara yang sederhana. Dengan menyusuri sungai, menggunakan perahu dan mengambil sampah-sampah dengan tongkat dan ranting. Hal tersebut masih konvensional. Dengan adanya ide pembuatan *trash recycling catamaran boat* diharapkan bisa lebih mudah dalam mengambil sampah yang ada di sungai dengan sistem *conveyor* pada boat tersebut. Selain itu, sampah yang langsung diambil di sungai bisa langsung dipilah untuk membedakan sampah organik atau non organik, kemudian sampah tersebut diolah oleh mesin masing-masing menjadi percahan kecil-kecil untuk sampah non organik seperti plastik, sedangkan untuk hasil olahan sampah organik dijadikan serbuk-serbuk, nantinya kedua olahan tersebut sementara di letakkan yang pada *box* penampungan sementara pada *boat*, dan selama menyusuri sungai, hasil olahan yang terkumpul bisa diletakkan pada *box* pinggir sungai di setiap titik wilayah tertentu.

1.2 Perumusan Masalah

Sehubungan dengan latar belakang di atas, permasalahan yang akan dikaji dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana menentukan *payload* kapal?
2. Bagaimana menentukan fasilitas yang dibutuhkan sesuai jenis sampah untuk kapal?
3. Bagaimana menentukan ukuran utama kapal?
4. Bagaimana menentukan analisis teknis dari kapal?
5. Bagaimana menentukan perhitungan ekonomis dari kapal?
6. Bagaimana membuat desain Rencana Garis, Rencana Umum, dan 3D dari kapal?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan *payload* kapal.
2. Menentukan fasilitas yang sesuai untuk kapal.
3. Menentukan ukuran utama kapal.
4. Menentukan analisis teknis dari kapal.
5. Menentukan perhitungan ekonomis dari kapal.
6. Membuat desain Rencana Garis, Rencana Umum, dan 3D dari kapal.

1.4 Batasan Masalah

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini permasalahan difokuskan pada:

1. Desain yang dibuat adalah Rencana Garis, Rencana Umum, dan 3D adalah sebatas konsep desain.
2. Analisis perhitungan yang dilakukan adalah perhitungan hambatan, berat kapal, freeboard, stabilitas, trim, dan tidak membahas perhitungan konstruksi dan kekuatan memanjang kapal.
3. Sistem kelistrikan pada fasilitas pengolahan dan pengambilan sampah pada kapal tidak dibahas secara detail
4. Pendistribusian hasil olah sampah organik akan dikirim ke Rumah Kompos Bratang Surabaya dan hasil olah sampah anorganik dikirim ke Kelurahan Jambangan, Surabaya adalah sebatas perencanaan.
5. Aliran Sungai Brantas Surabaya yang dilalui kapal berada di wilayah Karang Pilang-Gunungsari Surabaya dan sebaliknya.

1.5 Manfaat

Dari Tugas Akhir ini, diharapkan dapat diambil manfaat untuk menjadi referensi Pemerintah Provinsi Jawa Timur dan Kota Surabaya dalam menaggulangi sampah di Sungai Brantas Surabaya.

1.6 Hipotesis

Mendapatkan desain *trash recycling catamaran boat* yang dapat menjadi solusi untuk mengurangi pencemaran sampah yang ada di Sungai Brantas Surabaya.

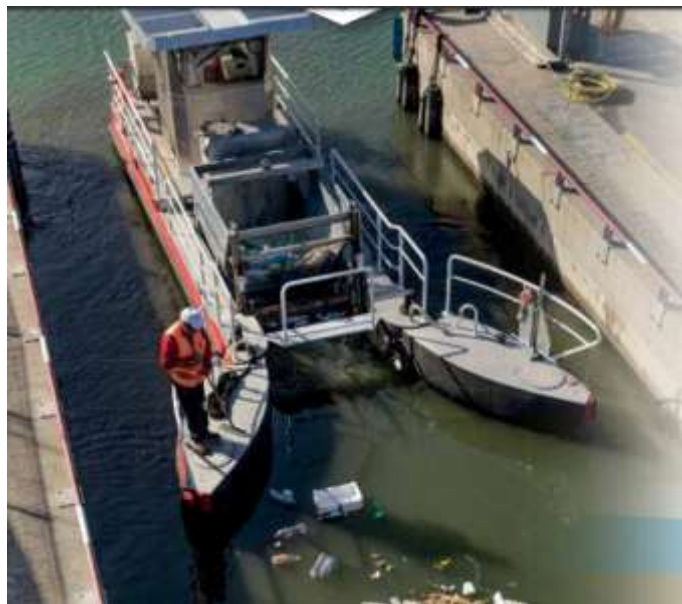
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2 STUDI LITERATUR

2.1 *Trash Skimmer Boat*

Trash Skimmer Boat adalah kapal kerja jenis *catamaran* yang dilengkapi dengan fasilitas untuk mengambil sampah di sungai. Beberapa kapal jenis ini dilengkapi fasilitas *conveyor* yang dapat diatur sesuai kebutuhan dalam menangani sampah. *Conveyor* memiliki fungsi untuk mengumpulkan sampah yang mengapung di permukaan air sungai dan bak penampung yang berfungsi untuk menampung sampah yang telah dikumpulkan. Sisi haluan kapal yang berfungsi untuk mengumpulkan sampah dan pintu masuknya sampah terdapat lengan yang dapat digerakkan sesuai. Lengan *conveyor* tersebut digerakkan dengan sistem hidrolik. Pergerakan hidrolik juga membutuhkan bantuan motor dan *winch*. Beberapa tempat di dunia yang telah menggunakan *trash skimmer boat* antara lain New York, Washington, D.C., dan Chicago seperti pada Gambar 2.1, Gambar 2.2, dan Gambar 2.3

Sampah yang telah dikumpulkan pada bak penampung yang berada di belakang *conveyor* kemudian diangkat menggunakan truk penampung yang berada di darat untuk diproses lebih lanjut. Beberapa kapal pengangkut sampah di Indonesia yang menggunakan teknologi *conveyor* masih sedikit. Ada yang masih menggunakan cara sederhana seperti



Gambar 2.1 Pelikan Project
(Sumber: www.marinethai.com)

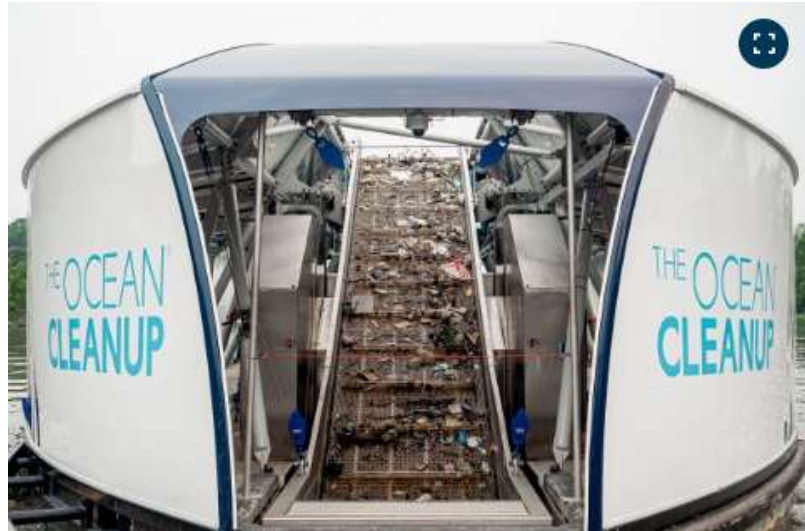


Gambar 2.2 *Mini Cat-Trash Skimmer Boat*
(Sumber: www.mavideniz.com)



Gambar 2.3 *Elastec Trash Boat*
(Sumber: www.elastec.com)

Saat ini, di Indonesia juga mempunyai kapal yang diujikan di Sungai Cingkareng Jakarta. Kapal ini sebenarnya berbentuk seperti robot dengan tenaga matahari bisa beroperasi 24 jam. Kapal ini adalah buatan dari *Boyan Slap* dan diberi nama *Interceptor 001* seperti pada Gambar 2.4 Mampu mengangkut sampah dengan kapasitas 100 ton perharinya. Hal ini membuat Pemerintah Jakarta lebih mudah mengatasi permasalahan sampah sungai. Di Surabaya juga mulai terdapat kapal trash skimmer yang berfungsi membantu Dinas Kebersihan Ruang Terbuka Hijau. Gambar 2.5 merupakan animasi gambaran *Trash Recycling Catamaran*. Kapal ini sudah beroperasi sejak 2 Januari 2019 dan menggunakan teknologi conveyor dalam mengambil sampah di sungai Surabaya.



Gambar 2.4 *The Ocean CleanUp*
(Sumber: www.theoceancleanup.com)



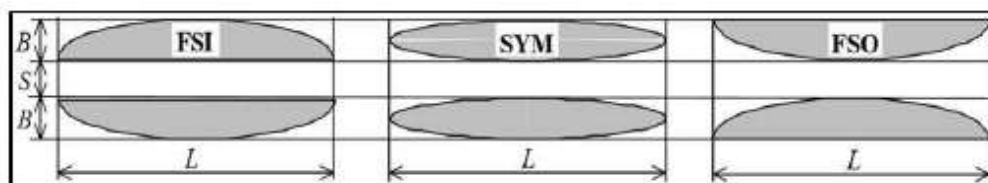
Gambar 2.5 Gambar Animasi *Kapal Trash Skimmer*
(Sumber: www.youtube.com)

2.2 Kapal Katamaran

Kapal katamaran adalah kapal yang memiliki dua lambung atau badan yang dihubungkan oleh geladak atau *bridging platform* di tengahnya. *Bridging platform* ini bebas dari permukaan air sehingga *slamming* dan *deck wetness* kapal dapat dikurangi. Penentuan struktur ketinggian bagian atas dari permukaan air merupakan fungsi dari tinggi gelombang rute pelayaran yang dilalui. Kombinasi luas geladak yang besar dan berat kapal kosong yang rendah membuat kapal katamaran dapat diandalkan untuk mengambil sampah di sungai atau perairan tertentu agar lebih efektif. Beberapa *trash skimmer* juga memakai kapal katamaran.

Karakter tahanan di air tenang tipe katamaran lebih besar dibandingkan dengan kapal *monohull*. Dominasi tahanan gesek mencapai 40% dari tahanan total pada kecepatan rendah. Penurunan kecepatan akibat kondisi gelombang tinggi tidak dijumpai pada kasus katamaran. Kapal tipe ini dapat dioperasikan pada kecepatan relatif tinggi dan mempunyai konsumsi bahan bakar yang dapat diterima secara ekonomis. Bahwa lambung dengan katamaran mempunyai banyak manfaat. Kapal akan membutuhkan banyak ruang tetapi displasemen dari kapal menjadi kecil. *The types of ship hull, for example monohull and catamaran, provide some of advantages in the application. For the ship need the more space in main deck but the displacement of ship is small, catamaran vessel is appropriate to be applied for the ship design.* (Setiawan D, 2010)

Terdapat tiga bentuk dasar dari katamaran, yaitu asimetris dengan bagian dalam lurus, asimetris dengan bagian luar lurus, dan simetris. Gambar 2.6 di bawah menunjukkan beberapa macam jenis lambung katamaran. Mulai dari jenis asimetris dengan bagian dalam lurus yang tampak pada gambar paling kiri, jenis simetris pada gambar tengah, dan asimetris dengan bagian luar lurus yang tampak pada gambar paling kanan.



Gambar 2.6 Tipe Lambung Katamaran
(Sumber: www.polsri.ac.id)

Pada katamaran asimetris, bentuk badan kapal asimetris, lambung yang berbentuk lurus akan mengalami perubahan tekanan yang drastis berbeda dengan lambung yang berbentuk lengkung, maka tekanan aliran akan berkurang dengan terdistribusinya aliran air mengikuti kelengkungan bentuk ujung depan seperti pada Gambar 2.6. Desain *demihull* yang asimetris bertujuan untuk mengurangi tahanan total dengan cara menghilangkan efek interferensi dan semburan gelombang air pada daerah diantara *demihull*.

Pada katamaran simetris, kedua lambung yang berbentuk lengkung, maka tekanan relatif lebih kecil apabila dibandingkan dengan katamaran asimetris sehingga tekanan pada penyangga relatif lebih kecil. Selain itu olah gerak kapal juga relatif lebih baik jika dibandingkan dengan katamaran asimetris. Keunggulan lain dari katamaran simetris adalah hambatan total yang lebih kecil apabila dibandingkan dengan katamaran asimetris. Pemilihan jenis lambung katamaran asimetris da simetris juga disesuaikan dengan kondis perairan yang dilalui.

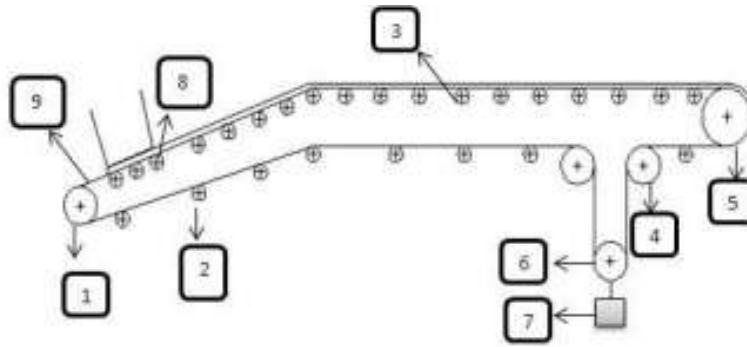
Katamaran memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan kapal *monohull*, meliputi:

1. Pada kapal dengan lebar yang sama, tahanan gesek yang dihasilkan kapal katamaran lebih kecil, sehingga pada tenaga dorong yang sama, kecepatan yang dihasilkan relatif lebih besar.
2. Luas geladak dari katamaran lebih luas dibandingkan dengan luas geladak kapal *monohull*.
3. Stabilitas kapal lebih baik sehingga tingkat keamanan lebih tinggi.
4. Sudut oleng yang relatif rendah (0° - 8°) sehingga meningkatkan rasa nyaman dan tidak mudah terkena mabuk laut (*seasickness*).
5. Dengan tahanan yang kecil, maka biaya operasional menjadi kecil
6. Tidak perlu menggunakan ballast untuk menjaga stabilitas kapal.

2.3 Conveyor

Conveyor merupakan mesin pemindah material sepanjang arah *horizontal* atau dengan kemiringan tertentu secara *continue*. *Belt conveyor* secara luas digunakan pada berbagai industri. Skema konstruksi utama *belt conveyor* seperti Gambar 2.7. Berdasarkan standar dari *Conveyor Equipment Manufacturers Association (CEMA)* konstruksi dasar conveyor secara umum terdiri dari:

1. *Tail Pulley* (dalam kasus tertentu dapat sebagai *drive pulley* dengan *drive-unit* yang dipasangkan padanya).
2. *Snub Pulley* (pada *head-end* dan *tail-end*)
3. *Internal belt cleaner* (*internal belt scraper*)
4. *Impact idlers* (*impact rollers*)
5. *Return idlers* (*return rollers*)
6. *Belt*
7. *Bend pulleys*
8. *Take-up pulley*
9. *Take-up unit*
10. *Carrying idlers*
11. *Pulley cleaner*
12. Eksternal *belt cleaner* (*eksternal belt scraper*)
13. *Head pulley* (biasanya sebagai *discharge pulley* dan juga *drive pulley*)



Gambar 2.7 Bagian Conveyor
(Sumber: www.polsri.ac.id)

Prinsip kerja dari *belt conveyor* yaitu melalui daya penggerak pada *belt conveyor* yang ditransmisikan kepada *belt* melalui gesekan yang terjadi antar *belt* puli penggerak yang digerakkan dengan motor listrik. Unit penggerak terdiri dari beberapa bagian, yaitu puli, motor serta roda gigi transmisi antara motor dan puli. *Belt conveyor* dibantu dengan motor induksi merupakan motor AC yang paling banyak digunakan karena kesederhanaannya, konstruksinya yang kuat dan karakteristik kerjanya yang baik. Motor induksi terdiri dari dua bagian : stator atau bagian yang diam dan rotor atau bagian yang berputar. Tipe motor induksi tiga fasa yaitu motor rotor sangkar tupai dan motor rotor lilitan. Kedua motor tersebut bekerja pada prinsip dasar yang sama dan mempunyai konstruksi stator yang sama tetapi berbeda dalam konstruksi rotor. Disebut motor induksi, karena dalam hal penerimaan tegangan dan arus pada rotor dilakukan dengan jalan induksi. Jadi pada rotor induksi, rotor tidak langsung menerima tegangan atau arus dari luar. Komponen pendukung yang ditambahkan pada sistem tersebut seperti:

1. *Hopper*, berfungsi untuk mencurahkan bebas keatas *belt conveyor*. Kapasitas beban dapat diatur dari curahan *hopper* tersebut.
2. Peralatan pembongkar (*discharging device*), berfungsi untuk membongkar muatan *belt conveyor*.
3. Rem penahan otomatis (*automatic hold back brakes*) berfungsi untuk mematikan sistem seketika jika ada gangguan.
4. Pembersih *belt*, yang dipasangkan pada puli bagian depan. Alat ini dipasang untuk *conveyor* yang membawa material basah dan lengket.
5. *Feeder*, sebagai pengumpan dari *hopper* ke *belt*, *feeder* ini memiliki dua bentuk yaitu sudut dan *screw*.

2.4 Mesin Pengolah Sampah

Mesin pengolah sampah terdiri dari mesin pengolah sampah organik dan anorganik.

1. Mesin Pengolah Sampah Organik

Sampah organik terdiri dari ranting pohon, kertas, kardus, sisa sayuran, dan dedaunan. Contoh mesin pencacah sampah organik biasanya digunakan oleh pelaku usaha pengolahan pupuk organik atau kompos. Cara kerja mesin yaitu dengan cara menghidupkan diesel mesin penghancur sampah. Selanjutnya yaitu memasukkan sampah organik yang akan dicacah oleh pisau yang terdapat dalam tabung mesin pencacah. Hasil cacahan sampah organik berupa cacahan ukuran kecil dan serbuk diarahkan ke ruang penegeluaran mesin. Hasil akan diletakkan di tempat penampungan sementara untuk menampung hasil cacahan sampah organik tersebut. Banyak merk dan kapasitas yang tersedia dan sudah dijual di Indonesia. Customer bisa custom ukuran dan kapasitas yang diinginkan. Beberapa merk yang menyediakan mesin pengolah sampah organik yaitu Maksindo, Alibaba, dan Aneka Mesin. Pada Gambar 2.8 adalah salah satu mesin pengolah sampah organik yang dijual oleh Maksindo dengan panjang 112 cm, lebar 72 cm, dan 115 cm dan kapasitas 250 kg/jam.



Gambar 2.8 Mesin Pengolah Sampah Organik
(Sumber: www.maksindo.com)

2. Mesin Pengolah Sampah Anorganik

Sampah anorganik terdiri dari plastik, botol plastik, dan bungkus kemasan. Mesin pengolah untuk sampah tersebut, terdiri dari mesin pencacah dan press sampah anorganik.

a. Mesin Pencacah Sampah Anorganik

Mesin pencacah sampah anorganik mempermudah si pengolah untuk menjadikan hasil olahan sampah menjadi cacahan kecil-kecil. Cacahan kecil-kecil bisa digunakan sebagai bahan

baku untuk prakarya misalnya dalam pembuatan *ecobrick*, hiasan mozaik, dan hiasan pengisi botol. Cara kerja mesin yaitu pertama menyalakan mesin, lalu memasukkan sampah anorganik dalam mesin. Sampah tersebut akan dipotong kecil-kecil oleh pisau yang ada di dalam tabung mesin. Hasil olah cacahan kecil-kecil ditampung di bak penampung sementara. Mesin memiliki ukuran dan kapasitas tertentu, bergantung pada merk dan perusahaan mesin yang bersedia menerima *custom* dari *customer*. Perusahaan mesin pengolah sampah anorganik yang ada di Indonesia adalah Alibaba dan Maksindo. Gambar 2.10 adalah salah satu contoh mesin yang diambil dari katalog Maksindo dengan ukuran panjang 90 cm, lebar 80 cm, dan 110 cm dan kapasitas 250 kg/jam. Gambar 2.9 adalah ukuran hasil cacahan plastik yang telah diolah.



Gambar 2.9 Hasil Olahan Plastik
(Sumber: www.agrowindo.com)



Gambar 2.10 Mesin Pengolah Sampah Anorganik
(Sumber: www.agrowindo.com)

b. Mesin Press Sampah Anorganik

Mesin press sampah anorganik merupakan mesin sederhana yang bisa menjadikan hasil olahan sampah menjadi praktis. Tujuan mesin ini adalah untuk mengepress sampah anorganik agar lebih padat dan ringkas. Hasil press sampah tersebut juga bisa menghemat biaya transportasi pengiriman, diketahui bahwa produk yang dipress ringan, sehingga tidak memakan tempat yang banyak. Perusahaan di Indonesia yang sudah menjual mesin tersebut adalah Alibaba dan Aneka Mesin. Gambar 2.11 adalah mesin produk Aneka Mesin yang memiliki kapasitas 100-300 kg per/jam.



Gambar 2.11 Mesin Press Plastik
(Sumber: www.anekamesin.com)

2.5 Pendekatan Desain

Kapal didesain dengan berbagai metode dan cara. Teknik yang digunakan adalah teknik berulang dalam sebuah alur yang disebut *spiral design*. Tujuan dari proses tersebut adalah menghasilkan desain yang sesuai keinginan dan maksimal. Terdapat 4 pembagian proses dalam spiral design yaitu concept design, preliminary design, contract design, dan detail design.

2.5.1 Concept Design

Tahap *concept design* adalah tahap awal perencanaan dalam perancangan sebuah kapal. Pembuatan konsep desain membutuhkan *Technical Feasibility Study* (TFS) dalam menentukan ukuran utama yang bertujuan untuk memenuhi kecepatan, *range*, *endurance*, kapasitas, dan *deadweight*. Berikut langkah-langkah dalam mendapatkan hasil optimasi untuk estimasi biaya akhir kapal:

1. Mengklasifikasikan biaya kapal baru dengan kapal yang sudah ada sebelumnya.
2. Mengidentifikasi semua perbandingan desain utama.
3. Memilih proses literatif yang akan menghasilkan desain yang memungkinkan.
4. Membuat ukuran yang sesuai (analisis maupun subjektif) untuk desain.
5. Mengoptimasi ukuran utama.
6. Mengoptimasi detail kapal.

2.5.2 Preliminary Design

Preliminary design adalah tahap pemeriksaan ulang yang terkait dengan *performance* kapal, harapannya adalah hasilnya tidak akan mengubah apa yang sudah di desain di tahap sebelumnya. Langkah-langkah dalam preliminary design adalah:

1. Melengkapi bentuk lambung kapal.
2. Memeriksa analisis *detail* struktur kapal.
3. Menyelesaikan desain bagian interior kapal.
4. Menghitung stabilitas dan hidrostatis kapal.
5. Mengevaluasi perhitungan tahanan, *powering* maupun *performance* kapal.
6. Menghitung berat kapal secara *detail* dalam hubungannya dengan penentuan sarat dan trim kapal.
7. Menghitung biaya secara menyeluruh

2.5.3 Contract Design

Contract design adalah tahap mnegupayakan perbaikan dari hasil tahap *preliminary design*, sehingga didapat desain kapal yang lebih akurat, seperti:

1. *Hull form*, dengan memperbaiki *linesplan*
2. Tenaga penggerak dengan menggunakan *model test*
3. *Seakeeping* dan *maneuvering*
4. Sistem propulsi (misalnya pengaruh jumlah *propeller* terhadap badan kapal)
5. Detail konstruksi, pemakaian jenis baja dan tipe gading.

General Arrangement dibuat dalam tahap ini yang bertujuan untuk memastikan ketepatan kapasitas mesin, bahan bakar, air tawar, dan ruang akomodasi. Selanjutnya, Rencana standar kualitas dari bagian badan kapal beserta peralatannya dibuat spesifikasinya, termasuk *function test*, untuk memastikan *performance kapal*, sesuai dengan *requirement* awal.

2.5.4 Detail Design

Detail Design adalah tahapan terakhir dari proses mendesain sebuah kapal. Pada tahap ini hasil dari tahapan sebelumnya dikembangkan menjadi gambar kerja yang *detail* (Evans, 1959). Disamping itu pada *detail design* diberikan pula petunjuk mengenai instalasi dan *detail* konstruksi. Sehingga para pekerja dibagian produksi bisa mengerjakan pembangunan kapal dengan baik. Pada tahap ini bisa dipastikan tidak ada lagi perubahan. Meski demikian, kadangkala tetap dilakukan revisi namun dalam prosentase yang kecil sebagai akibat adanya ketidaksesuaian antara gambar dengan kondisi sebenarnya di lapangan.

2.5.5 Metode Design Layout

Metode *Design Layout* adalah metode mendesain yang memperhatikan tata letak elemen-elemen desain terhadap suatu bidang dalam media tertentu untuk mendukung konsep yang dibawanya (Suriyanto, 2008). *Layout* adalah konsep pengauran tenaga kerja, ruang yang tersedia, fasilitas, dan peralatan yang dipergunakan agar sesuai kegiatan atau tujuan berjalan efektif dan efisien. *Layout* merupakan salah satu keputusan yang menentukan efisiensi operasional dalam hal ini kapal.

2.5.6 Metode Intuitive Design

Metode *intuitive design* adalah salah satu metode untuk menentukan ukuran utama kapal berdasarkan menganalisa kondisi perairan kapal beroperasi, kemudian menganalisis *payload* yang diangkut kapal, dan berat kapal sehingga didapatkan ukuran utama (Hafiz, 2019). Penentuan ukura utama kapal juga didasarkan pada kapal *existing* yang mempunyai karakteristik sistem yang hampir sama dengan kapal yang akan didesain. Referensi kapal yang sudah ada sebelumnya bisa digunakan acuan, selanjutnya dengan menganalisa kondisi perairan dan *payload* yang akan didesain. Penentuan berat kapal berupa *lightweight* dan *deadweight tonnage* juga dipertimbangkan apakah sudah memenuhi koreksi displasemen yang sudah ditentukan.

2.6 Tinjauan Teknis Desain Kapal

Dalam proses desain suatu kapal harus dilakukan analisis beberapa perhitungan sesuai peraturan yang berlaku. Adapun perhitungan-perhitungan tersebut antara lain :

2.6.1 Penentuan Ukuran Utama Kapal Awal

Hal yang paling penting untuk diketahui oleh seorang desainer adalah *owner requirement*. *Owner Requirement* merupakan ukuran-ukuran atau variabel tertentu yang

diinginkan dan telah ditentukan oleh pemilik atau pemesan kapal. Tidak semua ukuran kapal ditentukan oleh pemesan, biasanya pemesan hanya menyerahkan jenis kapal, besarnya muatan serta jenis muatan (*payload*) yang dapat diangkut kapal, rute pelayaran, radius pelayaran, kecepatan kapal, dan kelas yang diinginkan.

Ukuran utama yang diperoleh akan digunakan sebagai ukuran utama awal dalam perhitungan teknis, disebut dengan *initial hull dimension*. *Initial hull dimension* dapat berubah jika hasil perhitungan teknis yang dilakukan tidak memenuhi regulasi yang berlaku. Sedangkan rentang rasio yang digunakan mengacu pada *Paper M. Insel dan A.F Molland*, seperti pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Batasan Perbandingan Ukuran Utama

Parameter	Range Ratio
L/B1	$10 < L/B1 < 15$
B/H	$0.7 < B/H < 4.1$
S/L	$0.13 < S/L < 0.51$
S/B1	$0.9 < S/B1 < 4.1$
B1/T	$0.9 < B1/T < 3.1$
B1/B	$0.15 < B1/B < 0.3$
Cb	$0.36 < Cb < 0.59$

2.6.2 Main Coefficient

Ukuran utama sudah selesai didapatkan, langkah selanjutnya adalah mendapatkan *main coefficient* yang meliputi *Froude Number* (F_r), *Block Coefficient* (C_b), *Prismatic Coefficient* (C_p), *Midship Coefficient* (C_m), dan *Waterplane Coefficient* (C_{wp}). Berikut penjelasan masing-masing komponen tersebut:

1. Froude Number (F_r)

Nilai *Froude Number* merupakan perbandingan antara kecepatan kapal dengan panjang kapal. Angka *Froude* dapat mendefinisikan kapal mana saja yang termasuk kapal lambat, kapal sedang, ataupun kapal cepat tergantung unsur-unsur yang dijelaskan di atas. Formula *Froude Number* dipengaruhi oleh kecepatan, gravitasi, dan panjang kapal yang tercelup air (Lewis, 1988):

$$F_r = \frac{v}{\sqrt{g \times Lwl}} \quad (2.1)$$

2. Block Coefficient (C_b)

Koefisien blok adalah perbandingan volume badan kapal yang tercelup terhadap volume balok yang menyelubunginya badan kapal yang tercelup.

$$C_b = \frac{\nabla}{Lwl \times B \times T} \quad (2.2)$$

3. *Prismatic Coefficient* (C_p)

Koefisien prismatik adalah perbandingan volume badan kapal yang tercelup dengan volume prisma dengan penampang sebesar gading terbesar dan panjang.

$$C_p = \frac{\nabla}{Lwl \times A_m} \quad (2.3)$$

4. *Midship Coefficient* (C_m)

Koefisien *midship* adalah perbandingan antara luasan gading terbesar dengan luasan persegi panjang yang melingkupinya.

$$C_m = \frac{A_m}{B \times T} \quad (2.4)$$

5. *Waterplane Coefficient* (C_{wp})

Koefisien bidang air merupakan perbandingan antara luasan bidang air dengan luasan persegi panjang yang melingkupinya.

$$C_{wp} = \frac{A_{wp}}{Lwl \times B} \quad (2.5)$$

2.6.3 Perhitungan *Resistance*

Perhitungan hambatan total kapal dilakukan untuk mendapatkan daya mesin yang sesuai dan dibutuhkan oleh kapal, sehingga kapal dapat berlayar dengan kecepatan sebagaimana yang diinginkan oleh pemilik kapal sesuai dengan *owner requirement*. Perhitungan hambatan kapal, digunakan rumus dari *Paper M. Insel, Ph.D dan A.F. Molland, M.Sc. Ph.D., C.Eng.* Hambatan kapal dipengaruhi oleh besarnya nilai WSA kapal, koefisien hambatan total kapal (C_{tot}), massa jenis air laut, dan kecepatan dinas kapal beroperasi. lambung katamaran, sehingga nilai WSA harus dikalikan dua. Komponen hambatan yang dialami oleh katamaran lebih kompleks dikarenakan adanya efek interferensi antar kedua lambungnya, yaitu:

1. *Viscous interference resistance* (interferensi viskositas)

Viscous interference resistance adalah aliran di sepanjang *demihull* simetris maupun tidak simetris akibat pengaruh keberadaan *demihull*.

2. *Wave making intererence resistance* (interferensi gelombang)

Wave making intererence resistance adalah hasil dari dua buah lambung yang bergerak sejajar, efek interferensi pada hambatan gelombang akan sangat berpengaruh.

2.6.4 Perhitungan Propulsi dan *Powering*

Untuk memilih mesin induk yang akan digunakan pada suatu kapal, maka dibutuhkan perkiraan daya motor induk yang mampu mencakup seluruh kebutuhan kapal sehingga kapal

dapat beroperasi dengan baik. Setelah daya motor induk dihitung, selanjutnya adalah memilih motor induk yang ada di katalog motor induk dengan kapasitas daya sama atau sedikit di atas daya yang telah dihitung.

2.6.5 Perhitungan Berat Kapal

Berat kapal merupakan jumlah total DWT dan LWT kapal. Adapun DWT merupakan singkatan dari Deadweight Tonnage. DWT terdiri dari *payload* atau muatan bersih, *consumable* dan *crew*. Payload kapal ini adalah jumlah sampah yang dapat ditampung sedangkan *consumable* terdiri dari bahan bakar (*fuel oils*), minyak lumas (*lubrication oils*), minyak diesel (*diesel oils*), air tawar (*fresh water*) dan perbekalan (*provision and store*).

Sedangkan LWT merupakan singkatan dari Lightweight Tonnage. LWT terdiri dari berat badan kapal, peralatan, perlengkapan dan permesinan atau dengan kata lain berat kapal kosong tanpa muatan dan *consumable*. Untuk menghitung berat baja kapal, peralatan, perlengkapan serta permesinaan ada beberapa pendekatan yang dapat digunakan, misalnya menurut *Watson*, *Schneecluth*, dan *Parson*. Untuk perhitungan berat baja lambung *Schneecluth* membagi ke dalam beberapa bagian antara lain berat baja lambung, berat bangunan atas dan berat rumah geladak

2.6.6 Perhitungan Trim Kapal

Trim dapat didefinisikan sebagai kondisi kapal yang tidak *even keel*. Trim terjadi sebagai akibat dari tidak meratanya momen statis dari penyebaran gaya berat. Trim dibedakan menjadi dua, yaitu trim haluan dan trim buritan. Trim haluan terjadi apabila sarat haluan lebih tinggi daripada sarat buritan. Begitu juga sebaliknya untuk trim buritan.

2.6.7 Perhitungan Freeboard

Freeboard adalah hasil pengurangan tinggi kapal dengan sarat kapal dimana tinggi kapal termasuk tebal kulit dan lapisan kayu jika ada, sedangkan sarat T diukur pada sarat musim panas. Panjang *freeboard* adalah panjang yang diukur sebesar 96% panjang garis air (LWL) pada 85% tinggi kapal *moulded*. Untuk memilih panjang *freeboard*, pilih yang terpanjang antara Lpp dan 96% LWL pada 85% Hm. Lebar *freeboard* adalah lebar *moulded* kapal pada *midship* (Bm). Dan tinggi *freeboard* adalah tinggi yang diukur pada *midship* dari bagian atas *keel* sampai pada bagian atas *freeboard deck beam* pada sisi kapal ditambah dengan tebal pelat *striner* (senta) bila geladak tanpa penutup kayu.

Freeboard memiliki tujuan untuk menjaga keselamatan penumpang, *crew*, muatan dan kapal itu sendiri. Bila kapal memiliki *freeboard* tinggi maka daya apung cadangan akan besar

sehingga kapal memiliki sisa pengapungan apabila mengalami kerusakan. Pada perhitungan untuk kapal ini mengacu pada *Non-Convention Vessel Standart (NCVS) Indonesian Flagged* karena kapal mempunyai *multi-hull*

2.6.8 Perhitungan Stabilitas

Stabilitas kapal adalah kemampuan kapal untuk kembali kepada kedudukan kesetimbangan dalam kondisi air tenang ketika kapal mengalami gangguan dalam kondisi tersebut. Hal-hal yang memegang peranan penting dalam stabilitas kapal antara lain :

- a) Titik G (*grafity*) yaitu titik berat kapal.
- b) Titik B (*bouyancy*) yaitu titik tekan ke atas dari volume air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang tercelup di dalam air.
- c) Titik M (*metacentre*) yaitu titik perpotongan antara vektor gaya tekan ke atas pada keadaan tetap dengan vektor gaya tekan ke atas pada sudut oleng.

Keseimbangan statis suatu benda dibedakan atas tiga macam, yaitu :

- Keseimbangan stabil, letak titik G berada dibawah titik M.
- Keseimbangan labil, letak titik G berada diatas titik M.
- Keseimbangan *indeferent*, letak titik berat G berimpit dengan titik M.

Dalam perhitungan stabilitas, penulis menggunakan Barnhart dan Thewlis, dimana kapal katamaran cenderung lebih lebar terhadap panjangnya (L/B kecil). Kapal yang akan dibangun harus dapat dibuktikan secara teoritis bahwa kapal tersebut memenuhi standart keselamatan *safety of life at sea (SOLAS)* atau International Maritime Organization (IMO).

Batasan-batasan yang harus dipenuhi antara lain adalah :

1. Jarak titik G dan titik M pada kondisi oleng tidak boleh kurang dari 0.15 m.
2. Lengan stabilitas dinamis pada 30° tidak boleh kurang dari 0.055 m rad.
3. Lengan stabilitas dinamis pada 40° tidak boleh kurang dari 0.090 m rad.
4. Lengan stabilitas dinamis pada $30^\circ - 40^\circ$ tidak boleh kurang dari 0.030 m rad.
5. Lengan stabilitas statis pada 30° tidak boleh kurang dari 0.2 m rad.

Untuk kapal katamaran, khususnya *cruising catamaran* memiliki lengan stabilitas statis maksimum yang lebih besar jika dibandingkan dengan *monohull* pada umumnya. *Cruising catamaran* mencapai lengan statis maksimum pada sudut sekitar $12,5^\circ$, dan ketika berlayar hanya mengalami oleng pada sudut $0^\circ - 8^\circ$ karena itulah dapat dikatakan bahwa katamaran lebih stabil daripada *monohull* (Tarjan, 2008).

2.7 Proses Pembersihan Sampah

Proses pengambilan sampah dilakukan dengan bantuan *conveyor*. Perairan untuk kapal adalah perairan tenang yang memudahkan peralatan *conveyor* mengambil sampah di sungai. Proses yang dilakukan adalah dengan mengangkutan sampah yang tercampur antara sampah organik dan anorganik. Sampah tersebut mengapung dipermukaan secara manual yang kemudian dipilah oleh *crew* dan dimasukkan ke mesin pengolah sampah sesuai jenis sampah masing-masing.

2.7.1 Jenis Jenis Sampah di Sungai

Sungai menjadi objek yang dekat dengan masyarakat. Beberapa masyarakat sadar akan pentingnya menjaga kebersihan sungai. Aliran sungai yang melewati daerah padat pemukiman memperbesar potensi pencemaran aliran sungai oleh sampah organik maupun anorganik. Jenis dan ukuran sampah yang terdapat di daerah aliran sungai memiliki pengaruh secara langsung pada desain kapal dan peralatan yang akan digunakan, sehingga pengoperasian kapal akan memiliki tingkat efektivitas yang cukup tinggi. Dalam hal ini tingkat efektivitas kapal di nilai dari kecepatan pengambilan sampah dan kapasitas sampah yang dapat ditampung oleh kapal. Oleh karena itu diperlukan data ukuran dan jenis sampah yang akan digunakan untuk merumuskan spesifikasi desain kapal yang akan dibuat.

Jenis sampah yang terdapat di aliran sungai dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu sampah organik (daun, batang pohon, ranting, kulit buah, sayuran, dll) dan sampah anorganik (botol, plastik, plastik pembungkus makanan, gelas, ban bekas, sandal, sepatu bekas, dll). Persentase sampah ini meliputi 43% plastik, 37% popok bayi, 20% kayu, ranting, dan daun. Sampah yang banyak terdapat di aliran sungai sebagian besar merupakan sampah dengan ukuran kecil, yaitu berkisar dari 0 cm sampai 30 cm tetapi dalam jumlah yang besar sehingga dapat memampatkan dan menutupi aliran sungai.

2.7.2 Tujuan Pembersihan Sampah

Pembersihan sungai perlu dilakukan agar sungai tidak tercemar. Tujuan pembersihan sampah di kawasan perairan sungai Brantas Surabaya adalah:

1. Pencegahan banjir

Desain kapal sampah ini nantinya juga dapat diterapkan pada sungai-sungai di kota lain yang memiliki permasalahan yang sama agar nanti saat musim penghujan tiba banjir di kota-kota besar dapat segera teratasi. Hal ini tentunya sangat bermanfaat untuk mencegah

penyumbatan dan penumpukan serta pendangkalan yang sering menjadi penyebab banjir di kota-kota Indonesia.

2. Pengendalian pencemaran sungai dan laut.

Sampah yang muncul di permukaan sungai mengakibatkan berkurangnya fungsi sungai dan keindahan sungai serta sampah yang terbawa aliran sungai dan memasuki kawasan laut akan menyebabkan pencemaran lingkungan yang mengakibatkan lebih banyak masalah lagi seperti rusaknya populasi ikan dan terumbu karang sehingga mengakibatkan turunya nilai ekonomi masyarakat khususnya nelayan disekitar kawasan tersebut.

2.7.3 Tujuan Pengolahan Sampah

Sampah yang berada di atas kapal tidak hanya dibiarkan menumpuk tanpa ada proses pemilahan. Adanya *trash recycling catamaran* berupaya mengurangi sampah yang ada di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Sampah yang diolah diatas kapal bisa didistribusikan ke rumah kompos yang ada di Surabaya dan tempat pengolahan plastik. Sampah yang ada di sungai adalah sampah organik dan anorganik. Sampah organik akan dipilah menjadi butiran kecil yang akan diolah untuk menjadi kompos, sehingga pendistribusian hasil olah sampah organik adalah rumah kompos yang ada di Surabaya. Sedangkan sampah anorganik diolah menjadi percahan-percahan kecil yang bisa dimanfaatkan oleh pengolah sampah plastik untuk menjadi *ecobrick* (percahan plastik yang dimasukkan dalam botol untuk dijadikan meja, kursi, atau bahan yang bisa dimanfaatkan kembali).

2.8 Sistem Operasional Loading-Offloading

Agar dapat melakukan pembersihan sampah dengan mudah, digunakan 4 buah *conveyor* yaitu *loading conveyor*, *conveyor* perantara, *storage conveyor*, dan *offloading conveyor*.

1. *Loading conveyor* terletak di haluan kapal berfungsi untuk menangkap sampah yang ada di depan kapal. Sampah yang berhasil ditangkap oleh *loading conveyor* kemudian akan dipilah oleh *crew* pemilah.
2. *Conveyor* perantara berfungsi menyalurkan hasil olah sampah yang akan diletakkan pada *storage conveyor*.
3. *Storage conveyor* berfungsi menyimpan sementara hasil olah sampah sebelum dipindahkan oleh *offloading conveyor*.
4. *Conveyor* terakhir adalah *offloading conveyor*. *Conveyor* ini terletak di antara *demihull* kapal dibagian buritan kapal. Secara garis besar *conveyer offloading* memiliki fungsi yang hampir sama dengan *loading conveyor*, perbedaannya terletak pada arah sampah

bergerak. Jika *loading conveyor* berfungsi untuk mengarahkan sampah ke bak penampung, *offloading conveyor* berfungsi untuk mengarahkan sampah keluar kapal pada proses bongkar muat.

2.9 Tinjauan Ekonomis Kapal

Tinjauan ekonomis dalam Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui berapa biaya pembangunan dan operasional kapal. Biaya pembangunan kapal pada umumnya didominasi oleh biaya dari berat baja dan biaya peralatan serta perlengkapan kapal. Setelah biaya pembangunan dihitung, namun demikian masih terdapat koreksi biaya tersebut. Koreksi tersebut adalah koreksi keadaan ekonomi dan kebijakan pemerintah (Watson, 1998).

- Biaya Berat Baja/Material Kapal (*Structural Weight Coast*)
- Biaya permesinan (*Machinery Coast*)
- Biaya Peralatan dan Perlengkapan (*Hull Outfitting Coast*)

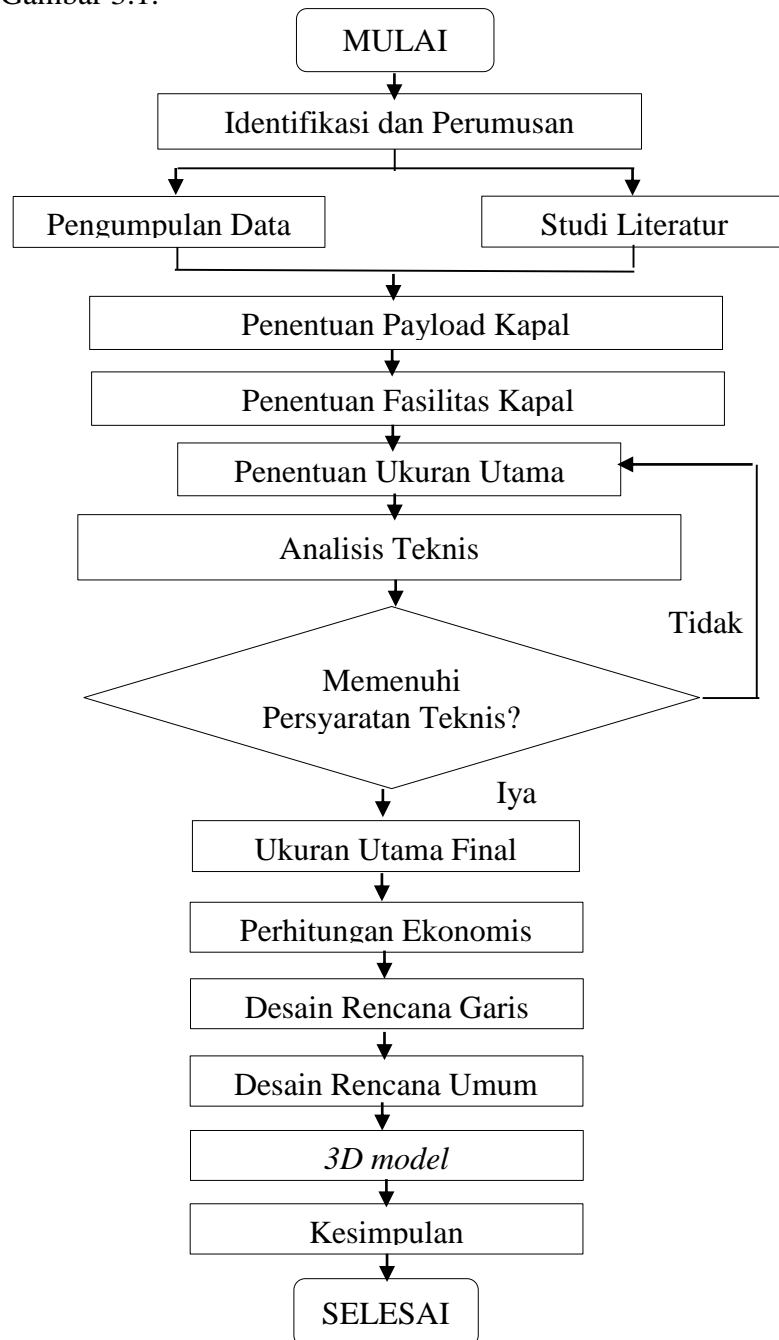
Perhitungan biaya operasional disesuaikan dengan jarak pelayaran, waktu pelayaran, dan konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan. Secara umum, biaya operasional kapal terdiri dari biaya variabel dan biaya tetap. Kedua biaya tersebut di antaranya adalah:

- Biaya Variabel
 1. Biaya bahan bakar (*fuel oil cost*)
 2. Biaya minyak pelumas (*lubricant oil cost*)
 3. Biaya air tawar (*fresh water cost*)
 4. Gaji kru kapal
- Biaya Tetap
 1. Biaya reparasi dan perawatan kapal, biaya ini diambil dari 10% dari biaya pembangunan kapal.
 2. Biaya asuransi, biaya ini diambil sebesar 2% dari total biaya pembangunan kapal.

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Diagram Alir

Diagram alir (*flowchart*) metodologi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini dapat dilihat pada *flowchart* pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

3.2 Tahap Pengerjaan

Beberapa tahap pengerjaan Tugas Akhir yang saya lakukan antara lain identifikasi masalah, studi literatur, pengumpulan data, penentuan payload, fasilitas, rute, analisis teknis, perhitungan ekonomis, pembuatan gambar rencana garis, rencana umum, dan 3D.

3.2.1 Identifikasi Masalah

Langkah awal dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah menentukan permasalahan yang sedang terjadi di Kawasan Sungai Brantas Surabaya.

3.2.2 Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pembelajaran dan pengumpulan teori-teori yang berkaitan dengan analisis tentang *Trash Skimmer Boat* dan Mesin Pengolah Sampah sesuai dengan jenis sampah yang ada di Sungai Brantas Surabaya. Selain itu, dilakukan juga pemahaman lebih dalam mengenai teori dan konsep dari desain kapal.

3.2.3 Pengumpulan Data

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, ada dua jenis data yang digunakan yaitu data primer dan sekunder.

- Data primer, diperoleh dari pengamatan kondisi langsung di Sungai Brantas Surabaya sebagai wilayah operasional kapal dan perkiraan jarak jembatan dan tol dari permukaan sungai.
- Data sekunder, diperoleh dari berbagai literatur, *paper*, buku dan internet serta data dari Perum Jasa Tirta I Kota Surabaya mengenai jumlah sampah yang mencemari sungai setiap bulan. Sedangkan data untuk karakteristik Sungai Brantas diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya yang meliputi kondisi kedalaman sungai dan luas wilayah.

3.2.4 Penentuan *Payload* dan Fasilitas Kapal

Penentuan *payload* dilakukan dengan cara forecasting jumlah sampah setiap bulannya tahun 2018 yang ada di Sungai Brantas Surabaya. Metode *forecasting* yang digunakan adalah regresi linier. Dari hasil forecasting bisa didapatkan data sampah setiap bulannya di tahun 2019. *Payload* didapatkan dari rata-rata sampah di tahun 2019. Penentuan fasilitas kapal diantaranya membutuhkan *conveyor* dan mesin pengolah. *Conveyor* yang bekerja yaitu *loading*, perantara, *storage*, dan *offloading*. Mesin pengolah yang dibutuhkan yaitu untuk mengolah sampah organik dan anorganik.

3.2.5 Analisis Teknis

3.2.5.1 Penentuan Ukuran Utama Awal dan Pemeriksaan Rasio Ukuran Utama

Ukuran utama didapatkan dari metode *intuitive design*. Metode tersebut yaitu dengan menganalisa ukuran fasilitas yang dibutuhkan kapal, payload kapal, kedalaman sungai, dan jarak permukaan sungai dengan jembatan atau tol yang dilalui oleh kapal. Langkah awal adalah pembuatan *design layout* berdasarkan volume ruang muat dan ukuran fasilitas yang dibutuhkan kapal. Hasil yang didapat yaitu panjang dan lebar kapal. Selanjutnya, mencari data kedalaman sungai yang akan menjadi acuan untuk penentuan sarat. Tinggi kapal, didapatkan dengan mempertimbangkan jarak permukaan sungai dengan jembatan atau tol yang dilalui oleh kapal dan tinggi bangunan navigasi. Setelah didapat ukuran utama, selanjutnya adalah pemeriksaan rasio ukuran utama. Batasan rasio tersebut menggunakan *Paper M. Insel, Ph.D dan A.F Molland, M.Sc., Ph.D., C.Eng.* sebagai referensi.

3.2.5.2 Perhitungan Hambatan dan Propulsi Kapal

Perhitungan hambatan total kapal memiliki tujuan untuk mendapatkan daya mesin yang dibutuhkan oleh kapal. Diharapkan kapal dapat berlayar dengan kecepatan sebagaimana yang diinginkan oleh pemilik kapal. Hambatan kapal dipengaruhi oleh besarnya nilai *Wetted Surface Area* (WSA) kapal dan koefisien hambatan total kapal. Dari hambatan total kapal, dapat dihitung daya mesin yang dibutuhkan kapal.

3.2.5.3 Perhitungan Berat Kapal

Perhitungan berat kapal dihitung dengan menghitung berat LWT dan DWT kapal. LWT kapal dihitung dari beban dan tebal pelat pada kapal dan fasilitas tetap yang dibutuhkan kapal. DWT kapal dihitung dari berat *payload, crew, dan consumables*. *Rules* yang digunakan untuk perhitungan beban dan tebal adalah *Biro Klasifikasi Indonesia*.

3.2.5.4 Perhitungan Freeboard

Perhitungan *freeboard* tidak dapat menggunakan ketentuan *Non-Convention Vessel Standart* (NCVS) *Indonesian Flagged* karena kapal pengangkut dan pengolah sampah plastik merupakan kapal non-class.

3.2.5.5 Perhitungan Trim

Trim kapal dihitung dengan menggunakan *software Maxsurf Stability Enterprise*. Dari analisis tersebut, akan diketahui apakah kapal mengalami trim by bow atau trim by stern.

3.2.5.6 Perhitungan Stability

Perhitungan stability menggunakan *software Maxsurf Stability Enterprise*. Criteria yang digunakan adalah *Intact Stability Code IMO Regulasi A.749 (18)*. Terdapat beberapa komponen penting yang harus diperhatikan dalam menganalisis stabilitas kapal, yaitu 16 *loadcases* yang sudah direncanakan. *Output* dari analisis stabilitas adalah kurva lengan GZ yang nantinya akan menjadi penentu diterima atau tidaknya batasan stabilitas.

3.2.6 Perhitungan Ekonomis Kapal

Perhitungan ekonomis kapal meliputi perhitungan biaya pembangunan dan operasional kapal. Biaya pembangunan kapal dihitung dari biaya seluruh komponen yang ada di kapal, mulai dari pelat, fasilitas conveyor dan mesin pengolah sampah, permesinan kapal, *equipment* dan *outfitting*. Biaya operasional meliputi biaya perawatan, gaji *crew*, dan bahan bakar.

3.2.7 Pembuatan Rencana Garis, Rencana Umum, dan 3D

Dalam pembuatan Rencana Garis dilakukan dengan bantuan *software Maxsurf*. Dari desain yang telah dibuat di *Maxsurf* dapat langsung diambil *Lines Plan*-nya. Kemudian untuk memperhalus *Lines Plan* dilakukan dengan menggunakan *software AutoCAD*. Sedangkan untuk pembuatan Rencana Umum dilakukan setelah Rencana Garis selesai. Sebab, *Outline* dari Rencana Umum diambil dari Rencana Garis. Pembuatan Rencana Umum dilakukan dengan menggunakan bantuan *software AutoCAD*. Pembuatan 3D dibantu dengan *software maxsurf* dan *sketchup*.

BAB 4

DAERAH OPERASIONAL

4.1 Sungai Brantas

Sungai Brantas adalah sebuah sungai terpanjang di provinsi Jawa Timur, Indonesia, sekitar 600 kilo meter di timur ibu kota Jakarta. Sungai Brantas bermata air di Desa Sumber Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, yang berasal dari simpanan air Gunung Arjuno, lalu mengalir ke Malang, Blitar, Tulungagung, Kediri, Jombang, Mojokerto. Di Kabupaten Mojokerto sungai ini bercabang dua yaitu ke arah Surabaya dan Porong. Sungai Brantas mempunyai Daerah Aliran Sungai (DAS) seluas 11.800 kilo meter persegi atau seperempat dari luas Provinsi Jatim. Panjang sungai utama 320 kilo meter mengalir melingkari sebuah gunung berapi yang masih aktif yaitu Gunung Kelud.

Curah hujan rata-rata mencapai 2.000 mili meter per-tahun dan dari jumlah tersebut sekitar 85% jatuh pada musim hujan. Potensi air permukaan pertahun rata-rata 12 miliar meter kubik. Potensi yang dimanfaatkan sebesar 2,6 sampai 3,0 miliar meter kubik per-tahun. Sungai Brantas mengalir di wilayah timur pulau Jawa yang beriklim muson tropis dan memiliki suhu rata-rata setahun sekitar 26 °C. Bulan terpanas adalah Oktober, dengan suhu rata-rata 30 °C, and terdingin Juni, sekitar 24 °C. Curah hujan rata-rata tahunan adalah 2982 miili meter. Bulan dengan curah hujan tertinggi adalah Maret, dengan rata-rata 496 mili meter, dan yang terendah Agustus, rata-rata 28 mili meter.

4.2 Sungai Brantas Surabaya

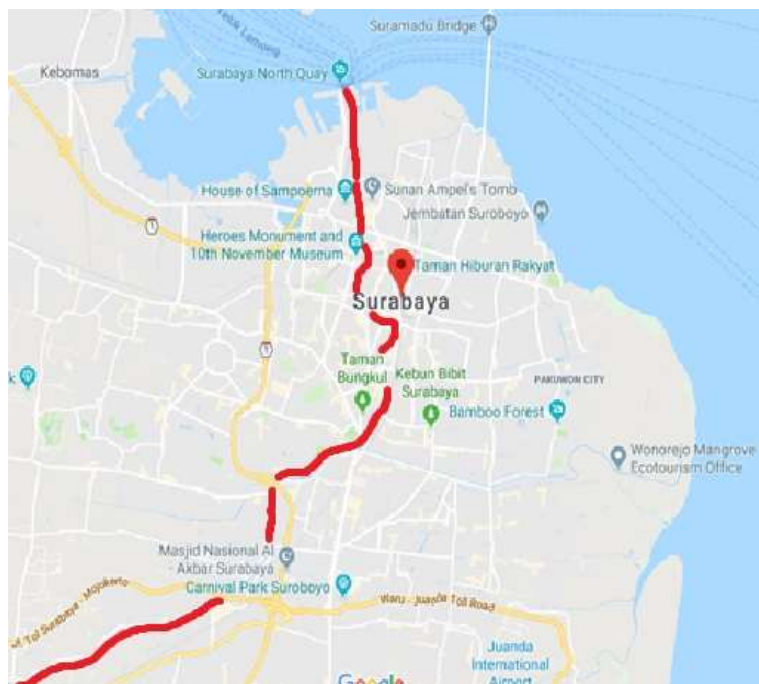
Sungai Brantas yang menyimpang ke Surabaya dimulai dari persimpangan Mojokerto, Krian, Karang Pilang, Gunungsari, Ngagel, Kayoon, Kalimas, dan bermuara ke Tanjung Perak. Gambar 4.1 adalah peta Pulau Jawa, dimana lokasi Surabaya berada. Pada Gambar 4.2 . Aliran sungai Brantas Surabaya dimulai dari Krian sampai Tanjung Perak ditandai dengan garis warna merah. Sungai Brantas Surabaya yang berada di antara pemukiman rumah warga daerah Karang Pilang, hampir pinggiran kota Surabaya terlihat kotor dan di pusat kota terlihat sedikit sampah yang mencemari.

Aliran Sungai Brantas Surabaya ditunjukkan pada Gambar 4.2 dengan tanda warna merah. Salah satu permasalahan pokok di daerah aliran Sungai Brantas adalah banjir di musim hujan, hal ini dikarenakan kurangnya bendungan untuk menampung air hujan yang berlebih

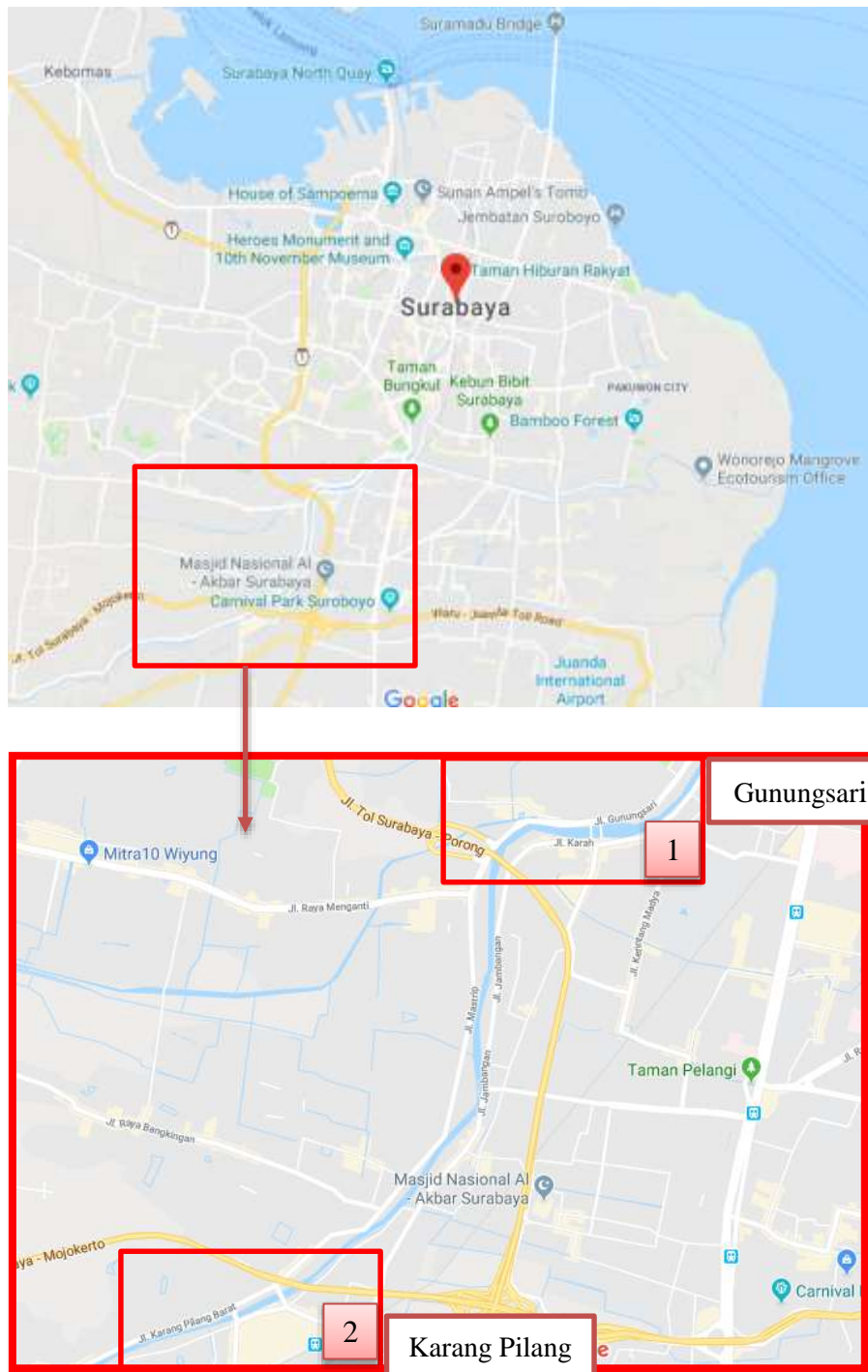
dan adanya sampah yang mengganggu aliran air sungai sehingga meluap pada daerah tertentu. Pemerintah berusaha untuk melaksanakan kebijakan yang bertahap untuk menjaga Sungai Brantas, salah satunya adalah konservasi dan manajemen sumber daya air. Pengelolaan air tidak saja mencakup aspek kuantitas namun juga ke arah pengendalian kualitas, walaupun masih bersifat terbatas. *Trash recycling catamaran boat* ini direncanakan beroperasi dari daerah Karang Pilang ke Gunungsari dan rute sebaliknya yang berjarak 5.8 kilometer. Peta kapal beroperasi ditunjukkan pada Gambar 4.3



Gambar 4.1 Peta Jawa Timur
(Sumber: www.googlemaps.com)



Gambar 4.2 Peta Aliran Sungai Brantas Surabaya
(Sumber: www.googlemaps.com)



Gambar 4.3 Peta Daerah Operasional yang dilewati Kapal
(Sumber: www.googlemaps.com)

4.3 Hasil Survei Kondisi Sungai Brantas Surabaya

Survei pada Tugas Akhir ini dilakukan di sungai Brantas Surabaya daerah Karang Pilang-Gunungsari. Tujuan survei dilaksanakan di sekitar sungai untuk memastikan pencemaran yang ada di sekitar sungai.

4.3.1 Kondisi Sungai

Survei dalam Tugas Akhir ini dilakukan di tiga posisi. Posisi yang disurvei yaitu di dekat jembatan Karang Pilang, di bawah jalan tol Gunungsari, dan di dekat jembatan Gunungsari. Penulis melakukan survei di tiga tempat tersebut karena kapal dalam Tugas Akhir ini akan beroperasi melewati daerah tersebut.

1. Jembatan Karang Pilang.

Survei di dekat lokasi jembatan Karang Pilang dilaksanakan pada 28 September 2019. Terlihat bahwa ada sampah yang berceceran dan menurut masyarakat setempat, pembersihan sampah tersebut hanya dilakukan setiap satu atau dua bulan sekali. Pada saat pengamatan dilaksanakan, kondisi sungai belum dibersihkan seperti pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Kondisi di Kawasan Karang Pilang

2. Jalan Tol Gunungsari

Survei di dekat jalan tol Gunungsari dilaksanakan pada 28 September 2019. Kondisi di kawasan Gunungsari menunjukkan bahwa masih aman dengan sampah yang ada. Menurut masyarakat setempat, sampah di kawasan Gunungsari setiap minggu dibersihkan dan jarang orang membuang sampah di kawasan tersebut. Kondisi sungai tersebut bisa dilihat pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Kondisi di Kawasan Tol Gunungsari

3. Jembatan Gunungsari

Survei di dekat jembatan Gunungsari dilaksanakan pada 28 September 2019. Diantara rute Karang Pilang dan Gunungsari ada tol yang ketinggiannya diatas permukaan air sekitar 4 meter. Di bawah tol Gunungsari hanya ada beberapa sampah plastik. Pada saat pengamatan dilakukan, pembersihan sampah sudah dilakuka dua hari lalu. Berdasarkan wawancara yang dilakukan di Jasa Tirta, untuk kedalaman Sungai Brantas yaitu antara 3 meter sampai 4 meter bergantung debit dan curah hujan. Melihat kondisi di sungai, bisa disimpulkan bahwa batasan sarat kapal tidak boleh lebih dari 1 meter dan tinggi bangunan atas kapal tidak boleh lebih dari 3 meter. Kondisi tersebut bisa dilihat pada Gambar 4.6. Rekapitulasi data kedalaman sungai dan ketinggian permukaan sungai dengan bangunan atas bisa dilihat pada Tabel 4.1.



Gambar 4.6 Kondisi di Kawasan Jembatan Gunungsari

Tabel 4.1 Rekapitulasi Data Ketinggian, Kedalaman dan Lebar Sungai

No.	Nama Jembatan dan Tol	Ketinggian dari Permukaan Sungai (m)	Kedalaman Sungai (m)	Lebar Sungai (m)
1.	Jembatan Karang Pilang	3.5	3	20
2.	Tol Gunungsari	5	3	21
3.	Jembatan Gunungsari	4	3	21

4.4 Penentuan Waktu dan Pola Operasional Kapal

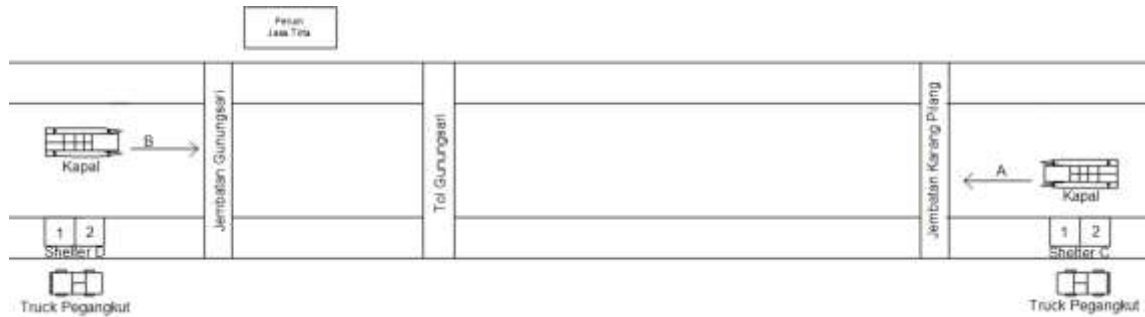
Kecepatan kapal yaitu 4 knots. Rute awal dari Karang Pilang ke Gunungsari ditempuh selama 47 menit dengan jarak 5.8 km atau 3.13 nm, dan sebaliknya dari Gunungsari ke Karang Pilang ditempuh selama 47 menit dengan jarak 5.8 km. Total rute yaitu 11.6 km atau 6.26 nm. Sehingga kapal membutuhkan waktu 94 menit atau 1.57 jam untuk beroperasi. Selama kapal beroperasi, satu kali perjalanan membutuhkan waktu 47 menit atau 2818.8 detik. Fasilitas *conveyor* dan mesin pengolah sampah harus bisa bekerja kurang dari atau sama dengan durasi satu kali perjalanan. Tabel 4.2 adalah rincian durasi fasilitas tersebut bekerja. Durasi fasilitas bekerja adalah 2566.9 detik. Sehingga durasi fasilitas memenuhi persyaratan dari durasi kapal beroperasi. Kapal direncanakan beroperasi setiap dua kali dalam seminggu, agar sampah di sungai tidak menumpuk, tidak menimbulkan bau, sungai terlihat bersih, dan ekosistem sungai terjaga.

Tabel 4.2 Durasi Fasilitas Bekerja

Keterangan	<i>Offloading Conveyor</i>	<i>Storage Conveyor</i>	<i>Conveyor Perantara</i>	Mesin Pengolah	<i>Spare Time Pemilahan</i>	<i>Loading Conveyor</i>	Satuan	Total Waktu (s)
Kapasitas	2x250	2x250	2x250	250		500	kg	
Panjang	2.73	1.5	1.38			3.77	m	
<i>Speed</i> pada Beban 50 kg	1	1	1			1	m/s	
<i>Speed</i> pada Beban 250 kg	0.2	0.2	0.2			0.2	m/s	
Waktu Pada Beban 250 kg	13.65	7.5	6.9	2400	120	18.85	s	2566.9

Pola operasional kapal yaitu, ketika kapal berangkat dari Karang Pilang ke Gunungari, kapal condong mengambil sampah di bagian sisi A. Pola operasi kapal menyusuri sungai dalam mengambil sampah dillusasikan pada Gambar 4.8. Setelah sampai di Gunungsari, kapal meletakkan hasil olah sampah di *Shelter D*. Rute sebaliknya yaitu dari Gunungsari ke Karang

Pilang, kapal condong di sisi B. Setelah sampai di Karang Pilang, kapal meletakkan hasil olah sampah di *Shelter C*. Proses Offloading kapal diilustrasikan seperti pada Gambar 4.9 dengan posisi meletakkan hasil olah sampah ke Box 1 dan 2 di Shelter C. Dari shelter C dan D akan direncanakan untuk dikirim ke Rumah Kompos Bratang dan Tempat Pengolahan Plastik Jambangan. Alur operasional kapal bisa dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Ilustrasi Alur Operasi Kapal



Gambar 4.8 Ilustrasi Proses *Loading* Sampah



Gambar 4.9 Ilustrasi Proses *Offloading* Sampah

4.4.1 Kondisi Rumah Kompos dan Tempat Pengolahan Sampah Plastik

Survei dilaksanakan di Rumah Kompos Bratang, Jambangan, dan Tempat Pengolahan Sampah Plastik Kelurahan Jambangan.

1. Rumah Kompos Bratang

Pengolahan kompos di Rumah Kompos Bratang meliputi tahap pemilahan, pencacahan, penumpukan, pemantauan suhu, pembalikan, pematangan, pengayaan, dan pengemasan. Berikut deskripsi tahap pengolahan kompos:

- **Pemilahan**

Sampah berupa ranting, dedaunan, sampah rumah tangga seperti sayuran, sampah pasar, sampah plastik diambil oleh truk dari Dinas Kebersihan Ruang Terbuka Hijau (DKRTH). Petugas di Rumah kompos Surabaya memilah antara sampah organik dan anorganik. Rumah kompos Surabaya berfokus pada sampah organik. Sampah anorganik dijual ke pengepul sampah plastik. Gambar 4.10 merupakan Rumah Kompos Bratang tampak depan.



Gambar 4.10 Rumah Kompos Bratang

- **Pencacahan**

Sampah organik dicacah oleh mesin pencacah sampah. Gambar 4.11 merupakan mesin pencacah sampah yang digunakan oleh Rumah Kompos Bratang.

- **Penumpukan**

Hasil olahan yang telah dicacah selanjutnya ditumpuk dan disiram air setiap dua hari sekali selama 21 hari. Kadar air tidak boleh kurang dari 50%. Gambar 4.12 menunjukkan penumpukan hasil olah sampah yang sedang didiamkan.



Gambar 4.11 Mesin Pecacah Sampah



Gambar 4.12 Penumpukan Hasil Olah Sampah

- Pemantauan suhu
Suhu untuk sampah tidak boleh lebih dari 65°C , hal tersebut agar bakteri dalam sampah dapat berproses. Bakteri yang ada adalah bakteri Mesofilik yang bisa hidup antara suhu $50\text{-}65^{\circ}\text{C}$. Pemantauan dilakukan dengan menggunakan termometer alkohol.
- Pembalikan
Petugas membalik tumpukan sampah yang dilakukan setiap 4 hari sekali.
- Pematangan
Tumpukan pupuk kompos dibiarkan selama sekitar satu bulan sampai warna pupuk kompos berubah menjadi hitam.
- Pengayaan
Pupuk kompos yang masih bertekstur kasar perlu dilakukan proses pengayaan agar teksturnya menjadi halus. Gambar 4.13 merupakan alat yang digunakan untuk mengayak sampah.

- Pengemasan

Pupuk yang sudah dikemas digunakan oleh pemerintah kota Surabaya untuk memupuk taman-taman kota yang ada di Surabaya. Selain itu, apabila warga kota atau instansi Surabaya membutuhkan pupuk kompos dapat mendapatkannya secara gratis dengan surat pengantar RT/RW setempat.



Gambar 4.13 Alat Pengayakan Sampah

b. Tempat Pengolahan Plastik Kelurahan Jambangan

Tempat Pengolahan Plastik Kelurahan Jambangan ada di Balai RW 03 Kelurahan Jambangan. Pengurus tempat ini adalah ibu-ibu Pembinaan Kesejahteraan Keluarga (PKK). Proses pengolahan sampah plastik di tempat tersebut yaitu pengambilan sampah rumah tangga di setiap rumah, pemilahan sampah, pengolahan sampah plastik menjadi barang baru, jika terdapat sampah organik maka sampah organik diserahkan ke Rumah Kompos Jambangan. Setiap ibu-ibu PKK memiliki job desk seperti mencuci, menggunting, menjahit. Warga RW 03 belum ada yang memiliki mesin pecacah plastik, sehingga mereka melakukan pengolahan secara manual. Sampah plastik diolah tidak hanya dipotong menjadi kecil-kecil menjadi sejenis ecobrick seperti pada Gambar 4.14 dan Gambar 4.15, tetapi juga diolah menjadi kerajinan dan produk daur ulang seperti pada Gambar 4.16. Bagian mencuci, gaji yang didapat dihitung perkilo yaitu Rp 5.000 untuk yang memotong gajinya disamakan dengan bagian mencuci. Sedangkan yang menjahit digaji menurut besar kecilnya tas yang dijahit, dalam seminggu biasanya penjahit kerajinan daur ulang sampah bisa memperoleh penghasilan sebesar Rp. 300.000. Produk yang dibuat oleh ibu-ibu dijual di UMKM Produk Daur Ulang.



Gambar 4.14 Percahan Sampah dalam Botol



Gambar 4.15 Ecobrick sebagai Meja dan Kursi



Gambar 4.16 Daur Ulang Plastik menjadi Tas

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5 ANALISIS TEKNIS

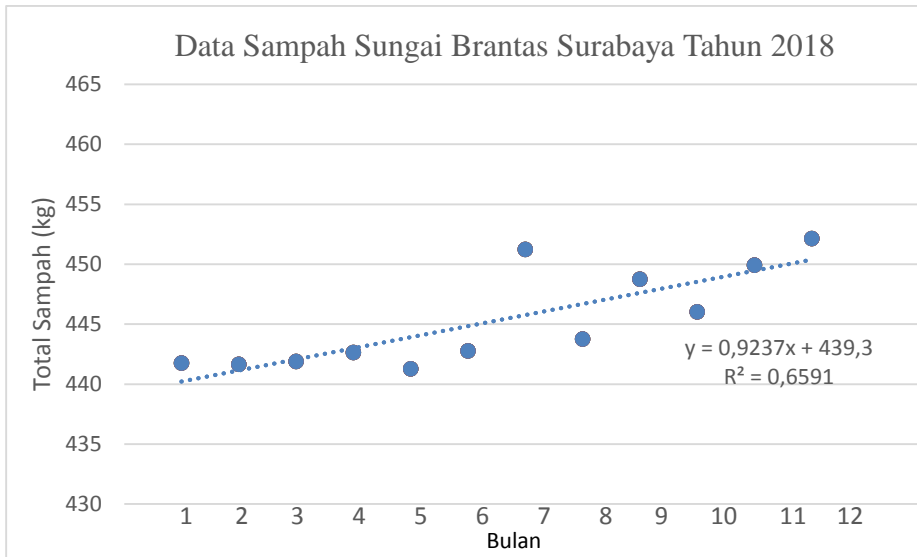
5.1 Penentuan *Payload* Kapal.

Sungai Brantas merupakan sungai yang memiliki pengaruh penting untuk Kota Surabaya. Beberapa warga di sekitar masih membuang sampah sembarangan. Sampah yang masih mendominasi adalah jenis plastik dan popok. Berdasarkan riset *ecoton*, sampah yang menduduki urutan pertama yaitu plastik, kedua yaitu popok, dan lainnya adalah ranting dan dedaunan. Jasa Tirta memiliki peran pada Sungai Brantas. Dalam mengerjakan Tugas Akhir ini, data sampah diperoleh dari Jasa Tirta. Data yang diambil di Jasa Tirta yaitu sampah yang mencemari sungai setiap bulan.

Tabel 5.1 Sampah di Tahun 2018

No	Bulan	Jumlah Sampah (kg)
1	Januari	441.74
2	Februari	441.63
3	Maret	441.87
4	April	442.64
5	Mei	441.28
6	Juni	442.75
7	Juli	451.22
8	Agustus	443.76
9	September	448.73
10	Oktober	446.03
11	Nopember	449.91
12	Desember	452.12

Tabel 5.1 Sampah di Tahun 2018 merupakan data sampah yang ada di Sungai Brantas di bagian Karang Pilang dan Gunung Sari. Data sampah yang diberikan hanya pada tahun 2018, sehingga untuk data di tahun 2019 menggunakan analisa regresi linier untuk sampah setiap bulannya, persamaan linier yang didapat yaitu $y = 0,9237 x + 439,3$ dan didapat nilai regresi $R^2 = 0,6591$ pada Gambar 5.1. Data sampah di tahun 2019 bisa dilihat pada Tabel 5.2.



Gambar 5.1 Grafik Regresi Linier Sampah Sungai Brantas tahun 2018

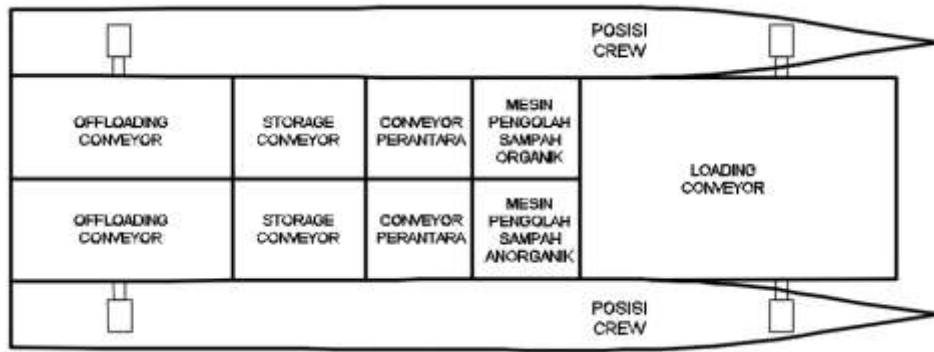
Setelah didapat persamaan dari regresi linier, maka untuk data di tahun 2019 bisa ditentukan. Berdasarkan data yang ada, jumlah sampah dari januari 2019 sampai desember 2019 dibagi 12 adalah 454,54 kilogram atau 0,45639 ton. Sehingga payload yang didapat untuk *trash recycling catamaran boat* adalah 0,45639 ton.

Tabel 5.2 Sampah di Tahun 2019

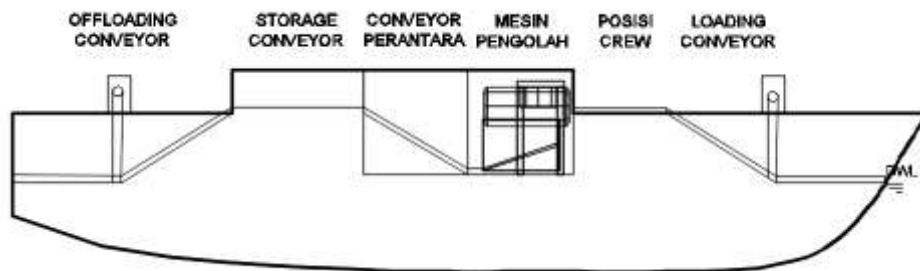
No	Bulan	Jumlah Sampah (kg)
1	Januari	451.31
2	Februari	452.23
3	Maret	453.16
4	April	454.08
5	Mei	455.00
6	Juni	455.93
7	Juli	456.85
8	Agustus	457.77
9	September	458.70
10	Oktober	459.62
11	Nopember	460.55
12	Desember	461.47

5.2 Penentuan Fasilitas

Fasilitas pembersihan sampah untuk trash recycling catamaran boat yaitu digunakan 3 buah conveyor yaitu *loading conveyor*, *storage conveyor*, *offloading conveyor*, mesin pengolah sampah organik dan anorganik. Layout awal untuk penempatan fasilitas bisa dilihat pada Gambar 5.2 dan Gambar 5.3.



Gambar 5.2 Layout Tampak Atas Kapal



Gambar 5.3 Layout Tampak Samping Kapal

5.2.1 Conveyor

Conveyor yang digunakan untuk mengambil sampah sampai menurunkan sampah yaitu *loading conveyor*, *conveyor* perantara, *storage conveyor*, dan *offloading conveyor*. Sebelum memilih katalog conveyor maka dilakukan perhitungan daya setiap conveyor. Perhitungan detail bisa dilihat pada Lampiran Analisis Perhitungan. Berikut tabel rekapitulasi perhitungan daya yang dibutuhkan conveyor pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Rekapitulasi Daya *Conveyor*

Daya (kW)	<i>Loading Conveyor</i>	<i>Conveyor Perantara</i>	<i>Storage Conveyor</i>	<i>Offloading Conveyor</i>
P2	1.052	1.036	1.036	1.052
P3	0.545	0.341	0.000	0.545
P	1.917	1.243	1.243	1.917
P/0.8	2.396	2.065	1.554	2.396

Loading conveyor terletak di haluan kapal berfungsi untuk menangkap sampah yang ada di depan kapal. Sampah yang berhasil ditangkap oleh *loading conveyor* kemudian menuju ke lokasi mesin pengolah sampah, *loading conveyor* ditunjukkan pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 *Loading Conveyor*
(Sumber: www.interroll.us.com)

Loading Conveyor bermerk *interroll.us* tipe BM 8434 yang memiliki dimensi panjang 3.77 meter dan lebar 2.25 meter. Conveyor memiliki kapasitas 500 kg. Selanjutnya adalah lokasi mesin pengolah sampah organik dan anorganik. Sampah yang sudah diolah di mesin pengolah akan disalurkan ke storage conveyor melalui conveyor perantara. Conveyor perantara berfungsi sebagai perantara pemindahan hasil olah sampah organik *dan* anorganik menuju storage conveyor dan memiliki tipe sama seperti storage conveyor, yaitu tipe BM 8411 yang memiliki dimensi panjang 1.38 meter dan lebar 1.125 meter. Kapasitas conveyor yaitu 250 kg. Hasil olah sampah organik dan anorganik akan diletakkan sementara di storage conveyor. *Storage conveyor* menggunakan tipe BM 8411 dengan dimensi panjang 1.5 meter dan lebar 1.125 meter. Conveyor memiliki kapasitas 250 kg. Conveyor perantara dan storage conveyor ditunjukkan pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 *Storage Conveyor*
(Sumber: www.interroll.us.com)

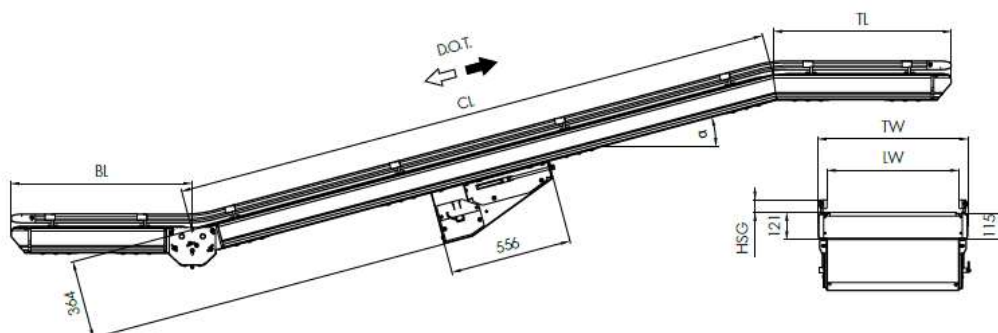
Sampah yang disimpan sementara di storage conveyor, akan dipindahkan oleh offloading conveyor. Offloading conveyor akan memindahkan sampah yang ada di storage conveyor menuju ke box di tepi sungai. *Conveyor* ini terletak di antara *demihull* kapal dibagian buritan kapal. Secara garis besar conveyer offloading memiliki fungsi yang hampir sama dengan *loading conveyor*, perbedaannya terletak pada arah sampah bergerak. Jika *loading conveyor* berfungsi untuk mengarahkan sampah ke mesin pengolah sampah, *offloading conveyor* berfungsi untuk mengarahkan sampah keluar kapal pada proses bongkar muat, *conveyor* ini adalah tipe BM 8433 yang memiliki dimensi panjang 2.73 meter dan lebar 1.125 meter serta kapasitas 250 kg. Offloading conveyor ditunjukkan pada Gambar 5.6. Berikut rekapitulasi ukuran conveyor yang ada di Tabel 5.4 dan Gambar 5.7.



Gambar 5.6 *Offloading Conveyor*
(Sumber: www.interroll.us.com)

Tabel 5.4 Ukuran *Conveyor*

Jenis	Ukuran Panjang (m)			
	BL	CL	TL	Lebar
<i>Loading Conveyor</i>	0.25	1	0.25	1
<i>Conveyor Perantara</i>		1		0.5
<i>Storage Conveyor</i>		1		0.5
<i>Offloading Conveyor</i>		1	0.5	1



Gambar 5.7 Ukuran *Conveyor*

5.2.2 Mesin Pengolah Sampah

Perencanaan mesin yang digunakan di atas kapal yaitu mesin pengolah sampah organik berupa sampah ranting, kayu, dan dedaunan, kertas bekas, kardus, dan kapas sisa popok. Mesin kedua yaitu mesin pengolah sampah anorganik berupa kemasan plastik, botol plastik, dan plastik popok. Mesin pengolah sampah yang digunakan yaitu merk Maksindo. Payload kapal sekitar 500 kg, kapal diasumsikan menerima sampah 250 selama sekali perjalanan, sehingga dibutuhkan dua kali perjalanan untuk menampung seluruh sampah. Sehingga mesin yang digunakan berkapasitas 250 kg/jam.

Mesin pengolah sampah organik yang digunakan yaitu berkapasitas 250 kg/jam. Di dalam mesin terdapat grinder yang bisa menghancurkan dan menghaluskan jerami, remput gajah, ranting, kayu, kotoran ternak, dan bahan organik lainnya. Mesin memiliki dimensi panjang 112 cm, lebar 72 cm, dan tinggi 115 cm. Mesin pengolah ditunjukkan pada Gambar 5.8.



Gambar 5.8 Mesin Pengolah Sampah Organik
(Sumber: www.maksindo.com)

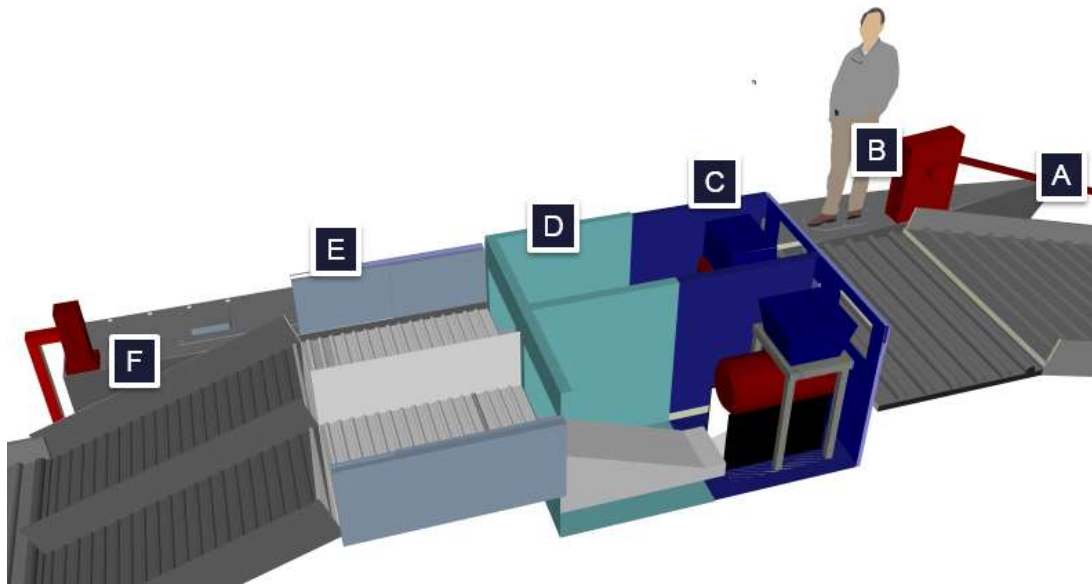
Mesin pengolah sampah anorganik yang digunakan yaitu berkapasitas 250 kg/jam. Di dalam mesin terdapat mata pisau yang mampu merajang plastik menjadi biji plastik, misalkan botol plastik, popok, dan bahan yang terbuat dari plastik. Mesin memiliki dimensi panjang 90 cm, lebar 80 cm, dan tinggi 110 cm. Kapasitas mesin yaitu 250 kg/jam. Mesin ditunjukkan pada Gambar 5.9.



Gambar 5.9 Mesin Pengolah Sampah Anorganik
(Sumber: www.maksindo.com)

5.2.3 Skema Proses Pengambilan dan Pengolahan Sampah.

Lokasi A adalah lokasi dimana sampah yang bercampur di sungai diambil oleh *loading conveyor*. Sampah yang masuk akan dipilah oleh *crew* pemilah secara manual di lokasi B. Selanjutnya adalah *crew* akan memilah antara sampah organik dan anorganik. Sampah organik meliputi kayu, daun kering, ranting, kertas bekas, kardus, dan kapas sisa popok. Sampah anorganik meliputi kemasan plastik, botol plastik, dan plastik popok. Sampah yang sudah dipilah oleh *crew* akan dimasukkan dan diolah di mesin pengolah sampah organik dan anorganik di lokasi C sesuai jenis sampah yang sudah diklasifikasikan. Hasil olah sampah yang sudah diolah di mesin pengolah sampah akan diletakkan sementara di *storage conveyor* melalui *conveyor* perantara yang ada di lokasi D. Lokasi E adalah *storage conveyor* yang berfungsi meletakkan hasil sampah sementara yang sudah diolah. Jika kapal sudah sampai di lokasi *shelter box* peletakkan sampah di tepi sungai Brantas yaitu di Karang Pilang atau Gunungsari, maka sampah akan dipindahkan oleh *offloading conveyor*. Lokasi *offloading conveyor* berada pada bagian F. Lokasi alur bisa dilihat pada Gambar 5.10.



Gambar 5.10 Skema Proses Pengambilan dan Pengolahan Sampah

5.3 Penentuan Ukuran Utama Kapal

Dalam menentukan ukuran utama kapal, maka luasan fasilitas yang ada di kapal digunakan sebagai acuan untuk memperkirakan luasan fasilitas yang ada di kapal. Fasilitas yang mendukung di atas kapal yaitu *loading conveyer*, *conveyor perantara*, *storage conveyer*, *offloading conveyer*, dan mesin pengolah sampah organik dan anorganik. Metode yang digunakan dalam penentuan ukuran utama Tugas Akhir ini adalah *Intuitive Design*. Metode ini digunakan dengan memperhatikan dan menganalisa luasan fasilitas kapal, payload kapal, kedalaman sungai, dan jarak antara permukaan sungai dengan jembatan atau tol yang dilalui kapal saat beroperasi.

Penentuan length of waterlines (L_{wl}) dan length of perpendiculars (L_{pp}) direncanakan sama. Panjang didapat dengan memperhitungkan jarak fasilitas yang akan didesain di atas kapal. Ukuran jarak fasilitas yang diperkirakan ada pada Tabel 5.5. Total ukuran panjang yang didapat yaitu 9.96 meter.

Tabel 5.5 Tabel Ukuran Panjang

Keterangan Jarak	Panjang (m)
Loading conveyer	3.56
Mesin pengolah	1.20
Conveyor perantara	1.20
Storage conveyer	1.50
Offloading conveyer	2.50
Total	9.96

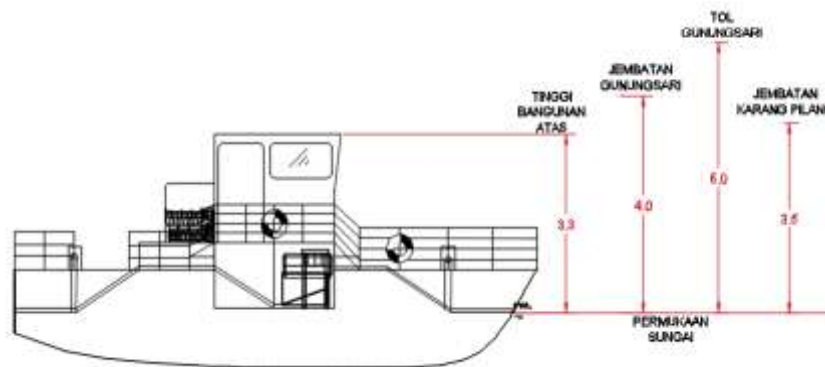
Penentuan lebar kapal direncanakan berdasarkan lebar fasilitas kapal pada lebar demihull kapal (S) dan lebar satu lambung (B1) sebagai tempat crew memilah. Ukuran lebar bisa dilihat pada Tabel 5.6. Total Lebar yaitu 3.842 meter.

Tabel 5.6 Ukuran Utama Trash Skimmer

Keterangan Jarak	Lebar (m)
B1	0.796
S	2.250
B1	0.796
Total	3.842

Penentuan sarat kapal mempertimbangkan kedalaman sungai. Kedalaman sungai yaitu 3 meter. Jadi, sarat kapal tidak boleh lebih dari 3 meter. Sarat yang direncanakan yaitu 1 meter.

Penentuan tinggi kapal mempertimbangkan bangunan navigasi kapal, sisa freeboard actual, dan jarak permukaan air sungai dengan jembatan dan tol yang dilalui kapal. Jarak permukaan air sungai dengan jembatan Gunungsari yaitu 4 meter. Jarak permukaan air sungai dengan tol Gunungsari yaitu 5 meter. Jarak permukaan air sungai dengan jembatan Karang Pilang yaitu 3.5 meter. Total freeboard actual dan bangunan navigasi kapal yaitu 3.3 meter. Keterangan jarak bisa dilihat pada Gambar 5.11.



Gambar 5.11 Jarak Antara Permukaan Sungai dengan Jembatan dan Tol

Penentuan kecepatan kapal didapat dengan mengambil salah satu kecepatan dari kapal pembanding yaitu *Mini Cat Trash Skimmer*. Kecepatan kapal yaitu 4 knots.

Tabel 5.7 Kapal Pembanding dan Kecepatannya

Jenis	Vs (knots)
Floating Debrish Collection	4.5
Mini Cat	4
Pelikan Project	4

Tabel 5.8 merupakan ukuran awal yang belum dicek dengan batasan rasio Paper M. Insel dan A.F Molland. Karena metode *intuitive design* membutuhkan proses penentuan ukuran utama dengan banyak percobaan, maka setelah mendapatkan ukuran utama kapal sementara selanjutnya dicek pada batasan rasio Paper M. Insel dan A.F Molland pada Tabel 5.9

Tabel 5.8 Rekapitulasi Sementara Ukuran Utama Kapal

No.	Keterangan	Nilai	Satuan
1	Panjang (Lpp)	9.959	m
2	Lebar (B)	3.842	m
3	Demihull (S)	2.250	m
4	Lebar 1 Lambung (B1)	0.796	m
5	Tinggi (H)	1.800	m
6	Sarat (T)	1.000	m
7	Kecepatan (Vs)	4	knots

Tabel 5.9 Rasio Ukuran Utama

Parameter	Range	Nilai	Keterangan
L/B1	$10 < L/B1 < 15$	12.511	Memenuhi
B/H	$0.7 < B/H < 4.1$	2.134	Memenuhi
S/L	$0.15 < S/L < 0.51$	0.215	Memenuhi
S/B1	$0.9 < S/B1 < 4.1$	2.826	Memenuhi
B1/T	$0.7 < B1/T < 3.1$	0.796	Memenuhi
B1/B	$0.15 < B1/B < 0.3$	0.207	Memenuhi
Cb	$0.36 < Cb < 0.59$	0.588	Memenuhi

Ukuran utama yang direncanakan memenuhi batasan rasio Paper M. Insel dan A.F Molland. Sehingga ukuran utama final bisa didapatkan. Rekapitulasi ukuran utama ada pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Rekapitulasi Final Ukuran Utama

No.	Keterangan	Nilai	Satuan
1	Panjang (Lpp)	9.959	m
2	Lebar (B)	3.842	m
3	Demihull (S)	2.250	m
4	Lebar 1 Lambung (B1)	0.796	m
5	Tinggi (H)	1.800	m
6	Sarat (T)	1.000	m
7	Kecepatan (Vs)	4	knots

5.4 Penentuan Perhitungan Teknis Kapal

5.4.2 Froud Number (Fn)

Perhitungan Fn mengacu pada buku *Principle of Naval Architecture* Vol. I. Berikut adalah persamaan untuk mendapatkan besarnya Fn:

$$Fn = \frac{Vs}{\sqrt{gL}}$$

Di mana:

$$\begin{aligned}Vs &= \text{kecepatan kapal} \\ &= 4 \text{ knots} \\ &= 2.057 \text{ m/s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}g &= \text{gaya gravitasi} \\ &= 9.81 \text{ m/s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L &= Lwl \\ &= 8.464\end{aligned}$$

Sehingga,

$$Fn = \frac{2.057}{\sqrt{9.81 \times 8.464}} = 0.208$$

5.4.3 Volume Displacement Kapal (∇)

Berikut adalah besar Volume Displasemen Kapal yang diperoleh dari *maxsurf*:

$$\nabla = 9533 \text{ m}^3 \quad (2 \text{ hull})$$

$$\nabla = 4766.5 \text{ m}^3 \quad (1 \text{ hull})$$

5.4.4 Koefisien Blok (Cb)

Berikut adalah besarnya Koefisien Blok yang diperoleh dari *maxsurf*:

$$Cb = 0.588$$

5.4.5 Koefisien Prismatic (Cp)

Berikut adalah besarnya Koefisien Prismatic yang diperoleh dari *maxsurf*:

$$Cp = 0.740$$

5.4.6 Koefisien Garis Air (CWP)

Berikut adalah besarnya Koefisien Garis Air yang diperoleh dari *maxsurf*:

$$C_{WP} = 0.844$$

5.4.7 Koefisien Luas *Midship* (C_M)

Berikut adalah besarnya Koefisien Luas *Midship* yang diperoleh dari *maxsurf*:

$$C_M = 0.826$$

5.4.8 Perhitungan Hambatan Kapal Total (R_T)

Perhitungan hambatan total dilakukan dengan metode yang didapat dari paper *M. Insel dan A.F. Molland*. Formula dalam metode tersebut adalah :

$$R_t = 0.5 \times \rho \times WSA \times V^2 \times 2 C_{tot}$$

Di mana:

$$\rho = \text{massa jenis fluida} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

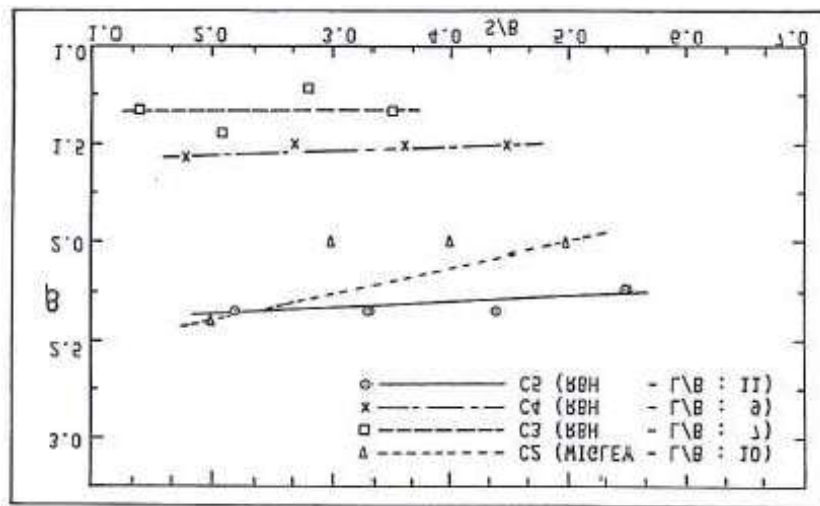
WSA = luas permukaan basah

$$V = \text{kecepatan kapal} = 2.058 \text{ m/s}$$

C_{tot} = koefisien hambatan total

5.4.8.1 *Catamaran Viscous Resistance Interference* ($1+\beta k$)

Untuk model kapal dengan bentuk *round bilge hull* maka harga ($1+\beta k$) dapat ditentukan dengan dilakukan interpolasi harga β dari 3 model (model C4, C5, dan C6) yang diperoleh oleh *M. Insel dan A.F. Molland*. Interpolasi dilakukan dengan variasi $S/B1$ dari tiap model kapal. S adalah lebar *demihull*, $B1$ adalah lebar satu lambung, dan L adalah panjang kapal.



Gambar 5.12 Variasi Harga β Menurut *Insel dan A.F. Molland*

Dari Gambar 5.12 di atas diperoleh harga nilai β dengan variasi $L/B1$ dan $S/B1$. Kemudian dihitung nilai β dengan melakukan interpolasi dengan variasi $S/B1$. Dilakukan langkah yang sama untuk mendapatkan harga β dengan variasi $L/B1$. Berikut merupakan hasil pengukuran grafik:

$$S = 2.250$$

$$B1 = 0.796$$

$$S/B1 = 2.827$$

$$L/B1 = 13.116$$

Tabel 5.11 Hasil Pengukuran Koefisien β Berdasarkan Grafik (Insel & Molland, 1992)

	S/B1					L/B1
	1	2	3	4	5	
β	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	7
	1.6	1.57	1.54	1.52	1.5	9
	2.35	2.32	2.29	2.27	2.25	11

Karena nilai S/B1 yaitu 2.827, maka harus dilakukan interpolasi yang mengacu pada Tabel 5.11. Rekapitulasi bisa dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Nilai β Berdasarkan Perbandingan S/B1

	S/B1			L/B1
	1	2	2.827	
β	1.600	1.570	1.545	9
	2.350	2.320	2.295	11

Langkah selanjutnya adalah menentukan nilai β berdasarkan perbandingan L/B1. Perbandingan L/B1 sebesar 13.116 sehingga dilakukan interpolasi untuk mendapatkan nilai β . Hasil nilai β yang diperoleh pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Hasil Perhitungan Nilai β

L/B1	9	11	13.116
β	1.545	2.295	3.089

Sedangkan harga faktor bentuk (1+k) diperoleh berdasarkan nilai pada Tabel 5.14 sesuai dengan model kapal. Model kapal ditentukan berdasarkan nilai L/B, pembagian model kapal seperti berikut:

$$C2 : L/B1 = 10 \quad C4 : L/B1 = 9$$

$$C3 : L/B1 = 7 \quad C5 : L/B1 = 11$$

Tabel 5.14 Harga Nilai (1+k) Berdasarkan Model Kapal

Model	C2	C3	C4	C5
1+k	1.10	1.45	1.30	1.17

Untuk mendapatkan nilai koefisien (1+k) dilakukan interpolasi antara model C4 dan model C5 pada Tabel 5.15. Perhitungan interpolasi adalah sebagai berikut:

Tabel 5.15 Perhitungan Interpolasi Nilai (1+k)

Model	C4	C5	C6
L/B1	9	11	13.116
(1+k)	1.300	1.170	1.032

Dari perhitungan diperoleh nilai koefisien β sebesar 2.637 dan nilai (1+k) sebesar 1.115. Setelah mendapatkan harga β dan (1+k), nilai (1+ β k) dapat diperoleh dengan formula

$$\begin{aligned}
 (1+ \beta k) &= (\beta \times (1+k)) - \beta + 1 \\
 &= (3.089 \times 1.032) - 3.089 + 1 \\
 &= 1.100
 \end{aligned}$$

5.4.8.2 Viscous Resistance (Cf)

$$Cf = \frac{0.075}{(\text{Log}Rn - 2)^2}$$

Di mana:

Rn = reynolds number

$$Rn = Lwl \frac{Vs}{\nu}$$

ν = viskositas kinematik

$$= 1.188 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

Lwl = panjang kapal

$$\begin{aligned}
 Rn &= 9.959 \frac{2.0576}{1.18831 \times 10^{-6}} \\
 &= 17244354.083
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Cf &= \frac{0.075}{(\text{Log}17244354.083 - 2)^2} \\
 &= 0.003
 \end{aligned}$$

5.4.8.3 Catamaran Wave Resistance Interference (τ)

Untuk model kapal dengan bentuk *round bilge hull* maka untuk mendapatkan harga τ dapat dilakukan dengan cara beberapa penginterpolasian disesuaikan dengan S/L, Fn, dan L/B1. Harga S/L, Fn, dan L/B1 dihitung terlebih dahulu untuk menentukan besarnya harga τ berdasarkan grafik pada paper yang ditulis oleh M. Insel dan A.f. Molland.

Langkah awal yaitu interpolasi nilai τ berdasarkan harga F_n dan L/B_1 seperti pada Tabel 5.16. Dari grafik tersebut dapat diperoleh nilai τ untuk harga $S/L = 0.2$. Untuk harga S/L bilangan desimal, maka dilakukan interpolasi dengan variasi S/L lainnya sehingga diperoleh nilai τ . Berikut adalah hasil pengukuran yang dilakukan terhadap nilai τ :

$$S/L = 0.216$$

$$L/B_1 = 13.116$$

$$F_n = 0.208$$

Tabel 5.16 Hasil Pengukuran Nilai τ Berdasarkan Grafik

	S/L = 0.2		S/L = 0.3		L/B1
	Fn		Fn		
τ	0.2	0.3	0.2	0.3	7
	0.85	1.18	1.25	1.4	7
	0.68	1	0.85	1	9

Untuk F_n sebesar 0.208 dilakukan interpolasi antara nilai $F_n = 2$ dan $F_n = 3$ untuk masing-masing perbandingan S/L . Tabel 5.17 adalah hasil interpolasi berdasarkan harga F_n :

Tabel 5.17 Hasil Interpolasi Berdasarkan Nilai F_n

	S/L = 0.2			S/L = 0.3			L/B1
	Fn			Fn			
τ	0.2	0.208	0.3	0.2	0.208	0.3	L/B1
	0.85	0.877	1.18	1.25	1.262	1.4	7
	0.68	0.706	1	0.85	0.862	1	9

Langkah selanjutnya adalah interpolasi berdasarkan nilai S/L dan nilai L/B_1 . Hasil interpolasi dapat dilihat pada Tabel 5.18. Dari perhitungan diperoleh nilai τ sebesar 1.361

Tabel 5.18 Hasil Perhitungan Nilai τ

L/B1 =	7	9	13.116
τ =	0.937	0.730	1.361

5.4.8.4 Wave Resistance (C_w)

Harga *wave resistance* C_w dapat ditentukan dengan cara interpolasi dari *wave resistance* ketiga model yang diperoleh M. Insel dan A.F sebagai berikut:

$$L/B_1 : 13.116$$

$$F_r : 0.208$$

Tabel 5.19 Hasil Interpolasi Cw

	Fn			L/B1
	0.2	0.208	0.3	
Cw	0.0012	0.0013	0.0023	7
	0.0008	0.0009	0.0020	9

Berdasarkan data yang dimiliki dilakukan interpolasi untuk mendapatkan harga Cw seperti pada Tabel 5.19 dengan hasil akhir nilai Cw sebesar 0.0004 pada Tabel 5.20.

Tabel 5.20 Hasil Perhitungan Koefisien Cw

Cw	0.0013	7	L/B1
	0.0009	9	
	0.0004	13.116	

5.4.8.5 Luas Permukaan Basah (WSA)

Nilai WSA diperoleh dari *maxsurf*, yaitu:

$$\text{WSA} = 20.443 \text{ m}^2 \quad (\text{untuk 1 lambung})$$

$$\text{WSA} = 40.885 \text{ m}^2 \quad (\text{untuk 2 lambung})$$

Setelah semua nilai koefisien diperoleh, nilai C_{tot} dan hambatan total (R_T) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} C_{\text{tot}} &= (1+\beta k) \times C_f + \tau \times C_w \\ &= 0.004 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_T &= 0.5 \times \rho \times \text{WSA} \times V^2 \times C_{\text{tot}} \\ &= 627.110 \text{ N} \\ &= 0.627 \text{ kN} \end{aligned}$$

5.4.9 Perhitungan Daya dan Pemilihan Mesin Induk

Nilai hambatan total (R_T) sudah diketahui, maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan power yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal. Daya tersebut dijadikan acuan dalam pemilihan *main engine* yang digunakan.

5.4.9.1 Perhitungan Daya Mesin

Nilai untuk menghitung daya dapat dilihat dibawah ini.

$$\text{EHP} = R_t \times V_s$$

Di mana:

$$V_s = 2.058 \text{ m/s}$$

$$R_T = 0.627 \text{ kN}$$

Sehingga,

$$\text{EHP} = 0.627 \times 2.058$$

$$= 1.290 \text{ kW} = 1.754 \text{ HP}$$

EHP ini kemudian dapat dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai BHP yang akan digunakan untuk menentukan pemilihan motor induk dengan rumus:

$$\eta_D = \eta_{rr} \times \eta_p \times \eta_H$$

Di mana:

$$\begin{aligned} \eta_p &= \text{efisiensi baling-baling yang terpasang pada bagian belakang kapal} \\ &= 0.49 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta_{rr} &= \text{efisiensi } \textit{rotative relative} \\ &= 0.986 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta_H &= \text{efisiensi bentuk badan kapal} \\ &= 0.997 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta_D &= 0.49 \times 0.986 \times 0.997 \\ &= 0.482 \end{aligned}$$

η_{rr} , η_p , dan η_H diperoleh dari referensi *Parametric Design, Chapter 11* hal 11-29

$$\begin{aligned} \text{DHP} &= \text{EHP} / \eta_D \\ &= 3.642 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= \text{DHP} + x \% \text{ DHP} \\ &= 4.371 \text{ kW} \\ &= 5.942 \text{ HP} \end{aligned}$$

5.4.9.2 Pemilihan Mesin Utama

Nilai BHP sudah didapatkan, langkah selanjutnya memilih mesin sebagai penggerak utama kapal. Perencanaan mesin yang digunakan adalah mesin jenis *motor outboard* tipe Suzuki yang memiliki daya 4.4 kW dan sudah dilengkapi dengan *propeller*. Mesin yang dipakai ada 2 dengan daya yang sama, dikarenakan lambung pada kapal katamaran. Tujuan digunakan 2 mesin adalah untuk mesin cadangan jika salah satu bermasalah. Berdasarkan mesin yang dipilih, mesin tersebut memiliki spesifikasi sebagai berikut:

$$\text{Tipe Mesin} = \text{Suzuki DF6L}$$

$$\text{Daya} = 4,4 \text{ kW (6 HP)}$$

$$\text{Berat} = 50 \text{ kg}$$

5.4.10 Perhitungan Daya Peralatan dan Pemilihan Generator

Perhitungan daya untuk peralatan meliputi perhitungan daya untuk conveyor, winch, mesin pengolah sampah organik dan anorganik.

5.4.10.1 Perhitungan Daya untuk Conveyor

Tiga buah conveyor pada kapal ini yaitu *Loading Conveyor*, *Storage Conveyor*, dan *Offloading Conveyor*. Masing-masing conveyor memerlukan daya dan motor untuk beroperasi. Conveyor yang digunakan merupakan *Conveyor Modules* dengan jenis *Interroll Belt Conveyor*. *Loading Conveyor* menggunakan tipe BM 8444. Diperlukan daya sebesar 4 HP untuk menggerakkan conveyor tersebut. *Conveyor Perantara* menggunakan tipe BM 8411 dengan daya 4 HP. *Storage Conveyor* menggunakan tipe BM 8411 dengan daya 4 HP *Offloading Conveyor* menggunakan tipe BM 8433 dengan daya 4 HP. Perhitungan daya secara etai bisa dilihat pada lampiran perhitungan analisis Rekapitulasi daya conveyor yang sudah dihitung bisa dilihat pada Tabel 5.21.

Daya (kW)	Loading Conveyor	Storage 1 Conveyor	Storage 2 Conveyor	Offloading Conveyor
P2	1.052	1.036	1.036	1.052
P3	0.545	0.341	0.000	0.545
P	1.917	1.243	1.243	1.917
P/0.8	2.396	2.065	1.554	2.396

Tabel 5.21 Rekapitulasi Daya Conveyor

5.4.10.2 Perhitungan Daya untuk Winch

Perhitungan daya untuk winch terdiri dari beberapa perhitungan antara lain:

1. Perhitungan beban pada winch

$$T_b = (P+Q)/(\eta_p.K)$$

Di mana:

P = Berat total *spud* yang ditarik (ton), diambil 0.08

Q = Berat *cargo hook* dan *schackle* (2,2 ~ 2,8) x P, diambil 0.56

η_p = *efficiency + pulley*, diambil 1

K = *safety factor*, diambil 0,85

$$T_b = (0,08+0.56)/(1 \times 0.85)$$

$$= 0.753$$

2. Diameter *winch barrel*

$$D_{bd} = D_b + d_r(2z-1)$$

Di mana:

D_b = Diameter drum, maksimum 0,4 meter

d_r = Diameter tali = $D_b / 17$

z = jumlah lilitan tali pada drum, diambil 4 lilitan

$$\begin{aligned} D_{bd} &= 0.4 + (0.4/17) \times (2 \times 4 - 1) \\ &= 0.471 \end{aligned}$$

3. Torsi yang diterima *shaft barrel*

$$M_{bd} = 0.5 \times D_{bd} \times (T_b/b)$$

Di mana:

b = *efficiency winch barrel*, diambil 0,8

$$\begin{aligned} M_{bd} &= 0.5 \times 0.471 \times (0.753/0.8) \\ &= 0.221 \end{aligned}$$

4. *Overall gearing ratio*

$$N_{bd} = 19.1(V_{td}/D_{bd})$$

Di mana:

V_{td} = kecepatan mengangkut beban (0.33 - 0.5) m/s, diambil 0,33 m/s

$$\begin{aligned} N_{bd} &= 19.1(0.33/0.471) \\ &= 12.176 \end{aligned}$$

$$I_{wd} = N_m / N_{bd}$$

Di mana:

N_m = Putaran poros motor listrik (500-3000) rpm, diambil 1200 rpm

$$\begin{aligned} I_{wd} &= 1200/12.176 \\ &= 98.553 \end{aligned}$$

5. Torsi motor penggerak

$$M_{md} = M_{bd} + (I_{wd} + w_d)$$

Di mana:

w_d = efisiensi keseluruhan (0.65-0.75), diambil 0,75

$$\begin{aligned} M_{md} &= 0.221 + (98.553 + 0.75) \\ &= 99.524 \end{aligned}$$

6. Daya yang dibutuhkan *winch*

$$N_e = M_{md} (Nm/71620)$$

$$= 99.524 (1200/71620)$$

$$= 1.668 \text{ HP}$$

$$= 1.227 \text{ kW (untuk satu conveyor)}$$

$$= 2.453 \text{ kW (untuk dua conveyor) = 3.335 HP}$$

5.4.10.3 Pemilihan Motor Listrik untuk Winch

Motor listrik yang digunakan untuk winch yaitu merk TECO. Berikut ini spesifikasi motor listrik yang digunakan untuk winch:

Model = TECO AESV2E
 Daya = 4 HP
 RPM = 1100

5.4.10.4 Pemilihan Generator

Daya peralatan yang digunakan untuk peralatan yang ada di kapal seperti pada Tabel 5.22.

Tabel 5.22 Daya Peralatan

Jenis	Daya (HP)
Loading Conveyor	4
Storage 1 Conveyor	4
Storage 2 Conveyor	4
Offloading Conveyor	4
Mesin Pengolah Sampah Organik	8
Mesin Pengolah Sampah Anorganik	16
Winch	3.335
Total	43.335

Daya yang dibutuhkan untuk memilih generator yaitu 43.335 HP atau 31.873 kW.

Sehingga generator yang digunakan yaitu tipe EMSA.

Model = EMSA DEUTZ 226B
 Daya = 32 kW
 Kebutuhan FO = 10.8 liter/jam

5.4.11 Perhitungan Konstruksi Kapal

Perhitungan konstruksi kapal menggunakan *Rules* dari Biro Klasifikasi Indonesia *Volume II Rules For Hull*. Sebagai catatan, perhitungan konstruksi pada Tugas Akhir ini hanya bersifat asumsi karena perhitungan pada tahap konsep desain hanyalah sebatas pendekatan.

Perhitungan konstruksi secara detail dapat dilakukan apabila telah memasuki tahap *Preliminary Design*. Berikut langkah-langkah dalam perhitungan konstruksi kapal:

5.4.11.1 L Konstruksi

L konstruksi merupakan nilai yang akan digunakan untuk perhitungan selanjutnya. Harga L konstruksi tidak lebih dari 97% Lwl dan tidak kurang dari 96% Lwl, nilai keduanya dibandingkan dengan Lpp kapal. Batasan untuk L konstruksi adalah:

$$L_{pp} \leq 96\% L_{wl} \qquad L \text{ konstruksi} = 96\% L_{wl}$$

$$96\% L_{wl} \leq L_{pp} \leq 97\% L_{wl} \qquad L \text{ konstruksi} = L_{pp}$$

$$L_{pp} \geq 97\% L_{wl} \qquad L \text{ konstruksi} = 97\% L_{wl}$$

Data kapal:

$$L_{pp} = 9.959 \text{ m}$$

$$96\%L_{wl} = 9.561 \text{ m}$$

$$97\%L_{wl} = 9.660 \text{ m}$$

Jadi,

$$L_{konstruksi} = 9.660 \text{ m}$$

5.4.11.2 Pembebanan

Perhitungan pembebanan digunakan untuk menghitung tebal pelat. Pembebanan yang dihitung dalam Tugas Akhir ini adalah P_0 dan P_{01} .

$$P_0 = 2,1 \cdot (C_b + 0,7) \cdot C_0 \cdot C_L \cdot f \cdot C_{RW} \quad [\text{kN/m}^2]$$

dan,

$$P_{01} = 2,6 \cdot (C_b + 0,7) \cdot C_0 \cdot C_L \quad [\text{kN/m}^2]$$

Di mana:

$$P_0 = \textit{Basic external dynamic load}$$

$$P_{01} = \textit{For wave directions transverse the ship's heading}$$

$$C_b = \textit{Block Coefficient}$$

Di mana,

$$P_0 = \textit{Basic external dynamic load}$$

$$P_{01} = \textit{For wave directions transverse the ship's heading}$$

$$C_b = \textit{Block Coefficient}$$

$$C_0 = \textit{Wave coefficient}$$

$$\left[\frac{L}{25} + 4,1 \right] c_{RW} \quad \text{for } L < 90 \text{ m}$$

$$\left[10,75 - \left[\frac{300 - L}{100} \right]^{1,5} \right] c_{RW} \quad \text{for } 90 \leq L \leq 300 \text{ m}$$

$$10,75 \cdot c_{RW} \quad \text{for } L > 300 \text{ m}$$

C_L = Length coefficient

$$\sqrt{\frac{L}{90}} \quad \text{for } L < 90 \text{ m}$$

$$1,0 \quad \text{for } L \geq 90 \text{ m}$$

f = Probability factor

= 1,0 , for plate panels

= 0,75 , for stiffeners

= 0,60 , for girders

C_{RW} = Service range coefficient

= 1,00 , for unlimited service range

= 0,90 , for service range P

= 0,75 , for service range L

= 0,60 , for service range T

Pada Tabel 5.23, merupakan *distribution factor* C_F dan C_D sesuai jarak *After*, *Midship*, dan *Fore* kapal. Tabel 5.24 merupakan hasil rekapitulasi nilai variabel pembebanan pada bagian *After*, *Midship*, dan *Fore* kapal..

Tabel 5.23 *Distribution Factors* C_F dan C_D

	Range	Factor C_D	Factor C_F
A	$0 \leq x/L < 0,2$	$1,2 - x/L$	$1,0 + 5/C_B [0,2 - x/L]$
	$x/L = 0,100$	$C_D = 1,100$	$C_F = 2,000$
M	$0,2 \leq x/L < 0,7$	1	1
	$x/L = 0,450$	$C_D = 1$	$C_F = 1$
F	$0,7 \leq x/L \leq 1$	$1,0 + c/3 [x/L - 0,7]$	$1 + 20/C_B [x/L - 0,7]^2$
	$x/L = 0,850$	$c = 0,15 \cdot L - 10$ $C_D = 1,250$	$C_F = 1,900$

Setelah nilai koefisien pembebanan didapatkan, maka beban kapal dapat dihitung sesuai dengan rumus yang telah diberikan sebelumnya. Berikut rekapitulasi hasil pembebanan P_0 dan P_{01} masing-masing dalam Tabel 5.25.

Tabel 5.24 Nilai Variabel Pembebanan

No.	Koefiseien Pembebanan	Nilai
1	C_L	0.054
2	C_b	0.588
3	C_{RW}	0.600
4	C_0	3.365
5	C_F	A = 2
		M = 1,00
		F = 1,9

Tabel 5.25 Rekapitulasi Nilai Pembebanan P_0 dan P_{01}

Pembebanan P_0 dan P_{01}	Nilai (kN/m ²)
P_0 untuk pelat	0.293 kN/m ²
P_0 untuk penegar	0.220 kN/m ²
P_0 untuk penumpu	0.176 kN/m ²
P_{01}	0.605kN/m ²

5.4.11.3 Perhitungan Tebal Pelat Alas

Perhitungan tebal pelat alas pada katamaran menggunakan rumus yang sama. Pertama dilakukan perhitungan pembebanan. Setelah itu, perhitungan tebal pelat alas bisa didapatkan.

Berikut adalah persamaan yang digunakan:

$$P_B = 10 \cdot T + P_0 \cdot C_F \quad [\text{kN/m}^2]$$

dan,

$$P_{B1} = 10 \cdot T + P_{01} \cdot 2 \cdot |y|/B \quad [\text{kN/m}^2]$$

Di mana,

P_B = *External load of ship's bottom for wave direction with or against ship's heading*

P_{B1} = *External load of ship's bottom for wave direction transverse ship's heading*

T = sarat kapal (m)

C_F = *distribution factors*

$$t_{B1} = 1,9 \cdot n_f \cdot a \cdot \sqrt{P_B \cdot k} + t_K \quad (\text{mm})$$

$$t_{B2} = 1,21 \cdot a \cdot \sqrt{P_B \cdot k} + t_K \quad (\text{mm})$$

Nilai P_B digunakan untuk menghitung tebal pelat alas dengan range tertentu. Harga tebal pelat yang telah diperoleh kemudian dibandingkan dengan tebal minimum yang telah ditentukan. Berikut rekapitulasi nilai P_B dan t_B pada Tabel 5.26 dan Tabel 5.27

Tabel 5.26 Rekapitulasi Nilai P_B dan t_B

Jenis	P_B	t_B (mm)		Range
Pelat	10.586	5.528	t_{B1}	$0 \leq x/L \leq 0.2$
		4.702	t_{B2}	
Penegar	10.440	5.459	t_{B1}	
		4.658	t_{B2}	
Penumpu	10.352	5.417	t_{B1}	
		4.631	t_{B2}	
Pelat	10.293	5.389	t_{B1}	$0.2 \leq x/L \leq 0.7$
		4.614	t_{B2}	
Penegar	10.220	5.354	t_{B1}	
		4.591	t_{B2}	
Penumpu	10.176	5.334	t_{B1}	
		4.578	t_{B2}	
Pelat	10.557	5.514	t_{B1}	$0.7 \leq x/L \leq 1$
		4.693	t_{B2}	
Penegar	10.418	5.448	t_{B1}	
		4.651	t_{B2}	
Penumpu	10.334	5.409	t_{B1}	
		4.626	t_{B2}	
t_{min}		4.779		

Tabel 5.27 Rekapitulasi Tebal Pelat Alas

Tebal (mm)	Range
6.000	$0 \leq x/L \leq 0.2$
6.000	$0.2 \leq x/L \leq 0.7$
6.000	$0.7 \leq x/L \leq 1$

Sehingga harga tebal alas tertinggi yang diambil yaitu 6 mm.

5.4.11.4 Perhitungan Tebal Pelat Sisi

Langkah yang dilakukan sebelum menghitung tebal pelat sisi yaitu menghitung nilai P_s , lalu selanjutnya menghitung tebal pelat sisi. Tebal pelat sisi yang dihitung yaitu di bawah garis air dan di atas garis air.

Di bawah garis air

$$P_s = 10(T - z) + P_0 \cdot c_F \left(1 + \frac{z}{T} \right)$$

Di atas garis air

$$P_s = P_0 \cdot c_F \frac{20}{10 + z - T}$$

$$t_{S1} = 1,9 \cdot n_f \cdot a \cdot \sqrt{P_B \cdot k} + t_K$$

$$t_{S2} = 1,21 \cdot a \cdot \sqrt{P_B \cdot k} + t_K$$

Di mana:

t_{S1}, t_{S2} = tebal pelat sisi

n_f = 1,00 , untuk sistem konstruksi melintang

n_f = 0,83 , untuk sistem konstruksi memanjang

a = jarak penegar (m)

t_K = *corrosion addition*

$$t_K = \begin{cases} 1,5 \text{ mm} & \text{for } t' \leq 10 \text{ mm} \\ \frac{0,1 \cdot t'}{\sqrt{k}} + 0,5 \text{ mm, max. } 3,0 \text{ mm} & \text{for } t' > 10 \text{ mm} \end{cases}$$

Harga tebal pelat yang telah diperoleh kemudian dibandingkan dengan tebal minimum yang telah ditentukan. Jika tebal pelat kurang dari tebal minimum maka tebal yang digunakan untuk perhitungan selanjutnya adalah tebal minimum. Berikut rekapitulasi nilai P_s dan t_s pada Tabel 5.28 dan Tabel 5.29.

Tabel 5.28 Rekapitulasi Nilai P_s dan t_s

Keterangan	PS	tS1 (mm)	tS2 (mm)	Range
Di bawah garis air	8.703	4.634	4.133	$0 \leq x/L \leq 0.2$
Di atas garis air	1.274	2.105	1.885	
Di bawah garis air	8.352	4.467	4.026	$0.2 \leq x/L \leq 0.7$
Di atas garis air	0.637	1.803	1.693	
Di bawah garis air	8.668	4.617	4.122	$0.7 \leq x/L \leq 1$
Di atas garis air	1.210	2.075	1.866	
		tmin	4.779	

Tabel 5.29 Rekapitulasi Tebal Pelat Sisi

Tebal (mm)	Range
5.000	$0 \leq x/L \leq 0.2$
5.000	$0.2 \leq x/L \leq 0.7$
5.000	$0.7 \leq x/L \leq 1$

Sehingga harga tebal sisi tertinggi yang diambil yaitu 5 mm.

5.4.11.5 Perhitungan Tebal Pelat Geladak

Langkah yang dilakukan sebelum menghitung tebal pelat sisi yaitu menghitung nilai P_D , lalu selanjutnya menghitung tebal pelat sisi. Harga tebal pelat yang telah diperoleh kemudian dibandingkan dengan tebal minimum yang telah ditentukan. Jika tebal pelat kurang dari tebal minimum maka tebal yang digunakan untuk perhitungan selanjutnya adalah tebal minimum. Nilai rekapitulasi tebal pelat geladak bisa dilihat pada Tabel 5.30 dan Tabel 5.31. Sehingga tebal pelat geladak tertinggi yaitu 5 mm

$$P_D = P_0 (20.T/(10+z-T)H).C_D$$

$$t_D = 1,21 \cdot a \cdot (P_D+k)^{1/2} + t_K$$

Tabel 5.30 Rekapitulasi Nilai P_D dan t_D

Keterangan	P_D	t_D	Range
Pelat	1.261	1.882	$0 \leq x/L \leq 0.2$
Penegar	0.946	1.786	
Penumpu	0.757	1.729	
Pelat	1.147	1.847	$0.2 \leq x/L \leq 0.7$
Penegar	0.860	1.760	
Penumpu	0.688	1.708	
Pelat	1.433	1.500	$0.7 \leq x/L \leq 1$
Penegar	1.075	1.500	
Penumpu	0.860	1.500	
	t_{min}	4.779	

Tabel 5.31 Rekapitulasi Tebal Pelat Geladak

Tebal (mm)	Range
5.000	$0 \leq x/L \leq 0.2$
5.000	$0.2 \leq x/L \leq 0.7$
5.000	$0.7 \leq x/L \leq 1$

Perhitungan Berat Kapal dan Koreksi Displasemen

Berat Kapal terdiri dari *Light Weight Tonnage* (LWT) dan *Dead Weight Tonnage* (DWT). Komponen LWT meliputi berat lambung kapal, berat geladak kapal, berat ruang navigasi, berat konstruksi lambung, berat *equipment and outfitting*, dan berat permesinan. Komponen DWT meliputi berat bahan bakar mesin, generator, berat crew dan barang bawannya, dan berat muatan (*payload*).

5.4.11.6 Perhitungan Berat *Lightweight* (LWT)

LWT adalah berat kapal kosong yang terdiri dari berat baja, berat permesinan, dan berat perlengkapan kapal. Perhitungan berat baja dilakukan dengan perkalian tebal pelat dan luasan

baik dari *software maxsurf* ataupun *autocad*. Perhitungan berat permesinan didapatkan dengan memastikan daya yang dibutuhkan kapal dan pemilihan mesin yang sesuai, sehingga berat permesinan dapat diperoleh. Sedangkan untuk perhitungan berat perlengkapan didapatkan dengan memastikan berat komponen-komponen terkait dan digabungkan.

1. Berat Lambung Kapal

Persamaan yang digunakan untuk menghitung berat lambung kapal adalah:

$$\begin{aligned} W_{\text{lambung}} &= A \times t \times \rho_{\text{baja}} \\ &= 2.514 \text{ ton} \end{aligned}$$

Di mana:

$$\begin{aligned} A &= \text{luasan bagian geladak kapal} \\ &= \text{diperoleh dari } \textit{software maxsurf} \\ &= 53.385 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &= \text{tebal pelat lambung} \\ &= 0.006 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{baja}} &= \text{massa jenis baja} \\ &= 7.85 \text{ gr/cm}^3 = 7850 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

2. Berat Geladak Kapal

Persamaan yang digunakan untuk menghitung berat geladak kapal adalah:

$$\begin{aligned} W_{\text{geladak}} &= A \times t \times \rho_{\text{baja}} \\ &= 0.706 \text{ ton} \end{aligned}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} A &= \text{luasan bagian geladak kapal} \\ &= \text{diperoleh dari } \textit{software maxsurf} \\ &= 17.995 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &= \text{tebal pelat lambung} \\ &= 0.006 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{baja}} &= \text{massa jenis baja} \\ &= 7.85 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 7850 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

3. Berat Ruang Navigasi

Persamaan yang digunakan untuk menghitung berat ruang navigasi adalah:

$$W_{\text{ruang navigasi}} = A \times t \times \rho_{\text{baja}} = 0.988 \text{ ton}$$

Di mana:

$$\begin{aligned} A &= \text{luasan bagian geladak kapal} \\ &= \text{diperoleh dari } \textit{software maxsurf} \\ &= 25.178\text{m}^2 \\ t &= \text{tebal pelat lambung} \\ &= 0.005 \text{ m} \\ \rho_{\text{baja}} &= \text{massa jenis baja} \\ &= 7.85 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 7850 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

4. Berat Tempat Permesinan

Persamaan yang digunakan untuk menghitung berat tempat permesinan adalah:

$$\begin{aligned} W_{\text{tempat permesinan}} &= A \times t \times \rho_{\text{baja}} \\ &= 1.186 \text{ ton} \end{aligned}$$

Di mana:

$$\begin{aligned} A &= \text{luasan bagian geladak kapal} \\ &= \text{diperoleh dari } \textit{software maxsurf} \\ &= 30.220\text{m}^2 \\ t &= \text{tebal pelat lambung} \\ &= 0.005 \text{ m} \\ \rho_{\text{baja}} &= \text{massa jenis baja} \\ &= 7.85 \text{ gr/cm}^3 = 7850 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

5. Berat Konstruksi Lambung Kapal

Berdasarkan pengalaman empiris, berat konstruksi lambung berkisar 20-50% dari total berat baja lambung, seperti berikut;

$$\begin{aligned} W_{\text{konstruksi}} &= (25\% - 50\%) W_{\text{baja}} \\ W_{\text{baja}} &= 3.221 \text{ ton} \\ W_{\text{konstruksi}} &= 20\% W_{\text{baja}} \\ &= 0.644 \text{ ton} \end{aligned}$$

6. Berat Equipment and Outfitting

Equipment and outfitting pada kapal meliputi peralatan navigasi, *loading conveyor*, *storage 1 conveyor*, *storage 2 conveyor*, *offloading conveyor*, mesin pengolah sampah organik,

mesin pengolah sampah anorganik, *main engine*, dan generator. Berikut rekapitulasi berat *equipment and outfitting* pada Tabel 5.32. Rekapitulasi LWT pada Tabel 5.33.

Tabel 5.32 Berat Equipment and Outfitting

Keterangan	Berat (ton)
Peralatan Navigasi	0.075
Loading Conveyor	0.350
Offloading Conveyor	0.600
Conveyor Perantara	0.500
Storage Conveyor	0.500
Mesin Pengolah Sampah Organik	0.075
Mesin Pengolah Sampah Anorganik	0.077
Motor Listrik Offloading Conveyor	0.038
Motor Listrik Loading Conveyor	0.038
Motor Listrik Conveyor Perantara	0.038
Motor Listrik Storage Conveyor	0.038
Motor Listrik Mesin Pengolah Sampah Organik	0.050
Motor Listrik Mesin Pengolah Sampah Anorganik	0.110
Motor Listrik untuk Winch Loading	0.020
Motor Listrik untuk Winch Offloading	0.020
Motor Outboard	0.100
Baterai	0.077
Generator	0.350
Total	2.906

Tabel 5.33 Rekapitulasi LWT

Keterangan	Berat (ton)
Lambung Kapal	2.514
Geladak Kapal	0.706
Ruang Navigasi	0.988
Tempat Permesinan	1.186
Konstruksi Lambung Kapal	0.644
Equipment and Outfitting	2.906
Total	8.793

Maka, total LWT pada kapal yaitu 8.793 ton.

5.4.11.7 Perhitungan Berat *Deadweight* (DWT)

DWT adalah berat mati kapal, yaitu berat dari muatan kapal, *crew* dan barang bawaan, bahan bakar untuk generator dan mesin. Berikut adalah perhitungan-perhitungan yang dilakukan untuk menghitung DWT:

1. Berat muatan kapal

Pada tugas akhir ini, muatan kapal berupa sampah yang harus diangkut setiap bulan. Berat muatan diperoleh berdasarkan data volume sampah yang ada di Sungai Brantas Karang Pilang-Gunungsari yaitu sebesar 0.456 ton.

2. Berat *crew* dan barang bawaan

Asumsi berat *crew* kapal mengacu pada ketentuan IMO, yaitu 75 kilogram. Sedangkan berat bawaan kru diasumsikan sebesar 3 kg. Jumlah kru kapal yang diperlukan sebanyak 3 orang. Sehingga berat total kru dan barang bawaan sebesar 0.234 ton.

3. Berat bahan bakar

Berat bahan bakar pada untuk generator.

Kebutuhan FO = 10.8 liter/jam

Untuk durasi 1.57 jam = 0.014 ton

Rekapitulasi DWT bisa dilihat pada Tabel 5.34.

Tabel 5.34 Rekapitulasi DWT

Komponen	Berat (ton)
<i>Payload</i>	0.456
Berat <i>Crew</i> dan Barang Bawaan	0.234
Bahan Bakar Generator	0.014
Bahan Bakar Motor Outboard	0.012
Total	0.716

5.4.11.8 Koreksi Displasemen

Nilai LWT dan DWT sudah diketahui, selanjutnya dilakukan perhitungan koreksi *displacement*. Koreksi displasemen adalah selisih antara penjumlahan dari *lightweight* dan *deadweight* dengan *displacement* kapal yang didesain dengan margin maksimum adalah 10%.

Berikut adalah perincian dari koreksi yang dilakukan:

Tabel 5.35 Koreksi Displasemen

Keterangan	Berat (ton)
LWT+DWT	9.509 ton
Displasemen	9.772 ton
Selisih maksimal	0.977 ton
Selisih displasemen dengan berat total	0.263 ton
	0.027 %
Kondisi	Accepted

5.4.12 Perhitungan Lambung Timbul (*Freeboard*) Kapal

Perhitungan *freeboard* pada Tugas Akhir ini menggunakan acuan *Non-Convention Vessel Standard (NCVS) Chapter 6 Section 5.1.2*, berikut perhitungan koreksi *freeboard*:

1. *Freeboard* Standar (F_{B1})

Ketentuan NCVS menyebutkan bahwa:

1. Kapal Tipe A adalah:
 - a. Kapal yang didesain untuk mengangkut kargo curah.
 - b. Kapal yang memiliki kekokohan tinggi pada geladak terbuka.
 - c. Kapal yang memiliki tingkat keselamatan yang tinggi terhadap banjir.
2. Kapal Tipe B adalah kapal selain Tipe A.

Trash Recycling Catamaran Boat adalah jenis kapal Tipe B. Persamaan yang digunakan untuk kapal tipe B dengan panjang ≤ 50 m dalam perhitungan F_{B1}

$$\begin{aligned} F_{B1} &= 0.8L \\ &= 8.352 \text{ cm} \\ &= 0.084 \text{ m} \end{aligned}$$

2. Koreksi *Freeboard* terhadap C_b (F_{B2})

Koreksi *freeboard* terhadap C_b dilakukan untuk kapal dengan $C_b \geq 0.68$. Jika $C_b \geq 0.68$, maka F_{B2} harus dikalikan dengan faktor berikut;

$$F_{B2} = (0.68 + C_b) / 1.36$$

Karena C_b kapal ini ≤ 0.68 maka tidak perlu dilakukan koreksi *freeboard* terhadap C_b .

3. Koreksi *Freeboard* terhadap Tinggi Kapal (F_{B3})

Koreksi *freeboard* terhadap tinggi dilakukan untuk kapal dengan $H > L/15$. Jika $H > L/15$, maka F_{B3} harus ditambah dengan faktor koreksi. Kapal memiliki H sebesar 1.8 m dan $L/15$ sebesar 0.664 m, sehingga perlu dilakukan koreksi *freeboard*.

$$\begin{aligned} F_{B3} &= 20 (H - L/15) \\ &= 22.721 \text{ cm} \\ &= 0.227 \text{ m} \end{aligned}$$

4. Koreksi *Freeboard* terhadap Bangunan Atas (F_{B4})

Koreksi *Freeboard* terhadap bangunan atas dilakukan untuk kapal dengan lebar setempat $\geq 96\%$ *B moulded*. Karena kapal tidak memiliki bangunan atas, maka $F_{B4} = 0$

5. Total *Freeboard*

Total *freeboard* yang disyaratkan menurut NCVS adalah:

$$F_b = F_{B1} + F_{B2} + F_{B3} + F_{B4}$$

$$= 0.311 \text{ m}$$

6. Freeboard Sebenarnya

$$F_b = H - T$$

$$= 0.8 \text{ m}$$

Karena lambung timbul sebenarnya harus lebih besar dari lambung timbul total maka kondisi lambung timbul kapal ini diterima, rekapitulasi dapat dilihat pada Tabel 5.36.

Tabel 5.36 Koreksi Freeboard

Rekapitulasi Freeboard			
Koreksi-koreksi			
1	Koreksi freeboard terhadap panjang (FB1)	0.084	m
2	Koreksi freeboard terhadap Cb (FB2)	0.000	m
3	Koreksi freeboard terhadap tinggi kapal (FB3)	0.227	m
4	Koreksi freeboard terhadap bangunan atas (FB4)	0.000	m
Freeboard total		0.311	m
Actual freeboard		0.800	m
Keterangan		<i>Accepted</i>	

5.4.13 Perhitungan Stabilitas

Analisis stabilitas bertujuan untuk mengetahui stabilitas atau keseimbangan kapal secara melintang pada beberapa kondisi pemuatan. Kriteria yang digunakan pada analisis stabilitas yaitu *Non Conventional Vessel Standards (NCVS) Chapter 2* sesuai *Intact Stability (IS) Code*. Adapun kriteria yang disyaratkan sebagai berikut:

1. Jika GZ max terjadi pada $\theta=0^\circ-30^\circ$, maka luas gambar di bawah kurva dengan lengan penegak GZ tidak boleh kurang dari 3.151 m.deg.
2. Dan jika GZ max terjadi pada $\theta=30^\circ-40^\circ$, maka luas gambar di bawah kurva GZ tidak boleh kurang dari 1.719 m.deg.
3. Sudut maximum GZ pada $\theta=30^\circ$ tidak boleh kurang dari 25 deg.
4. Lengan pengembali GZ pada $\theta=30^\circ$ tidak boleh kurang dari 0.20 m.
5. Tinggi titik metasenter awal (GM) tidak boleh kurang dari 0.15 m.

Perhitungan stabilitas pada Tugas Akhir ini direncanakan ada 16 *loadcases* dengan kapal muatan dan consumables 0%, 25%, 50%, dan 100%. Langkah dalam mencari nilai stabilitas pada maxsurf yaitu. Ambil contoh bahan bakar 100% dan payload 100%. Input data-data beban dari komponen yang ada saat kondisi tersebut. Data-data yang dibutuhkan yaitu berat komponen, LCG komponen, VCG komponen. *Input* data beban dapat dilihat pada Gambar 5.13 Setelah beban dimasukkan, selanjutnya dilakukan proses analisis dengan memilih menu *Start Analysis*. Untuk hasil perhitungan stabilitas pada kondisi ini dapat dilihat pada Gambar 5.14 dan pengecekan hasil *criteria* bisa dilihat pada Gambar 5.15.

	Item Name	Quant	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne. m	FSM Type
6	peralatan navigasi	1	0,075	0,075			4,334	0,000	3,170	0,000	User Sp
7	generator	1	0,350	0,350			3,230	0,000	3,070	0,000	User Sp
8	loading conveyer	1	0,300	0,300			7,690	0,000	1,406	0,000	User Sp
9	conveyor perantara	1	0,500	0,500			5,020	0,000	1,406	0,000	User Sp
10	storage conveyer	1	0,500	0,500			2,940	0,000	1,406	0,000	User Sp
11	offloading conveyer	1	0,500	0,500			4,110	0,000	1,406	0,000	User Sp
12	mesin pengolah sampah organik	1	0,075	0,075			5,030	0,000	1,600	0,000	User Sp
13	mesin pengolah sampah anorganik	1	0,078	0,078			5,030	0,000	1,600	0,000	User Sp
14	box tempat mesin	1	0,746	0,746			5,030	0,000	1,600	0,000	User Sp
15	box tempat generator	1	0,440	0,440			3,230	0,000	1,600	0,000	User Sp
16	motor listrik loading conveyer	1	0,038	0,038			7,690	0,000	1,406	0,000	User Sp
17	motor listrik conveyer perantara	1	0,038	0,038			5,020	0,000	1,406	0,000	User Sp
18	motor listrik storage conveyer	1	0,038	0,038			2,940	0,000	1,406	0,000	User Sp
19	motor listrik offloading conveyer	1	0,038	0,038			4,110	0,000	1,406	0,000	User Sp
20	motor listrik mesin pengolah samp	1	0,050	0,050			5,030	0,000	1,600	0,000	User Sp
21	motor listrik mesin pengolah samp	1	0,110	0,110			5,030	0,000	1,600	0,000	User Sp
22	motor listrik winch loading conveyer	1	0,020	0,020			5,740	0,000	3,320	0,000	User Sp
23	motor listrik winch offloading conveyer	1	0,020	0,020			5,740	0,000	3,320	0,000	User Sp
24	motor outboard	1	0,100	0,100			-0,120	0,000	1,950	0,000	User Sp
25	baterai	1	0,077	0,077			-0,120	0,000	1,950	0,000	User Sp
26	bahan bakar motor outboard	1	0,012	0,012			3,530	0,000	2,400	0,000	User Sp
27	bahan bakar generator	1	0,014	0,014			3,530	0,000	2,400	0,000	User Sp
28	crew pemilah	2	0,075	0,150			5,540	0,000	3,320	0,000	User Sp
29	crew navigasi	1	0,075	0,075			2,980	0,000	3,620	0,000	User Sp
30	barang bawaan crew pemilah	2	0,003	0,006			5,540	0,000	3,320	0,000	User Sp
31	barang bawaan crew navigasi	1	0,003	0,003			2,980	0,000	3,620	0,000	User Sp
32	Total Loadcase			9,509	0,000	0,000	4,499	0,000	1,573	0,000	
33	FS correction								0,000		
34	VCG fluid								1,573		

Gambar 5.13 *Input* Data Beban pada *Maxsurf*

	Heel to Starboard deg	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0
1	GZ m	0,000	0,209	0,419	0,630	0,835	1,012	1,034	0,919	0,797
2	Area under GZ curve f	0,0000	0,5210	2,0875	4,7104	8,3733	13,0290	18,2192	23,1303	27,4179
3	Displacement t	9,509	9,509	9,509	9,509	9,509	9,509	9,509	9,509	9,510
4	Draft at FP m	0,962	0,957	0,945	0,924	0,897	0,858	0,754	0,565	0,356
5	Draft at AP m	1,006	1,006	1,006	1,003	0,985	0,935	0,825	0,659	0,474
6	WL Length m	9,931	10,011	10,081	10,149	10,219	10,292	10,335	10,334	10,335
7	Beam max extents on	3,841	3,852	3,884	3,934	3,992	4,020	1,951	1,889	1,821
8	Wetted Area m^2	39,785	39,747	39,602	39,274	38,641	37,425	34,973	35,162	35,282
9	Waterpl. Area m^2	13,131	13,130	13,100	12,902	12,360	11,040	6,423	6,196	6,069
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,739	0,733	0,731	0,731	0,737	0,750	0,769	0,770	0,770
11	Block coeff. (Cb)	0,606	0,532	0,477	0,438	0,415	0,423	0,827	0,888	0,941
12	LCB from zero pt. (+ve)	4,494	4,494	4,493	4,491	4,489	4,490	4,491	4,487	4,485
13	LCF from zero pt. (+ve)	4,394	4,396	4,405	4,449	4,536	4,663	4,792	4,835	4,867
14	Max deck inclination de	0,2565	5,0078	10,0060	15,0062	20,0054	25,0030	30,0019	35,0024	40,0028
15	Trim angle (+ve by ster	0,2565	0,2814	0,3532	0,4530	0,5030	0,4445	0,4083	0,5375	0,6805

Gambar 5.14 Hasil Perhitungan Stabilitas

Code	Criteria	Value	Units	Actua	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design crit	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0,0	deg	0,0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
A.749(18) Ch3 - Design crit	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40,0	deg	40,0		
A.749(18) Ch3 - Design crit	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
	shall not be less than (>=)	25,0	deg	28,2	Pass	+12,73
	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
	in the range from the greater of					
	spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
A.749(18) Ch3 - Design crit	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
	in the range from the greater of					
	spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	90,0	deg	90,0		
A.749(18) Ch3 - Design crit	3.1.2.4: Initial GMT				Pass	
	spec. heel angle	0,0	deg			
	shall not be less than (>=)	0,150	m	2,385	Pass	+1490,
	angle of vanishing stability	69,1	deg			
	shall not be less than (>=)	3,151	m.de	18,21	Pass	+478,1

Gambar 5.15 Pengecekan Hasil *Criteria*

Tabel 5.37 adalah rekapitulasi hasil nilai stabilitas di setiap *loadcases* yang sudah dibuat.

Tabel 5.37 Hasil Nilai Stabilitas

Bahan Bakar	Payload	GZ θ max = 0°-30°	GZ θ = 30°-40°	Sudut maximum GZ	Lengan pengembali	Ketinggian metasenter (GM)
		Batasan Minimal				
		3.151 m.deg	1.718 m.deg	25 deg	0.2 m	0.15 m
10%	0%	18.94	9.114	26.8	1.026	2.541
	25%	18.78	9.139	27.3	1.029	2.503
	50%	18.61	9.162	27.7	1.031	2.466
	100%	18.27	9.204	28.2	1.035	2.395
25%	0%	18.93	9.113	26.8	1.026	2.538
	25%	18.76	9.137	27.3	1.029	2.501
	50%	18.6	9.161	27.3	1.031	2.464
	100%	18.25	9.202	28.2	1.035	2.393
50%	0%	18.92	9.112	26.8	1.026	2.536
	25%	18.75	9.136	27.3	1.029	2.498
	50%	18.58	9.16	27.3	1.031	2.461
	100%	18.24	9.201	28.2	1.035	2.39
100%	0%	18.89	9.101	26.8	1.026	2.531
	25%	18.72	9.134	27.3	1.028	2.493
	50%	18.56	9.157	27.3	1.031	2.456
	100%	18.21	9.198	28.2	1.034	2.385

5.4.14 Perhitungan Trim

Perhitungan trim kapal digunakan untuk mengetahui adanya besarnya kemiringan kapal pada saat kondisi muatan penuh. Perhitungan tersebut mengacu pada *Non Conventional Vessel Standards (NCVS) Chapter 2* untuk kapal dengan L_{BP} kurang dari 45 meter, maka trim maksimal ± 0.3 meter. Mula-mula untuk menghitung trim dan stabilitas menggunakan *Maxsurf Stability Enterprise*, haruslah dibuat model 3D terlebih dahulu. Terdapat 16 loadcases yang dibuat untuk menghitung trim, dengan kondisi 0%, 25%, 50%, dan 100%. Langkah-langkah dalam menghitung trim di *maxsurf* yaitu, ambil contoh pada kondisi bahan bakar 100% dan payload 100%. Input data-data beban dari komponen yang seperti berat komponen, LCG komponen dan VCG komponen. *Input* data beban dapat dilihat pada Gambar 5.16.

	Item Name	Quant	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne. m	FSM Type
6	peralatan navigasi	1	0,075	0,075			4,334	0,000	3,170	0,000	User Sp
7	generator	1	0,350	0,350			3,230	0,000	3,070	0,000	User Sp
8	loading conveyor	1	0,300	0,300			7,690	0,000	1,406	0,000	User Sp
9	conveyor perantara	1	0,500	0,500			5,020	0,000	1,406	0,000	User Sp
10	storage conveyor	1	0,500	0,500			2,940	0,000	1,406	0,000	User Sp
11	offloading conveyor	1	0,500	0,500			4,110	0,000	1,406	0,000	User Sp
12	mesin pengolah sampah organik	1	0,075	0,075			5,030	0,000	1,600	0,000	User Sp
13	mesin pengolah sampah anorganik	1	0,078	0,078			5,030	0,000	1,600	0,000	User Sp
14	box tempat mesin	1	0,746	0,746			5,030	0,000	1,600	0,000	User Sp
15	box tempat generator	1	0,440	0,440			3,230	0,000	1,600	0,000	User Sp
16	motor listrik loading conveyor	1	0,038	0,038			7,690	0,000	1,406	0,000	User Sp
17	motor listrik conveyor perantara	1	0,038	0,038			5,020	0,000	1,406	0,000	User Sp
18	motor listrik storage conveyor	1	0,038	0,038			2,940	0,000	1,406	0,000	User Sp
19	motor listrik offloading conveyor	1	0,038	0,038			4,110	0,000	1,406	0,000	User Sp
20	motor listrik mesin pengolah samp	1	0,050	0,050			5,030	0,000	1,600	0,000	User Sp
21	motor listrik mesin pengolah samp	1	0,110	0,110			5,030	0,000	1,600	0,000	User Sp
22	motor listrik winch loading conve	1	0,020	0,020			5,740	0,000	3,320	0,000	User Sp
23	motor listrik winch offloading con	1	0,020	0,020			5,740	0,000	3,320	0,000	User Sp
24	motor outboard	1	0,100	0,100			-0,120	0,000	1,950	0,000	User Sp
25	baterai	1	0,077	0,077			-0,120	0,000	1,950	0,000	User Sp
26	bahan bakar motor outboard	1	0,012	0,012			3,530	0,000	2,400	0,000	User Sp
27	bahan bakar generator	1	0,014	0,014			3,530	0,000	2,400	0,000	User Sp
28	crew pemilah	2	0,075	0,150			5,540	0,000	3,320	0,000	User Sp
29	crew navigasi	1	0,075	0,075			2,980	0,000	3,620	0,000	User Sp
30	barang bawaan crew pemilah	2	0,003	0,006			5,540	0,000	3,320	0,000	User Sp
31	barang bawaan crew navigasi	1	0,003	0,003			2,980	0,000	3,620	0,000	User Sp
32	Total Loadcase			9,509	0,000	0,000	4,499	0,000	1,573	0,000	
33	FS correction								0,000		
34	VCG fluid								1,573		

Gambar 5.16 *Input* Data Beban Pada *Maxsurf*

Setelah beban dimasukkan, selanjutnya dilakukan proses analisis dengan memilih menu *Start Analysis*. Untuk hasil perhitungan trim pada kondisi ini dapat dilihat pada Gambar 5.17. Setelah perhitungan dilakukan, diperoleh sarat AP dan sarat FP. Selisih dari keduanya adalah besar trim, yaitu -0.040 meter. Kondisi trim kapal $-0.040 \leq 0.049$, jadi dapat dikatakan bahwa trim pada kondisi kapal 100 % *full load* aman dan dapat diterima. Tabel 5.38 adalah hasil rekapitulasi perhitungan trim untuk semua loadcase.

1	Draft Amidships m	0,984
2	Displacement t	9,509
3	Heel deg	0,0
4	Draft at FP m	0,962
5	Draft at AP m	1,006
6	Draft at LCF m	0,986
7	Trim (+ve by stern) m	0,045
8	WL Length m	9,931
9	Beam max extents on WL m	3,841
10	Wetted Area m ²	39,785
11	Waterpl. Area m ²	13,131
12	Prismatic coeff. (Cp)	0,739
13	Block coeff. (Cb)	0,606
14	Max Sect. area coeff. (Cm)	0,835
15	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,843
16	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	4,494
17	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	4,394
18	KB m	0,593
19	KG fluid m	1,573
20	BMt m	3,365
21	BML m	9,235
22	GMt corrected m	2,385
23	GML m	8,255
24	KMt m	3,959
25	KML m	9,828
26	Immersion (TPc) tonne/cm	0,135
27	MTc tonne.m	0,079
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	0,396
29	Max deck inclination deg	0,2565
30	Trim angle (+ve by stern) deg	0,2565

Gambar 5.17 Hasil *Analysis Trim* Kondisi Loadcase 100%

Tabel 5.38 Rekapitulasi Perhitungan *Trim*

Bahan Bakar	Payload	Ta (m)	Tf (m)	Selisih (m)	Keterangan
10%	0%	0.932	0.974	0.042	Accepted
	25%	0.950	0.971	0.021	Accepted
	50%	0.968	0.968	0.000	Accepted
	100%	1.003	0.961	-0.042	Accepted
25%	0%	0.933	0.974	0.041	Accepted
	25%	0.951	0.971	0.020	Accepted
	50%	0.968	0.968	0.000	Accepted
	100%	1.004	0.961	-0.043	Accepted
50%	0%	0.934	0.974	0.040	Accepted
	25%	0.952	0.971	0.019	Accepted
	50%	0.969	0.968	-0.001	Accepted
	100%	1.005	0.961	-0.044	Accepted
100%	0%	0.935	0.974	0.039	Accepted
	25%	0.953	0.971	0.018	Accepted
	50%	0.968	0.971	0.003	Accepted
	100%	1.006	0.962	-0.044	Accepted

5.5 Perhitungan Ekonomis

Perhitungan ekonomis kapal meliputi perhitungan biaya pembangunan kapal dan operasional kapal.

5.5.1 Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal

Biaya pembangunan kapal terdiri dari beberapa komponen, yaitu biaya pelat aluminium kapal, biaya peralatan yang digunakan, biaya motor kapal, dan sebagainya. Pada Tabel 5.39 akan dijelaskan mengenai perhitungan biaya pembangunan kapal. Dari perhitungan di atas dapat diketahui bahwa biaya pembangunan kapal adalah sebesar 15,807,690 USD atau Rp231.764.452 didapat dari Bank Indonesia per 12 Mei 2020 adalah 1 USD = Rp 14.830,-. Biaya pembangunan ini merupakan harga pokok produksi. Selanjutnya untuk menentukan harga jual kapal maka harga pokok produksi akan dikoreksi terhadap keuntungan galangan, pajak, dan kondisi ekonomi. Perhitungan koreksi keadaan ekonomi pada Tabel 5.39.

Tabel 5.39 Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal

No	Jenis	Satuan		Harga		Total (USD)
Badan kapal						
1	Pelat lambung kapal	3	ton	650	USD/ton	1634
2	Pelat geladak kapal	1	ton	650	USD/ton	459
3	Pelat konstruksi kapal	1	ton	650	USD/ton	419
4	Pelat dinding kapal	1	ton	650	USD/ton	642
No	Jenis	Satuan		Harga		Total (USD)
5	Pelat atap kapal	0	ton	650	USD/ton	161
6	Elektroda	0	ton	2626	USD/ton	804
7	Railing	80	m	35	USD/m	2800
8	Kaca	1	m ²	8	USD/m ²	8
Equipment						
8	Pelat pleindung mesin	1	ton	650	USD/ton	485
9	Mesin pengolah sampah organik	1	unit	1167	USD/unit	1167
10	Mesin pengolah sampah anorganik	1	unit	1533	USD/unit	1533
11	Loading conveyor	1	unit	667	USD/unit	667
12	Storage conveyor	1	unit	667	USD/unit	667
13	Offloading conveyor	1	unit	667	USD/unit	667
14	Outboard motor	1	unit	667	USD/unit	667
15	Generator	1	unit	800	USD/unit	800
16	Kursi operator	1	unit	10	USD/unit	10
Peralatan navigasi						
17	Kamera	2	unit	20	USD/unit	40
18	Kompas	1	unit	60	USD/unit	60
19	GPS	1	unit	850	USD/unit	850
20	Layar screen	1	unit	20	USD/unit	20

Peralatan komunikasi						
21	Radiotelephone	1	set	172	USD/set	172
22	Digital Selective Calling (DSC)	1	set	186	USD/set	186
23	Navigational Telex (Navtex)	1	set	13	USD/set	13
24	EPIRB	1	set	110	USD/set	110
25	SART	1	set	450	USD/set	450
26	SSAS	1	set	20	USD/set	20
27	Portable 2 way VHF Radiotelephone	1	set	87	USD/set	87
Peralatan keselamatan penumpang						
28	Life Jacket	3	unit	10	USD/unit	30
Komponen kelistrikan						
29	Komponen kelistrikan	1	set	3	USD/set	3
Total (USD)						15628
Total (Rp)						Rp231.764.452

Tabel 5.40 Perhitungan Koreksi Keadaan Ekonomi Pada Biaya Pembangunan Kapal

No	Item	Nilai
1	Keuntungan galangan	
	5% dari biaya pembangunan awal	Rp11.588.223
2	Biaya Inflasi	
	2% dari biaya pembangunan awal	Rp4.635.289
3	Biaya Pajak Pemerintah	
	10% dari biaya pembangunan awal	Rp23.176.445
	Total	Rp39.399.957

Biaya koreksi untuk pembiayaan pembangunan kapal meliputi biaya untuk inflasi, dan pajak pemerintah. Dari perhitungan di atas didapatkan besarnya tiap komponen antara lain sebagai berikut :

Keuntungan galangan = Rp11.588.223

Inflasi = Rp4.635.289

Pajak = Rp23.176.445

Maka, harga jual kapal (price) dapat dihitung sebagai berikut :

Harga jual (price) = Harga pokok produksi + Inflasi + Keuntungan Galangan + Pajak

Biaya pembangunan = 234,428,038 + 4.635.289 + 11.588.223 + 23.176.445
= Rp 271.164.408

5.5.2 Perhitungan Biaya Operasional Kapal

Biaya operasional kapal merupakan biaya yang harus dikeluarkan owner kapal secara rutin. Pada Tugas Akhir ini, perhitungan operational cost ditentukan untuk biaya rutin yang harus dikeluarkan owner kapal setiap tahun. Beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya operational cost di antaranya biaya perawatan kapal, asuransi, gaji kru kapal, cicilan pinjaman bank, biaya bahan bakar serta air bersih. Biaya perawatan ditetapkan perbulannya. Gaji *crew* diasumsikan Upah Minimum Regional (UMR) karena selain *crew* melaksanakan operasional kapal selama 8 kali dalam sebulan, *crew* bertugas melaksanakan kegiatan perawatan kapal selama hari kerja, dan mengatur pendistribusian hasil olah sampah. Bahan bakar meliputi total pemakaian bahan bakar *motor outboard* dan fasilitas. Rekapitulasi nominal *operational cost* kapal penumpang katamaran dapat dilihat pada Tabel 5.41 di bawah ini.

Tabel 5.41 *Operational Cost* Kapal

No	Biaya	Nilai (Asumsi)	Total
Biaya perawatan			
1	Biaya perawatan per tahun	10% biaya pembangunan	Rp27,116,441
	Biaya perawatan per bulan		Rp2,259,703
Gaji crew			
2	Jumlah crew	3 orang	
	Gaji crew: UMR per bulan	Rp4,200,000	Rp12,600,000
Bahan bakar motor outboard dan fasilitas			
3	Harga per liter	Rp7,840	
	Pengeluaran liter per hari (1x operasi = 1.5 jam)	21 liter	
	Pengeluaran per minggu (2x operasi)	42 liter	
	Pengeluaran per bulan (8x operasi)	168 liter	Rp1,270,268
Rekapitulasi			
	Biaya	Nilai	Masa
1	Biaya perawatan	Rp2,259,703	per bulan
2	Gaji crew	Rp12,600,000	per bulan
3	Bahan bakar	Rp1,270,268	per bulan
	Total	Rp16,129,972	per bulan

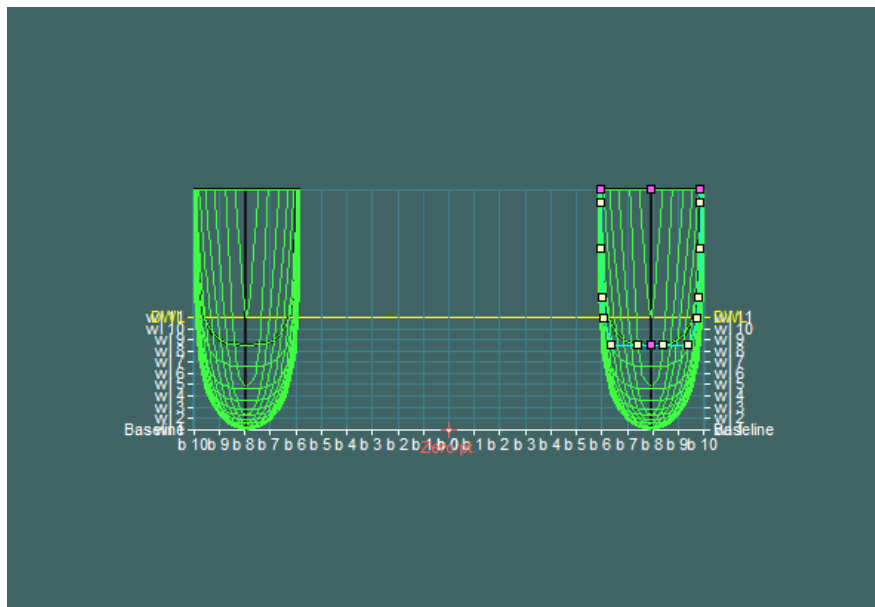
5.6 Pembuatan Rencana Garis, Rencana Umum, dan 3D

Tugas Akhir ini memberkan output pembuatan rencana garis, rencana umum, dan 3D.

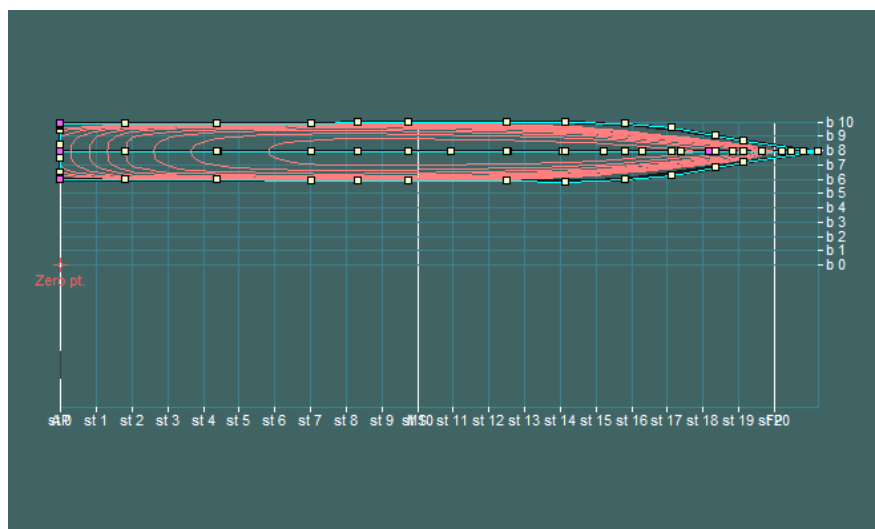
5.6.1 Pembuatan Rencana Garis

Rencana garis adalah gambar proyeksi badan kapal yang dipotong secara melintang (*body plan*), secara memanjang (*sheer plan*), dan vertikal memanjang (*half breadth plan*).

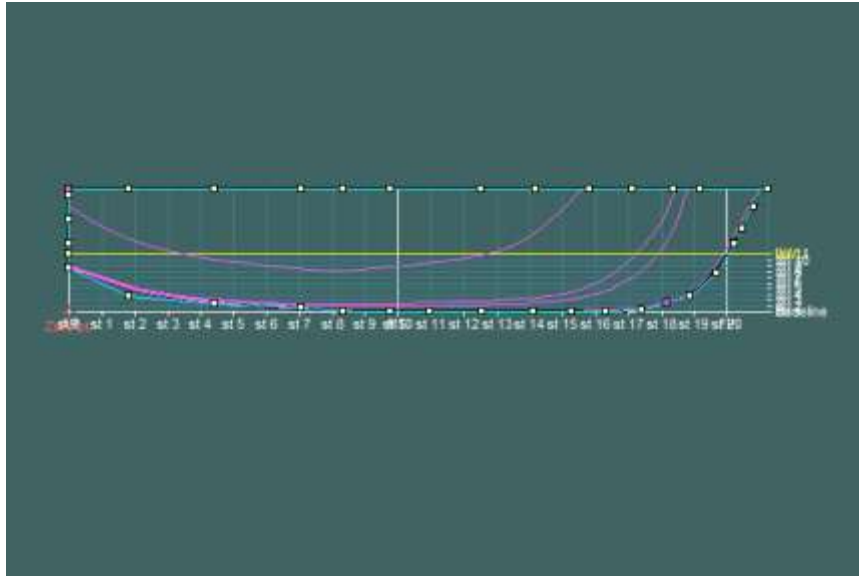
Dalam proses pembuatannya digunakan beberapa *software* yaitu *Maxsurf Pro* dan *AutoCad*. Tahap pertama yang harus dilakukan adalah re-drawing dari lines plan kapal yang memiliki karakteristik sama dengan kapal pada Tugas Akhir ini. Kemudian dilakukan *editing* pada beberapa elemen yang meliputi *size surfice*, *frame of reference*, *grid spacing*, dan *zero point*. Untuk mendapatkan harga displamen dan koefisien-koefisien lain yang mendekati karakteristik kapal yang akan dibuat, dilakukan *editing* manual yaitu dengan mengubah *control point* sesuai dengan kebutuhan. *Output* yang didapatkan melalui *software* Maxsurf Pro berupa *body plan*, *sheer plan* dan *half breadth plan* kapal dalam bentuk .dxf seperti pada Gambar 5.18, Gambar 5.19, dan Gambar 5.20. Ketiga gambar tersebut kemudian digabungkan menjadi satu dengan *software* AutoCad serta dapat dilakukan *editing* seperti pada Gambar 5.21.



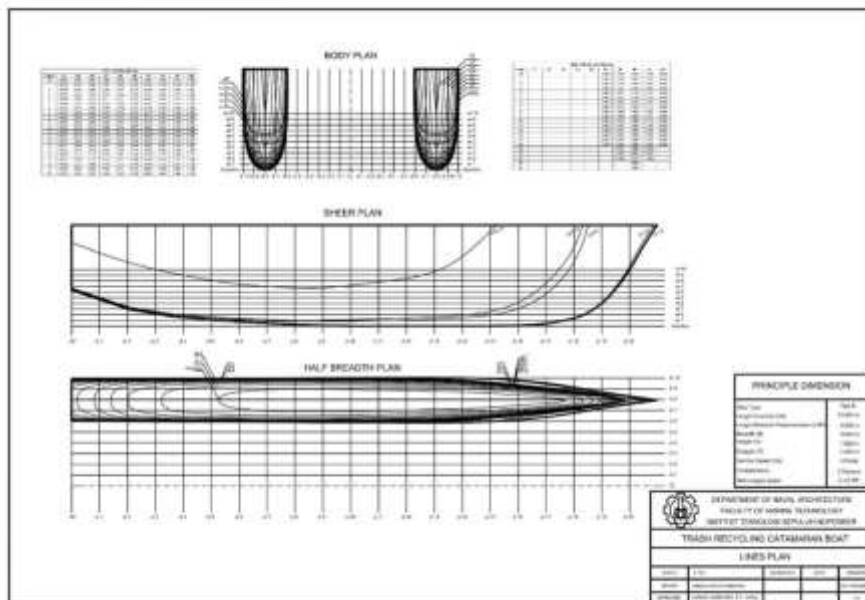
Gambar 5.18 *Body Plan* pada *Maxsurf*



Gambar 5.19 *Half Breatdh Plan* pada *Maxsurf*



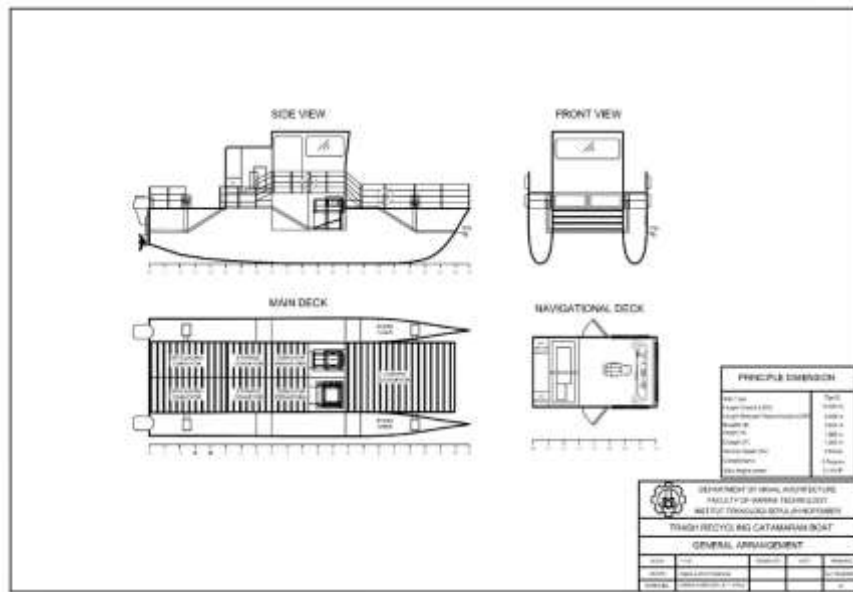
Gambar 5.20 *Sheer Plan* pada *Maxsurf*



Gambar 5.21 *Lines Plan Trash Recycling Catamaran Boat*

5.6.2 Pembuatan Rencana Umum

Rencana umum dapat didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapan kapal (Taggart, 1980). Pembuatan rencana umum dilakukan setelah pembuatan rencana garis karena *outline* kapal yang digunakan pada gambar rencana umum didapatkan dari gambar rencana garis. Langkah awal dalam pembuatan rencana umum adalah menggambar *outline* badan kapal tampak atas, tampak samping, dan tampak depan kapal sesuai dengan *lines plan* yang telah dibuat. Pada perhitungan titik berat sebelumnya telah dilakukan, perencanaan tersebut digambarkan pada Gambar 5.22.



Gambar 5.22 General Arrangement Trash Recycling Catamaran Boat

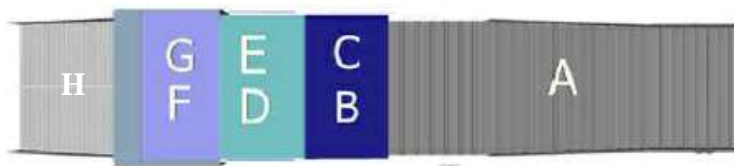
5.6.3 Pembuatan 3D

Gambar 3D adalah gambar yang mempresentasikan gambar bangun yang memiliki dimensi panjang, lebar dan tinggi. Pembuatan gambar 3D dilakukan dengan keika memiliki ide awal tanpa harus memperhitungkan ukuran akurat tetap dibuat secara proporsional. Tugas akhir ini melakukan perhitugan teknis pembuatan rencana garis, dan rencana umum. Langkah-langkah yang sudah dilakukan sebelumnya, bisa didapat ukuran ang sesungguhnya dalam pembuatan bentuk gambar 3D. Gambar 3D dibuat dengan bantuan *masurf*, *sketchup*, dan *lumion*. *Software maxsurf* digunakan untuk membuat bagian lambung. *Software sketchup* digunakan untuk membuat bagian atas lambung. Hasil 3D bisa dilihat pada Gambar 5.23.





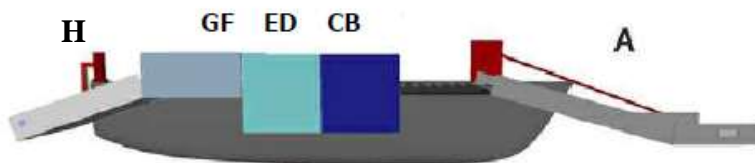
TOP VIEW



FRONT VIEW



SIDE VIEW



BACK VIEW



Gambar 5.23 3D Trash Recycling Catamaran Boat

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Setelah melalui berbagai tahapan desain dan juga analisis teknis beserta perhitungan ekonomisnya, maka dari Tugas Akhir ini bisa ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan data jumlah sampah yang diperoleh dari Perum Jasa Tirta I Surabaya dapat ditentukan volume sampah sebagai payload yang dapat diangkut oleh kapal setiap beroperasi sebesar 0.456 ton.
2. Fasilitas yang sesuai untuk *Trash Recycling Catamaran Boat* adalah *loading conveyor*, *conveyor perantara*, *storage conveyor*, *offloading conveyor*, mesin pengolah sampah organik dan anorganik.
3. Didapatkan Ukuran Utama yaitu dengan ukuran $L_{oa} = 10.440$ m, $L_{pp} = 9.959$ m, $B_1 = 0.796$ m, $S = 2.250$ m $B_{oa} = 3.842$ m $H = 1.800$ m, $T = 1.000$ m yang sesuai dengan karakteristik kebutuhan Sungai Brantas Surabaya (Karang Pilang-Gunungsari) dan sebaliknya.
4. Berdasarkan analisis teknis yang telah dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut:
 - a) Berat kapal diperoleh LWT sebesar 8.793 ton, dan DWT sebesar 0.716 ton, serta memiliki *displacement* sebesar 9.772 ton.
 - b) Syarat minimum *freeboard* sebesar 0.311 m dan hasil perhitungan *freeboard* yang direncanakan telah memenuhi yaitu sebesar 0.800 m.
 - c) Hasil perhitungan Trim dan Stabilitas telah memenuhi persyaratan dan dapat dilihat pada Lampiran A.
5. Berdasarkan hasil perhitungan ekonomis, kapal memiliki biaya pembangunan sebesar Rp271.164.408,- (dua ratus juta tujuh puluh satu seratus enam puluh empat ribu empat ratus delapan rupiah) per unitnya dan biaya operasional tiap bulannya yaitu Rp16.129.972,- (enam belas juta seratus dua puluh sembilan ribu sembilan ratus tujuh puluh dua rupiah)
6. Hasil gambar *Lines Plan* dan *General Arrangement* serta 3D Model dapat dilihat pada Lampiran B, C, dan D.

6.2 Saran

Adapun saran dari Tugas Akhir *Trash Recycling Catamaran Boat* ini antara lain sebagai berikut:

1. Diperlukan adanya sinergi yang baik antara pemerintah dan masyarakat untuk menjaga kelestarian dan kebersihan lingkungan, terutama agar tidak membuang sampah sembarangan ke sungai.
2. Karena desain merupakan proses berkelanjutan dan berulang, maka perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai sistem permesinan, kelistrikan, dan navigasi kapal agar bisa dioperasikan.
3. Diperlukan detail sistem pengolahan sampah berdasarkan fasilitas yang ada di atas kapal, sehingga alur pengolahan sampah sesuai yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiba, N. F. (2016). Desain Trash Skimmer Amphib Boat di Sungai Ciliwung Jakarta. *Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Perkapalan*, 1-10.
- Chrise, A. Y. (2014). *Perancangan Bark Belt Conveyor 27B Kapasitas 244 ton/jam*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Riau Kampus Bina Widya Panam.
- Dinas Lingkungan Hidup. (2017). *Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Jawa Timur*.
- Evans, J. (1959). *Parametric Design*.
- Fielrantika, S. (2017). *Studi Kasus di Rumah Kompos Jambangan Surabaya*. Surabaya: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga.
- Hutama, R. A. (2016). Desain Self Propelled Barge untuk Wisata Bahari di Perairan Bali-Lombok. *Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Perkapalan*, 37-40.
- Insel, M. (1992). An Investigate into Resistance Components of High Speed Displacement Catamaran.
- Kementrian Perhubungan. (2009). Standar Kapal Non Kovensi Berbendera Indonesia Bab VI.
- Kirmanto, D. (2010). *Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Brantas*. Surabaya.
- Kurniawati, H. A. (2009). *Ship Outfitting*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Lewis, E. V. (1988). Principle of Naval Architecture Volume II. *Jersey City: The Society of Naval Architecture and Marine Engineers*.
- Lloyd's Register . (2016). *Rules and Regulations for The Classification of Special Craft Service*.
- Nur, I. (2014). *Pengembangan Mesin Pencacah Sampah/Limbah Plastik dengan Sistem Crusher dan Silinder Pemotong Tipe Reel*. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Parson, M. (2003). *Parametric Design*.
- Pratama, A. E. (2018). Desain Aquatic Weed and Trash Skimmer Boat dengan Sistem Penggerak Paddle Wheel di Sungai Brantas Kalimas Surabaya. *Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Perkapalan*, 1-10.
- Santi, M. E. (2018). *Ecobrick Solusi Cerdas dan Praktis untuk Pengelolaan Sampah Plastik*. Universitas Sebelas Maret.
- Setiawan, B. (2005). *Perencanaan Belt Conveyor dengan Kapasitas 30 ton per jam*.
- Setyawan, D. (2010). Development of Catamaran Fishing Vessel. *The Journal for Technology and Science*.
- Sulistiyorini, L. (2006). Volume Sampah di Kota Surabaya. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga*.
- Taggart, D. (1998). *Ship Design and Construction, Chapter 5 Section 3 SNAME*.
- Watson, D. (1998). *Practical Ship Design*. Oxford.

LAMPIRAN

- Lampiran A Perhitungan Teknis
- Lampiran B Gambar Rencana Garis
- Lampiran C Gambar Rencana Umum
- Lampiran D Gambar 3D
- Lampiran E Katalog

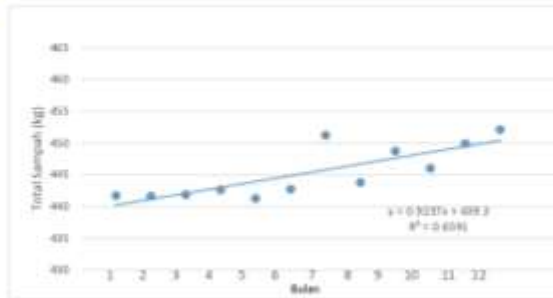
LAMPIRAN A
PERHITUNGAN TEKNIS

PAYLOAD

Data Sampah 2018

No	Bulan	Jumlah Sampah (kg)
1	Januari	441.74
2	Februari	441.63
3	Maret	441.87
4	April	442.64
5	Mei	441.28
6	Juni	442.75
7	Juli	451.22
8	Agustus	443.76
9	September	448.73
10	Oktober	446.03
11	November	449.91
12	Desember	452.12
	Rata-rata	445.3066667

Regresi untuk mendapatkan data 2019



Data Sampah 2019

No	Bulan	Jumlah Sampah (kg)
1	Januari	451.31
2	Februari	452.23
3	Maret	453.16
4	April	454.08
5	Mei	455.00
6	Juni	455.93
7	Juli	456.85
8	Agustus	457.77
9	September	458.70
10	Oktober	459.62
11	November	460.55
12	Desember	461.47
	Total	5476.66
	Rata-rata (Payload)	456.39



Penentuan Ukuran Utama

Panjang (Lwl = lpp)

Berdasarkan luasan fasilitas pengambilan dan pengolahan sampah

Keterangan	Jarak (m)
Loading Conveyor	3.559
Box Mesin Pengolah	1.200
Conveyor Perantara	1.200
Storage Conveyor	1.500
Offloading Conveyor	2.500
Total	9.959

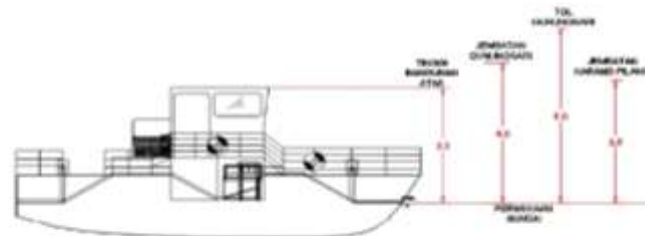
Lebar (Boa)

Berdasarkan luasan fasilitas pengambilan dan pengolahan sampah

Keterangan	Jarak (m)
B1	0.796
S	2.250
B1	0.796
Total	3.842

Tinggi (H)

Keterangan Jarak Antara Permukaan Sungai dengan	Jarak (m)
Jembatan Gumingsari	4
Tol Gumingsari	5
Jembatan Karang Pilang	3.5



Sarat (T)

Kedalaman Sungai Brantas Surabaya 3 m
 Sarat yang direncanakan adalah 1 m
 Selisih actual 2 m

PENGECEKAN

Lwl	9.959	m
Lo	10.440	m
Bo	3.842	m
Ho	1.800	m
To	1.000	m
Vs	4.000	knot
	2.058	m/s
g	9.810	m/s ²
S	2.250	m
B1	0.796	m
CB	0.588	

Sumber: Paper M. Insel dan A.F Molland

Parameter	Range Ratio	Nilai
L/B1	$10 < L/B1 < 15$	12.511
B/H	$0.7 < B/H < 4.1$	2.134
S/L	$0.19 < S/L < 0.51$	0.216
S/B1	$0.9 < S/B1 < 4.1$	2.827
B1/T	$0.7 < B1/T < 3.1$	0.796
B1/B	$0.15 < B1/B < 0.3$	0.207
Cb	$0.36 < Cb < 0.59$	0.588

PERHITUNGAN TEKNIS

PERHITUNGAN KOEFISIEN

Froude Number

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \times L_{ref}}}$$

$Fr = 0.208$

Perhitungan Ratio

L/B1 =	12.511	10 < L/B1 < 15
B/B1 =	2.134	0.7 < B/B1 < 4.1
S/L =	0.216	0.19 < S/L < 0.51
S/B1 =	2.827	0.9 < S/B1 < 4.1
BL/T =	0.706	0.7 < BL/T < 3.1
BI/B =	0.207	0.15 < BI/B < 0.3

Block Coefficient

$C_b = 0.588$

maksud

Volume Displacement

$V_d = L \times B \times H$

2 hull = 9533.000 kg

maksud

1 hull = 4766.500 kg

Midship Section

$C_m = 0.826$

maksud

Waterplane Coefficient

$C_{wp} = 0.844$

maksud

Prismatic Coefficient

$C_p = 0.710$

maksud

PERHITUNGAN HAMBATAN

Model dan A.F.Molland

$$C_{tot} = (1 - \beta R) \cdot C_T + R \cdot C_w$$

$$R = 0.5 \times p \times WSA \times V^3 \times 2 \cdot C_{tar}$$

$(1 - \beta R)$ = koefisien koreksi resistansi potensial

β = koefisien koreksi

R = resistansi

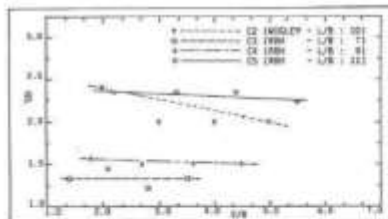
WSA = luas permukaan badan kapal yang terdapat air (m^2)

C_T = koefisien resistansi potensial

V^3 = kecepatan kapal (m/s)

C_w = wave resistance

C_{tar} = koefisien hambatan total koreksi



S = jarak demihull
 $B1$ = lebar 1 lambung
 L = Lon

S/B1 = 2.827

L/B1 = 13.116

S/L = 0.216

Estimasi Viscous Resistance Interference (1-βk)

L/Bl =	13.116		
S/Bl =	2.627		
	1	2	2.827
β	1.600	1.570	1.545
	2.350	2.320	2.295
	9	11	13.116
β	1.545	2.295	3.089

Model	C4	C5	C6
L/Bl	9	11	13.116
(1-k)	1.300	1.170	1.032

β = 3.089
 (1-βk) = 1.100

Viscous Resistance (Cf)

$C_f = 0.078 / ((\log R_n - 2))^{-2.5}$

$R_n = V_s \cdot L / \nu$

ν = 0.000
 Rn = 17244354.083
 Cf = 0.003

Estimasi Wave Resistance Interference (τ)

S/L = 0.216
 L/Bl = 13.116
 Fu = 0.208

	(S/L) =	0.200		(S/L) =	0.300	
Fu	0.200	0.208	0.300	0.200	0.208	0.300
τ	0.850	0.877	1.180	1.250	1.262	1.400
	0.600	0.706	1.000	0.850	0.862	1.000

Fu	0.208	0.208	0.208
S/L	0.200	0.216	0.300
τ	0.877	0.937	1.262
	0.706	0.730	0.862

L/Bl = 7
L/Bl = 0

Fu	0.208	0.208	0.208
S/L	0.216	0.216	0.216
L/Bl	7	9	13.116
τ	0.937	0.730	1.361

Wave Resistance (Cw)

	Fu			
	0.200	0.208	0.300	L/Bl
Cw	0.0012	0.0013	0.0023	7.080
	0.0008	0.0009	0.0020	0.000

	0.0013	7	
Cw	0.0009	9	L/Bl
	0.0004	13.116	

Cw = 0.0004
 $C_{w2} = (1-\beta k) \cdot C_f + \tau \cdot C_w$
 = 0.0033

WSA 1 Lambung = 20.443 m²
 WSA 2 Lambung = 40.885 m²

Rt = 0.5 ρ v³ WSA × Cw2 × 2
 = 627.110 N
 = 627 kN

PERHITUNGAN DAYA

Perhitungan Daya dan Pemilihan Mesin Utama

$EHP = R_t \times V_s$

= 1.290 kW
 = 1.744 HP

1 HP =	0.736 kW
1 kW =	1.360 HP

ηD = ηs × ηp × ηH

ηH = 0.907
 ηp = 0.986
 ηs = 0.490
 ηD = 0.482

DHP = EHP / ηD
 = 3.642 kW

BHP = s % DHP
 = 4.371 kW
 = 5.942 HP

Perhitungan Daya untuk Winch	
Perhitungan Beban pada Winch	
$T_h = (P + Q) \cdot (sp \cdot K)$	
P = Berat total kapal yang diangkat (ton) Q = Berat cargo kapal dan roker (2,2 - 2,8) x P sp = efficiency + pulley, diambil 1 K = safety factor, diambil 0,85	
P	0,080
Q	0,560
$T_h =$	0,753
Diameter winch barel	
$D_{bd} = D_b + d(2z - 1)$	
D _b = Diameter drum, maksimum 0,4 meter d = Diameter tali = D _b / 17 z = jumlah lilitan tali pada drum, diambil 4 lilitan	
$D_{bd} =$	0,471
Torsi yang diterima shaft barel	
$M_{bd} = 0,5d(D_{bd}T_h)$	
h = efficiency winch barel, diambil 0,8	
$M_{bd} =$	0,221
Overall gearing ratio	
$N_{bd} = 19,1(\sqrt{M_{bd}})$	
V _u = kecepatan mengangkat beban (0,33 - 0,5) m/s, diambil 0,33 m/s	
$N_{bd} =$	12,176
$L_{sp} = N_{sp} / N_{bd}$	
N _{sp} = Putaran poros motor listrik (500-3000) rpm, diambil 1200 rpm	
$wd =$	98,553
Torsi motor penggerak	
$M_{md} = M_{bd} \cdot (wd / wd)$	
W _{sp} = efisiensi keefektifitas (0,65-0,75), diambil 0,75	
$M_{md} =$	99,524
Daya yang dibutuhkan winch	
$N_e = M_{md} / (550 \cdot 71620)$	
$N_e =$	1,668 HP 1,226 kW
Dibutuhkan 2 winch untuk loading dan unloading conveyer	
	3,335 HP 2,451 kW
Motor Listrik	
$HP =$	4,571 kW 5,942 HP
Motor listrik yang digunakan yaitu outboard, perhitungannya yang dilakukan yaitu: 1. Prangkoed berat motor listrik tidaknya sama kapal, motor listrik outboard lebih ringan. 2. Diameter motor listrik sesuai dengan kapasitas ruangan yang tersedia. Motor listrik outboard tidak perlu ruangan khusus. 3. Harga motor listrik lebih murah (bergantung pada merk dan spesifikasi mesin) 4. Instalasi motor outboard lebih sederhana. 5. Perawatan motor listrik outboard lebih mudah.	
Tipe Mesin :	Isuzu D6GL
Daya :	4,4 kW (6 HP)
Berat :	70 kg
Mesin yang dipakai ada 2 dengan daya yang sama, dikarenakan loading pada kapal katonaran. Tujuan digunakan 2 mesin adalah untuk mesin cadangan jika salah satu bermasalah.	
Perhitungan Daya Conveyer	
$P = (P1 + P2 + P3) \cdot S$	Keterangan
$P1 = \frac{f \cdot (L + L0) \cdot w \cdot V}{6120}$	P = Power (kW)
$P2 = \frac{f \cdot (L + L0) \cdot Q \cdot L}{367}$	P1 = Horizontal Power No Loaded (kW)
$P3 = \frac{H \cdot Q \cdot L}{367} \cdot \left\{ \frac{P}{0,8} \right\}$	P2 = Horizontal Power Loaded (kW)
	P3 = Vertical Power Loaded (kW)
	f = Friction Coefficient (0,03)
	V = Belt speed (m/min)
	H = Height (m) Tengg conveyer
	L = Horizontal Length (m) Panjang conveyer
	L0 = Length coefficient (HP)
	Q = Conveying Capacity (kg)
	S = Safety Factor (1,2)
	Hasil akhir (P) dibagi dengan 0,8 (Safety factor motor)

Jadi dikalikan kapasitas Motor untuk conveyor adalah

Landing Conveyor

P2	1.052 kW
F	0.030
L	2.500
L0	49.000
Q	250.000
P3	0.545 kW
H	0.800
Q	250.000
P	1.917 kW
S	1.200
P0.8	2.396 kW
	3.258 HP

Conveyor Perantara

P2	1.056 kW
F	0.030
L	1.700
L0	49.000
Q	250.000
P3	0.341 kW
H	0.500
Q	250.000
P	1.652 kW
S	1.200
P0.8	2.065 kW
	2.808 HP

Storage Conveyor

P2	1.036 kW
F	0.030
L	1.700
L0	49.000
Q	250.000
P3	0.000 kW
H	0.000
Q	250.000
P	1.243 kW
S	1.200
P0.8	1.554 kW
	2.113 HP

Offloading Conveyor

P2	1.052032116 kW
F	0.03
L	2.5
L0	49
Q	250
P3	0.540959128 kW
H	0.8
Q	250
P	1.916997333 kW
S	1.2
P0.8	2.396 kW
	3.258 HP

Rekapitulasi Daya

Daya (kW)	Landing Conveyor	Conveyor Perantara	Storage Conveyor	Offloading Conveyor
P2	1.052	1.056	1.036	1.052
P3	0.545	0.341	0.000	0.545
P	1.917	1.652	1.243	1.917
P0.8	2.396	2.065	1.554	2.396

Pemilihan conveyor

Jenis conveyor	Tipe	Daya (HP)
Landing conveyor	Interroll US BM 8444	4.000
Conveyor perantara	Interroll US BM 8411	4.000
Storage conveyor	Interroll US BM 8411	4.000
Offloading conveyor	Interroll US BM 8433	4.000

Perhitungan Daya Mesin Penggali Sampah

Pemilihan mesin berdasarkan payload kapal sebesar 454.54 kg, stasiun muatan sampah dalam sekali perjalanan setinggi dari payload, yaitu 227.27 kg sehingga digunakanlah mesin berkapasitas 250 kg/jam.

Jenis Mesin	Tipe	Kapasitas	Daya (HP)
Mesin Pengolah Sampah Organik	Mekanis	250 kg/jam	8
Mesin Pengolah Sampah Anorganik	Mekanis	250 kg/jam	16

Rekapitulasi Peleburan Daya Fasilitas

Jenis	Daya (HP)
Loading Conveyor	4.000
Conveyor Perumian	4.000
Storage Conveyor	4.000
Offloading Conveyor	4.000
Mesin Pengolah Sampah Organik	8.000
Mesin Pengolah Sampah Anorganik	16.000
Windch	3.333
Total	43.333

31.671 kW

PERHITUNGAN TERBAL PELAT

11.1 Perumian I, Konstruksi

$L_{pp} \leq 90\% L_{wl}$		L konstruktif = 90% Lwl
$90\% L_{wl} \leq L_{pp} \leq 97\% L_{wl}$		L konstruktif = Lpp
$L_{pp} \geq 97\% L_{wl}$		L konstruktif = 97% Lwl
Lpp	9.939	
90% Lwl	9.561	
97% Lwl	9.600	
L konstruktif	9.600	

11.2 Perubahan

$P_b = 2A \cdot (C_b + 0.7) \cdot C_r \cdot C_s \cdot F \cdot C_{sp}$

C_b = Wave coefficient

$$\left[\frac{h}{20} + 0.4 \right]^{1/2} \quad \text{for } L \leq 90 \text{ m}$$

$$\left[0.79 - \left(\frac{200 - h}{100} \right)^{1/2} \right]^{1/2} \quad \text{for } 90 \leq L \leq 100 \text{ m}$$

$$0.79 - \frac{h}{100} \quad \text{for } L \geq 100 \text{ m}$$

C_r = Length coefficient

$$\sqrt{\frac{L}{90}} \quad \text{for } L \leq 90 \text{ m}$$

$$1.0 \quad \text{for } L \geq 90 \text{ m}$$

F = Probability factor
 for plain panels
 for stiffeners
 for girders

C_{sp} = Service range coefficient
 for unlimited service range
 for service range P
 for service range L
 for service range T

	Range	Factor C_b	Factor C_r
A	$0.2 \leq h/L < 0.7$ $h/L = 0.100$	$1.2 - h/L$ $C_b = 1.100$	$1.0 - 5 C_b (0.2 - h/L)$ $C_r = 2.000$
	$0.2 \leq h/L < 0.7$ $h/L = 0.430$	1 $C_b = 1$	1 $C_r = 1$
M	$0.7 \leq h/L < 1$ $h/L = 0.850$	$1.0 + 0.7 (h/L - 0.7)$ $C_b = 1.220$	$1 + 20 C_b (h/L - 0.7)^2$ $C_r = 1.800$
	$0.7 \leq h/L < 1$ $h/L = 0.850$	$1.0 + 0.7 (h/L - 0.7)$ $C_b = 1.220$	$1 + 20 C_b (h/L - 0.7)^2$ $C_r = 1.800$

C_b	0.588	
C_r	3.365	
C_s	0.054	
F	1.000	untuk pelat geladak, geladak atas
	0.750	untuk gelang biasa, balok geladak
	0.600	untuk gelang besar serta, penampang
C_{sp}	0.600	untuk shallow water

P_b	0.293	pelat geladak, geladak atas
	0.230	gelang biasa, balok geladak
	0.176	gelang besar serta, penampang

$P_b = 2A \cdot (C_b + 0.7) \cdot C_r \cdot C_s$

$P_b = 0.605$

No.	Perubahan	Nilai
1	C_b	0.054
2	C_r	0.588
3	C_{sp}	0.600
4	C_s	3.365
		$A = 2$
5	C_r	$M = 1.00$
		$F = 1.0$

PILAT ALAS

$$P_u = 10 \cdot T + P_n + G_n$$

$$P_u = 10 \cdot T + P_n + 2 \cdot 3000$$

$$W_u = 1.9 \cdot d \cdot \phi P_n + 1.2 \cdot G_n$$

$$W_u = 1.21 \cdot \phi \cdot (P_n + 1.2 \cdot G_n)$$

k =	1.000	material factor
af =	1.000	kontribusi sektioning
af =	0.850	kontribusi momenjang
a =	0.500	A
a =	0.500	M
a =	0.500	F
k =	1.500	r = 10 mm
		r = 10 mm

$$W_u = 1.21 \cdot \phi \cdot (2) = 0.5$$

W _u = 0.5 < 0.2				
Jumlah 0.100 L				
Jenis	PN	00	00	Diameter (mm)
Pelat	10.586	5.280	001	6.000
		4.702	002	
Persegi	10.440	5.450	001	6.000
		4.650	002	
Persegi	10.332	5.417	001	6.000
		4.631	002	

W _u = 0.5 < 0.7				
Jumlah 0.52 L				
Jenis	PN	00	00	Diameter (mm)
Pelat	10.210	5.380	001	6.000
		4.614	002	
Persegi	10.220	5.354	001	6.000
		4.501	002	
Persegi	10.176	5.334	001	6.000
		4.579	002	

W _u = 0.5 < 1				
Jumlah 0.82 L				
Jenis	PN	00	00	Diameter (mm)
Pelat	10.537	5.514	001	6.000
		4.693	002	
Persegi	10.418	5.448	001	6.000
		4.651	002	
Persegi	10.334	5.400	001	6.000
		4.620	002	
1000	4.779	5.000		

Kategori Tahan Pelat Atas		
A	6.000	mm
M	6.000	mm
F	6.000	mm

PILAT SISI

$$W_u = 1.9 \cdot d \cdot \phi P_n + 1.2 \cdot G_n$$

$$W_u = 1.21 \cdot \phi \cdot (P_n + 1.2 \cdot G_n)$$

Diketahui: $p_n = 20$

$$p_n = 1000 - d + p_n \cdot \phi \left(1 - \frac{\phi}{4}\right)$$

Diketahui: $p_n = 20$

$$p_n = p_n \cdot \phi \frac{20}{10 + p_n - \phi}$$

$$W_u = 1.21 \cdot \phi \cdot (2) = 0.5$$

Diketahui: $p_n = 20$		
Perhitungan	Tetap	Diameter (mm)
P5	6.703	
001	4.630	5.000
002	4.133	5.000

Diketahui: $p_n = 20$		
Perhitungan	Tetap	Diameter (mm)
P5	3.274	
001	2.105	2.000
002	1.805	2.000

$$W_u = 0.5 < 0.7$$

Diketahui: $p_n = 20$		
Perhitungan	Tetap	Diameter (mm)
P5	6.352	
001	4.467	5.000
002	4.026	5.000

Diketahui: $p_n = 20$		
Perhitungan	Tetap	Diameter (mm)
P5	6.637	
001	1.803	2.000

IS2	1.491	2.000
-----	-------	-------

0.7 < x/L < 1 diambil 0.82 L

Di bawah garis air

Perhitungan	Tebal	Diametri (mm)
PS	8.668	
IS1	4.617	5.000
IS2	4.122	5.000

Di atas garis air

Perhitungan	Tebal	Diametri (mm)
PS	1.210	
IS1	2.075	2.000
IS2	1.866	2.000

Rekapitulasi Tebal Pelat besi

A	5.000	mm
M	5.000	mm
F	5.000	mm

PELAT GELADAK

0.0 < L1 a - 0.0D/ku/2 > 0K

0.0 < PD/2(10+a) < 0.06aD

0.7 < x/L < 0.2 diambil 0.203 L

Jenis	PD	ID	Diametri
Pelat	1.261	1.882	2.000
Penyang	0.986	1.786	2.000
Penyang	0.737	1.720	2.000

0.2 < x/L < 0.7 diambil 0.57 L

Jenis	PD	ID	Diametri
Pelat	1.147	1.847	2.000
Penyang	0.860	1.760	2.000
Penyang	0.688	1.708	2.000

0.7 < x/L < 1 diambil 0.82 L

Jenis	PD	ID	Diametri
Pelat	1.431	1.900	2.000
Penyang	1.075	1.500	2.000
Penyang	0.860	1.500	2.000

Rekapitulasi Tebal Pelat Geladak

A	5.000	mm
M	5.000	mm
F	5.000	mm

t min

Sehingga,

Tebal Pelat Atas	6.000 mm	0.500 in
Tebal Pelat Sisi dan Geladak	5.000 mm	0.001 in

PERHITUNGAN BEBAT

PERHITUNGAN LWT

No.	Batu	A (m ²)	ρ _{batu} (kg/m ³)	Berat (ton)
1	Berat Lambung Kapal			
	Luas sisi lambung	52.385	7850	2.467
2	Berat Geladak Atas Kapal			
	Luas Geladak Atas	17.795	7850	0.688
3	Berat Rangka Navigasi			
	Luasan di dalam ruang navigasi	22.984	7850	0.902
4	Berat Tangki Permesinan			
	Luasan tangki permesinan	19.000	7850	0.746
	Luasan tangki generator	11.220	7850	0.440
5	Berat Konstruksi Lambung Kapal			
	(Berat konstruksi lambung kapal menurut pengalihan empiris 20%-25% dari luasan lambung kapal (20%))			
	Berat baja lambung + geladak kapal			3.166
	20% dari berat baja kapal			0.633
6	Equipment & Outfitting			
	Peralatan Navigasi			0.075
	Loading Conveyor			0.300
	Offloading Conveyor			0.500
	Conveyor Perantara			0.500
	Storage Conveyor			0.500
	Mesin Penggali Sampah Organik			0.075
	Mesin Penggali Sampah Anorganik			0.077
	Mesin Listrik Loading Conveyor			0.038
	Mesin Listrik Offloading Conveyor			0.038
	Mesin Listrik Conveyor Perantara			0.038
	Mesin Listrik Storage Conveyor			0.038
	Mesin Listrik Mesin Penggali Sampah Organik			0.050
	Mesin Listrik Mesin Penggali Sampah Anorganik			0.110
	Mesin Listrik Winch Loading			0.020
	Mesin Listrik Winch Offloading			0.020

Motor Outboard		0.190
Bahan Motor Outboard		0.977
Generator		0.190
TOTAL		1.357

PERHITUNGAN DWT

No	Item	Nilai	Unit
1	Perkond	456.388	kg
2	Crew dan Barang Barisan		
	Jumlah Crew	3.000	orang
	Berat Crew	75.000	kg/orang
	Berat Barang Barisan Crew	3.000	kg/orang
	Berat Total Crew	225.000	kg/orang
	Berat Total Barang Barisan Crew	9.000	kg
4	Bahan Bakar Motor Outboard	11.509	kg
5	Bahan Bakar Generator	13.565	kg
Total		715.827	kg
		0.716	ton

LWT/DWT	9.509	ton
Displacement	9.772	ton
Selisih material yang dipakai	0.977	ton
Selisih displacement dengan berat total	0.285	ton
Konklus		Accepted

TITIK BERAT

Titik berat total		
Berat 1 tonbrang	4766.500 kg	
LCG 1 tonbrang	-0.798 m	dari midship
VCG 1 tonbrang	0.464 m	dari baseline
LCG seluruh ton	-0.598 m	dari midship
VCG seluruh ton	0.464 m	dari baseline

NO	Jenis DWT	LCG dari AP (m)	VCG (m)
1	Hull	5.089	0.862
2	Deck	5.162	1.770
3	Barang barisan	4.520	3.170
4	Tempat pemukiman	5.020	1.400
5	Tempat generator	3.230	1.400
6	Construction	4.291	0.134
7	Peralatan navigasi	4.334	3.170
8	Loading conveyor	7.690	1.400
9	Offloading conveyor	4.110	1.400
10	Conveyor pemutaran	5.020	1.400
11	Storage conveyor	2.940	1.400
12	Mesin pengolah sampah organik	5.020	1.400
13	Mesin pengolah sampah anorganik	5.020	1.400
	Motor Listrik Loading Conveyor	7.690	1.400
	Motor Listrik Offloading Conveyor	4.110	1.400
	Motor Listrik Conveyor Pemutaran	2.940	1.400
	Motor Listrik Storage Conveyor	5.020	1.400
	Motor Listrik Mesin Pengolah Sampah Organik	5.020	1.400
	Motor Listrik Mesin Pengolah Sampah Anorganik	5.020	1.400
	Motor Listrik Winch Loading	5.740	3.120
	Motor Listrik Winch Offloading	5.740	3.120
14	Motor outboard	-0.120	1.950
	Bahan motor outboard	-0.120	1.950
15	Generator	3.230	3.070

NO	Item DWT	LCG dari AP (m)	VCG (m)
1	Bahan bakar generator	3.530	2.400
	Bahan bakar motor outboard	3.530	2.400
	Crew pemulih	5.780	3.420
	Crew navigasi	3.020	3.320
2	Barang barisan crew pemulih	5.740	3.420
	Barang barisan crew navigasi	3.020	3.320
3	Perkond	2.960	1.770

DARI MANURIF		
LCB	4.532 dari AP	-0.440 dari midship
LCF	4.408 dari AP	
KB	0.478	

Perhitungan Lambung Tundal (Freeboard) Kapal

- Freeboard Standar (FB) (DACS) Indonesia Flagged - Chapter 6 Section 5.1.2 menyebutkan bahwa:
 - Kapal Tipe A adalah:
 - Kapal yang dibesarkan untuk menampung kargo umum cair
 - Kapal yang memiliki ketinggian tinggi pada geladak terendah
 - Kapal yang memiliki tingkat kedalaman yang tinggi terhadap buaya
 - Kapal Tipe B adalah selain kapal Tipe A

Oleh karena itu kapal jenis buah skinner boat (kapal pembuat sampah) merupakan kapal Tipe B. Berikut adalah persamaan yang digunakan untuk kapal tipe B dengan panjang > 70 m dalam perhitungan FB!

- FB1 = 0.8L
 8.352 cm
 0.084 m
2. Koreksi Freeboard terhadap Cb (FB2)
 Karena Cb kapal ini ≤ 0.68 maka tidak perlu dilakukan koreksi freeboard terhadap Cb
 FB2 = $(0.68 - Cb) / 1.36$
 0.932 cm
 0.000 m
3. Koreksi Freeboard terhadap Tinggi Kapal (FB3)
 Koreksi freeboard terhadap tinggi dilakukan untuk kapal dengan $H > L/15$
 $H > L/15$
 $1.8 > 0.664$
 FB3 = $20(H - L/15)$
 22.721 cm
 0.227 m
4. Koreksi Freeboard terhadap Bangunan Atas (FB4)
 Koreksi Freeboard terhadap bangunan atas dilakukan untuk kapal dengan lebar setempet $\geq 90\%$ B moulded
 Karena kapal tidak memiliki bangunan atas, maka FB4 = 0.000

Total freeboard yang disarankan menurut NCVS adalah:

Fb = FB1+FB2+FB3+FB4
 0.311 m

Freeboard actual = H-T
 0.800 m

Sehingga lambung timbul tersebut memenuhi

Rekapitulasi Freeboard			
NO	ITEM	HASIL	SATUAN
1	Tipe Kapal	Type B	
Koreksi-koreksi			
2	Koreksi freeboard terhadap panjang (FB1)	0.084	m
	Koreksi freeboard terhadap Cb (FB2)	0	m
	Koreksi freeboard terhadap tinggi kapal (FB3)	0.227	m
	Koreksi freeboard terhadap Bangunan Atas (FB4)	0	m
Freeboard Total		0.311	m
Actual Freeboard		0.8	m
Keterangan		Accepted	

STABILITAS

Bahan Bakar	Freeboard	Kode Loadcase (LC)	GZ 0 max = 0°-30°	GZ 0 = 30°-40°	Sudut maksimum GZ	Lengan pengembali	Ketinggian metacentric (GM)
			Batasannya				
			3.151 m.deg	1.718 m.deg	25 deg	0.2 m	0.17 m
0%	0%	LC 1	18.94	9.114	26.8	1.026	2.541
	25%	LC 2	18.78	9.139	27.3	1.029	2.503
	50%	LC 3	18.61	9.162	27.7	1.031	2.466
	100%	LC 4	18.27	9.204	28.2	1.035	2.395
25%	0%	LC 5	18.83	9.113	26.8	1.026	2.538
	25%	LC 6	18.76	9.137	27.3	1.029	2.503
	50%	LC 7	18.6	9.161	27.3	1.031	2.464
	100%	LC 8	18.29	9.202	28.2	1.035	2.395
50%	0%	LC 9	18.92	9.112	26.8	1.026	2.536
	25%	LC 10	18.75	9.136	27.3	1.029	2.498
	50%	LC 11	18.58	9.16	27.3	1.031	2.461
	100%	LC 12	18.24	9.201	28.2	1.035	2.39
100%	0%	LC 13	18.89	9.101	26.8	1.026	2.531
	25%	LC 14	18.72	9.134	27.3	1.028	2.493
	50%	LC 15	18.56	9.157	27.3	1.031	2.456
	100%	LC 16	18.21	9.198	28.2	1.034	2.385

TRIM

Bahan bakar	Freeboard	Kode	T _a	T _T	Setelah max		0.048795
					Setelah	Ketimbangan	
0%	0%	LC 1	0.932	0.974	0.042	Accepted	
	25%	LC 2	0.950	0.971	0.021		
	50%	LC 3	0.968	0.968	0.000		
	100%	LC 4	1.005	0.961	-0.041		
25%	0%	LC 5	0.935	0.974	0.041		
	25%	LC 6	0.951	0.971	0.020		
	50%	LC 7	0.968	0.968	0.000		
	100%	LC 8	1.004	0.961	-0.043		
50%	0%	LC 9	0.934	0.974	0.040		
	25%	LC 10	0.952	0.971	0.019		
	50%	LC 11	0.969	0.968	-0.001		
	100%	LC 12	1.005	0.961	-0.044		
100%	0%	LC 13	0.935	0.974	0.039		

	25%	IC 14	0.953	0.971	0.018
	50%	IC 13	0.968	0.971	0.003
	100%	IC 14	1.006	0.962	-0.044

PERHITUNGAN EKONOMIS

Biaya Pembangunan

No	Item	Satuan	Harga	Total (USD)
Bahan kapal				
1	Pelat landing kapal	3 ton	470 USD/ton	1414
2	Pelat geladak kapal	1 ton	470 USD/ton	470
3	Pelat konstruksi kapal	1 ton	470 USD/ton	470
4	Pelat lining kapal	1 ton	470 USD/ton	470
5	Pelat atap kapal	0 ton	470 USD/ton	161
6	Elektroda	0 ton	2620 USD/ton	804
7	Rolling	40 ton	55 USD/ton	2800
8	Kawat	1 ton2	4 USD/ton2	8
Equipmen				
9	Pelat grinding mesin	1 ton	470 USD/ton	487
10	Mesin pengaluh serpih organik	1 unit	1167 USD/unit	1167
11	Mesin pengaluh serpih anorganik	1 unit	1333 USD/unit	1333
12	Loading conveyor	1 unit	667 USD/unit	667
13	Storage conveyor	1 unit	667 USD/unit	667
14	Offloading conveyor	1 unit	667 USD/unit	667
15	Outboard motor	1 unit	667 USD/unit	667
16	Generator	1 unit	800 USD/unit	800
17	Kursi operator	1 unit	105 USD/unit	10
Peralatan navigasi				
18	Komara	2 unit	20 USD/unit	40
19	Kompas	1 unit	60 USD/unit	60
20	GPS	1 unit	470 USD/unit	470
21	Layar radar	1 unit	20 USD/unit	20
Peralatan komunikasi				
22	Radio telephone	1 set	172 USD/set	172
23	Digital Selective Calling (DSC)	1 set	186 USD/set	186
24	Navigationl Telen (Navtex)	1 set	11 USD/set	11
25	EPBB	1 set	110 USD/set	110
26	SART	1 set	470 USD/set	470
27	SSAS	1 set	20 USD/set	20
28	Portable 2 way VHF Radio telephone	1 set	87 USD/set	87
Peralatan keselamatan penumpang				
29	Life Jacket	3 unit	10 USD/unit	30
Komponen elektronik				
30	Komponen elektronik	1 set	3 USD/set	3
Total (USD)				15628
Total (Rp)				Rp271.764.452

Korosi Elektronik

No	Item	Nilai
1	Korosi peralatan	
	5% dari biaya pembangunan awal	Rp1.381.226
2	Biaya fuel	
	2% dari biaya pembangunan awal	Rp4.634.289
3	Biaya Pajak Pemasangan	
	10% dari biaya pembangunan awal	Rp23.176.445
Total		Rp29.191.957

Total Biaya Pembangunan Rp271.164.498

Biaya Operasional

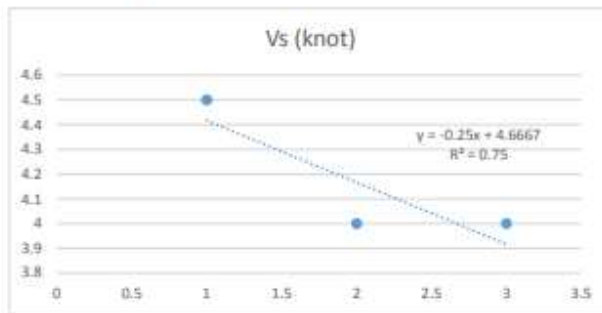
No	Item	Nilai (Annum)	Total
Biaya perawatan			
1	Biaya perawatan	10%	Rp27.116.449
Cost crew			
2	Crew (3)	Rp100.000	Rp300.000
Bahan bakar			
	Harga per liter	Rp7.800	
3	Pengaliran per bulan	24.5 liter	Rp192.000
Waktu/dinas			
	Biaya	Nilai	Masa
1	Biaya perawatan	Rp27.116.449	per tahun
2	Cost crew	Rp300.000	per tahun
3	Bahan bakar	Rp192.000	per tahun
Total		Rp27.608.449	per tahun
Total		Rp2.300.716	per bulan

DURASI KAPAL BEROPERASI DAN FASILITAS BEKERJA

Durasi fasilitas bekerja \leq durasi kapal beroperasi

Kecepatan kapal diperoleh dengan cara forecasting, menggunakan kapal pembanding

Jenis	Vs (knot)	H	T	B	LOA	Payload (ton)
Floating Debrish Collection	4.5	3.5	0.55	2.5	8	5.5
Mini Cat	4	2.5	0.4	2.5	6.5	5
Pelikan Project	4	4	1.1	2.48	10.9	9



$$y = -0.25x + 4.6667$$

$$y = 3.667$$

$$Vs = 4$$

Keterangan	Offloading Conveyor	Storage Conveyor	Conveyor Perantara	Mesin Pengolah	Spare time pemilahan	Loading Conveyor	Satuan	Total Waktu (s)
Kapasitas real	2x250	2x250	2x250	250		500	kg	
Panjang	2.73	1.5	1.38			3.77	m	
Speed pada beban 50 kg	1	1	1			1	m/s	
Speed pada beban 250 kg	0.2	0.2	0.2			0.2	m/s	
Waktu pada beban 250 kg	13.65	7.5	6.9	2400	120	18.85	s	2566.9

Durasi Pelayaran

1 knot =	0.5144 m/s	2818.818 second
1 meter =	0.000621 mil	0.783005 hour
1 mil =	1609.344 meter	46.9803 minutes
4 knot =	2.0576 m/s	

route sungai =	5.8 km	dalam 1x keberangkatan
	11.6 km	dalam 2x keberangkatan
	11600 meter	

Bahan Bakar Generator

Daya	45.6 kW	
Berat	350 kg	
Konsumsi bahan bakar	10.8 liter/jam	
Durasi pelayaran	1.57 jam	
Total konsumsi bahan bakar	16.956 liter	
	0.0108 m ³ /jam	
	0.016956 m ³ /1.57jam	0.125
Rho solar	0.8 ton/m ³	
Berat bahan bakar Untuk 1.5 jam	0.00864 ton/jam 0.013565 ton/1.57jam	

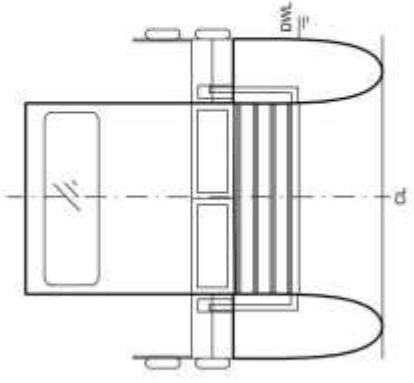
Bahan Bakar Motor Outboard

Daya	4.4 kW
Berat	50 kg
Konsumsi bahan bakar	2.1 liter/jam
Durasi pelayaran	1.57 jam
Total konsumsi bahan bakar	3.297 liter
	0.0021 m ³ /jam
	0.003297 m ³ /1.57jam
Rho bensin	0.9 ton/m ³
Berat bahan bakar Untuk 1.57 jam	0.00189 ton/jam 0.002967 ton/1.57jam
Untuk 2 mesin outboard	0.005935 ton/1.57jam

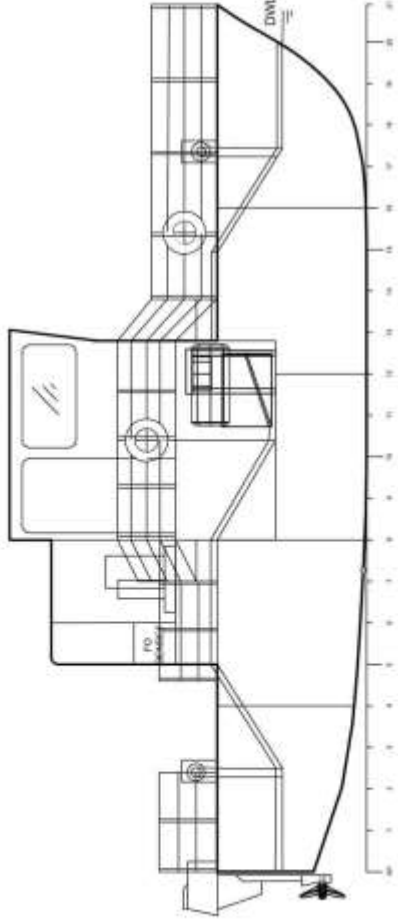
LAMPIRAN B
GAMBAR RENCANA GARIS

LAMPIRAN C
GAMBAR RENCANA UMUM

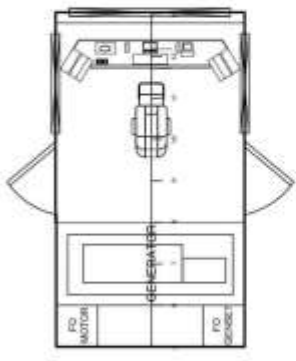
FRONT VIEW



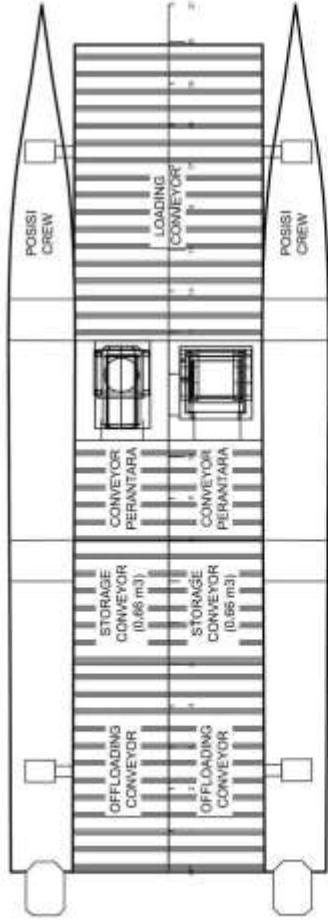
SIDE VIEW



NAVIGATIONAL DECK



MAIN DECK



PRINCIPLE DIMENSION	
Boat Type	Type B
Length Overall (LOA)	35.000 m
Length Between Perpendiculars (LBP)	30.000 m
Beam (B)	7.842 m
Height (H)	5.000 m
Design (D)	1.000 m
Block Speed (V _B)	4 knots
Crane	2 Pieces
Main engine power	2 x 9 HP

DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER			
TRASH RECYCLING CATAMARAN BOAT			
GENERAL ARRANGEMENT			
NO.	NO.	REVISION	REVISI
DATE	DATE	BY	BY
APPROVED	APPROVED	DATE	DATE

LAMPIRAN D
GAMBAR 3D



PRINCIPAL DIVISION	
Location (JICA)	500 P
Construction Requirements	5000
Number of	1.5 m
Height (m)	10 m
Number of Floors	4 floors
Completion	10/2017


DEPARTMENT OF CIVIL ARCHITECTURE
FACULTY OF ENGINEERING
UNIVERSITY OF CALLOSING STATE

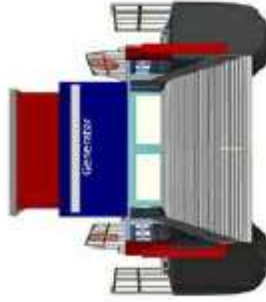
TRASH RECYCLING CATERING BOAT

Author	1.000	10/2017	10/2017
Reviewer	1.000	10/2017	10/2017
Approver	1.000	10/2017	10/2017

FRONT VIEW



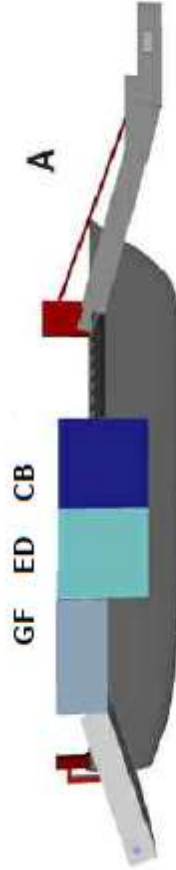
BACK VIEW



TOP VIEW



SIDE VIEW

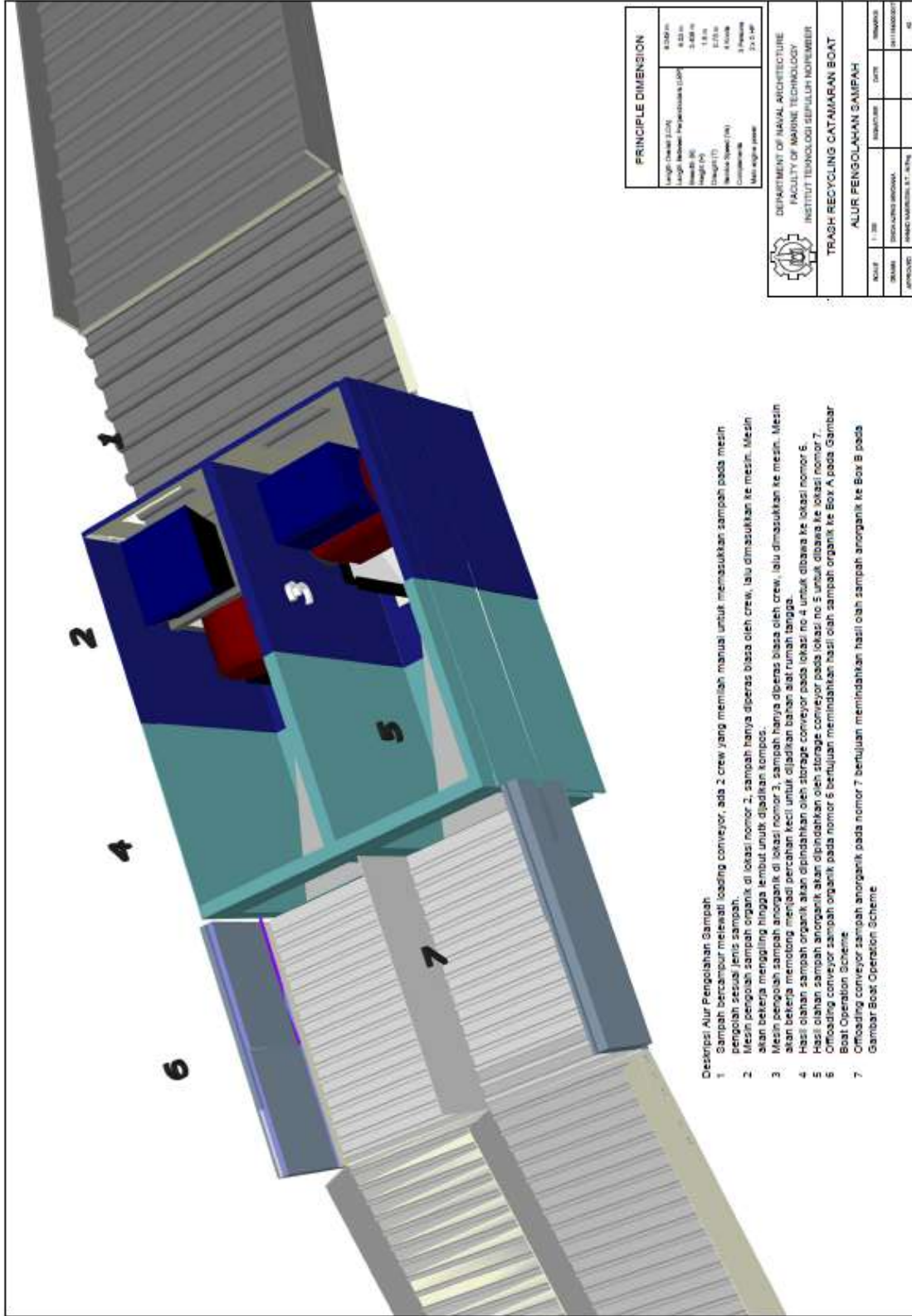


Keterangan:

- A : Loading Conveyor
- B : Mesin Pengolah Sampah Organik
- C : Mesin Pengolah Sampah Anorganik
- D : Storage Conveyor Hasil Olah Sampah Organik
- E : Storage Conveyor Hasil Olah Sampah Anorganik
- F : Offloading Conveyor Hasil Olah Sampah Organik
- G : Offloading Conveyor Hasil Olah Sampah Organik

PRINCIPLE DIMENSION	
Length (Total LUN)	6.000 m
Length (Mesin Pengolahan Sampah)	6.20 m
Width (B)	3.200 m
Height (A)	1.8 m
Height (D)	0.75 m
Number of Deck (N)	4 Deck
Changements	3 Pemasukan
Main engine power	2 x 1.000 HP

 DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER			
TRASH RECYCLING CATAMARAN BOAT			
3D GENERAL ARRANGEMENT			
NAME	S. 200	NO. SKRIPSI	2020
DESIGNER	DIKOLANDI WINDANA	DATE	
APPROVED	PRIMO MURNI, S.T., M.P.	DATE	
		DATE	



- Deskripsi Alur Pengolahan Sampah**
1. Sampah bercampur melewati loading conveyor, ada 2 crew yang memilah manual untuk memasukkan sampah pada mesin
 2. Pengolah sesuai jenis sampah
 3. Mesin pengolah sampah organik di lokasi nomor 2, sampah hanya diperas bisa oleh crew, lalu dimasukkan ke mesin. Mesin akan bekerja menggiling hingga lembut untuk dijadikan kompos.
 3. Mesin pengolah sampah anorganik di lokasi nomor 3, sampah hanya diperas bisa oleh crew, lalu dimasukkan ke mesin. Mesin akan bekerja mendorong menjadi percahan kecil untuk dijadikan bahan saat reman banggaa.
 4. Hasil olahan sampah organik akan dipindahkan oleh storage conveyor pada lokasi no 4 untuk dibawa ke lokasi nomor 6
 5. Hasil olahan sampah anorganik akan dipindahkan oleh storage conveyor pada lokasi no 5 untuk dibawa ke lokasi nomor 7.
 6. Offloading conveyor sampah organik pada nomor 6 bertujuan meminimalkan hasil olah sampah organik ke Box A pada Gambar Boat Operation Scheme
 7. Offloading conveyor sampah anorganik pada nomor 7 bertujuan meminimalkan hasil olah sampah anorganik ke Box B pada Gambar Boat Operation Scheme

PRINCIPLE DIMENSION	
Length Overall (LOA)	9.500 m
Length Between Perpendiculars (LBP)	8.520 m
Beam (B)	2.400 m
Height (H)	1.8 m
Depth (T)	2.7 m
Service Speed (V)	4.5 kts
Consumption	3.500 kwh
Max. engine power	20 x 5 HP

 DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	
TRASH RECYCLING CATAMARAN BOAT	
ALUR PENGOLAHAN SAMPAH	
NO. SKRIPSI	17200
DISUSUN OLEH	REDAK MUBTIN, ST, STPng
REVISI	01/10/2020
DATE	

LAMPIRAN E
KATALOG

CONVEYOR

BM 8434 / 8444

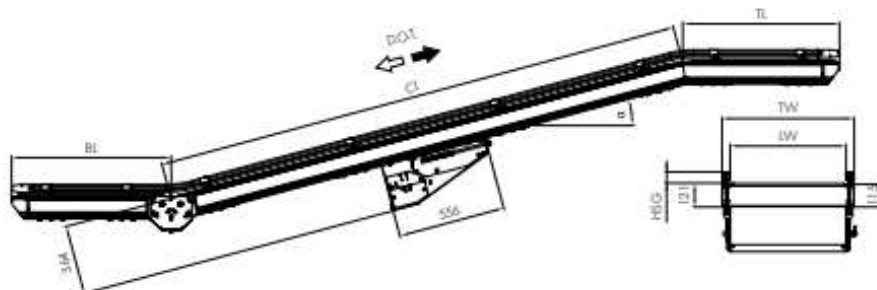
Interroll Belt Conveyor

Straight

Center Drive + Top Arch + Feed



Dimensions



BF	Between frames	420, 620, 840 mm (16.5", 24.4", 33" nom.) others on request
LW	Lane width	BF + 12 / -90 mm (+4.72" / -3.54") per side with flexible side guide
CL	Module length	1500 to 20,010 mm
TL	Top length	720 to 2160 mm
BL	Bottom length	720 to 1020 mm (28.3" to 40")
TW	Module width	BF + 80 mm (3.15")
HSG	Height side guide	35 - 65 mm (1.38" - 2.56")
α	Inclina/Decline angle	6°/9°/12°/15°/18°

Technical data

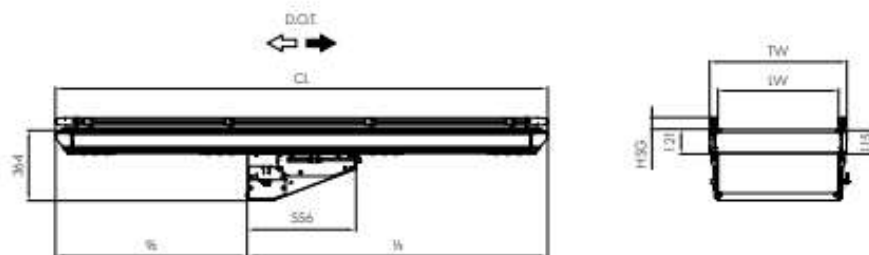
General technical data	Max. load capacity*	50 kg/m (33 lbs/ft)
	Max. load capacity per module*	550 kg (1200 lbs)
	Conveyor speed*	0.1 to 2.5 m/s (at 50 kg) 20 to 492 ft/m (at 110 lbs)
	Inclina/decline	Max. 18°
	Ambient temperature	+5 to +40 °C (drum motor) -5 to +50 °C (gear motor) 40 to 105 °F (drum motor) 23 to 120 °F (gear motor)
Drive	Rated voltage	400 V / 460 V
	Electrical power	Max. 3 kW (4 HP)
	Motor type	Drum motor/gear motor
Materials	Conveyor belt	Grooved longitudinally, 2-layer, PVC
	Slider bed	Sheet steel 2 mm

BM 8411 / 8421

Interroll Belt Conveyor
Straight
Center Drive



Dimensions



BF	Between frames	420, 620, 840 mm (16.5", 24.4", 33" nom.) others on request
LW	Lane width	BF + 120 / -90 mm (+4.72" / -3.54") per side with flexible side guide
CL	Module length	1,500 to 20,010 mm
TW	Module width	BF + 80 mm (3.15")
HSG	Height side guide	35 - 65 mm (1.38" - 2.56")

Technical data

General technical data	Max. load capacity*	50 kg/m (33 lbs/ft)
	Max. load capacity per module*	550 kg (1200 lbs)
	Conveyor speed*	0.1 to 2.5 m/s (0.0 to 492 ft/m)
	Incline/decline	Max. 18°
	Ambient temperature	+5 to +40 °C (drum motor) -5 to +50 °C (gear motor) 40 to 105 °F (drum motor) 23 to 122 °F (gear motor)
Drive	Rated voltage	400 V / 460 V
	Electrical power	Max. 3 kW (4 HP)
	Motor type	Drum motor/gear motor
Materials	Conveyor belt	Level: smooth, 3-layer, PVC Rising/falling gradient: grooved longitudinally, 3-layer, PVC
	Slider bed	Zinc-plated sheet steel 2,5 mm
		Zinc-plated sheet steel 3 mm (from BF = 840 mm)

BM 8433 / 8443

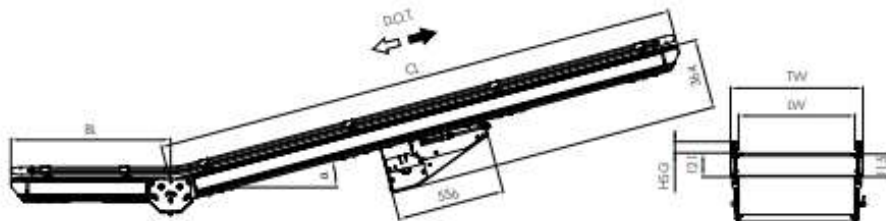
Interroll Belt Conveyor

Straight

Center Drive + Feed



Dimensions



BF	Between frames	420, 620, 840 mm (16.5", 24.4", 33" nom.) offers on request
LW	Lane width	8F + 120 / -90 mm (+4.72" / -3.54") per side with flexible side guide
CL	Module length	1500 to 20,010 mm
BL	Bottom length	720 to 2160 mm
TW	Module width	8F + 80 mm (3.15")
HSG	Height side guide	35 - 65 mm (1.38" - 2.56")
α	Incline/Decline angle	6°/9°/12°/15°/18°

Technical data

General technical data	Max. load capacity*	50 kg/m (33 lbs/ft)
	Max. load capacity per module*	550 kg (1200 lbs)
	Conveyor speed*	0.1 to 2.5 m/s (at 50 kg) 20 to 492 ft/min (at 110 lbs)
	Incline/decline	Max. 18°
	Ambient temperature	+5 to +40 °C (drum motor) -50 to +50 °C (gear motor) 40 to 105 °F (drum motor) 23 to 122 °F (gear motor)
Drive	Rated voltage	400 V / 480 V
	Electrical power	Max. 3kW / 4 HP
	Motor type	Drum motor/gear motor
Materials	Conveyor belt	Grooved longitudinally, 3-layer, PVC
	Slider bed	Sheet steel 2 mm

MESIN PENGOLAH SAMPAH

www.maksindo.com



Maksindo
MULIYA PROGRESS BUDAYA



ISO 9001:2015
REGISTERED No. 15-01075



KAN
KONVENSIONAL
AGROKONVENSIONAL
NATURAL

MESIN GRINDER KOMPOS ORGANIK

MKOM-800 AGROWINDO



1 YEAR
WARRANTY





Agrowindo
Create Better Future



AMERICAN
BRAND
INDONESIA



ANGEM
MEKSIDA
INDONESIA

Grinder (Pengahcur Kompos Organik) Mesin Pengahcur Kompos Agrowindo Fungsi merajang kompos dalam ukuran yang lebih kecil sesuai dengan permintaan. Bahan-bahan yang bisa dihancurkan dengan mesin grinder kompos ini antara lain menghancurkan dan menghaluskan jerami, rumput gajah, jerami, kompos organik, ranting, kotoran ternak, dan bahan organik lainnya.

Keunggulan Mesin

- Pisau terbuat dari bahan cold work tool steel dan dihardening, sehingga mempunyai ketajaman dan kekerasan yang sangat baik dan tahan lama (tidak mudah tumpul). Kekerasan pisau 58-60 Hrc
- Mesin sangat mudah dioperasikan dan hemat bahan bakar
- Daya cacahan lebih banyak dan halus serta tidak selo walau jeraminya panjang, kering atau basah. Dan cepat menjadi pupuk organik
- Bisa untuk mencacah bahan yang lebih alot seperti tandan kosong kelapa sawit, kulit kelapa, dan sampah organik lain
- Pisau sistem knock down, bisa dibongkar pasang
- Body mesin sangat kuat dan kokoh Suku cadang ready stock
- Mudah dipindah
- Garansi
- Harga kompetitif dan investasi Anda akan sangat menguntungkan
- Ada test report

Spesifikasi Mesin

- Tipe Mesin : MKOM-800 Agrowindo
- Kapasitas : 800
- Dimensi : 150 cm x 90 cm x 130 cm
- Power diesel : 10 HP
- Berat : ± 100 kg (tanga penggerak)
- Hasil potong : 0 — 6 cm
- Pisau : baja cold work steel
- Rangka : siku besi 5 x 5 dengan tebal 4 mm
- Silinder : Plate MS, diameter : 40 cm, tebal : 4 mm
- Cup samping silinder : Plate MS tebal : 6 mm
- Sistem pisau : knock down bisa dibongkar pasang
- Jumlah pisau : 18 pcs

MESIN PENGHANCUR PLASTIK (PERAJANG LIMBAH PLASTIK)



PLT-200



PT Agrowindo bisa memproduksi mesin penghancur plastik atau perajang plastik menjadi biji plastik, misalnya botol aqua, dll. Mesin penghancur plastik ini sangat cocok untuk industri pengolahan plastik bekas. Mesin daur ulang limbah plastik Agrowindo ini layak Anda jadikan investasi karena harganya sangat murah dibanding dengan potensi dan peluang bisnisnya

Keunggulan Mesin

- Investasi Hemat Mesin : porajang plastik Agrowindo ini harganya hemat. Sehingga cocok untuk investasi usaha kecil menengah
- Bisa untuk berbagai limbah plastik : Mesin ini dilengkapi dengan pisau baja yang tajam. Sehingga cocok untuk berbagai limbah plastik : botol air mineral, botol olie, dll
- Berbagai pilihan kapasitas : Mesin daur ulang plastik ini kami sediakan dalam beberapa kapasitas out put, sehingga Anda bisa memilih mesin sesuai dengan kebutuhan pengolahan limbah plastik
- Telah Digunakan Banyak Pengusaha : ha Mesin limbah plastik ini telah banyak digunakan oleh pengusaha limbah plastik di berbagai daerah.

Spesifikasi Mesin

- Tipe : PLT200
- Merek : Agrowindo
- Kapasitas : 200 kg / jam
- Power : 16-20 HP
- Dimensi mesin : 90 cm x 80 cm x 160 cm
- Cutting size : 10 mm
- Bahan: plat mild steel

MOTOR OUTBOARD



SPECIFICATIONS

Models	DF6L
Transom Height	508 mm
Starting System	Manual
Weight	25 kg
Engine Type	OHV
Piston Displacement	138 cm ³
Bore x Stroke	60.4 x 48
Maximum Power	4.4 kW {6HP}
Full Throttle Operating Range	4.750 - 5.750

Ignition System	Digital CDI	Recommended Fuel	RON 91
Battery Charging	12V 5A (op.)	Exhaust	Above Prop Exhaust
Steering	Tiller	Propeller Selection	6
Trim Method (Positions)	Manual Trim and Tilt	Engine Mounting	Bushing Type
Fuel/Oil Mixing Ratio	-	FEATURES	
Gear Shift	F - N - R	Over-Rev Limiter	-
Gear Ratio	1.92 : 1	Emergency Stop Switch	-
Drive Protection	-	Start-in Gear Protection	-
Fuel Delivery System	Carburetor	Shallow Water Drive	Electric System
No of Cylinders	1	Loop Charge Fuel Induction	-
Choke	Manual	Dual Water Intakes	-

GENERATOR

PERKINS 33-112 kVA

Technical Specifications



ENGINE

- PERKINS series heavy duty diesel engine
- 4 cycle, water cooled, natural / turbocharged / turbocharged & air to air charge cooled
- Direct injection
- Rotary type pump
- 12/24 volt self-starter and charger alternator
- Changeable air, fuel and oil filter
- Tropical type radiator
- Flexible fuel pipe
- Oil discharge valve and extension pipe
- Industrial type silencer, exhaust spiral or compensator
- Maintenance free battery
- Engine block water heater (in automatic models)
- Engine block water heater (in automatic models)
- Diesel gen-set maintenance and operating instructions and electrical circuit diagram

QUALITY STANDARD

Our generators are manufactured in compliance with VDE 0530, BSE 4999 BS5000, IEC 34, TS ISO 8528, TS EN ISO 3744, TS EN ISO 3746, TS EN 60034-1, TS EN 60204-1, TS EN 60335-1, TS EN 61439-1, EN 61000, TS EN ISO12100 standards.

We have ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, OHSAS 18001:2007 and ISO10002:2006 management system certificates from Kiwa & MEYER, an accredited independent quality organization.

Our generators up to 400 kw are manufactured in compliance with 2000/14/EC European noise emission directive and certified from Ente Certificazione Macchine.

We also have TS ISO 8528-4, TS ISO 8528-5, TS EN 13501-1+A1:2013 flame retardancy and TS EN ISO 9227 certificates against anti-corrosion together with CE Declaration.

ALTERNATOR

- Brushless, single bearing, flexible disc 4 poles alternator for harmonic failure
- H type isolation class
- IP 21-23 protection class
- Self exciter
- Electronic automatic voltage regulator
- Stator 2/3 step for harmonic failure

- The alternator windings are protected by insulating varnish against oil and acid.

EXTRA EQUIPMENTS

- Charge ammeter
- Moulded case circuit breaker (in automatic models)
- Hospital/Critical type silencer
- Sound-proof canopy
- Mobile - trailer
- Synchronization control panel for 2-16 gensets
- 3 pole/4 pole automatic transfer panel (A.T.S.)
- Fuel and oil heater
- Alternator heater
- Automatic fuel filling system
- Fuel-water separator filter
- PMG warning system

CANOPY

- Modular type sound-proof canopy
- Canopy installation executed with screw and nut, without welding process
- Epoxy and polyester powder painted canopy
- Canopy designed for easy maintenance
- Lockable doors on both sides of canopy
- Emergency stop button
- Transparent panel inspection window

AUTOMATIC CONTROL PANEL

- LCD display screen
- Battery charger
- Hardware and materials needed
- USB port & RS-485 output

GEN-SET SAFETY PROTECTION & ALARMS

- High water temperature
- Low oil pressure
- High & low engine speed
- Low radiator water level
- Low radiator water level
- Over current load
- High & low genset voltage
- Start/stop failure



Easy maintenance canopy design



Refilling from the outside of the canopy



Canopy made of galvanized steel



Warning system for decreasing fuel with electronic fuel level sender



PERKINS Series

Diesel Generator Sets

PERKINS Series Diesel Generator Sets 33-112 kVA

MODEL			E PR XX 0033	E PR XX 0050	E PR XX 0066	E PR XX 0072	E PR XX 088	E PR XX 0112	
GROUP	GEN - SET POWER	STAND BY	kVA	33	50	66	72	88	112
			kW	26,4	40	52,8	57,6	70,4	89,6
		PRIME	kVA	30	45	60	65	80	101,4
			kW	24	36	48	52	64	81,1
	CANOPY DIMENSION (W x L x H) mm			1000 x 2450 x 1610	1000 x 2450 x 1610	1000 x 2450 x 1610	1000 x 2880 x 1610	1000 x 2880 x 1610	1000 x 2880 x 1610
	CANOPY WEIGHT kg			920	970	1085	1180	1230	1350
	OPEN DIMENSION (W x L x H) mm			1000 x 2050 x 1400	1000 x 2050 x 1400	1000 x 2050 x 1400	1000 x 2400 x 1390	1000 x 2400 x 1390	1000 x 2400 x 1390
OPEN WEIGHT kg			725	775	890	960	1010	1130	
ENGINE	BRAND			PERKINS	PERKINS	PERKINS	PERKINS	PERKINS	PERKINS
	TYPE			1103A - 33G	1103A - 33TG1	1103A - 33TG2	1104A - 44TG1	1104A - 44TG2	1104C - 44TAG2
	POWER	STAND BY	kW	30,4	45,6	59,3	64,3	79,1	99,5
			PRIME	kW	27,7	41,3	53,8	58,4	71,9
	SPEED (rpm)			1500	1500	1500	1500	1500	1500
	CYCLE			4	4	4	4	4	4
	DISPLACEMENT (l)			3,3	3,3	3,3	4,4	4,4	4,4
	NUMBER OF CYLINDERS			3 IN LINE	3 IN LINE	3 IN LINE	4 IN LINE	4 IN LINE	4 IN LINE
	NUMBER OF CYLINDERS			3 IN LINE	3 IN LINE	3 IN LINE	4 IN LINE	4 IN LINE	4 IN LINE
	BORE AND STROKE (mm x mm)			105 x 127	105 x 127	105 x 127	105 x 127	105 x 127	105 x 127
	COMPRESSION RATIO			19,25 : 1	17,25 : 1	17,25 : 1	17,25 : 1	17,25 : 1	18,2:1
	GOVERNOR TYPE			MECHANIC	MECHANIC/ ELECTRONIC			MECHANIC	ELECTRONIC
	INDUCTION			NATURAL	TURBOCHARGED			TURBOCHARGED - AIR TO AIR CHARGE COOLED	
	COMBUSTION SYSTEM			DIRECT INJECTION					
	COOLING SYSTEM			WATER					
FUEL CONSUMPTION (l/h)	100% OF PRIME POWER		7,20	10,80	13,9	14,80	18,70	22,60	
	75% OF PRIME POWER		5,61	8,23	10,4	11,20	14,00	17,10	
	50% OF PRIME POWER		4,06	5,83	7,2	8,00	9,70	11,20	
TOTAL LUBRICATION SYSTEM CAPACITY (l)			8,3	7,9	7,9	8	8	8	
TOTAL COOLANT CAPACITY (l)			10,2	10,2	10,2	13	13	12,6	
FUEL TANK CAPACITY (l)			132	132	132	180	180	180	

Emsa reserves the right to make changes in model, technical specifications, color, equipment & accessories without prior notice.



BIODATA PENULIS



Penulis bernama Dinda Ajeng Windana. Dilahirkan di Pasuruan, 20 Desember 1997 dan merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal mulai dari TK Mambaul Hisan Surabaya (2003-2005), kemudian melanjutkan ke SD Negeri 2 Babatan (2005-2007), SD Negeri 2 Prigen (2007-2010) SMP Negeri 2 Pandaan (2010-2013), dan SMA Negeri 1 Pandaan (2013-2016). Setelah lulus SMA, penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2016 melalui jalur SNMPTN.

Di Departemen Teknik Perkapalan, penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan-Desain Kapal. Selama masa studi di ITS, penulis aktif berkegiatan dan pernah menjadi staf eketernal UKM Musik ITS, staf *event* SAMPAN 2018, *steering commitee* Kaderisasi Himatekpal, dan pemandu LKMM SAMUDERA FTK. Hobi penulis adalah bermain gitar dan menyanyi. Penulis pernah menjadi Finalis Sunsilk Hijab Hunt Surabaya 2017 dan Wardah Beauty Agent Surabaya 2020.

Email: dajengwindiana@gmail.com