

## MODIFIKASI DESAIN CHASIS KENDARAAN HYBRID PADA BUS SCANIA K360IB

**Riyan Ariyansah**

Universitas Singaperbangsa Karawang

Jalan HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Puseurjaya, Telukjambe Timur,  
Kabupaten Karawang

### ABSTRAK

Mobil hybrid sebuah mobil yang menggabungkan mesin dengan menggunakan bahan bakar minyak dan mesin dengan penggerak motor menggunakan tenaga baterai. Ada beberapa tujuan dari teknologi mobil Hybrid, seperti mobil irit bahan bakar, peningkatan tenaga mobil dan daya tambahan untuk penambahan alat yang menggunakan daya listrik pada mobil, seperti audio.

Tujuan penelitian yang hendak dicapai yaitu menentukan pilihan varian terbaik dalam modifikasi kendaraan bus hybrid, yang dilihat dari beberapa faktor terutama dari safety, menentukan disain kerangka yang akan dimodifikasi lalu dilakukan perubahan menjadi kendaraan bus hybrid dengan menentukan varian terbaik, setelah dilakukan pemilihan varian maka didapatkan hasil pemilihan varian kendaraan bus hybrid, dan dari hasil tersebut mana yang lebih menguntungkan untuk digunakan.

Setelah dilakukan pembuatan varian konsep, maka dipilih varian ke 1 dari hasil kombinasi prinsip yang terdapat pada tabel 3.12 dengan beberapa pertimbangan di atas dihasilkan variasi-variasi varian 1 : 1,1 : 2,2 : 3,1 : 4,2 : 5,1 : 6,2 : 7,1. Sedangkan dari sisi keamanan rangka chasis kendaraan bus hybrid dari perhitungan diatas, di dapatkan nilai tegangan Von Mises maksimum pada rangka kotak hollow sebesar dengan perhitungan manual sedang dengan menggunakan software sebesar .

Daya mesin (Power) sebesar 1.749 rpm, sedangkan daya tarik (HP) sebesar 3.93 Hp.

**Kata kunci :** Daya mesin, Bus Hybrid, safety.

### ABSTRACT

*Hybrid car a car that combines the engine using fuel oil and engine with motor griller using battery power. There are several goals of Hybrid car technology, such as fuel-efficient cars, increased car power and additional power for the addition of devices that use electric power on the car, such as audio.*

*The objective of this research is to determine the best variant choice in modification of hybrid bus vehicle, seen from several factors, especially from safety, to determine the design of the framework to be modified and then changed into a hybrid bus vehicle by determining the best variant, after choosing the variant, selection of hybrid bus vehicle variants, and from which results are more profitable to use.*

*After making the variant of the concept, then selected the 1st variant of the result of the combination of principles contained in table 3.12 with some of the above considerations variations of variations 1: 1,1: 2,2: 3,1: 4,2: 5, 1: 6,2: 7,1. While from the chassis safety side of the hybrid bus vehicle from the above calculation, get the maximum Von Mises voltage value on the hollow box frame with the calculation of the manual is using software. Engine power (Power) of 1749 rpm, while the attractiveness (HP) of 3.93 Hp.*

**Keywords:** Engine power, Hybrid Bus, safety

### I. PENDAHULUAN

Pada saat ini bus merupakan sarana transportasi kendaraan yang menarik untuk digunakan sebagai transportasi darat, karena memiliki kemampuan

Perkembangan bus di Indonesia memasuki tren model bus jenis high deck. Hadirnya peraturan pemerintah nomor 55 tahun 2012 tentang kendaraan baru. Pada tahun 2014 – 2015 muncul karoseri menawarkan bus berlantai tinggi atau high deck (HD) baik itu

high deck, SHD (single high deck) dan DD (double deck).

Pada saat ini perkembangan di dunia industri yang cukup ketat pada saat ini, mendorong perkembangan teknologi yang efisiensi dan inovasi dalam proses desain kendaraan dengan tidak mengabaikan kualitas yang dihasilkan. Dengan memanfaatkan teknologi modeling dengan menggunakan software CAD dalam melakukan perancangan dan menggunakan software CAE sebagai pengujian pembebanan untuk mengetahui kinematika, dinamika serta analisa struktur bus, merupakan hal yang tidak bisa dihindari lagi dalam mendesain. Melakukan perhitungan teoritis untuk memperbaiki struktural dan desain frame yang optimal yang berpengaruh terhadap getaran dan pengujian dinamis.

Dengan menggunakan pengujian elem hingga maka dapat menganalisa frame bus dengan kondisi beban dan bending penuh, sehingga terjadi deformasi frame dan mengetahui distribusi tegangan. Bahwa chasis yang optimal mampu meningkatkan stabilitas dan memperbaiki kondisi tumpuan. Berdasarkan latarbelakang diatas perlu diadakan indentifikasi masalah yang dipengaruhi, oleh desain chasis bus hybrid yang kuat dan kokoh dan baik dari sisi kontruksi degin rangka untuk menetapkan dan menaruh beban pada kendaraan. Berdasarkan uraian tersebut, maka dapat diidentifikasi parameter statik, chasis kendaraan sebagai berikut :

- Mendapatkan desain chasis kendaraan bus hybrid yang sesuai.
- Mendapatkan bentuk chasis kendaraan bus hybrid yang dapat meredam getaran.

**II. TUJUAN**

Tujuan penelitian yang hendak dicapai yaitu:

1. Menentukan pilihan varian terbaik dalam mendesain chasis kendaraan bus hybrid, yang dilihat dari beberapa faktor terutama dari stress von mises, analisis displacement, dan analisis strain.
2. Seberapa besar tegangan yang terjadi pada chasis bus.
3. Mendapatkan penempatan baterai, mesin, dan tangki yang optimal.

Dalam penelitian ini dibatasi hanya konstruksidesain rangka, *safety*, pembebanan kendaraan (penempatan mesin dan baterai) konsep perancangan

menggunakan urlih & eppinger. Kemudian menggambar desain chasis kendaraan bus *hybrid* menggunakan *Software ProEngineering*, Yaitu *CAD (Computer-Aided Design)* dan *CAE (Computer-Aided Engineering)*.

**III. METODE PENELITIAN**



Gambar 3.1 Skema metode perancangan

**Perancangan Konsep Black Box**

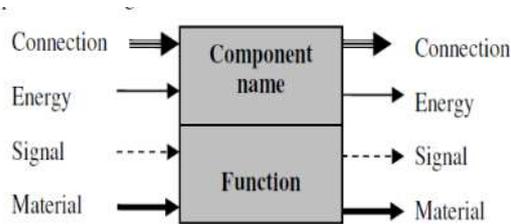
Fungsional adalah gambar kotak hitam yang berkaitan dengan struktur fisik dari artefak teknis. Sekarang tugas desainer untuk mengisik kotak hitam inidengan struktur fisik seperti bahwa struktur ini akan mewujudkan fungsi yang ditunjukkan. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.2 Konsep Black Box

Karena itu Output dari proses desain, adalah deskripsi dari struktur fisik yang memadai melakukan fungsi yaitu, dengan desain (dapat diambil serta menyertakan manual kepada pengguna). Ditentukan dari proses desain, dua pengamat dapat dilakukan. Pertama, desainer berhasil, mendapatkan jarak antar gambaran fungsi dan secara sistematis mereka menggunakan segala macam metode desain untuk membantu mereka memecahkan masalah desain.

Menyerasikan pendekatan kombinasi seperti yang disarankan oleh metode morfologi, konsep yang menghasilkan, salah satunya dapat di tujukkan pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Konsep Diagram Fungsi-Komponen

### Struktur Fungsi

Untuk menetapkan fungsi-fungsi yang di harapkan dan batas sistem dari rancangan baru. Penetapan fungsi-fungsi (*establishing functions*) ini bertujuan untuk menentukan fungsi-fungsi yang terjadi dalam satu rancangan metode yang dipakai adalah analisis fungsional. Langkah-langkah yang dilalui adalah pembuatan model sistem kotak hitam yaitu menyatakan fungsi keseluruhan dari rancangan produk dalam bentuk konversi input menjadi output. Kemudian memecahkan fungsi keseluruhan ke dalam serangkaian sub-sub fungsi yang esensial dan menggambarkan sebuah diagram blok yang menunjukkan interaksi antara sub-sub fungsi tersebut kedalam sebuah diagram blok.

Metode analisa fungsi memberikan sejumlah pertimbangan fungsi pokok dan level, dimana sebuah masalah di alamatkan fungsi pokok adalah perlengkapan, produk atau sistem yang di desain harus memuaskan tidak masalah komponen fisik apa yang digunakan.

#### 1. Mengekspresikan keseluruhan fungsi desain yang berkenan dengan input ke output

Poin awal metode ini mengkonsentrasikan pada apa yang akan dicapai melalui sebuah

desain baru dan tidak pada bagaimana hal tersebut tercapai.

#### 2. Melakukan perincian terhadap keseluruhan fungsi ke dalam seperangkat sub fungsi pokok.

Biasanya konversi dari set input ke dalam satu set output adalah merupakan suatu tugas yang komplek di dalam kotak hitam yang mana harus diperinci ke dalam sub tugas atau sub fungsi tidak ada tujuan yang benar-benar, cara yang sistematis untuk melakukannya

#### 3. Menggambar sebuah diagram blok yang menunjukkan interaksi antara sub fungsinya

Sebuah diagram blok berisikan semua sub fungsi yang teridentifikasi secara terpisah dengan menyertakan mereka di dalam kotak-kotak yang berhubungan bersama melalui input dan output mereka sehingga memuaskan keseluruhan fungsi dari produk atau peralatan yang didesain.

#### 4. Menggambar batas sistem

Dalam menggambar diagram balok anda juga memerlukan pembuatan keputusan mengenai tingkat yang tepat dan lokasi dari batasan. Seperti contoh, tidak dapat melepaskan input atau output dalam diagram kecuali hal yang keluar dari batasan sistem.

#### 5. Meneliti komponen-komponen yang sesuai untuk melakukan sub fungsi dan interaksinya.

Jika sub fungsi telah ditetapkan secara memadai pada level yang sesuai, kemudian dimungkinkan untuk diidentifikasi komponen yang sesuai untuk tiap sub fungsi.

#### 6. Matrik Sub Fungsi Marfologi Chart

*Morphological Chart* adalah suatu daftar atau ringkasan dari analisis perubahan bentuk secara sistematis untuk mengetahui bagaimana bentuk suatu produk dibuat. Kombinasi yang berbeda dari sub solusi dapat dipilih dari chart mungkin dapat menuju solusi baru yang belum teridentifikasi sebelumnya. *Morphological Chart* berisi elemen-elemen, komponen-komponen atau sub-sub solusi yang lengkap yang dapat dikombinasikan.

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Mendaftar/membuat daftar yang penting bagi sebuah produk. Daftar tersebut haruslah meliputi seluruh fungsi pada tingkat generalisasi yang tetap.

2. Daftar setiap fungsi yang dapat dicapai yang menentukan komponen apa saja untuk mencapai fungsi. Daftar tersebut meliputi gagasan baru bagaimana komponen-komponen yang ada dari bagian solusi.

3. Menggambar dan membuat sebuah *chart* untuk mencantumkan sesuai kemungkinan-kemungkinan hubungan solusi.

4. Identifikasi kelayakan gabungan/kombinasi sub-sub solusi.

Tujuan utama dari metode ini adalah untuk memperluas penelitian terhadap solusi baru yang mungkin. *Morfologi* yang dimaksud adalah mempelajari suatu bentuk atau susunan maka analisis *morfologi* adalah suatu usaha yang sistematis untuk menganalisa bentuk yang terdapat suatu mesin atau produk, dan grafik morfologi adalah penggambaran secara ringkas dari kesimpulan analisa ini.

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Daftar Spesifikasi**

Daftar spesifikasi ini didapat berdasarkan keinginan dari kostumer melalui kuesioner yang selanjutnya diperbaiki dan diperluas persyaratannya menggunakan pemeriksaan dan perencanaan yang selanjutnya dimasukan kedalam daftar spesifikasi yang dibedakan berdasarkan tuntutan dan keinginan.

Table 4.1 Daftar Spesifikasi.

Univ Pancasila	Halaman 1
Daftar spesifikasi	D/W
<b>Geometri</b>	
<i>Desain</i> yang dibuat adalah <i>Charis</i> kendaraan bus scania K360 IB	D
Ukuran: 11.790 x 2.500 x 300 mm.	W
<b>Mesin</b>	
13 liter DC13 108 EURO3	D
4-stroke 6-silinder in-line, 4-katup per silinder,	D
Turbo-charged, Intercooler, Scania PDE injeksi	W
(Memisahkan injector Unit elektromagnetik terkontrol)	W
<b>Keamanan dan ergonomis</b>	
Tidak membahayakan saat terjadi tubrukan	D
Mampu menahan getaran	D
Kuat dan handal di berbagai kontur jalan.	D
Nyaman pada saat digunakan	D
<b>Penghambat</b>	
Scania Retarder – kontrol otomatis dan manual	W
<b>Transmisi</b>	

R660, gigi rasio 2,73	W
6 Speed	W
<b>Sistem bahan bakar</b>	
Kapasitas tangki 310 liter	D
Filter bahan bakar dengan pemisah air	W
<b>Rem dan Keselamatan</b>	
Rem Cakram pada roda depan dan belakang	W
Rem udara penuh dengan sirkuit independen untuk depan dan belakang	W
Dikontrol dengan <i>elektronik anti-lock braking system</i>	W
Katup interlock dengan rem parkir	D
<b>Sistem kelistrikan</b>	
Alternator : 150A + 150A	D
Master Switch: Terletak di baterai	W
Baterai : 2 x 220 kapasitas Ah (bebas perawatan)	W

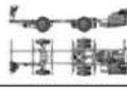
Keterangan:

D: kebutuhan yang harus dipenuhi (tuntutan)

W: keinginan yang memungkinkan untuk dilakukan

**Morfologi chart**

Tabel 4.2 Morfologi Chart

NO	Solusi		Solusi 1	Solusi 2
	Sub Fungsi Solusi			
1	Engine			
2	Transmisi			
3	Chassis			
4	Sistem Suspensi			
5	Body			
6	Sistem Steering			
7	Sistem Pengereman			

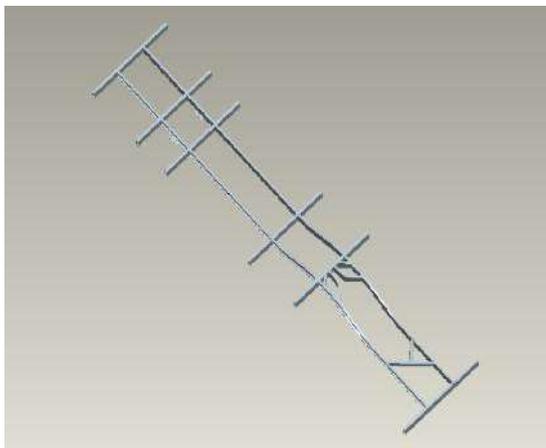
**Tabel 4.3.** Pemilihan Morfologi Chart

NO	Sub Fungsi Solusi	Solusi	Solusi 1	Solusi 2
1	Engine			
2	Transmisi			
3	Chassis			
4	Sistem Suspensi			
5	Body			
6	Sistem Steering			
7	Sistem Pengereman			

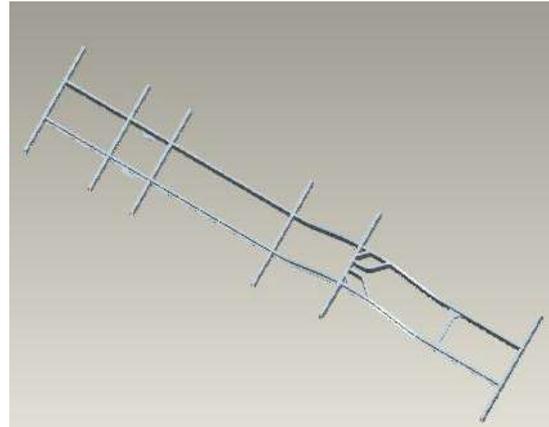
V1
V2

**Varian terpilih**

Varian 1 : 1,1 : 2,2 : 3,1 : 4,2 : 5,1 : 6,2 : 7,1  
 Varian 2 : 1,2 : 2,1 : 3,2 : 4,1 : 5,2 : 6,1 : 7,2



Gambar 4.1 Varian 1



Gambar 4.2 Varian 2

Menentukan nilai keseluruhan varian konsep (*Determining Overall Weighing Value/OWV*) Untuk menentukan rating tiap varian diatas maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$WRJ = \frac{owvj}{V \max \cdot \sum_{i=1}^n Wi}$$

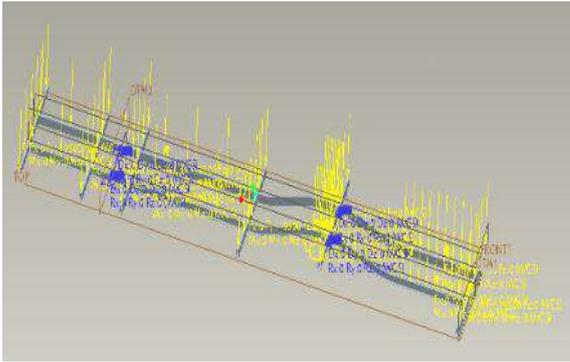
Varian 1  $WRJ = \frac{3,7925}{2 \times 9} = 0,21$

Varian 2  $WRJ = \frac{3,48}{2 \times 9} = 0,19$

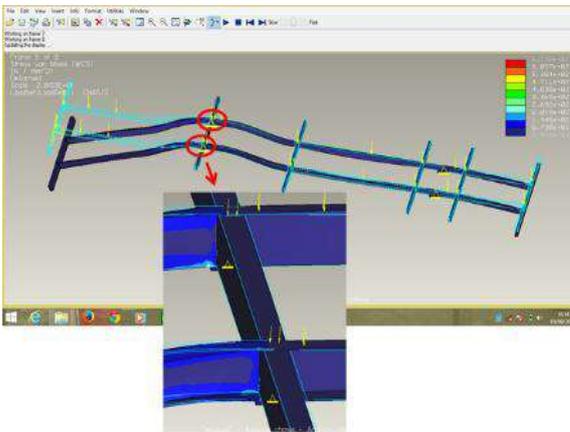
Setelah rating dari kedua varian diketahui maka untuk perencanaan selanjutnya dipilih varian ke 1 karena memiliki rating paling tinggi.

**Hasil Analisis Rancangan**

Sebelum melakukan perhitungan peneliti melakukan pengujian simulasi terlebih dahulu. Simulasi pertama diambil dari keadaan standar chassis, dan dua keadaan yang dimodifikasi pada bagian belakang. Dimana perhitungan tersebut diantaranya analisis *stress von mises*, *analisis displacement*, dan analisis *strain*.

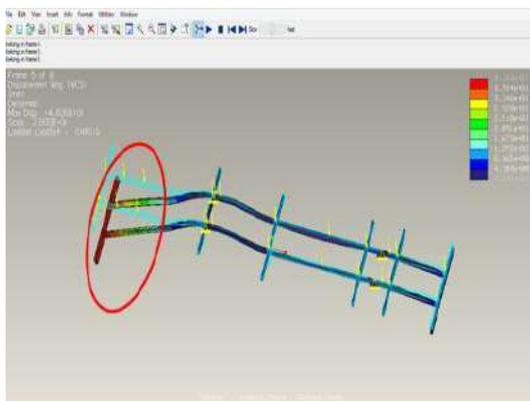


Gambar 4.3 Daerah/titik yang dilakukan pembebanan



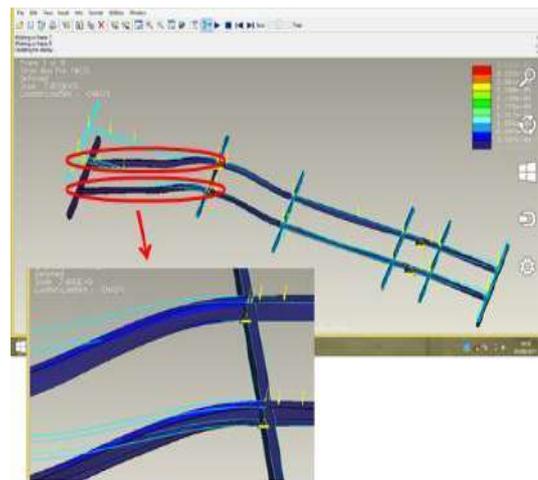
Gambar 4.4 Hasil Analisis *Stress Von Mises*

Setelah dilakukan pengujian peneliti menemukan permasalahan pada bagian belakang chasis. Daerah sambungan antara rangka chasis dengan penopang rangka untuk ke bodi kendaraan. Dimana terjadi tegangan yang besar dan terjadi pengaruh yang cukup besar. Dari hasil analisis yang dilakukan menunjukkan nilai *stress von mises* terbesar adalah  $6,730 \times 10^2 \text{ N/mm}^2$  dan terjadi pada bagian yang diberi tanda lingkaran merah.



Gambar 4.5 Hasil Analisis *Displacement*

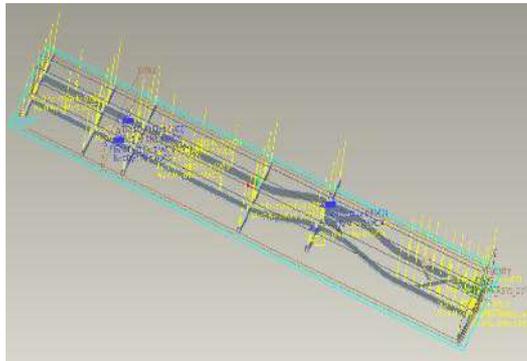
Selanjutnya pada tahap berikutnya peneliti melakukan analisa *displacement*. Untuk mengetahui daerah yang krusial pada saat pembebanan. Dimana daerah ini berhubungan dengan penempatan mesin pada bagian belakang kendaraan. Selain itu bagian ini sekaligus menopang bodi kendaraan pada bagian kendaraan. Dari hasil analisis yang dilakukan menunjukkan *displacement* terbesar adalah  $4.183 \times 10^1 \text{ mm}$  dan terjadi pada bagian yang diberi tandalingkaran merah. Dengan melihat gambar 4.5 diatas maka, peneliti berencana melakukan modifikasi pada bagian yang berwarna biru kerah hijau hingga merah. Dengan penambahan part atau komponen bisa mengurangi pembebanan kendaraan. Serta mengurangi *displacement* pada bagian belakang chasis tersebut. Tetapi tidak membahas jenis material dan biayanya.



Gambar 4.6 Hasil Analisis *Strain*

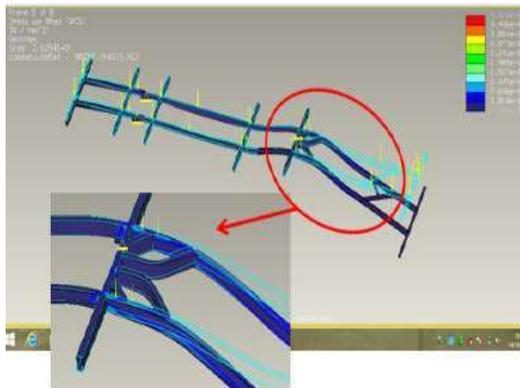
Selanjutnya peneliti ingin mengetahui analisis strain pada titik lain. Setelah diamati ternyata terjadi tegangan pada daerah chasis dengan rangka untuk menopang bodi kendaraan. Menurut peneliti daerah ini cukup krusial karena berpengaruh pada penempatan mesin, rangka bagian tengah dan ban bageian belakang. Dari hasil analisis yang dilakukan menunjukkan *strain* terbesar adalah  $3.503 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$  dan terjadi pada bagian yang diberi tanda lingkaran merah. Maka peneliti mempunyai ide untuk mengubah penempatan rangka untuk penopang bodi kendaraan dan sedikit dimodifikasi pada bagian penghubung tersebut. Dengan dilakukan penambahan

part bisa mengurangi analisis strain yang didapat.



Gambar 4.7 Pembebanan yang terjadi pada Chasis

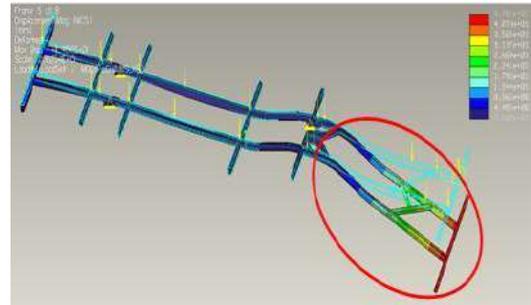
Pada tahap kedua peneliti melakukan pembebanan pada semua bagian untuk mengetahui daerah mana saja yang menjadi prioritas yang akan dibandingkan dengan varian 2. Pembebanan sama seperti gambar 4.7 dilakukan pembebanan yang sama pada semua titik. Dengan gambar yang sudah dimodifikasi.



Gambar 4.8 Hasil Analisis Stress Von Mises

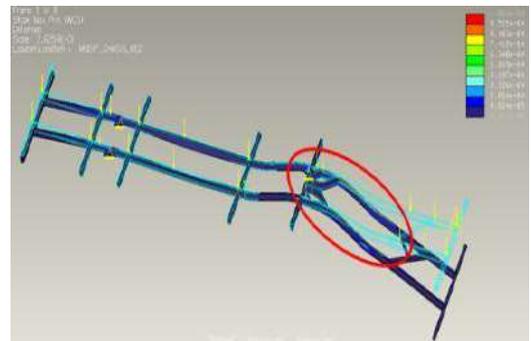
Pada tahap ini peneliti telah melakukan modifikasi pada bagian chasis yang berhubungan dengan penempatan mesin dan bagian belakang chasis. Penambahan ini komponen miring pada bagian kiri dan kanan. Sedangkan pada bagian tengah semacam huruf y dinamakan fungsinya untuk menyerap energi pada bagian tengah. Serta mengurangi tegangan pada penopang (rangka tengah) yang berhubungan dengan bodi kendaraan. Dari hasil analisis yang dilakukan menunjukkan *stress von mises* terbesar adalah  $3.818 \times 10^2 \text{ N/mm}^2$  dan terjadi pada bagian yang diberi tanda lingkaran merah. Dapat dilihat daerah yang

berwarna biru muda sampai dengan merah. Bila dibandingkan dengan gambar 4.8 terjadi perbedaan yang cukup besar  $\pm 50\%$  dari data awal. Dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.9 Hasil Analisis *Displacement*

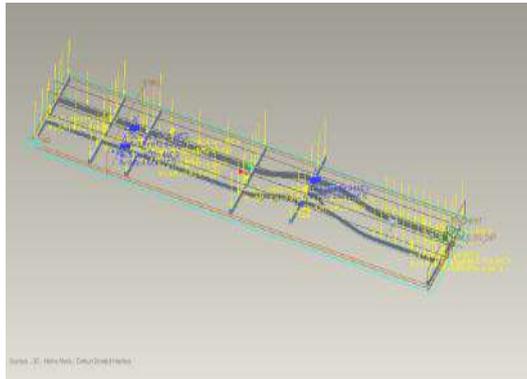
Dengan penambahan komponen pada chasis berakibat terjadi perubahan pada *displacement*. Dapat dilihat pada gambar 4.9 dengan nilai *displacement* terbesar adalah  $4.183 \times 10^1 \text{ mm}$ . Kenaikan  $\pm 10\%$  dari data pengujian awal. Dari hasil analisis yang dilakukan menunjukkan *displacement* terbesar adalah  $4.481 \times 10^1 \text{ mm}$  dan terjadi pada bagian yang diberi tanda lingkaran merah. Kenaikan ini karena dipengaruhi oleh penambahan komponen menyilang pada gambar 4.9 yang diberi lingkaran merah.



Gambar 4.10 Hasil Analisis *Strain*

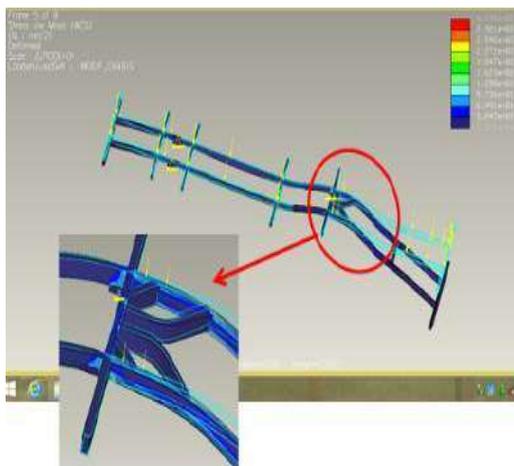
Setelah dilakukan penambahan komponen pada chasis maka langkah selanjutnya mengetahui nilai strain pada chasis tersebut. Dengan penambahan komponen maka dapat mengetahui analisis strain pada titik lain. Setelah diamati ternyata terjadi tegangan pada daerah chasis dengan rangka untuk menopang bodi kendaraan. Menurut peneliti daerah ini cukup krusial karena berpengaruh pada penempatan mesin, rangka bagian tengah dan ban bagian belakang. Dari hasil analisis yang dilakukan menunjukkan *strain*

terbesar adalah  $1.063 \times 10^{-3} \text{N/mm}^2$  dan terjadi pada bagian yang diberi tanda lingkaran merah. Bila dibandingkan dengan gambar 4.12 terjadi perubahan yang sangat besar  $\pm 60$  s/d 70%. Ternyata dengan penambahan komponen/part ini mempengaruhi pembebanan pada bagian belakang chasis.



Gambar 4.11 Pembebanan yang terjadi pada Chasis

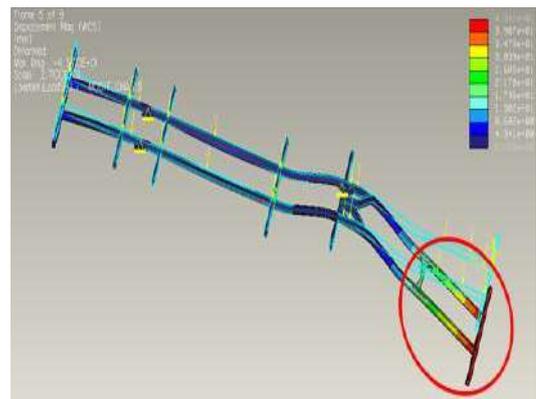
Pada tahap ketiga peneliti melakukan pembebanan pada semua bagian untuk mengetahui daerah mana saja yang menjadi prioritas yang akan dibandingkan dengan varian 1. Pembebanan sama seperti gambar 4.7 dilakukan pembebanan yang sama pada semua titik. Dengan gambar yang sudah dimodifikasi.



Gambar 4.12 Hasil Analisis *Stress Von Mises*

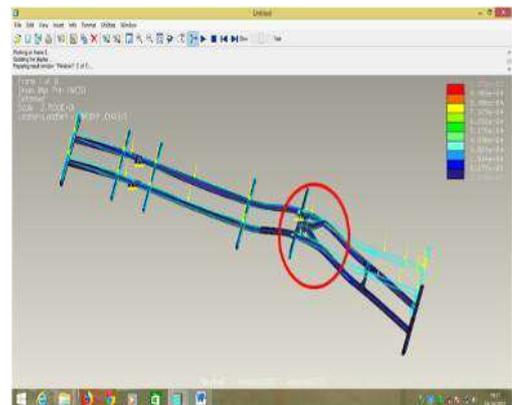
Pada tahap ini peneliti telah melakukan modifikasi pada bagian chasis yang berhubungan dengan penempatan mesin dan bagian belakang chasis. Penambahan ini komponen miring pada bagian kiri dan

kanan. Sedangkan pada bagian tengah semacam huruf y dinama fungsinya untuk menyerap energi pada bagian tengah. Serta mengurangi tegangan pada penopang (rangka tengah) yang berhubungan dengan bodi kendaraan. Dari hasil analisis yang dilakukan menunjukkan *stress von mises* terbesar adalah  $3.245 \times 10^2 \text{N/mm}^2$  dan terjadi pada bagian yang diberi tanda lingkaran merah, terlihat daerah yang berwarna merah kecil. Bila dibandingkan dengan gambar 4.8 terjadi perbedaan yang cukup besar  $\pm 50\%$  dari data awal.



Gambar 4.13 Hasil Analisis Displacement

Dengan penambahan komponen pada chasis berakibat terjadi perubahan pada displacement. Dapat dilihat pada gambar 4.9 dengan nilai *displacement* terbesar adalah  $4.183 \times 10^1 \text{ mm}$ . Kenaikan  $\pm 10\%$  dari data pengujian awal. Dari hasil analisis yang dilakukan menunjukkan *displacement* terbesar adalah  $4.341 \times 10^1 \text{ mm}$  dan terjadi pada bagian yang diberi tanda lingkaran merah.



Gambar 4.14 Hasil Analisis Strain

Setelah dilakukan penambahan komponen pada chasis maka langkah selanjutnya mengetahui nilai strain pada chasis tersebut.

Dengan penambahan komponen maka dapat mengetahui analisis strain pada titik lain. Setelah diamati ternyata terjadi tegangan pada daerah chasis dengan rangka untuk menopang bodi kendaraan. Menurut peneliti daerah ini cukup krusial karena berpengaruh pada penempatan mesin, rangka bagian tengah dan ban bagian belakang. Dari hasil analisis yang dilakukan menunjukkan strain terbesar adalah  $1.056 \times 10^{-3} \text{N/mm}^2$  dan terjadi pada bagian yang diberi tanda lingkaran merah. Bila dibandingkan dengan gambar 4.11 terjadi perubahan yang sangat besar  $\pm 60$  s/d 70%. Ternyata dengan penambahan komponen part ini mempengaruhi pembebanan pada bagian belakang chasis.

## V. KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian mengenai modifikasi desain chasis *hybrid* pada bus scania K360IB 4x2, maka penelitian menyimpulkan sebagai berikut :

1. Melakukan modifikasi desain chasis *hybrid* pada bus scania K360IB 4x2, dengan melihat desain chasis pada umumnya disini peneliti coba untuk melakukan pengujian secara simulasi. Pada saat melakukan pengujian peneliti memahami beberapa faktor terjadinya tegangan pada *stress von mises*, *analisis displacement*, dan analisis *strain*. Akhirnya peneliti mencoba melakukan penambahan komponen pada bagian chasis untuk mengurangi *stress von mises*, *analisis displacement*, dan analisis *strain*. Setelah dilakukan penambahan komponen terjadi penambahan dan pengurangan pada nilai *stress von mises*, *analisis displacement*, dan analisis *strain*.
2. Setelah dilakukan pembuatan varian konsep, maka dipilih varian ke 1 dari hasil kombinasi prinsip yang terdapat pada tabel 3.12 dengan beberapa pertimbangan di atas dihasilkan variasi-variasi varian 1 : 1,1 : 2,2 : 3,1 : 4,2 : 5,1 : 6,2 : 7,1.
3. Dari sisi keamanan rangka chasis roda tiga dari perhitungan diatas, di dapatkan nilai tegangan *Von Mises* maksimum pada rangka kotak *hollow* sebesar

$$\sigma_{\max} = 46,15 \text{ N/mm}^2 \text{ dengan}$$

perhitungan manual sedang dengan menggunakan software sebesar  $3.24 \times 10^2 \text{ Mpa}$ .

4. Daya Mesin (Power) sebesar 1.749 rpm, dan daya Tarik (HP) sebesar 3.93 HP

## DAFTAR PUSTAKA

1. Costin, Michael and Phipps, David. Racing and Sports Car Chassis Design. London: B. T. Batsford Ltd.
2. Dario Croccolo\* – Massimiliano De Agostinis – Nicolò Vincenzi Structural Analysis of an Articulated Urban Bus Chassis via FEM: a Methodology Applied to a Case Study *Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering* 57(2011)11, 799-809 Paper received: 05.04.2011 DOI:10.554.5/sv-jme.2011.077.
3. Analysis Shuli Sun, Jun Zhang, Zhenhao Peng, A Study of the Dynamic Characteristics of Transport Bus Frame using Finite Element SHULI SUN *et al*: A STUDY OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF TRANSPORT BUS FRAME USING.
4. Ulrich. T karl Steven D. Eppinger perancangan & pengembangan produk. Penerbit salemba teknika., jakarta 2001.
5. Keith J. Wakeham. Introduction To Chassis Design. Newfoundland and Labrador: Memorial University. 2009.
6. Jason C. Brown, A. John Robertson, Stan T. Serpento. Motor Vehicle Structure: Concepts and Fundamentals. Oxford: Elsevier Ltd. 2002.
7. Julian Happian-Smith. An Introduction to Modern Vehicle Design. New Delhi: Butterworth-Heinemann. 2003.
8. M.J. Nunney. Light and Heavy Vehicle Technology, fourth edition. Oxford: Elsevier Ltd. 2007.
9. Hibbler, R. C. Engineering Mechanics Statics, Twelfth Edition. New Jersey: Prentice Hall. 2011.

10. Hibbler, R. C. *Mechanics of Materials*, Eighth Edition. New Jersey: Prentice Hall. 2011.
11. T.A.Stolarski, Y.Nakasone and S.Yoshimoto. *Engineering Analysis With ANSYS Software*. Oxford: Elsevier Ltd. 2006.
12. S. Ganesan And K. Panneerselvam Sathyabama University, Chennai, India *Vibration Reduction In Conventional Vehicles By Increasing The Stiffness On The Chassis Frame Arpn Journal Of Engineering And Applied Sciences* ©2006-2015 Asian Research Publishing Network (Arpn). All Rights Reserved.
13. Gaurav Goel, Rajat Garg, Tarun Ranjan, Pratyanshu Soni and Baskar P. Department of Automotive Engineering, SMEC, VIT University, Vellore, Tamil Nadu, India *Structural And Modal Analysis Of A Ladder Frame Chassis ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences* ©2006-2016 Asian Research Publishing Network (ARPN). All rights reserved ISSN 1819-6608.
14. Finite Element Analysis and Optimal Design for the Frame of SX360 Dump Trucks Yuan Ren, Yongchang Yu, Binbin Zhao, Chuanhui Fan, He Li Available *Procedia Engineering* 174 ( 2017 ) 638 – 647
15. Mehdi Mahmoodi-k, Iraj Davoodabadi, Vinko Višnjić, Amir Afkar *Stress And Dynamic Analysis Of Optimized Trailer Chassis Analiza naprezanja i dinamička analiza optimirane šasiije prikolice* ISSN 1330-3651.
16. Miranda, Dr jose Carlos *product design techiques for robustness, reliability and optimization.*, 2004