

# STUDI SIMULASI STATIS STRUKTUR DESAIN *CRADLE* PENOPANG KOKPIT BAC 111

Windy Stefani<sup>1\*</sup>, Adi Ridho Firmansyah<sup>2</sup>, Naufal Abdurrahman Prasetyo<sup>3</sup>, Nur Fitria Pujo Leksonowati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Rekayasa Metalurgi, Politeknik Negeri Batam

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam

<sup>3</sup>Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan, Politeknik Negeri Batam

\*Corresponding author: windy@polibatam.ac.id

## Article history

### Received:

16-05-2024

### Accepted:

22-06-2024

### Published:

30-06-2024

Copyright © 2024  
Jurnal Teknologi dan  
Riset Terapan

Open Access

## Abstrak

*Cradle*, alat pengangkat yang digunakan untuk mengangkat *Kokpit* dan bagian-bagian pesawat lainnya. Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan data maksimum struktur *cradle* melalui simulasi statis menggunakan *software* SolidWorks 2020. Penelitian dilakukan dengan simulasi melalui *software* SolidWorks 2020 dengan analisis perhitungan *Stress*, *strain*, dan *safety factor* struktur *cradle* dalam menopang beban statis dengan beban sebesar 1400 kg. Proses perancangan *cradle* ini dibuat menggunakan perangkat lunak atau *software* SolidWorks, dengan ukuran *cradle* yaitu panjang 338 cm lebar atas 145 cm dan lebar bawah 297 cm, dan menggunakan material besi chanel dengan jenis ASTM A36 memiliki ukuran 150 mm x 75 mm x 6.5 mm dengan pembebanan statis sebesar 1400 kg. Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai maksimal tekanan yang diberikan pada *cradle* dengan material baja ASTM A36 adalah 50,206 Mpa, jauh di bawah nilai yield strength sebesar 250 Mpa. Displacement maksimum yang tercatat adalah 1,169 mm, menandakan bahwa deformasi yang terjadi pada struktur *cradle* sangat minimal. Dengan kapasitas maksimum *cradle* penompangan seberat 6,97 ton dan kemampuan beban maksimum roda adalah 2,7 ton.

**Kata Kunci:** *Cradle*, Kokpit, Pembebanan, Struktur, Statis, SolidWorks.

## Abstract

*Cradle*, a lifting device used to move the *Cockpit* and other aircraft parts. The aim of this research is to obtain maximum data on the *cradle* structure through static simulation using SolidWorks 2020 software. The research was carried out by simulation using SolidWorks 2020 software with analysis of stress, strain and safety factor calculations for the *cradle* structure in supporting a static load of 1400 kg. The *cradle* design process was made using SolidWorks software, with the *cradle* size being 338 cm long, 145 cm wide at the top and 297 cm at the bottom, and using ASTM A36 type channel iron material with dimensions of 150 mm x 75 mm x 6.5 mm with loading. static of 1400 kg. The simulation results show that the maximum pressure value applied to the *cradle* with ASTM A36 steel material is 50.206 Mpa, below the yield strength value of 250 Mpa. The maximum displacement recorded was 1,169 mm, indicating that the deformation that occurred in the *cradle* structure was very minimal. With a maximum *cradle* capacity weighing 6.97 tons and a maximum wheel load capacity of 2.7 tons.

**Keywords:** *Cradle*, *Cockpit*, Load, structure, Static, SolidWorks

## 1.0 PENDAHULUAN

*Cradle* digunakan untuk mengangkat kokpit dan komponen pesawat lainnya selama terjadi kerusakan, serta dilakukan perawatan dan perbaikan rutin. Konfigurasi dan struktur *cradle* tidak memiliki pedoman standar, khususnya untuk pengangkatan yang tidak berbasis industri. Secara umum pada perancangan *cradle* untuk perbaikan kokpit pesawat, perlu memperhatikan

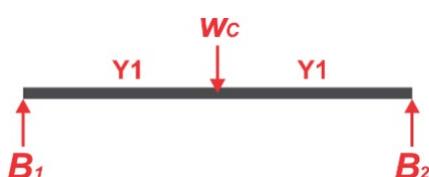
aspek keamanan, ergonomi, fleksibilitas. Keamanan *cradle* harus dirancang untuk mendukung kokpit pesawat secara stabil dan aman dengan memperhatikan pemilihan bahan serta memastikan adanya sistem pengunci ketika dilakukan perbaikan. Ergonomi *cradle* dengan mempertimbangkan kenyamanan operator atau teknis dalam melakukan perbaikan. Fleksibilitas *cradle* harus

dirancang untuk memadai berbagai jenis ukuran kokpit pesawat.

Studi kasus yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah struktur *cradle* yang berada di laboratorium hanggar Politeknik Negeri Batam. Penelitian ini bertujuan menghasilkan data maksimum struktur *cradle* melalui simulasi statis menggunakan *software* SolidWorks 2020. Secara umum, *cradle* dibuat dari bahan paduan berbasis baja, dengan besi sebagai elemen utama dan karbon sebagai elemen paduan utama. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0,2% hingga 2,1% berat, sesuai dengan *grade*. Pengaruh utama dari kandungan karbon dalam baja berkaitan dengan aspek kekuatan, kekerasan, dan kemampuan untuk dibentuk. Kandungan karbon tinggi dalam baja menghasilkan peningkatan kekerasan, namun, material baja menjadi rapuh dan kurang mudah dibentuk[1].

Mengacu pada fungsi *cradle* sebagai alat bantu pengangkat kokpit dengan material dasar baja, struktur *cradle* perlu diuji dengan beban perkiraan yang dapat ditopang. Hal ini dapat diketahui dengan menggunakan simulasi berbasis numerik pada perangkat lunak komputer. SolidWorks, aplikasi yang dirancang untuk mendukung desain berbantuan komputer (CAD), manufaktur berbantuan komputer (CAM), serta rekayasa berbantuan komputer (CAE), dan dikembangkan oleh perusahaan terkemuka, Dassault Systemes. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk merancang produk dengan lebih efisien dan akurat, memfasilitasi proses produksi, serta mengoptimalkan kinerja rekayasa melalui simulasi digital. Salah satu paper yang membahas perancangan dengan SolidWorks dilakukan oleh Shulhany dkk. Penelitian ini menghasilkan desain rangka mesin press yang aman dan mampu menopang beban statis 500N menggunakan SolidWorks 2016. Melalui simulasi, peneliti menentukan material, beban, titik tumpu, dan *mesh* untuk analisis *stress*, menghasilkan nilai *Von Mises stress* pada baja ASTM 36 Steel sebesar 110.743 Mpa, *displacement* 3.875 Mpa, dan safety factor 2.251, menunjukkan keamanan rangka dalam pembebanan[2].

Titik pusat masa (*centre of mass*) dari kokpit pesawat pada *cradle* penting untuk dipertimbangkan. Hal ini dikarenakan dapat mempengaruhi bagaimana beban didistribusikan ke *cradle* dan bagaimana *cradle* meresponnya. Pada penelitian ini geometri kokpit pesawat yang sama sehingga memberikan beban distribusi yang sama atau disebut sebagai distribusi beban statis. Gambar 2 menampilkan distribusi Beban Statis pada *Cradle* dengan jarak tumpu yang sama.



Gambar 1: Distribusi Beban Statis

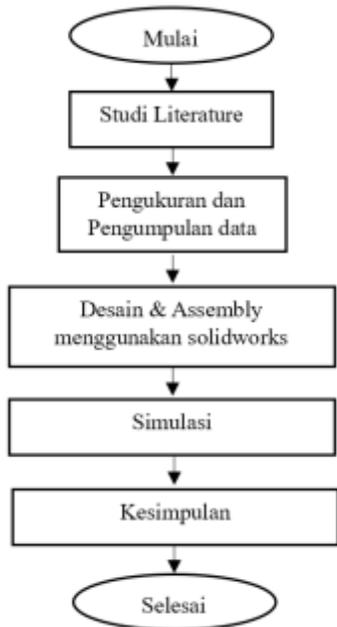
Penelitian pembebanan statis dengan SolidWorks pernah dilakukan oleh Angga dkk. Dalam Penelitian penelitiannya Angga dkk menggunakan metode *Finite Element Analysis* dan *software* SolidWorks 2016 untuk merancang dan menganalisis frame gokar, dengan hasil menunjukkan bahwa frame tersebut mampu menahan beban pengendara 50 kg dan 70 kg dan layak digunakan. Efektivitas penggunaan *software* ini ditunjukkan melalui kesesuaian antara perhitungan manual dan hasil simulasi[3].

Arif dkk. telah melakukan simulasi numerik terhadap desain *cradle deck*, digunakan untuk transportasi kapal, dan desain tersebut diuji melalui simulasi numerik berdasarkan standar BKI. Penelitian ini menekankan pentingnya performa kapal yang optimal dan perawatan rutin, termasuk proses docking. Dengan menggunakan data teknis dari kapal 150 GT dan metode elemen hingga (FEA), penelitian ini berhasil memprediksi bahwa desain *cradle* yang direncanakan mampu menahan beban operasional dan memenuhi kriteria tegangan yang diijinkan[5].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, telah banyak dilakukan simulasi statis menggunakan SolidWorks untuk mengetahui nilai maksimum dan minimum akibat pembebanan, terutama pada saat desain atau pada struktur dengan ukuran besar. Namun, terdapat *research gap* yang signifikan dalam konteks *cradle* kokpit. Belum ada penelitian yang secara khusus membahas tentang simulasi statis pada *cradle* kokpit. Oleh karena itu, penelitian ini akan memfokuskan pada pemodelan *cradle* penyokong kokpit yang telah ada dan mensimulasikannya dengan SolidWorks 2020 untuk mengetahui beban maksimum yang dapat ditopang struktur *cradle*.

## 2.0 METODE

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor keselamatan ditinjau dari nilai maksimum dan minimum *stress*, *displacement* dan *factor of safety* melalui simulasi statis pada *cradle* dan melibatkan beberapa tahapan. Penelitian dimulai dengan studi literatur, di mana informasi dan spesifikasi material untuk pembuatan *cradle* dan teknis kokpit pesawat BAC 111 dipelajari. Tahap berikutnya adalah pengumpulan data, yang melibatkan pengukuran spesifikasi kokpit pesawat BAC 111 dan ukuran struktur *cradle*. Tahap ketiga adalah desain dan perakitan, di mana desain dan struktur *cradle* dibuat dengan bantuan *software* SolidWorks. Tahap terakhir adalah simulasi, di mana pengujian tingkat *stress*, *displacement* dan *factor of safety* dari *cradle* terhadap kokpit dilakukan menggunakan *software* SolidWorks Simulation. Kesimpulan kemudian ditarik berdasarkan hasil tahapan tahapan yang telah dilakukan



Gambar 2: Flowchart Penelitian

Tabel 1 : Spesifikasi Teknis Material Baja A36  
(sumber: SolidWorks)

Property	Value	Units
Elastic Modulus	200000	N/mm <sup>2</sup>
Poisson's Ratio	0.2	N/A
Shear Modulus	79300	N/mm <sup>2</sup>
Mass Density	7850	kg/m <sup>3</sup>
Tensile Strength	400	N/mm <sup>2</sup>
Yield Strength	250	N/mm <sup>2</sup>

Bagian penopang pada *cradle* dibuat dari kayu mahoni, yang dikenal kuat dan tahan lama[6], untuk mencegah pengikisan dan deformasi pada kokpit. Bagian roda pada *cradle* dirancang untuk memudahkan pemindahan, menggunakan roda tipe *heavy duty* dengan tinggi 191 mm, diameter 150 mm dan beban maksimum 450 kg. Roda yang digunakan pada *cradle* adalah sebanyak enam buah sehingga dapat menopang beban maksimum 2.700 kg.

### 3.0 HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Data Kokpit dan Material Cradle

Sebelum melakukan *reverse engineering* terhadap *Cradle* kokpit pesawat, ukuran Kokpit perlu dipertimbangkan. Kokpit pesawat yang akan ditopang *cradle* adalah jenis pesawat BAC 111 dengan berukuran 150 x 306 cm dan estimasi berat 1400 kg. Gambar 3 menampilkan model kokpit pesawat BAC 111 yang akan ditopang.



Gambar 2: Model Kokpit Pesawat BAC 111

Material yang digunakan untuk *cradle* adalah *Steel Channel* ASTM A36, yang memiliki *yield tensile strength* 250 MPa dan *ultimate tensile strength* 400 MPa. Data teknis material *Steel Channel* ASTM A36 dapat dilihat pada Tabel 1.

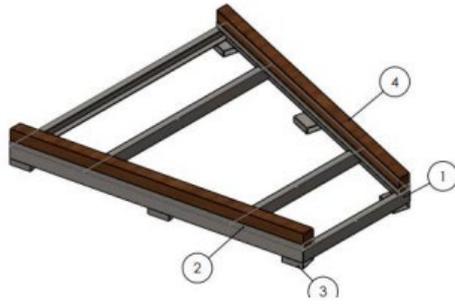


Gambar 4: Heavy Duty Caster Wheel

#### 3.2. Struktur Cradle

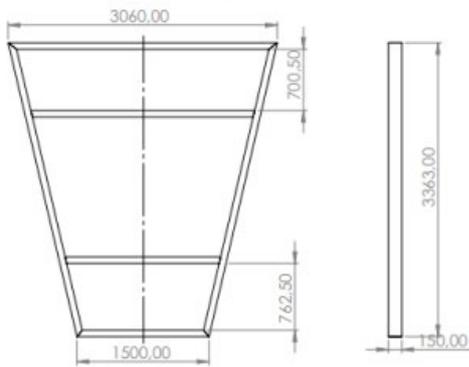
Sebelum melaksanakan simulasi pembebanan pada *cradle*, langkah awal yang diambil adalah pembuatan desain spesifikasi *cradle*, yang mencakup beberapa bagian dari struktur *cradle*. Desain ini dibuat menggunakan aplikasi SolidWorks 2020, dengan ukuran *cradle* yaitu panjang 338 cm lebar atas 145 cm dan lebar bawah 297 cm. Dalam proses pembuatan desain ini, fitur seperti *'extrude'* digunakan untuk mengubah gambar 2D menjadi solid 3D, dan fitur *'weldment'* digunakan untuk membentuk bagian besi C-channel dan plat besi. Spesifikasi yang digunakan adalah C-channel 150 mm x 75 mm x 6.5 mm dan plat besi 200 mm x 75 mm x 6.5 mm. Gambar 5 menampilkan desain dari berbagai bagian struktur *cradle*.

NO	DESC	MATL	QTY
1	CRADLE FRAME	C CHANEL 150X75X6.5MM	1
2	WOOD PLACE	C CHANEL 150X75X6.5MM	2
3	PLAT STEEL	STEEL 250X200X6.5MM	6
4	KAYU P.3453MM	HARDWOOD	2

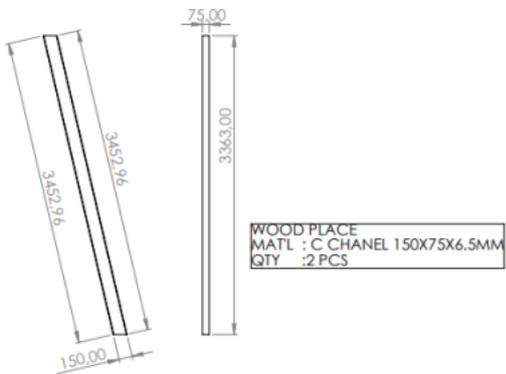


(a)

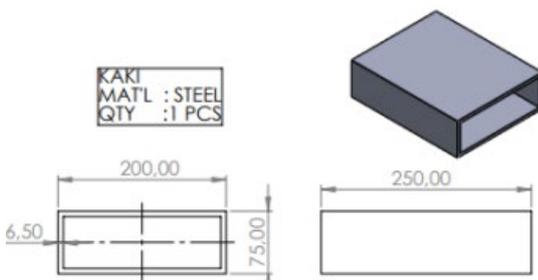
FRAME  
MATL : C CHANEL 150X75X6.5MM  
QTY : 1 SET



(b)



(c)



(d)

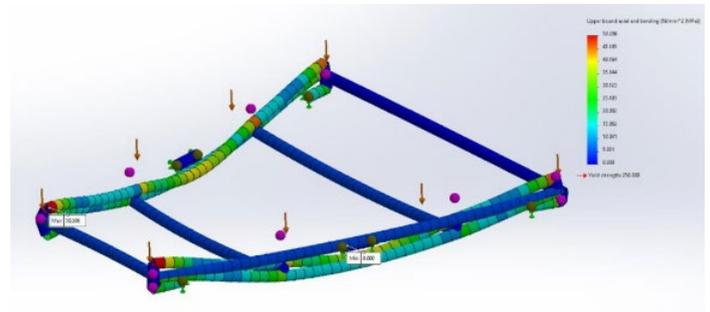
Gambar 5. Struktur (a) Cradle, (b) Frame Cradle, (c) Wood Place, (d) Plat Besi

### 3.3. Simulasi Pembebanan Struktur Cradle

Simulasi dilakukan dengan pemberian beban dengan massa 1400 kg dengan mode pembebanan statis.

#### 3.3.1. Simulasi Tegangan/Stress

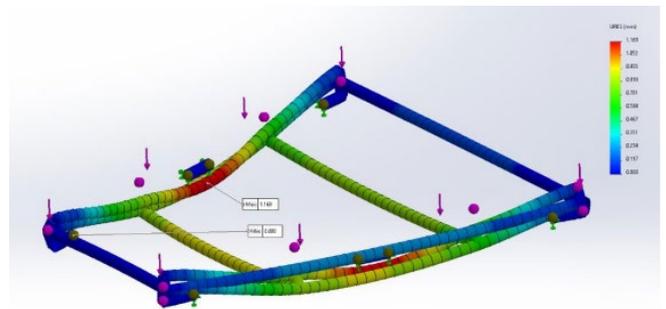
Pengujian *stress* pada bagian penahan *cradle* dilakukan menggunakan metode *Von Mises*. Tujuan dari proses simulasi *stress* dengan pembebanan statis ini adalah untuk mengevaluasi ketahanan struktur yang telah dirancang terhadap beban kokpit dan memastikan bahwa struktur tersebut dapat menahan tekanan yang diberikan oleh kokpit. Hasil simulasi *stress* dapat dilihat pada Gambar 6. Dari simulasi dengan beban 1400 kg, data yang dihasilkan menunjukkan tekanan maksimal sebesar 50,206 Mpa, sedangkan nilai *yield strength* adalah 250 Mpa. Berdasarkan hasil simulasi ini, struktur *cradle* masih dianggap aman untuk menahan beban sebesar 1400 kg.



Gambar 6. Hasil simulasi *cradle* dengan pembebanan 1400 kg

#### 3.3.2. Simulasi Strain

Pengujian *strain* dilakukan untuk mengevaluasi *displacement* dan mengamati perubahan pada material ketika beban diberikan pada objek yang sedang diuji. *Displacement* pada struktur *cradle* dengan beban 1400 kg ditampilkan pada Gambar 6. Berdasarkan hasil simulasi, struktur *cradle* mengalami perubahan dengan *displacement* minimum sebesar 0,00 mm dan *displacement* maksimum sebesar 1,169 mm. Bagian dengan perubahan maksimum dapat dilihat pada area yang berwarna merah dalam gambar *displacement* pada Gambar 7.



Gambar 7. *Displacement* dengan Pembebanan 1400 kg

### 3.3.3. Perhitungan *Factor of safety*

Faktor keamanan, atau *safety factor*, merupakan faktor evaluatif yang digunakan untuk memastikan keamanan dalam perencanaan suatu benda. Berdasarkan analisis Von Misses *Stress* yang telah dilakukan, hasil tegangan maksimum yang diperoleh adalah 50,206 Mpa dan nilai *yield strength* adalah 250 Mpa. Dengan menggunakan rumus (1) perhitungan *Factor of Safety* akan diperoleh beban maksimum yang mampu ditopang *cradle*.

$$\text{Factor of safety} = \frac{\text{Yield Stress}}{\text{Working Stress}} \quad (1)$$

Perhitungan *Factor of safety* pada *cradle* kokpit pesawat adalah seabgai berikut :

$$\text{Factor of safety} = \frac{250 \text{ Mpa}}{50,206 \text{ Mpa}}$$

$$\text{Factor of safety} = 4,979$$

Berdasarkan perhitungan ini, nilai *safety factor* lebih besar dari 1, sehingga dapat disimpulkan bahwa material cukup kuat untuk menahan beban saat digunakan. Oleh karena itu, struktur *cradle* dengan material baja ASTM 36 dianggap aman, karena mampu menopang hingga 4,979 kali berat yang ditopang atau setara dengan 6.970 kg. Namun perlu diperhatikan beban maksimum roda dengan jumlah enam buah adalah 2.700 kg.

## 4.0 KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang dilakukan menggunakan *software* SolidWorks 2020, struktur *cradle* yang dirancang untuk menopang kokpit pesawat BAC 111 dengan beban 1400 kg terbukti aman. Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai maksimal tekanan yang diberikan pada *cradle* dengan material baja ASTM A36 adalah 50,206 Mpa, jauh di bawah nilai *yield strength* sebesar 250 Mpa. *Displacement* maksimum yang tercatat adalah 1,169 mm, menandakan bahwa deformasi yang terjadi pada struktur *cradle* sangat minimal. Dengan kapasitas maksimum *cradle* penompangan seberat 6,97 ton dan kemampuan beban maksimum roda adalah 2,7 ton.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Diinil Mustaqiem, “Analisis Perbandingan Faktor Keamanan Rangka Scooter Menggunakan Perangkat Lunak Solidwork 2015,” *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 9, no. 3, p. 164, Nov. 2020, doi: 10.22441/jtm.v9i3.9567.
- [2] Shulhany, E. K. Laksanawati, and A. Y. Setiawan, “Analisis Kekuatan Rangka pada Perancangan Mesin Press Briket Eceng Gondok Menggunakan SolidWorks” *Motor Bakar : Jurnal Teknik Mesin*, vol. 6, no. 1, p. 28, May 2022, doi: 10.31000/mbjtm.v6i1.6671.

- [3] Angga Restu Pahlawan, R. Hanifi, and A. Santosa, “Analisis Perancangan Frame Gokart dari Pengaruh Pembebanan dengan Menggunakan CAD SolidWorks 2016,” *Jurnal METTEK*, vol. 7, no. 1, p. 1, Apr. 2021, doi: 10.24843/METTEK.2021.v07.i01.p01.
- [4] I. P. Mulyatno, A. Trimulyono, and S. F. Khristyson, “Analisa Kekuatan Konstruksi Internal Ramp Sistem Steel Wire Rope Pada Km. Dharma Kencana Viii Dengan Metode Elemen Hingga,” *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, vol. 11, no. 2, pp. 85–92, May 2014.
- [5] M. S. Arif, H. Supomo, T. W. Pribadi, S. I. Wahidi, R. C. Ariesta, and S. R. W. Pribadi, “Simulasi Numerik Desain Cradle Deck Dermaga Kapal 150 Gt,” *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 14, no. 1, pp. 137–159, May 2023, doi: 10.21776/jrm.v14i1.1111.
- [6] S.- Slamet, B.- Santoso, and Q.- Qomaruddin, “Karakterisasi Sifat Fisis, Mekanis Dan Redaman Akustik Kayu Lokal Sebagai Bahan Alat Musik,” *Journal of Mechanical Design and Testing*, vol. 5, no. 2, Dec. 2023, doi: 10.22146/jmdt.74965.
- [7] Nandhita Anggraeni Puspitasari, “Simulasi Stress Analysis Pembebanan Statis dengan bantuan SolidWorks pada Hasil Perancangan Ladder Frame Chassis Mobil Listrik Menggunakan Material AISI 4340”, Kampus ITENAS Bandung, 25 November 2021