

STUDI PERANCANGAN KAPAL PEMBERSIH GULMA DENGAN SISTEM CONVEYOR DI KAWASAN OBYEK WISATA RAWA JOMBOR KLATEN

Edi Yuliana¹, Ari Wibawa Budi Santosa¹, Kiryanto¹

¹Program Studi S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Indonesia

Email: edyuliana1991@yahoo.com

Abstrak

Rawa Jombor merupakan salah satu obyek wisata di Kabupaten Klaten yang peranannya berkurang karena tumbuhnya tanaman enceng gondok. Tanaman enceng gondok menimbulkan sedimentasi, penurunan kualitas air dan terdapat kandungan logam berat pada sedimen di dasar rawa. Untuk mengurangi permasalahan yang ada, tercetus sebuah pemikiran dari studi ini yaitu mengoptimalkan potensi kawasan obyek wisata Rawa Jombor. Proses pengoptimalan ini diawali dengan pembersihan enceng gondok secara berkala menggunakan kapal pembersih gulma air dengan sistem conveyor berputar yang langsung ditampung di palka kapal. Hal ini merupakan salah satu terobosan alat untuk mengurangi populasi enceng gondok (tanaman pengganggu) di Indonesia. Tugas akhir ini membahas perancangan kapal pembersih gulma air untuk daerah wisata Rawa Jombor di Kabupaten Klaten. Dalam penelitian ini dibahas proses perancangan kapal dengan metode perbandingan kapal yang sudah ada dengan menggunakan perhitungan regresi linier sederhana. Dan pembuatan desain menggunakan software perkapalan. Perhitungan stabilitas dihitung dengan kriteria dari IMO, hidrostatik dan olah gerak kapal dibantu dengan perangkat lunak untuk perhitungan perkapalan. Dari hasil proses perhitungan, ukuran utama kapal yang optimal didapatkan sebagai berikut : LOA = 14,60 m , LWL = 14,35 m , B = 4,00 m , H = 1,70 m , T = 1,00 m. Hasil perhitungan hidrostatik kapal mempunyai displacement 37,73 ton dan Cb = 0,7

Kata kunci : Perancangan, kapal pembersih gulma air, Rawa jombor.

Abstract

Jombor Swamp is one of the attractions in Klaten whose role is reduced due to the growth of water hyacinth plants . Water hyacinth plants cause sedimentation , decreased water quality and heavy metals contained in the sediment at the bottom of the swamp . To reduce the existing problems, sparked an idea of this study is to optimize the potential of the area attractions Jombor Swamp . This optimization process begins with the periodic cleaning of water hyacinth weed water use cleaning vessel with rotating conveyor systems are directly stored in the hold of the ship. This is a breakthrough tool to reduce the population of water hyacinth (weeds) in Indonesia . This thesis explores the design of aquatic weeds to cleaning vessel Swamp Jombor tourist areas in Klaten . In this study discussed the process of designing the ship with the method of comparison of existing ships using simple linear regression calculation . And the design using shipping software . stability calculations computed by the criteria of the IMO , hydrostatic and ship navigation aided by the software for calculation of shipping . From the results of the calculation process , the optimum ship main dimensions obtained as follows : = 14.60 m LOA , LWL = 14.35 m , B = 4.00 m , H = 1.70 m , T = 1.00 m . hydrostatic calculation results 37.73 tonne vessel has a displacement and Cb = 0.7

Keywords : Design , cleaning vessel aquatic weeds , Swamp Jombor.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Rawa Jombor merupakan sebuah rawa yang terletak di tengah Desa Krakitan. Rawa ini dikelilingi oleh bukit-bukit yang sebagian besar merupakan pegunungan kapur. Rawa Jombor berjarak kurang lebih 8 km dari kota Klaten. Rawa ini memiliki luas ± 198 ha dengan kedalaman mencapai 4,5 m dan memiliki daya tampung air ± 4 juta m^3 . Tanggul yang mengelilingi rawa ini sepanjang 7,5 km dengan lebar tanggul 12 m.

Rawa jombor merupakan Sebuah tempat pariwisata pemancingan, rumah makan terapung dan wahana wisata bebek- bebek. banyak wisatawan yang sering mengunjungi tempat ini untuk berlibur keluarga, namun terdapat beberapa masalah antara lain banyaknya sampah dan tumbuhan enceng gondok di rawa jombor. Enceng gondok didata termasuk sebagai tanaman dengan produktivitas dan laju pertumbuhan yang paling cepat di antara seluruh tanaman air di dunia.

Pertumbuhan enceng gondok juga dapat menyebabkan berkurangnya pengunjung dan pastinya pendapatan daerah warga setempat akan berkurang, maka dari itu untuk mengurangi permasalahan yang ada, tercetus sebuah pemikiran dari studi ini ialah mengoptimalkan potensi kawasan obyek wisata rawa jombor yang diawali dengan pembersihan gulma air (enceng gondok) secara berkala menggunakan kapal pembersih yang nantinya akan membersihkan gulma air (enceng gondok) dengan sistem *conveyor* berputar yang langsung ditampung di palka kapal, hal ini merupakan salah satu terobosan alat untuk mengurangi populitas tanaman pengganggu (enceng gondok).

Kapal pembersih gulma air merupakan jenis kapal yang umumnya beroperasi di perairan sungai, alur, rawa, maupun perairan yang sempit. Karena fungsi utama sebagai pembersih tanaman pengganggu, kapal pembersih gulma air ini memiliki bentuk lambung yang didesain khusus. Keberadaan kapal ini sangat dibutuhkan karena selain untuk membersihkan tanaman pengganggu yang secara otomatis memudahkan pekerjaan manusia dapat juga sebagai penunjang daerah pariwisata setempat.

Permasalahan saat ini adalah perancangan bentuk lambung kapal pembersih gulma air belum menjadi objek penelitian untuk menghasilkan peforma bentuk lambung yang baik, ini dikarenakan kapal pembanding yang sudah ada belum ekonomis serta memiliki olah

gerak dan stabilitas kapal yang kurang baik. Selain itu juga yang akan diangkat dalam penelitian ini adalah mengoptimalkan pembersihan atau mengurangi tanaman pengganggu (enceng gondok) yang berada di rawa Jombor yang merupakan salah satu obyek wisata didaerah Klaten.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mendapatkan ukuran utama kapal pembersih gulma setelah ukuran utama didapat kemudian merencanakan rancangan sistem *conveyor* sebagai alat yang digunakan untuk membersihkan gulma. Selain itu penelitian ini juga bertujuan untuk menghitung stabilitas, hidrostatis dan olah gerak kapal dari bentuk lambung yang dirancang serta menghitung anggaran biaya pembuatan kapal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Kapal Pembersih Gulma

Kapal adalah suatu bentuk konstruksi yang dapat terapung air dan mempunyai sifat muat berupa penumpang atau barang yang sifat geraknya bisa dengan dayung, angin, atau mesin. [6]

Kapal pembersih gulma air merupakan kapal yang mempunyai fungsi untuk membersihkan tanaman pengganggu seperti gulma, dengan sistem *conveyor* yang berada di haluan kapal menjadikan kapal ini berbeda dengan kapal pada umumnya dikarenakan tingkat stabilitas harus selalu di perhatikan. [1]

2.2 Hidrostatik Karakteristik

Kurva hidrostatik adalah kurva yang menggambarkan sifat-sifat karakteristik badan kapal yang tercelup didalam air, atau dengan kata lain untuk mengetahui sifat-sifat karene. Kurva hidrostatik digambar sampai sarat penuh dan tidak berlaku untuk kondisi kapal trim. Komponen-komponen yang terdapat pada lengkung hidrostatik adalah [5]

1. Lengkung luas garis air (A_w)
2. Lengkung luas permukaan basah (WSA)
3. Lengkung luas bagian midship (MSA)
4. Lengkung letak titik berat garis air terhadap penampang tengah kapal.
5. Lengkung letak titik tekan garis air terhadap penampang tengah kapal.
6. Lengkung letak titik tekan garis air terhadap keel (KB)
7. Lengkung momen inersia melintang garis air (I)

8. Lengkung momen inersia memanjang garis air (IL)
9. Lengkung letak metasentra melintang (KM)
10. Lengkung letak metasentra memanjang (KM_L)
11. Lengkung koefisien blok (Cb)
12. Lengkung koefisien garis air (Cw)
13. Lengkung koefisien gading besar (Cm)
14. Lengkung koefisien prismatic mendatar (Cp)
15. Lengkung ton per 1 centimeter (TPC)
16. Lengkung perubahan displasemen karena kapal mengalami trim buritan sebesar 1 centimeter (DDT)
17. Lengkung momen untuk mengubah trim 1 centimeter (MTC)

2.3 Stabilitas Kapal

Stabilitas kapal dapat diartikan sebagai kemampuan sebuah kapal untuk dapat kembali ke posisi semula (tegak) setelah menjadi miring akibat bekerjanya gaya dari luar maupun gaya dari dalam kapal tersebut atau setelah mengalami momen temporal. [8]

Stabilitas adalah persyaratan utama desain setiap alat apung, tetapi untuk kapal ikan lebih penting dari yang lain karena sebuah kapal ikan harus selalu bekerja dengan beban stabilitas yang berat. Stabilitas awal adalah stabilitas pada sudut oleng antara 10°-15°. Stabilitas ini ditentukan oleh 3 buah titik yaitu titik berat (*center of gravity*), titik apung (*center of buoyancy*), dan titik metasentra.

Proses analisa stabilitas yang dilakukan oleh penulis adalah berdasarkan standart IMO (*International Maritime Organization*) Code A.749(18) Ch3- *design criteria applicable to all ships* yang mensyaratkan ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

1. Dari sudut 0°-30°, luasan dibawah kurva stabilitas statis (kurva GZ) harus tidak boleh kurang dari 3,15 m.radian.
2. Dari sudut 0°-40°, luasan dibawah kurva stabilitas statis (kurva GZ) harus tidak boleh kurang dari 5,16 m.radian.
3. Dari sudut 30°-40°, luasan dibawah kurva stabilitas statis (kurva GZ) harus tidak boleh kurang dari 1,719 m.radian.
4. Kurva GZ harus sedikitnya 0,20 m pada sudut $\geq 30^\circ$
5. Nilai maksimum

kurva GZ tidak boleh kurang dari 25°

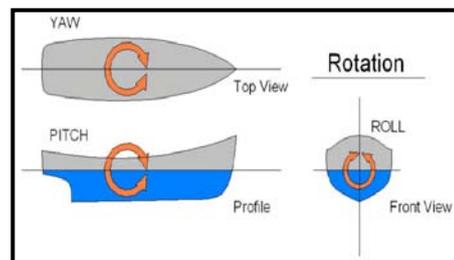
6. Tinggi metasentra GM awal harus tidak boleh kurang dari 0,15 m

2.4 Gerak Kapal

Dalam kajian olah gerak kapal, gerakan yang ditinjau adalah gerakan yang hanya mampu direspon oleh kapal, yaitu *rolling*, *heaving*, *pitching*. [3]

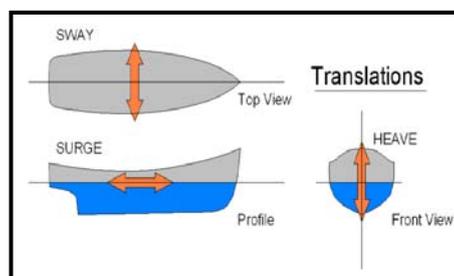
Pada dasarnya kapal yang berada diatas permukaan laut akan selalu memperoleh gaya external yang menyebabkan kapal bergerak (*ship moving*). Gerakan kapal ini disebabkan adanya factor dari luar terutama oleh gelombang. Dalam memperoleh perlakuan dari gelombang kapal mengalami 2 jenis gerakan yaitu:

1. Gerakan rotasi, gerak ini merupakan gerak putaran meliputi: *rolling*, *pitching*, *yawing*



Gambar 1. Macam gerak kapal rotasi

2. Gerakan *linear*, gerak ini merupakan gerak lurus beraturan sesuai dengan sumbunya meliputi: *surgin*, *swaying*, *heaving*



Gambar 2. Macam gerak kapal translasi

3. METODE PENELITIAN

Dalam proses penelitian ini dibutuhkan data - data dari objek yang dianalisa. Adapun proses pengambilan data terbagi menjadi beberapa tahap antara lain:

3.1 Studi Lapangan

Dalam penelitian ini penulis perlu melakukan studi lapangan dan wawancara secara langsung dengan pihak - pihak yang berkaitan dengan penelitian ini yang bertujuan untuk

melengkapi kebutuhan data dalam pengerjaan penelitian ini.

3.2 Studi Literatur

Mempelajari sistematika dan perhitungan yang akan dikemukakan di dalam penelitian ini dari berbagai macam referensi baik berupa buku, majalah, artikel, jurnal dan melalui internet.



Gambar 3. Flow Chart sederhana penelitian

3.3 Pembuatan Model

Pembuatan model dilakukan dengan prosedur antara lain :

- Membuat rencana garis kapal pembersih gulma dengan memasukkan data-data Iambung kapal sesuai pembagian searah sumbu x, y, z menggunakan program *Rhinoceros 4.0*
- Hasil *hull form* kapal tersebut diekspor ke dalam bentuk format file IGES yang dapat dijalankan di program *Maxsurf Pro Version 11.12*
- Hasil gambar desain kapal pada point (1) kemudian diimpor dalam program *Maxsurf Pro Version 11.12* untuk dilakukan penyesuaian variabel-variabel yang tidak dapat diperoleh dari program *Rhinoceros 4.0*. Variabel-variabel ini antara lain *zero point*, *base line*, *after peak (Ap)*, *fore peak (Fp)*, *length of water line (Lwl)*
- Hasil gambar desain kapal pada model program *Maxsurf Pro Version 11.12* kemudian dijalankan di program *Maxsurf Hydromax Version 11.12* untuk kemudian dilakukan perhitungan stabilitas kapal dengan

tata letak dan kondisi (*loadcase*) yang ditentukan, serta mengatur sudut oleng kapal.

- Hasil gambar desain kapal pada model program *Maxsurf Pro Version 11.12* kemudian dijalankan di program *Maxsurf Seakeeper version 11.12* untuk kemudian dilakukan perhitungan olah gerak kapal dengan memasukkan data tinggi gelombang serta pemilihan model gelombang yang akan dipakai.
- Kriteria yang digunakan untuk melakukan analisa stabilitas menggunakan peraturan atau standarisasi dari *International Maritime Organization (IMO)*. [4]

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Ukuran Utama Kapal Pembersih Gulma

Berikut adalah beberapa ukuran utama kapal pembersih.

Tabel 1. Ukuran Utama Kapal Pembersih

Nama Kapal	LOA	B	H	T
KM. Kakap	12,50	3,60	1,60	0,80
KM. Krapu	13,50	3,60	1,60	0,80
KM. Sapu 1	13,50	4,00	1,80	1,00
KM. Sapu 2	15,00	4,00	1,80	1,00
KM. JF1846	18,50	4,60	1,80	1,20

Berikut adalah ukuran utama kapal dari hasil perhitungan kapal-kapal pembersih dengan metode regresi linier. [2]

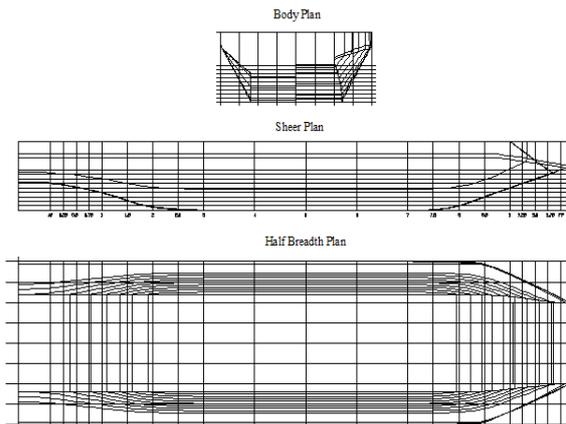
Tabel 2. Ukuran Utama Kapal Baru

No	Value	Value	unit
1	L	14,6	m
2	B	4,00	m
3	H	1,70	m
4	T	1	m
5	Vs	8	Knot

4.2 Rencana Garis dan Pemodelan

Rencana garis adalah gambar design kapal yang berisi informasi utama kapal seperti: panjang, lebar, tinggi. design ini berupa rencana garis irisan-irisan kapal ditinjau dari berbagai arah yaitu tampak depan, samping, dan atas. Pembuatan rencana garis kapal menggunakan

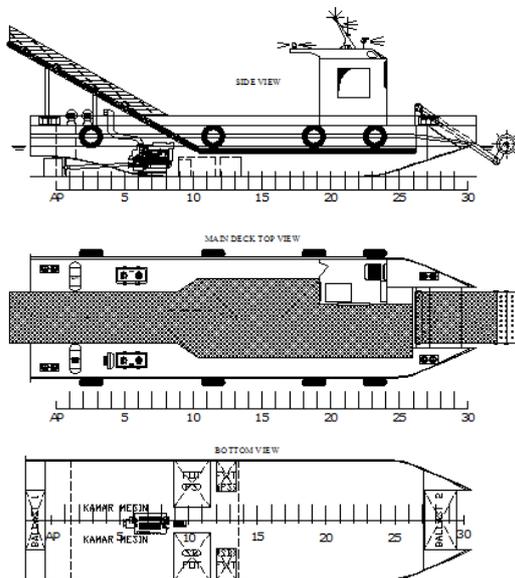
pemodelan dibantu perangkat lunak CAD. berikut rencana garis kapal pembersih gulma



Gambar 4. Rencana garis kapal pembersih gulma.

Setelah didapatkan rencana garis, maka selanjutnya dibuatlah rencana umum guna memenuhi kebutuhan pembersihan gulma air di rawa jombor.

Rencana umum didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapannya. [7] berikut rencana umum kapal pembersih gulma



Gambar 5. Rencana umum kapal pembersih gulma.

dari rencana garis tersebut dibuat model 3D menggunakan perangkat lunak *Rhinoceros 4.0*



Gambar 6. Gambar 3D kapal pembersih gulma tampak depan



Gambar 7. Gambar 3D kapal pembersih gulma tampak samping-belakang



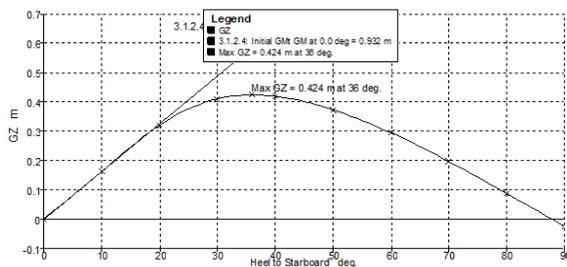
Gambar 8. Gambar 3D kapal pembersih gulma tampak samping-depan

4.4 Analisa Stabilitas Kapal Pembersih Gulma

Tabel 3. Hasil Analisa Stabilitas Kapal Pembersih Gulma

No	Rule	Criteria	Required	Actual
				I
1	Ch.3.1.2.1	Area 0° to 30°	3,15 m.deg	7,657
2	Ch.3.1.2.1	Area 0° to 40°	5,16 m.deg	12.456
3	Ch.3.1.2.1	Area 30° to 40°	1,719 m.deg	4.799
4	Ch.3.1.2.2	$GZ \geq 30^\circ$	0,2 m	0.487
5	Ch.3.1.2.3	GZ_{max}	25 deg	39.0
6	Ch.3.1.2.4	GMt	0,15 m	0.996

Analisa kriteria pada tabel 2 menerangkan bahwa hasil perhitungan stabilitas untuk kapal pembersih gulma memenuhi standart persyaratan yang ditetapkan IMO.



Gambar 14. Grafik Nilai GZ Kapal Pembersih Gulma

4.5 Analisa dan Perhitungan Olah Gerak Kapal

Tabel 4. Hasil Analisa Olah Gerak Kapal

Item	Wave (deg)	Kapal Pembersih Gulma		
		Amplitudo	Velocity	Acceleration
Heaving	0	0,106 m	0,058 m/s	0,032 m/s ²
	45	0,112 m	0,073 m/s	0,050 m/s ²
	90	0,122 m	0,125 m/s	0,171 m/s ²
	180	0,127 m	0,181 m/s	0,313 m/s ²
Rolling	0	0 deg	0 rad/s	0 rad/s ²
	45	0,83 deg	0,0098 rad/s	0,0074 rad/s ²
	90	2,83 deg	0,143 rad/s	0,446 rad/s ²
	180	0 deg	0 rad/s	0 rad/s ²
Pitching	0	0,84 deg	0,008 rad/s	0,0045 rad/s ²
	45	0,76 deg	0,009 rad/s	0,0077 rad/s ²
	90	0,46 deg	0,013 rad/s	0,0245 rad/s ²
	180	0,79 deg	0,026 rad/s	0,058 rad/s ²

Melihat dari tabel 4 pada kondisi *rolling* dan *pitching* semakin tinggi simpangan amplitudo kapal berarti semakin besar kemungkinan air masuk ke geladag kapal (*deck wetness*) dan sebaliknya. Tetapi dalam kapal pembersih gulma ini tidak terjadi *deck wetness* dikarenakan simpangan amplitudo sangat kecil, berikut hasil dari pengamatan penulis yang mengacu pada aturan *NORDFORSK (1987) – Seakeeping Criteria*.

Table 5. Hasil Analisa *Deck Wetness* Kapal Pembersih Gulma

Kondisi	Sudut Gelombang			
	0°	45°	90°	180°
RMS Roll (deg)	0,00	0,83	2,83	0,00
Deck Wetness 1 (Mil/h)	0,00	0,00	0,012	0,00
Deck Wetness 2 (Mil/h)	0,00	0,00	0,012	0,00
Probability of Deck Wetness	x	x	x	x

Note :
x : Tidak terjadi *deck wetness*
√ : Terjadi *deck wetness*

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan penulis yaitu studi perancangan kapal pembersih gulma air dengan sistem conveyor dikawasan obyek wisata rawa jombor klaten, maka dapat disimpulkan beberapa informasi teknis sebagai berikut :

- Dengan menggunakan metode perancangan perbandingan optimasi dari kapal perbandingan, didapatkan ukuran utama dari kapal yaitu LOA = 14.60 m, LWL = 14.35 m, LPP 13.50 B = 4.00 m, H = 1.70 m, T = 1 m.
- Rancangan conveyor
Berikut spesifikasi conveyor yang dirancang
Tipe frame : Wire mesh,
Tipe conveyor : Conveyor khusus (garu)
Panjang sabuk : 5,00 m
Lebar sabuk : 1,70 m
Panjang rumah conveyor : 5,25 m
Lebar rumah conveyor : 2,00 m
Material yang di angkut : enceng gondok
- a) Hasil perhitungan hidrostatis kapal mempunyai *displacement* = 37.73ton, *Cb* = 0.7, *Prismatic Coeff* = 0,834
b) Hasil analisa stabilitas menunjukkan bahwa kapal dengan nilai MG terbesar

terjadi pada kondisi I muatan 0%, yang menyebabkan kapal memiliki waktu tercepat untuk kembali ke posisi tegak. Sedangkan nilai MG terkecil terjadi pada kondisi V muatan yang diangkut sebesar 100% menyebabkan kapal memiliki waktu paling lambat untuk kembali ke posisi tegak.

- c) Hasil analisa olah gerak kapal, penulis menggunakan tipe *Slight water* karena kondisi perairan rawa jombor merupakan perairan tenang dengan spesifikasi tinggi gelombang 0,5 m dan periode gelombang 7,5 s. Dan didapatkan hasil bahwa kapal pembersih gulma air ini mempunyai olah gerak yang baik pada semua kondisi dan semua sudut *heading*. Hal ini terbukti tidak terjadinya *deck wetness* atau masuknya air ke dalam dek kapal.

5.2 Saran

1. Adanya penelitian untuk menganalisa secara teknis misal kekuatan, getaran yang disebabkan oleh kapal dan secara ekonomis untuk biaya perawatan kapal.
2. Perluas kajian pembahasan, misalnya dengan menambahkan panel surya sebagai tenaga pembantu sehingga menghemat menghemat bahan bakar.
3. Perluas kajian pembahasan, misalnya dengan menambahkan conveyor pada sisi starboard dan portside kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. Modul *Conveyor and rocessing Belt – Calculation Methods Conveyor Belt*
- [2] D. Kurniawan, *Regresi Linier*, Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2008
- [3] F.B, Robert. 1988, *Motion In Waves and Controllability*, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, USA
- [4] IMO (International Maritime Organization) tahun 1993
- [5] Santoso, IGM, Sudjono, YJ. 1983. *Teori Bangunan Kapal*. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Indonesia.
- [6] Soekarsono, N.A. 1995. *Pengantar Bangunan Kapal dan Ilmu Kemaritiman*. PT. Panator Presindo, Indonesia.
- [7] Suhardjito, Gaguk. 2006 “*Tentang rencana umum*” archimedia2006 (e-book)
- [8] Sunarto., 1992, “Gerakan Swaying, Yawing, dan Rolling Kapal di Gelombang Regular”, Jurusan Teknik Perkapalan, Tugas Akhir, FTK, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.