

Perancangan *Trash Skimmer Boat* pada Sungai Karang Mumus Kota Samarinda

Wira Setiawan^{1*}, Amalia Ika Wulandari¹, Muhammad Rafi Renaldy¹

¹Program Studi Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Kalimantan

Jl. Soekarno-Hatta km. 15, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur

*Email: wira@lecturer.itk.ac.id

DOI: 10.25042/jpe.112021.06

Abstrak

Menurut data Dinas Lingkungan Hidup Kota Samarinda pada tahun 2020, sampah yang dihasilkan di kota tepian tersebut dapat mencapai 610 ton dalam sehari. Salah satu Sungai yang terdampak sampah di Kota Samarinda adalah Sungai Karang Mumus yang daerah alirannya mencapai 34.7 km hingga ke Kabupaten Kutai Kartanegara. Untuk mengatasi permasalahan sampah pada sungai tersebut, dibutuhkan *Trash Skimmer Boat* yang lebih modern, mengutamakan kenyamanan operator dan sesuai dengan karakteristik perairan dan muatan sampah yang diangkut. Kapal yang didesain ini memiliki jenis lambung *monohull* dengan ukuran utama sebesar LOA=10 m, B=3 m, H=1 m, T=0.5 m dan dengan kecepatan 4 knots. Proses pengangkutan sampah dilakukan dengan menggunakan bantuan konveyor dengan 2 belt dan daya penggerak 3.44 kW. Kapal pengangkut sampah dilengkapi dengan tempat penampungan sampah dengan kapasitas 3,5 ton yang dilengkapi dengan jaring. Adapun rute pembersihan sampah yang dilakukan dari muara Sungai Karang Mumus hingga Sungai yang berada pada jalan Dr. Sutomo dengan jalur pembersihan sepanjang 4.1 km. Adapun tempat pembuangan sampah darat tetap direncanakan sesuai kondisi eksisting yang ditempatkan pada tepi Jalan Jelawat Kota Samarinda.

Abstract

Design of a Trash Skimmer Boat on Karang Mumus River, Samarinda City. According to data from the Environmental Service of Samarinda City in 2020, the waste generated in the riverside city can reach 610 tons in a day. One of the rivers affected is the Karang Mumus River with a flow area of 34.7 km to Kutai Kartanegara Regency. To overcome the problem of garbage in the river, a more modern *Trash Skimmer Boat* is needed, by prioritizing the convenience of the operator and according to the characteristics of the waters and the waste channel being transported. This designed ship has a *monohull* hull type with the main dimension of LOA = 10 m, B = 3 m, H = 1 m, T = 0.5 m, and a speed of 4 knots. The waste disposal process is carried out using a conveyor with 2 belts and driving power of 3.44 kW. Garbage transport ships are equipped with a 3.5-tonne capacity trash bin equipped with nets. The waste route is carried out from the mouth of the Karang Mumus River to the river on Jl. Dr.Sutomo with a path of 4.1 km. The garbage disposal site is still in accordance with the existing conditions, which is placed on the edge of Jalan Jelawat, Samarinda City.

Kata Kunci: *Konveyor, sampah sungai, trash skimmer boat*

1. Pendahuluan

Kapal pengangkut sampah (*Trash Skimmer Boat*) telah banyak digunakan di negara-negara maju untuk mengatasi pencemaran lingkungan di laut, sungai, danau, atau kanal. Kapal Buddy Aluminium Catamaran misalnya yang beroperasi di saluran-saluran air Kota Liverpool di negara Inggris. Kapal ini bekerja mengambil sampah dengan memanfaatkan lambung katamaran sehingga sampah terjaring di antara kedua lambung. Selain itu, negara Turki juga telah menggunakan *Trash Skimmer Boat* bernama *Istac* yang berfungsi membersihkan sampah di perairan dengan menggunakan

bantuan konveyor pada haluan kapal. Di Indonesia, kapal yang dirancang khusus membersihkan sampah di perairan belum begitu populer meskipun telah ada di beberapa kota misalnya pada kota Banjarmasin yang menggunakan kapal sapu-sapu yang dapat menampung sampah hingga 10 ton, dan DKI Jakarta yang mempunyai kapal pengangkut sampah bernama *interceptor* yang mampu menyedot sampah plastik hingga 100 ton per hari. Beberapa wilayah yang dialiri sungai maupun perairan terlindung lainnya di Indonesia juga membutuhkan fasilitas kapal pengangkut sampah, seperti misalnya sungai klandasan Ilir di Balikpapan [1] Perairan Bengkalis [2], teluk



Sumenep [3] hingga waduk yang juga difungsikan sebagai objek wisata [4].

Kota Samarinda merupakan ibu kota Provinsi Kalimantan Timur yang memiliki jumlah penduduk terbesar di pulau Kalimantan yakni sejumlah 831.460 jiwa dengan luas wilayah sebesar 718 km² [5]. Data Dinas Lingkungan Hidup Kota Samarinda pada tahun 2020 menunjukkan bahwa sampah yang dihasilkan di kota tersebut dapat mencapai 610 ton dalam sehari [6]. Dari jumlah tersebut 19% diantaranya merupakan sampah plastik atau anorganik. Terdapat berbagai macam perilaku membuang sampah yang dilakukan oleh masyarakat salah satunya membuang sampah di sungai. Akibatnya sungai terlihat menjadi kotor karena tumpukan sampah, bahkan menyebarkan aroma yang tidak sedap. Salah satu sungai yang terdampak oleh sampah di kota Samarinda yaitu Sungai Karang Mumus.

Saat ini, sampah-sampah yang ada di sungai Karang Mumus dibersihkan dengan menggunakan kapal pengangkut sampah Karisma. Kapal eksisting tersebut memiliki kekurangan yaitu metode angkut dan bongkar muat sampah yang masih konvensional sehingga menyebabkan kesulitan dalam pengumpulan sampah pada ruang muat kapal dan pemindahan menuju darat.

2. Metode Penelitian

Sungai Karang Mumus adalah sungai yang berada dipusat Kota Samarinda. Secara geografis, Sungai Karang Mumus terletak pada 0°19'28,93 - 0°26'54,72" Lintang Selatan dan 117°12'06,24" - 117°15'41,27" Bujur Timur. Secara administratif, DAS Karang Mumus berada di wilayah Kota Samarinda dan Kabupaten Kutai Kartanegara dengan panjang mencapai 34.7 km [7]. Botol-botol plastik merupakan jenis sampah yang paling sering dijumpai di sungai tersebut sebagaimana pada Gambar 1.

Daerah aliran sungai Karang Mumus memiliki banyak jembatan yang melintang di atasnya. Terdapat beberapa jembatan yang akan dilalui oleh kapal pembersih sampah yaitu jembatan Sungai Dama, Jembatan Jelawat, Jembatan Kehewan, Jembatan Lambung, Jembatan Baru (Gambar 2), Jembatan S dan Jembatan Perniagaan.



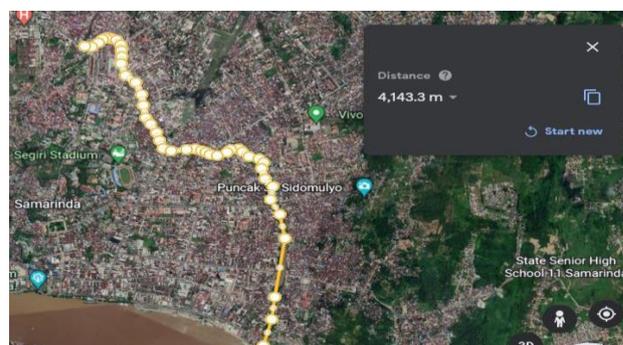
Gambar 1. Kondisi Sungai Karang Mumus

Diketahui dari semua jembatan tersebut, jembatan baru adalah jembatan yang memiliki jarak terendah dari permukaan air yaitu 2,5 meter pada saat air pasang dan 3,3 meter pada saat surut di pagi hingga sore hari.



Gambar 2. Jembatan Baru

Berdasarkan kondisi eksisting jembatan, kapal hanya dapat beroperasi dari muara Sungai Karang Mumus hingga jalan Dr. Sutomo dikarenakan pada jalan tersebut terdapat jembatan yang sangat rendah dari permukaan air dan memiliki tiang-tiang penyangga yang tersusun rapat yang tidak dapat dilalui oleh kapal pengangkut sampah. Rute yang diukur menggunakan Google Earth adalah sejauh 4.1 km seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rute operasional



Metode yang digunakan dalam menentukan ukuran utama kapal pengangkut sampah menggunakan *parent design approach* yaitu dengan cara mengambil sebuah kapal yang dijadikan sebagai acuan yang memiliki karakteristik sama dengan kapal yang akan dirancang [8, 9]. Kapal eksisting di sungai Karang Mumus yakni KM. Karisma yang memiliki panjang 10 meter, lebar 3 meter, dan tinggi lambung 1 meter dengan C_b 0.92 akan dijadikan sebagai referensi dengan pertimbangan kesesuaian kondisi perairan mekipun dari segi operasional masih memiliki beberapa kekurangan. Proses pengukuran Kapal Karisma ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengukuran Kapal Karisma

Perhitungan kapasitas konveyor dilakukan dengan cara menentukan dimensi konveyor terlebih dahulu untuk memperoleh kapasitas daya penggerak yang dibutuhkan [10]. Adapun formula yang digunakan untuk menghitung spesifikasi konveyor adalah sebagaimana diuraikan pada Persamaan 1 s.d 6 berikut.

Panjang *belt* konveyor

$$L = 2l + \pi D \tag{1}$$

Jarak antar pitch

$$Pb = \frac{L}{2} : 10 \tag{2}$$

Volume per pitch

$$V = P \times Pb \times t \tag{3}$$

Berat Per Pitch

$$m_c = V \times \rho l \times j \tag{4}$$

Kecepatan *belt*

$$v = \frac{d \times N}{60} \tag{5}$$

Daya Penggerak

$$p = \frac{2\pi mcgnND}{60 \times 2} \tag{6}$$

Perhitungan daya mesin pada penelitian ini menggunakan metode Compton dikarenakan metode ini biasa digunakan untuk menghitung hambatan kapal-kapal kecil seperti *costal patrol, training, recreational*, dan kapal kecil dengan dengan *transom* [11].

Untuk parameter teknis kapal seperti trim, freeboard dan stabilitas melintang, mengacu pada regulasi NCVS. Batasan trim tidak boleh melebihi LBP/50 untuk kapal dengan panjang dibawah 35 meter [12]. Sedangkan perhitungan *freeboard* minimum menurut standar kapal non-konvensi berbendera Indonesia chapter VI untuk kapal dengan panjang kurang dari 15 meter ditetapkan tidak boleh kurang dari 150 mm untuk kapal yang berlayar di perairan sungai, danau dan waduk [13]. Perhitungan stabilitas kapal juga mengacu pada NCVS dengan kriteria minimum seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Secara umum hal-hal yang mempengaruhi keseimbangan kapal dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok besar yaitu faktor internal dan eksternal [14]. Faktor internal seperti letak barang dan bentuk kapal sedangkan factor eksternal berupa ombak, arus dan angin yang dalam hal ini dapat diabaikan mengingat kondisi Sungai Karang Mumus yang cukup tenang. Oleh karena itu, desain kapal pengangkut sampah ini harus mempertimbangkan peletakan komponen-komponen berat yang ada.

Tabel 1. Kriteria stabilitas

Item	Nilai Minimal
Angle of Max GZ	15°
Area 0 to 30	3.15 m.deg
Area 0 to 40	5.16 m.deg
Area 30 to 40	1.71 m.deg
Max GZ at 30	0.2°
Initial GMt	0.15 m



Perhitungan DWT kapal terdiri dari beberapa komponen seperti, berat kru kapal dan bawasanya, berat bahan bakar, dan berat muatan. Sedangkan Perhitungan LWT terdiri dari berat konstruksi kapal, peralatan dan perlengkapan, serta sistem permesinan kapal.

Untuk memudahkan pemindahan sampah dari kapal ke darat, maka dibutuhkan alat angkut crane yang disediakan di tempat pengumpulan sampah. Pada dasarnya crane adalah alat pengangkat dan pemindah material yang bekerja dengan prinsip kerja tali, crane digunakan untuk mengangkat muatan secara vertikal sembari bergerak kearah horisontal secara bersama dan menurunkan muatan ke tempat yang dituju [15]. Jenis crane seperti jib crane memiliki kelebihan yang sesuai dengan metode angkut yang dibutuhkan yakni kemampuan berputar 360°.

3. Hasil dan Pembahasan

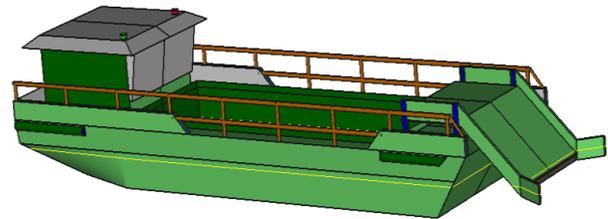
Berdasarkan data yang telah diperoleh pada kapal Karisma diperoleh ukuran utama awal kapal pengangkut sampah yang akan dirancang seperti yang dituliskan pada Tabel 2.

Tabel 2. Ukuran utama

Item	Ukuran
Panjang (L)	10 m
Lebar (B)	3 m
Tinggi (H)	1 m
Sarat(T)	0.5 m

Setelah dilakukan survey pada Sungai Karang Mumus Kota Samarinda, sebagian besar sampah yang diperoleh yaitu sampah-sampah plastik dan jarang sekali ditemukan sampah berupa tumbuhan air dan kayu besar yang mengharuskan kapal menggunakan sistem pemotong. Oleh karena itu, dipilihlah pengangkutan sampah menggunakan metode konveyor yang dapat memudahkan pengangkutan sampah dari perairan menuju kapal dengan sangat cepat. Bentuk kapal yang telah didesain pada *Software Maxsurf Modeler* ditunjukkan pada Gambar 5.

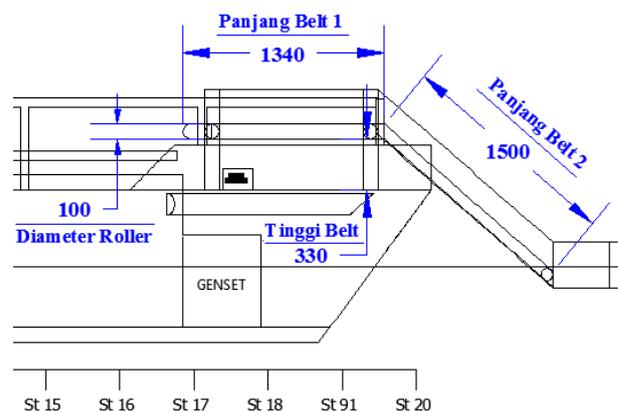
Adapun dimensi konveyor yang digunakan yang telah disesuaikan dengan kebutuhan dan dimensi kapal sebagaimana Gambar 6 dan 7, dapat dilihat pada Tabel 3.



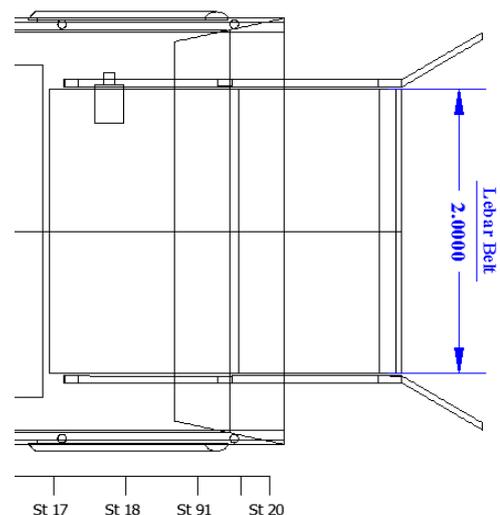
Gambar 5. Pemodelan kapal

Tabel 3. Dimensi konveyor

Nama	Nilai	satuan
Diameter roller	(D)	100 mm
panjang satu bagian	(l)	2840 mm
Lebar belt	(p)	2000 mm
Massa jenis sampah	(ρl)	244 kg/m ³
Tinggi pitch	(t)	330 mm
Kecepatan putar	(N)	47 rpm
Jumlah pitch	(n)	3
Koefisien	(j)	0.5
percepatan gravitasi	(g)	9.8 m/s ²



Gambar 6. Dimensi konveyor



Gambar 7. Lebar belt konveyor

Untuk mengetahui kapasitas konveyor yang akan digunakan, digunakan Persamaan 1 s.d 6 sehingga diperoleh hasil pada Tabel 4 dan 5.

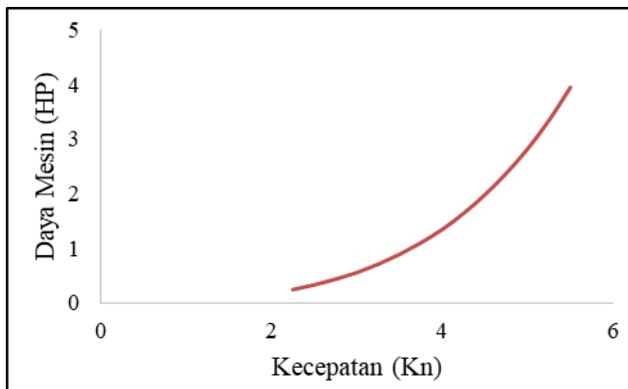
Tabel 4. Spesifikasi konveyor

Nama	Nilai	Unit
Panjang belt	5.994	m
Jarak antar pitch	1.48	m
Volume per pitch	0.9768	m ³
Berat per pitch	119.1696	kg

Tabel 5. Perhitungan belt konveyor

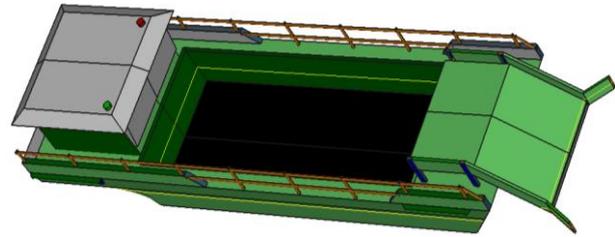
Parameter	Nilai	Unit
Kecepatan belt	0.08	m/s
Daya penggerak	3447	watt

Perhitungan daya mesin menggunakan *software Maxsurf Resistance* dengan metode Compton untuk memprediksi nilai hambatan. Pada simulasi yang dilakukan dengan kecepatan kapal 4 knot, diketahui daya mesin yang dibutuhkan sebesar 1.39 HP oleh karena itu mesin kapal yang digunakan sesuai dengan yang tersedia di pasaran adalah 1 buah mesin *outboard* dengan daya 4 HP sehingga kapal dapat beroperasi pada kecepatan maksimum 5.5 knot sebagaimana grafik pada Gambar 8.



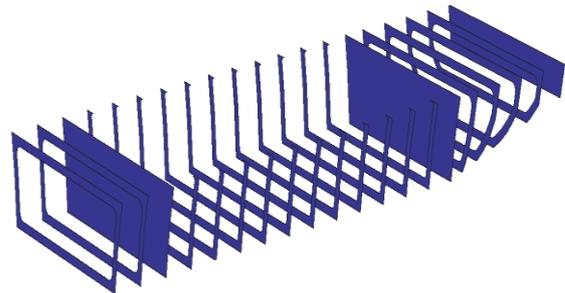
Gambar 8. Daya mesin vs kecepatan

Perhitungan jumlah sampah dilakukan dengan cara merancang terlebih dahulu tempat sampah pada kapal yang memiliki dimensi panjang 5.9 meter, lebar 2.34 meter, dan tinggi 1 meter dengan volume total 13.8 m³. Setelah diperoleh dimensi tempat sampah pada kapal (lihat Gambar 9) selanjutnya dapat diperoleh berat muatan sampah yang dapat ditampung dengan asumsi awal muatan adalah botol plastik dengan *stowage factor* 4 m³/ton, maka kapasitas muatan dapat mencapai 3.45 Ton.



Gambar 9. Bak sampah pada lambung kapal

Perhitungan konstruksi kapal dilakukan menggunakan bantuan *software maxsurf structure* sebagaimana Gambar 10 dan diperoleh berat konstruksi dengan material aluminium adalah sebesar 0.407 ton.



Gambar 10. Konstruksi kapal

Tabel 6 dan 7 menunjukkan rekapitulasi berat kapal baik DWT maupun LWT dengan total berat 6.22 ton. Berat tersebut sama dengan displasemen kapal pada sarat rancangan 0.5 meter.

Tabel 6. Rekap DWT

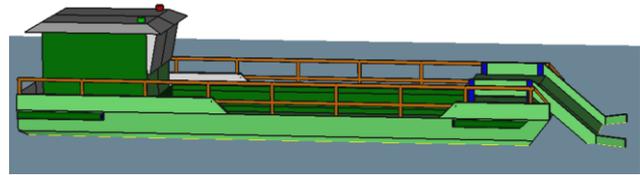
Item	Nilai	Unit
Berat Sampah	3.5	ton
Berat Crew	0.07	ton
Berat Fuel Oil	0.07	ton
Berat Total	3.64	ton

Tabel 7. Rekap LWT

Item	Nilai	Unit
Konstruksi	2.39	ton
Permesinan	0.13	ton
Peralatan dan Perlengkapan	0.06	ton
Berat Total	2.58	ton

Pengukuran trim dan stabilitas dilakukan pada 3 kondisi pemuatan. Pada kondisi 100% muatan, draft di AP (TA) adalah 0.492, sedangkan draft di FP (TF) adalah 0.48 sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 11, sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

Draft AP = 0.492 meter
 Draft FP = 0.480 meter
 TA – TF = 0.012 meter
 Max Trim = LBP/50
 = 0.1922 meter



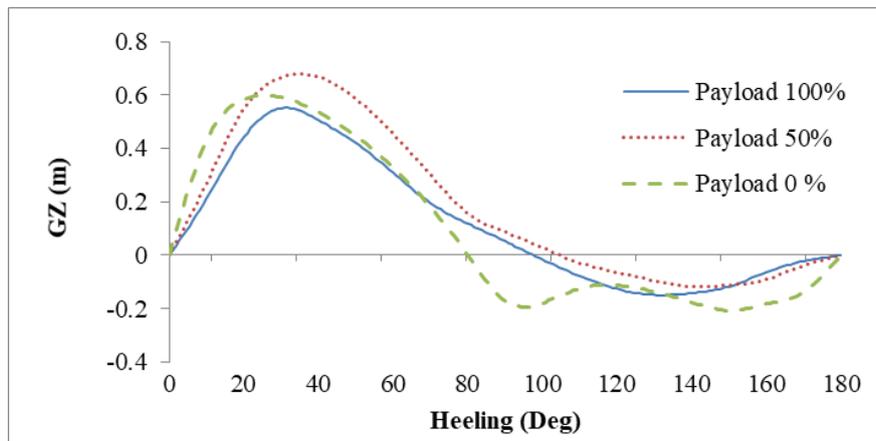
Gambar 11. Kondisi trim 100 % loadcase

Dikarenakan selisih nilai TA-TF lebih kecil dari nilai batas trim maka nilai trim kapal pada kondisi muatan 100% masih memenuhi persyaratan. Perhitungan yang serupa dilakukan pula pada kondisi kapal dengan muatan 50%, dimana diperoleh selisih TA-TF sebesar 0.098 meter dan pada kondisi kapal dengan muatan 0% diperoleh selisih TA-TF sebesar 0.17 meter.

Pengujian stabilitas dilakukan dengan menggunakan *software maxsurf Stability*. Berdasarkan hasil simulasi diperoleh data bahwa kriteria stabilitas minimum dapat terpenuhi pada berbagai kondisi pemuatan sebagaimana yang tertera pada Tabel 8 dan Gambar 12.

Tabel. 8 Kriteria stabilitas pada berbagai kondisi muatan

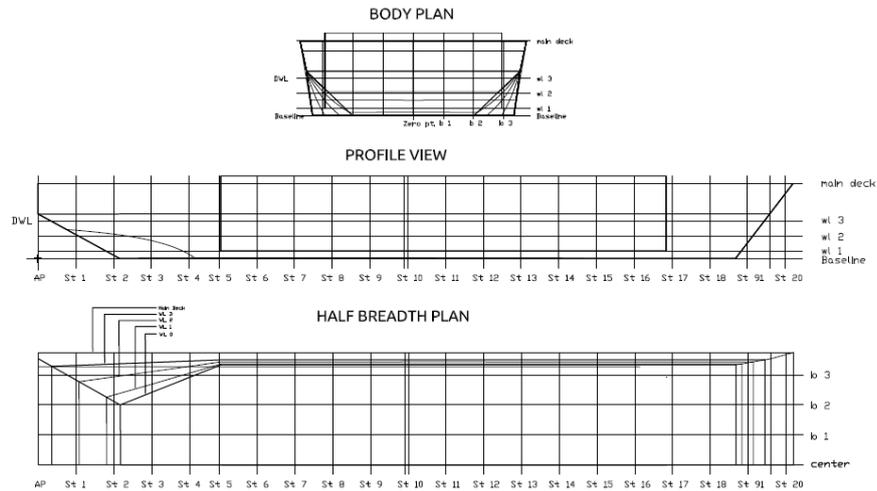
Item	Min. Value	Actual Value at LC 100%	Actual Value at LC 50%	Actual Value at LC 0%
Angle of Max GZ	15°	30°	35.5°	15.5°
Area 0 to 30	3.15 m.deg	9.44 m.deg	11.67 m.deg	10.81 m.deg
Area 0 to 40	5.16 m.deg	14.81 m.deg	18.42 m.deg	19.2 m.deg
Area 30 to 40	1.71 m.deg	5.37 m.deg	6.74 m.deg	5.67 m.deg
Max GZ at 30	0.2°	0.55°	0.6°	0.59°
Initial GMt	0.15 m	1.19 m	1.54 m	2.00 m



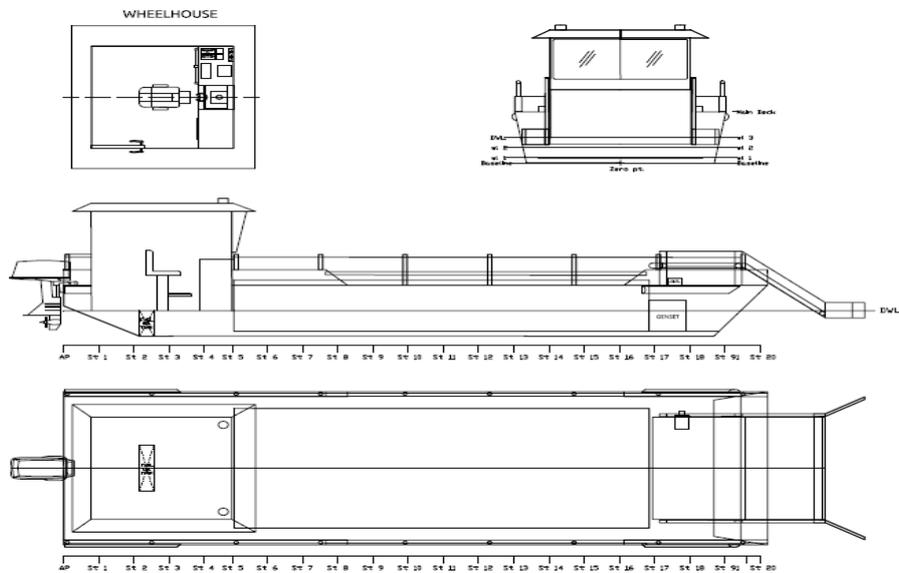
Gambar 12. Kurva stabilitas melintang pada 3 kondisi pemuatan

Setelah semua persyaratan teknis telah terpenuhi, maka dapat ditetapkan rencana garis dan rencana umum dari kapal pengangkut sampah untuk Sungai Karang Mumus Kota Samarinda sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 13 dan 14. Secara Umum, kapal ini terdiri dari satu ruang operator, ruang sampah dan ruang generator yang berada di haluan. Ruang operator dirancang berbeda dengan kapal eksisting dengan tujuan memberikan kenyamanan bagi operator sekaligus agar kapal ini dapat dioperasikan pada berbagai kondisi cuaca. Tinggi ruangan ini dirancang agar dapat

melewati kolong jembatan terendah sesuai rute yang telah ditentukan. Bak sampah didesain cukup besar dengan kapasitas maksimum 3.45 ton. Sampah yang umumnya berupa plastik botol akan diangkut dengan menggunakan konveyor yang terdiri dari 2 belt yang masing-masing berfungsi untuk mengangkut sampah dari sungai dan memindahkan sampah menuju bak sampah kapal. Belt Konveyor digerakkan oleh motor listrik dengan daya 3.44 kW dengan daya berasal dari generator berkapasitas 5 kW yang juga mensuplai kebutuhan listrik untuk penerangan dan navigasi -komunikasi.

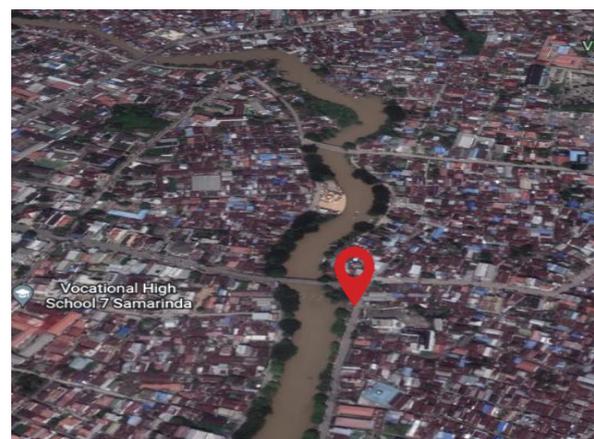


Gambar 13. Rencana Garis Kapal Pengangkut Sampah Sungai Karang Mumus

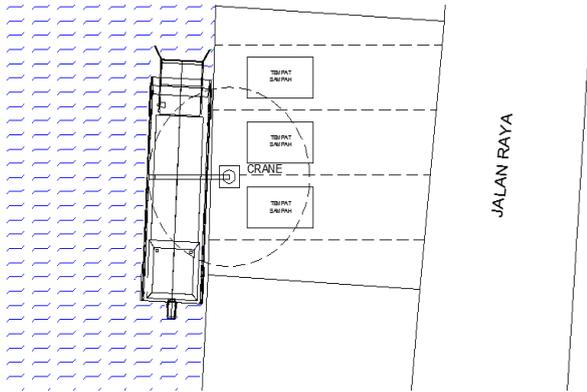


Gambar 14. Rencana Umum Kapal Pengangkut Sampah Sungai Karang Mumus

Dalam proses pemindahan sampah ke darat, kapal dilengkapi dengan jaring yang menutupi permukaan bak sampah pada lambung kapal. Jaring berisi sampah akan diangkat dengan menggunakan jib crane dengan kapasitas 4 ton. Lokasi pengangkutan sampah dari kapal menuju darat dilakukan di tepian Jalan Jelawat sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 15 dan 16. Pemilihan jalan ini dikarenakan pada titik tersebut terdapat tempat sampah umum yang berada di pinggir sungai dan menjadi tempat tambat dari kapal pembersih sampah di Samarinda.



Gambar 15. Lokasi pengangkutan sampah



Gambar 16. Skema pengangkutan sampah

4. Kesimpulan

Secara Umum, Sungai Karang Mumus membutuhkan kapal pengangkut sampah yang lebih modern, mengutamakan kenyamanan operator dan sesuai dengan karakteristik perairan dan muatan sampah yang diangkut. Kapal pengangkut sampah yang didesain berkapasitas 3.5 ton dan dilengkapi dengan 2 belt konveyor pada haluan kapal yang dapat memudahkan proses pengangkutan sampah dari perairan menuju bak penampungan. Kapal ini dioperasikan sepanjang 4.1 km dari muara Sungai Karang Mumus hingga Sungai yang berada pada jalan Dr. Sutomo. Adapun tempat pembuangan sampah darat tetap direncanakan sesuai kondisi eksisting yang ditempatkan pada tepian di jalan jelawat Kota Samarinda.

Referensi

- [1] A. I. Wulandari, W. Setiawan, T. Hidayat, and A. Fauzi, "Desain Skimmer Boat (Kapal Pengambil Sampah) Daerah Perairan Sungai di Kalimantan Timur," *WAVE*, vol. 14, no. 1, Jul. 2020.
- [2] Khaikal and Romadhoni, "Desain Kapal Pembersih Sampah di Perairan Bengkalis," in *Seminar Nasional Industri dan Teknologi (SNIT), Politeknik Negeri Bengkalis*, 2019, pp. 348–355.
- [3] R. Widad and E. Pranatal, "Perancangan Kapal Pembersih Sampah (Trash Skimmer) untuk Wilayah Perairan Teluk Sumenep," in *Seminar Teknologi Kebumihan dan Kelautan*, ITATS, 2020, p. 6.
- [4] N. Fitriana, E. D. Yuniwati, A. A. Darmawan, and R. Firdaus, "Pemberdayaan Masyarakat : Perahu Pengangkut Pembersih Sampah Waduk Wacana Kawasan Mini Wisata," p. 9, 2020.
- [5] Badan Pusat Statistik Kota Samarinda, "Kota Samarinda Dalam Angka 2022." BPS Kota Samarinda.
- [6] M. Riduan, "Satu Hari Samarinda Produksi Sampah 610 Ton, Kecamatan Samarinda Utara Penyumbang Terbanyak," *Tribun Kaltim*, Samarinda, Agustus 2020.
- [7] P. Pujowati, H. S. Arifin, and W. Q. Mugnisjah, "Analisis Sosial Ekonomi Masyarakat di Daerah Aliran Sungai Karang Mumus Dalam Rencana Pengelolaan Lanskap Agroforestri," p. 6, 2010.
- [8] K. A. H. Basri and W. D. Aryawan, "Desain Konsep Kapal Perang Serbu Catamaran Tank Boat Dengan Sistem Penggerak Utama Turbojet Sebagai Kekuatan Pengamanan Wilayah Maritim Indonesia," *JTITS*, vol. 7, no. 2, pp. 173–179, Feb. 2019.
- [9] W. Setiawan, . Alamsyah, . Suardi, R. J. Ikhwan, and L. Habibi, "Design of Hydrofoil Craft for Balikpapan-Penajam Route:," in *Proceedings of the 1st International Conference on Industrial Technology*, Balikpapan, Indonesia, 2019, pp. 64–68.
- [10] C. Harsito, A. Xaverius, S. D. Prasetyo, P. Wulansari, and J. A. Pradana, "Conveyor Pengangkut Sampah Otomatis dengan Load Cell dan Flow Sensor," *JMEMME*, vol. 5, no. 1, pp. 18–33, May 2021.
- [11] M. Soetardjo and D. Purnamasari, "Analisa Kecepatan dan Karakteristik Pola Gelombang pada Kapal Bantu Hidro-Oceanography," *WAVE*, vol. 5, no. 2, pp. 49–56, May 2019.
- [12] Kementerian Perhubungan, Republik Indonesia, "Standar Kapal Non-Konvensi Berbendera Indonesia Chapter II. Konstruksi." 2009.
- [13] Kementerian Perhubungan, Republik Indonesia, "Standar Kapal Non-Konvensi Berbendera Indonesia Chapter VI. Garis Muat." 2009.
- [14] R. Nugraha Buana, "Desain Self-Propelled Barge Sebagai Fasilitas Pengangkut Block Untuk Galangan Kapal dari Batam ke Singapura," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2018.
- [15] R. A. Prasojo and G. Joelianto, "Upaya Pengembangan Green Port melalui Penggantian Captive Power pada Gantry Jib Crane," vol. 7, p. 6, 2015.

