

Analisis Chassis Kendaraan *Airport Rescue Fire And Fighting Crash Car Type 1*

KGS. M. Ismail¹, Yenni Arnas², Zulina Kurniawati^{3*}, Millenias S. H.⁴

^{1,2,3}Prodi Teknik Mekanikal Bandar Udara, Politeknik Penerbangan Indonesia Curug
Jl. Raya PLP Curug, Serdang Wetan, Kec. Legok, Tangerang, Banten 15820

⁴Politeknik Penerbangan Makassar

Jl. Poros Makassar-Maros Maccopa Kel.Bontoa Kec. Maros, Sulawesi Selatan

*Corresponding author: zulina.kurniawati@ppicurug.ac.id

Abstract

One component of a vehicle that needs a sturdy design and construction to sustain loads is the chassis. This component prevents the vehicle from bending by keeping it rigid. Crack and corrosion are the two types of damage that the Crash Car Chassis Type 1 Make X typically sustains. This study aimed to analyze the chassis of the Juanda-Surabaya International Airport-owned ARFF Crash Car Type 1 Make X for corrosion and cracks. In addition, the researcher also examined the chassis of the ARFF Crash Car Type 1 vehicle for the ARFF Type 1 Make Y and Z Crash Cars. The purpose of this study was to identify the characteristics of the Type 1 ARFF Crash Car's chassis using qualitative research techniques. In the data analysis process, FEM was used in conjunction with the Solidworks application to calculate the Von Mises stress value, the displacement of the chassis under load, and the corrosion rate. According to the analysis' findings, the chassis of make X had the worst construction compared to the Y and Z chassis since its life was the shortest and its Von Mises stress value was nearly equal to the material's yield strength. Additionally, it can be deduced that the usage of double frames, which resulted in an air gap, was one of the reasons for corrosion and cracks.

Keywords: Chassis, ARFF Crash Car Type 1, corrosion rate

Abstrak

Chassis merupakan salah satu bagian kendaraan yang harus memiliki susunan dan konstruksi kuat untuk menahan beban. Bagian ini juga memiliki fungsi untuk menjaga kendaraan agar tetap rigid dan tidak mengalami bending. Kerusakan yang umumnya dialami oleh chassis crash car X adalah crack dan korosi. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisa terhadap adanya crack dan korosi pada Chassis kendaraan ARFF Crash Car Tipe 1 X yang dimiliki Bandar Udara Internasional Juanda-Surabaya, di samping itu peneliti juga akan melakukan analisa Chassis kendaraan ARFF Crash Car Tipe 1 untuk jenis yang lain yaitu ARFF Crash Car Tipe 1 Y dan Z. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif untuk mengetahui karakteristik dari chassis dari ARFF Crash Car Tipe 1 yang digunakan Bandar Udara Internasional Juanda-Surabaya. Pada proses analisa data menggunakan FEM dengan bantuan aplikasi solidworks untuk mengetahui nilai von mises stress dan displacement chassis terhadap beban dan menggunakan perhitungan untuk mengetahui laju korosi. Dari hasil analisa diperoleh hasil chassis merk X memiliki konstruksi yang paling kurang baik dibandingkan chassis Y dan Z, dikarenakan nilai Von mises stress mendekati nilai yield strength material yang digunakan, memiliki nilai Displacement yang paling besar dan umur yang paling pendek. Selain itu dapat disimpulkan bahwa salah satu penyebab adanya crack dan korosi karena penggunaan double frame, sehingga ada celah udara sebagai penyebab terbentuknya korosi.

Kata kunci: Chassis, ARFF Crash Car Type 1, Laju Korosi.

1. Pendahuluan

Bandar udara merupakan fasilitas penunjang penting dalam moda transportasi udara. Guna mewujudkan hal tersebut maka dibutuhkan aspek sarana dan pra-sarana pendukung. Salah satunya adalah unit *Airport Rescue Fire and Fighting* (ARFF). Unit ARFF merupakan unit bandar udara yang memiliki tugas menjaga keselamatan para pengguna jasa seperti kecelekaan

penerbangan hingga kebakaran yang terjadi di bandar udara. Berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor: SKEP/94/IV/98 Tahun 1998 ARFF dituntut untuk siap dalam segala situasi darurat. PT. Angkasa Pura (Persero) Cabang Bandar Udara Internasional Juanda - Surabaya merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang pelayanan jasa

kebandarudaraan. Banda Udara Internasional Juanda – Surabaya, merupakan kategori A kelas 8. Salah satu penunjang kategori tersebut adalah unit ARFF. Pada kondisi saat ini, salah satu kendaraan *crash car* tipe 1 mengalami kerusakan pada bagian *frame* atau *chassis*, peneliti menemukan kondisi *crack* dan korosi di beberapa titik bagian, terlihat pada gambar 1.



(a)



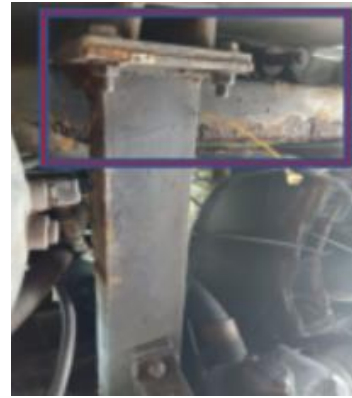
(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 1. Crack dan Korosi pada Crash Car Tipe 1 Merk X (a) Korosi pada chassis Kanan, (b) Korosi pada chassis Kiri, (c) Crack Pada Cross Member, (d) Korosi dan crack bagian hollow bawah, (e) Korosi Sisi Samping

Chassis merupakan salah satu bagian kendaraan yang harus memiliki susunan dan konstruksi kuat guna menahan beban kendaraan [1]. Pada umumnya *chassis* terbuat dari baja yang menopang *body* dan *engine* dari sebuah kendaraan. Bagian ini juga memiliki fungsi untuk menjaga kendaraan agar tetap rigid, kaku, dan tidak mengalami bending. Kerusakan yang dialami oleh *chassis crash car X* yaitu *crack* dan korosi. Keadaan ini menimbulkan dampak jika *crash car* dioperasikan sesuai dengan peraturan performa kendaraan ARFF pada KP No 14 Tahun 2015, dapat berpotensi mengalami kerusakan yang lebih parah. Selain itu dampak terburuk yang dapat terjadi adalah apabila *crash car* tidak dapat digunakan sama sekali, maka akan mempengaruhi kategori pelayanan bandar udara.

Pada penelitian sebelumnya terdapat analisa yang dilakukan terhadap rangka kendaraan dengan menggunakan software *solidworks* [2] analisa kekuatan rangka traktor, [3] simulasi pembebanan statik terhadap perancangan chassis mobil listrik prototype “Ababil”, [4] kekuatan rangka mobil yang mengalami tegangan tinggi, defleksi dan *safety factor*, [5] analisis kekuatan chassis jenis ladder frame untuk mobil listrik city car.

Selain itu juga ada beberapa penelitian analisa yang dilakukan terhadap rangka

kendaraan dengan menggunakan software selain dari solidworks. [6] analisa material yang digunakan pada Chassis mobil listrik laksana V2 menggunakan sistem komputasi software Autodesk Inventor, [7] analisa kekuatan chassis Tipe Ladder Frame terhadap beban yang diberikan menggunakan aplikasi Autodesk Inventor. [8] menganalisis ladder frame untuk kendaraan truk TATA LPT 1618 menggunakan aplikasi Ansys, [9] analisa ladder frame untuk kendaraan truk TATA 407 menggunakan aplikasi Ansys.

Selain itu ada penelitian untuk analisa laju korosi dan *Remaining Service Life* (RSL) diantaranya [10] analisa perhitungan *Service Life Prediction* struktur RC dengan menggunakan studi parameter, [11] pengujian *Remaining Service Life* terhadap jalan sebuah jembatan dengan adanya korosi. [12] yang melakukan penelitian untuk mengetahui laju korosi dan *Remaining Service Life* (RSL) *Discharge Conveyor* di PT. Ganesa Korosi Indonesia pada site PT Amman Mineral Nusa Tenggara, Kabupaten Sumbawa Barat Provinsi Nusa Tenggara Barat.

Finite element method (FEM) adalah suatu metode analisa dengan cara membagi sistem yang dianalisa menjadi elemen elemen yang lebih kecil dengan bentuk yang sederhana, elemen elemen tersebut terdiri dari beberapa nodal [13]. [14] Penggunaan metode elemen hingga untuk analisa *fatigue life* konstruksi geladak pada kapal Landing Craft Tank.

[15] analisa dengan memperhatikan tegangan *von mises* dan *safety factor* pada *chassis* kendaraan listrik tipe in-wheel. Dalam ilmu material dan teknik, kriteria luluh von Mises dapat juga diformulasikan dalam von Mises stress atau equivalent tensile stress, nilai tegangan scalar dapat dihitung dari tensor tegangan. Dalam kasus ini, material dikatakan mulai luluh ketika tegangan von Mises mencapai nilai kritis yang diketahui sebagai yield strength. Tegangan Von Mises digunakan untuk meprediksi tingkat keluluhan material terhadap kondisi pembebanan [16].

Displacement merupakan pergeseran atau perpindahan yang terjadi pada material akibat pembebanan yang diberikan. hal ini untuk membantu menjelaskan keamanan terutama umur penggunaan material dalam suatu konstruksi, dimana semakin besar tegangan maka displacement pun semakin besar maka tingkat keamanannya semakin kecil begitu juga sebaliknya. [17] melakukan penelitian analisis displacement pada chassis mobil listrik wasaka.

Laju Korosi, Terdapat beberapa cara untuk menghitung laju korosi, yaitu:

a. Metode Kehilangan Ketebalan

[18] Metode yang dilakukan dengan cara mengukur ketebalan, dengan menggunakan perbandingan data hasil pengukuran langsung dan data yang berdasarkan manual, dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$CR = \frac{Ta - Tu}{Umur Pakai} \dots \dots \dots \text{persamaan (1)}$$

$$RSL = \frac{Tu - Tr}{CR} \dots \dots \dots \text{persamaan (2)}$$

Keterangan:

- CR = Laju Korosi (mm/yr)
- RSL = Sisa Umur Pakai
- Ta = Tebal Awal (mm)
- Tu = Tebal Ukur (mm)
- Tr = Tebal Required (mm)

b. Metode Kehilangan Berat

Metode kehilangan berat adalah metode pengukuran korosi yang paling banyak digunakan adalah menggunakan lempengan logam, yang di tempatkan di dalam system dan dibiarkan untuk korosi. Lempengan logam kemungkinan paling banyak digunakan untuk mendeteksi serangan permanen dari perubahan korosivitas. Persamaan untuk menghitung laju korosi pada metode weight loss adalah sebagai berikut:

$$RSL = \frac{K.W}{D.A.T} \dots \dots \dots \text{persamaan (3)}$$

Keterangan:

- RSL = Sisa Umur Pakai
- K = Konstanta Laju Korosi
- W = Kehilangan Berat (gram)
- D = Densitas (gram/cm³)
- A = Luas Permukaan Terendam (cm²)
- T = Waktu (jam)

c. Metode Polarisation

Metode elektrokimia merupakan mengukur laju krosi dengan semua yang mempengaruhi kecepatan suatu reaksi kimia atau jumlah arus yang mengalir akan mempengaruhi laju korosi. Menurut klasifikasi mekanisme terjadinya korosi ini termasuk korosi temperature rendah (*low temperature corrosion/ wet corrosion*). Kelebihan metode ini adalah kita langsung dapat mengetahui laju korosi pada saat diukur, hingga waktu pengukuran tidak memakan waktu yang lama. Laju korosi berbanding lurus dengan sejumlah arus yang mengalir pada sel korosi elektrokimia.

Adapun laju korosi yang terjadi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$CR (mmpy) = K \frac{a.i}{nD} \dots \text{persamaan (4)}$$

Keterangan:

CR = *Corrosion rate*

K = *Constant factor*, (mmpy= 0,00327; mpy= 0,129)

a = *atomic weight of metal*

i = *current density* ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)

D = *density* (g/cm^3)

Dari permasalahan yang ada dan studi literatur penelitian-penelitian sebelumnya, penulis ingin melakukan analisa Chassis pada Kendaraan ARFF crash car tipe 1 yang dimiliki oleh Bandar Udara Internasional Juanda-Surabaya, dengan menggunakan *Finite Element Method* (FEM) dengan media *software solidwork* serta Perhitungan laju korosi dan *remaining service life*. sehingga hasil analisa data penelitian ini akan menjadi referensi, rekomendasi, atau solusi terhadap permasalahan yang ada.

2. Metode Penelitian

Untuk mengetahui karakteristik dari chassis dari ARFF Crash Car Tipe 1 yang digunakan Bandar Udara Internasional Juanda-Surabaya. Data yang diperoleh melalui metode pengamatan langsung dilapangan dan studi literatur (manual book). Dimana setelah data berhasil dikumpulkan dilanjutkan dengan proses

analisa data menggunakan FEM dengan bantuan aplikasi *solidworks* [19] untuk mengetahui nilai *von mises stress* dan *displacement chassis* terhadap beban dan menggunakan perhitungan untuk mengetahui laju korosi. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisa terhadap adanya crack dan korosi pada Chassis kendaraan ARFF Crash Car Tipe 1 X yang dimiliki Bandar Udara Internasional Juanda-Surabaya, selain itu peneliti juga akan melakukan analisa Chassis kendaraan ARFF Crash Car Tipe 1 untuk jenis yang lain yaitu ARFF Crash Car Tipe 1 Y dan Z, dimana hasil analisa data akan menjadi referensi, rekomendasi, atau solusi terhadap permasalahan yang ada.

Teknik Pengumpulan Data

- Melakukan pengamatan langsung di lapangan untuk mengetahui detail kondisi crack dan korosi kendaraan ARFF *Crash Car* Tipe 1 X;
- Melakukan pengamatan langsung di lapangan untuk data dimensi dan konstruksi chassis pada masing-masing kendaraan ARFF *Crash Car* Tipe 1;
- Membuat rekap data untuk spesifikasi jenis material chassis dan beban maksimum masing-masing kendaraan ARFF *Crash Car* Tipe 1 berdasarkan buku manual;

Teknik Pengolahan Data

- Melakukan pembuatan geometri menggunakan *software solidworks*;
- Pengolahan data untuk mendapatkan nilai *von mises stress* dan *displacement* terhadap *yield strength* material penyusun, dengan metode *Finite Element Method* (FEM) *software Solidworks*;
- Melakukan perhitungan laju korosi masing-masing kendaraan ARFF *Crash Car* Tipe 1, untuk mendapatkan nilai *Remaining Service Life* (RSL);
- Analisa hasil data yang dihasilkan yang menjadi penyebab terjadinya crack dan korosi kendaraan ARFF *Crash Car* Tipe 1 X;

- Analisa hasil data untuk masing-masing kendaraan ARFF Crash Car Tipe 1, sebagai referensi dan rekomendasi dalam hal pengoperasian jenis kendaraan ARFF Crash Car Tipe 1.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengumpulan Data

Data yang diperoleh berupa dimensi dan spesifikasi Chassis Crash Car Tipe 1 Merk X, Y dan Z. data dapat dilihat pada tabel 1, 2 dan 3.

Tabel 1. Spesifikasi Crash Car Tipe 1 Merk X (sumber: buku manual Crash Car Tipe 1 Merk X)

Chassis	Produsen	KME Steel
	Kekuatan	110.000 Psi / 758 MPa
	Model	Double Kanal 4 (2 kiri dan 2 kanan)
	Material	Alloy Steel / ASTM A514
	Beban Maksimum	39000 kg
	Tahun Inspeksi	2022
	Tahun Instalasi	2010
	Umur Pakai	12 Tahun
	Jenis Material	ASTM A514
	Tebal nominal	9.5 mm
	Tebal Required	6.237 mm
	Tebal Ukur	8.048 mm

Tabel 2. Spesifikasi Crash Car Tipe 1 Merk Y (sumber: buku manual Crash Car Tipe 1 Merk Y)

Chassis	Produsen	KME Steel
	Kekuatan	110.000 Psi / 758 MPa
	Model	Single Rail
	Material	Alloy Steel / ASTM A514
	Beban Maksimum	39000 kg
	Tahun Inspeksi	2022
	Tahun Instalasi	2016
	Umur Pakai	6 Tahun
	Jenis Material	ASTM A514
	Tebal nominal	9.5 mm
	Tebal Required	6.237 mm
	Tebal Ukur	9.15 mm

Tabel 3. Spesifikasi Crash Car Tipe 1 Merk Z (sumber: buku manual Crash Car Tipe 1 Merk Z)

Chassis	Produsen	KME Steel
	Kekuatan	110.000 Psi / 758 MPa
	Model	Single Rail
	Material	Alloy Steel / ASTM A514
	Beban Maksimum	39000 kg
	Tahun Inspeksi	2022
	Tahun Instalasi	2019
	Umur Pakai (tahun inspeksi-tahun instalasi)	3 Tahun
	Jenis Material	ASTM A514
	Tebal nominal	10 mm
	Tebal Required	6,66 mm
	Tebal Ukur	9.82 mm

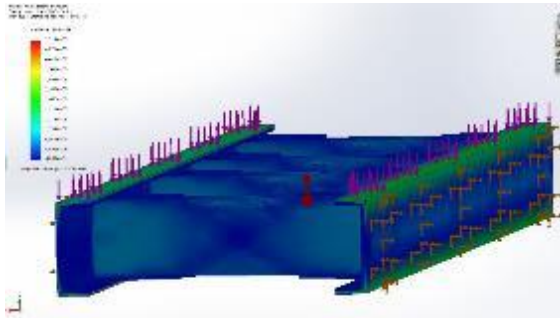
3.2 Hasil Pengolahan Data

3.2.1 Pengolahan Data Von Mises Dan Displacement

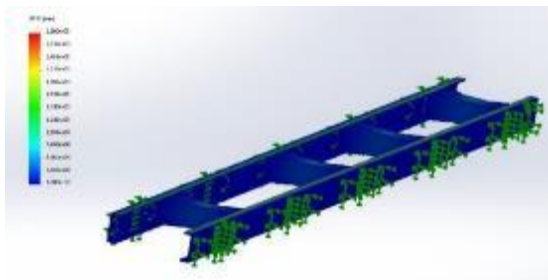
Untuk mendapatkan nilai dari Von Mises dan Displacement Chassis Crash Car Tipe 1, perlu dilakukan dengan cara beberapa tahapan, yaitu:

- Membuat modeling
Modeling merupakan tahapan awal, dimana desain menyesuaikan dengan dimensi yang berdasarkan pada data hasil pengamatan langsung dilapangan.
- Input jenis material
Input data jenis material pada modeling yang telah dibuat berdasarkan data spesifikasi chassis yang bersumber dari buku manual, dikarenakan setiap jenis material memiliki karakteristik yang berbeda.
- Input variabel beban
Untuk beban pada chassis pada penelitian ini, yaitu dengan memberikan beban merata untuk masing-masing dimensi chassis
- Input variabel gravitasi
Variabel gravitasi yaitu dengan memberikan nilai gravitasi $9,8 \text{ m/s}^2$
- Input variabel fix texture
Variabel fix texture adalah dengan menentukan bagian dari dimensi chassis yang merupakan bagian yang tidak bergerak jika terdapat beban yang diberikan pada chassis

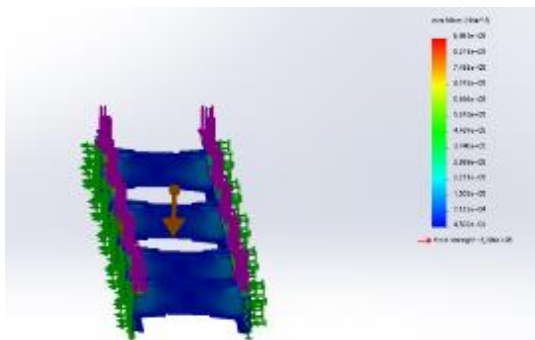
- f. Melakukan meshing
 Proses meshing dilakukan untuk membagi geometri dari model menjadi beberapa elemen, yang akan memberikan pengaruh tingkat akurasi pada data hasil yang diinginkan, dimana semakin baik tingkat kualitas mesh maka akan semakin tinggi tingkat konvergensi



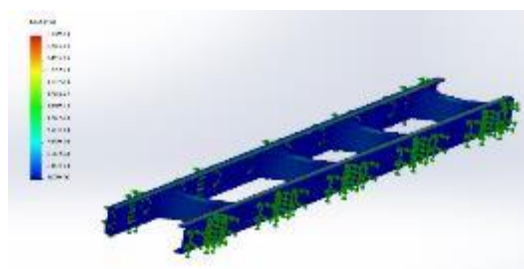
Gambar 2. Von Mises Test Chassis Crash Car Tipe 1 Merk X



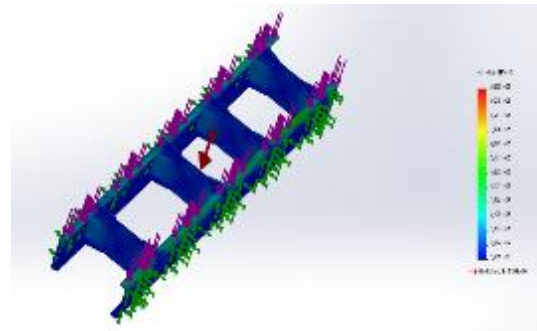
Gambar 3. Displacement Test Chassis Crash Car Tipe 1 Merk X



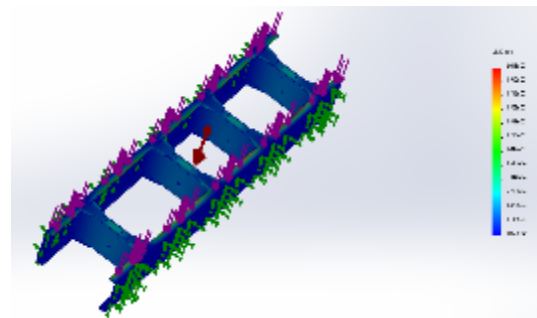
Gambar 4. Von Mises Test Chassis Crash Car Tipe 1 Merk Y



Gambar 5. Displacement Test Chassis Crash Car Tipe 1 Merk Y



Gambar 6. Von Mises Chassis Crash Car Tipe 1 Merk Z



Gambar 7. Displacement Chassis Crash Car Tipe 1 Merk Z

3.2.2 Pengolahan Data Korosi

Pada penghitungan potensi laju korosi digunakan metode kehilangan ketebalan pada Chassis Crash Car Tipe 1 Merk X berdasarkan hasil pengumpulan data (tabel 1 s.d 3) dan persamaan (1) dan (2), sehingga dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

- Crash Car Tipe 1 Merk X

$$CR = \frac{9.5 - 8.23}{12}$$

$$CR = 0.106$$

$$RSL = \frac{8.23 - 6.327}{0.106}$$

$$RSL = 17.98 \text{ Tahun}$$

- Crash Car Tipe 1 Merk Y

$$CR = \frac{9.5 - 9.15}{6}$$

$$CR = 0.058$$

$$RSL = \frac{8.23 - 6.327}{0.058}$$

$$RSL = 48.39 \text{ Tahun}$$

- Crash Car Tipe 1 Merk Z

$$CR = \frac{9.5 - 9.82}{12}$$

$$CR = 0.06$$

$$RSL = \frac{8.23 - 6.66}{0.06}$$

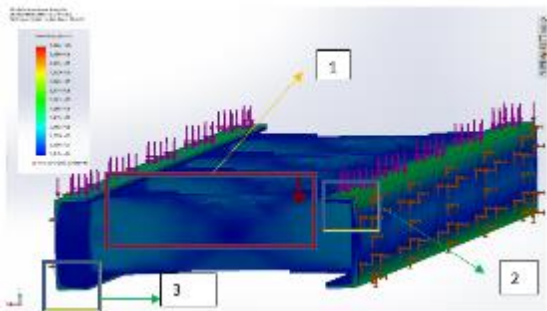
$$RSL = 52.67 \text{ Tahun}$$

3.3 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengolahan data, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan analisis hasil data tersebut untuk tiap-tiap parameter yang dilakukan terhadap masing-masing jenis Chassis Crash Car Tipe 1 Merk X, Y dan Z.

3.3.1 Crack dan Korosi pada Chassis Crash Car Tipe 1 Merk X

Berdasarkan pada gambar hasil pengolahan data untuk Chassis Crash Car Tipe 1 Merk X pada gambar 8 dibawah ini



Gambar 8. Analisa Crack dan Korosi pada Chassis Crash Car Tipe 1 Merk X

Keterangan Gambar:

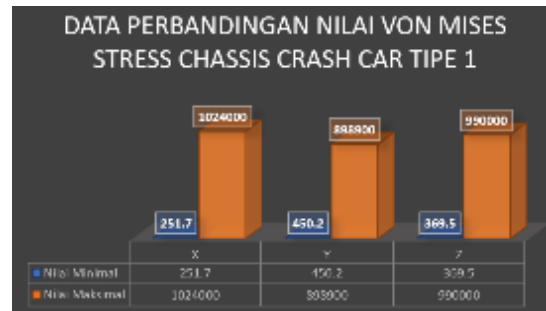
- 1: Titik Crack pada *hollow cross member*
 - 2: Titik Korosi pada *double frame* atas
 - 3: Titik Korosi pada *double frame* bawah
- Dimana terdapat tanda kotak merah yang merupakan retakan/crack yang berada pada sambungan *cross member* (nomor 1) dan pada nomor 2 & 3 merupakan dampak susunan *rail frame double* menyebabkan adanya celah udara penyebab korosi.

3.3.2 Von Mises Stress

Analisa yang dilakukan untuk perbandingan nilai Von Mises Stress adalah dengan memperhatikan hasil pengolahan data yang terdapat pada gambar (2), (4) dan (6), dimana nilai perbandingan yang diperoleh dapat dilihat pada tabel (4) dan gambar (9)

Tabel 4. Data Perbandingan nilai Von Mises Stress Chassis Crash Car Tipe 1

Parameter	Merk Chassis Crash Car Tipe 1		
	X	Y	Z
Nilai Minimal	2,51 x 10 ² N/m ²	4,50 x 10 ² N/m ²	3,69 x 10 ² N/m ²
Nilai Maksimal	1,02 x 10 ⁶ N/m ²	8,98 x 10 ⁵ N/m ²	9,90 x 10 ⁵ N/m ²



Gambar 9. Nilai Von Mises Chassis Crash Car Tipe 1

Berdasarkan data tabel diatas nilai von mises untuk kekuatan luluh material terhadap beban diperoleh chassis merk X memiliki konstruksi yang paling kurang baik dibandingkan chassis Y dan Z, dikarenakan nilai maksimal von mises stress chassis X mendekati nilai yield strength material (ASTM A514) yang digunakan sebesar $6,024 \times 10^8 \text{ N/m}^2$.

3.3.3 Displacement

Analisa yang dilakukan untuk perbandingan nilai Displacement adalah dengan memperhatikan hasil pengolahan data yang terdapat pada gambar (3), (5) dan (7), dimana nilai yang diperoleh dapat dilihat pada tabel (5) dan gambar (10).

Tabel 5. Data Perbandingan nilai Displacement Chassis Crash Car Tipe 1

Parameter	Merk Chassis Crash Car Tipe 1		
	X	Y	Z
Nilai Minimal	1,00 x 10 ⁻³⁰ mm	1,00 x 10 ⁻³⁰ mm	1,00 x 10 ⁻³⁰ mm
Nilai Maksimal	2,98 x 10 ⁻⁰³ mm	2,95 x 10 ⁻⁰³ mm	2,08 x 10 ⁻⁰³ mm



Gambar 10. Nilai Displacement Chassis Crash Car Tipe 1

Berdasarkan data tabel diatas nilai displacement untuk potensi pergeseran pada konstruksi chassis terhadap beban diperoleh chassis merk X memiliki konstruksi yang paling kurang baik dibandingkan chassis Y dan Z, dikarenakan nilai maksimal displacement stress chassis X memiliki nilai yang paling besar yaitu $2,980 \times 10^{-03}$ mm

3.3.4 Laju Korosi dan RSL

Untuk laju korosi dan RSL (Remaining Service Life) untuk masing-masing Chassis Crash Car Tipe 1 dapat dilihat pada tabel (6) dan gambar (11).

Tabel 1. Data Perbandingan Nilai Laju Korosi dan RSL Chassis Crash Car Tipe 1

Parameter	Merk Chassis Crash Car Tipe 1		
	X	Y	Z
Laju Korosi (mm/yr)	0.106	0.058	0.06
RSL (tahun)	17.98	48.39	52.67
Umur Pakai	29.98	54.39	55.67



Gambar 11. Nilai Korosi Chassis Crash Car Tipe 1

4. Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil analisa pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa dapat disimpulkan bahwa chassis merk X memiliki konstruksi yang paling kurang baik dibandingkan chassis Y dan Z, dimana nilai maksimal Von mises stress maksimal untuk Chassis Crash Car Tipe 1 untuk merk X sebesar $1,024 \times 10^6$ N/m², merk sebesar Y $8,989 \times 10^5$ N/m² dan merk Z sebesar $9,900 \times 10^5$ N/m², Nilai maksimal Displacement untuk Chassis Crash Car Tipe 1 untuk merk X sebesar $2,980 \times 10^{-03}$ mm, merk Y sebesar $2,952 \times 10^{-03}$ mm dan merk Z sebesar $2,083 \times 10^{-03}$ mm dan hasil perhitungan laju korosi dan RSL dihasilkan umur pakai untuk merk X 29,98 tahun, merk Y sebesar 54.39 tahun dan merk Z sebesar 55.67 tahun.

Referensi

- [1] W. Keith J., "Introduction to Chassis Design, Newfoundland, and Labrador," *Canada Meml. Univ.*, vol. 1, 2009.
- [2] C. B. Nugroho, "Analisa Kekuatan Rangka Pada Traktor," *J. Integr.*, vol. 7, no. 2, pp. 104–107, 2015.
- [3] S. Hendrawan M. A., Purboputro, P. I. and and S. W. M. A., "Perancanganchassis Mobil Listrik Prototype Ababil dan Simulasi Pembebanan Statik dengan Menggunakan Solidworks Premium 2016," *7th Univ. Res. Colloq. 2018*, pp. 96–105, 2018.
- [4] R. Fauzan *et al.*, "ANALISIS KEKUATAN RANGKA MOBIL LISTRIK OTONOM MENGGUNAKAN FINITE ELEMENT METHOD (FEM)," *J. ALMIKANIK*, vol. 1, no. 2, pp. 21–28, 2019.
- [5] Y. D. Meti and M. P. Nugraha, "Analisis Statik Chassis Mobil Listrik Jenis Ladder Frame Dengan Batang Struktur Honeycomb Berbahan Alumunium Alloy Dengan Bantuan Software Solidworks," in *Seminar Nasional – XX, Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di*

- Industri*, 2021, no. November, pp. 43–51.
- [6] A. Toteles and F. Alhaffis, “ANALISIS MATERIAL KONTRUKSI CHASIS MOBIL LISTRIK LAKSAMANA V2 MENGGUNAKAN SOFTWARE AUTODESK INVENTOR,” *Mach. J. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 1, pp. 30–37, 2021.
- [7] R. Anggara Syinta, “Analisis Dan Pembuatan Chassis Tipe Ladder Frame Mobil Kmhe Urban Concept Menggunakan Metode Simulasi Dan Pahl And Beitz,” *ENOTEK J. Energi dan Inov. Teknol.*, vol. 1, no. 01, pp. 14–18, 2021, doi: 10.30606/enotek.v1i01.1000.
- [8] Y. Mishra, “Design & Analysis of Ladder Frame Chassis,” *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 8 Aug 2020, pp. 3695–3704, 2020.
- [9] M. D. Vijayakumar, C. Ramesh Kannan, S. Manivannan, J. Vairamuthu, S. Tilahun, and P. M. Bupathi Ram, “Finite Element Analysis of Automotive Truck Chassis,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2020, vol. 988, no. 1, doi: 10.1088/1757-899X/988/1/012114.
- [10] A. Ranjith, K. Balaji Rao, and K. Manjunath, “Evaluating the effect of corrosion on service life prediction of RC structures – A parametric study,” *Int. J. Sustain. Built Environ.*, vol. 5, no. 2, pp. 587–603, 2016, doi: 10.1016/j.ijsbe.2016.07.001.
- [11] Ashish and S. Jain, “Remaining Service Life Assessment of Existing Concrete Road Bridge Subjected To Corrosion,” *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 07, no. July, pp. 4021–4026, 2020.
- [12] Irham Hunafa S and E. Moralista, “Penentuan Laju Korosi dan Sisa Umur Pakai (Remaining Service Life / Rsl) Discharge Conveyor Di PT Ganesa Korosi Indonesia Pada Site PT Amman Mineral Nusa Tenggara , Kabupaten Sumbawa Barat Provinsi Nusa Tenggara Barat Determination of Corrosion Rate and,” in *Prosiding Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung*, 2018, pp. 233–242.
- [13] N. Yulianto and R. Winarso, “Analisa Tegangan Pada Rangka Prototype Kendaraan Buge Menggunakan Elemen Hingga,” *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 1, pp. 10–18, 2012.
- [14] M. D. Arwan and A. I. Wulandari, “Analisa fatigue life konstruksi geladak pada kapal Landing Craft Tank menggunakan metode elemen hingga,” *TURBO J. Progr. Stud. Tek. Mesin UM Metro*, vol. 10, no. 1, pp. 77–83, 2021.
- [15] F. A. Budiman, A. Septiyanto, S. Sudiyono, A. D. N. I. Musyono, and R. Setiadi, “Analisis Tegangan von Mises dan Safety Factor pada Chassis Kendaraan Listrik Tipe In-Wheel,” *Jurnal Rekayasa Mesin*, 2021. .
- [16] T. Mulyanto and A. D. Spto, “Analisis Tegangan Von Mises Poros Mesin Pemotong Umbi-Umbian Dengan Software Solidworks,” *J. PRESISI*, vol. 18, no. 2, pp. 24–29, 2017, [Online]. Available: <https://ejournal.istn.ac.id/presisi/article/view/122>.
- [17] H. Isworo, A. Ghofur, and G. Rudi, “Analisis displacement pada chassis mobil listrik wasaka 1),” *Elem. J. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 94–104, 2019, doi: <https://doi.org/10.34128/je.v6i2.1031>.
- [18] K. Febriani, E. Moralista, P. Ep, and S. Field, “Penentuan Laju Korosi dan Sisa Umur Pakai (Remaining Service Life / RSL) pada Pipa Transportasi Gas Bumi di PT Pertamina Ep Asset 3 Subang Field Kecamatan Cilamaya Utara Kabupaten Karawang Provinsi Jawa Barat,” in *Prosiding Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik,*

- Universitas Islam Bandung*, 2018, pp. 32–40.
- [19] M. G. Fajrin, Widianoro, and Heri Zainuddin, “Analisis Elemen Hingga Bagian Penekuk pada Mesin Pembuat Begel Baja Tulangan 8 mm,” *J. Suara Tek.*, vol. 13, no. 1, pp. 6–11, 2022.