

PERANCANGAN KONSTRUKSI *SLOPEWAY* SEBAGAI JEMBATAN PENGHUBUNG ANTARA GELADAK NO. 1A DENGAN GELADAK NO. 1B PADA KM. DHARMA RUCITRA VIII MILIK PT. DHARMA LAUTAN UTAMA

Ali Reza Muthahhari ^{1*}, IR. Hariyanto Soeroso, M.T. ², Dhika Aditya Purnomo, S.ST., M.T. ³

Desain dan Manufaktur, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia^{1*}
*Bangunan Kapal, Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia*²
*Desain dan Manufaktur, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia*³
Email: alizorbcrf@gmail.com¹

Abstract – In this study, designing a *slopeway* construction that serves as a connecting bridge between No. 1A Deck with No. 1B Deck on KM. Dharma Rucitra VIII so that it can be used as access to unload and load motorbikes. The stages of the *slopeway* construction design process will follow the applicable standards of the Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). The stages of the *slopeway* construction design process begin by calculating the cross-sectional modulus of the planned *slopeway* construction. Comparing the results of the calculation of the cross-sectional modulus of *slopeway* construction with the requirements of the cross-sectional modulus that have been determined by BKI. Furthermore, carrying out the loading simulation process will use the FEM (finite element methods) approach using the ANSYS Workbench software. Comparing the simulation results of *slopeway* construction loading with the allowable stresses determined by BKI. The results of this study indicate that design 3 has better quality than designs 1 and 2. The size of the construction is 8 mm thick plate, main web beam T 250x100x10, side and center girder T 250x120x10, supporting web beam L75x75x6, long girder L75x75x6. The equivalent stress value is 122.16 MPa, the bending stress is 75,458 MPa, the shear stress is 70,452 MPa, the strain is 6.30E04, the deformation is 5,1674 mm and has a construction weight of 5099.8 kg with a total budget of Rp. 18,159,579.27.

Keyword: *Slopeway*, BKI, ANSYS Workbench, design.

1. PENDAHULUAN

Galangan kapal yang terletak di Madura, Jawa Timur, yaitu PT. Adiluhung Saranasegara Indonesia yang berdiri sejak 1992 dan telah diakuisisi oleh PT. Dharma Lautan Utama pada tahun 2007, menjadi salah satu penyongkong industri maritim di Indonesia melalui jasa *repairing* kapal dan pembangunan kapal baru. Pada tahun 2021, galangan kapal tersebut mendapat proyek untuk memodifikasi kapal milik PT. Dharma Lautan Utama yaitu MV. Harumaru No. 2 menjadi KM. Dharma Rucitra VIII dari yang sebelumnya memiliki fungsi sebagai kapal cargo Ro-Ro menjadi kapal ferry Ro-Ro. Hal ini memerlukan beberapa perubahan struktur konstruksi, salah satunya yaitu penambahan konstruksi dek (Dek No. 1A) diantara *Bridge Deck* dengan *Poop Deck* (Dek No. 1B). Penambahan konstruksi dek baru ini nantinya akan menjadi Dek No. 1A dan dek dibawahnya menjadi Dek No. 1B. Untuk Dek No. 1A dari frame 22–102 direncanakan untuk ruang akomodasi penumpang dan *frame* 102–183 direncanakan untuk parkir kendaraan sepeda motor. Sedangkan untuk Dek No. 1B dari frame

43–102 direncanakan untuk ruang akomodasi penumpang dan *frame* 102–183 untuk parkir kendaraan mobil.

Oleh karena itu, adanya konstruksi *slopeway* pada Dek No. 1A sangat diperlukan yang berfungsi sebagai jembatan penghubung antara Dek No. 1A dengan Dek No. 1B sehingga dapat digunakan sebagai akses membongkar dan memuat kendaraan sepeda motor. Sesuai dengan gambar rancangan umum kapal, *slopeway* ini direncanakan akan diletakkan pada Dek No. 1A bagian *starboard* (sisi kanan) kapal *frame* 136–158, 8–12 bujur memanjang dari *centerline* kapal. Sesuai dengan gambaran diatas, maka perlu dilakukan proses perancangan konstruksi *slopeway* tersebut. Konstruksi *slopeway* ini direncanakan akan dibangun menggunakan material baja ASTM A36 yang merupakan baja karbon rendah sesuai dengan permintaan owner ship. Adapun tahap perancangan konstruksi *slopeway* ini nantinya akan mengikuti sesuai dengan aturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) yang berlaku.

2. METODOLOGI.

2.1 Kapal Cargo Ro – Ro

Salah satu jenis kapal cargo adalah kapal cargo Roll On – Roll Off atau biasa disebut cargo Ro – Ro. Kapal cargo Ro-Ro adalah kapal yang digunakan untuk mengangkut muatan beroda seperti bus, truk, mobil dan lain-lain dengan muatan berodanya dapat keluar – masuk kapal dengan penggerakannya sendiri.

2.2 Kapal Ferry Ro – Ro

Kapal ferry adalah kapal yang dioperasikan untuk penyeberangan antar pulau dengan jarak yang tidak terlalu jauh. Kapal ferry selain mengangkut penumpang, juga mengangkut kendaraan bermotor seperti mobil, sepeda motor, truk dan lain-lain. Salah satu jenis kapal ferry adalah kapal ferry Roll On – Roll Off atau biasa disebut ferry Ro – Ro. Kapal ferry jenis Ro-Ro adalah kapal penumpang yang muatan kendaraannya dapat keluar – masuk kapal dengan penggerakannya sendiri [8].

2.3 Car Deck

Geladak kendaraan merupakan suatu deck atau geladak pada kapal yang berguna untuk menampung muatan berupa kendaraan. Car deck adalah komponen struktur konstruksi yang vital karena perannya yang tidak hanya untuk menampung muatan kendaraan namun juga menopang deck yang ada di atasnya [2].

2.4 Slopeway

Slopeway atau internal ramp (jembatan dalam) adalah jembatan penghubung untuk menempatkan kendaraan dari car deck ke second deck dalam kapal Ro – Ro ataupun jenis kapal lain yang mengangkut kendaraan. Penggunaan *slopeway* sangat dibutuhkan untuk mempermudah proses membongkar dan memuat kendaraan dari car deck ke second deck dan sebaliknya. Sistem penggerak *slopeway* sendiri dibagi menjadi 2, yaitu menggunakan sistem hidrolik dan sistem winch dengan wire rope sebagai penghubung.

2.5 Aturan BKI Tentang Konstruksi Slopeway

Dalam sebuah sistem konstruksi, kekuatan merupakan salah satu bagian terpenting dalam sebuah kapal dikarenakan fungsi bagian tersebut adalah untuk menjamin keselamatan daripada awa kapal, penumpang dan muatan yang dibawanya.

Maka dari itu, dalam mendesain suatu konstruksi haruslah memiliki acuan atau aturan – aturan yang dapat mendukung konstruksi yang akan di buat. Dalam hal ini peraturan yang digunakan adalah aturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) dalam pembuatan suatu konstruksi *slopeway*.

Adapun beberapa aturan mengenai konstruksi *slopeway* yang perlu diperhatikan menurut aturan

dari BKI, seperti *scantling calculation*, tegangan ijin dan material yang digunakan dalam pembuatan *slopeway*.

Scantling calculation dilakukan untuk menentukan ukuran profil konstruksi yang dibutuhkan dalam mendesain sebuah konstruksi sesuai dengan aturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) 2014 *rules for hull* (part I, volume II) [1]. Adapun konstruksi yang diperhitungkan yaitu:

Tebal plat BKI Vol II Sec 7, B.2.1.

$$t = c \cdot \sqrt{(P \cdot k)} + tK \quad (\text{mm}) \quad (1)$$

Konstruksi utama BKI Vol II Sec 10, B.4.

$$W = c \cdot e \cdot \ell^2 \cdot P \cdot k \quad (\text{cm}^3) \quad (2)$$

Konstruksi pendukung BKI Vol II Sec 10, B.4.

$$W = (83.3 / \sigma_{pr}) \cdot m \cdot a \cdot \ell^2 \cdot P \quad (\text{cm}^3) \quad (3)$$

Tegangan ijin adalah tegangan yang terjadi saat dilakukan pembebanan tanpa mengakibatkan terjadi kepatahan atau perubahan bentuk yang berakibat pada kerusakan struktur. Adapun rumusan untuk mencari tegangan izin berdasarkan aturan BKI adalah sebagai berikut :

Bending stress

$$\sigma = \frac{120}{k} \quad (\text{MPa}) \quad (4)$$

Shear stress

$$\tau = \frac{80}{k} \quad (\text{MPa}) \quad (5)$$

Equivalent stress

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma^2 + 3 \tau^2} = \frac{150}{k} \quad (\text{MPa}) \quad (6)$$

Dan untuk material yang akan digunakan untuk konstruksi *slopeway* adalah baja ASTM A36 sesuai dengan permintaan ownership. Dimana *material properties* tersebut adalah sebagai berikut [3] :

- *Ultimate stress* = 400 – 550 N/mm²
- *Yield stress* = 250 N/mm²
- *Modulus of elasticity* = 200000 N/mm²
- *Density* = 7850 Kg/m³
- *Poisson – ratio* = 0.26
- *Elongation, min %* = 20 – 23 %

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Utama Kapal

Berikut ini adalah data utama kapal yang dimiliki oleh KM. Dharma Rucitra VIII.

Tabel 1: Data Utama Kapal

Data Utama Kapal

Length of body (LPP)	137	meter
Block coefficient (CB)	0.473	
Breadth (B)	25	meter
Depth (H)	7.6	meter
Draught (T)	6.5	meter
Speed Max (Vs)	21	Knot

3.2 Dimensi Rencana Slopeway

Perencanaan *slopeway* pada tugas akhir ini dibuat dalam 3 tipe desain, sehingga dari 3 tipe desain tersebut dapat dibandingkan hasilnya dari segi teknik dan anggaran biaya.

Tabel 2: Dimensi Rencana Konstruksi Slopeway

Desain	Dimensi			Satuan
1	Panjang	=	15000	mm
	Lebar	=	2400	mm
	Jarak gading melintang utama	=	1500	mm
	Jarak gading melintang pendukung	=	750	mm
	Jarak gading memanjang utama	=	1200	mm
	Jarak gading memanjang pendukung	=	400	mm
2	Panjang	=	15000	mm
	Lebar	=	2400	mm
	Jarak gading melintang utama	=	2250	mm
	Jarak gading melintang pendukung	=	750	mm
	Jarak gading memanjang utama	=	1200	mm
	Jarak gading memanjang pendukung	=	400	mm
3	Panjang	=	15000	mm
	Lebar	=	2400	mm
	Jarak gading melintang utama	=	1800	mm
	Jarak gading melintang pendukung	=	600	mm
	Jarak gading memanjang utama	=	1200	mm
	Jarak gading memanjang pendukung	=	400	mm

3.3 Data Sepeda Motor dan Design Load

Slopeway ini hanya akan dilewati oleh kendaraan sepeda motor yang akan terparkir pada Dek No. 1A.

Tabel 3: Dimensi Rencana Konstruksi Slopeway

No.	Jenis Sepeda Motor	Dimensi L x W x H (mm)	Jarak Sumbu Roda (mm)	Berat (kg)
1	Sport (Honda CBR600R)	2030 x 685 x 1140	1375	194

2	Sport (Honda CBR1000RR-R)	2100 x 745 x 1140	1455	201
3	Naked (Yamaha MT 15)	1965 x 800 x 1065	1335	133
4	Naked (Yamaha Vixion)	1950 x 720 x 1025	1295	132
5	Naked (Honda CB650R)	2128 x 784 x 1076	1449	203
6	Cruiser (Honda Rebel)	2205 x 820 x 1090	1490	191
7	Trail (Yamaha WR 155R)	2145 x 840 x 1200	1430	134
8	Trail (Kawasaki KLX 140R F)	2005 x 790 x 1135	1330	99
9	Trail (Kawasaki KLX150BF)	2070 x 825 x 1155	1340	118
10	Bebek (Honda Supra GTR 150)	2025x 705 x 1105	1284	119
11	Bebek (Honda Revo X)	1919 x 709 x 1080	1227	97,5
12	Bebek (Honda Supra X)	1918 x 709 x 1101	1235	106
13	Matic (Honda Vario 125)	1919 x 679 x 1062	1280	111
14	Matic (Honda Beat)	1877 x 669 x 1074	1256	90
15	Matic (Honda Beat Street)	1877 x 742 x 1030	1251	95

Data sepeda motor yang akan digunakan adalah jenis sepeda motor yang memiliki berat terbesar dari Tabel 3 yaitu Naked (Honda CBR650R). Sehingga didapatkan nilai P :

$$P = \frac{Q}{n} \cdot (1 + A_v)$$

$$P = 1.25 \text{ kN, untuk area } 0 \leq \frac{x}{L} < 0.2$$

$$P = 1.19 \text{ kN, untuk area } 0.2 \leq \frac{x}{L} < 0.7$$

$$P = 1.69 \text{ kN, untuk area } 0.7 \leq \frac{x}{L} \leq 1.0$$

Diambil nilai P terbesar dari 3 hasil perhitungan diatas yaitu 1.69 kN, sehingga hasil perhitungan *design load* nya yaitu :

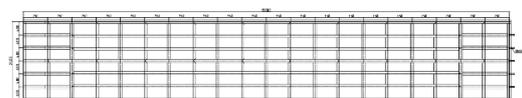
$$P_{\text{design load}} = \frac{P}{f}$$

$$= \frac{1,69}{0,05}$$

$$= 33.72 \text{ kN/m}^2$$

3.4 Perhitungan Konstruksi Desain 1

Sebelum melakukan perhitungan konstruksi *slopeway* desain 1, terlebih dahulu kita akan membuat design layout sesuai dengan dimensi rencana konstruksi *slopeway* yang dapat dilihat pada Tabel 2. Adapun design layout dari rencana konstruksi *slopeway* desain 1 dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



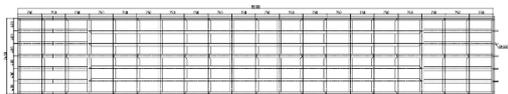
Gambar 1. Design Layout Konstruksi Slopeway Desain 1

Tabel 4: Rekapitulasi Hasil Perhitungan Konstruksi Slopeway Desain 1

No	Item	Scantling	W	Ws	Ijin
		mm	cm ³	cm ³	
1	Plate	8			
	Utama				
2	Web Beam	T 180x100x10	205.4 2	274.4 5	Ok
3	Center Girder	T 180x100x10	256.7 7	275.9 0	Ok
4	Side Girder	T 180x100x10	256.7 7	275.9 0	Ok
	Pendukung				
5	Long Girder	L 75x75x6	15.12	41.47	Ok
6	Web Beam	L 75x75x6	14.98	41.64	Ok

3.5 Perhitungan Konstruksi Desain 2

Sebelum melakukan perhitungan konstruksi *slope way* desain 2, terlebih dahulu kita akan membuat design layout sesuai dengan dimensi rencana konstruksi *slope way* yang dapat dilihat pada Tabel 2. Adapun design layout dari rencana konstruksi *slope way* desain 2 dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



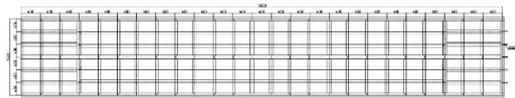
Gambar 2. Design Layout Konstruksi Slope way Desain 2

Tabel 5: Rekapitulasi Hasil Perhitungan Konstruksi Slope way Desain 2

No	Item	Scantling	W	Ws	Ijin
		mm	cm ³	cm ³	
1	Plate	8			
	Utama				
2	Web Beam	T 250x12x10	308.1 2	476.1 4	Ok
3	Center Girder	T 250x12/12 0x16	577.7 3	679.6 1	Ok
4	Side Girder	T 250x12/12 0x16	577.7 3	679.6 1	Ok
	Pendukung				
5	Long Girder	L 90x90x9	34.91	83.68	Ok
6	Web Beam	L 90x90x9	14.98 6	83.86	Ok

3.6 Perhitungan Konstruksi Desain 3

Sebelum melakukan perhitungan konstruksi *slope way* desain 3, terlebih dahulu kita akan membuat design layout sesuai dengan dimensi rencana konstruksi *slope way* yang dapat dilihat pada Tabel 2. Adapun design layout dari rencana konstruksi *slope way* desain 3 dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Design Layout Konstruksi Slope way Desain 3

Tabel 6: Rekapitulasi Hasil Perhitungan Konstruksi Slope way Desain 3

No	Item	Scantling	W	Ws	Ijin
		mm	cm ³	cm ³	
1	Plate	8			
	Utama				
2	Web Beam	T 250x100x10	246.5 0	427.29 3	Ok
3	Center Girder	T 250x120x10	369.7 5	480.30 0	Ok
4	Side Girder	T 250x120x10	369.7 5	480.30 0	Ok
	Pendukung				
5	Long Girder	L75x75x6	22.08	41.554	Ok
6	Web Beam	L75x75x6	12.98 5	41.595	Ok

3.7 Simulasi Model

Proses simulasi yang dilakukan menggunakan software Ansys Workbench adalah analisa force tension yaitu untuk mengetahui kekuatan dari sebuah benda saat dilakukan pembebanan.

3.7.1 Penentuan Tipe Simulasi

Dalam tugas akhir ini dipilih fungsi static structural untuk mencari stress, deformasi, dan strain dari konstruksi *slope way*.

3.7.2 Pemilihan Material

Material yang digunakan pada konstruksi *slope way* ini adalah baja ASTM A36 sesuai dengan permintaan *ownership*

3.7.3 Penentuan Connections

Karena pada model memiliki tidak hanya satu profil konstruksi namun beberapa profil konstruksi yang disambung menjadi satu bagian, maka harus ditentukan bagian *connections* tersebut. Pada model ini akan menggunakan fitur *automatic connections* dari software ANSYS Workbench yang mana akan secara otomatis menghasilkan koneksi antar bagian profil dengan menentukan nilai toleransi tertentu

3.7.4 Penentuan Tumpuan

Jenis tumpuan yang digunakan pada model ini adalah *fixed support* karena tumpuan pada *slope way* bersifat tetap. Tumpuan pada model ini adalah engsel yang bertumpu pada Dek No. 1A dan tumpuan satu lagi pada ujung konstruksi *slope way* yang bertumpu pada Dek No. 1B.

3.7.5 Penentuan Besarnya Beban

Pada model ini jenis beban yang bekerja pada *slopeway* adalah *force* karena konstruksi *slopeway* diasumsikan akan dilewati oleh 12 sepeda motor secara bersamaan dengan total berat yaitu $1.69 \text{ kN} \times 2 \times 12 = 40.4682 \text{ kN}$. Beban akan di berikan pada bagian permukaan atas pelat sebesar 40.4682 kN yang apabila dikonfersikan ke newton diperoleh 40468.2 N .

3.7.6 Meshing dan Simulasi

Setelah semua aspek diberikan pada model. maka model tersebut dilakukan *meshing* dan simulasi dengan menggunakan ukuran *mesh* sebesar 100 mm.

3.8 Hasil Simulasi

Setelah dilakukan simulasi model maka akan mendapatkan hasil *stress*, *strain*, deformasi dan *safety factor*.

Tabel 7: Rekapitulasi Hasil Analisa Konstruksi *Slopeway* Desain 1

Berat Konstruksi	4518.8 kg			
	Min	Max	Ijin	Syarat
Tegangan Equivalent	0.011035 Mpa	147.49 Mpa	159.5 MPa	OK
Tegangan Bending	-9.6188 MPa	89.021 MPa	127.65 MPa	OK
Tegangan Geser	0.006227 MPa	85.052 MPa	85.1 MPa	OK
Regangan	2.25E-07	7.7E-04	-	-
Deformasi	0 mm	10.738 mm	-	-
<i>Safety Factor</i>	1.695	15	1.5	OK

Tabel 8: Rekapitulasi Hasil Analisa Konstruksi *Slopeway* Desain 2

Berat Konstruksi	6007.6 kg			
	Min	Max	Ijin	Syarat
Tegangan Equivalent	0.001909 5 Mpa	122.08 Mpa	159.5 MPa	OK
Tegangan Bending	-6.6443 Mpa	92.941 Mpa	127.65 MPa	OK
Tegangan Geser	0.001076 3 Mpa	68.122 Mpa	85.1 MPa	OK
Regangan	2.66E-08	6.1E-04	-	-
Deformasi	0 mm	5.1674 mm	-	-
<i>Safety Factor</i>	2.0478	15	1.5	OK

Tabel 9: Rekapitulasi Hasil Analisa Konstruksi *Slopeway* Desain 3

Berat Konstruksi	5099.8 kg			
	Min	Max	Ijin	Syarat
Tegangan Equivalent	0.010239 MPa	122.16 MPa	159.5 MPa	OK
Tegangan Bending	-6.1846 MPa	75.458 MPa	127.65 MPa	OK

Tegangan Geser	0.005449 2 MPa	70.452 MPa	85.1 MPa	OK
Regangan	6.56E-08	6.30E-04	-	-
Deformasi	0 mm	5.1674 mm	-	-
<i>Safety Factor</i>	2.0465	15	1.5	OK

3.9 Pemilihan Desain

Dari hasil analisa pembebanan menggunakan bantuan *software* ANSYS Workbench yang ditunjukkan pada Tabel 4.39, 4.40 dan 4.41, dapat dilakukan pemilihan desain yang terbaik dari 3 tipe desain yang telah dibuat. Apabila mempertimbangkan nilai *safety factor*, maka desain 2 adalah pilihan yang terbaik yaitu dengan nilai *safety factor* sebesar 2.0478. Namun apabila ditinjau dari berat konstruksi, desain 1 dapat dipilih karena memiliki berat yang relatif ringan dari pada desain 2 yaitu sebesar 4518.8 kg. Adapun pemilihan desain pada penelitian ini ditentukan oleh 2 faktor utama, yaitu dari nilai *safety factor* yang terbesar dan memiliki berat konstruksi yang ringan. Maka dari itu, desain 3 dipilih sebagai pilihan yang terbaik dari 3 tipe desain yang telah dibuat dengan nilai *safety factor* sebesar 2.0465 yang memiliki selisih tidak jauh berbeda dari desain 2 dan memiliki berat konstruksi yang relatif ringan dari pada desain 2 yaitu sebesar 5099.8 kg.

3.10 RAB

Adapun rincian rencana anggaran biaya dari konstruksi *slopeway* adalah sebagai berikut.

Tabel 10: Rincian RAB Material Konstruksi *Slopeway*

Desain	Item	Ukuran	Harga	
		mm	Rupiah	
1	Plate	8	Rp 7,912,800.00	
	Utama			
	Web Beam	T 180x100x10	Rp 1,846,320.00	
	Center Girder	T 180x100x10	Rp 1,153,950.00	
	Side Girder	T 180x100x10	Rp 2,769,480.00	
	Pendukung			
	Long Girder	L 75x75x6	Rp 1,139,443.20	
	Web Beam	L 75x75x6	Rp 626,693.76	
	Total biaya material			Rp 15,448,686.96
	2	Plate	8	Rp 7,912,800.00
Utama				
Web Beam		T 250x12x10	Rp 1,707,846.00	
Center Girder		T 250x12/120x16	Rp 2,027,655.00	

	Side Girder	T 250x12/120x1 6	Rp 5,271,903.00
	Pendukung		
	Long Girder	L 90x90x9	Rp 1,775,929.05
	Web Beam	L 90x90x9	Rp 1,420,743.24
	Total biaya material		Rp 20,116,876.29
3	Plate	8	Rp 7,912,800.00
	Utama		
	Web Beam	T 250x100x10	Rp 2,195,802.00
	Center Girder	T 250x100x10	Rp 1,524,862.50
	Side Girder	T 250x100x10	Rp 3,781,659.00
	Pendukung		
	Long Girder	L 75x75x6	Rp 1,775,929.05
	Web Beam	L 75x75x6	Rp 968,526.72
	Total biaya material		Rp 18,159,579.27

4. KESIMPULAN

Dari pembahasan yang dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

Desain konstruksi slopeway yang terbaik adalah desain 3 yang memiliki berat konstruksi sebesar 5099.8 kg dengan hasil perhitungan konstruksi slopeway berdasarkan aturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) yang berlaku yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Adapun hasil analisa konstruksi slopeway desain 3 menggunakan bantuan software ANSYS Workbench yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Estimasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) material yang dibutuhkan dalam merealisasikan rancangan konstruksi slopeway desain 3 adalah sebesar Rp. 18,159,579.27 yang rinciannya dapat dilihat pada Tabel 10.

5. PUSTAKA

- [1] Biro Klasifikasi Indonesia (2014). *Rules for the classification and Construction: Part 1 Seagoing Ship, Volume II Rules for Hull*. Biro Klasifikasi Indonesia. Jakarta
- [2] Dwi Yunanto, Wahyu (2013). Analisa Kekuatan Konstruksi Car Deck pada Kapal Ropax 5000 GT dengan Metode Elemen Hingga. Teknik Perkapalan, Universitas Diponegoro, Semarang

- [3] Kumaratih, Shinta Fitriana (2021). Analisis Fatigue Life Struktur Ramp Door Passenger Deck dan Tali Baja Kapal Ferry Ro-Ro 1500 GT. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya.
- [4] Mulyanto, I. P. (2011). Analisa Kekuatan Konstruksi Car Deck pada Kapal KM. Dharma Ferry 3 dengan Metode Elemen Hingga. Jurnal KAPAL, 8
- [5] Mustofa, Jamhari Hidayat Bin (2016). Analisis dan Perhitungan Hull Scantlings pada Kapal Bore Piling Hammer Support Foundation Milik ASL Marine Pte Ltd Berdasarkan Abs Rules For Vessel Steel 2015. Fakultas Teknologi Kelautan, ITS, Surabaya
- [6] Prambudi, Bagus (2018). Analisa Teknik dan Ekonomi Perancangan Konstruksi Ramp Door pada Kapal Ro-Ro Barge. Fakultas Teknologi Kelautan, ITS, Surabaya
- [7] Rokhim, Iman Nur (2018). Desain Ramp Door pada Haluan Kapal Motor Cepat 38 Meter. Fakultas Teknologi Kelautan, ITS, Surabaya
- [8] Wijayati, Wahyu. 2013. Analisa Kekuatan Konstruksi Stern Ramp Door pada KM. Musthika Kencana Akibat Beban Statis Berbasis Metode Elemen Hingga. Fakultas Teknologi Kelautan, ITS. Surabaya