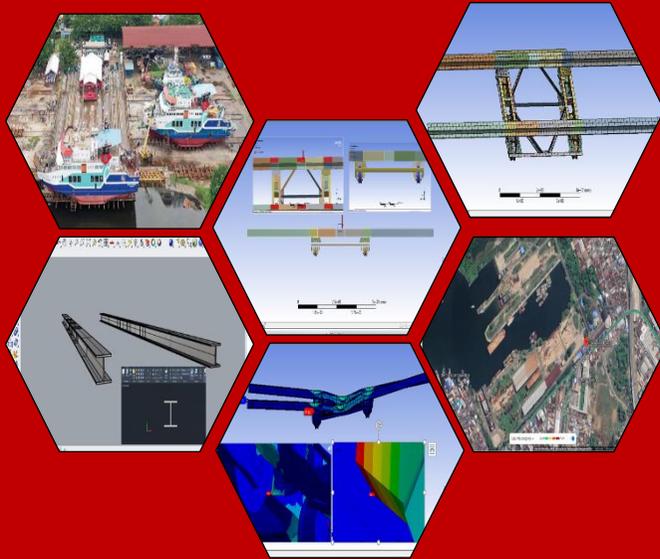


ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR STOPBLOK PADA DOK SLIPWAY



DHIYAA AULIAA ZAHRAANI
D031201037



DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024

**ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR STOPBLOK PADA DOK
SLIPWAY**

**DHIYAA AULIAA ZAHRAANI
D031201037**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

**ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR STOPBLOK PADA DOK
SLIPWAY**

**DHIYAA AULIAA ZAHRAANI
D031201037**

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
Sarjana Teknik Perkapalan

pada

Departemen Teknik Perkapalan

Fakultas Teknik

Universitas

Hasanuddin Gowa

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

**ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR STOPBLOK PADA DOK
SLIPWAY**

PERNYATAAN PENGAJUAN

**DHIYAA AULIAA ZAHRAANI
D031201037**

Skripsi,

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Pada Tanggal 28
Agustus 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
pada

**Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin
Gowa**

Mengesahkan:
Pembimbing Tugas Akhir,



Dr. Ir. Ganding Stepu, Dipl.-Ing
NIP. 19600425 198811 1 001

Mengetahui:
Ketua Program Studi,



Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST., MT.
NIP. 19730206 200012 1 002

SKRIPSI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Analisis Kekuatan Struktur Stopblok pada Dok Slipway" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing **Dr. Ir. Ganding Stepu, Dipl.-Ing** sebagai Pembimbing Utama. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak Ekonomi) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa, 3 Agustus 2024



DHIYAA AULIAA ZAHRAANI
D031201037

UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya serta shalawat dan salam penulis curahkan kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir penelitian ini. Adapun judul penelitian yang akan dikaji yaitu “Analisis Kekuatan Struktur Stopblok Pada Dok Slipway” yang disusun guna memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Studi Kesarjanaan (S1) di Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa didalam tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis memohon maaf dan meminta kritikan yang bersifat membangun demi kesempurnaan penelitian ini. Akhirnya penulis berharap semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi peneliti sendiri maupun bagi semua pihak yang berkenan untuk membaca dan mempelajarinya. Dengan ketulusan hati, penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak **Dr. Ir. Ganding Stepu, Dipl.-Ing** selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan, arahan, nasihat, dan selalu meluangkan waktu memberikan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak **Hamzah ST., MT.** dan Ibu **Dr. Eng., Ir. A. Ardianti, ST., MT.** selaku dosen penguji yang telah banyak memberi masukan dan saran kepada penulis dalam penulisan skripsi ini.
3. Kepala Departemen Teknik Perkapalan Universitas Hasanuddin Bapak **Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST., MT.** yang telah mengesahkan skripsi ini.
4. Orang tua penulis tercinta, Ayahanda (**H. Mahmud Limpo**) dan Ibunda (**Hj. Masdiana La Ranreng**), serta saudara/saudari penulis **Abdul Rahmat Hidayatullah A.Md.Ak.** dan **Devy Melati Nurhudayah** yang senantiasa memberikan do'a, nasihat, perhatian, dan dukungan serta motivasi dalam berjuang menjalani hidup dengan tabah dan kuat kepada penulis untuk kesuksesan masa depan.
5. Dosen-dosen Departemen Teknik Perkapalan yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang sangat berharga kepada penulis selama masa perkuliahan.
6. Segenap Staff Administrasi Departemen Teknik Perkapalan yang sangat membantu penulis dalam berbagai urusan administrasi selama selama perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi ini.
7. Kepada Bapak **Sopyan Chalil**, Pak **Yasir**, Pak **Ulil**, Pak **Saddam**, Pak **Ilham**, dan Ibu **Nanda** dan semua pihak PT. Industri Kapal Indonesia (Persero) yang telah membantu memberikan ilmu serta data penelitian yang dibutuhkan oleh penulis.
8. Kepada **Andi Corneliyah Fitniar**, **Andi Nurul Afra Fadillah**, **Fitrah.J** dan **Musdalifah Akbar Simajuntak** yang sudah membantu dan menjadi partner sekaligus sahabat untuk bertukar fikiran, cerita suka maupun duka, nasihat dan

motivasi, serta meluangkan waktu untuk menemani selama penulisan penelitian ini.

9. Kepada teman seperjuangan **Ainun** dan **Nur Afni Syam** yang selalu kebersamai mulai dari mahasiswa baru sampai di akhir masa perkuliahan ini untuk membantu penulis dalam kesulitan yang dialami.
10. Kepada teman seperjuangan **Sarlina, Salmi, Irmayanti.s, Aulia Isnaeni,** dan **Vinny Vionita** yang membantu penulis dalam tugas akademik ataupun tugas besar.
11. Kepada tutor **Aida Hanum, Bahari, Andi Takeshi Kokoh Sabirun Maddukelleng, Elsa** dan teman **Labo Struktur20** yang sudah membantu dalam penyusunan penelitian ini.
12. Saudara/saudari seperjuangan di Teknik Perkapalan Angkatan 2020 (CHAZER'20) yang telah mendukung penulis selama masa perkuliahan. Semoga berkah dan sukses bersama di masa depan.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

DHIYAA AULIAA ZAHRAANI

ABSTRAK

DHIYAA AULIAA ZAHRAANI. **Analisis Kekuatan Struktur Stopblok Pada Dok Slipway.** (Dibimbing oleh Ganding Sitepu).

Slipway adalah sarana penting untuk reparasi kapal yang terdiri dari rel, *cradle*, dan *shifter* yang ditarik oleh mesin derek untuk menaikkan dan menurunkan kapal. Seiring berjalannya waktu, struktur pada stopblok H-beam slipway cenderung mengalami deformasi alami akibat penuaan material serta pemakaian dan penggunaan yang berulang. Akibat dari hal tersebut kapal dapat jatuh dari posisi dudukannya. Oleh karena itu, penelitian ini untuk mengetahui tegangan maksimal yang dapat diterima oleh *stopblok* agar tidak terjadi deformasi. Penelitian ini menggunakan metode yang di mulai dari pemodelan, perhitungan beban dan analisis kekuatan menggunakan software ANSYS. Tegangan geser, tegangan normal, dan tegangan von-Mises menurun seiring dengan pergantian massa kapal yang diberikan pada korosi dengan ketidaklurusan rel. Pada korosi 2,4 mm dan ketidaklurusan 1 mm dengan massa kapal 1500 ton, tegangan geser sebesar 35,209 N/mm², tegangan normal 87,722 N/mm², tegangan von-mises 192,96 N/mm², kemudian untuk variasi massa yang di berikan adalah pengurangan massa kapal dengan rentan 150 dari massa awal, sehingga untuk tegangan yang di dapat konstan menurun. Dari analisis diatas didapatkan bahwa tegangan konstan naik jika massa kapal bertambah berat kondisi korosi 2,4 mm dengan ketidaklurusan 1 mm. Berdasarkan data diatas hanya tegangan normal saja yang tidak melebihi batas tegangan izin dan dari grafik dapat dilihat bahwa konstruksi stopblok dan *cradle* hanya mampu menahan massa kapal kurang dari sama dengan 900 ton saat kondisi korosi 2,4 mm dan ketidaklurusan 1 mm. Sehingga pada objek penelitian ini tidak bisa mengalami ketidaklurusan walaupun 1 mm dikarenakan kapal dapat jatuh dari dudukannya.

Kata kunci: *slipway*, *cradle*, *stopblok*, rel, korosi, ketidaklurusan, konstruksi.

ABSTRACT

DHIYAA AULIAA ZAHRAANI. *Strength Analysis of Stop Block Structures on Slipway Docks. (Supervisor by Ganding Sitepu).*

Slipway is an important tool for ship repair that consists of rails, cradles, and shifters pulled by a crane to raise and lower the ship. Over time, the structure on the H-beam slipway stopblock tends to experience natural deformation due to material aging and repeated use and use. As a result, the ship can fall from its mounting position. Therefore, this study is to determine the maximum stress that can be accepted by the stopblock so that no deformation occurs. This research uses a method that starts from modeling, load calculation and strength analysis using ANSYS software. The shear stress, normal stress, and von-Mises stress decreased with the change of the mass of the vessel applied to the corrosion with rail misalignment. At 2,4 mm corrosion and 1 mm misalignment with a ship mass of 1500 tons, the shear stress is 35,209 N/mm², the normal stress is 87,722 N/mm², the von-mises stress is 192,96 N/mm², then for the mass variation given is a reduction in the mass of the ship with a vulnerability of 150 from the initial mass, so that the stress obtained is constantly decreasing. From the above analysis, it is found that the constant stress increases if the mass of the ship increases the weight of the corrosion condition of 2,4 mm with a 1 mm misalignment. Based on the above data, only the normal stress does not exceed the permit stress limit and from the graph it can be seen that the construction of the stopblock and cradle is only able to withstand the mass of the ship less than equal to 900 tons when the corrosion condition is 2,4 mm and the misalignment is 1 mm. So the object of this study cannot experience even 1 mm of misalignment because the ship can fall off the cradle.

Keywords: *slipway, cradle, stopblock, rail, corrosion, misalignment, construction.*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL DEPAN.....	i
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGANTAR.....	ii
PERNYATAAN PENGANTAR.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL.....	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Teori.....	2
1.2.1 Dok Tarik (Slipway).....	2
1.2.2 Baja.....	6
1.2.3 Korosi Pada Baja.....	8
1.2.4 Beban Konstruksi.....	9
1.2.5 Tegangan.....	9
1.2.6 Regangan.....	12
1.2.7 Elastisitas.....	12
1.2.8 Hubungan Tegangan-Regangan.....	13
1.2.9 Faktor Keamanan (<i>Safety Factor</i>).....	14
1.2.10 Ansys.....	14
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	15
BAB II.....	16

METODE PENELITIAN.....	16
2.1 Jenis Penelitian.....	16
2.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	16
2.3 Jenis Data.....	16
2.4 Metode Pengumpulan Data.....	17
2.5 Metode Analisis Data.....	17
2.6 Teknik Analisis Data.....	23
2.7 Kerangka Pikir.....	23
BAB III.....	25
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
3.1 Kekuatan Stopblok H-Beam Akibat Korosi.....	25
3.1.1 Tegangan Von Mises.....	25
3.1.2 Tegangan Normal.....	27
3.1.3 Tegangan Geser.....	28
3.2 Kekuatan Stopblok H-Beam Akibat Ketidaklurusan Rel.....	30
3.2.1 Tegangan Von Mises.....	30
3.2.2 Tegangan Normal.....	32
3.2.3 Tegangan Geser.....	34
3.3 Kekuatan Stopblok H-beam Akibat Korosi dan Ketidaklurusan Rel.....	36
BAB IV.....	40
PENUTUP.....	40
4.1 Kesimpulan.....	40
4.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR TABEL

1. Jenis baja dan tegangannya	7
2. Sifat mekanis baja	7
3. Tegangan konvergen pada mesh model	22
4. Tegangan Von Mises akibat korosi	26
5. Tegangan normal maksimal sumbu X, Y, dan Z akibat korosi	27
6. Tegangan geser maksimal sumbu XY, XZ, dan YZ akibat korosi	29
7. Tegangan von mises akibat ketidaklurusan rel.....	31
8. Tegangan normal maksimal sumbu X, Y, dan Z akibat ketidaklurusan rel.....	33
9. Tegangan geser maksimal sumbu XY, XZ, dan YZ akibat ketidaklurusan rel.....	35
10. Tegangan normal maksimal akibat korosi 2,4 mm dan ketidaklurusan rel 1 mm....	38
11. Tegangan geser maksimal akibat korosi 2,4 mm dan ketidaklurusan rel 1 mm.....	38
12. Tegangan von-Mises maksimal akibat korosi 2,4 mm dan ketidaklurusan rel 1 mm	38

DAFTAR GAMBAR

Nomor Urut	Halaman
1. Dock slipway PT. Industri Kapal Indonesia (Persero).....	2
2. Slipway modern, Lamberts Bay, Selatan Afrika, 1990.....	3
3. Slipway sistem memanjang (End Launching).....	3
4. Sistem melintang (Side Launching).....	4
5. Stopblok H-beam untuk menumpu kapal.....	4
6. cradle atau kereta.....	5
7. Shifter tampak samping.....	6
8. Layout rel slipway melintang.....	6
9. Alternatif yang menggambarkan kondisi tegangan.....	10
10. Batang mengalami tegangan geser.....	11
11. Kurva batas tegangan.....	13
12. Lokasi Penelitian.....	16
13. Model shifter tampak atas.....	18
14. Model shifter tampak samping.....	18
15. Model stopblok H-beam.....	19
16. Sketsa model peletakkan beban dan tumpuan.....	20
17 Sketsa model ketidaklurusan rel.....	21
18. Model meshing shifter.....	22
19. Grafik konvergen model.....	22
20. Diagram kerangka alur berpikir.....	24
21. Tegangan von-Mises maksimal pada kondisi awal.....	25
22. Hubungan tegangan von-mises maksimal dengan korosi.....	26
23. Tegangan normal maksimal pada kondisi awal.....	27
24. Hubungan tegangan normal maksimal sumbu x, y dan z dengan korosi.....	28
25 Tegangan geser maksimal pada kondisi awal.....	29
26. Hubungan tegangan geser maksimal sumbu xy, xz dan yz dengan korosi.....	30
27. Tegangan von-Mises maksimal pada ketidaklurusan rel.....	31
28. Hubungan tegangan maksimal von-Mises akibat ketidaklurusan rel.....	32
29. Tegangan normal maksimal pada ketidaklurusan rel.....	33
30. Hubungan tegangan maksimal normal sumbu x, y, dan z dengan ketidaklurusan rel.....	34
31. tegangan geser maksimal pada kondisi awal dan ketidaklurusan rel.....	34
32. Hubungan tegangan maksimal geser sumbu xy, xz, dan yz dengan ketidaklurusan rel.....	35
33. Tegangan geser maksimal pada kondisi korosi dan ketidaklurusan rel.....	37
34. Tegangan normal maksimal pada kondisi korosi dan ketidaklurusan rel.....	37
35 tegangan Von-Mises maksimal pada kondisi korosi dan ketidaklurusan rel.....	38
36. Hubungan tegangan geser, normal dan von-Mises akibat korosi 2,4 mm dan ketidaklurusan rel 1 mm dengan variasi massa kapal.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor Urut	Halaman
1. Konstruksi Cradle 2D Tampak Depan, Samping, dan Atas	43
2. Konstruksi cradle dan komponennya	44
3. Konstruksi rumah roda 2D	46

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/singkatan	Arti dan penjelasan
P	Tekanan
F	Gaya
σ_n	Tegangan Normal
P	Gaya Normal
A	Luasan Penampang
τ	Tegangan geser
M_s	Momen statis penampang
Q	Gaya geser
I	Momen inersia penampang
t	tebal plat
σ_v	Tegangan Von-Mises
$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$	Tegangan Utama
$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{zz}$	Tegangan Normal pada sumbu x, y, z
T_{xy}, T_{yz}, T_{zx}	Tegangan Geser pada sumbu x, y, z
σ_y	Tegangan Leleh Material
ϵ	Regangan
ΔL	Pertambahan panjang total
L	Panjang mula-mula
E	Modulus elastisitas bahan
k	Faktor bahan
SF	<i>Safety Factor</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dock slipway adalah fasilitas maritim yang dirancang untuk menarik atau meluncurkan kapal keluar dan masuk ke dalam air. Ini adalah bentuk dermaga yang memungkinkan kapal dipindahkan ke daratan untuk perawatan, perbaikan, atau pekerjaan konstruksi. Latar belakang dock slipway melibatkan sejarah penggunaan dan perkembangan teknologi di sekitar fasilitas ini. Di bagian Timur Indonesia terdapat galangan kapal yang memiliki fasilitas slipway yaitu PT. Industri Kapal Indonesia (Persero) atau disingkat PT IKI (Persero). Terdapat 2 macam slipway di PT IKI (Persero) yaitu slipway sistem memanjang (End Launching) dan sistem melintang (Side Launching).

Perbedaan 2 macam slipway di PT IKI (Persero) yaitu slipway sistem memanjang (End Launching) dan sistem melintang (Side Launching) yaitu pada posisi kapal saat di naik dan di turunkan. Pada sistem slipway memanjang posisi kapal duduk di cradle (kereta) dan di tarik atau di gerakkan ke arah longitudinal menggunakan tali sling pada winch. Sedangkan pada slipway sistem melintang posisi kapal duduk di cradle berada di atas shifter yang di tarik di gerakkan ke arah transversal menggunakan tali sling pada winch. Di atas cradle terdapat beberapa stopblok atau penumpu yang berbentuk balok baja H-beam disusun sesuai dengan jarak gading kapal yang berada di atasnya. Struktur ini harus cukup kuat untuk menahan berat kapal dan memberikan stabilitas selama proses tarik-mendorong.

Slipway sistem melintang yang berada di PT IKI (Persero) sudah ada sejak tahun 1977 dengan kapasitas 1500 TLC, pada tahun 2012 telah dilakukan reparasi pada seluruh konstruksi slipway. Konstruksi slipway terbuat dari material baja mild steel grade A yang konstruksinya dibuat sedemikian rupa, sehingga pada tahun 2012 sampai tahun 2020 slipway masih mampu dengan kapasitas awalnya. Setelah 8 tahun beroperasi dengan berbagai macam faktor baik dari cuaca dan juga seringnya digunakan, sekarang kondisi slipway sudah mulai terjadi perubahan dari dimensi dan juga kekuatan konstruksinya.

Seiring berjalannya waktu, struktur pada stopblok H-beam slipway cenderung mengalami deformasi alami akibat penuaan material. Proses ini dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti perubahan suhu, kelembaban, dan beban berulang. Jika slipway digunakan untuk menarik atau menopang kapal-kapal besar, beban berat yang diterapkan pada struktur dapat menyebabkan deformasi seiring waktu. Pemahaman yang tidak tepat tentang kapasitas beban struktur atau kurangnya perawatan yang tepat dapat mempercepat deformasi. Hal tersebut berpengaruh pada penipisan plat pada balok H-beam.

Selain itu faktor ketidaklurusan pada rel cradle menyebabkan posisi roda cradle tidak selurus dengan relnya. Sehingga tidak semua roda cradle memberi tumpuan yang sama. Hal ini akan mempengaruhi kekuatan konstruksi cradle karena mengalami pembebanan yang berlebih pada titik-titik tertentu, sehingga dapat membahayakan kestabilan stopblok

H-beam sebagai penumpu kapal atau dudukan kapal. Akibat dari hal tersebut kapal dapat jatuh dari posisi dudukannya.

Dengan kondisi tersebut, fokus penelitian ini adalah untuk mengetahui tegangan maksimal yang dapat diterima oleh *stopblok* agar tidak terjadi deformasi. Oleh karena itu, diajukanlah penelitian dengan judul "**Analisis Kekuatan Struktur Stopblok pada Dock Slipway**" dengan pemodelan menggunakan Ansys untuk mengetahui apakah *stopblok* diatas *cradle* di PT IKI (Persero) masih aman untuk dioperasikan.

1.2 Teori

1.2.1 Dok Tarik (Slipway)

Slipway adalah sebuah peralatan yang berada di tepi laut atau yang di gunakan untuk menaikkan dan menurunkan kapal melalui rely yang menuju masuk ke dalam perairan dengan kecondongan tertentu sampai ketepi perairan yang tidak tergantung oleh pasang surut dari air laut (Yudi, H.N., 2019).

Salah satu fasilitas pengedokan di PT. Industri Kapal Indonesia (Persero) yaitu slipway dengan 2 macam slipway yaitu melintang dan memanjang. . Adapun pada slipway melintang menggunakan shifter untuk menaikkan dan menurunkan kapal. Dimana shifter tersebut memiliki panjang 45 meter, lebar 3,40 meter dan memiliki kapasitas 1500 TLC. Batas maksimal tinggi air diatas shifter adalah 3,40 meter. Terdapat 8 side track di slipway melintang dengan 2 lines 300m/line, 4 lines 80m/line dan 2 lines 70m/line. Pada Gambar 1 merupakan Dok Slipway pada PT IKI (Persero) Makassar.



Gambar 1. Dock slipway PT. Industri Kapal Indonesia (Persero)

Sumber : PT. Industri Kapal Indonesia (Persero)

Adapun untuk jenis metode peluncuran slipway terbagi menjadi slipway sistem antong udara (airbag) dan slipway berbasis rel. Slip Way rel merupakan sarana yang digunakan untuk menaikkan dan menurunkan kapal yang sangat sederhana. Ada beberapa konstruksi dari jenis slipway ini yaitu dipasang landasan beton seperti building bert dan

kereta crandel diatasnya. Crandel dapat naik turun dengan dibantunya menggunakan kabel baja yang ditarik mesin derek (winch) (Gan, 2011). Dapat dilihat pada Gambar 2.

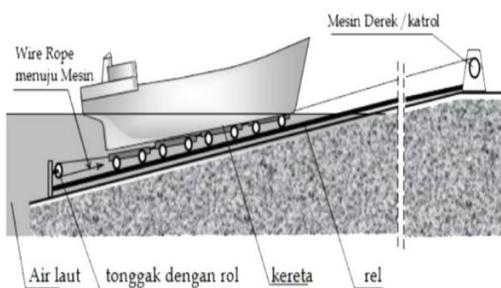


Gambar 2. Slipway modern, Lamberts Bay, Selatan Afrika, 1990
sumber: Keith Mackie, 2011

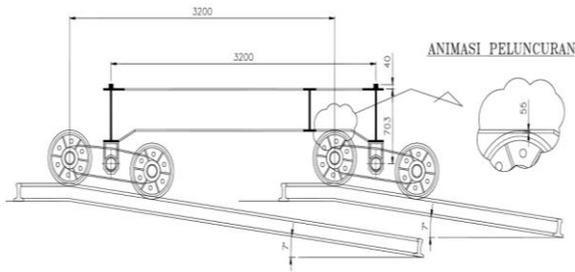
Pada dasarnya, jenis arah peluncuran dok luncur (slipway) berbasis rel dimana dari darat sampai dalamnya perairan mempunyai sudut kemiringan yang sudah tentu sesuai dengan tipe dan besar kecilnya slipway yang direncanakan. Menurut jenisnya slipway ada 2 macam :

1. Slipway memanjang (end launching)
2. Slipway melintang (side launching)

Slipway melintang dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Slipway sistem memanjang (End Launching)
(Sumber : INAMEQ (Indonesia Marine Equipment & sumber:
<https://images.app.goo.gl/HaJ6Ve6ZNWQ7wbn26>)



Gambar 4. Sistem melintang (Side Launching)

Sumber : PT. Industri Kapal Indonesia (Persero)

Keduanya di pakai pada saat pekerjaan kapal berukuran kecil, bila kondisi slipway masih memungkinkan dapat dipakai untuk pekerjaan kapal-kapal yang berukuran sedang. Prinsip kerja dari landaan tarik baik system melintang maupun memanjang mempunyai rencana kerja yang sama, juga pada peralatan yang di pakai juga hamper sama. Akan tetapi perbedaan hanya pada posisi kapalnya apabila docking maupun undocking. Bila pada landasan tarik membujur posisi kapal yang duduk dilandasan atau lori miring kearah memanjang sejajar dengan kemiringan landasan. Sedangkan pada landasan system melintang posisi kapal mendatar sejajar dengan permukaan air sehingga lori nya dibuat sesuai dengan posisi kapal yang mendatar (Dharma, 2011).

Adapun pada slipway melintang terdiri dari beberapa bagian, yaitu :

1. Stopblok H-beam

Baja H-beam yaitu salah satu jenis profil baja yang memiliki bentuk seperti huruf H. Pada 1 cradle atau kereta akan ditempatkan 2 stopblok h-beam yang berfungsi sebagai tempat duduknya kapal saat dilakukan reparasi. Dapat dilihat pada Gambar 5.



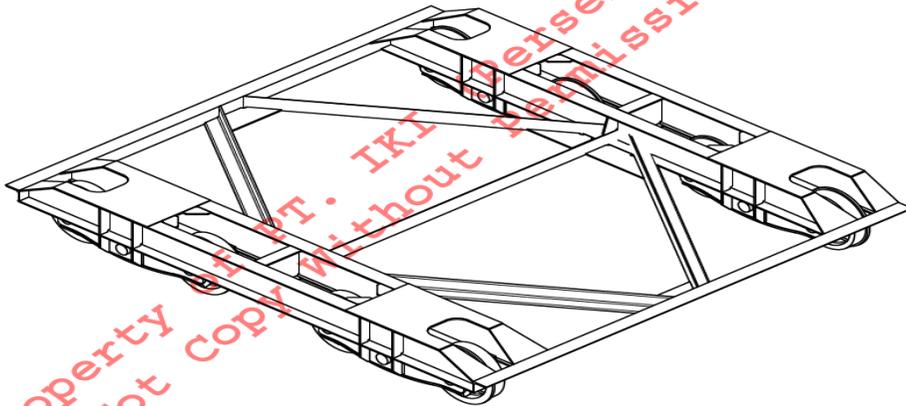
Gambar 5. Stopblok H-beam untuk menumpu kapal

Sumber : PT. Industri Kapal Indonesia (Persero)

2. Credle atau kereta

Cradle atau kereta mempunyai konstruksi yang berbentuk kerangka memiliki fungsi untuk menjaga posisi dan stabilitas kapal saat diluncurkan atau ditarik

keluar dari air, sekaligus menjadi dudukan untuk ditaruhnya stopblok. Cradle terdiri dari konstruksi kereta dan rumah roda, pada 1 kereta terdiri dari 4 set rumah roda yang memiliki 8 roda dapat dilihat pada Gambar 4. Bahan baja yang digunakan dalam konstruksi kereta dan rumah roda ini adalah ST 37 sedangkan bahan baja yang digunakan pada roda dan as adalah ST 70. Adapun untuk konstruksi cradle dapat dilihat pada Gambar 6.

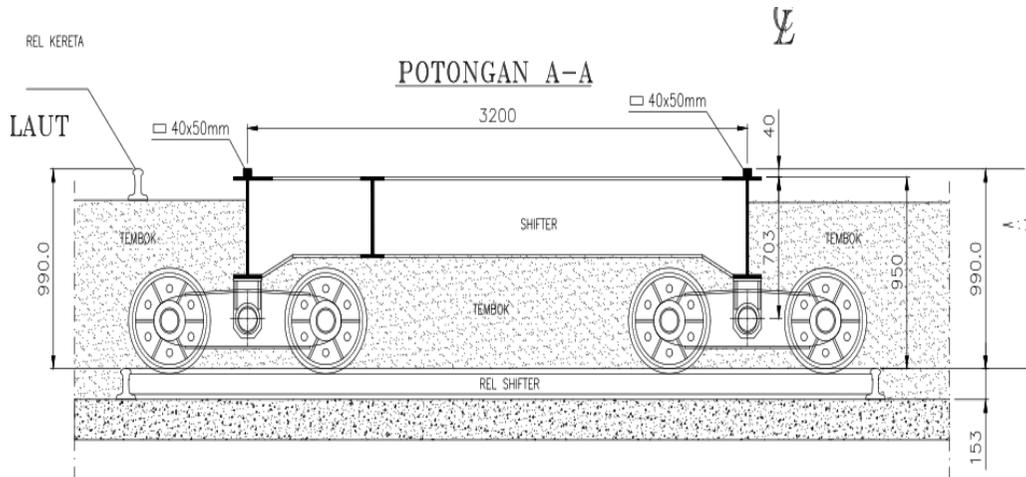


Gambar 6. cradle atau kereta

Sumber : PT. Industri Kapal Indonesia (Persero)

3. Shifter

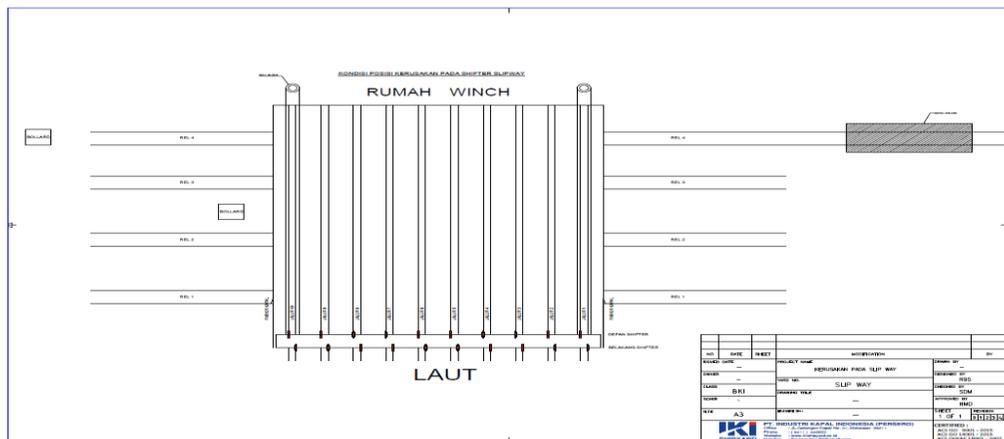
Shifter yaitu tempat menaikkan dan menurunkan kapal beserta *cradeln*nya dari permukaan air yang berfungsi untuk menjaga kestabilan kapal. Konstruksi *shifter slipway* terdiri dari konstruksi *shifter* dan konstruksi rumah roda dengan jumlah 20 set rumah roda dan 40 roda. Konstruksi *shifter* merupakan konstruksi yang terdiri dari profil h-beam yang dirangkai secara *vertical*, *horizontal* dan *diagonal stanchion*, dimana fungsi dari *diagonal stanchion* untuk menahan *compression* dan *tension* pada struktur. Bahan baja yang digunakan dalam konstruksi kereta dan rumah roda ini adalah ST 37 sedangkan bahan baja yang digunakan pada roda dan as adalah ST 70. Adapun untuk konstruksi *shifter* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Shifter tampak samping
Sumber : PT. Industri Kapal Indonesia (Persero)

4. Rel

Terdapat 2 rel pada slipway melintang yaitu rel shifter dan rel cradle, di PT. Industri Kapal Indonesia (Persero) untuk slipway melintang memiliki 10 pasang rel secara vertikal dengan lebar 800 mm dan panjang 45 meter yang digunakan untuk rel shifter dan 9 pasang rel horizontal yang digunakan untuk rel cradle dimana 8 pasang rel terletak ditanah dan 1 pasang rel terletak diatas shifter dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Layout rel slipway melintang
Sumber : PT. Industri Kapal Indonesia (Persero)

1.2.2 Baja

Baja yang sering di gunakan pada proyek konstruksi umumnya ada 2 macam :

- Baja karbon dengan tegangan tarik sampai 400 MPa.
- Baja mutu tinggi dengan tegangan tarik sampai 500 – 1000 MPa.

Adapun untuk penggunaan baja/besi dalam konstruksi sipil salah satunya adalah baja profil. Baja profil hasil pencanaan panas baja cair yang sudah berbentuk bloom di canai panas kembali untuk mendapatkan bentuk profil baja yang disesuaikan dengan kegunaannya. Jenis profil baja yang berada di pasaran seperti :

- a. Profil WF (Wide Flange),DIN
- b. Profil H
- c. Profil I
- d. Profil baja siku
- e. Profil baja strip
- f. Profil baja kanal
- g. Profil structural
- h. Dan lain-lain

Kadar unsur fosfor dan belerang dalam baja profil tidak di perkenankan melebihi 0,85% berat.bentuk dan ukuran profil harus diperiksa berdasarkan penampang melintang, luas penampang dan besaran penampang lainnya seperti tebal, radius, sudut, siku, selain itu juga di periksa lendutan, kelurusan, panjang, dan berat. Salain kuat-tarik, batas leleh, regangan patah, dan uji lengkung diisyaratkan juga nilai pukul tarik Charpy rata-rata (Qomaruddin, 2019).

Adapun untuk sifat mekanis baja structural dimana dalam melakukan perencanaan struktur baja ada beberapa jenis atau mutu baja yang dapat digunakan. Ada lima jenis baja dimana masing – masing di syaratkan besarnya tegangan putus minimum (Zuraidah, 2022). Hal ini dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis baja dan tegangannya

Jenis baja	Tegangan putus minimum, f_u [MPa]	Tegangan leleh minimum, f_y [MPa]	Peregangan minimum [%]
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

Sumber : Zuraidah, 2022

Sifat mekanis lainnya adalah dapat dilihat pada Tabel 2 :

Tabel 2. Sifat mekanis baja

Modulus elastisitas	$E = 200.000 \text{ MPa}$
Modulus geser	$G = 80.000 \text{ MPa}$
Nisbah poisson	$\mu = 0,3$
Koefisien pemuaian	$\alpha = 12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

Sumber : Zuraidah, 2022

Baja ST 37 merupakan suatu material yang memiliki kadar karbon rendah (low carbon steel) dikarenakan kadar karbonnya kurang dari 0,30%.Memiliki kekuatan tarik hingga

370 N/mm². Baja ST 37 mengandung berbagai macam unsur seperti Karbon (C) = 0,15%, Silikon (Si) = 0,01 %, Mangan (Mn) = 0,6 %, Sulfur (S) = 0,0011 % dan Fosfor (P) = 0,050% (Silaen, 2019).

Untuk Baja ST 70 memiliki kekuatan mekanik yang lebih tinggi dibandingkan dengan baja ST 37, dengan kekuatan luluh sekitar 365 MPa dan kekuatan tarik antara 690-900 MPa. Baja ini dirancang untuk aplikasi yang memerlukan kekuatan struktural yang tinggi, sehingga cocok untuk industri yang memerlukan material dengan performa tinggi di bawah beban berat.

1.2.3 Korosi Pada Baja

Baja rawan terhadap korosi jika tidak dilindungi dengan baik. Perlindungan seperti pelapisan atau penggunaan baja tahan karat di perlukan untuk menghindari kerusakan akibat korosi (Basuki, 2023).

Definisi korosi secara umum adalah serangan yang merusak logam karena logam bereaksi secara dengan lingkungan. Korosi jika didefinisikan dari sudut pandang kimia adalah degradasi logam akibat adanya reaksi redoks, yaitu antara suatu logam dengan berbagai zat di lingkungannya sehingga menghasilkan senyawa-senyawa yang tidak dikehendaki. Dalam bahasa sehari-hari, korosi disebut perkaratan. Contoh korosi yang paling sering ditemui adalah karat pada logam. Pada fenomena korosi, logam mengalami reaksi oksidasi yaitu pelepasan elektron, sedangkan oksigen (udara) mengalami reaksi reduksi yaitu penerimaan elektron. Karat pada logam (ferous) secara kimiawi adalah Fe₂O₃.nH₂O.

Korosi dipandang sebagai peristiwa elektrokimia, karena proses korosi melibatkan adanya transfer elektron dari elektroda negatif (anoda) menuju elektroda positif (katoda) (Yusron, 2022). Proses korosi di lingkungan basah atau lingkungan air dapat dijelaskan sebagai berikut:

Besi di lingkungan asam akan melibatkan reaksi



Atom-atom H bergabung menghasilkan



Atau

Atom-atom H bergabung dengan oksigen



Konsentrasi H⁺ cukup tinggi (pH rendah), terjadi reaksi



Reaksi keseluruhan logam besi dalam larutan asam dapat di tuliskan



Terdapat empat unsur pokok yang harus dipenuhi agar korosi dapat terjadi. Jika salah satunya hilang, maka korosi tidak dapat terjadi. Empat unsur pokok tersebut antara lain :

- Anoda, tempat terjadinya reaksi oksidasi
- Katoda, tempat terjadinya reaksi reduksi
- Elektrolit, lingkungan tempat katoda dan anoda ter-ekspose
- Hubungan Listrik. Anoda dan katoda harus terdapat kontak listrik agar arus dalam sel korosi dapat mengalir. Dalam hal ini potensial yang menggerakkan arus tidak lain adalah electron-elektron yang dihasilkan oleh reaksi.

1.2.4 Beban Konstruksi

Pembebanan yang terjadi pada konstruksi shifter terbagi menjadi 2 yaitu :

1. Beban Konstruksi

Beban konstruksi adalah semua beban yang berasal dari berat bangunan, termasuk segala unsur tambahan tetap yang merupakan satu kesatuan dengannya. Pada penelitian ini beban tersebut adalah konstruksi stopblok dan cradle.

2. Beban Luar

Beban luar adalah semua beban yang bersifat dapat berpindah-pindah (beban berjalan), atau beban yang bersifat sementara yang ditempatkan pada suatu tempat tertentu. Pada penelitian ini beban tersebut adalah massa kapal, massa kayu penumpu yang berada di atas stopblok H-beam. Sehingga rumus yang digunakan untuk perhitungan pembebanan yaitu :

$$\rho = \frac{F}{A} \quad (7)$$

Dimana :

- ρ : Tekanan (N/mm²)
- F : Gaya (N)
- A : Luas alas atau penampang (mm²)

1.2.5 Tegangan

Tegangan merupakan sifat material Ketika diberikan gaya atau beban. Jika suatu material dengan nilai luasan penampang yang sama diberikan beban yang sama dan searah disepanjang material tersebut nantinya akan timbul tegangan pada material tersebut. Semua bahan berubah bentuk dikarenakan adanya pengaruh gaya. Ada yang dapat ke bentuk aslinya bila gaya dihilangkan, ada pula yang tetap berubah bentuk sedikit atau banyak (Wulandari dkk, 2021).

1. Tegangan Normal

Setiap material adalah elastis pada keadaan alaminya. Karena itu jika gaya luar bekerja pada benda, maka benda tersebut akan mengalami deformasi. Ketika benda tersebut mengalami deformasi, molekulnya akan membentuk tahanan terhadap deformasi. Tahanan ini per satuan luas dikenal dengan istilah tegangan (al-qadri,wardi, 2021).

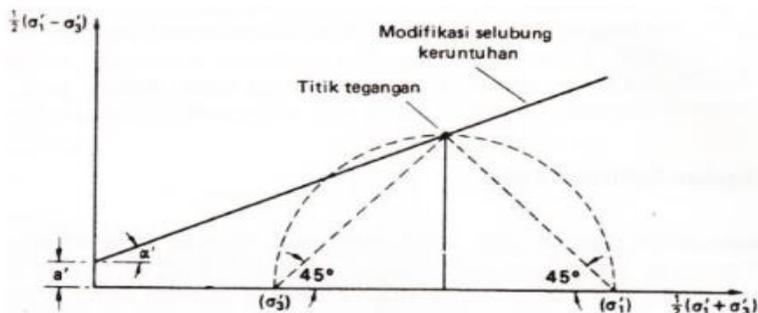
Tegangan normal merupakan tegangan pada bidang yang tegak lurus dengan arah gayanya.

$$\sigma_n = \frac{P}{A} \quad (8)$$

Dimana :

σ_n = Tegangan Normal (N/mm²)
 P = Gaya Normal (N)
 A = Luasan Penampang (mm²)

Pengertian pada rumus tersebut merupakan tegangan rata-rata di semua titik-titik pada penampang A, bukan tegangan disuatu titik pada penampang A. Dimana pada umumnya tegangan di suatu titik tidak sama dengan tegangan rata-rata. Berikut adalah alternatif yang diberikan untuk memperlihatkan setiap kondisi tegangan yang terlihat seperti Gambar 9.



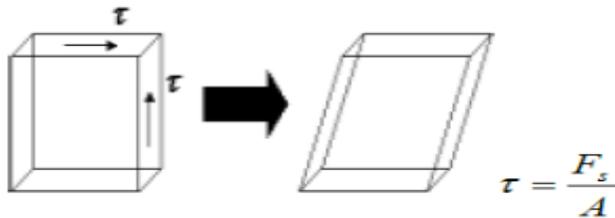
Gambar 9. Alternatif yang menggambarkan kondisi tegangan
 Sumber : Nandasari, P.L. dkk, 2020

Dengan memperhatikan sistematika pendahuluan, maka penelitian ini bertujuan Menghasilkan posisi dan arah tegangan normal σ_1 , σ_2 , dan σ_3 . Metode yang digunakan adalah metode diagram lingkaran Mohr dan Stress Joint Inversion. Hasil yang didapatkan berupa gambar, yaitu gambar diagram lingkaran Mohr, sumbu P/T, histogram, dan arah tegangan (Nandasari, P.L. dkk, 2020).

2. Tegangan Geser

Tegangan geser merupakan perihal yang perlu dilakukan analisa pada suatu konstruksi. Tegangan geser adalah intensitas gaya yang bekerja sejajar dengan bidang dari luas permukaan. Intensitas gaya menentukan kemampuan suatu material terutama dalam memikul beban (kekuatan). Dalam perencanaan struktur, semua elemen harus diberikan ukuran tertentu. Ukuran harus diproporsikan cukup kuat untuk memikul beban yang mungkin terjadi. Setiap elemen struktur juga harus

cukup kaku sehingga tidak melengkung atau berubah bentuk (berdeformasi) berlebihan pada saat struktur dipakai. Perbedaan penerimaan beban yang dialami oleh suatu konstruksi dapat menimbulkan tegangan geser dan hal semacam ini bila secara kontinu dialami oleh suatu material akan menyebabkan fatigue dan ujungnya berakibat pada kerusakan dan kerugian bagi semua orang tentunya. Oleh karena itu, terutama pada kapal juga perlu dilakukan analisa tegangan geser guna mengurangi kerugian yang dapat ditimbulkan secara jangka panjang ataupun jangka pendek. Seperti pada Gambar 10 menunjukkan tegangan geser yang sejajar terhadap penampang bidang.



Gambar 10. Batang mengalami tegangan geser
Sumber : Siagian, A. R. H. & Mulyatno, I. P., 2015

Secara umum, *sheer stress* dapat didefinisikan :

$$\tau = Q \frac{M_s}{I_n a \times t} \quad (9)$$

Dimana :

- τ = Tegangan geser (N/mm²)
- M_s = Momen statis penampang (m³)
- Q = Gaya geser (N)
- I = Momen inersia penampang (m⁴)
- t = tebal plat (m)

(Siagian, A. R. H. & Mulyatno, I. P., 2015)

3. Tegangan Equivalent (Von-mises)

Tegangan equivalent, sering juga dikenal sebagai tegangan von-Mises dalam konteks material isotropik, adalah konsep yang digunakan untuk mengukur sejauh mana suatu material mengalami deformasi atau tegangan yang kompleks. Tegangan equivalent memungkinkan penyederhanaan kondisi tegangan multiaxial menjadi satu nilai skalar yang dapat dibandingkan dengan tegangan leleh material untuk menentukan apakah material tersebut akan mengalami deformasi plastis atau tidak.

Rumus Tegangan Equivalent

Tegangan von-Mises (σ_v) dihitung menggunakan tegangan utama ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$). Rumus yang digunakan adalah :

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_{yy} - \sigma_{zz})^2 + (\sigma_{zz} - \sigma_{xx})^2 + 6(\tau^2_{xy} + \tau^2_{yz} + \tau^2_{xz})^2]} \quad (10)$$

Dimana :

- $\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{zz}$ adalah tegangan normal pada sumbu x, y, dan z.
- $\tau_{xy}, \tau_{yz}, \tau_{zx}$ adalah tegangan geser. Pada sumbu x, y, dan z.

Batas tegangan von-Mises

Kriteria von-Mises menyatakan bahwa deformasi plastis pada material terjadi ketika tegangan von-Mises (σ_v) mencapai atau melebihi tegangan leleh (*yield stress*) material tersebut. Batas tegangan von-Mises ditentukan oleh :

$$\sigma_v \leq \sigma_y$$

Dimana :

- σ_y adalah tegangan leleh material.

Material dianggap aman jika tegangan von-Mises lebih kecil dari tegangan leleh material. Jika tegangan von-Mises melebihi tegangan leleh, material akan mulai mengalami deformasi plastis dan kemungkinan kegagalan.

1.2.6 Regangan

Regangan dinyatakan sebagai pertambahan panjang persatuan panjang. Hukum *Hooke* menyatakan bahwa dalam batas-batas tertentu, tegangan pada suatu bahan adalah berbanding lurus dengan regangan. Regangan dapat ditulis sebagai :

$$\varepsilon = \Delta L/L \quad (11)$$

Dimana :

ε = regangan

ΔL = pertambahan panjang total (m)

L = panjang mula – mula (m)

1.2.7 Elastisitas

Elastisitas adalah sifat benda yang setelah diberi gaya dan kemudian gaya dihilangkan tetap dapat kembali ke bentuk semula. Apabila batas elastisitas tercapai dalam konstanta *Young* atau Modulus *Young*, maka benda akan mencapai batas deformasi yang berarti tidak dapat kembali ke bentuk semula (disebut plastis). Elastisitas benda kemudian dinyatakan dalam tegangan, regangan, dan menjadi dasar fenomena benda yang disebut pegas sebagaimana Hukum *Hooke*.

Selama gaya F yang bekerja pada benda elastis tidak melampaui batas elastisitasnya, maka perbandingan antara tegangan (σ) dengan regangan (ϵ) adalah konstan. Bilangan (konstanta) tersebut dinamakan modulus elastis atau modulus *young* (E). Jadi, modulus elastis atau modulus *young* merupakan perbandingan antara tegangan dengan regangan yang dialami oleh suatu benda. Secara matematis ditulis seperti berikut : (Zainuri, 2008)

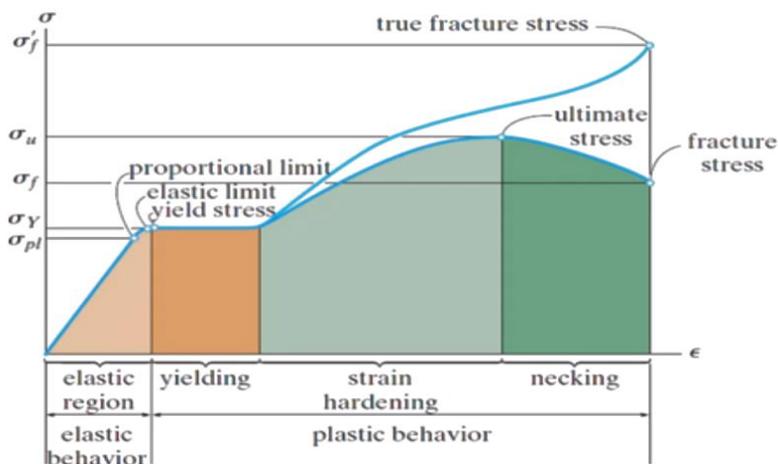
$$E = \frac{P \times \Delta L}{A \times L} \quad (12)$$

Dimana :

- ΔL = pertambahan panjang total (m)
- A = luas penampang batang (m^2)
- E = modulus elastisitas bahan (ton/m^2)
- L = Panjang mula-mula (m)
- P = Gaya (N)

1.2.8 Hubungan Tegangan-Regangan

Jika suatu benda ditarik maka akan mulur (*extension*), terdapat hubungan antara pertambahan panjang dengan gaya yang diberikan. Jika gaya persatuan luasan disebut tegangan dan pertambahan panjang disebut regangan maka hubungan ini dinyatakan dengan grafik tegangan dan regangan (*stress-strain graph*) seperti pada Gambar 11. (Zainuri, 2016)



Gambar 11. Kurva batas tegangan

Sumber: Hibbeler, 2018

Batas proporsional (*proportional limit*). Dari titik asal O ke suatu titik yang disebut batas proporsional masih merupakan garis lurus (lihat Gambar 11). Pada daerah ini berlaku hukum *Hooke*, bahwa tegangan sebanding dengan regangan. Kesebandingan ini tidak berlaku di seluruh diagram. Kesebandingan ini berakhir pada batas proporsional.

Batas elastis (*elastic limit*). Batas elastis merupakan batas tegangan di mana bahan tidak kembali lagi ke bentuk semula apabila beban dilepas tetapi akan terjadi deformasi tetap yang disebut permanent set. Untuk banyak material, nilai batas proporsional dan batas elastis hampir sama. Untuk membedakannya, batas elastis selalu hampir lebih besar daripada batas proporsional.

Titik mulur (*yield point*). Titik mulur adalah titik di mana bahan membujur mulur tanpa penambahan beban. Gejala mulur khususnya terjadi pada baja struktur (*medium-carbon structural steel*), paduan baja atau bahan lain tidak memilikinya (Zainuri, 2008).

1.2.9 Faktor Keamanan (*Safety Factor*)

Faktor keamanan adalah faktor yang menunjukkan tingkat kemampuan suatu bahan teknik menerima beban dari luar, yaitu beban tekan maupun beban tarik. Faktor ini identik dengan perbandingan antara tegangan ultimate (*ultimate stress*) dengan tegangan ijin (*allowable stress*) batang tarik. (Popov, 1978)

Sebelum menghitung nilai *safety factor*, terlebih dahulu dicari nilai tegangan ijin sesuai dengan ketentuan BKI Vol II Sec 6, H.2. Dimana persamaannya adalah sebagai berikut :

Bending Stress

$$\sigma = \frac{120}{k} \text{ (Mpa)} \quad (13)$$

Shear stress

$$\tau = \frac{80}{k} \text{ (Mpa)} \quad (14)$$

Equivalent Stress

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \frac{120}{k} \text{ (Mpa)} \quad (15)$$

$$SF = \frac{\text{Tegangan Maksimum}}{\text{Tegangan Ijin}} \quad (16)$$

SF = *Safety Factor* ≥ 1

1.2.10 Ansys

Ansys adalah salah satu *software* yang digunakan untuk menganalisis berbagai macam struktur, aliran fluida, dan perpindahan panas. Adapun contoh software analisis yang lain yaitu NASTRAN, CATIA, Fluent dan yang lainnya (Pinem, 2013).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perilaku batang baja akibat mendapat beban terpusat. Pada penggunaannya, secara umum program ANSYS memiliki tahapan utama yaitu (Kusbiantoro, A. dkk, 2016) :

1. *Pre-Processing* adalah langkah awal dalam permodelan elemen hingga. Pada *pre-processing* terdapat beberapa fungsi dimana kita harus mendefinisikan fungsi-fungsi tersebut akan menghasilkan perhitungan yang spesifik pada benda yang akan dianalisa. Fungsi-fungsi yang terdapat *pre-processing* adalah: permodelan, penentuan tipe elemen, penentuan material, *meshing*.
2. *Solution*, Pada tahapan ini FEM telah mendekati proses perhitungan dan analisa. Ada beberapa langkah dalam proses perhitungan yang harus dilalui terlebih dahulu. Langkah-langkah tersebut adalah: pembebanan dan analisa.
3. *General Post-Processing* Setelah proses permodelan dan analisis selesai langkah selanjutnya adalah proses *post processing*. Proses ini digunakan untuk melihat hasil analisis, dalam hal ini hasil yang dilihat adalah momen, gaya geser, dan gaya normal yang terjadi.

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui hubungan antara laju korosi dengan kekuatan konstruksi stopblok H-beam.
2. Mengetahui hubungan antara ketidaklurusan rel cradle dengan kekuatan konstruksi stopblok H-beam.

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Hasil penelitian dapat memberikan informasi terkait nilai kekuatan konstruksi stopblok dok slipway dengan nilai tegangan maksimum pada ANSYS
2. Sebagai tambahan referensi bagi pembaca mengenai kekuatan struktur berdasarkan analisis *software* ANSYS.
3. Sebagai pertimbangan dalam mendesain dok slipway guna mendapatkan tegangan ijin dan maksimum yang efektif untuk menghasilkan nilai kekuatan struktur yang optimum.

BAB II

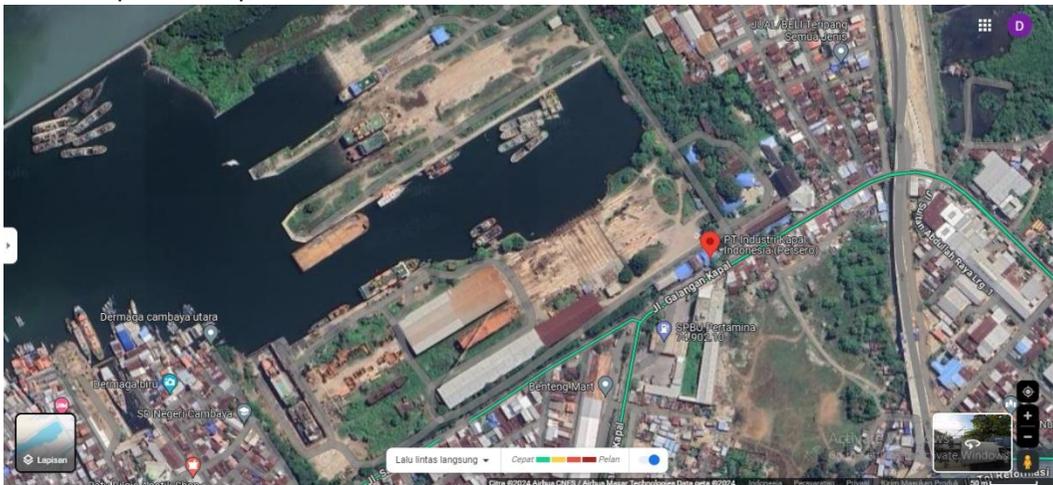
METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini bersifat penelitian kuantitatif dengan bantuan software Ansys disertai pemodelan menggunakan software Rhino dan AutoCad.

2.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2024 sampai bulan Juni 2024 di wilayah dock slipway PT. Industri Kapal Indonesia (Persero), Makassar yang akan dilakukan pengambilan data dengan observasi langsung di lapangan. Dan di Laboratorium Struktur Teknik Perkapalan FT-UH untuk menganalisis data menggunakan software ANSYS. Lokasi dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Lokasi Penelitian
Sumber: *Google Maps*, (2024)

2.3 Jenis Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini dibagi atas :

1. Data Primer

Merupakan data-data pokok yang diperoleh langsung dari lapangan melalui observasi atau pengamatan langsung pada objek dan lokasi penelitian, yaitu:

- a. Data konstruksi *cradle slipway* PT.IKI (Persero)

Panjang	: 4,25	meter
Lebar	: 3,76	meter

Kapasitas : 1500 TLC

Untuk kelengkapan gambar dapat dilihat di Lampiran 1 dan Lampiran 2.

- b. Data Massa kapal sekarang
Massa kapal saat ini yang bisa naik di dock slipway adalah sekitar kurang dari 900 ton.
- c. Data Ukuran Stopblok

Panjang	: 12 – 6 m (sesuai lebar kapal)
Tinggi	: 30 cm = 0,3 m
Lebar	: 30 cm = 0,3 m
Ketebalan plat sekarang	: 12 mm
Jarak antar H-beam	: 1850 mm = 1,85 m
- d. Data ukuran kayu di stopblok

Panjang	: 55 cm = 0,55 m
Lebar	: 30 cm = 0,3 m

2. Data sekunder, yaitu data yang diperoleh melalui bahan-bahan tertulis dan dokumentasi, kegiatan serta informasi lain yang erat kaitannya dengan objek penelitian.

Adapun beberapa data sekunder yang diperoleh bersumber dari:

- a. Materi tentang kekuatan struktur.
- b. Beberapa literatur dan publikasi yang berhubungan dengan rumusan masalah dan tujuan yang ingin dicapai.

2.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini dengan beberapa cara antara lain:

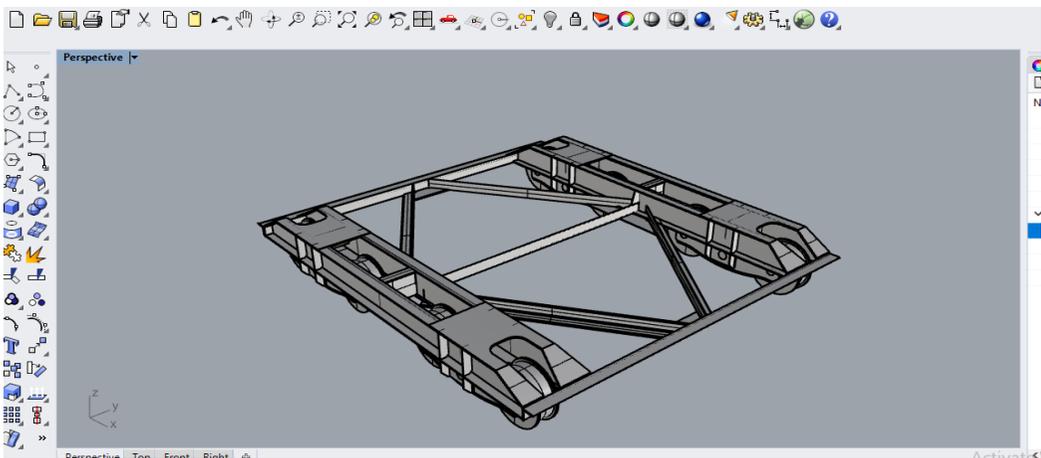
1. Observasi
Kegiatan pengamatan pada sebuah objek secara langsung dan detail untuk mendapatkan informasi yang benar terkait data untuk analisis kekuatan struktur stopblok pada dock slipway.
2. Wawancara
Kegiatan tanya jawab secara lisan kepada pihak-pihak terkait untuk memperoleh informasi yang baik.
3. Studi literatur
Metode ini dilakukan dengan cara mencari data melalui membaca rules dan internet yang berhubungan dengan masalah yang di bahas.

2.5 Metode Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah seluruh data yang diperlukan terkumpul, maka dilanjutkan pada tahap pengelolaan atau analisis data dengan menggunakan metode sebagai berikut :

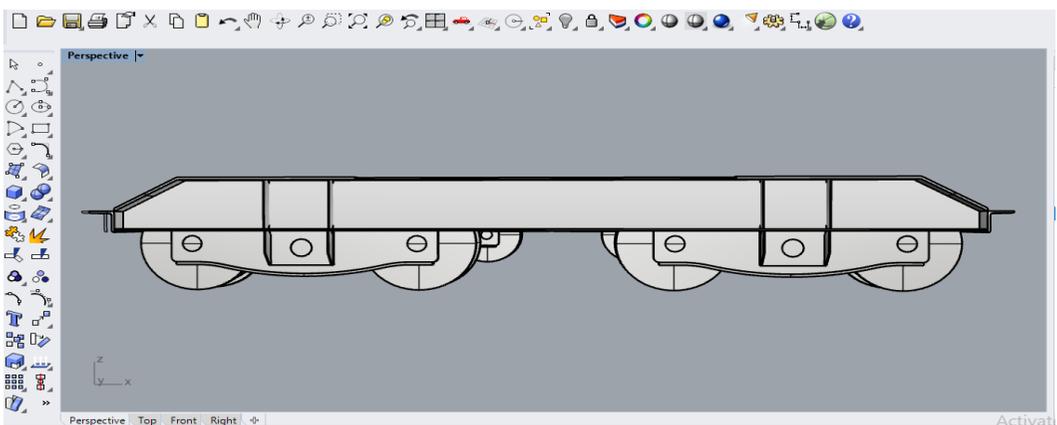
1. Pemodelan

Untuk pemodelan terbagi menjadi dua model yaitu konstruksi cradle dan stopblok yang berada di atas cradle slipway. Untuk konstruksi cradle dimodelkan sesuai dengan gambar konstruksi yang didapatkan dengan panjang 4250 mm dan lebar 3760 mm yang terdiri dari 4 set rumah roda dan 8 roda, 2 set main beam atau garpu roda, dan 1 set frame atau stringer. Lalu rel yang di pakai hanya 2 rel untuk tempat berjalannya cradle hal ini untuk menganalisis ketidaklurusan rel. Konstruksi cradle terdiri dari 1 set garpu roda yang terdapat main beam sepanjang 4010 mm dan 4 bracket yang disusun secara horizontal dan vertical yang dapat dilihat pada Gambar 13 dan Gambar 14 serta cradle terdiri dari 7 frame atau stringer jenis angle bar dengan 3 ukuran berbeda yang disusun secara vertikal dan diagonal yang disambung dengan beberapa bracket dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Model shifter tampak atas

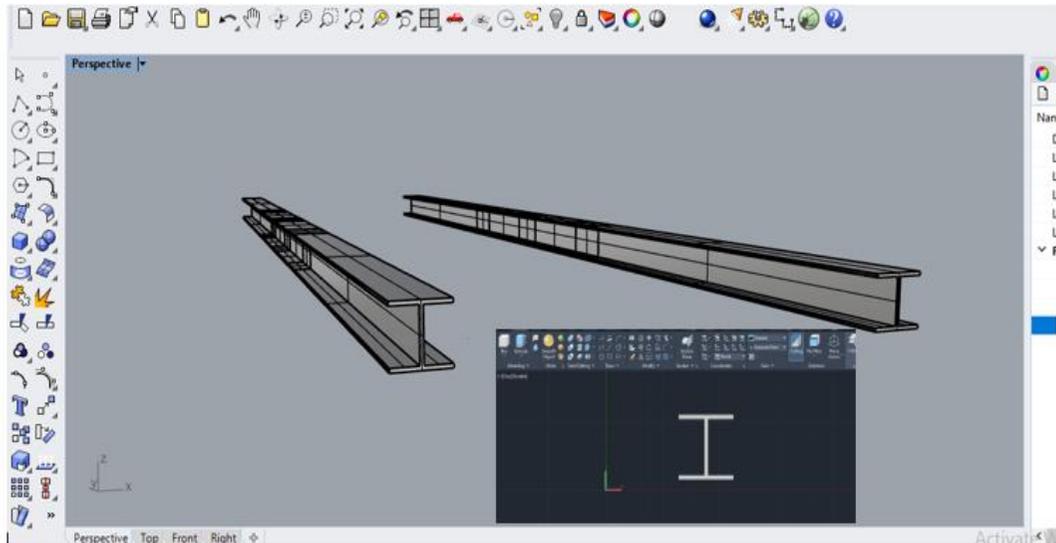
Sumber : Hasil olah data



Gambar 14. Model shifter tampak samping

Sumber : Hasil olah data

Kemudian untuk stopblok di modelkan dalam bentuk profil H atau jenis baja H-Beam dengan ukuran profil H yaitu lebar 300 mm, tinggi 300 mm, dan tebal 20 mm lalu Panjang stopblok 12 meter. Pemodelan stopblok H-Beam dilakukan sebanyak 4 model dengan bentuk model yang sama namun mengalami penipisan plat pada setiap konstruksi sebanyak 1 mm, 2 mm, dan 3 mm. Dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Model stopblok H-beam

Sumber : Hasil olah data

2. Pembebanan

Beban yang di berikan pada objek penelitian hanya dari beban kapal dan kayu di bawah kapal. Untuk letak pembebanannya hanya terjadi di atas stopblok dengan 6 titik pembebanan sesuai dengan posisi di letakkannya kayu pada 2 stopblok. Hal ini karena pada 1 cradle terdapat 2 stopblok H-beam yang menumpu kapal. Adapun perhitungan beban yang didapatkan sebagai berikut :

Dik :

Lwt _{kapal}	: 1500 Ton
Jumlah _{stopblok}	: 20 bh
L _{stopblok}	: 300 mm
P _{kayu}	: 550 mm
Jumlah _{kayu}	: 3 bh (pada 3 titik)

Maka :

$$\text{Massa kapal} = \frac{1500}{20} = 75 \text{ ton}$$

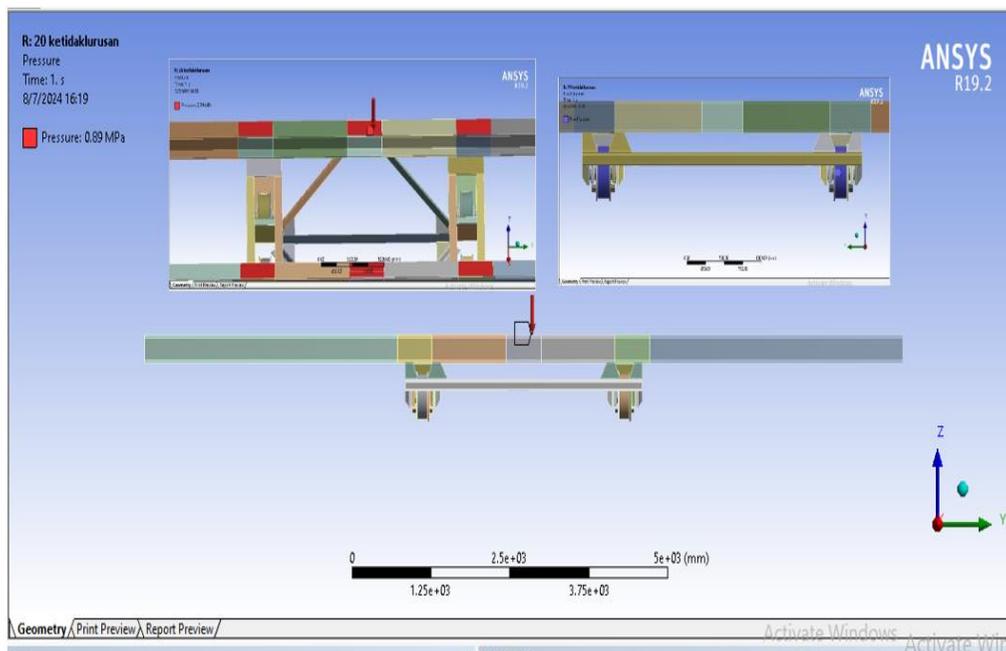
$$\rho = F/A$$

$$= \frac{\left(\frac{((75 \times 1000) \times 9,81)}{3} \right)}{(550 \times 300)} = 1,49 \text{ N/mm}^2$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka hasil tekanan sebesar 1,49 N/mm², tekanan ini akan digunakan pada analisis tegangan akibat korosi dan ketidaklurusan rel.

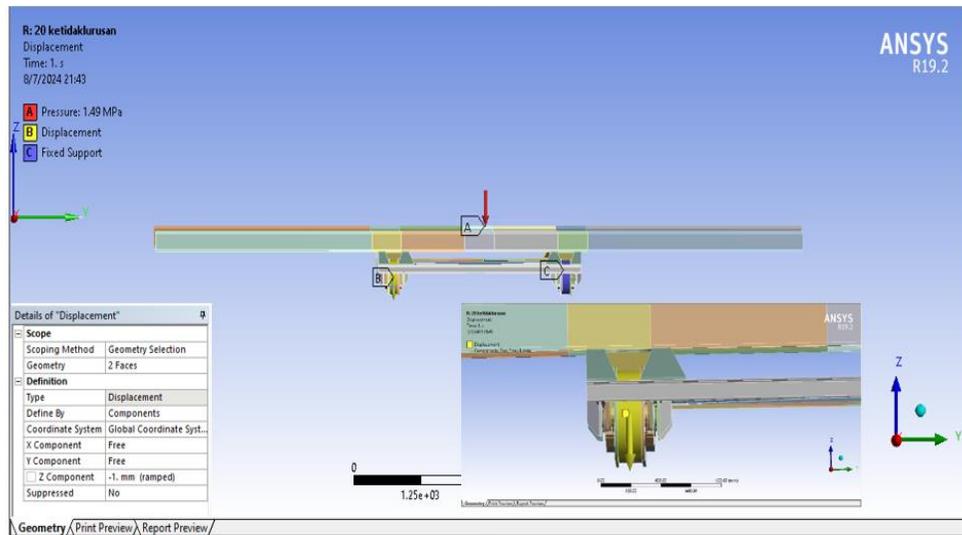
3. Sketsa Pembebanan

Pembebanan dilakukan pada muka stopblok yang berada diatas konstruksi cradle. Untuk pembebanan dibagi menjadi 6 titik untuk 2 stopblok sesuai jumlah kayu yang ada di atas stopblok. Adapun peletakkan beban dan penentuan tumpuan pada konstruksi shifter dapat dilihat pada Gambar 16. Pada uji coba ketidaklurusan rel akan dilakukan fixed displacement pada rel 10 dengan memasukkan nilai -1 mm hingga -4 mm pada sumbu z, dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 16. Sketsa model peletakkan beban dan tumpuan

Sumber : Hasil olah data



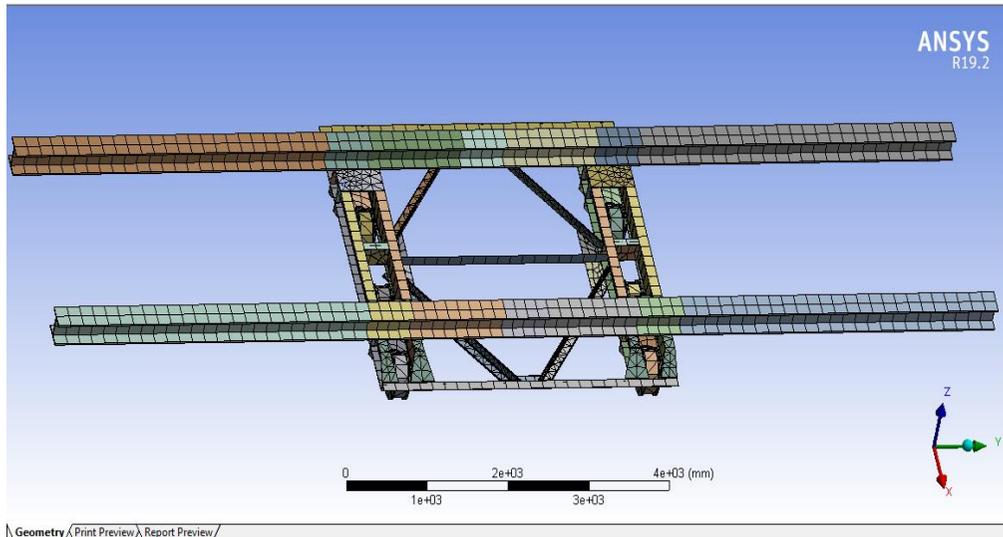
Gambar 17 Sketsa model ketidaklurusan rel

Sumber : Hasil olah data

4. Meshing

Proses meshing sangat menentukan tingkat keakuratan hasil perhitungan. Semakin besar ukuran meshing, hasilnya cenderung kurang akurat sebaliknya, semakin kecil ukuran meshing, hasilnya lebih akurat. Namun, ukuran meshing yang lebih kecil memerlukan spesifikasi komputer yang lebih tinggi karena jumlah nodalnya lebih banyak. Karena itu, pemilihan ukuran meshing biasanya dilakukan dengan metode trial and error, yang dimaksud dengan metode trial and error dalam model ini yaitu dengan memperhatikan tegangan yang dihasilkan pada masing-masing ukuran meshing.

Setelah dilakukan pemodelan dengan aplikasi rhino dan AutoCad selanjutnya akan dilakukan mesh pada model stopblok dan cradle yang dapat dilihat pada Gambar 18, dengan melakukan metode trial and error dari ukuran meshing 150-160 mm, didapatkanlah tegangan konvergen di meshing 87,18 – 86,96 mm untuk nilai tegangannya dapat dilihat pada Tabel 3



Gambar 18. Model meshing shifter

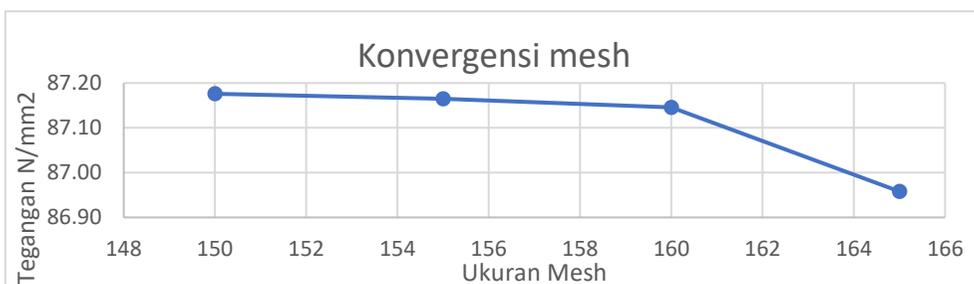
Sumber : Hasil olah data

Tabel 3. Tegangan konvergen pada mesh model

Ukuran mesh (mm)	Tegangan von-Mises (N/mm ²)
150	87,18
155	87,17
160	87,15
165	86,96

Sumber : Hasil olah data

Berdasarkan data diatas dapat dilihat bahwa pada meshing 150-160 menghasilkan tegangan yang konstan dan tegangan mulai turun pada meshing 165, sehingga ukuran meshing yang akan digunakan adalah 160 mm untuk model kondisi awal hingga korosi 5 mm. Untuk penurunan tegangan dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Grafik konvergen model

Sumber : Hasil olah data

5. Korosi dan Ketidaklurusan Rel

Untuk proses kekuatan akibat korosi dilakukan uji coba pada model dengan pengurangan tebal atau penipisan luas penampang pada stopblok H-beam dengan variasi ketebalan pada kondisi korosi 0 mm, 1 mm, 2 mm, dan 3 mm. Kemudian untuk proses kekuatan akibat ketidaklurusan rel di lakukan uji coba pada model dengan variasi force displacement yaitu ketidaklurusan rel 0 mm, 1 mm, 2 mm, 3 mm dan 4 mm pada 1 pasang roda yang permukaannya terkena pada rel. Adapun kekuatan akibat hubungan korosi dan ketidaklurusan di lakukan uji coba pada model yang mengalami korosi 3 mm dan ketidaklurusan 1 mm dengan memvariasikan massa kapal mulai dari 1500 Ton hingga 900 ton.

2.6 Teknik Analisis Data

Adapun tahapan dalam analisis data adalah sebagai berikut :

1. Preferences

Tahapan menentukan tipe analisis model yang akan digunakan. Pada penelitian ini menggunakan tipe analisis static structural.

2. Pre-processing (Pendefinisian Masalah)

Tahap Preprocessing terdiri dari langkah umum yaitu:

- a. Mendefinisikan material
- b. Membuat model
- c. Mendefinisikan Mesh pada model.

3. Solution (Assigning Loads, Constraints, dan Solving)

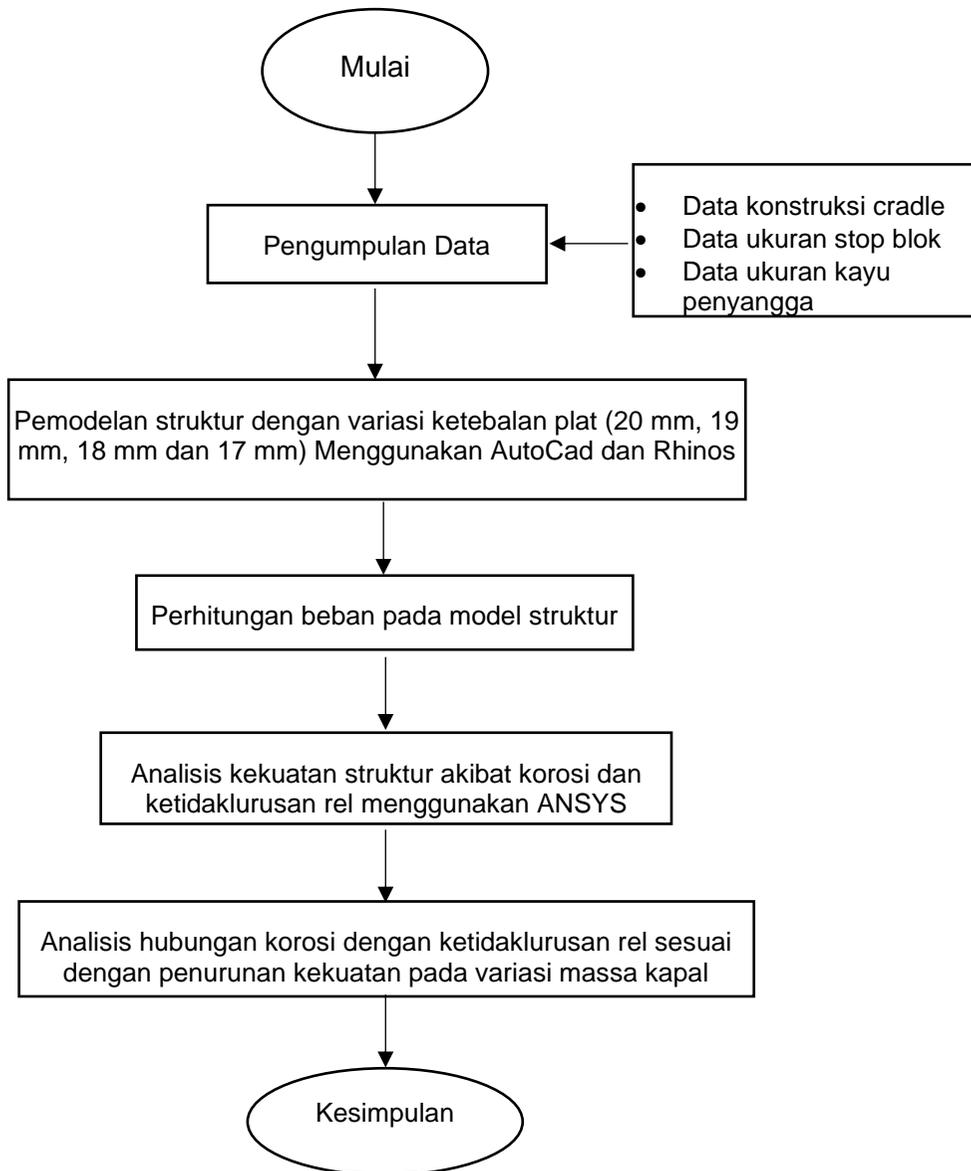
Tahap solution merupakan penentuan beban (titik atau tekanan), mengaplikasikan beban, dan kemudian running, solving. Beban pada penelitian ini menggunakan 1 jenis beban yaitu beban cradle, stopblok, dan kapal untuk menghitung kekuatan shifter.

4. Postprocessing (Futher Processing dan Viewing of the Results)

Tahap Postprocessing digunakan untuk menampilkan hasil-hasil dari diagram kontur tegangan (stress).

2.7 Kerangka Pikir

Untuk memudahkan dan mengarahkan proses atau langkah-langkah penyelesaian pada penelitian ini, dibuat suatu kerangka analisis yang menggambarkan urutan pengerjaan dalam penyelesaian proposal penelitian. Hal ini dapat ditunjukkan pada Gambar 20.



Gambar 20. Diagram kerangka alur berpikir