

**PERENCANAAN *FRAME* DAN RANGKAIAN *ELECTRIC*
BERBASIS *HYBRID-ELECTRIC VEHICLES* (HEVs) MENUJU UNDIKSHA GO
*GREEN***

(Studi Kasus di Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja)

Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Kejuruan
Universitas Pendidikan Ganesha
Singaraja, Indonesia

email: rihendra_dantes@yahoo.co.id

Abstrak

Hybrid merupakan salah satu solusi untuk menciptakan transportasi yang efisien dan ramah lingkungan. Berdasarkan pra-survey yang dilakukan, keadaan lingkungan Universitas Pendidikan Ganesha sangat tidak kondusif artinya, lalu lintas di dalam kampus yang bising dan tidak kondusif menyebabkan kenyamanan dalam melakukan proses belajar mengajar bias dibilang tidak maksimal. Melalui proposal ini direncanakan sebuah transportasi lokal di lingkungan Universitas Pendidikan Ganesha untuk menciptakan lingkungan kampus lebih nyaman dan kondusif. Lebih lanjut, topik dalam penelitian ini: Perencanaan Transportasi Lokal Berbasis *Hybrid-Electric Vehicles* (HEVs) Ramah Lingkungan. (Studi Kasus di Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja).

Perancangan transportasi lokal ini dilakukan melalui 4 fase, yaitu: (1) Survey dan Analisis Kondisi Umum, (2) Studi Pustaka (Kajian Teori dan Emperik), (3) Analisis Proses, serta (4) Perancangan *frame Hybrid-Electric Vehicles, Electric System, Internal Combustion Engine*.

Kata Kunci : Transportasi Lokal, Universitas Pendidikan Ganesha, *Hybrid-Electric Vehicles* (HEVs),

Abstract

Hybrid is one of the solutions to create efficient transport and environmentally. Based on the pre-survey, environmental conditions in the Ganesha Education University, on-campus traffic is noisy and not conducive cause comfort in the teaching and learning process is arguably no maximum. This study to plan a local transportation in the Ganesha Education University to create a more comfortable environment and conducive environment.

This study uses research R & D, where local transportation planning is conducted through four phases : 1) Survey and Analysis of the General Conditions, (2) Library Studies (Theory and Assessment Emperik), (3) Process Analysis, and (4) The design of the frame and Hybrid-Electric Vehicles Electric Vehicles System.

Keywords: Local Transport, Ganesha Education University, Hybrid-Electric Vehicles (HEVs)

PENDAHULUAN

Teknologi otomotif merupakan salah satu teknologi yang berkembang dengan sangat cepat. Pesatnya perkembangan otomotif akan membuka peluang dan tantangan untuk menciptakan (*to create*), teknologi-teknologi dalam bidang otomotif secara tepat dan akurat. Transportasi merupakan suatu hal yang sangat berharga di era globalisasi untuk menyokong individu dalam melakukan suatu aktivitas. Pengembangan-pengembangan teknologi dalam bidang otomotif dikembangkan untuk mencari sebuah energy terbrukan sehingga efisiensi penggunaan bahan bakar dan menekan emisi gas buang pembakaran sehingga polusi udara bisa diminimalisir. Menipisnya cadangan energi minyak bumi dan tingginya tingkat polusi udara yang disebabkan oleh pemakaian kendaraan bermotor merupakan permasalahan yang harus segera diatasi. Salah satu solusi yang paling memungkinkan untuk saat ini adalah *Hybrid Electric Vehicles* (HEVs). HEVs mengkombinasikan mesin bakar dan motor listrik untuk meminimumkan penggunaan mesin bakar sehingga akan dicapai tingkat konsumsi bahan bakar dan tingkat polusi yang rendah.

Seperti yang dijelaskan di atas, perkembangan kendaraan listrik terakhir ini memang dipicu oleh persoalan ketersediaan sumber energi dan dampak pemakaian motor bensin terhadap lingkungan. Dalam konteks motor listrik, khususnya motor sinkron magnet permanen, sudah berhasil dikembangkan motor yang kompak dengan output yang besar serta memenuhi kriteria aplikasi otomotif. Bidang elektronika daya juga berkembang sehingga dihasilkan komponen dan sistem konversi elektronik yang kompak dengan efisiensi konversi yang tinggi, handal serta tetap ekonomis. Sedang perkembangan mikroelektronika telah memungkinkan penggunaan teknik kendali lanjut dalam mengatur motor listrik sehingga dihasilkan unjuk kerja yang tinggi.

Dengan demikian dapat dilihat bahwa kendaraan listrik merupakan salah satu

solusi penting untuk mengatasi persoalan yang berhubungan dengan polusi lingkungan, keterbatasan dan semakin berkurangnya persediaan bahan bakar konvensional, dan pemanasan global akibat tingginya penggunaan bahan bakar berbasis fosil dalam peralatan transportasi. Untuk itu perlu dilakukan upaya-upaya untuk mendukung perkembangan kendaraan listrik, khususnya di Indonesia.

Hybrid-Electric Vehicles (HEVs) merupakan penggabungan manfaat dari mesin konvensional (bensin) dan motor *Electric* (listrik) dan dapat dikonfigurasi untuk mendapatkan tujuan yang berbeda, seperti meningkatkan ekonomi bahan bakar, daya yang meningkat, atau daya tambahan untuk perangkat elektronik dan alat-alat listrik. Keuntungan dari mobil ini selain efisiensi bahan bakar konvensional (bensin), mobil ini merupakan mobil ramah lingkungan dimana penggunaan bahan bakar konvensional akan di hemat hingga 50 % dengan menggunakan penggerak motor listrik. Pergerakan kendaraan dengan motor bahan bakar konvensional (bensin) ini akan menghasilkan energy listrik yang akan tersimpan di battery sehingga jelas terlihat bahwa akan tereduksinya penggunaan bahan bakar konvensional (bensin) dan menurunnya pencemaran udara. Polusi suara yang di hasilkan akan lebih kecil dari kendaraan konvensional, sehingga kenyamanan lingkungan lebih di tingkatkan.

Melihat peningkatan volume pemakaian kendaraan di lingkungan kampus Universitas Pendidikan Ganeha Singaraja. Untuk itu dipandang perlu dilakukan sebuah perancangan transportasi lokal di lingkungan Universitas pendidikan Ganesha. Sasaran yang ingin dicapai dalam perancangan transportasi lokal ini, secara umum dapat dirumuskan sebagai berikut: "perancangan model transportasi lokal berbasis *Hybrid-Electric Vehicles* (HEVs) ramah lingkungan untuk mereduksi pencemaran udara dan juga mereduksi penggunaan bahan bakar konvensional (bensin) dalam rangka mewujudkan

kenyamanan lingkungan, dengan mengambil Universitas pendidikan Ganesha sebagai *pilot project*.

Secara substansial, tujuan dari perancangan transportasi lokal ini dapat diformulasikan sebagai berikut:

1. Terciptanya sebuah rancangan transportasi alternatif berbasis *Hybrid-Electric Vehicles* (HEVs) dalam rangka efisiensi penggunaan bensin di lingkungan undiksha.
2. Menciptakan lingkungan yang Nyaman di dalam kampus Undiksha
3. Mengurangi tingkat polusi udara di lingkungan kampus Undiksha

Adapun beberapa manfaat yang didapatkan dari perancangan model transportasi lokal berbasis Hybrid-Electric Vehicles (HEVs) ini adalah :

1. Bagi efisiensi penggunaan energi konvensional (bensin), rancangan transportasi ini akan memberi kesadaran dalam menggunakan energi konvensional dalam bertransportasi baik masyarakat umum atau individu atau kelompok individu di lingkungan UNDIKSHA yang dijadikan sebagai *pilot project*.
2. Bagi pengurangan polusi udara, perancangan transportasi lokal ini akan sangat mereduksi polusi udara karena transportasi ini berbasis *Hybrid-Electric Vehicles* (HEVs) artinya kendaraan ini 50% digerakan dengan menggunakan motor listrik. Sehingga polusi udara dan polusi suara dapat di tekan.
3. Bagi khalayak umum (masyarakat luas), perancangan transportasi lokal ini akan menjadi masukan untuk mengetahui manfaat dari transportasi berbasis *Hybrid-Electric Vehicles* (HEVs) yang nantinya sebagai bahan untuk pertimbangan dalam memilih jenis transportasi yang akan digunakan .

METODE

Hybrid-Electric Vehicles (HEVs) merupakan teknologi yang menggabungkan manfaat dari mesin konvensional (bensin)

dan motor *Electric* (listrik) sehingga dapat menghemat pemakaian bahan bakar minyak. Dengan meminimalkan pemakaian bahan bakar maka nilai ekonomis dari oprasinya dapat di tekan. Keuntungan darimobilini selain efisiensi bahan bakar konvensional (bensin) mobil ini merupakan mobil ramah lingkungan dimana hasil putaran mesin motor bakar akan dimanfaatkan dan disimpan dalam accu kemudian dipergunakan sebagai sumber energi motor listrik. Dari perancangan ini akan diharapkan dapat menghemat samapai 75 % pemakaian bahan bakar minyak.

Pencemaran udara dewasa ini sangat mempengaruhi peningkatan pemanasan global. Kontribusi yang paling besar menyumbangkan polutan adalah pada sektor transportasi. Dari data empirik yang di tunjukkan Claus Doll, tercatat mobil dan truk bertanggung jawa batas hampir 25% dari emisi CO₂, dan transportasi utama lainnya menyumbangkan pulutan mencapai 12% lagi. polusi udara ini 50% terjadi di daerah perkotaan.

Hybrid teknologi adalah sebuah penggabungan dua atau lebih sumber daya yang berbedasebagai tenaga penggerak kendaraan bermotor. Setiap transportasi yang menggunakan sumber listrik dua atau lebih diakui sebagai mobil hybrid. Manfaat utama dari teknologi mobil hybrid ini adalah konsumsi bahan bak yang lebih rendah sehingga tingkat emisinya juga rendah. Dengan terus meningkatnya teknologi terbaru, sistem hybrid tersebut juga dapat memberikan kinerja yang lebih baik.

Mobil hibrida juga dikategorikan menjadi beberapa jenis. Pada dasarnya, ada tiga jenis mobil hibrida: hibrida penuh, hybrid paralel dan mobil hibrida seri. Tipe pertama adalah mobil hibrida penuh. Karakteristik yang jelas dari jenis seperti mobil hibrida masih bisa menggerakkan mobil ke depan ketika berjalan perlahan-lahan tanpa asupan bensin. Jenis lainnya adalah mobil hybrid paralel. Tipe ini menggunakan dua motor yang bekerja

sama. Motor pertama ini didukung oleh bensin dan lainnya ini didukung oleh baterai listrik. Hybrid mobil tipe seri, pada tipe ini bahan bakar terutama hanya digunakan untuk menyalakan mesin, sementara sumber dayanya adalah pemanfaatan putaran mesin yang dipergunakan untuk memutar generator sebagai sumber energy listrik yang dipergunakan untuk mengisi kapasitas baterai. Energy yang tersimpan pada batrai dipergunakan untuk sumber energy pada motor listrik sehingga didapatkan motor listrik yang tanpa polutan udara dan polusi suara. Dewasa ini jenis mobil hybrid yang ditawarkan sebagian besarsaat ini adalah jenis paralel. Dengan demikian, perkembangan mobil hybrid merupakan terobosan teknologi baru dalam bidang otomotif untuk reduksi pemanasan global, karena Industri otomotif umumnya dianggap sebagai salah satu kontributor utama pemanasan global.

Ada beberapa perspektif yang mendukung dan menjadi landasan ide dalam perancangan *Hybrid-Electric Vehicles* (HEVs) ini diantaranya sebagai berikut :

Perspektif dari Efek Lingkungan

Kemungkinan besar kerusakan ekologi telah dikaitkan dengan perubahan atmosfer bumi dan bagaimana perubahan iklim dipengaruhi oleh beberapa aktivitas masyarakat sebagai aktivitas standar berkendara. Individu dalam melakukan aktivitas berkendara secara tidak sadar telah membuang gas berbahaya ke udara sehingga efek rumah kaca itu muncul, dengan demikian tingkat polusi di udara akan semakin meningkat dari hari ke hari. Ada beberapa gas berbahaya yang secara tidak langsung dilepaskan ke atmosfer, seperti karbon dioksida (CO₂), chlorofluorocarbons (CFC). Gas ini dapat mengakibatkan suhu udara pada permukaan bumi. Panas yang terperangkap dan tidak dapat keluar dari atmosfer akan menimbulkan reaksi perubahan iklim yang tidak menentu dari hari ke hari yang kita sebut sebagai pemanasan global. Beberapa

pengaruh dari pemanasan global ini harus kita waspadai seperti: mecairnya es di kutub yang dapat mengakibatkan aniknya permukaan air laut. Sehingga dapat menyebabkan intensitas banjir yang tinggi. Banyak ahli menyatakan pada tahun 2025 permintaan energy dunia diproyeksikan menjadi 3,5 kali lebih besar dibandingkan dengan tahun 1990, dengan emisi CO₂ 50% lebih tinggi tiap tahunnya.

Mengacu pada kajian empirik dari hasil penelitian Michael Beliveau dkk, menyatakan bahwa emisi yang terbuang ke udara akibat dari menyalaanya satu kendaraan dengan bahan bakar konvensional dapat diuraikan sebagai berikut: gas Nitrogen (N₂), karbon dioksida (CO₂), karbonmonoksida (CO), hidrokarbon atau senyawa organik volatil (VOC), dan nitrogen oksida (NO dan NO₂, bersama-sama disebut NO_x). Lebih jelas dapat dilihat pada table dibawah senyawa kimia yang di hasilkan dari pembakaran motor dengan bahan bakar konvensional.

Tabel 1.

Air Pollutant	Proportion from On-road Motor Vehicles	Note
Oxides of Nitrogen (NO _x)	34%	precursor to ground-level ozone (smog), which damages the respiratory system and injures plants
Volatile Organic Compounds (VOC)	34%	precursor to ground-level ozone (smog), which damages the respiratory system and injures plants
Carbon Monoxide (CO)	51%	contributes to smog production; poisonous in high concentrations
Particulate Matter (PM ₁₀)	10%	does not include dust from paved and unpaved roads, which are the major source of particulate matter pollution (50% of the total)
Carbon Dioxide (CO ₂)	33%	thought to be primary contributor to global warming

Figure 1: Transportation Air Quality: Selected Facts and Figures 2002²¹.

Perspektif perluasan mobil hybrid sebagai transportasi lokal alternatif

Penerapan penggunaan transportasi berbasis hybrid sudah cukup luas, tetapi tidak mengurangi permintaan dunia terhadap bahan bakar yang habis pakai atau bahan bakar konvensional. Secara pangsa pasar kendaraan berbasis hybrid masih kurang dalam jumlah kuantitasnya yang tersedia di pasaran, karena perusahaan-

perusahaan otomotif terus bereksperimen terhadap transportasi ramah lingkungan satu ini.

Maka dari itu melalui penelitian dalam perancangan transportasi lokal berbasis teknologi hybrid, peneliti dapat berharap rancangan ini akan berhasil sebagai dasar berpijak bagi peneliti untuk mengembangkan alternative transportasi local berbasis *Hybrid-Electric Vehicles* (HEVs). Penelitian ini didasarkan pada kepedulian peneliti terhadap kenyamanan lingkungan, walaupun peneliti sadar akan banyak pro dan kontra terkait perancangan transportasi ini untuk alternatif kendaraan di lingkungan Universitas Pendidikan Ganesha yang di jadikan *pilot project*.

Mengangkat topik penelitian ini juga akan mengangkat beberapa pertanyaan seperti bagaimana emisi hybrid dibandingkan dengan pembakaran bahan bakar konvensional. Disamping itu akan muncul pertanyaan berapa besar daya yang dihasilkan motor listrik mampu menggerakkan sebuah kendaraan dengan kapasitas penumpang yang dapat dikatakan cukup banyak. Dari dasar pertanyaan tersebut untuk melihat untuk lebih rinci ada beberapa motor listrik yang menjadi pertimbangan peneliti untuk perancangan ini. Spesifikasi motor listrik sebagai berikut:

Motor	Spesifikasi
Motor DC Seri (dengan dan tanpa sikat)	Daya: 3.5/3.6/4.3/40/49 kW 70 HP Tegangan DC Bus: 48/72/288 Pendingin: udara atau cair Aplikasi: EV Plus, Chrysler TEV, Clio, EV-50
Motor Induksi	Daya: 75/137 HP 40 kW Tegangan DC Bus, Pendingin: cair Aplikasi: Ecostar, Ford Ranger, Impact, EV-50
Motor Sinkron Magnet Permanen	Daya: 2/18.5/24/35/50/62/70/105/123 kW Tegangan DC Bus: 72/120/240/244/288/330/345 V Pendingin: cair Aplikasi: <i>micro car</i> hingga truck

Perspektif kelayakan teknis

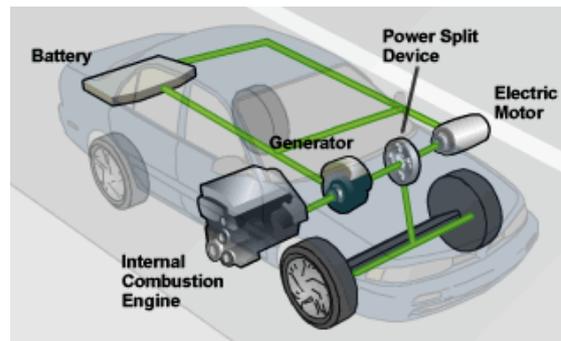
Transportasi berbasis *Hybrid-Electric Vehicles* (HEVs) adalah sebuah model kendaraan yang menggunakan sistem penyimpanan energi dengan isi ulang pada battery sebagai penyimpan daya untuk melengkapi energi bahan bakar konvensional (fosil) untuk penggerak kendaraan. Mesin *hybrid* yang lebih kecil dan lebih efisien dibandingkan mesin bahan bakar konvensional lebih representative untuk dikembangkan sehingga menjadi sebuah salah satu transportasi pilihan untuk masyarakat umum.

Beberapa kendaraan hibrida yang berkembang dewasa ini banyak menggunakan beberapa kombinasi menggunakan pengereman regeneratif untuk menghasilkan listrik saat bepergian. The "Kendaraan Hybrid" juga dapat merujuk ke mesin kendaraan yang menggunakan kombinasi bahan bakar yang berbeda seperti minyak bumi dan etanol.

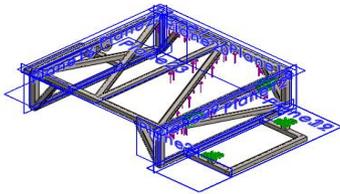
Untuk itu dipandang perlu dilakukan sebuah perancangan transportasi lokal di lingkungan Universitas pendidikan Ganesha.

Membangun sistem transportasi alternatif sehingga dapat mewujudkan nyaman lingkungan di Universitas Pendidikan Ganesha. Dengan demikian akan terwujud kendaraan alternatif yang memobilisasi civitas akademika di lingkungan kampus.

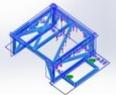
HASIL DAN PEMBAHASAN



1. Hasil Rancangan Frame Kendaraan Hybrid-Electric Vehicles (HEVs)



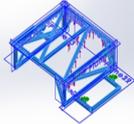
Model name: body holow
Current Configuration: Default

Solid Bodies			
<L_MdInf_SldBd_Nm/>	Treated As	Volumetric Properties	Document Path/Date Modified
 Boss-Extrude44	Solid Body	Mass:193.011 kg Volume:0.0250663 m ³ Density:7700 kg/m ³ Weight:1891.5 N	L:\hamid\body\body holow.SLDPRT May 21 13:29:00 2013
<L_MdInf_ShIBd_Nm/>	<L_Mdl_n_ShIBd_Fr/>	<L_MdInf_ShIBd_VolProp/>	<L_Mdl_n_ShIBd_DtMd/>
<L_MdInf_CpBd_Nm/>	<L_MdInf_CompBd_Props/>		
<L_MdInf_BmBd_Nm/>	<L_Mdl_n_BmBd_Fr/>	<L_MdInf_BmBd_VolProp/>	<L_Mdl_n_BmBd_DtMd/>

Dari running software solidworks dengan mensimulasikan rancangan frame perancangan kendaraan Hybrid-Electric Vehicles didapatkan data-data sebagai berikut:

- Massa frame Kendaraan : 193, 011 Kg
- Volume batang frame : 0,0250663 m³
- Density frame kendaraan: 7700 kg/m³
- Weigth frame kendaraan : 1891,5 N

Material Properties

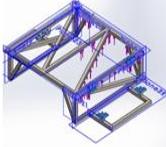
Model Reference	Properties	Components
	Name: Alloy Steel Model type: Linear Elastic Isotropic Default failure criterion: Max von Mises Stress Yield strength: 6.20422e+008 N/m ² Tensile strength: 7.23826e+008 N/m ²	SolidBody1(Boss-Extrude44)(body holow)

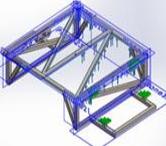
Lebih lanjut dapat diketahui juga material properties dari perancangan fram kendaraan berbasis hybrid-electric vehicles seperti out put software solid works di atas. Secara rinci material properties frame kendaraan sebagai berikut:

- Row material frame kendaraan : Alloy Steel
- Model freme kendaraan : Linear Elastic Isotropic
- Kreteria kegagalan fare kendaraan : Max von Mises Stress
- Yield strength : 6. 20422 e+008 N/m²
- Tensile Strength : 7,23826e+008 N/m²

Dengan demikian dari segi material spesifikasi secara keseluruhan perancangan frame kendaraan hybrid ini sudah diketahui berdasarkan simulasi yang dilakukan peneliti dengan bantuan software solid works. Dan juga peneliti sudah mengetahui kekuatan yield dan kekuatan tarik frame kendaraan yang dirancang.

Loads and Fixtures

Fixture name	Fixture Image	Fixture Details
Fixed-1		Entities: 10 face(s) Type: Fixed Geometry

Load name	Load Image	Load Details
Force-1		Entities: 3 face(s) Type: Apply normal force Value: 4500 N

Dengan menggunakan simulasi ini frame kendaraan hybrid-electric vehicles dengan software yang sama juga dilakukan pembebanan merata pada dengan tidak mengunci geometri freme kendaraan untuk melihat pembebanan pembebanan kritis yang terjadi pada rancangan frame kendaraan berbasis hybrid-electric vehicles yang di rancang peneliti.

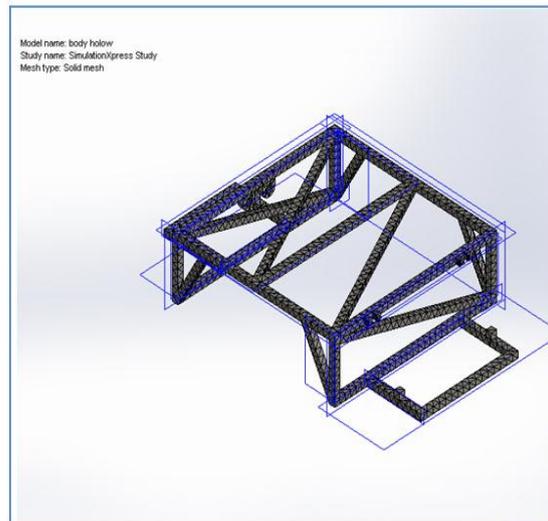
Secara rinci distribusi pembebanan akan di running dengan software yang sama untuk melihat tegangan dan regangan yang terjadi pada setiap titik fream kendaraan, dan menghasilkan seperti dibawah ini:

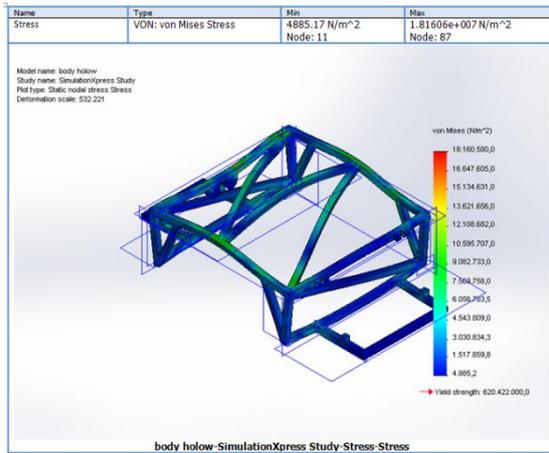
Mesh Information

Mesh type	Solid Mesh
Mesher Used:	Standard mesh
Automatic Transition:	Off
Include Mesh Auto Loops:	Off
Jacobian points	4 Points
Element Size	56.7451 mm
Tolerance	2.83726 mm
Mesh Quality	High

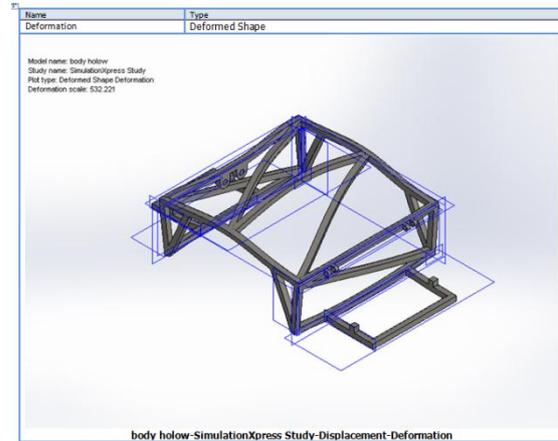
Mesh Information - Details

Total Nodes	22323
Total Elements	11438
Maximum Aspect Ratio	72.674
% of elements with Aspect Ratio < 3	4.97
% of elements with Aspect Ratio > 10	67.2
% of distorted elements(Jacobian)	0
Time to complete mesh(hh:mm:ss):	00:00:10
Computer name:	FDMB-PC

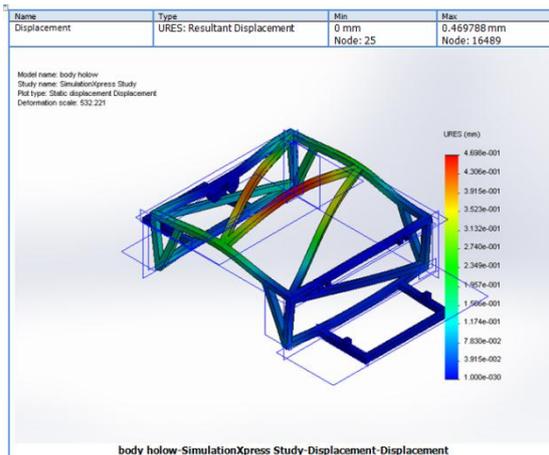
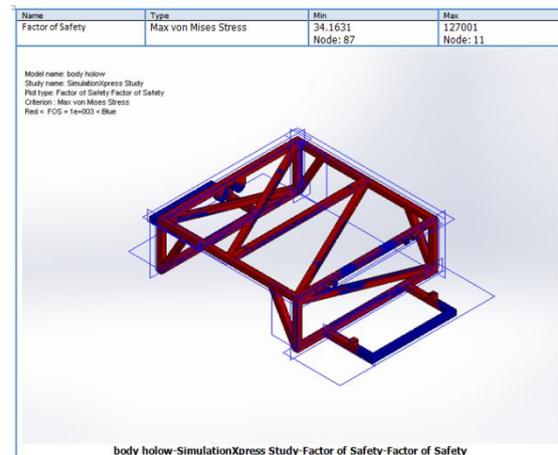




adalah sebesar 0.469788 mm. sehingga secara jelas deformasi yang akan terjadi pada rancangan frame kendaraan ini diperlihatkan secara grafis pada gambar di bawah berikut ini.



Dari hasil output yang di dihasilkan software didapatkan tegangan maksimum dan tegangan minimum yang diijinkan dalam pembebanan perancangan freme kendaraan hybrid ini. Dengan melihat gambar di atas, terlihat jelas bagian-bagian frame yang mempunyai tegangan-tegangan akibat pembebanan ditunjukkan dengan warna hijau.



KESIMPULAN

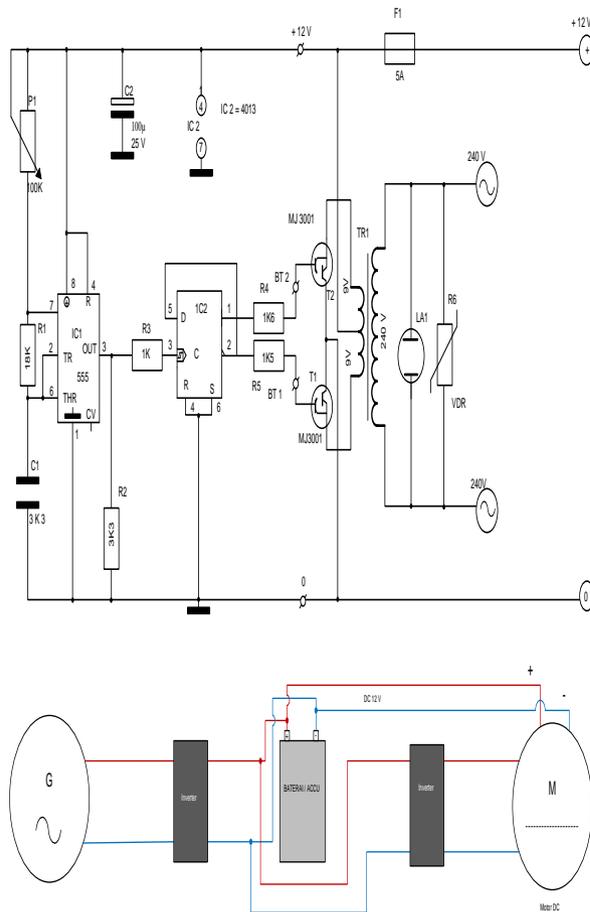
Dari hasil perancangan frame kendaraan hybrid ini dengan bantuan software solid works dengan mensimulasikan secara menyeluruh perancangan freme ini maka dapat ditarik sebuah kesimpulan sebagai berikut:

1. - **Massa frame Kendaraan : 193, 011 Kg**
 - Volume batang frame : 0,0250663 m³
 - Density frame kendaraan: 7700 kg/m³

Hal yang sama juga didapatkan pada pengujian pembebanan dalam simulasi ini adalah besarnya displacemen atau lendutan yang akana terjadi pada daerah-daerah rancangan freme kendaraan hybrid-electric vehicles ini. Yaitu terlihat displacement maksimum yang diijinkan

- Weigth frame kendaraan : 1891,5 N
- 2. - Row material frame kendaraan : Alloy Steel
 - Model freme kendaraan : Linear Elastic Isotropic
 - Kreteria kegagalan fare kendaraan : Max von Mises Stress
 - Yield strength : $6.20422 e^{+008} \text{ N/m}^2$
 - Tensile Strength : $7,23826e^{+008} \text{ N/m}^2$

2. Hasil perancangan ElectricSystem kendaraan Hybrid-Electric Vehicles

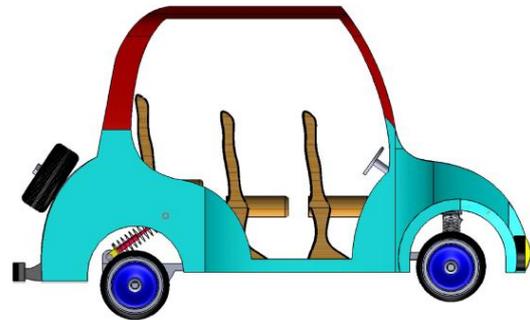


Dari hasil rancangan kelistrikan kendaraan hybrid seperti dapat dilihat di

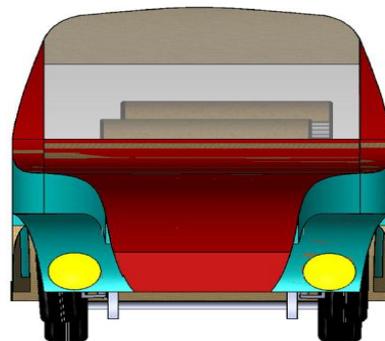
atas, maka peneliti merancang menggunakan dua inverter pada rangkaian ini yang berfungsi untuk mengkonversi arus listrik searah (DC-12V) menjadi arus listrik dua arah (AC-220V). Sehingga arus yang dikeluarkan dari putaran motor bensin yang dan motor DC akan tersimpan di batrai sehingga dua motor ini akan menghasilkan daya listrik yang terbuang dan di simpan di batrai sebagai sumber energy.

3. Hasil perancangan 3D kendaraan Hybrid-Electric Vehicles

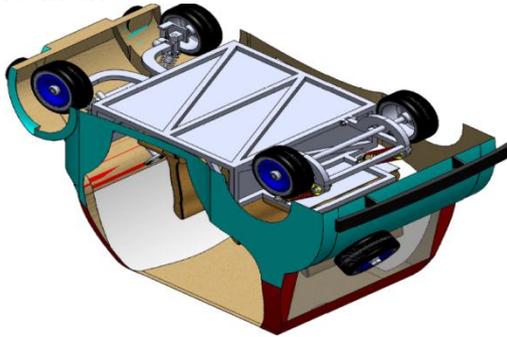
a. Tampak Samping



b. Tampak Depan



c. Isometri



DAFTAR PUSTAKA

- AuYeung, Felix, Elizabeth Drake, John Heywood, Andreas Schafer, and Malcolm Weiss. "On the Road in 2020." *Massachusetts Institute of Technology*. N.p., n.d. Web. 4 Nov. 2009. web.mit.edu/energylab/www/pubs/el00-003.pdf.
- Adner R. and Levinthal D., 2001, 'Demand Heterogeneity and Technology Evolution: Implication for Product and Process Innovation', *Management Science*, May 2001, Volume 47, Issue 5, pp 611-628 Agenda 21, 1992, 'Earth Summit: Agenda 21', *Conference on Environment and Development (UNCED), Rio de Janeiro, Brazil*, 3 to 14 June 1992, (<http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/index.htm>), [Accessed: November 21st 2004].
- Barbalace, Roberta C. "CO2 Pollution and Global Warming." *Environmental Chemistry*. 27 Sep. 2009 www.environmentalchemistry.com/yougi/environmental/200611CO2globalwarming.html.
- Berman, Bradley. "Hybrid Battery Toxicity | Hybrid Cars." *New Hybrid Reviews, News & Hybrid Mileage (MPG) Info | Hybrid Cars*. N.p., n.d. Web. 8 Apr. 2006. <http://www.hybridcars.com/battery-toxicity.html>.
- Berman, Bradley. "Hybrid Market Forecasts | Hybrid Cars." *New Hybrid Reviews, News & Hybrid Mileage (MPG) Info | Hybrid Cars*. 30 Sep. 2009 <http://www.hybridcars.com/hybriddrive/rs/hybrid-market-forecasts.html>.
- Bryant, Charles W. and Karim Nice. "How Catalytic Converters Work." *Howstuffworks "Auto"*. N.p., n.d. 2008. <http://auto.howstuffworks.com/catalytic-converter1.htm>.
- Claus Doll, *Innovation in Vehicles Technology-The Case of Hybrid Electric Vehicles*, (Germany: Fraunhofer-Institute for Systems and Innovation Research, 2008).
- Desonie, D. (2002). In Robinson R. (Ed.), *Global climate change*. New York: Macmillan Reference USA. 2 Oct. 2009.
- Hopwood, Nick, and Jordan Cohen. "Green House Gases and Society." *University of Michigan*. N.p., n.d. Web. 4 Nov. 2009. <http://www.umich.edu/~gs265/society/greenhouse.htm>.
- Hudson, Mike. Federal Hybrid Tax Credit Programs by Vehicle. Retrieved 19 Oct. 2009. <http://www.edmunds.com/fueleconomy/car-tax-credit.html?mktcat=hybrid-taxcredit&kw=hybrid+tax+credit+2009&mktid=ga56677332&gclid=CNzvPG2pp0CFQtN5QodPw6p1w>.
- Michael Beliveau, James Rehberger, Jonathan Rowell, Alyssa Xarras, "Study on Hybrid Car: Environmental Effects and Consumer Habits", (Worcester Polytechnic Institute, 2010)