

ANALISA KEKUATAN KONSTRUKSI *INTERNAL RAMP* SISTEM *STEEL WIRE ROPE* PADA KM. DHARMA KENCANA VIII DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

Samuel Febriary Khristyson¹, Imam Pujo Mulyatno¹, Andi Trimulyono¹
¹)S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang
Email: samuelfebriary@yahoo.co.id

ABSTRAK

KM. DHARMA KENCANA VIII adalah kapal tipe *Ro - Ro (Passanger Ship)* yang memiliki rute pelayaran Merak - Bakauheni yang mampu mengangkut penumpang dan kendaraan dalam jumlah yang relatif banyak. Penelitian tentang kekuatan konstruksi *internal ramp* perlu diperhatikan dan dilakukan dimana tegangan yang diakibatkan oleh beban yang mengenainya tidak boleh melebihi batas maksimum σ_{ijin} bahan berdasarkan rules dari klas, adapun acuan rules yang dipakai dalam penelitian ini adalah berdasarkan rules Biro Klasifikasi Indonesia. Analisa dan permodelan dalam penelitian kekuatan konstruksi *internal ramp* dilakukan dengan menggunakan program analisa kekuatan berbasis Metode Elemen Hingga. Analisa yang digunakan adalah analisa beban statis untuk mengetahui karakteristik dan letak tegangan terbesar pada konstruksi *internal ramp* berdasarkan empat variasi pembebanan. Hasil analisa menggunakan program berbasis Metode Elemen Hingga didapatkan hasil *stress* terbesar *internal ramp* terjadi dengan beban kendaraan mobil box pada kondisi *loadstep middle* yaitu sebesar $55,40 \text{ N/mm}^2$, dimana daerah paling kritis terjadi pada node 2949 yang terletak pada penegar profil L paling kiri bagian memanjang dan penegar profil T nomor 5 bagian melintang. Tegangan ini masih dalam kondisi aman, karena setelah dibandingkan dengan σ_{ijin} sebesar 400 N/mm^2 berdasarkan rules BKI menghasilkan nilai *safety factor* sebesar 7,22. Kata kunci : *internal ramp*, metode elemen hingga, analisa kekuatan

I. PENDAHULUAN

Dalam sebuah sistem konstruksi, kekuatan merupakan struktur terpenting dalam sebuah kapal sebab fungsi struktur tersebut adalah untuk menjamin keselamatan daripada awak kapal, penumpang, dan muatannya.

KM. Dharma Kencana VIII adalah kapal tipe (*Ro - Ro Passanger Ship*) yang beroperasi di Selat Sunda dengan rute pelayaran Pelabuhan Merak - Bakauheni yang mampu mengangkut penumpang dan kendaraan dalam jumlah yang relatif banyak. Untuk menampung kendaraan yang lebih banyak maka kendaraan jenis Mpv, mobil box, pick up, sedan dapat di tempatkan di *second deck* agar memudahkan akses keluar masuk kendaraan yang akan diangkut dari *car deck* ke *second deck*, maka kapal ini dilengkapi dengan sebuah jembatan (*internal ramp*) sistem *steel wire rope*.

Hal ini menunjukkan bahwa ada banyak beban yang bekerja pada konstruksi *internal ramp* tersebut saat *loading* dan *unloading*. Maka secara garis besar perencanaan konstruksi *internal ramp* adalah membuat suatu konstruksi yang mempunyai tingkat tegangan pada batas yang diijinkan dan bisa diterima oleh konstruksi tersebut. Perencanaan konstruksi *internal ramp* harus dapat menjamin suatu struktur dapat menerima beban dan tegangan yang diijinkan. Berdasarkan hal tersebut di atas maka perlu kiranya dilakukan analisa kekuatan terhadap *internal ramp* sehingga dapat mengetahui kekuatan dari konstruksi tersebut.

Sesuai dengan latar belakang dan permasalahan yang telah dibahas maka penelitian ini mempunyai beberapa tujuan. Adapun tujuan penelitian ini adalah, mengetahui kekuatan dan karakteristik kekuatan konstruksi *internal ramp* sistem *steel wire rope* pada KM. Dharma Kencana VIII dengan Metode Elemen Hingga.

II. TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Kapal *Ro - Ro (Roll On - Roll Of)*

Kapal jenis *Ro - Ro* adalah kapal yang bisa memuat penumpang ataupun kendaraan yang berjalan masuk kedalam kapal dengan penggerakannya sendiri dan bisa keluar dengan sendiri juga sehingga disebut sebagai kapal *Roll On - Roll Off* disingkat *Ro - Ro*. Untuk memudahkan dalam proses *loading* dan *unloading* kapal jenis ini dilengkapi dengan pintu rampa (*ramp door*) yang dihubungkan dengan *moveble bridge* ke dermaga untuk akses keluar masuknya kendaraan yang akan diangkut kedalam kapal.

II.2 *Internal Ramp* (Jembatan Dalam)

Internal ramp (Jembatan dalam) adalah jembatan untuk menempatkan kendaraan dari *car deck* ke *second deck* dalam kapal *Ro - Ro* ataupun jenis kapal lain yang mengangkut kendaraan. Penggunaan *internal ramp* sangat dibutuhkan untuk mempermudah proses membongkar dan memuat kendaraan dari *car deck* ke *second deck* dan sebaliknya. Sistem penggerak dari *internal ramp*

ada 2 jenis , yaitu dengan menggunakan sistem hidrolis atau dengan menggunakan *system steel wire rope*. Ada beberapa jenis *internal ramp* yang sering digunakan di kapal baik itu kapal jenis *Ro - Ro* ataupun jenis lain yang mengangkut kendaraan, diantaranya adalah :

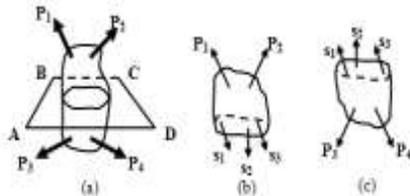
- 1) *Internal Ramp - Steel Wire Rope*
- 2) *Internal Ramp - Hidrolik*
- 3) *Internal Ramp Cover - Hidrolik*

II.3 Klasifikasi *Beam*

Dalam banyak struktur teknik, gaya perlawanan bekerja secara lateral dan transversal terhadap sumbu-sumbu bagian tersebut. Jenis bagian konstruksi seperti ini dinamakan balok (*beam*). *Beam* diklasifikasikan ke dalam beberapa kelompok, terutama tergantung pada macam tumpuan yang digunakan. Jadi bila tumpuan tersebut berada pada ujung-ujung dan pada pasak atau rol, maka balok tersebut disebut tumpuan yang sederhana atau *beam* sederhana.

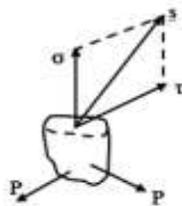
II.4 Tegangan (*Stress*)

Umumnya, gaya dalam yang bekerja pada luas yang kecil tak berhingga sebuah potongan, akan terdiri dari bermacam - macam besaran dan arah, seperti yang diperlihatkan secara diagramatis dalam Gambar 2.1 (b) dan (c).



Gambar 2.1 Pengirisan sebuah benda [1]

Pada umumnya intensitas gaya yang bekerja pada luas yang kecil tak berhingga suatu potongan berubah - ubah dari suatu titik ke titik lain, umumnya intensitas gaya ini berarah miring pada bidang potongan. Dalam praktek keteknikan biasanya intensitas gaya diuraikan menjadi tegak lurus dan sejajar dengan irisan yang sedang diselidiki. Penguraian intensitas ini pada luas kecil tak berhingga diperlihatkan dalam Gambar 2.2. Intensitas gaya yang tegak lurus atau normal terhadap irisan disebut tegangan normal (*normal stress*) pada sebuah titik.



Gambar 2.2 Komponen dari tegangan [2]

Suatu tegangan pada sebuah titik, secara matematis dapat didefinisikan sebagai berikut :

dimana P adalah suatu gaya yang bekerja tegak lurus terhadap potongan, sedangkan A merupakan luas yang bersangkutan. Selain itu tegangan normal dapat menghasilkan tegangan tarik (*tensile stress*), tegangan tekan (*compressive stress*) dan tegangan geser (*shearing stress*).

II.5 Metode Elemen Hingga (*Finite Element Method*)

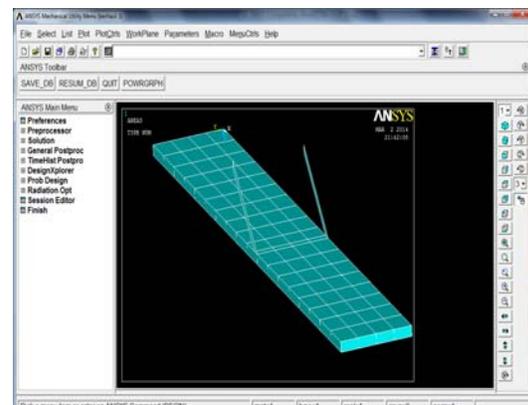
Metode Elemen Hingga (*Finite Element Method*) merupakan salah satu metode aproksimasi yang umum digunakan untuk menyelesaikan persamaan diferensial parsial atau *Partial Differential Equation (PDE)* secara numerik dalam analisis struktur. Metode elemen hingga seperti yang dikenal sekarang ini diketahui pada awalnya diperkenalkan oleh Courant (1943).

II.6 Faktor Keamanan (*Safety Factor*)

Faktor keamanan adalah faktor yang menunjukkan tingkat kemampuan suatu bahan teknik menerima beban dari luar, yaitu beban tekan maupun tarik. Faktor ini identik dengan perbandingan antara tegangan ijin (*allowable stress*) dengan tegangan terbesar (*maximum stress*) yang terjadi.

II.7 Prosedur Permodelan pada *Software ANSYS*

ANSYS adalah *software analysis* komputer untuk membuat model dan menganalisa dengan metode elemen hingga. Proses analisa metode elemen hingga (*finite element analysis*) dimulai (*pre processing*) . Tahapan dalam permodelannya adalah secara umum persiapan (*Preference - Structural*) dan pembuatan model (*Modeling - Create*).



Gambar 2.3 Model *internal ramp* dengan program ANSYS

III. METODOLOGI PENELITIAN

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

III.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, adapun studi lapangan tersebut antara lain :

1. Pengambilan Data Penelitian

Data yang dibutuhkan dalam pengerjaan penelitian ini antara lain :

- a. Data primer
- b. Data sekunder

2. Metode Pengambilan Data

Dalam proses pengambilan data, ada beberapa metode yang digunakan dalam pengambilan data tersebut, diantaranya :

- a. Metode observasi
- b. Metode wawancara

3. Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari – Juni 2014 dilaksanakan di PT.Janata Marina Indah Unit II Semarang yang beralamat di Jl. Yos Sudarso 50129 Semarang.

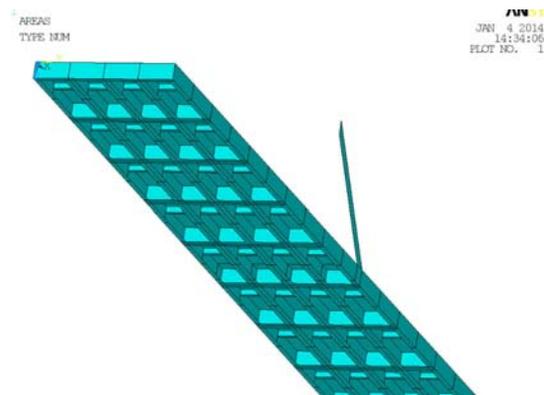
III.2 Studi Literatur

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

III.3 Pembuatan Model

Pembuatan model dilakukan dengan prosedur antara lain :

- a) Membuat geometri dari objek yang akan dianalisa. Proses ini bisa dilakukan dengan program ANSYS 14.0 .
- b) Membuat model elemen hingga. Pembuatan model elemen hingga adalah pembuatan jaringan-jaringan elemen yang saling terhubung oleh nodal.



Gambar 3.1 Detail model *internal ramp* dengan program ANSYS

- c) Pengecekan model dengan *Check Model* dimaksudkan untuk menjamin bahwa elemen sudah terkoneksi secara benar.

- d) Pendefinisian material.
- e) Pendefinisian jenis elemen.
- f) Pemberian tumpuan atau beban.

III.4 Analisa Model

Setelah pembuatan model selesai tahap selanjutnya adalah analisa model, dengan *software* ANSYS di lakukan analisa lebih lanjut sesuai dengan tujuan dari tugas akhir ini.

III.5 Penyajian Data Hasil Perhitungan

Semua hasil pengolahan data berupa gambar model, *display* hasil analisis tegangan terbesar yang terjadi kemudian dilakukan pengelompokkan agar mudah dalam penyusunan laporan.

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

IV.1 Pendefinisian *Internal Ramp*

Internal ramp (Jembatan dalam) adalah jembatan untuk menempatkan kendaraan dari *car deck* ke *second deck* dalam kapal *Ro- Ro* ataupun jenis kapal lain yang mengangkut kendaraan.



Gambar 4.1 Tampak samping *Internal Ramp* KM Dharma Kencana VIII



Gambar 4.2 Tampak dari *second deck* *Internal Ramp* KM Dharma Kencana VIII

IV.2 Ukuran utama dan data *internal ramp* KM Dharma Kencana VIII

Main Dimension :

LOA	=	112,91	m
Lpp	=	101	m
B	=	16	m

H = 5,7 m
 T = 4,5 m
 GT = 4734 Ton
 CB = 0,75

Internal Ramp:

Ukuran Internal Ramp =

P:17,37 m L:2,49 m T: 6 mm

Sudut kemiringan Internal Ramp = 18,66°

Ukuran Penegar

Profil T = 300 x 180 x 8 (mm)

Profil L = 100 x 75 x 8 (mm)

IV.3 Perhitungan beban

Besarnya beban kendaraan (MPV, Sedan, Pick Up, mobil box) pada internal ramp. Pengkondisian beban kendaraan diambil kendaraan mpv dengan beban 1,8 ton, sedan dengan beban 1,1 ton, Pick up dengan beban 2 ton, mobil box dengan beban 2,1 ton, perhitungan babannya seperti,

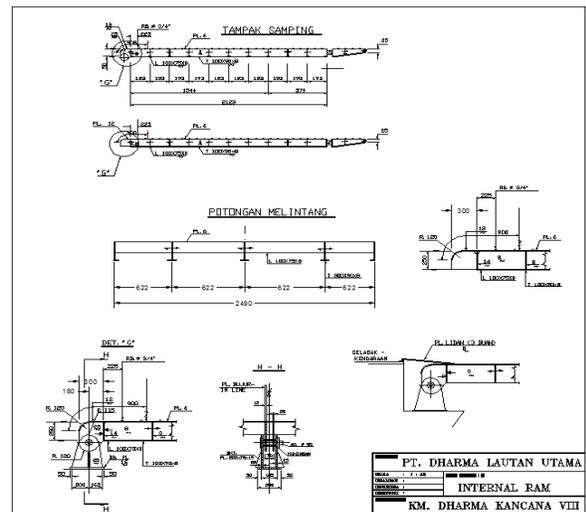
• beban kendaraan mpv
 $W = m \times g (\cos 18,66^\circ)$ (1)

Perhitungan ini juga dilakukan terhadap beban mobil sedan, pick up dan mobil box sehingga di dapatkan nilai, sebagai berikut :

Tabel 4.1 Skenario kejadian

Kejadian No.	Jenis Beban	m (ton)	g (m/s ²)	W	Beban per node (W/4)
1	MPV	4,14	9,8	38,43 KN	9,60 KN
2	Sedan	2,53	9,8	23,30 KN	5,82 KN
3	Pick Up	4,6	9,8	42,37 KN	10,59 KN
4	Mobil Box	4,83	9,8	44,49KN	11,12 KN

• Perhitungan beban konstruksi Internal Ramp



Tabel 4.2 perhitungan beban konstruksi

No	Bagian	Banyaknya	Ukuran (m)			ρ (Ton/ m ³)	berat (ton) [x10 ³ kg]	
			p	l	t			
1	Flat Deck	1	17,37	2,49	0,006	7,8	2,02	
2	Profil Smeg pengr	2	17,37	0,3	0,008	7,8	0,65	
3	Profil Smeg fp	2	17,37	0,018	0,008	7,8	0,04	
4	Profil don-bling	2	17,37	0,3	0,008	7,8	0,65	
5	Profil don-bling fp	2	2,49	0,018	0,008	7,8	0,01	
6	Profil L pasang	9	2,49	0,1	0,008	7,8	0,14	
7	Profil L face pit	9	2,49	0,075	0,008	7,8	0,10	
8	Profil T (1) pengr	8	2,49	0,3	0,008	7,8	0,37	
9	Profil T (1) fp	8	2,49	0,09	0,008	7,8	0,11	
10	Profil T (2) pengr	3	17,37	0,3	0,008	7,8	0,98	
11	Profil T (2) fp	3	17,37	0,09	0,008	7,8	0,29	
						Σ =	5,37	
12	Pengelesan (5% berat konstruksi)							0,27
						Σ Tot =	5,64	

$W_{konst} = m \times g$ (2)
 $= 5,64 \times 9,8$
 $= 52,92 \text{ KN}$

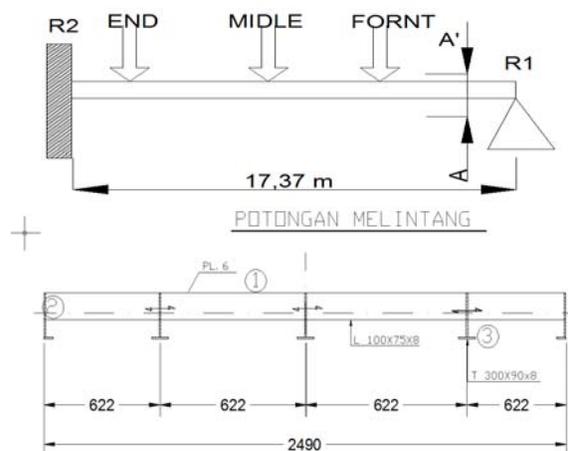
• Perhitungan tegangan per Satuan Luas
 Dengan beban total dan luas pelat deck internalramp maka dapat diketahui beban per satuan luas

$P(\text{tot}) =$ (3)
 $W(\text{mpv}) + W(\text{sedan}) + W(\text{pickup}) + W(\text{box}) + W(\text{konst})$

$\frac{\text{Luas}}$
 $= 3,01 \text{ KN/m}^2$

• Perhitungan Pembebanan Manual

Apabila beban di letakan pada sebuah batang / balok yang di gambarkan sebagai model internal ramp, maka terjadi tekanan yang terjadi.



Gambar 4.4 pengansumsian model internal ramp dalam bentuk balok

Dari perhitungan ini yang terpenting meliputi beban, lengan, dan tegangan yang terjadi. Seperti gambar 4.4 maka dapat di asumsikan dengan perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4.3 perhitungan Moment Inersia

No	Nama Bagian	Jumlah	Ukuran (m)		Luas (A) m ²	Jmlh x A	Y (m)	AY (m ³)	I _o = 1/12 b. h ³	Ad ² (jarak Y ke NA)	I _{tot} =I _o +A d ² (m ⁴)
			p	l							
1	Plat Deck	1	2,49	0,006	0,0149	0,0149	0,15	0,00224	7,719E-03	0,000336	8,055E-03
2	Profil L	1	2,49	0,1	0,2490	0,2490	0,05	0,01245	1,287E-01	0,015563	1,442E-01
3	Profil T pngr	5	0,3	0,008	0,0024	0,0120	0,15	0,00180	1,800E-05	0,000054	7,200E-05
	Profil T fp	5	0,09	0,008	0,0007	0,0036	0,15	0,00054	3,840E-09	0,000016	1,620E-05
		Σ = 12			Σ = 0,2671	0,27954		Σ = 0,1336			Σ = 0,15236

Setelah mendapatkan nilai inersia dari potongan melintang konstruksi *internal ramp* maka dapat di gunakan untuk mengetahui nilai tegangan yang terjadi,

Pada Mobil Mpv

-Tegangan Normal (Aksial)

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (4)$$

,dimana P = gaya dan A = luas penampang melintang

- Bagian *Front Internalramp*

Tegangan Lentur

$$\sigma = \frac{Mc}{I} \quad (5)$$

, dimana : c = 1/2 h dan I = A₀d² + 1/12 b.h³

Perhitungan ini juga dilakukan terhadap beban mobil mpv, sedan, pick up dan mobil box pada bagian *loadstep Front, Midle, End* sehingga di dapatkan nilai, sebagai berikut :

Tabel 4.4 perhitungan pembebanan

No	Beban	Baban (KN)	Luas (m ²)	Tegangan Normal (KN/m ²)	Load step	Panjang lengan (m)	Σ Tegangan majemuk (KN/m ²)
1	MPV	17,64	2,49 x 0,3 = 0,747	23,6	Front	5,79	129,09
					Midle	9,65	199,42
					End	15,44	304,92
2	Sedan	10,76	2,49 x 0,3 = 0,747	14,4	Front	5,79	75,8
					Midle	9,65	116,86
					End	15,44	178,34
3	Pick up	19,6	2,49 x 0,3 = 0,747	26,23	Front	5,79	138,22
					Midle	9,65	212,88
					End	15,44	324,87
4	Mobil Box	29,58	2,49 x 0,3 = 0,747	39,59	Front	5,79	198,59
					Midle	9,65	311,27
					End	15,44	480,28

IV.4 Analisa Kekuatan *Internal Ramp* Menggunakan Program Kekuatan

Setelah dilakukan pemodelan dengan program ansys 14.0, maka dapat dilakukan analisa kekuatan dengan menghitung nilai tegangan.

Dengan langkah antara lain :

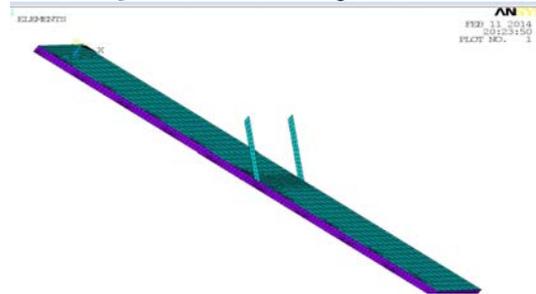
1. Proses Pendefinisian *Element Type*

Element type pada model dapat didefinisikan sesuai yang diinginkan dengan menentukan jenis *element* yang akan dipakai dan sesuai dengan model yang sebenarnya.

2. Penentuan *Material Model* Dan *Material Properties* *Material model* dan *Material Properties* dapat didefinisikan sesuai yang diinginkan dengan menentukan *modulus elastisitas* dan *poissons ratio* dari model yang diinginkan. Untuk jenis material yang digunakan dalam model *internal ramp* ini adalah baja standar BKI KI - A36. Dimana kriteria bahan baja tersebut adalah :

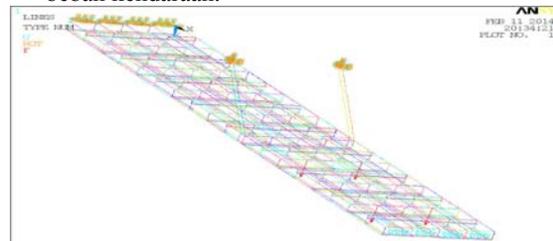
- *Modulus Elasticity* = 200 Gpa
- *Ultimate Stress* = 400 Mpa
- *Yield* = 235 Mpa
- *Poisson's Ratio* = 0.3

3. Proses *Meshing* Proses *meshing* adalah proses dimana model dibuat menjadi kumpulan nodal elemen hingga yang lebih kecil yang saling terhubung. Karena konstruksi *internal ramp* sangat kompleks. *Meshing* ditentukan dengan *SIZE Element edge length* 0,02, dengan parameter semakin kecil *SIZE* maka *meshing* akan semakin detail, semakin besar *SIZE* maka *meshing* akan semakin kurang detail.



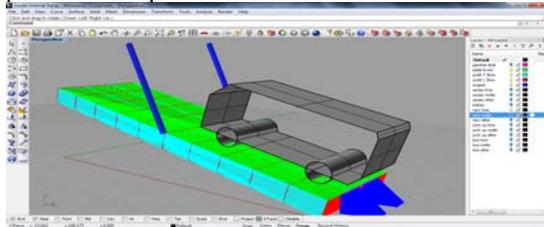
Gambar 4.5 Hasil *Meshing*

4. Penentuan Kondisi Batas (*Boundary Condition*) Kondisi batas digunakan untuk menentukan bentuk tumpuan dari objek yang dianalisa . Maka ditentukan kondisi batas jepit dengan *DOFs to be constrained ALL DOF*, sedangkan untuk tumpuan tergantung digunakan *UY*.
5. Penentuan Beban (*Load*) Penentuan beban yang diberikan didasarkan pada perencanaan asumsi pembebanan dengan kondisi *internal ramp* dengan beban kendaraan dengan empat variasi jenis beban kendaraan yaitu mpv, sedan, pickup, dan mobil box untuk dimasukan sebagai input beban yang berada pada empat titik dengan *loadstep front, midle, end* untuk masing - masing beban kendaraan.

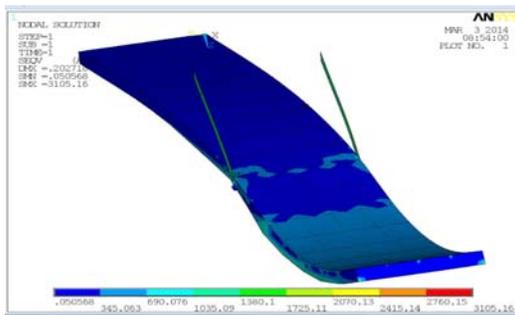


Gambar 4.6 Kondisi batas dan *Force/Moment* pada *Load step Front*

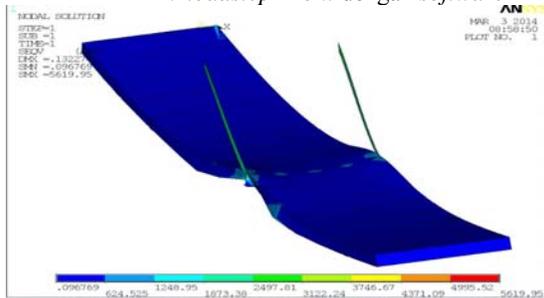
6. *General Postprocessing*, Dalam tahap *postprocessing* akan dapat diketahui hasil dari *running* perhitungan software sesuai dengan masing-masing kejadian beban, maka dapat di peroleh hasil, pada Mobil Mpv :



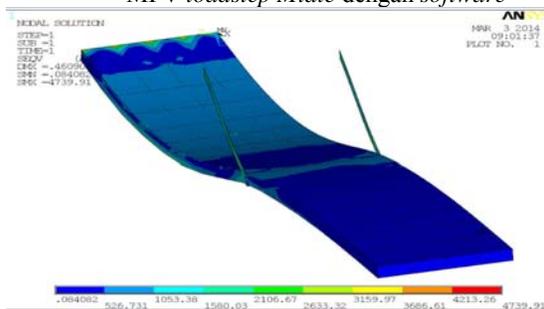
Gambar 4.7 Ilustrasi model beban MPV *loadstep* Front



Gambar 4.8 Hasil perhitungan tegangan beban MPV *loadstep* Front dengan software



Gambar 4.9 Hasil perhitungan tegangan beban MPV *loadstep* Midle dengan software



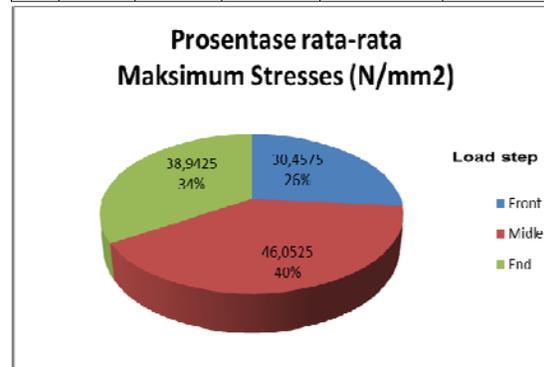
Gambar 4.10 Hasil perhitungan tegangan beban MPV *loadstep* End dengan software

Langkah ini juga dilakukan terhadap beban mobil mpv, sedan, pick up dan mobil box pada bagian *loadstep* Front, Midle, End. Dengan mengetahui tegangan kekuatan tertinggi suatu

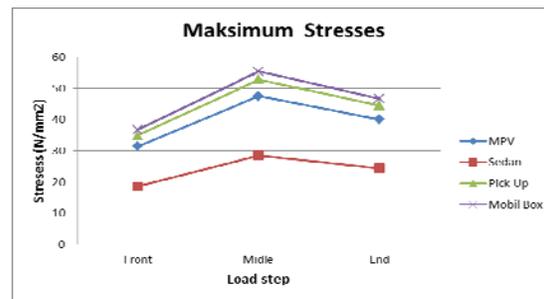
bahan, kemudian membandingkan dengan tegangan design maka di peroleh tegangan ijin konstruksi. Dimana faktor tegangan ijin ini di gunakan sebagai acuan dalam mengetahui faktor keamanan suatu bahan.

Tabel 4.5 Rekapitulasi hasil dan pengecekan dengan tegangan ijin

No	Beban	Load step	Maksimum Stresses (N/mm ²)	Tegangan Ijin	Keterangan
1	MPV	Front	31,48	400	Aman
		Midle	47,48	400	Aman
		End	40,05	400	Aman
2	Sedan	Front	18,63	400	Aman
		Midle	28,55	400	Aman
		End	24,45	400	Aman
3	Pick up	Front	34,99	400	Aman
		Midle	52,78	400	Aman
		End	44,55	400	Aman
4	Mobil Box	Front	36,73	400	Aman
		Midle	55,40	400	Aman
		End	46,72	400	Aman



Gambar 4.11 Diagram prosentase rata-rata tegangan terbesar pada *loadstep*



Gambar 4.12 Grafik nilai tegangan

Dari grafik pada gambar 4.12, dapat di ketahui bahwa nilai tegangan paling tinggi dengan beban mobil box terdapat pada posisi *loadstep* Midle. Dan masih dalam kondisi aman itu di tunjukan dari hasil rekap di tabel 4.5

IV.5 Validasi

Tujuan dari validasi adalah untuk menunjukan keakuratan dalam perencanaan dan perhitungan dari suatu permodelan

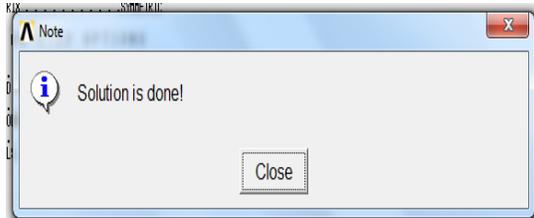
IV.5.1 Validasi Model

Validasi dilakukan setelah pemodelan selesai.

a. Validasi Sebelum Tahap Analisa (*Preprocessor Check*) Validasi ini bertujuan untuk mengetahui

apakah model yang sudah dibuat ada masalah atau tidak.

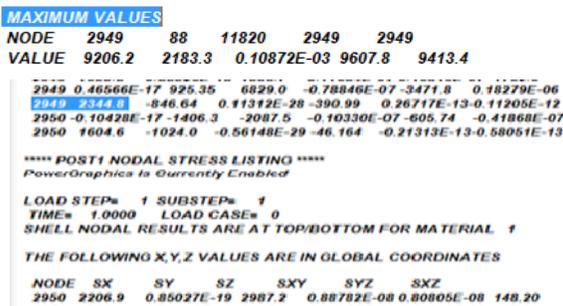
- b. Validasi Sesudah Tahap Analisa (*Postprocessor Check*) Validasi ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada kesalahan atau *error* setelah model dianalisa.



Gambar 4.13 Option validasi model

IV.5.2 Validasi Perhitungan

Dengan cara membandingkan hasil perhitungan pada software dengan perhitungan manual (sesuai rumus). Pada validasi hasil perhitungan ini di gunakan perhitungan pada tegangan paling tinggi (maksimum) dengan pendekatan von mises. Pada perhitungan dengan software didapatkan nilai tegangan tertinggi pada beban mobil box posisi *load step Midle*



Gambar 4.14 View Result Node 2949

$$\sigma_{maks} = \sqrt{\frac{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_x - \tau_{xy})^2 + (\tau_{xy} - \sigma_y)^2}{2}}$$

dimana :

σ_x = Tegangan Normal X

σ_y = Tegangan Normal Y

τ_{xy} = Tegangan Normal Sheer XY

σ_{maks} = Tegangan Maksimum

(6)

Dari hasil validasi nilai yang didapatkan adalah 96,06 % dan mendekati hasil output dari software, berarti hasil perhitungan dan analisa menggunakan software mendekati kebenarannya (valid)

IV.6 Perhitungan Faktor Keamanan Konstruksi (*Safety Factor*)

Faktor yang digunakan untuk mengevaluasi agar perencanaan elemen konstruksi terjamin keamanannya dengan tegangan yang diterimanya. Sebagai acuannya diambil tegangan yang paling

tinggi dari tiap beban, *Safety factor* menurut BKI yaitu :

$$FS = \frac{\sigma_{bahan}}{\sigma_{max}} \quad (7)$$

- a. Mobil Mpv : 8,42
- b. Mobil Sedan : 14,01
- c. Mobil Pick Up : 7,57
- d. Mobil Box : 7,22

Karena nilai *safety factor* yang dihasilkan melebihi 1, maka perhitungan ini sudah memenuhi ketentuan menurut rules BKI.

V. PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa kekuatan konstruksi *internal ramp* KM. DHARMA KENCANA VIII menggunakan program Berbasis Metode Elemen Hingga diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Tegangan terbesar yang terjadi pada konstruksi *internal ramp* KM. DHARMA KENCANA VIII dalam beberapa variasi kondisi pembebanan dengan analisa kekuatan menggunakan program berbasis Metode Elemen Hingga adalah sebagai berikut :

- Kondisi dengan beban mobil mpv = 547,48 N/mm²
- Kondisi dengan beban mobil sedan = 28,55 N/mm²
- Kondisi dengan beban mobil pickup = 52,78 N/mm²
- Kondisi dengan beban mobil box = 55,40 N/mm²

2. Karakteristik *maximum stress* terbesar terjadi pada kondisi *internal ramp* dengan muatan kendaraan mobil box pada *load step middle* yaitu sebesar 55,40 N/mm² dimana daerah paling kritis terjadi pada node 2949 yang terletak pada penegar profil L paling kiri bagian memanjang dan penegar profil T nomor 5 bagian melintang. Tegangan ini masih dalam kondisi aman karena setelah dibandingkan dengan σ *ijin* bahan sebesar 400 N/mm² berdasarkan *rules* BKI menghasilkan nilai *safety factor* sebesar 7,22.

V.2 Saran

1. Untuk mencapai ketelitian yang maksimal dalam analisa kekuatan dengan menggunakan program kekuatan ansys 14.0, pemodelan harus dilakukan dengan detail geometri yang sesuai. Kesalahan dalam pemodelan akan mempengaruhi keakuratan perhitungan.
2. Perlu diadakannya penelitian perhitungan lanjutan dengan mempertimbangkan pengaruh dari kemiringan *internal ramp*, faktor kegagalan beban geser dan tarik

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alfred, Hancq D. 2003. *Stregth Analysis in the Ansys Workbench Environment*. Boston: Ansys Inc.
- [2] Biro Klasifikasi Indonesia, PT. Persero. 2013. *“Rules for Hull Volume II”*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.
- [3] Djaya, I K. 2008. *Teknik Konstruksi Kapal Baja 1*. Jakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- [4] Evans, J. Harvey. 1975. *“Ship Structural Concept.”* Cornell Maritime Press, Inc.
- [5] Doni Setyawan, dkk. 1999. *Kekuatan Struktur Kapal*. Jakarta : Pradnya Paramita.
- [6] Huda, Akromul. 2012. *Analisa Kekuatan Car Deck Pada KM. Kirana III Dengan Metode Elemen Hingga Diskrit Elemen*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [7] Popov, E. P., 1978, *Mechanics of Material, 2nd edition, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, USA.*
- [8] Sebastian, Jajang. 2011. *Analisa Fatigue Kekuatan Setrn Ramp Door Akibat Beban Dinamis Pada KM. Kirana I Dengan Metode Elemen Hingga Diskrit Elemen Segitiga Plane Stress* .Semarang: Universitas Diponegoro.
- [9] Szilard, Rudolph. 1989. *Theory and Analysis of Plates classical and Numerical Methods*. Hawai : Unifersity of Hawai.