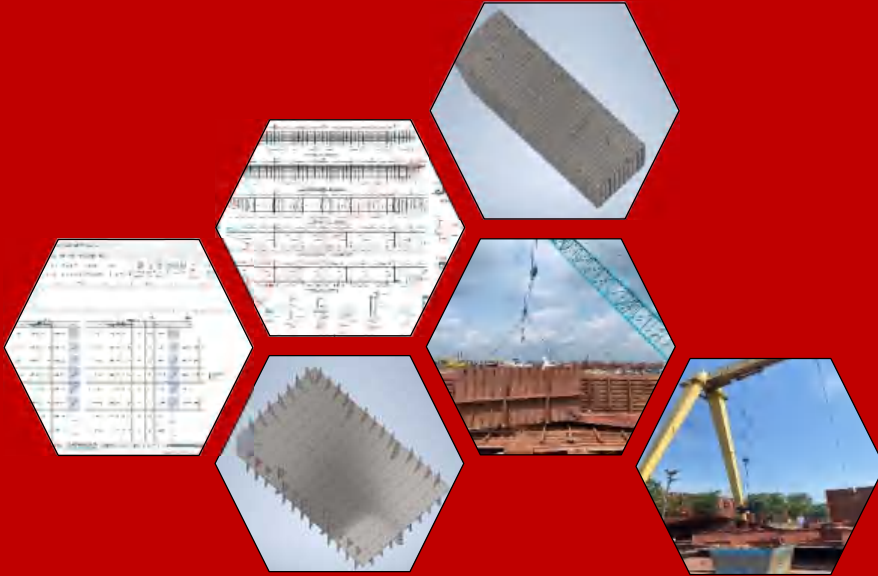




S PENENTUAN POSISI TITIK *PAD EYES* KONSTRUKSI PANEL ONGKANG DALAM Mendukung PROSES PENGANGKATAN (*LIFTING*)



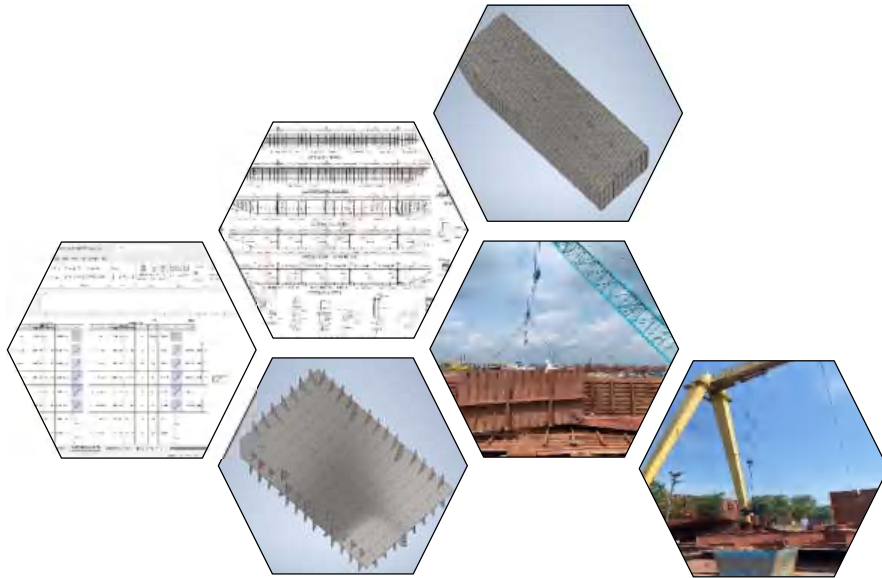
MUH. KHALID HAEKAL
D031201023



PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024



S PENENTUAN POSISI TITIK *PAD EYES* KONSTRUKSI PANEL 'ONGKANG DALAM Mendukung PROSES PENGANGKATAN (*LIFTING*)



MUH. KHALID HAEKAL
D031201023



DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024

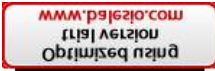


**S PENENTUAN POSISI TITIK *PAD EYES* KONSTRUKSI PANEL
'ONGKANG DALAM MENDUKUNG PROSES PENGANGKATAN
(*LIFTING*)**

**MUH. KHALID HAEKAL
D031201023**



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



**S PENENTUAN POSISI TITIK *PAD EYES* KONSTRUKSI PANEL
'ONGKANG DALAM MENDUKUNG PROSES PENGANGKATAN
(*LIFTING*)**

MUH. KHALID HAEKAL
D031201023

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Teknik Perkapalan

pada

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

**ANALISIS PENENTUAN POSISI TITIK *PAD EYES* KONSTRUKSI PANEL
KAPAL TONGKANG DALAM Mendukung PROSES PENGANGKATAN
(*LIFTING*)**

MUH. KHALID HAEKAL
D031201023

Skripsi

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Teknik Perkapalan pada tanggal 23
Juli 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada
Program Studi Sarjana Teknik Perkapalan
Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin
Gowa

Mengesahkan:
Pembimbing Tugas Akhir,



Dr. Ir. Syamsul Asri, MT

39103 1 003



Mengetahui:
Ketua Program Studi,



Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST., MT.

NIP. 19730206 200012 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Analisis Penentuan Posisi Titik *Pad Eyes* Konstruksi Panel Kapal Tongkang Dalam Mendukung Proses Pengangkatan (*Lifting*)" adalah benar karya saya dengan arahan pembimbing **Dr. Ir. Syamsul Asri, MT.** 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.



MUH. KHALID HAEKAL
D031201023



UCAPAN TERIMA KASIH



Alhamdulillah kepada Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, segala puji bagi-Nya atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, insan terbaik yang memberikan cahaya dan pedoman bagi umat manusia. Dengan kekaguman dan rasa syukur yang mendalam atas anugerah Ilahi yang mengijinkan saya untuk melakukan penyusunan tugas akhir dengan judul

“ANALISIS PENENTUAN POSISI *PAD EYES* KONSTRUKSI PANEL KAPAL TONGKANG DALAM Mendukung PROSES PENGANGKATAN (*LIFTING*)”

Melalui penelitian ini, saya berusaha untuk menjelaskan cara meminimalisir resiko kegagalan dalam pekerjaan bagi bidang studi yang saya ikuti. Penelitian ini merupakan persyaratan mahasiswa untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Proses pengerjaan skripsi ini telah mengajarkan saya tentang ketekunan, ketelitian, dan dedikasi yang diperlukan dalam mengejar impian dan mencapai tujuan akademis. Saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas dukungan, bimbingan, dan dorongan selama proses penelitian ini kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Syamsul Asri, MT selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam pengerjaan skripsi ini.
2. Bapak Farianto Fachruddin L, ST., MT yang telah mengarahkan dalam pemilihan dan pengerjaan judul skripsi serta selaku dosen penguji skripsi.
3. Ibu Dr. Eng. Ir. A. Ardianti, ST., MT selaku dosen penguji skripsi
4. Bapak Wahyudin, ST., MT selaku kepala labo rancang bangun kapal
5. Bapak Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST., MT selaku ketua Departemen Teknik Perkapalan Universitas Hasanuddin
6. Bapak Moh. Rizal Fisramsyah, ST., MT., M.Eng, Bapak Fadhil Rizki Clausthaldi, ST., B.Eng., M.Se selaku dosen Labo Rancang Bangun Kapal.
7. Bapak Dr. Ir. Ganding Sitepu, Dipl-Ing selaku Penasihat Akademika yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam perencanaan mata kuliah.
8. Seluruh dosen dan staf Departemen Teknik Perkapal Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
9. Kedua orang tua tercinta saya Kadian S.Pd., M.Pd. dan Hikmah, serta saudara dan keluarga saya yang telah memberikan dukungan tak ternilai serta selalu mendoakan saya hingga bisa mengerjakan pembuatan skripsi dengan baik.
10. Bapak Ikhwanur Rizka AMD. T selaku anggota Departemen Engineering yang memberikan bantuan sangat besar kepada saya.
11. Bapak Agustin Salu, ST selaku pembimbing selama melakukan kegiatan magang di PT. Citra Shipyard
12. Bapak Iman Taufiq Daulay selaku Manager Ship Repair PT. Citra Shipyard
13. Bapak Uppu Chinna Madduleti selaku Manager Engineering Departemen PT. Citra Shipyard



. Zakir Rahman Wahid, Salmi, dan Ria Melani sebagai orang terdekat saya
; memberikan bantuan, semangat dan motivasi selama mengerjakan tugas
r
an-teman Labo Rancang Bangun 2020 dan teman-teman Departemen
Teknik perkapalan.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi bagian yang
berharga dalam panjangnya rentang waktu ilmiah. Akhir kata, saya berharap agar skripsi
ini dapat diterima dengan lapang dada serta kritik yang membangun, sehingga dapat
menjadi landasan bagi penelitian-penelitian masa depan yang lebih maju dan berkualitas

Gowa, Juli 2024

Penulis

MUH. KHALID HAEKAL

ABSTRAK



.ID HAEKAL. **Analisis Penentuan Posisi *Pad Eyes* Konstruksi Panel Kapal Tongkang Dalam Mendukung Proses Pengangkatan (*Lifting*)** (dibimbing oleh Syamsul Asri).

Latar belakang. Pembangunan kapal merupakan suatu kegiatan yang memerlukan perencanaan dan analisis yang matang, terutama dalam hal perhitungan berat dan titik berat komponen kapal seperti panel untuk mendukung proses *lifting* nantinya. Analisis berat dan titik berat pada seksi-seksi atau panel kapal menjadi salah satu upaya yang dilakukan sebagai langkah untuk menentukan lokasi penempatan *Pad Eyes*. Salah satu metode untuk melakukan perhitungan ini adalah dengan menggunakan aplikasi piranti lunak *Autodesk Inventor*, sebagai solusi algoritma perhitungan otomatis dengan kemampuan pemodelan tiga dimensi solid untuk proses pembuatan objek prototipe secara visual. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan hasil perhitungan titik berat pada konstruksi panel kapal dengan metode empiris dan menggunakan *Autodesk Inventor* untuk menentukan penempatan *Pad Eyes*. **Metode.** Metodologi penelitian yang digunakan adalah metode penelitian studi kasus dengan objek konstruksi panel kapal Tongkang dengan nomor lambung H-512 dari frame 0-47. Studi kasus yang dimaksud merupakan penentuan lokasi *Pad Eyes* dalam proses *lifting* ketika konstruksi panel kapal diirection dengan simulasi perhitungan berat titik berat menggunakan piranti lunak *Autodesk Inventor*. **Hasil.** Berdasarkan hasil penelitian terdapat 11 (sebelas) konstruksi panel yang dianalisis dengan konstruksi panel yang berbeda, adapun hasil analisis rata-rata berat dan titik berat metode analitis dan *Autodesk Inventor* hampir sama. **Kesimpulan.** Dalam analisis titik berat metode analitis dan *Autodesk Inventor* disimpulkan presentase selisih perhitungan <2% dengan akurasi kesamaan perhitungan 98% pada 11 (sebelas) konstruksi panel.

Kata kunci : *Lifting* Panel Tongkang; *Pad eyes*; *Autodesk Inventor*; Titik Berat



ABSTRACT

.ID HAEKAL. **Analysis of Pad Eyes Position Determination for Barge Construction in Supporting the *Lifting* Process** (supervised by Syamsul

Background. Ship building is an activity that requires careful planning and analysis, especially in terms of calculating the weight and center of gravity of ship components such as panels to support the *lifting* process later. Analysis of the weight and center of gravity on ship sections or panels is one of the efforts carried out as a step to determine the location for Pad Eyes placement. One method for carrying out these calculations is to use the Autodesk Inventor software application, as an automatic calculation algorithm solution with three-dimensional solid modeling capabilities for the process of creating visual prototype objects. **Objective.** This research aims to analyze and compare the results of calculating the center of gravity in ship panel construction using empirical methods and using Autodesk Inventor to determine the placement of Pad Eyes. **Method.** The research methodology used is a case study research method with the object of barge panel construction with hull number H-512 from frame 0-47. The case study in question is determining the location of Pad Eyes in the *lifting* process when ship panel construction is being erected by simulating the calculation of the center of gravity using Autodesk Inventor software. **Results.** Based on the research results, there were 11 (eleven) panel constructions analyzed with different panel constructions. The results of the analysis of the average weight and center of gravity of the analytical method and Autodesk Inventor were almost the same. **Conclusion.** In the analysis of the emphasis of the analytical method and Autodesk Inventor, it was concluded that the percentage difference in calculations was <2% with a calculation similarity accuracy of 98% on 11 (eleven) panel constructions.

Keywords: Barge Panel *Lifting*; Pad eyes; Autodesk Inventor; Center of gravity

DAFTAR ISI



SAMPUL DEPAN	i
HALAMAN SAMPUL	ii
HALAMAN JUDUL	iii
HALAMAN PENGAJUAN	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR PERSAMAAN	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Metode Pembangunan Kapal	2
1.3 <i>Lifting</i>	3
1.4 Kesetimbangan dan Titik Berat	4
1.5 <i>Autodesk Inventor</i>	6
1.6 Rumusan masalah	8
1.7 Tujuan Penelitian	8
BAB II METODE PENELITIAN	9
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	9
2.2 Tahapan Penelitian	9
2.2.1 Penentuan Jumlah Konstruksi Panel Kapal	9
2.2.2 Pembuatan Desain Konstruksi Panel kapal	10
2.2.3 Analisis Berat dan Titik Berat Konstruksi Panel Kapal	27
2.2.4 Analisis Penempatan Pad Eyes Berdasarkan Titik Berat	27
2.3 Kerangka Berfikir	29
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	30
3.1 Desain Konstruksi	30



erat Konstruksi Panel	36
Analisis Berat Metode Analitis.....	36
Analisis Berat <i>Autodesk Inventor</i>	57
3.3 Titik Berat Konstruksi Panel	58
3.3.1 Analisis Titik Berat Metode Analitis	58
3.3.2 Analisis Titik Berat <i>Autodesk Inventor</i>	62
3.4 Penempatan Titik <i>Pad Eyes</i>	64
3.5 Perencanaan Jumlah <i>Lifting Panel</i>	73
3.6 Analisis Tegangan <i>Sling</i> dan <i>Pad Eyes</i>	74
BAB IV PENUTUP	78
4.1 Kesimpulan	78
4.2 Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN	80

DAFTAR GAMBAR



Gagalannya Lifting Side Board 1

Gambar 2. Penampang Konstruksi 5

Gambar 3. Template Autodesk Inventor 7

Gambar 4. Zoom icon 7

Gambar 5. Pan icon 7

Gambar 6. View Face icon 7

Gambar 7. Free Orbit icon 8

Gambar 8. View Cumbe icon 8

Gambar 9. Full Navigation Wheel icon 8

Gambar 10. Profile Plan (Hak Cipta PT. Citra Shipyard) 10

Gambar 11. Deck And Bottom Plan (Hak Cipta PT.Citra Shipyard) 10

Gambar 12. Longitudinal Bulkhead 11

Gambar 13. Longitudinal Bulkhead Detail 12

Gambar 14. Logo Autodesk Inventor 12

Gambar 15. Tampilan awal Inventor 13

Gambar 16. Proses pembuatan project folder 13

Gambar 17. Pembuatan nama folder project 14

Gambar 18. Menu desain 14

Gambar 19. Menu tampilan sketch 15

Gambar 20. Penentuan Sumbu Drawing 15

Gambar 21. Menu line desain 15

Gambar 22. Pembuatan sketch plate 16

Gambar 23. Sketsa desain 16

Gambar 24. Pembuatan model 3D 17

Gambar 25. Pemilihan material model 17

Gambar 26. Tahapan menyimpan file 18

Gambar 27. Kerangka frame generate 18

Gambar 28. Proses copy line 19

Gambar 29. Menu rectangular 19

Gambar 30. Hide garis 19

Gambar 31. Menyimpan file 20

Gambar 32. Assambley drawing 20

Gambar 33. Memasukkan gambar di assambley drawing 20

Gambar 34. Tampilan desain garis untuk frame generate 21

Gambar 35. Menyimpan file frame generate 21

Gambar 36. Menu insert frame 22

Gambar 37. Tampilan insert frame 22

Gambar 38. Rotasi frame 22

Gambar 39. Assambley menu 23

Gambar 40. Proses menggabungkan (constrain) dua konstruksi 23

Gambar 41. Menu constrain 24

Gambar 42. Pemilihan face untuk menggabungkan konstruksi 24



Penggabungan konstruksi	24
Tampilan menu mengatur posisi frame	25
Tampilan konstruksi panel	25
Menu assambley weldment	26
Gambar 47. Menentukan jenis material welding.....	26
Gambar 48. Tampilan menu pengelasan.....	26
Gambar 49. Hasil pengelasan	27
Gambar 50. Desain panel kapal H-521.....	30
Gambar 51. Panel Trans Bulkhead Port dan Starboard side	31
Gambar 52. Panel Trans Bulkhead Center.....	31
Gambar 53. Panel side shell port dan starboard side A	32
Gambar 54. Side Shell Port Dan Starboard B	32
Gambar 55. Panel longitudinal bulkhead A.....	33
Gambar 56. Panel longitudinal bulkhead B.....	33
Gambar 57. Deck A.....	34
Gambar 58. Deck B.....	34
Gambar 59. Deck C	35
Gambar 60. Deck D	35
Gambar 61. Deck E.....	36
Gambar 62. Pembuatan kode Trans Bulkhead Port dan Starboard side	37
Gambar 63. Hasil analisis berat Autodesk Inventor.....	57
Gambar 64. Sumbu acuan konstruksi Plate Trans Bulkhead Port Dan Starboard Side	59
Gambar 65. Tititik berat dan sumbu acuan panel Trans Bulkhead Port dan Starboard side.....	64
Gambar 66. Titik Berat Panel Trans Bulkhead Port Dan Starboard Side A	65
Gambar 67. Titik berat panel Trans Bulkhead Port dan Starboard side B	65
Gambar 68. Pad eyes panel trans bulkhead port dan starboard side	66
Gambar 69. Pad eyes panel trans bulkhead center	67
Gambar 70. Pad eyes side shell port dan starboard side A	68
Gambar 71. Pad eyes side shell port dan starboard side B	68
Gambar 72. Pad eyes longitudinal bulkhead A.....	69
Gambar 73. Pad eyes longitudinal bulkhead B.....	69
Gambar 74. Pad eyes panel deck A	70
Gambar 75. Pad eyes panel deck B	71
Gambar 76. Pad eyes panel deck C	71
Gambar 77. Pad eyes panel deck D	72
Gambar 78. Pad eyes panel deck E	73
Gambar 79. Perencanaan lifting panel trans bulkhead port dan starboard side	74
Gambar 80. Detail perencanaan lifting panel trans bulkhead port dan starboard side .	75
Gambar 81. Desain pad eyes	75

DAFTAR TABEL



at komponen panel trans bulkhead port dan starboard side 39

Tabel 2. Berat panel trans bulkhead port dan starboard side 40

Tabel 3. Berat panel trans bulkhead center 41

Tabel 4. Berat side shell port dan starboard side A 42

Tabel 5. Berat side shell port dan starboard side B 43

Tabel 6. Berat longitudinal bulkhead A 44

Tabel 7. Berat longitudinal bulkhead B 46

Tabel 8. Berat panel deck A 47

Tabel 9. Berat panel deck B 48

Tabel 10. Berat panel deck C 50

Tabel 11. Berat panel deck D 52

Tabel 12. Berat panel deck E 54

Tabel 13. Berat konstruksi panel dengan Autodesk Inventor 57

Tabel 14. Presentase perhitungan berat 58

Tabel 15. Koordinat titik berat panel trans bulkhead port dan starboard side empiris .. 61

Tabel 16. Koordinat titik berat panel metode analitis 62

Tabel 17. Koordinat titik berat panel trans bulkhead port dan starboard side inventor . 62

Tabel 18. Koordinat titik berat konstruksi panel dengan Autodesk Inventor 63

Tabel 19. Presentase selisih perhitungan titik berat 63

Tabel 20. Koordinat titik berat panel trans bulkhead port dan starboard side 64

Tabel 21. Koordinat titik berat panel trans bulkhead port dan starboard side A dan B
 sebagai tempat pemasangan pad eyes 66

Tabel 22. Koordinat Pad eyes panel trans bulkhead port dan starboard side 66

Tabel 23. Koordinat pad eyes panel trans bulkhead center 67

Tabel 24. Koordinat pad eyes side shell port dan starboard side A 67

Tabel 25. Koordinat pad eyes side shell port dan starboard B 68

Tabel 26. Koordinat pad eyes longitudinal bulkhead A 69

Tabel 27. Koordinat pad eyes longitudinal bulkhead B 69

Tabel 28. Koordinat pad eyes panel deck A 70

Tabel 29. Koordinat pad eyes panel deck B 70

Tabel 30. Koordinat pad eyes panel deck C 71

Tabel 31. Koordinat pad eyes panel deck D 72

Tabel 32. Koordinat pad eyes panel deck E 72

Tabel 33. Gabungan lifting panel 73

Tabel 34. Dimensi Pad eyes 75

DAFTAR PERSAMAAN



1)	5
(Persamaan 2)	27



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Desain Profile Plan Kapal	81
Lampiran 2. Desain Deck and Bottom Plan Kapal	81
Lampiran 3. Bulkhead and Transversal Section	82
Lampiran 4. Shell Expansion	82
Lampiran 5. Titik Berat Trans Bulkhead Port dan Starboard Side	83
Lampiran 6. Titik Berat Trans Bulkhead Center	83
Lampiran 7. Titik Berat Side Shell Port dan Starboard Side A	84
Lampiran 8. Titik Berat Side Shell Port dan Starboard B	84
Lampiran 9. Titik Berat Longitudinal Bulkhead A	85
Lampiran 10. Titik Berat Longitudinal Bulkhead B	85
Lampiran 11. Titik Berat Deck A	86
Lampiran 12. Titik Berat Deck B	86
Lampiran 13. Titik Berat Deck C	87
Lampiran 14. Titik Berat Deck D	87
Lampiran 15. Titik Berat Deck E	88
Lampiran 16. Analisis Perhitungan Titik Berat Berat Trans Bulkhead Port dan Starboard Side	88
Lampiran 17. Analisis Perhitungan Titik Berat Berat Trans Bulkhead Center	91
Lampiran 18. Analisis Perhitungan Titik Berat Berat Side Shell Port dan Starboard Side A	92
Lampiran 19. Analisis Perhitungan Titik Berat Berat Side Shell Port dan Starboard Side B	93
Lampiran 20. Analisis Perhitungan Titik Berat Berat Longitudinal Bulkhead A	94
Lampiran 21. Analisis Perhitungan Titik Berat Berat Longitudinal Bulkhead B	94
Lampiran 22. Analisis Perhitungan Titik Berat Berat Deck A	95
Lampiran 23. Analisis Perhitungan Titik Berat Berat Deck B	96
Lampiran 24. Analisis Perhitungan Titik Berat Berat Deck C	97
Lampiran 25. Analisis Perhitungan Titik Berat Berat Deck D	98
Lampiran 26. Analisis Perhitungan Titik Berat Berat Deck E	99

BAB I PENDAHULUAN



elakang

Proses pembangunan kapal yang dulunya memakan waktu lama akibat dari proses pengerjaan pembuatan kapal yang berurutan dan memiliki ketergantungan satu sama lain kini telah bertransformasi menjadi proses yang efisien dan terkontrol dengan ketepatan yang tinggi. Peralihan metode pembangunan kapal konvensional ke modern merupakan salah satu langkah meningkatkan mutu hasil pekerjaan yang tinggi. Penggunaan metode *Hull Block Construction Methode dan Pre Outfitting* (Sistem Seksi atau Blok) merupakan salah satu metode yang diterapkan di galangan. Penentuan metode Pembangunan kapal sendiri tentu mengacu pada ketersediaan sumber daya yang mendukung proses pembangunan kapal seperti sumber daya manusia, sarana dan fasilitas yang dimiliki oleh galangan.

Metode *Hull Block Construction Methode dan Pre Outfitting* merupakan pengerjaan seksi-seksi atau blok yang akan dirakit menjadi badan kapal. PT. Cita Shipyard sendiri dalam produksi kapal banyak menggunakan metode ini dalam pembuatan kapal tongkang. Penggunaan metode ini, di galangan sendiri memiliki banyak kendala baik pada proses assembly hingga pada proses erection seksi atau panel kapal. Erection merupakan tahapan pengerjaan penyambungan seksi atau panel kapal dengan seksi yang lain untuk membentuk badan kapal. Pekerjaan erection sendiri menjadi kritis karena memiliki resiko besar terutama ketika proses pengangkatan atau *lifting* seksi atau panel kapal. Proses *lifting* ini merupakan tahap krusial, dikarenakan beban konstruksi panel yang akan di erection dipindahkan ke crane sehingga dapat mengakibatkan kerusakan atau deformasi yang diakibatkan oleh penempatan *Pad Eyes* pada konstruksi yang tidak tepat. Selain itu proses *lifting* juga bisa mengakibatkan *Chain Sling* putus akibat dari beban berlebihan (*Overload*).



Gambar 1. Kegagalan *Lifting Side Board*

Pembangunan kapal merupakan suatu kegiatan yang memerlukan perencanaan dan analisis yang matang, terutama dalam hal perhitungan berat dan titik berat



apal seperti panel untuk mendukung proses *lifting* nantinya. Analisis berat rat pada seksi-seksi atau panel kapal menjadi salah satu upaya yang sebagai langkah untuk menentukan lokasi penempatan *Pad Eyes*. Untuk analisis berat dan titik berat, terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan, seperti dimensi konstruksi, material konstruksi dan metode perhitungan. Salah satu metode cara untuk melakukan perhitungan ini adalah dengan menggunakan aplikasi piranti lunak *Autodesk Inventor*.

Penggunaan *Autodesk Inventor* merupakan sebuah solusi alogaritma perhitungan otomatis dengan kemampuan pemodelan tiga dimensi solid untuk proses pembuatan objek prototipe secara visual beserta dokumentasi data-datanya. Pengimplementasian piranti lunak pada metode pembangunan kapal tentu dapat membantu baik dalam produktifitas pekerjaan dan mutu hasil pekerjaan.

1.2 Metode Pembangunan Kapal

Metode *Hull Block Construction Methode and Pre Outfitting* merupakan metode pembangunan kapal dengan sistem block atau seksi seksi dimana perakitan pada konstruksi seperti seksi-seksi atau panel diproduksi ditempat terpisah dan dirakit menjadi badan kapal yang menjadi salah satu langkah perkembangan dalam industri kapal. Metode pembangunan tradisional yang dulunya digunakan dalam pembangunan kapal digantikan oleh pembangunan konstruksi lambung yang terintegrasi. Perpindahan metode ini ditandai dengan bagian-bagian pada konstruksi panel, *sub-block*, dan *block* diproduksi sesuai dengan prinsip dari *Group Technology (Family Manufacturing)* dimana bagian konstruksi tersebut diproduksi secara terorganisir.

Metode pembangunan kapal *Hull Block Construction Methode and Pre Outfitting* telah didukung oleh konsep Pembangunan *Product Work Breakdown Structure (PWBS)*. Konsep PWBS ini menjelaskan pada proses pembangunan kapal dikelompokkan menjadi tiga klasifikasi utama antara lain:

1. Klasifikasi pertama PWBS membagi proses pembangunan kapal menjadi jenis pekerjaan-pekerjaan seperti *hull construction*, *outfitting*, dan *painting*. Setiap jenis pekerjaan ini dikelompokkan karena memiliki permasalahan yang berbeda satu sama lain. Dalam pembuatan kontruksi lambung konsep PWBS menggunakan pendekatan orientasi zona, pendekatan zona ini merupakan pembagian pekerjaan berdasarkan lokasi yang diterapkan pada metode *Hull Block Construction Methode and Pre Outfitting*.
2. PWBS mengkalsifikasikan produk interim yang berdebda berdasarkan kebutuhan dari sumber dayanya. Adapun sumber daya yang di maksud yaitu:
 - a. *Material* yaitu bahan yang di gunakan untuk kegiatan produksi baik secara langsung maupun tidak langsung seperti pelat baja, mesin, oli dan lain sebagainya.
 - b. *Manpower* yaitu kebutuhan tenaga kerja baik langsung maupun tidak langsung seperti *welder*, *fitter*, *transporter* dan lain sebagainya.
 - c. *Facilities* yaitu fasilitas pendukung yang di gunakan dalam proses produksi seperti Gedung, dermaga, permesinan, perlengkapan dan alin sebagainya.



Expenses yaitu biaya yang digunakan untuk kproses produksi baik secara langsung maupun tidak langsung seperti biaya desain, transportasi, *sea trial*, dan lain sebagainya.

3S mengklasifikasikan berdasarkan empat aspek produk dalam pengendalian proses produksi. Aspek produk sistem dan zona merupakan pembagian desain kapal menjadi beberapa bagian dalam produksi, aspek poduk area dan stage merupakan merupakan sarana pembagan proses pekerjaan dari pengadaan material hingga penyerahan kapal. Keempat aspek produk tersebut memiliki pengertian yang berbeda antara lain:

- a. *System* merupakan suatu fungsi struktural atau fungsi oprasional. Aspek produk ini mengacu pada sistem pembangunan atau produksi seperti sistem seksi-seksi, sistem blok seksi, dan sistem blok yang dapat di terapkan. Sistem seksi-seksi yaitu pembuatan kapal dimana bagian-bagian konstruksi kapal dibuat seksi perseksi. Sistem blok seksi adalah sistem pembuatan kapal dimana bagian bagian konstruksi dari kapal dalam fabrikasi dibuat gabungan seksi-seksi sehingga membentuk blok seksi, contoh bagian dari seksi-seksi geladak, seksi lambung dan bulkhead dibuat menjadi satu blok seksi. Sistem blok adalah sistem pembuatan kapal dimana badan kapal terbagi menjadi beberapa blok, dimana tiap-tiap blok sudah siap pakai (lengkap dengansistem perpipaannya).
- b. *Zone* merujuk pada pembagian area spesifik dalam proses produksi. Penetapan zona membantu dalam mengorganisir dan mengelola pekerjaan dalam proyek pembangunan kapal dengan lebih terstruktur dan efisien seperti ruang muat, *superstructure*, kamar mesin dan lain lain.
- c. *Area* merupakan subdivisi yang lebih kecil dari zona, mengacu pada bagian-bagian tertentu di dalam zona yang memiliki fungsi atau karakteristik yang serupa. Misalnya, dalam zona ruang mesin, area-area dapat mencakup sistem pendingin, sistem bahan bakar, sistem penyulingan air, dan sebagainya. Pembagian menjadi area memudahkan pemahaman dan pengelolaan pekerjaan dalam setiap zona. Adapun beberapa faktor yang menjadi dasar pembagian produksi yang sama seperti (bentuk, kuantitas, kualitas, jenis pekerjaan, dan hal-hal lain yang berkaitan dengan pekerjaan).
- d. *Stage* merupakan tahap dalam PWBS yang menggambarkan urutan langkah-langkah atau proses produksi pembangunan kapal. Tahapan ini mencakup semua aktivitas dari perencanaan awal hingga penyelesaian akhir kapal. Ini termasuk sub-steps, sub-perakitan struktur (*sub-assambly*), perakitan (*assambly*), pemasangan (*erection*), perlengkapan on-unit (*outfitting on-unit*), perlengkapan *on-block* (*outfitting on-block*), dan perlengkapan on-board (*outfitting on-board*). Penetapan tahapan membantu dalam mengatur jadwal dan mengendalikan kemajuan proyek secara efektif.

1.3 Lifting

Resiko kecelakaan yang cukup besar dapat terjadi pada proses pengangkatan konstruksi panel atau seksi-seksi pada tahap erection. *Lifting* merupakan pemindahan



konstruksi dari suatu tempat ke tempat lain dengan bantuan crane atau alat eberapa faktor yang menjadi sebab kegagalan dalam proses *lifting* ini antara rencanaan yang kurang baik, kegagalan mesin, dan lain sebagainya. *Lifting* metode yang digunakan untuk membantu proses *join erection*. Adapun proses dari join erection meruakan pemasangan atau penyambungan kontruksi kapal untuk membentuk badan kapal, adaun tahapan join erection antara lain:

1. Konstruksi panel kapal diangkat oleh crane dan dipindahkan ke tempat perakitan. Dalam pengangkatan panel menggunakan crane di mana di konstruksi panel kapal sudah dipasang *Pad Eyes* untuk pengait crane.
2. Setelah sampai di bulding berth konstruksi yang di angkat di sesuaikan posisinya agar sesuai dengan rancangan gambar. Adapun penyesuaian posisi yaitu pemutaran dan pengangkatan.
3. Panel diletakkan diatas konstruksi bottom sesuai perancangan gambar dan di lakukan fit up pada konstruksi tersebut.
4. Setelah semua proses penyelarasan selesai, panel satu dengan yang lain dilas sesuai dengan spesifikasi yang tertera dalam WPS (*welding procedure specification*).

Sebelum melakukan kegiatan *lifting* terdapat kegiatan penting yang di namakan sebagai Rigging. Rigging merupakan proses persiapan sebelum di lakukan *lifting*, ada beberapa hal yang di maksud dengan rigging seperti :

1. Penentuan jumlah dan lokasi pad eyes.
2. Pemilihan crane
3. Penentuan shackles
4. Penentuan dimensi *Pad eyes*
5. Penentuan dimensi sling

Pad eyes merupakan lokasi di mana tegangan sling intensif bertemu dengan struktur konstruksi. Penentuan posisi pad eyes harus ditentukan dengan baik agar terjadi distribusi tegangan sling dengan konstruksi. Dalam melakukan *lifting* terdapat tiga hal utama yang menjadi landasan pemilihan crane:

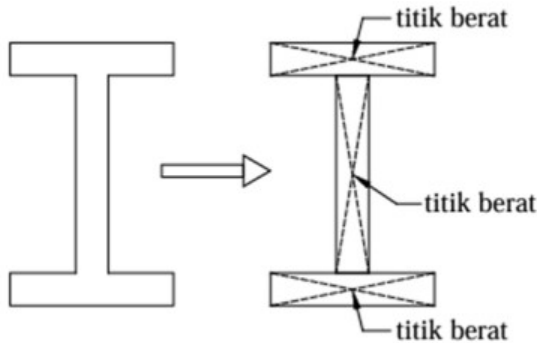
1. Menganalisis berat konstruksi, pemilihan crane harus di lakukan dengan benar mulai dari analisis berat komponen yang akan di angkat, hal ini bertujuan untuk menentukan apakah crane mampu mengangkat beban konstruksi denga naman.
2. Mengikuti prosedur pengangkatan *lifting* untuk mencegah resiko kecelakaan.
3. Menentukan waktu pengangkatan atau *lifting* terkait dengan cuaca yang aman.

1.4 Keseimbangan dan Titik Berat

Keseimbangan benda tegar merupakan kondisi dimana sebuah benda berada dalam keadaan stabil, tidak mengalami pergerakan translasi maupun rotasi. Untuk mencapai kondisi setimbangan, jumlah semua gaya yang bekerja pada benda tersebut harus sama dengan nol ($\sum F = 0$), sehingga tidak ada percepatan linear dan jumlah momen gaya (torsi) terhadap setiap titik acuan pada benda tersebut juga harus nol ($\sum T = 0$), sehingga tidak ada percepatan angular. Kondisi ini memastikan bahwa benda tersebut tidak akan bergerak atau berputar, meskipun dipengaruhi oleh berbagai gaya eksternal.



Prinsip kesetimbangan ini sangat penting dalam berbagai bidang teknik, seperti dalam perancangan struktur seperti pada bangunan kapal, untuk stabilitas dan keamanan konstruksi serta peralatan pada prosesnya. Konstruksi panel kapal merupakan konstruksi yang bersifat kompleks yang tersusun dari beberapa komponen konstruksi. Konstruksi ini sendiri memiliki titik berat, titik berat ini merupakan pusat massa yang dimana merupakan suatu titik di mana massa benda atau sistem benda terkonsentrasi. Titik ini merupakan titik pusat gravitasi dari benda atau sistem benda tersebut, di mana gaya gravitasi dapat dianggap bekerja terkonsentrasi pada titik tersebut.



Gambar 2. Penampang Konstruksi

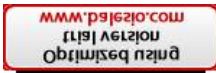
Hubungan antara kesetimbangan benda dan titik berat sangat erat, karena posisi titik berat menentukan distribusi gaya gravitasi terpusat pada benda tersebut yang menjadi titik setimbang benda. Agar benda dapat mencapai kesetimbangan, titik berat harus berada dalam batas area tumpuan atau penopang benda. Jika titik berat terletak di luar area ini, benda akan cenderung terguling atau jatuh akibat momen gaya yang dihasilkan oleh gravitasi. Dalam aplikasi praktis, seperti proses *lifting*, memastikan bahwa titik berat berada pada posisi yang optimal sangat penting untuk menjaga stabilitas dan mencegah kegagalan struktural. Oleh karena itu, pemahaman tentang titik berat dan penerapannya dalam analisis kesetimbangan benda tegar adalah kunci untuk merancang sistem yang aman dan stabil.

Analisis koordinat titik berat penampang tiga dimensi yang terdiri dari gabungan beberapa bentuk komponen dapat menggunakan persamaan titik berat sebagai berikut:

$$x_0 = \frac{\sum Sm}{\sum m} \quad \text{atau} \quad y_0 = \frac{\sum Sm}{\sum m} \quad \text{atau} \quad z_0 = \frac{\sum Sm}{\sum m} \quad (\text{Persamaan 1})$$

Dimana :

- $\sum Sm$ = Statis momen
= $m \cdot x$ atau $m \cdot y$ atau $m \cdot z$
- m = Massa benda atau luas penampang



ρ

x atau y atau z

= $P \times L \times T \times \rho$

= Panjang

= Lebar

= Tebal

= Massa jenis

= jarak titik pusat bangun datar ke titik 0 (sumbu acuan)

1.5 Autodesk Inventor

Autodesk Inventor adalah perangkat lunak Computer-Aided Design (CAD) yang dikembangkan oleh Autodesk, dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan para insinyur dan desainer dalam menciptakan model 3D dan simulasi produk yang kompleks. Perangkat lunak ini menawarkan berbagai fitur canggih, termasuk parametrik, freeform modeling, dan analisis finite element, yang memungkinkan pengguna untuk merancang, mengoptimalkan, dan memvisualisasikan produk dengan tingkat presisi yang tinggi. Dengan fitur-fitur tersebut, *Autodesk Inventor* tidak hanya membantu dalam pembuatan desain yang akurat tetapi juga dalam memastikan fungsionalitas dan efisiensi maksimal dari produk yang dirancang.

Selain itu, *Autodesk Inventor* memiliki kemampuan integrasi yang mulus dengan perangkat lunak Autodesk lainnya seperti AutoCAD dan Fusion 360, yang mendukung alur kerja yang lebih efisien dan kolaboratif. Hal ini memungkinkan untuk melakukan kolaborasi secara efektif dalam proyek-proyek besar dan kompleks. Kemampuan *Inventor* untuk menghasilkan gambar teknik yang presisi dan dokumentasi yang lengkap menjadikannya alat esensial dalam berbagai desain produk. Dengan *Autodesk Inventor*, ide-ide inovatif dapat diwujudkan menjadi prototipe virtual yang realistis, yang pada akhirnya mengurangi biaya dan waktu pengembangan produk serta meningkatkan kualitas hasil akhir.

Dalam *Autodesk Inventor* terdapat pilihan template yang ingin kita gunakan. Masing-masing template mempunyai kegunaan dan fungsi sesuai pekerjaan yang kita inginkan. Adapun beberapa template yang dimaksud, yaitu:

1. Sheet Metal.ipt
Membuat bidang kerja baru untuk part atau komponen berjenis metal seperti benda-benda yang terbuat dari plat besi yang ditekuk-tekuk.
2. Standard.dwg
Membuat bidang kerja baru untuk gambar kerja.
3. Standard.iam
Membuat bidang kerja baru untuk gambar assembly yang terdiri atas beberapa part atau komponen.
4. Standard.idw
Membuat bidang kerja baru untuk gambar kerja atau 2D.
5. Standard.ipn
Membuat bidang kerja baru untuk animasi urutan perakitan dari gambar assembly yang telah dirakit. Kita dapat memanfaatkannya untuk membuat gambar Explode View.

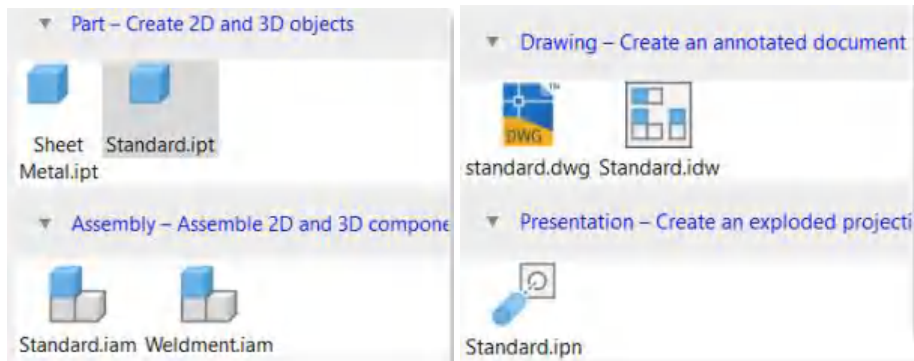


Standard.ipt

Membuat bidang kerja baru untuk part atau komponen secara umum tanpa spesifikasi khusus seperti dalam pembuatan part pada Sheet Metal.

Weldment.iam

Membuat bidang kerja baru untuk assembly yang memiliki tool untuk teknik pengelasan.



Gambar 3. Template *Autodesk Inventor*

Autodesk Inventor dilengkapi dengan beberapa system navigasi dalam membantu mobilitas pembuatan model atau menggambar didalam bidang kerja. Adapun beberapa menu tersebut antara lain yaitu :

1. Zoom

Fungsinya untuk memperbesar gambar pada tampilan bidang kerja. Klik zoom lalu klik pada bidang kerja dan geser kursor ke atas atau ke bawah. Kemudian, kliklah untuk mendapatkan tampilan yang diinginkan. Kita dapat menggunakan zoom ketika tools lain sedang aktif.



Gambar 4. Zoom icon

2. Pan

Fungsinya untuk menggeser tampilan bidang kerja. Kliklah pan lalu klik pada bidang kerja. Selanjutnya, geserlah kursor pada tempat yang diinginkan.



Gambar 5. Pan icon

3. View Face

Fungsinya untuk memperbesar tampilan dengan referensi face. Face hanya berlaku untuk permukaan datar. Kliklah view face, lalu klik pada face yang kita pilih maka akan diperbesar.



Gambar 6. View Face icon

4. Free Orbit



ungsinya untuk memutar objek pada bidang kerja. Kliklah free orbit, lalu klik la bidang kerja. Selanjutnya, putar objek sampai memperoleh tampilan yang ginkan.



Gambar 7. Free Orbit icon

5. View Cube

Fungsinya untuk memutar objek berdasarkan arah yang telah ditentukan seperti fornt, top, left dan lain-lain. Kliklah view cube untuk menampilkan sistem navigasi pada sudut kanan atas. Untuk memilih arah, cukup klik salah satu sis view cube.



Gambar 8. View Cumbe icon

6. Full Navigation Wheel

Fungsinya untuk melakukan kombinasi perintah navigasi seperti zoom, orbit, pan, dan lain-lain. Kliklah full navigation wheel sehingga akan keluar menu dan pilihan salah satu perintah yang akan dipakai.



Gambar 9. Full Navigation Wheel icon

1.6 Rumusan masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang diatas maka, terdapat beberapa poin masalah yang dapat di simpulkan antara lain :

1. Bagaimana perbandingan koordinat titik berat pada konstruksi panel kapal secara analitis dan menggunakan *Autodesk Inventor*
2. Apakah *Autodesk Inventor* bisa digunakan dalam menganalisis titik berat konstruksi panel kapal untuk menentukan penempatan *pad eyes*.

1.7 Tujuan Penelitian

1. Untuk menganalisis dan membandingkan hasil titik berat pada konstruksi panel kapal dengan metode analitis dan menggunakan *Autodesk Inventor*
2. Melakukan analisis titik berat menggunakan piranti lunak *Autodesk Inventor* untuk menentukan penempatan *pad eyes*.

BAB II METODE PENELITIAN



Penelitian yang digunakan adalah metode penelitian studi kasus dengan objek konstruksi panel kapal Tongkang dengan nomor lambung H-512 dari frame 0-47. Studi kasus yang dimaksud merupakan penentuan lokasi pad-eyes dalam proses *lifting* ketika konstruksi panel kapal di erection dengan simulasi perhitungan berat titik berat menggunakan piranti lunak *Autodesk Inventor*. Aplikasi ini merupakan aplikasi pemodelan 3D yang bisa menganalisis berat dan titik berat konstruksi kapal.

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

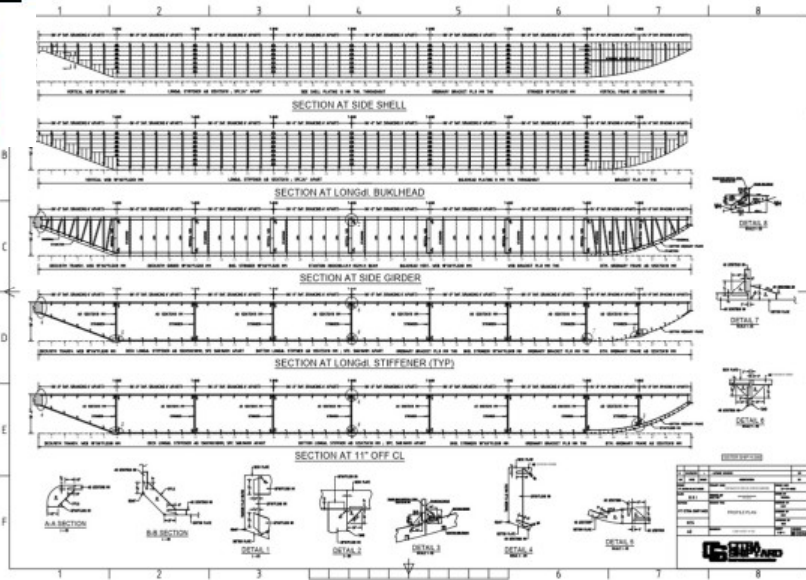
Waktu pengerjaan penelitian ini mulai dari penentuan judul, pengambilan data, hingga penyusunan laporan dilakukan dalam waktu 3 bulan di PT. Citra Shipyard mulai dari bulan Desember hingga Februari.

2.2 Tahapan Penelitian

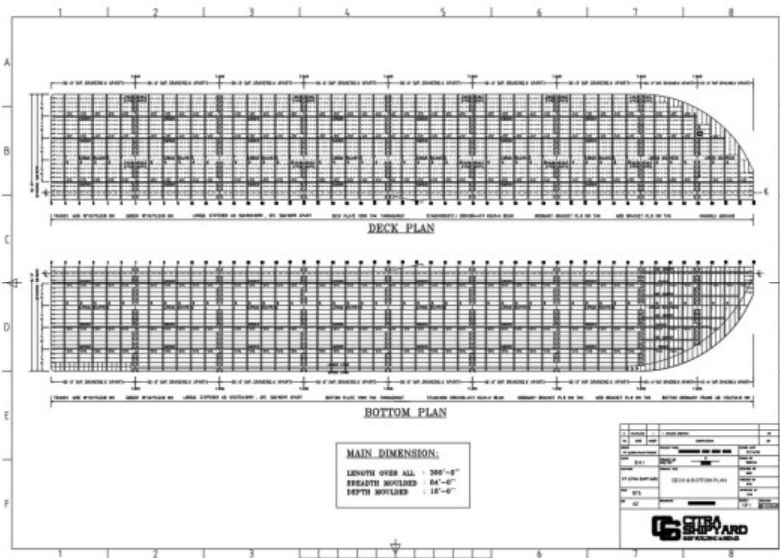
Metode penelitian yang digunakan untuk menyelesaikan rumusan masalah yaitu melakukan penelitian sesuai dengan prosedur dan langkah-langkah. Prosedur penelitian diawali dengan melakukan observasi dan studi literatur untuk menjawab permasalahan, setelah itu dilakukan analisis dokumen mencakup laporan penelitian sebelumnya berupa arsip, catatan, drawing konstruksi, kebijakan, dan artikel. Selain itu dilakukan analisis dokumen melibatkan pembacaan, pencatatan, dan interpretasi data yang terdapat dalam dokumen-dokumen tersebut.

2.2.1 Penentuan Jumlah Konstruksi Panel Kapal

Penentuan jumlah konstruksi panel kapal pada penelitian ini digunakan metode analisis dokumen dan data sekunder. Adapun data sekunder yang dimaksud berupa drawing kapal seperti *Profile Plan, Deck and Bottom Plan, General Arrangement, Bulkhead and Transversal Section*. Pada Gambar 2 dapat ditentukan jumlah sekat transversal konstruksi panel mulai dari frame 0 (fr-0) sampai frame 46 (fr-46) sebanyak tujuh (7), dan konstruksi side board dengan 14 (empat belas) panel. Setelah itu dihitung jumlah sekat longitudinal berdasarkan pada Gambar 3 sebanyak 2 (dua) sekat. Adapun panel yang dihitung seperti panel *Trans Bulkhead, Side Board, Longitudianl Bulkhead, dan Deck Panel*. Oleh karena itu dapat kita tentukan jumlah dari konstruksi panel kapal sebanyak 70 (tujuh puluh) panel. Dalam Proses Analisis konstruksi panel yang sama akan dihitung sebagai satu konstruksi panel.



Gambar 10. Profile Plan (Hak Cipta PT. Citra Shipyard)



Gambar 11. Deck And Bottom Plan (Hak Cipta PT.Citra Shipyard)

2.2.2 Pembuatan Desain Konstruksi Panel kapal

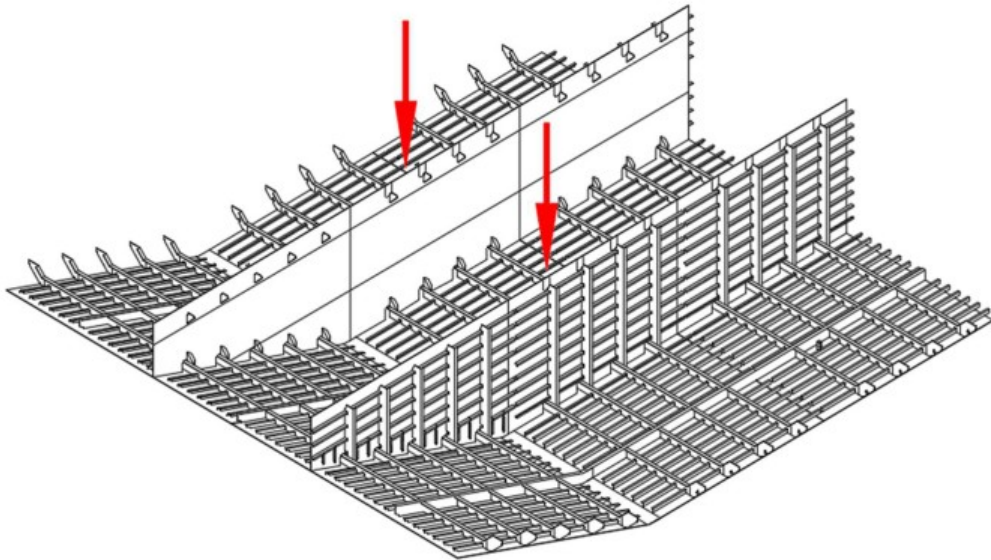
Pembuatan gambar konstruksi panel menggunakan piranti lunak *Autodesk Inventor*. Software ini merupakan salah satu penerapan desain 3D dengan fitur yang lengkap seperti penggambaran struktur solid, pemilihan material, analisis berat dan titik berat, serta banyak fitur lain. Konstruksi panel kapal merupakan konstruksi pembentuk badan kapal, konstruksi ini terdiri dari susunan komponen (Sub Panel) yang membentuk konstruksi panel yang kompleks. Seperti pada Gambar 6 terlihat pada panel *Longitudinal*



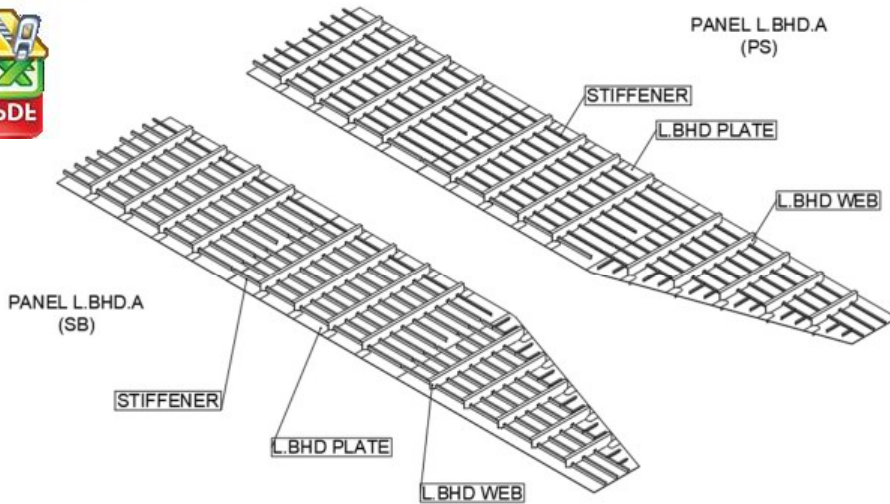
.BHD) terdiri dari 3 panel konstruksi, pada panel tersebut disusun oleh komponen konstruksi seperti :

1. Plate
2. Longitudinal Bulkhead Stifener
3. Vertical Bulkhead Web

Pembuatan desain konstruksi panel di inventor menggunakan detail gambar yang sama dengan *approval drawing*, mulai dari sketsa sub panel hingga desain panel terbentuk.



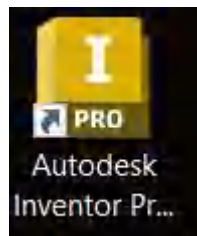
Gambar 12. Longitudinal Bulkhead



Gambar 13. Longitudinal Bulkhead Detail

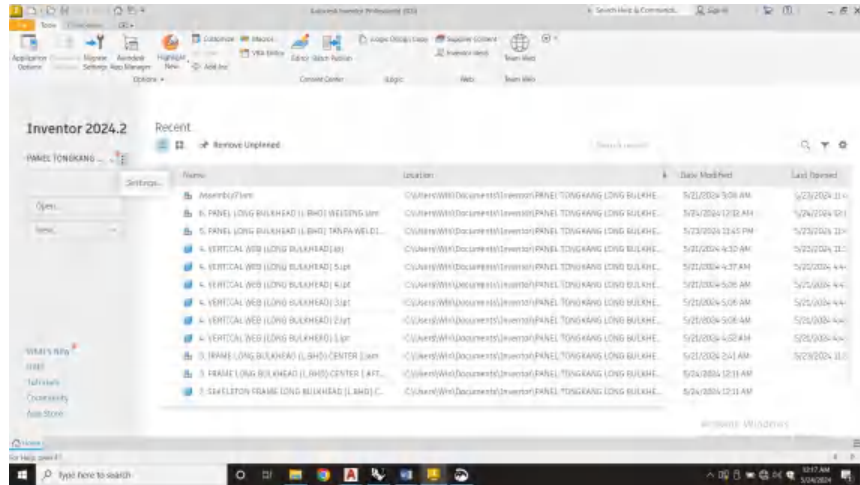
Adapun tahapan dalam pembuatan desain konstruksi panel kapal dengan menggunakan piranti lunak *Autodesk Inventor* sebagai berikut :

1. Buka Aplikasi *Autodesk Inventor* dengan cara klik pada logo aplikasi



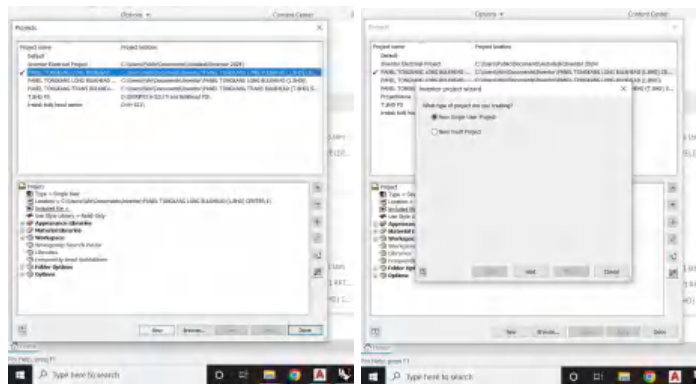
Gambar 14. Logo *Autodesk Inventor*

2. Setelah aplikasi terbuka maka buat project folder di inventor, project folder ini bertujuan untuk mengelompokkan urutan pekerjaan menjadi satu project pekerjaan dengan cara pilih tombol titik tiga dan klik setting.



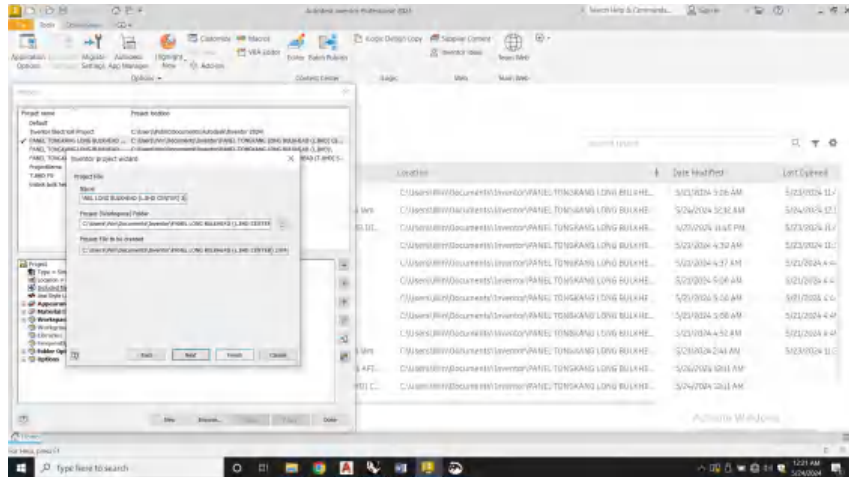
Gambar 15. Tampilan awal Inventor

- 3. Setelah menu table muncul klik new lalu pilih single user project



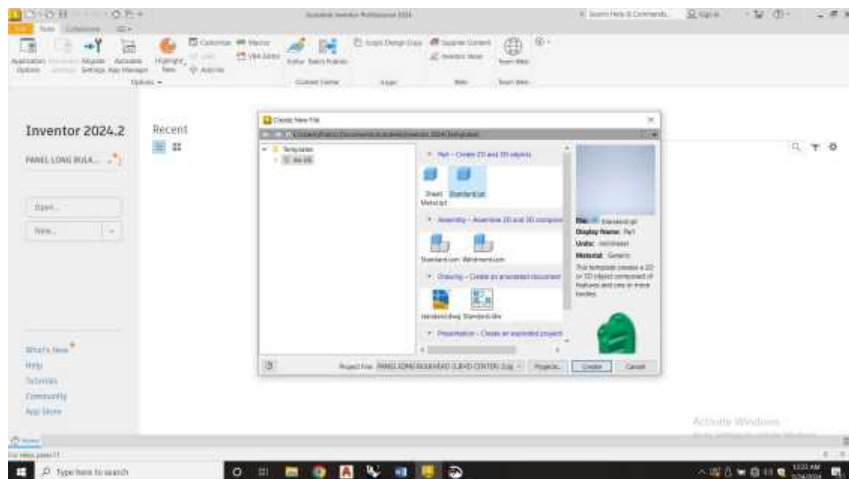
Gambar 16. Proses pembuatan project folder

- 4. Buat nama folder sesuai dengan nama pekerjaan untuk mempermudah dalam proses pencarian desain nantinya lalu klik finish.



Gambar 17. Pembuatan nama folder project

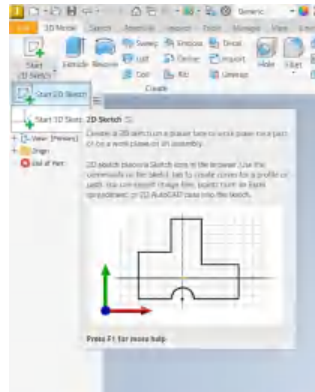
5. Setelah project folder selsai maka desain dapat di buat dengan klik new lalu pilih standard pada menu create 2D objects dan klik create



Gambar 18. Menu desain

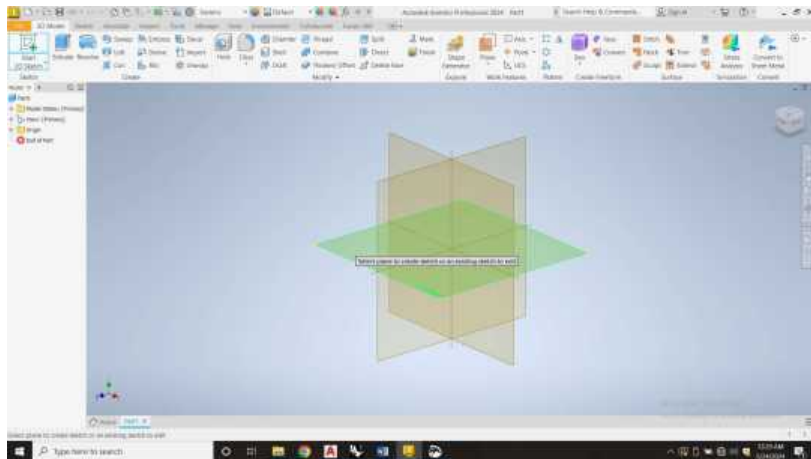
Adapun dalam *Autodesk Inventor* pembuatan design di lakukan dalam bentuk 2D dan nanti di ubah menjadi 3D dengan terdiri dari berapa part list, atau komponen di buat menjadidi beberapa sub bagian.

6. Ketika kita sudah berada di menu design pilih menu start 2D sketch pada pojok atas kiri



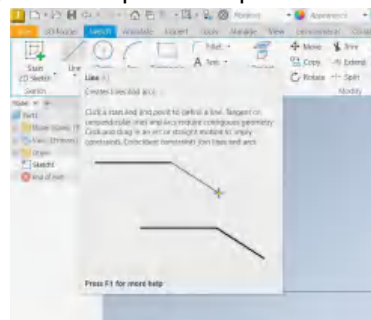
Gambar 19. Menu tampilan sketch

7. Setelah itu pilih menu atau penampang yang ingin di gunakan menjadi arah sumbu design



Gambar 20. Penentuan Sumbu Drawing

8. Setelah sumbu atau bidang kerja di tentukan kita dapat membuat design yang diinginkan dengan beberapa fitur seperti line atau pembuatan garis.

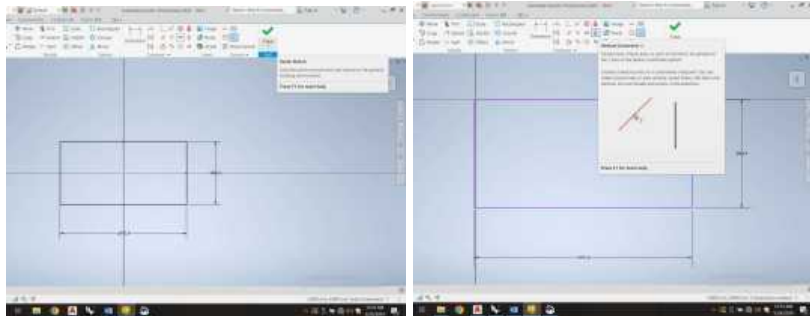


Gambar 21. Menu line desain



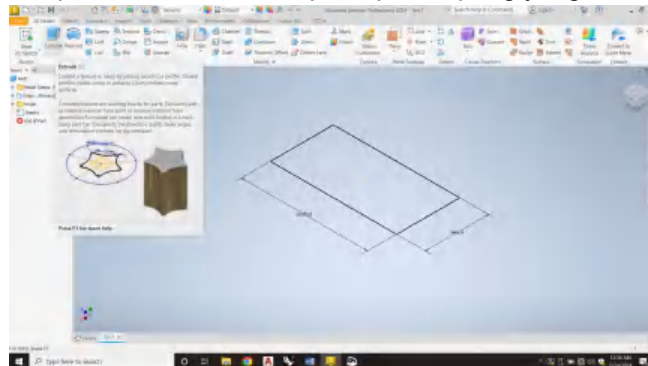
Pembuatan sketsa design 2D berfungsi untuk rangka konstruksi yang ingin kita buat.

Setelah desain dibuat maka penting untuk kita mengatur posisi gambar agar berada di sentroid atau titik Tengah desain gambar dengan cara menggunakan fitur vertical auatu horizontal constrain.



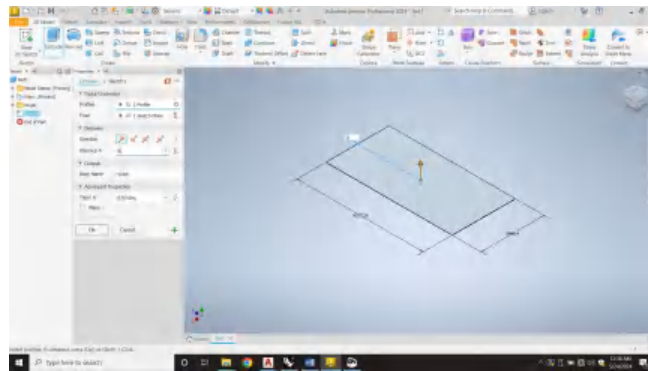
Gambar 22. Pembuatan sketch plate

- Untuk mengubah sketsa design menjadi bentuk 3D kita harus menuju menu 3D Model lalu pilih Extrude dan klik pada penampang yang kita design.



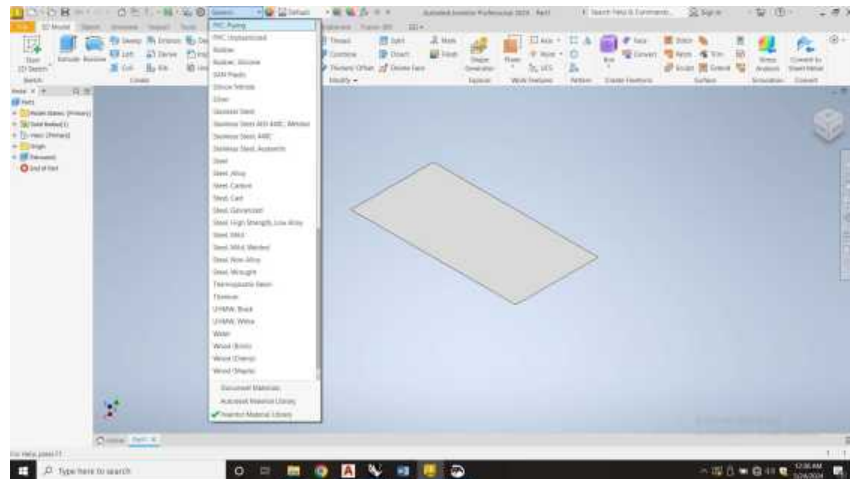
Gambar 23. Sketsa desain

- Akan ada menu tabl yang di taampilkan setelah memilih penampang yang di extrude di mana table ini di gunakan untuk mengatur arah extrude serta ketebalan atau Panjang bidang yang ingin di extrude.



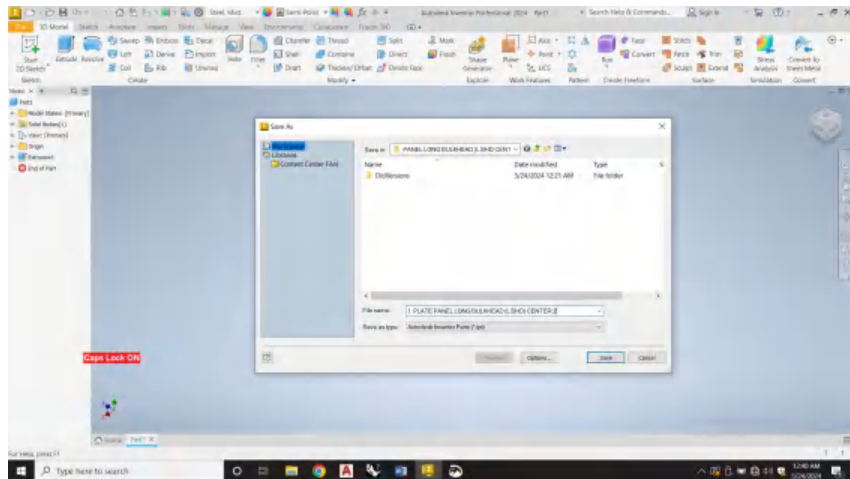
Gambar 24. Pembuatan model 3D

12. Untuk mengatur jenis material design konstruksi yang telah di ubah menjadi 3D dapat di ubah dengan memilih material pada menu generic



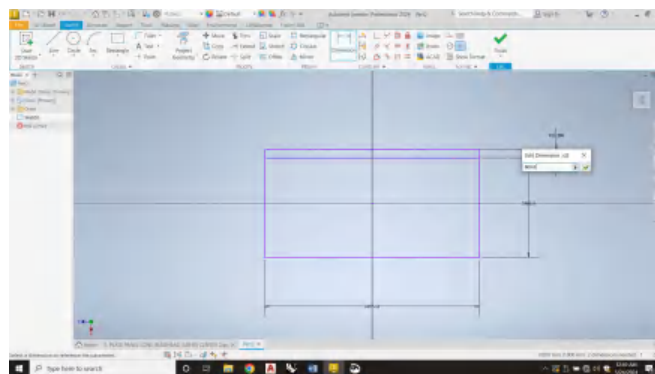
Gambar 25. Pemilihan material model

13. Setelah desain selsai maka kita dapat menyimpan file dengan pilih tombol save lalu simpan dengan nama file yang di inginkan.



Gambar 26. Tahapan menyimpan file

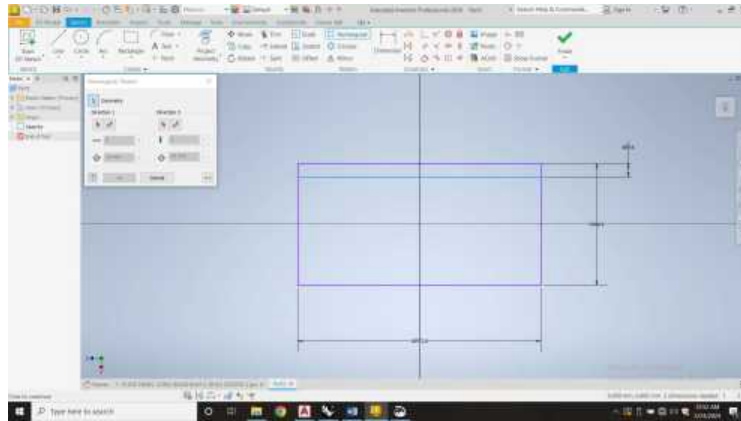
14. Apabila ingin membuat komponen lain maka lakukan hal yang sama tanpa membuat folder baru. Untuk membuat konstruksi frame yang sama dan terdiri dari banyak frae maka kita dapat menggunakan fitur frame generate. Langkah pertama yang di lakukan untuk menggunakan fitur frame generate yaitu pertama kita harus membuat design panjang atau design konstrksi frame menjadi garis (skeleton).



Gambar 27. Kerangka frame generate

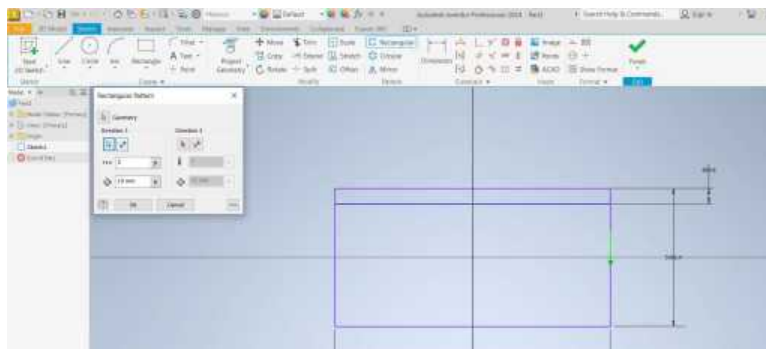
Pada design konstruksi frame di lakukan simulasi frame seolah di ditempatkan pada plate atau pada posisi sebenarnya.

15. Untuk mencopy garis frame pada Inventor gunakan menu rectangular kemudian klik geometry dan pilih garis yang ingin di copy.



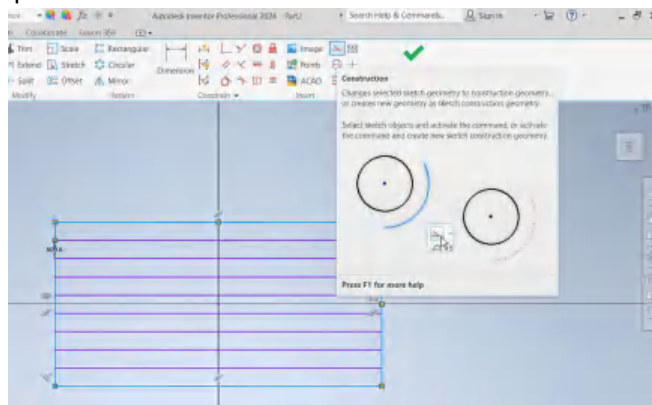
Gambar 28. Proses copy line

16. Pilih garis arah sumbu copy dan sesuaikan, serta atur jumlah copy dari komponen pada table kemudian klik ok



Gambar 29. Menu rectangular

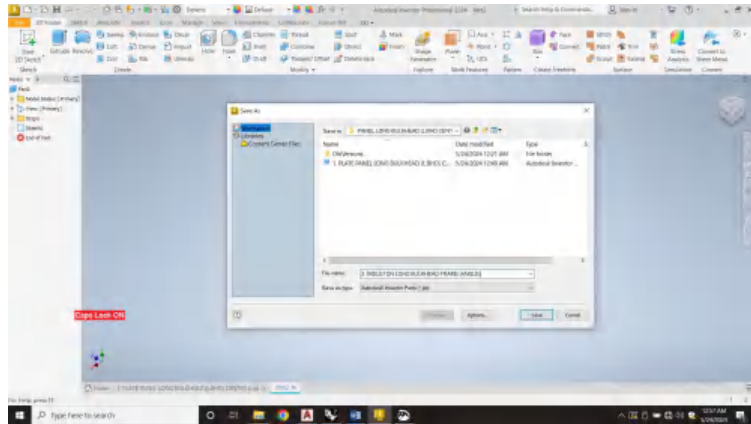
17. Untuk menghilangkan garis plate maka pilih menu construction dan klik pada area garik plate



Gambar 30. Hide garis

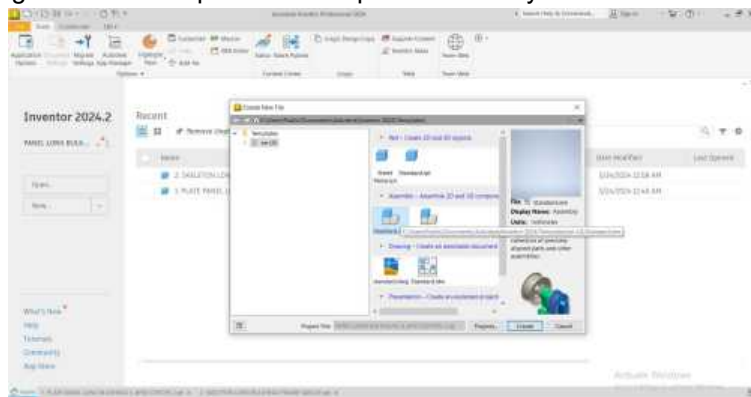


Kemudian simpan file design



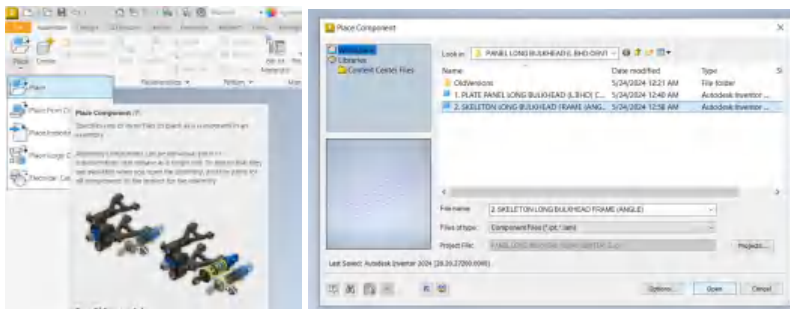
Gambar 31. Menyimpan file

19. Untuk merubah konstruksi skeleton frame yang sudah di buat menggunakan frame generate maka pilih new lalu pilih assembly standard



Gambar 32. Assembly drawing

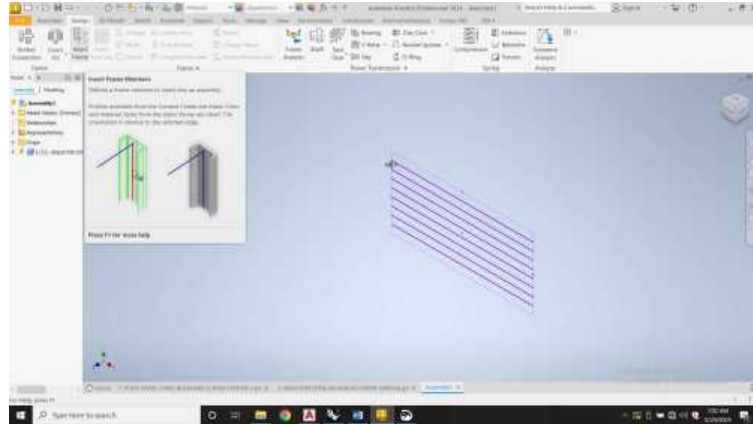
20. Klik place dan pilih file skeleton yang telah di buat dan klik open.



Gambar 33. Memasukkan gambar di assembly drawing

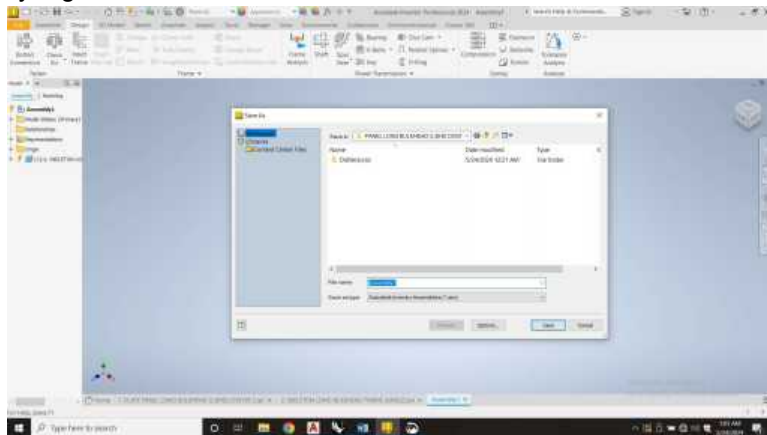


Setelah design masuk pada assembly maka pilih insert frame pada menu design.



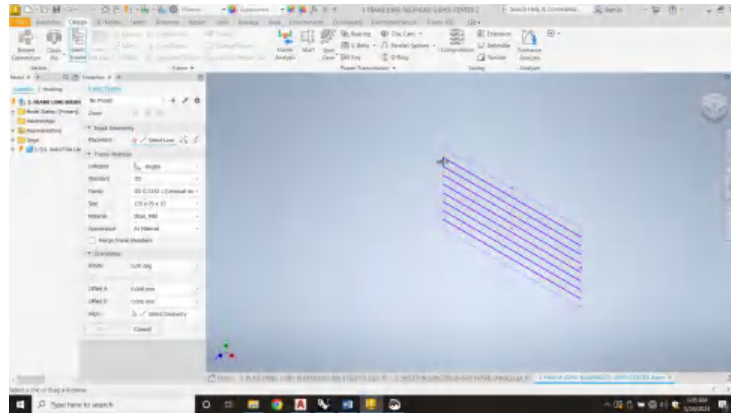
Gambar 34. Tampilan desain garis untuk frame generate

22. Secara otomatis kita akan di bawa ke menu save lalu simpan dengan format nama yang baru



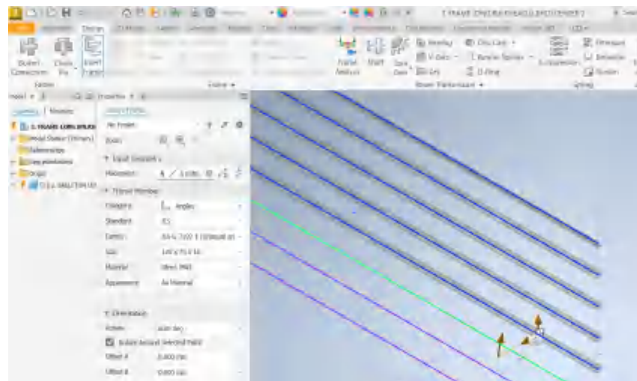
Gambar 35. Menyimpan file frame generate

23. Kemudian akan ada menu table yang di tampilkan, pada table ini kita dapat mengatur dimensi dari frame yang ingin kita buat



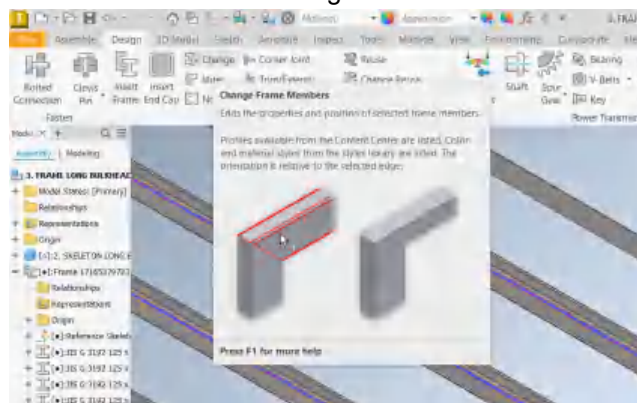
Gambar 36. Menu insert frame

24. Setelah memilih dimensi frame maka klik pada garis frame yang telah di buat.



Gambar 37. Tampilan insert frame

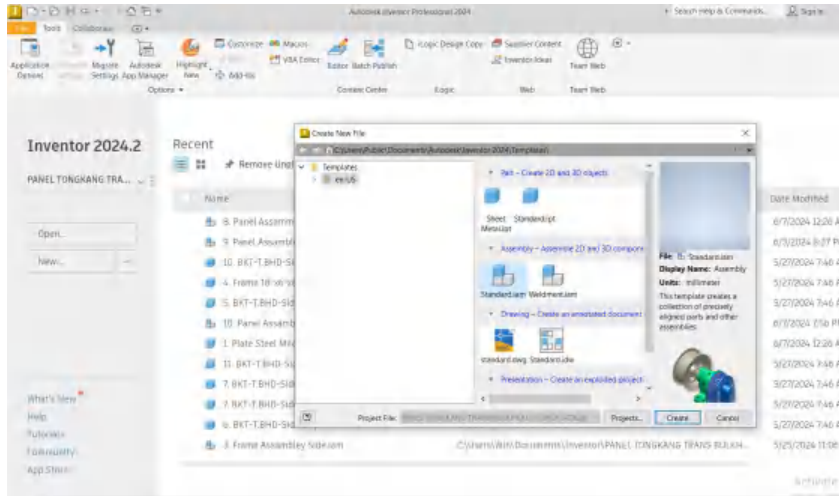
25. Untuk memutar arah dari frame, kita dapat menggunakan menu change frame member dan atur frame sesuai gambar



Gambar 38. Rotasi frame

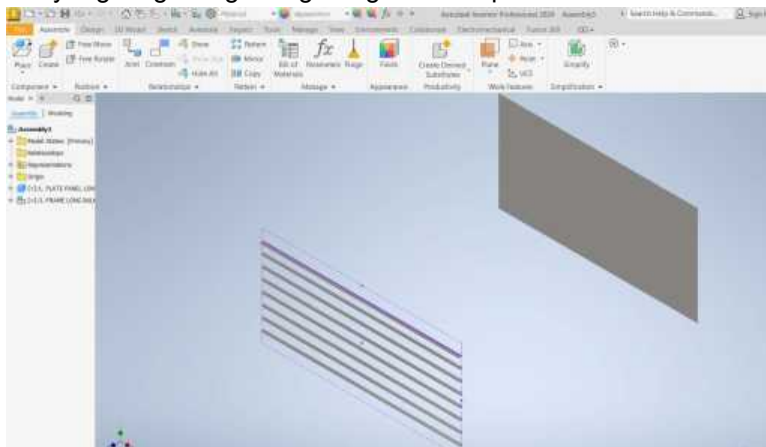


Apabila frame tidak terdapat dimensi yang kita inginkan maka pembuatan frame di lakukan seara manual sperti pembuatan late di awal Untuk assambley atau menggabungkan dua konstruksi maka kita harus membuat folder baru dengan cara klik new dan pilih assambley standard



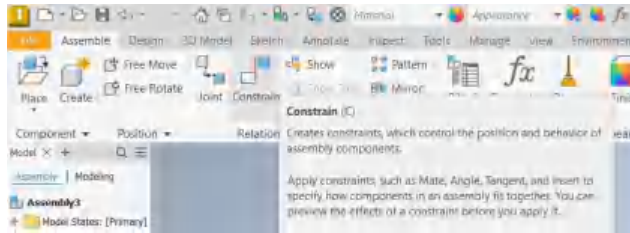
Gambar 39. Assambley menu

28. Buka file ynag dingin di gabung dengan menu place



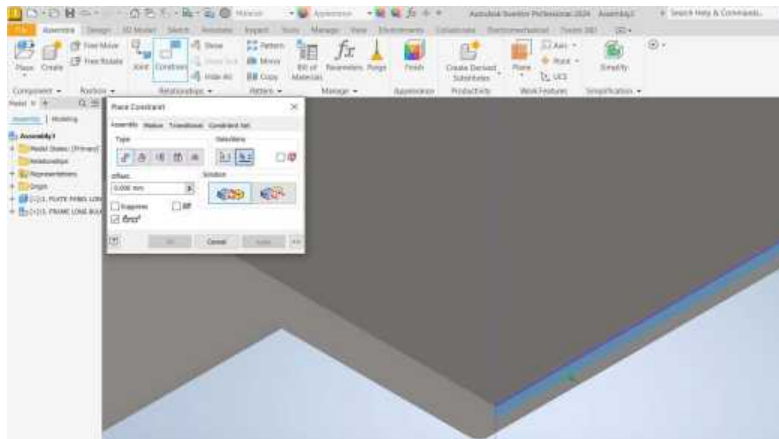
Gambar 40. Proses menggabungkan (constrain) dua konstruksi

29. Untuk menggabungkan pilih menu constrain pada assambley

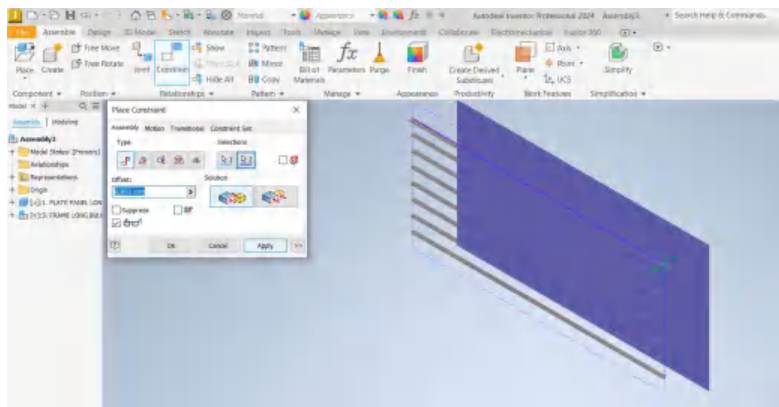


Gambar 41. Menu constrain

- 30. Pilih face untuk panah satu dan face untuk panah dua yang akan di gabungkan dan klik apply

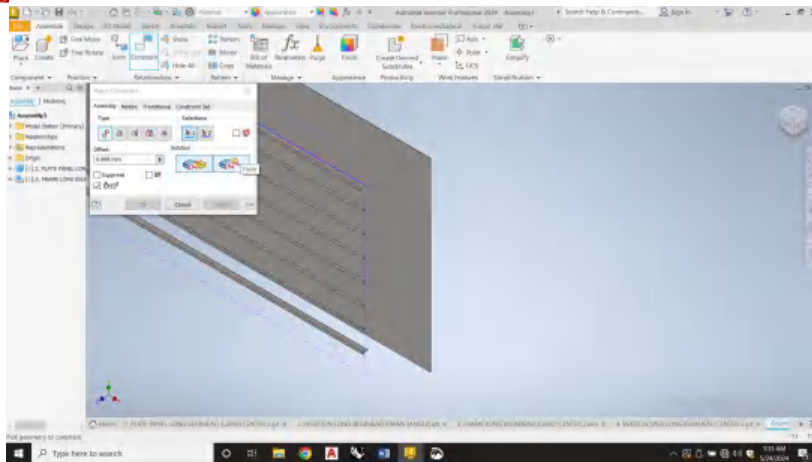


Gambar 42. Pemilihan face untuk menggabungkan konstruksi



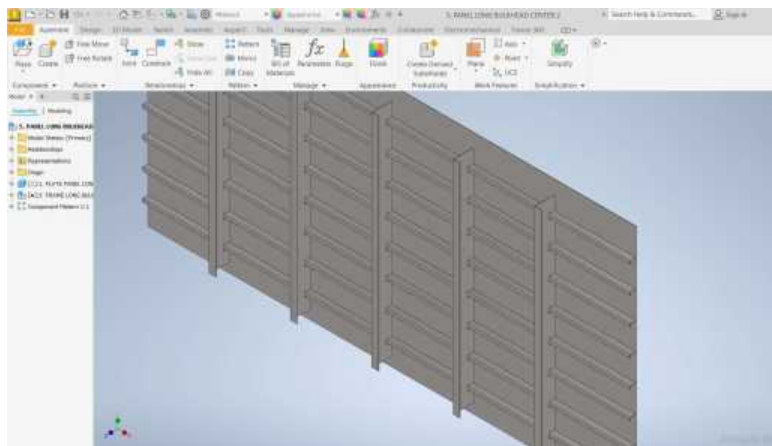
Gambar 43. Penggabungan konstruksi

- 31. Pilih menu flush untuk mengatur posisi sesuai dengan yang di inginkan



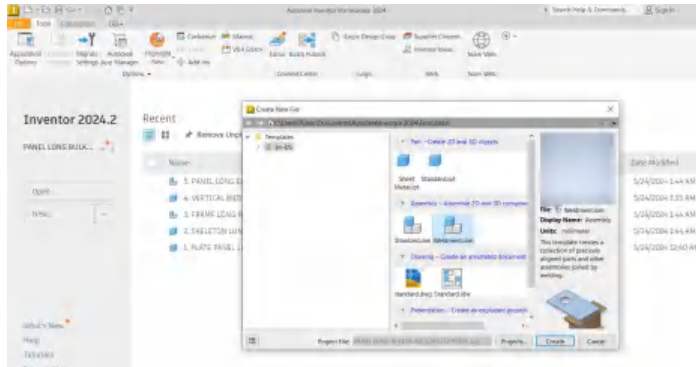
Gambar 44. Tampilan menu mengatur posisi frame

32. Setelah frame tertata sesuai dengan yang di inginkan kita juga dapat memasukkan konstruksi lain yang ingin di assamble dan simpan file.



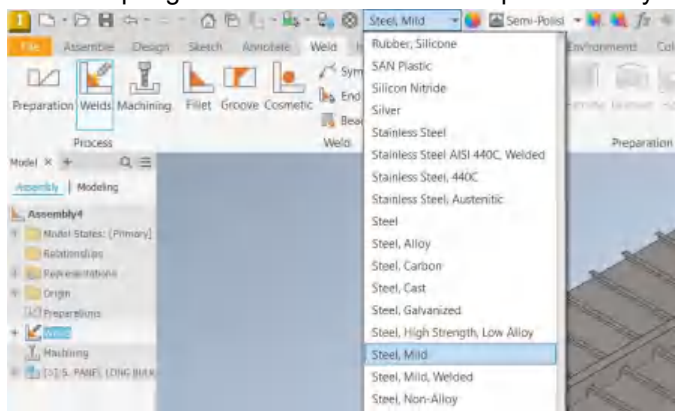
Gambar 45. Tampilan konstruksi panel

33. Untuk menambah pengelasan pada konstruksi pilih menu assembly weldment pada menu awal dan buka file yang ingin di welding.



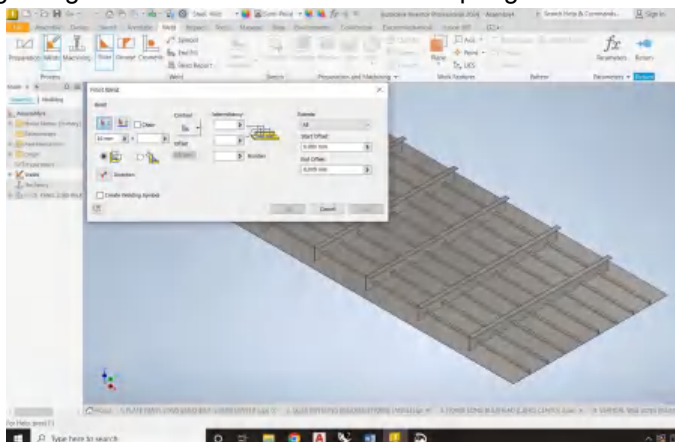
Gambar 46. Menu assambley weldment

34. Pilih jenis material pengelasan dan klik menu weld pada menu yang tertera



Gambar 47. Menentukan jenis material welding

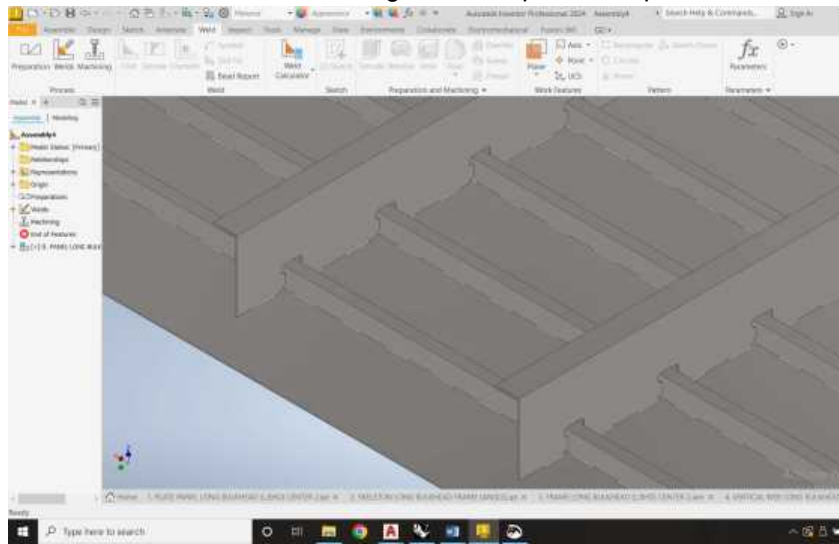
35. Setelah material pengelasan di pilih kita dapat mengatur jenis pengelasan apa yang di inginkan serta ketebalan dan lebar pengelasan.



Gambar 48. Tampilan menu pengelasan



Setelah konstruksi selesai di welding maka simpan file seperti biasa.



Gambar 49. Hasil pengelasan

2.2.3 Analisis Berat dan Titik Berat Konstruksi Panel Kapal

Setelah pembuatan desain konstruksi panel kapal di *Autodesk Inventor*, selanjutnya dilakukan analisis berat dan titik berat. Analisis ini bertujuan untuk penentuan lokasi *pad eyes*, adapun hasil analisis menggunakan software akan dibandingkan dengan perhitungan secara empiris. Perhitungan berat komponen konstruksi panel secara analitis menggunakan rumus :

$$W = P \times L \times T \times \rho \quad (\text{Persamaan 2})$$

Dimana :

- W = Berat benda
- P = Panjang
- L = Lebar
- T = Tebal
- ρ = berat jenis

Setelah perhitungan berat maka, dilakukan analisis perhitungan titik berat konstruksi panel dengan metode momen statis. Metode momen statis adalah salah cara menghitung titik berat dengan mengalikan faktor statis dengan jarak centroid masing-masing bagian lalu dibagi dengan faktor statis tersebut. Secara empiris perhitungan momen statis dapat ditentukan dengan rumus pada persamaan 1.

2.2.4 Analisis Penempatan Pad Eyes Berdasarkan Titik Berat

Penentuan penempatan titik *pad eyes* dipertimbangkan berdasarkan distribusi beban merata untuk memastikan kesetabilan pada proses *lifting*. Hasil perhitungan titik berat merupakan lokasi dimana gaya berat terkonsentrasi, titik ini digunakan sebagai



posisi *pad eyes* untuk mendistribusikan beban. Koordinat titik berat konstruksi dibagi berdasarkan jumlah dari titik pengangkatan baik menjadi dua (2) atau k pengangkatan.

Perencanaan jumlah titik *pad eyes* harus ditentukan dalam melakukan analisis posisi penempatannya nanti. Adapun dalam analisis penempatan *pad eyes* menggunakan metode pembagian pada koordinat titik berat, dimana konstruksi akan dibagi sesuai dengan jumlah titik *pad eyes* yang akan dihitung. Apabila jumlah titik *pad eyes* yang di simulasikan berjumlah dua maka konstruksi akan dibagi dua tepat pada koordinat titik berat benda dan akan dilakukan analisis titik berat lagi pada masing-masing konstruksi yang sudah dibagi sebagai tempat *pad eyes* nantinya. Penempatan *pad eyes* pada posisi titik berat bertujuan untuk mendistribusi gaya gravitasi pada benda tersebut agar benda dapat mencapai kesetimbangan.



ka Berfikir

memperoleh proses pelaksanaan penelitian maka disusunlah alur penelitian a pada gambar di bawah

