

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab 2 ini, akan dijelaskan mengenai beberapa referensi yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilaksanakan. Bab 2 meliputi beberapa aspek bahasan, diantaranya: Kapal Ferry / penumpang, *Ramp Door*, Tegangan (*stress*), Regangan (*strain*), Hubungan Tegangan Regangan, Kurva Tegangan Regangan, Pembebanan Luar, Faktor Keamanan (*Safety Factor*), Metode Elemen Hingga, dan *Software Analisis Elemen hingga*.

2.1 Kapal Ferry / Penumpang

Kapal *Ro-Ro* adalah kapal yang bisa memuat kendaraan yang berjalan masuk ke dalam kapal dengan penggerakannya sendiri dan bisa keluar dengan sendiri juga, sehingga disebut sebagai kapal *roll on-roll off* atau disingkat *Ro-Ro*. Oleh karena itu, kapal ini dilengkapi oleh pintu rampa yang dihubungkan dengan *moveble bridge* atau dermaga apung ke dermaga. Kapal *Ro-Ro* selain digunakan untuk angkutan truk juga digunakan untuk mengangkut mobil penumpang, sepeda motor serta penumpang jalan kaki. *Ro-Ro* adalah kapal yang menangani muatannya dengan cara *rolling it on and off* di atas *single or series ramps*. *Ramps* yang dapat bekerja baik saat di kapal dan dermaga. Untuk menyempurnakan bongkar muat dari geladak yang berbeda dibutuhkan *internal ramps*. Keunikan dari kapal *Ro-Ro* antara lain, memiliki akses *ramp* pada *bow*, *stern* atau sisinya, memiliki geladak kendaraan dengan lajur yang panjang dan memiliki banyak ventilator pada atas deck sebagai tempat pembuangan asap kendaraan saat bongkar muat.

Konsep *Ro-Ro* tidak akan mungkin dibuat tanpa ketersediaan peralatan khusus seperti ramp dan elevator yang memungkinkan untuk bongkar dan muat dari dan/atau ke kapal. Rampa digunakan pada pintu masuk kapal dan juga digunakan di dalam kapal sebagai akses dari *deck*. Rampa *internal* dapat bersifat tetap atau berengsel (Lamb, 2003). Kapal *FERRY RO-RO 1500 GT* dapat dilihat pada Gambar 2.1 sebagai berikut:



Gambar 2. 1 Kapal *FERRY RO-RO* 1500 GT

Pengaturan perancangan *Ro – Ro* sangat ditentukan oleh ketentuan arus muatan *Ro-Ro* yang efisien. Kecuali *Ro-Ro* yang beroperasi pada rute dengan jalur berbasis port bertingkat harus memiliki rampa *internal* dengan engsel tetap atau tidak berengsel tetap sehingga muatan bisa dipindahkan ke dan dari semua *deck*. Kebanyakan *Ro-Ro* menggunakan *tank top* untuk menyimpan kargo *Ro-Ro* yang meliputi pengaturan naik ke tingkat atas tangki karena bentuk lambungnya yang relatif halus, ruang penyimpanan di *tank top* adalah hanya sebagian kecil dari total. Hal ini mengakibatkan perancang sengaja tidak menggunakan *tank top* untuk muatan *Ro-Ro* dan malah memiliki tangki dan ruang hampa hanya di bawah tingkat *deck* masuk. Hal Ini memiliki sejumlah keunggulan di bidang stabilitas dan biaya kerusakan. Pertama mungkin nampaknya biaya akan lebih besar karena kapal harus lebih besar untuk menyediakan jalur jalur yang sama. Sementara kapal mungkin lebih besar adalah mudah dan hasil akhirnya dapat menjadi desain dengan biaya yang lebih murah (Lamb, 2003).

2.2 *Ramp Door* (Pintu Rampa)

Ramp Door (Pintu rampa) adalah pintu untuk memasukkan kendaraan ke dalam kapal *Ro-Ro* ataupun jenis kapal lain yang mengangkut kendaraan. Penggunaan *Ramp Door* sangat dibutuhkan untuk mempermudah proses membongkar dan memuat kendaraan dari dermaga penyeberangan ke kapal dan sebaliknya. *Ramp Door* dihubungkan dengan *moveable bridge* pelengsengan yang ada di dermaga. Jenis *Ramp Door* ada yang bisa dilipat ataupun tidak sedangkan

www.itk.ac.id

untuk sistem penggerak dari *Ramp Door* ada 2 jenis, yaitu dengan menggunakan sistem *hidrolik* atau dengan menggunakan *system steel wire rope* (hidayat dkk, 2017). Pada penelitian ini, *Ramp Door* yang digunakan berjenis *Quarter Ramp Door*. *Quarter Ramp Door* dapat dilihat pada Gambar 2.2 Sebagai berikut:



Gambar 2. 2 *Quarter Ramp Door* (Macgregor, 2020)

Ada beberapa persyaratan dalam pembuatan *Ramp Door* diantaranya adalah:

1. Kedap terhadap air laut dalam hal melalui pelayaran laut terbuka.
2. Kuat menahan beban kendaraan yang melewati pintu saat menaikkan dan menurunkan kendaraan.
3. *Aerodinamis* dalam hal melakukan perjalanan panjang.

Dan ada beberapa jenis *Ramp Door* yang sering dipakai dikapal antara lain: (Johan dkk, 2018).

1. *Quarter Ramp Door*
2. *Side Ramp Door*
3. *Slewing Ramp Door*
4. *Stern Ramp Door*
5. *Bow Ramp Door*

2.3 Tegangan (*Stress*)

Tegangan adalah gaya persatuan luas. Ketika sebuah benda dikenai gaya, tegangan adalah perbandingan antara besar gaya terhadap luas dimana gaya tersebut dikenakan. Jika gaya yang dikenakan tegak lurus terhadap permukaan benda (luas yang akan diperhitungkan), maka tegangan tersebut adalah tegangan normal. Jika

gaya yang dikenakan ke benda berarah tangensial terhadap permukaan benda tegangan tersebut adalah tegangan geser.

Intensitas gaya (gaya per satuan luas) disebut tegangan dan diberinotasi σ (*sigma*). Jadi resultan dari tegangan yang terdistribusi kontinu di sebuah penampang disebabkan oleh gaya aksial P . Dapat diasumsikan bahwa tegangan terbagi rata di seluruh potongan penampang, kita dapat melihat bahwa resultannya harus sama dengan intensitas σ dikalikan dengan luas penampang A dari batang tersebut (Mulyanti, 2020). Dengan demikian, besarnya tegangan dapat dilihat pada persamaan (2.1) Sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{\text{gaya}}{\text{luas permukaan}} = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2.1)$$

Jadi dapat didefinisikan bahwa tegangan normal adalah intensitas gaya normal per unit luasan, yang dinyatakan dalam satuan N/m² disebut juga pascal (Pa) atau N/mm² disebut juga megapascal (*Mpa*) (Mulyanti, 2020).

2.4 Regangan (*Strain*)

Perpanjangan pada batang dapat diukur untuk setiap kenaikan tertentu dari beban aksial. Dengan demikian konsep perpanjangan per satuan panjang, atau disebut regangan, yang diberi notasi ϵ (epsilon) dapat dihitung dengan persamaan (2.2) Sebagai Berikut: (Mulyanti, 2020)

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L} \dots \dots \dots (2.2)$$

Jadi Perpanjangan per unit panjang disebut regangan normal, dinyatakan tidak berdimensi, artinya regangan tidak mempunyai satuan. Regangan (ϵ) disebut regangan normal karena regangan ini berkaitan dengan tegangan normal. Jika batang mengalami tarik, maka regangannya disebut regangan tarik, yang menunjukkan perpanjangan bahan. Demikian juga halnya jika batang mengalami tekan, maka regangannya disebut regangan tekan, dan batang tersebut memendek. Regangan tarik biasanya bertanda positif dan regangan tekan bertanda negatif (Mulyanti, 2020).

2.5 Hubungan Tegangan Regangan

Hubungan antara tegangan dan regangan boleh dikatakan bentuk linier untuk semua bahan. Hal ini menuju kepada idealisasi dan penyamarataan yang berlaku untuk semua bahan, yang dikenal dengan hukum *Hooke* (Pangabea,2015). Hukum *Hooke* dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$\sigma = E \times \varepsilon \dots\dots\dots(2.3)$$

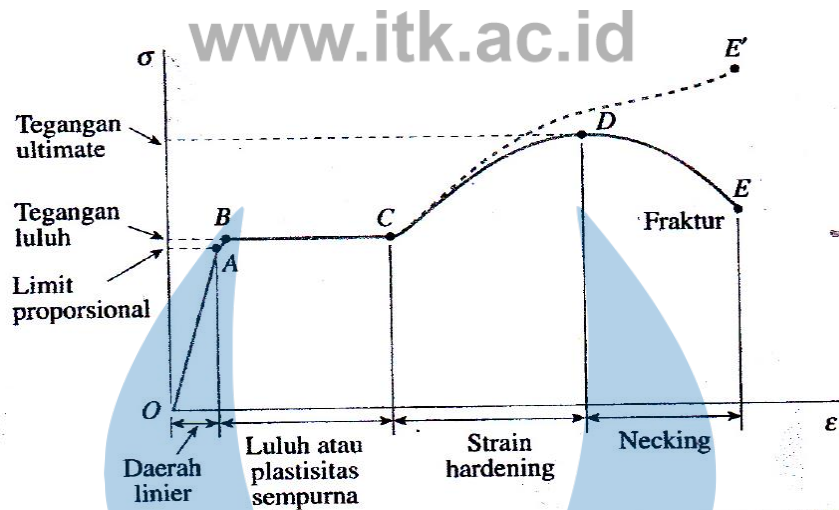
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots\dots\dots(2.4)$$

persamaan tersebut menunjukkan bahwa tegangan berbanding lurus dengan regangan, dimana ketetapan perbandingan adalah *E*. Ketetapan *E* disebut modulus elastisitas atau *modulus young*. Nilai modulus elastis merupakan sifat pasti dari suatu bahan. Kebanyakan baja memiliki nilai *E* antara 200 sampai $210 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ atau $E = 210 \times 10^6 \text{ KN/m}^2$ (Pangabea,2015).

2.6 Kurva Tegangan Regangan

Setelah melakukan uji tarik atau tekan dan menentukan tegangan dan regangan pada berbagai taraf beban, kita dapat memplot diagram tegangan dan regangan. Diagram tegangan-regangan merupakan karakteristik dari bahan yang diuji dan memberikan informasi penting tentang besaran mekanis dan jenis perilaku (Mulyanti, 2020).

Pada bahan baja struktural, yang dikenal dengan baja lunak atau baja karbon rendah. Baja struktural adalah salah satu bahan metal yang paling banyak digunakan untuk gedung, jembatan, menara, dan jenis struktur lain. Diagram tegangan-regangan untuk baja struktural tipikal yang mengalami tarik diperlihatkan pada Gambar 2.3 sebagai berikut:



Gambar 2. 3 Kurva Tegangan-Regangan Baja Struktural (Mulyanti, 2020)

Pada gambar 2.3 Dimana diagram dimulai dengan garis lurus dari pusat sumbu 0 ke titik A, yang berarti bahwa hubungan antara tegangan dan regangan pada daerah ini linier dan proporsional, dimana titik A tegangan maksimum, tidak terjadi perubahan bentuk ketika beban diberikan disebut batas elastis, jadi tegangan di A disebut limit proporsional, dan OA disebut daerah elastis (Mulyanti, 2020).

Dengan meningkatnya tegangan hingga melewati limit proporsional, maka regangan mulai meningkat secara lebih cepat untuk setiap pertambahan tegangan. Dengan demikian kurva tegangan-regangan mempunyai kemiringan yang berangsur-angsur semakin kecil sampai pada titik B kurva tersebut menjadi horisontal. Mulai dari titik B terjadi perpanjangan yang cukup besar pada benda uji tanpa adanya pertambahan gaya tarik (dari B ke C), fenomena ini disebut luluh dari bahan, dan titik B disebut titik luluh. Di daerah antara B dan C, bahan menjadi plastis sempurna, yang berarti bahwa bahan terdeformasi tanpa adanya pertambahan beban. Sesudah mengalami regangan besar yang terjadi selama peluluhan di daerah BC, baja mulai mengalami pengerasan regang (strain hardening). Perpanjangan benda di daerah ini membutuhkan peningkatan beban tarik, sehingga diagram tegangan-regangan mempunyai kemiringan positif dari C ke D, dan beban pada akhirnya mencapai harga maksimum, dan tegangan di titik D disebut tegangan *ultimate*. Penarikan batang lebih lanjut akan disertai dengan pengurangan beban dan akhirnya terjadi putus/patah di suatu titik yaitu pada titik E (Mulyanti, 2020).

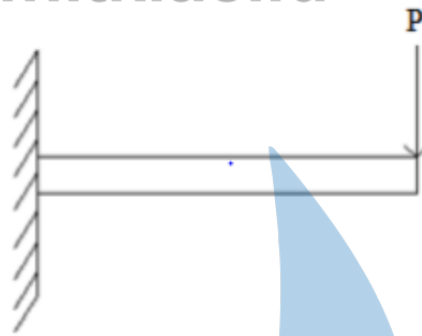
Tegangan luluh dan tegangan *ultimate* dari suatu bahan disebut juga masing-masing kekuatan luluh dan kekuatan *ultimate*. Kekuatan adalah sebutan umum yang merujuk pada kapasitas suatu struktur untuk menahan beban. Sebagai contoh kekuatan luluh dari suatu balok adalah besarnya beban yang dibutuhkan untuk terjadinya luluh di balok tersebut, dan kekuatan *ultimate* dari suatu rangka batang adalah beban maksimum yang dapat dipikulnya, yaitu beban gagal. Tetapi dalam melakukan uji tarik untuk suatu bahan, didefinisikan kapasitas pikul beban dengan tegangan di suatu benda uji, bukannya beban total yang bekerja pada benda uji. Karena itu, kekuatan bahan biasanya dinyatakan dalam tegangan (Mulyanti, 2020).

2.7 Pembebanan Luar

Setiap material pasti memiliki beban, dimana beban merupakan salah satu sifat fisik dari material. Sifat fisik dari material ini akan menimbulkan suatu gaya atau berat dari material tersebut. Beban dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis yaitu beban operasional, beban dari alam atau lingkungan dan beban sustain (beban dari material itu sendiri). Beban operasional adalah beban yang timbul akibat adanya gerakan dan operasi dari material tersebut, seperti beban yang timbul akibat putaran yang akan menghasilkan torsi dan lain-lain. Beban dari alam/lingkungan adalah beban yang diterima oleh suatu material akibat kondisi alam/lingkungan sekitar, seperti beban yang diberikan akibat angin, gempa dan lainnya. Sedangkan beban sustain adalah beban yang timbul akibat berat yang ditimbulkan oleh material itu sendiri (Kurniawan, 2014).

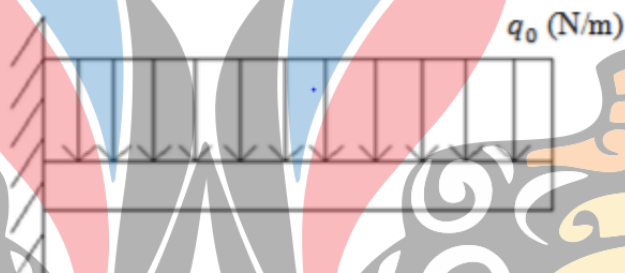
Beban dapat dibagi atas beberapa jenis berdasarkan daerah pembebanannya, yaitu:

- a) Beban titik atau beban terpusat, Pembebanan yang diberikan secara terpusat dan berada pada satu titik dari suatu material. Beban terpusat ini daerah pembebanannya sangat kecil dibandingkan dengan beban terdistribusi, contoh beban terpusat dapat dilihat pada Gambar 2.4 sebagai berikut:



Gambar 2. 4 Beban terpusat (Kurniawan, 2014)

- b) Beban terdistribusi, adalah jenis pembebanan yang daerah beban yang diberikan secara merata pada seluruh bagian batang, contoh beban terdistribusi dapat dilihat pada Gambar 2.5 sebagai berikut:



Gambar 2. 5 Beban Terdistribusi (Kurniawan, 2014)

2.8 Beban Rancangan (*Design Load*)

Sistem konstruksi kapal baja harus dapat menahan terhadap gaya –gaya yang bekerja dari dalam kapal maupun gaya dari luar kapal. Gaya dari dalam berhubungan dengan resultan gaya berat komponen kapal kosong (*light weight*) kapal maupun resultan gaya berat komponen bobot mati (*dead weight*) kapal. Sedangkan gaya yang berasal dari luar antara lain gelombang air laut dan tiupan angin yang menerpa badan kapal pada saat kapal berlayar (Nur, 2016).

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi beban rancangan (*design load*) dari perhitungan konstruksi kapal adalah; jenis kapal, jenis tumpuan beban pada lambung kapal, daerah pelayaran, perbandingan ukuran utama kapal, jenis baja,

faktor korosi baja, konstanta yang berhubungan panjang kapal seperti konstanta daerah buritan kapal, konstanta daerah tengah kapal, serta konstanta daerah haluan kapal. Tahapan perancangan awal kapal adalah; penentuan ukuran utama, penentuan komponen *DWT* dan *LWT*, penentuan tahanan dan propulsi, penentuan stabilitas dan *trim*, rencana umum, bagan kapasitas dan *gross tonnage*, tahapan perancangan lanjut adalah; rencana garis, rencana umum dan spesifikasi, hidrostatika, bonjean, konstruksi, kekuatan, tahanan dan propulsi, stabilitas dan *trim* (Nur, 2016).

Pada perhitungan perancangan kapal dalam pemilihan sistem konstruksi kapal atau pemilihan sistem gading-gading kapal berdasarkan atas jenis dan ukuran utama kapal. Sistem konstruksi yang dipilih tersebut harus dapat menahan dan kuat terhadap pengaruh gaya dari dalam kapal maupun pengaruh gaya dari luar kapal. Untuk pengaruh gaya dari dalam kapal adalah berat kapal kosong dan berat daya angkut, sedangkan untuk pengaruh gaya dari luar kapal adalah kondisi gelombang air laut (ombak) dan tiupan angin yang menerpa badan kapal pada saat berlayar. Secara teori pengaruh angin tidak terlalu diperhitungkan tetapi pengaruh gelombang air laut sangat diperhitungkan. Untuk pengaruh gelombang air laut dalam perhitungan konstruksi dan kekuatan bahwa kapal diasumsikan berada dalam 2 (dua) kondisi gelombang yang ekstrim yaitu pertama kapal berlayar pada kondisi satu puncak gelombang (*hogging*), letak kamar mesin berada di bagian tengah kapal, kedua kapal berlayar pada kondisi dua puncak gelombang (*sagging*), letak kamar mesin berada di buritan (Nur, 2016).

Contoh pemberian beban pada konstruksi *Ramp Door* Haluan dapat dilihat pada Gambar 2.6 sebagai berikut:





Gambar 2. 6 Pemberian beban pada konstruksi Ramp Door Haluan

2.9 Faktor Keamanan (*Safety Factor*)

Faktor Keamanan pada awalnya didefinisikan sebagai suatu bilangan pembagi kekuatan *ultimate* material untuk menentukan “tegangan kerja” atau “tegangan design”. Perhitungan tegangan *design* ini pada jaman dulu belum mempertimbangkan faktor-faktor lain seperti *impact*, *fatigue*, dan lain-lain, sehingga faktor keamanan nilainya cukup besar yaitu sampai 20-30. Dalam “*modern engineering practice*”, faktor keamanan dalam *design* harus mempertimbangkan hampir semua faktor yang mungkin meningkatkan terjadinya kegagalan. *Factor* keamanan merupakan hasil perbandingan dari tegangan luluh sesungguhnya terhadap tegangan maksimum yang terjadi (Hendriyanto, 2015). Rumus *safety factor* dapat dilihat pada persamaan (7) Sebagai Berikut:

$$SF = \frac{\sigma_{Ultimate}}{\sigma_{Allowable}} \dots\dots\dots (7)$$

Beberapa referensi juga mendefinisikan faktor keamanan sebagai perbandingan antara “*design overload*” dan “*normal load*”. Penentuan nilai numerik faktor keamanan sangat tergantung pada berbagai parameter dan pengalaman. Parameter-parameter utama yang harus diperhatikan adalah jenis material, tipe dan mekanisme aplikasi beban, keadaan diberi tegangan, jenis komponen dan lain-lain (Hendriyanto, 2015).

2.10 Metode Elemen Hingga

Dalam suatu desain struktur, kekuatan struktur merupakan hal yang paling diperhatikan selain faktor biaya dan estetika. Kekuatan struktur mengacu pada kekuatan bahan saat menerima beban. Analisis kekuatan bahan bertujuan untuk menentukan tegangan ataupun regangan yang terjadi, selanjutnya menentukan ataupun mengevaluasi dimensi konstruksi. Sampai saat ini analisis tegangan regangan dilakukan dengan dasar Hukum Hooks. Hukum Hooks berlaku untuk bahan yang mengalami deformasi elastik/linier. Dengan analisis menggunakan hukum Hooks, distribusi tegangan yang terjadi tidak dapat ditunjukkan. Sekarang ini telah berkembang metode lain yang dapat digunakan untuk mengetahui distribusi tegangan dan menganalisis kekuatan bahan, yaitu metode elemen hingga (Prianggoro, 2018).

Metode elemen hingga mengkombinasikan beberapa konsep matematika untuk menghasilkan persamaan sistem linier atau non linier. Jumlah persamaan yang dihasilkan biasanya sangat besar sehingga mencapai lebih dari 20.000 persamaan (Segerling, 1984). Karena itu, metode ini mempunyai nilai praktis yang kecil jika tidak menggunakan komputer yang memadai. Kemajuan perangkat lunak komputer telah mampu mempermudah penyelesaian masalah keteknikan dalam skala yang besar. Demikian pula dalam bidang analisis suatu struktur. yang menggunakan metode elemen hingga sebagai dasar penyelesaian yang akurat dan mudah pengoperasian, antara lain *ANSYS*, *MSC/PAL*, *MSC/NASTRAN*, *PATRAN*, *ALGOR*, *SAP90*, *STARDYNE*, dan *CATIA*. Paket program tersebut dapat membantu menyelesaikan masalah tanpa harus memahami secara mendalam perhitungan dalam metode elemen hingga (Prianggoro, 2018).

Metode elemen hingga (*finite elemen methods*) adalah sebuah metode penyelesaian permasalahan teknik yang menggunakan pendekatan dengan membagi-bagi (*diskritisasi*) benda yang akan dianalisa kedalam bentuk elemen-elemen yang berhingga yang saling berkaitan satu sama lain. Permasalahan teknik biasanya didekati dengan sebuah model matematik yang berbentuk persamaan differential. Setiap model matematik tersebut memiliki persamaan-persamaan

matematik lainnya yang ditentukan berdasarkan asumsi dan kondisi aktual yang disebut kondisi batas (*boundary condition*) (Hendriyanto, 2015).

Ada beberapa jenis analisa yang biasa digunakan dalam metode elemen hingga antara lain:

2.10.1 Analisa Linier Statis (*Linear Static Analysis*),

analisa linier statis merupakan analisa yang dipakai untuk mengetahui kondisi struktur terhadap pembebanan yang linier (konstan, tidak berubah terhadap waktu). Adapun jenis pembebanan yang digunakan pada analisa statis ini antara lain pembebanan berupa gaya, tekanan dan *steady state temperature* (Wiyati, 2013).

2.10.2 Analisa Non Linier Statis (*Non Linear Static Analysis*),

jika suatu struktur bahan mengalami pembebanan di atas titik luluhnya (*yield point*), maka dapat dikatakan bahwa hubungan antara tegangan dan ragangan sudah tidak linier lagi akan tetapi non linier. Dengan hubungan yang non linier ini, *Modulus Young* dari material cenderung berubah / menurun selama analisa, yang akibatnya akan terjadi, deformasi yang permanen (*plastis*) (Wiyati, 2013).

2.10.3 Analisa Dinamik,

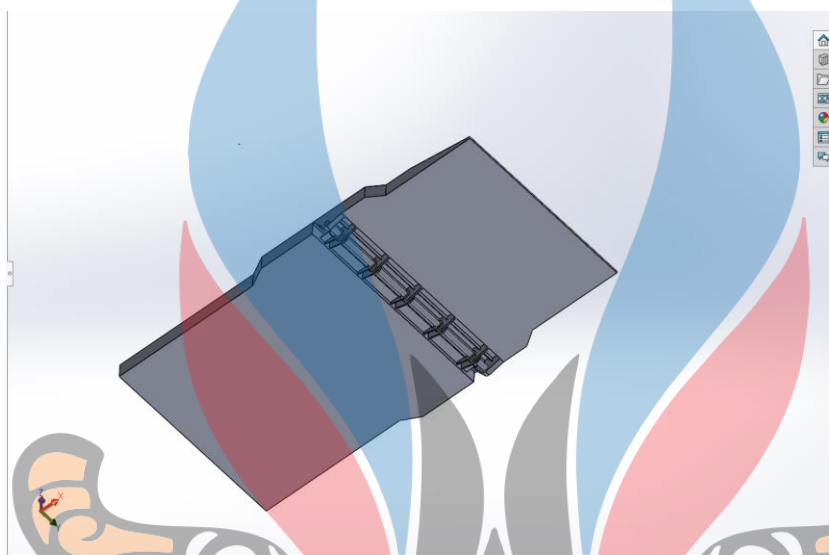
merupakan analisa yang dipakai untuk mengetahui kondisi struktur terhadap pembebanan yang berubah terhadap waktu, atau frekuensi. Jenis pembebanan yang dapat diterapkan dalam analisa dinamik ini adalah penerapan gaya dinamik, frekuensi atau getaran paksa terhadap model (Wiyati, 2013).

2.11 Software Analisis Elemen Hingga

Software yang digunakan merupakan program elemen hingga yang dibuat untuk pemecahan dalam analisa struktur maupun komponen. *Software* juga diunakan untuk membantu saat *pre* dan *post processing* dalam analisa metode elemen hingga yang dijelaskan pada bagian selanjutnya. Proses analisa metode elemen hingga (*finite element analysis*) dimulai (*pre processing*) dari program bantu permodelan. Model yang telah dibuat dianalisa dengan diterjemahkan ke dalam *file op2* atau *bdf*, yang nanti akan diproses analisis oleh program *software*

finite element analysis. Setelah *running analysis* dari program selesai maka program akan membaca analisa berupa *file op2* atau *xdb* yang hasilnya akan ditampilkan pada *result process* (Sipayung, 2017).

Berikut adalah contoh Gambar permodelan menggunakan *software* elemen hingga dapat dilihat pada Gambar 2.7



Gambar 2. 7 Contoh permodelan *software* elemen hingga

2.12 Penelitian Terdahulu

Sebelum penelitian ini dilakukan, sebelumnya telah terdapat penelitian serupa yang berkaitan dengan *Ramp Door*, penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis dan Tahun Publikasi	Judul
----	----------------------------------	-------

1	Andi Budiman Mapangandro, S.T. 2020	Analisa <i>fatigue</i> konstruksi <i>Ramp Door</i> haluan pada KMP.Bahtera Nusantara dengan metode elemen hingga
2	Ir. Sarjito Jokosisworo, M.Si., Jajang Sebastian, S.T. 2011	Analisa <i>fatigue</i> kekuatan <i>stern Ramp Door</i> akibat beban dinamis pada km. Kirana i dengan metode elemen hingga diskrit elemen segitiga plane stress
3	Imam Pujo Mulyatno, Andi Trimulyono, Samuel Febriary Khristyson 2014	Analisa kekuatan konstruksi <i>internal ramp</i> sistem <i>steel wire rope</i> pada KM. Dharma Kencana viii dengan metode elemen hingga
4	Johan, Imam Pujo Mulyatno, Good Rindo 2018	Analisa kekuatan konstruksi <i>stern Ramp Door</i> sistem <i>steel wire rope</i> pada kapal penyebrangan penumpang Ro-Ro 500 GT akibat beban statis dengan menggunakan metode elemen hingga
5	Nur Fajar Hidayat, Imam Pujo Mulyatno, Hartono yudo 2017	Analisa kekuatan struktur <i>stern Ramp Door</i> KM. Gambolo dengan variasi beban menggunakan metode elemen hingga
6	Wahyu Wiyati 2013	Analisa kekuatan konstruksi <i>stern Ramp Door</i> pada KM. Mustika Kencana akibat beban statis bebarbasis elemen hingga

