

LAPORAN AKHIR TAHUN ke-1
PENELITIAN PRODUK TERAPAN



REDESAIN KENDARAAN ANGKUTAN KOTA BANDUNG

Tahun ke-1 dari rencana 3 tahun

TIM PENGUSUL
Ir. Farid Rizayana, MT (NIDN: 0403066801)
Ir. Erwin Maulana Pribadi, MT (NIDN: 0410096103)

UNIVERSITAS PASUNDAN

Nopember 2016

HALAMAN PENGESAHAN

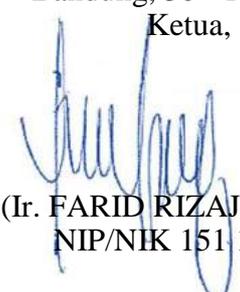
Judul : Redesign Kendaraan Angkutan Kota Bandung
Peneliti/Pelaksana :
Nama Lengkap : Ir FARID RIZAJANA M.T
Perguruan Tinggi : Universitas Pasundan
NIDN : 0403066801
Jabatan Fungsional : Lektor
Program Studi : Teknik Mesin
Nomor HP : 081910014554
Alamat surel (e-mail) : frizayana@yahoo.com
Anggota (1)
Nama Lengkap : Ir R ERWIN MAULANA PRIBADI M.T
NIDN : 0410096103
Perguruan Tinggi : Universitas Pasundan
Institusi Mitra (jika ada)
Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggung Jawab : -
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 3 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 50.000.000,00
Biaya Keseluruhan : Rp 223.000.000,00

Mengetahui,
Dekan FT-UNPAS



(Dr. Ir. Yudi Garnida, MS)
NIP/NIK 151 102 29

Bandung, 30 - 11 - 2016
Ketua,



(Ir. FARID RIZAJANA M.T)
NIP/NIK 151 101 82

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian UNPAS



(Dr. Erni Rusyani, SE., MM)
NIP/NIK 196202031991032001

RINGKASAN

Tujuan jangka panjang dari penelitian yang diusulkan ini adalah:

1. Meningkatkan kemandirian bangsa Indonesia dalam bidang industri otomotif
2. Menghasilkan lebih banyak industri yang berorientasi pada *product base manufacture* daripada *process base manufacture*, sehingga struktur industri manufaktur nasional menjadi lebih kuat
3. Mengurangi kemacetan di Kota Bandung dengan cara mengalihkan alat transportasi utama dari kendaraan pribadi menjadi kendaraan umum

Sedangkan target khusus yang ingin dicapai adalah:

1. Menghasilkan kendaraan angkutan umum perkotaan yang nyaman untuk masyarakat perkotaan, termasuk wanita yang sedang hamil dan warga *disable* (yang menggunakan tongkat maupun kursi roda)
2. Terjalannya kerjasama Academic-Business-Government (ABG) dalam pengembangan IKM komponen otomotif. Dengan kerjasama ini, berkembang pula kegiatan Riset dan Pengembangan di IKM yang saling menguntungkan antara akademisi, pelaku usaha maupun pemerintah
3. Menghasilkan patent dan desain industri

Metode penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan produk sepeda motor roda tiga dilakukan bersama antara tim peneliti dengan IKM komponen Otomotif yang dikoordinir oleh KOPISMA
2. Desain Produk dilaksanakan oleh tim peneliti di Design Center Jurusan Teknik Mesin FT-Unpas
3. Pembuatan prototype dilakukan oleh IKM dengan bimbingan dari tim peneliti
4. Persiapan Produksi dilakukan oleh IKM dengan bimbingan dari tim peneliti

Rencana kegiatan yang diusulkan berlangsung selama 3 tahun, dengan target pencapaian menghasilkan Desain Industri di tahun ke-1 dan ke-2, serta mendapatkan Patent di tahun ke-3.

Kata kunci: Angkot Elektrik, *Ergonomic*, Basis IKM

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunianya, sehingga tim peneliti dapat menyelesaikan Laporan Akhir Tahun ke-1 penelitian ini.

Laporan Akhir Tahun ke-1 ini merupakan ini disusun sebagai syarat untuk pelaksanaan penelitian yang didanai oleh Kemenristekdikti. Laporan ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak yang telah memberikan masukan-masukan kepada tim peneliti. Untuk itu kami mengucapkan banyak terimakasih .

Bandung, Nopember 2016

Tim Peneliti

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
PRAKATA	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Kondisi Eksisting	3
2.2. Kualitas Pelayanan menurut Pengguna	4
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	5
3.1. Tujuan	5
3.2. Manfaat	5
BAB 4 METODA PENELITIAN	6
4.1. Metoda Desain	6
4.2. Persiapan IKM	8
4.3. Aplikasi pada Angkutan Kota	9
4.4. Output	10
BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI	11
5.1. Model Bisnis	11
5.2. Desain	12
5.2.1. Draft Design & Pemodelan Solid	13
5.2.2. Simulasi Dinamik	14
5.2.3. Simulasi Kekuatan	19
5.2.3. Gambar Teknik	22
BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA	20
6.1. Detail Desain	23
6.2. Pembuatan Komponen	23
6.3. Assembling	24
BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN	26
7.1. Kesimpulan	26
7.2. Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	28
Lampiran 1. Artikel Ilmiah	
Lampiran 2. Dasain Angkutan Kota	
Lampiran 3. Draft Patent	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Metoda Penelitian	.....	7
Gambar 5.1 Model Bisnis Angkot Elektrik	.....	13
Gambar 5.2 Model Solid 3D Angkot	.....	14
Gambar 5.3 Model Solid Chassis Yang Akan Disimulasikan	.....	15
Gambar 5.4 Kondisi Simulasi	.....	15
Gambar 5.5 Displacement		16
Gambar 5.6 Kecepatan 1300 mm/sec atau sekitar 5 km/jam		16
Gambar 5.7 Pecepatan		17
Gambar 5.8 Pitch Maksimum 4 deg		17
Gambar 5.9 Roll		18
Gambar 5.10 Yaw		18
Gambar 5.11 Model Elemen Frame Kendaraan Angkot		20
Gambar 5.12 Distribusi Tegangan Von Mises pada Rangka Kendaraan Angkot		21
Gambar 5.13 Distribusi Perpindahan pada Rangka Kendaraan Angkot		21
Gambar 5.14 Distribusi Safety Faktor		22

BAB 1

PENDAHULUAN

1. LATAR BELAKANG

Masalah transportasi sudah sedemikian parah di Kota Bandung. Kemacetan yang terjadi menyebabkan kerugian yang sangat besar mulai dari pemborosan waktu, BBM, polusi udara serta externalities lainnya. Dalam kerangka makro ekonomi, hal ini akan mempengaruhi *productivity*, *livability*, dan *sustainability* kota Bandung sebagai pusat kegiatan dan ekonomi.

Sulitnya pengembangan jaringan jalan di Kota Bandung, memberikan justifikasi bahwa angkutan kota (ANGKOT) diharapkan dapat menjadi tumpuan bagi pemecahan masalah transportasi di masa mendatang. Dengan efisiensi ruang perangkutan yang relatif tinggi, angkutan umum akan mampu memaksimalkan kapasitas jaringan yang ada.

Kenyataannya sekarang, pelayanan angkutan umum di Kota Bandung masih jauh dari konsiderasi yang diharapkan, baik dari sisi kapasitas maupun kualitas pelayanan. Seperti di kebanyakan kota-kota di Indonesia, sektor angkutan jalan didominasi oleh angkot atau mikrobus yang dijadikan sebagai angkutan umum. Dengan maksimum hanya dua belas tempat duduk penumpang, maka angkot ini hampir tidak memenuhi definisi konvensional apapun dari sebuah angkutan massal.

Dominasi angkot dalam pelayanan angkutan di Kota Bandung ini menimbulkan berbagai masalah angkutan terutama dampaknya bagi kelancaran lalu lintas, Efisiensi pelayanan yang rendah, kenyamanan yang minim, sampai dengan masalah sosial. Perlu dipikirkan sejumlah langkah untuk memperbaiki pelayanan angkutan umum di Kota Bandung dengan struktur jaringan yang lebih, tipe armada yang beragam sesuai kebutuhan, dan tentu saja dengan kualitas pelayanan yang lebih baik.

Salah satu usaha yang perlu dilakukan adalah mengkonversi angkot secara bertahap menjadi bus sedang dan bus besar, dan menyiapkan kemungkinan operasi angkutan massal berbasis jalan rel yang terbukti lebih efisien. Namun, dengan kondisi jalan yang

sempit, lingkungan yang padat serta pendanaan yang luar biasa besar, Dengan demikian fungsi angkot sebagai primadona angkutan umum di kota Bandung belum bisa tergantikan. Untuk itu diperlukan dukungan studi yang komprehensif mengenai bagaimana mekanisme perubahan armada, bagaimana kelayakan perubahan tersebut, dan apa saja potensi kendala dalam implementasinya.

1.2. PERUMUSAN MASALAH

1. Perubahan desain angkot menjadi lebih layak digunakan
2. Dampak dari perubahan moda angkot sebagai kendaraan umum kota Bandung
3. Bagaimana kendaraan angkot ini bisa diproduksi tanpa ketergantungan perusahaan besar/internasional

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Alternatif solusi perubahan armada baik mengenai lokasi trayek, jumlah armada, dan mekanisme perusahaan akan sangat terkait dengan kelayakan investasinya secara finansial, sehingga usulan yang disampaikan tidak merugikan terutama kepada pengusaha/operator angkutan umum.

Analisis kelayakan perusahaan angkutan umum terutama terkait dengan perbandingan besaran biaya dan besaran pendapatan yang akan diperoleh oleh pengusaha angkutan.

2.1. KONDISI EKSISTING

Saat ini di Kota Bandung penyediaan pelayanan angkutan umum terdiri dari beragam jenis kualitas maupun kapasitasnya, mulai dari KA, Bus besar, bus sedang, bus kecil/angkot, taksi, ojeg, dan becak. Permasalahan utama yang ada dalam penyelenggaraan angkutan umum di Bandung adalah kenyataan bahwa sistem jaringan trayek didominasi oleh angkot dan hirarki trayeknya tidak jelas. Beberapa permasalahan terkait dengan penyelenggaraan angkot di Kota Bandung diidentifikasi sebagai berikut :

- 1.** Jual beli ijin trayek : pemindahtanganan ijin trayek menyebabkan harga trayek naik lebih dari 50% harga kendaraan
- 2.** Penyimpangan Rute : pemotongan rute atau angkot tidak masuk ke terminal merupakan akibat dari asal-tujuan terminal yang terbatas sehingga jika masuk terminal akan mengurangi rit.
- 3.** Tumpang tindih trayek : pola trayek 55% radial menyebabkan menumpuknya rute pada ruas jalan tertentu.
- 4.** Pungutan : 1/2 resmi (organisasi, koperasi, KPU & KPA, SPSI, SPTSI) & tidak resmi (preman, jual dedet, dll).

5. Konflik dengan trayek lintas batas : beberapa trayek lintas batas bahkan masuk pusat kota (ex. Cimahi – St. Hall).
6. Konflik dengan ojeg & becak; adanya perlawanan dan angkutan lokal seperti ojeg dan becak yang bersikeras mempertahankan daerah pelayanannya.

2.2. KUALITAS PELAYANAN MENURUT PENGGUNA

Hasil survei kepada pengguna angkot membuktikan bahwa pelayanan angkot di kota Bandung masih jauh dari yang diharapkan. Hal ini terungkap dengan besarnya "gap" yang terjadi antara keinginan pengguna dan realitas pelayanan angkot yang ada relatif tinggi, rata-rata berada pada nilai sekitar 40%. Kemudian dari sisi bobot kepentingan dari setiap dimensi, bagaimanapun juga pengguna angkot masih mementingkan keselamatan/*assurance* (25%), yang dilanjutkan dengan dimensi lainnya, secara berturut-turut :

1. kondisi fisik dan fasilitas angkot/ *tangible* (22%)
2. kemudahan pengguna/ *responsiveness* (21%)
3. efisiensi dan akurasi/ *reliability* (18%)
4. aspek psikologis/ *empathy* (15%).

Dari hasil ini terlihat bahwa masalah armada angkot yang kondisi fisik dan *performance* pelayanannya buruk merupakan penyebab besarnya gap yang terjadi, dan sistem jaringan trayek yang tidak rapi serta perilaku sopir/kenek yang kurang baik merupakan dua hal utama sebagai penyebab adanya keluhan dari pengguna.

BAB 3

TUJUAN & MANFAAT PENELITIAN

3.1. TUJUAN

Tujuan yang ingin dicapai dari kegiatan penelitian ini adalah:

- Menciptakan desain angkot yang nyaman dan ramah bagi pengguna kendaraan umum, untuk para *disable* sekalipun
- Membantu mengurangi kepadatan kendaraan umum dengan meningkatkan kapasitas pengguna
- Mengurangi dampak kemacetan yang di akibatkan banyaknya kendaraan umum saat ini

Tujuan di atas dapat di wujudkan dengan diadakanya riset dan pengembangan baik berupa pemodelan CAD atau dengan pembuatan prototyping kendaraan

3.2. MANFAAT

Manfaat yang paling dirasakan oleh pengguna jasa layanan kendaraan umum ini adalah kenyamanan pengguna kendaraan yang lebih baik dan ramah bagi pengguna yang normal maupun untuk orang yang memiliki keterbatasan khusus (*disable people*).

BAB 4

METODA PENELITIAN

Metode penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1. pada halaman selanjutnya. Penelitian yang diusulkan ini merupakan pengembangan dari penelitian-penelitian sebelumnya dengan judul "Desain dan Pengembangan Produk Sepeda Motor Roda Tiga dengan Bahan Bakar Hibrida berbasis IKM" (tahun 2013-2015) dan penelitian "Pengembangan Kendaraan Pedesaan" (tahun 2011-2013). Beberapa hasil penelitian-penelitian ini yang akan digunakan pada penelitian yang diusulkan adalah:

1. Metoda desain kendaraan menggunakan *Virtual Prototyping*
2. Desain Chassis Kendaraan Pedesaan berbasis IKM
3. Database IKM Komponen Otomotif Jawa Barat
4. Desain Alat Bantu Produksi

4.1. METODA DESAIN

Desain menggunakan Virtual Prototyping adalah teknik dalam proses pengembangan produk yang melibatkan simulasi dinamika kendaraan dan simulasi kekuatan struktur untuk melihat kelakuan desain kendaraan terhadap berbagai kondisi beban. Tujuannya adalah menghindari pembuatan prototipe yang berulang dan *try and error*. Diharapkan proses desain, pembuatan prototipe dan pengujian menjadi lebih cepat dan murah karena proses *try and error* diganti dengan proses simulasi di komputer. Metoda ini dikembangkan oleh Ketua Tim Pengusul mulai tahun 2011 sampai tahun 2015. Hasil pengembangan metoda ini adalah Prototype Mobil Pedesaan (2012) dan Produk Kendaraan Niaga untuk UMKM (2015). Metoda ini digunakan kembali pada penelitian ini sebagai desain awal.



Gambar 4.1. Metoda Penelitian

Penelitian dimulai dari pengembangan metoda desain untuk kendaraan angkutan kota, Metoda desain yang dikembangkan pada 2 bulan pertama adalah *Ergonomic Design* dan *Modular Chassis Design*. **Ergonomic Design** untuk Angkutan Kota Bandung dikembangkan guna menghasilkan desain kendaraan angkutan kota yang nyaman dan aman bagi pengguna kendaraan (sopir maupun penumpang). Interaksi antara manusia dengan kendaraan baik dari sisi interior maupun eksterior, merupakan hal yang utama dalam kajian ini.

Modular Chassis Design dikembangkan untuk mengantisipasi kesulitan produksi chassis kendaraan di IKM, terutama dari sisi produksi komponen maupun assembling line. Dengan metoda ini, diharapkan kebutuhan investasi di IKM untuk memproduksi komponen dan *tools* untuk *assembling* menjadi lebih murah. Tentu saja kekuatan struktur yang disyaratkan untuk sebuah kendaraan penumpang tetap harus dipenuhi.

Di tahun ke-3, metoda desain yang dikembangkan untuk kendaraan angkutan kota adalah *Design Optimization*. **Design Optimization** dikembangkan untuk menghasilkan desain yang

optimal baik dari sisi biaya produksi, kekuatan maupun ketahananstruktur kendaraan yang tidak berlebih namun tetap aman.

4.2. PERSIAPAN IKM

Untuk memproduksi kendaraan Angkutan Kota Bandung berbasis IKM, maka kemampuan mitra IKM harus disiapkan dalam hal-hal berikut ini:

- Manajemen Produksi
- Peningkatan Kemampuan IKM
- Metoda Produksi

4.2.1. Manajemen Produksi

Database IKM Komponen Otomotif Jawa Barat telah dihasilkan dari penelitian tentang "Desain dan Pengembangan Produk Sepeda Motor Roda Tiga dengan Bahan Bakar Hibrida berbasis IKM" pada tahun 2013-2015. Database ini berisi tentang data kapasitas produksi, kemampuan produksi, fasilitas permesinan, produk komponen yang pernah diproduksi, sumber bahan baku, dan jumlah serta spesifikasi tenaga kerja. Database ini diperlukan untuk merancang manajemen produksi dan merencanakan metoda produksi.

Salah satu temuan yang dihasilkan dalam penelitian yang dijelaskan pada paragraf diatas adalah kemampuan IKM di setiap propinsi yang berbeda-beda, yaitu:

- IKM Komponen Otomotif Jawa Barat: Body dan Transmisi Otomotif
- IKM Komponen Otomotif Jawa Tengah: Chassis
- IKM Komponen Otomotif Jawa Timur: Enging dan Roda

Dengan demikian, perlu dikembangkan **Database IKM Komponen Otomotif Jawa Tengah dan Jawa Timur** untuk memenuhi kebutuhan desain kendaraan seutuhnya. Kegiatan ini diusulkan untuk dilaksanakan pada tahun ke-1 dan ke-2.

Selanjutnya di tahun ke-3, kegiatan dilanjutkan dengan **Product Lifecycle Management** sebagai strategi untuk pengembangan produk kendaraan yang berkelanjutan.

4.2.2. Manajemen Produksi

Peningkatan kemampuan IKM merupakan kegiatan rutin yang didanai oleh Dinas Perindustrian dan Perdagangan Jawa Barat setiap tahun, namun kegiatannya tidak bisa

dipisahkan dari kegiatan penelitian ini. Kegiatan yang sudah dilakukan pada tahun-tahun sebelumnya adalah pelatihan **Menggambar Teknik dan Kontrol Kualitas**. Kegiatan pelatihan untuk tahun 2016 dan 2017 yang direncanakan adalah Computer Aided Drawing (CAD) dan pelatihan **Optimalisasi Desain Produksi** pada tahun 2018.

4.2.3. Metoda Produksi

Alat Bantu Produksi untuk membuat berbagai komponen otomotif sudah diterapkan di beberapa IKM komponen otomotif hasil pengembangan dari penelitian lalu. **Optimalisasi Desain Produksi** perlu dilakukan untuk mendukung produksi dengan biaya yang rendah, waktu produksi yang cepat serta kualitas memadai. Untuk produk otomotif, hal ini menjadi sangat penting ditengah persaingan yang tinggi. Kegiatan ini dijadwalkan akan dilakukan pada tahun 2016.

Tahun 2017-2018 dijadwalkan untuk melakukan kegiatan Pengembangan **Vacuum Forming**. Metoda ini memungkinkan membuat body kendaraan untuk produksi terbatas karena biaya untuk membuat *tools* atau cetakan jauh lebih murah dan cepat dibanding menggunakan metoda *stamping* seperti yang dilakukan industri otomotif umumnya.

4.3. APLIKASI PADA ANGKUTAN KOTA

Dalam rangka melakukan perubahan armada tentu saja dibutuhkan mekanisme yang tepat, model perusahaan yang di sesuaikan dengan kondisi eksisting system perusahaan dan arahan perusahaan di masa datang. Adapun analisis yang akan dilakukan antara lain :

- Memetakan karakteristik perusahaan angkutan umum eksisting
- Mengidentifikasi kecocokan model model perusahaan yang di kaitkan dengan kebutuhan masa datang dan kondisi eksisting
- Mengidentifikasi kemungkinan angkutan umum di kota Bandung

Semua pengembangan baik dari Metoda Desain dan Persiapan IKM akan diaplikasikan pada Angkutan Kota. Dimulai pada tahun 2016 sampai 2017, **Layout Kendaraan yang Ergonomis** akan dikembangkan dengan harapan kendaraan angkutan kota yang dihasilkan memiliki tingkat kenyamanan dan keamanan yang baik. Pada tahun yang

sama, Desain Chassis Angkutan Kota dikembangkan untuk menghasilkan kendaraan yang dapat dibuat oleh IKM.

Pada tahun ke-3 (2018), **Proses Produksi Kendaraan oleh IKM** dikembangkan untuk menentukan metoda produksi serta alat bantu yang dibutuhkan.

4.4. OUTPUT

Output dari penelitian terdahulu adalah **Desain Chassis Kendaraan berbasis IKM**. Desain chassis ini merupakan desain kendaraan yang mampu diproduksi oleh IKM di wilayah Jawa Barat.

Output yang ditargetkan pada penelitian ini adalah **Desain Industri** pada tahun 2016 dan 2017, sedangkan **Patent** ditargetkan akan dihasilkan pada tahun 2

BAB 5

HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

Sesuai dengan metodologi, kegiatan dikelompokkan menjadi 4 kegiatan, yaitu:

1. Model Bisnis
2. Desain

5.1. MODEL BISNIS

Berdasarkan survey kebutuhan masyarakat yang dilakukan pada tahun ke-1 penelitian ini, yang disertai dengan penyusunan identifikasi kebutuhan pelanggan beserta pemilihan dan pengembangan konsep, dibuatkan model bisnis dengan metode "Business Model Canvas". Model bisnis menjelaskan alasan tentang bagaimana sebuah organisasi menciptakan, memberikan, dan menangkap nilai-nilai.

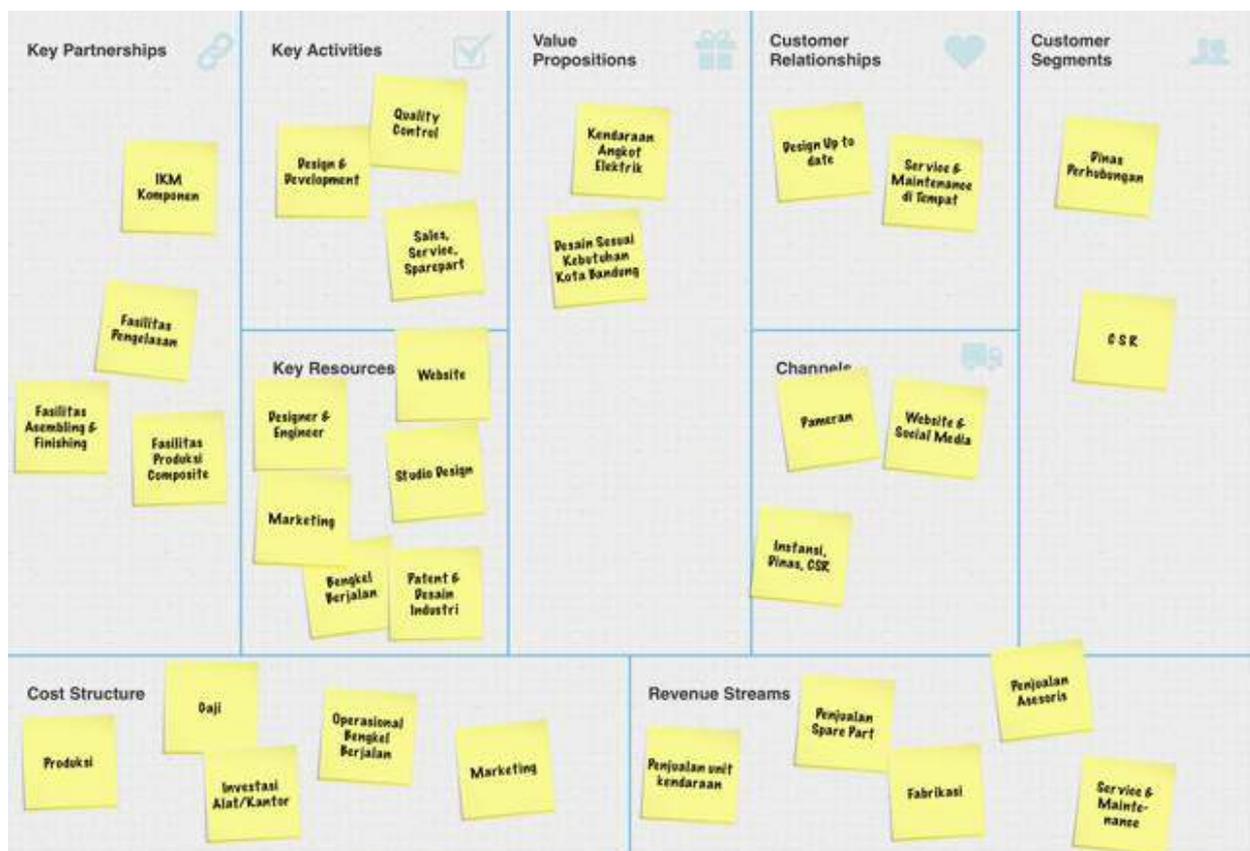
Elemen dalam Business Model Canvas mencakup *Customer Segment*, *Value Proposition*, *Channel*, *Customer Relationship*, *Revenue Stream*, *Key Resources*, *Key Activities*, *Key Partnership*, dan *Cost Structure*. Untuk menyusun model bisnis menggunakan pendekatan ini dimulai dari *Customer Segment*, diikuti dengan *Value Proposition*, *Channel*, *Customer Relationship*, *Revenue Stream*, *Key Resources*, *Key Activities*, *Key Partners*, dan *Cost Structure*.

Untuk mengembangkan Business Model Canvas, organisasi dapat mulai dari memotret kondisi saat ini, diikuti dengan analisis SWOT. Hasil analisis SWOT dapat digunakan untuk merancang model bisnis perbaikan dan prototipe model-model bisnis masa depan.

Elemen pertama dari kanvas model bisnis, yaitu *Customer Segment*. Dalam menjalankan roda bisnisnya, pertama-tama organisasi harus menetapkan siapa yang harus dilayani. Organisasi dapat menetapkan untuk melayani satu atau lebih segmen. Penetapan segmen ini akan menentukan komponen-komponen lain dalam model bisnis.

Elemen kedua dari Business Model Canvas, yaitu *Value Proposition*. *Value Proposition* adalah manfaat yang ditawarkan organisasi kepada segmen pasar yang dilayani. Tentu saja, value proposition akan menentukan segmen pelanggan yang dipilih atau sebaliknya. *Value proposition* juga akan mempengaruhi komponen lain seperti *Channel* dan *Customer Relationship*.

Elemen ketiga dalam Business Model Canvas, yaitu *Channels*. *Channels* merupakan sarana bagi organisasi untuk menyampaikan *Value Proposition* kepada *Customer Segment* yang dilayani. *Channel* berfungsi dalam beberapa tahapan mulai dari kesadaran pelanggan sampai ke pelayanan purna jual. Dua elemen lain yang harus diperhitungkan secara cermat dalam membuat model *Channel* adalah *Value Proposition* dan *Customer Segment*.



Gambar 5.1 Model Bisnis Angkot Listrik

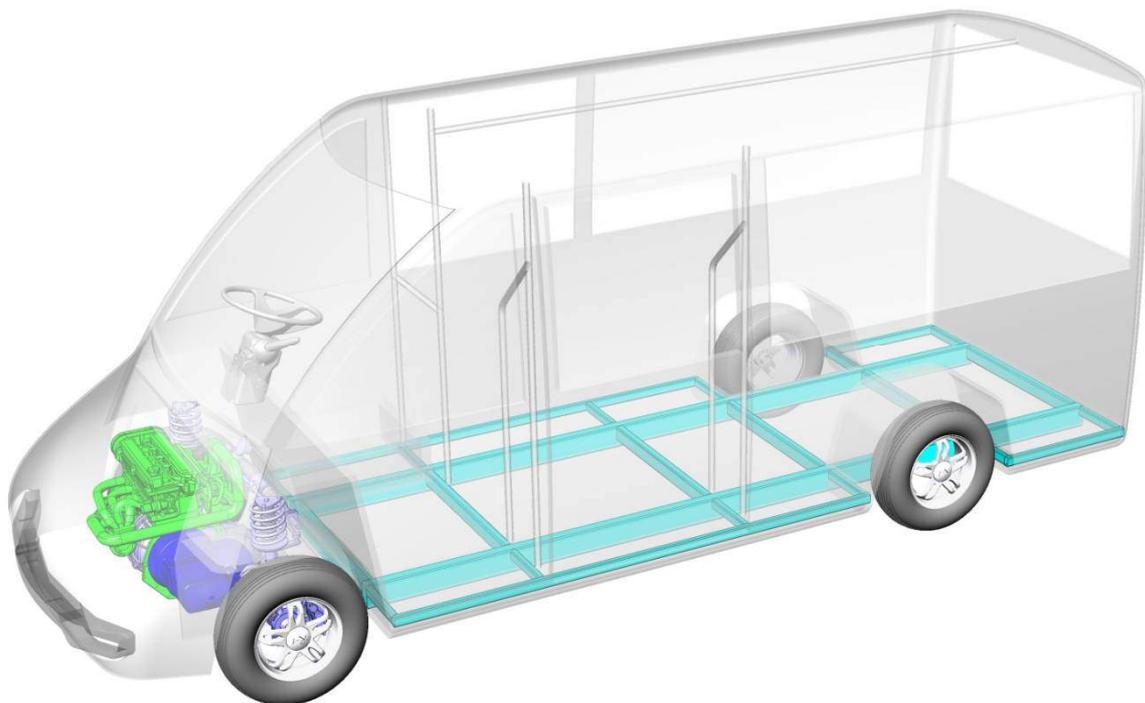
5.2 DESAIN

Berdasarkan Business Plan yang dikembangkan, dapat disusun konsep disain yang berisi garis besar spesifikasi teknik dan performansi kendaraan yang diharapkan. Pemodelan CAD dilakukan dengan memodelkan komponen-komponen kendaraan

berikut model assembling-nya, menggunakan *Computer Aided Disain (CAD)*. Dengan pemodelan CAD dapat dianalisis berbagai aspek pemilihan material, metode pembuatan dan kehandalan.

5.2.1 DRAFT DESIGN & PEMODELAN SOLID

Solid model menawarkan berbagai kelebihan antara lain pembentukan model 3D yang mudah (surface otomatis terdapat pada model kartena sifatnya yang padat), kemudahan dalam break down gambar tampak dan potongan, mendukung proses manufakturing secara CNC model. Keuntungan lain dari solid model adalah kesiapan geometri untuk menerima lighting dan material secara otomatis dalam proses rendering untuk kepentingan presentasi. Dari kemampuan yang ditawarkan solid model tersebut jelas akan lebih mengefektifkan metode digital design.



Gambar 5.2 Model Solid 3D Angkot

Gambar di atas menggambarkan bagian utama dari Angkutan Kota.

5.2.2 SIMULASI DINAMIK

Peran suspensi kendaraan

Suspensi adalah istilah yang diberikan untuk sistem pegas, peredam kejut dan hubungan yang menghubungkan kendaraan untuk roda-rodanya. Sistem suspensi melayani tujuan ganda - berkontribusi terhadap penanganan kendaraan dan pengereman untuk keselamatan dan kenikmatan berkendara, dan menjaga penumpang kendaraan nyaman dan cukup baik terisolasi dari kebisingan jalan, benjolan, dan getaran. penanggungan sistem perakitan digunakan untuk mendukung berat badan, menyerap dan meredam jalan shock, dan membantu menjaga kontak ban serta roda yang tepat untuk chassis hubungan. Sebuah kendaraan bergerak lebih dari roda berputar. Seperti roda berputar, sistem suspensi dalam keadaan dinamis keseimbangan, terus kompensasi dan menyesuaikan dengan perubahan kondisi mengemudi.

Beberapa pasukan mempengaruhi ban ke kontak jalan kendaraan. Kendaraan dinamika adalah studi dari kekuatan dan pengaruhnya terhadap kendaraan bergerak. jalan isolasi adalah kemampuan kendaraan untuk menyerap atau mengisolasi kejutan jalan dari penumpang, sejauh mana hal ini tercapai dikendalikan oleh kondisi sistem suspensi dan komponen-komponennya. Sebuah benar sistem suspensi berfungsi memungkinkan bodi kendaraan untuk naik relative terganggu saat bepergian di atas jalan kasar. Desain suspensi akan mempengaruhi penanganan kendaraan.

Oleh karena itu, sangat penting untuk menganalisis komponen suspensi kendaraan sebelum manufaktur. Analisis dinamik harus dilakukan pada kendaraan suspensi untuk menganalisis komponen mereka dan juga untuk melihat bagaimana mereka akan untuk tampil di skenario terburuk.

Analisis gerak

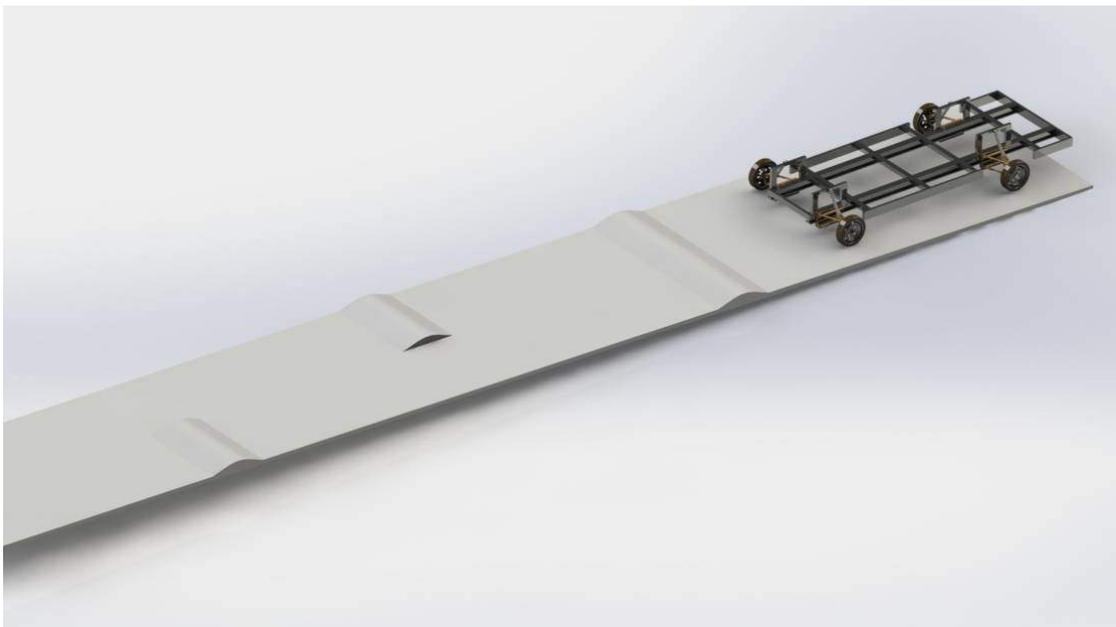
Metode tradisional melakukan analisis dinamis dan kinematik dari setiap Mekanisme sedang mempersiapkan data, memecahkan algoritma, yang melibatkan solusi persamaan simultan, dan menganalisa hasil. Untuk memecahkan persamaan gerak dinamis Mekanisme kompleks seperti suspensi kendaraan " dengan tangan " memerlukan perhitungan intensif, dan bahkan dengan bantuan spreadsheet komputerisasi mungkin diperlukan waktu beberapa jam untuk mendapatkan hasil dan

plot grafik. Satu dapat mengembangkan program menggunakan perangkat lunak untuk memecahkan persamaan dinamis gerak, tetapi jika geometri dari setiap komponen berubah maka seluruh program harus diubah lagi. Seorang insinyur desain dapat berhasil mengatasi masalah ini dalam gerakan analisis dengan menggunakan software simulasi COSMOSMotion.



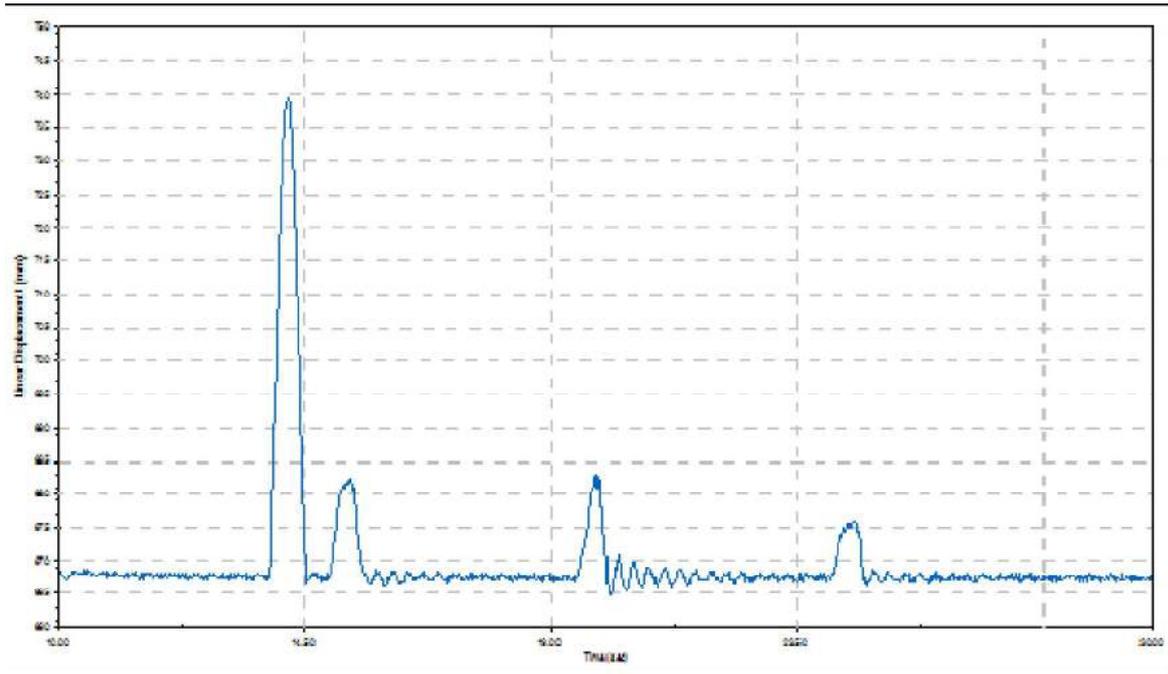
Gambar 5.3 Model Solid Chassis yang Disimulasikan

Model Solid Motiro yang Disimulasikan, yaitu model yang sudah disederhanakan komponennya.



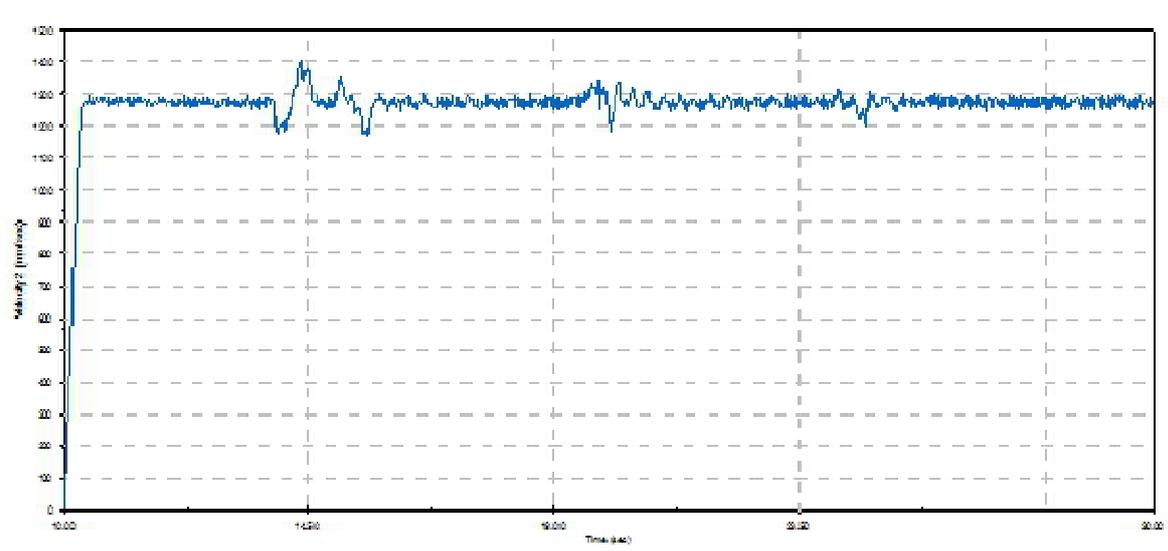
Gambar 5.4 Kondisi Simulasi

Model motiro disimulasikan pada kondisi jalan lurus dengan beberapa bump jalan.

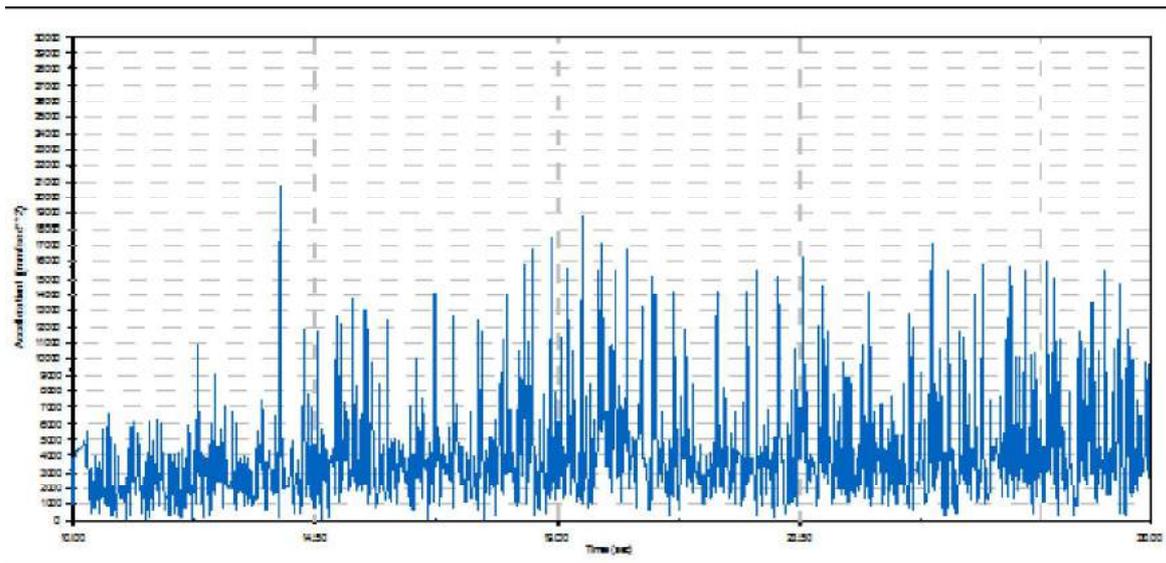


Gambar 5.5 Grafik Displacement

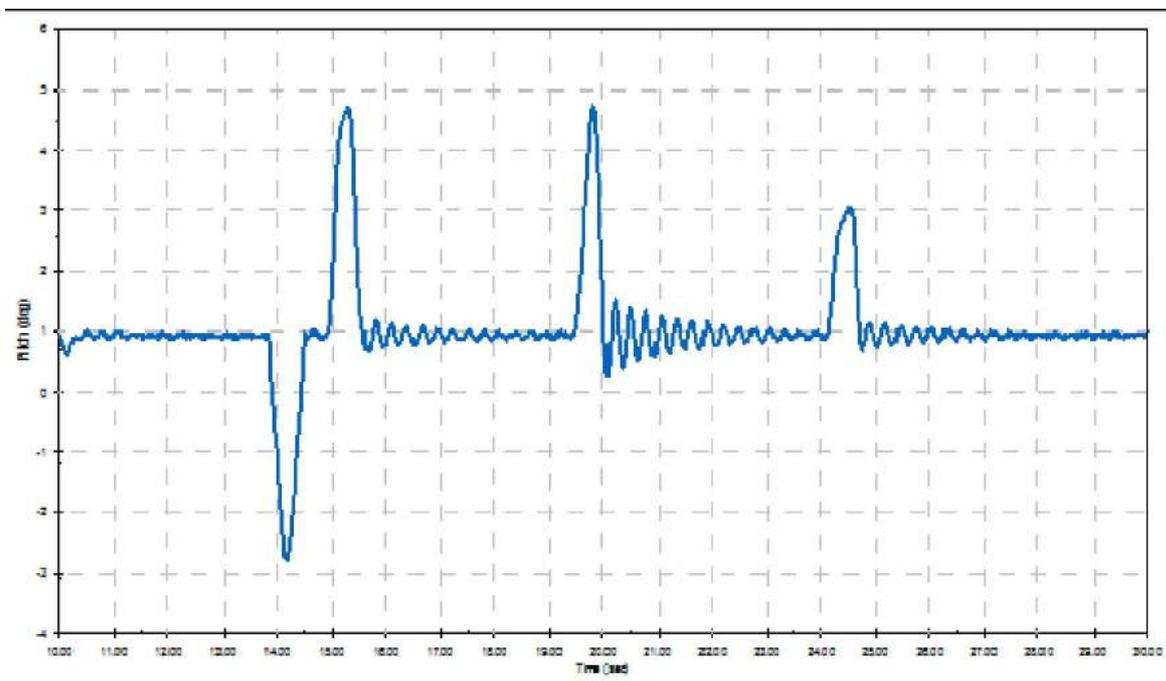
Grafik ini menggambarkan perubahan posisi kendaraan terhadap permukaan jalan dalam arah vertikal.



Gambar 5.6 Grafik Kecepatan 1300 mm/sec atau sekitar 5 km/jam

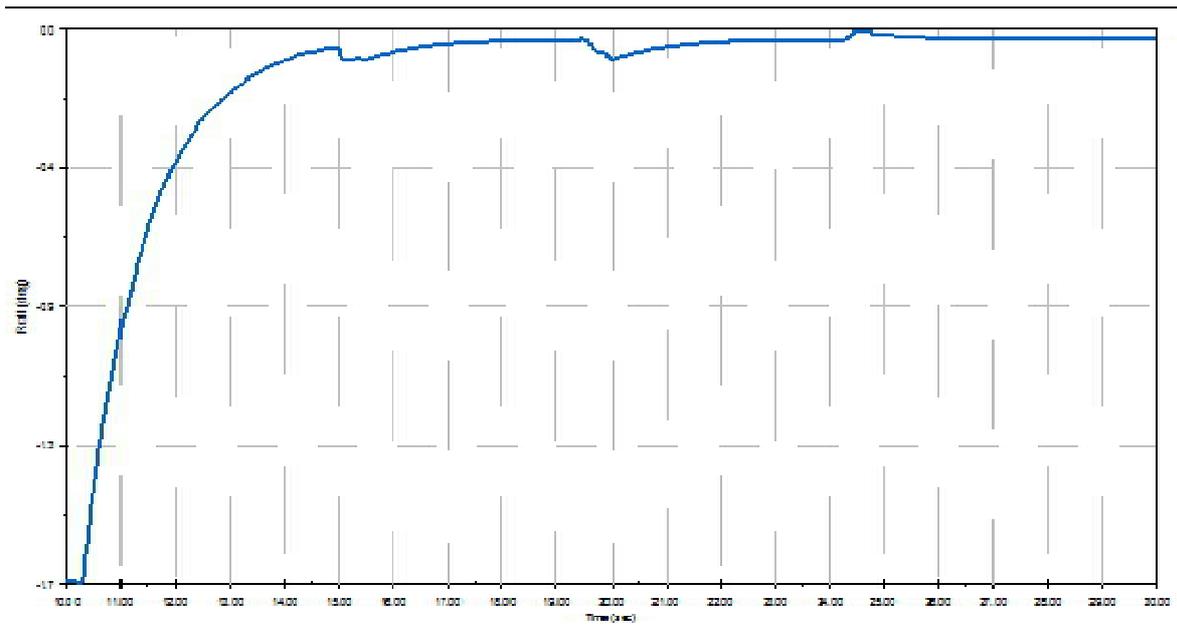


Gambar 5.7 Grafik Pecepatan



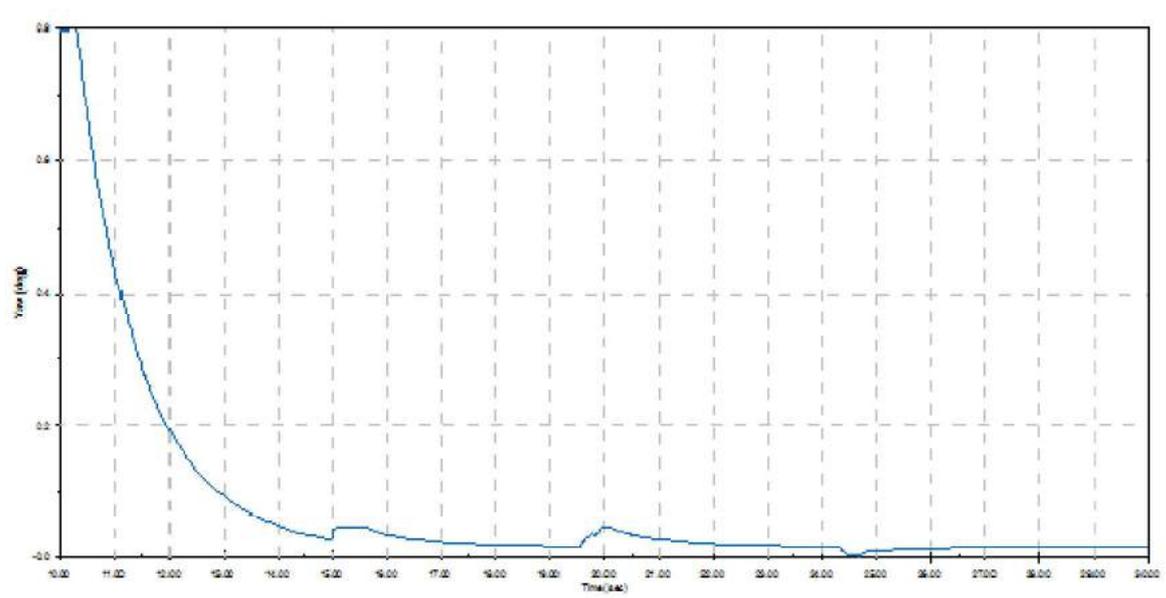
Gambar 5.8 Grafik Pitch Maksimum 4 deg

Pitch adalah rotasi lateral (kiri ke kanan) sumbu, sering disebut sebagai sumbu 'Y'. Hal ini terlihat dalam pengereman berat atau akselerasi yang keras di mana hidung kendaraan dapat dilihat untuk mencelupkan atau mengangkat.



Gambar 5.9 Grafik Roll

Roll adalah perputaran arah membujur (depan ke belakang) sumbu, biasanya (tetapi tidak selalu) dikenal sebagai sumbu 'X' oleh desainer kendaraan. Ini adalah gerak dimana anda akan melihat saat menikung di mana berat tubuh bersandar ke arah luar tikungan.



Gambar 5.10 Grafik Yaw

Yaw adalah rotasi vertikal atau 'Z' sumbu. Meskipun, tegasnya, kemudi kendaraan dalam kondisi normal dapat dianggap sebagai rotasi yawing, sudut yaw lebih biasanya dianggap sebagai perbedaan antara arah perjalanan dan sumbu longitudinal tubuh. Ini mungkin terjadi, misalnya, di mana kendaraan tersebut tergelincir atau hanyut, atau

dalam keadaan ekstrim di mana geometri suspensi sangat parah sejajar dan kendaraan terasa 'kepiting' karena drive bersama.

5.2.3. Simulasi Kekuatan

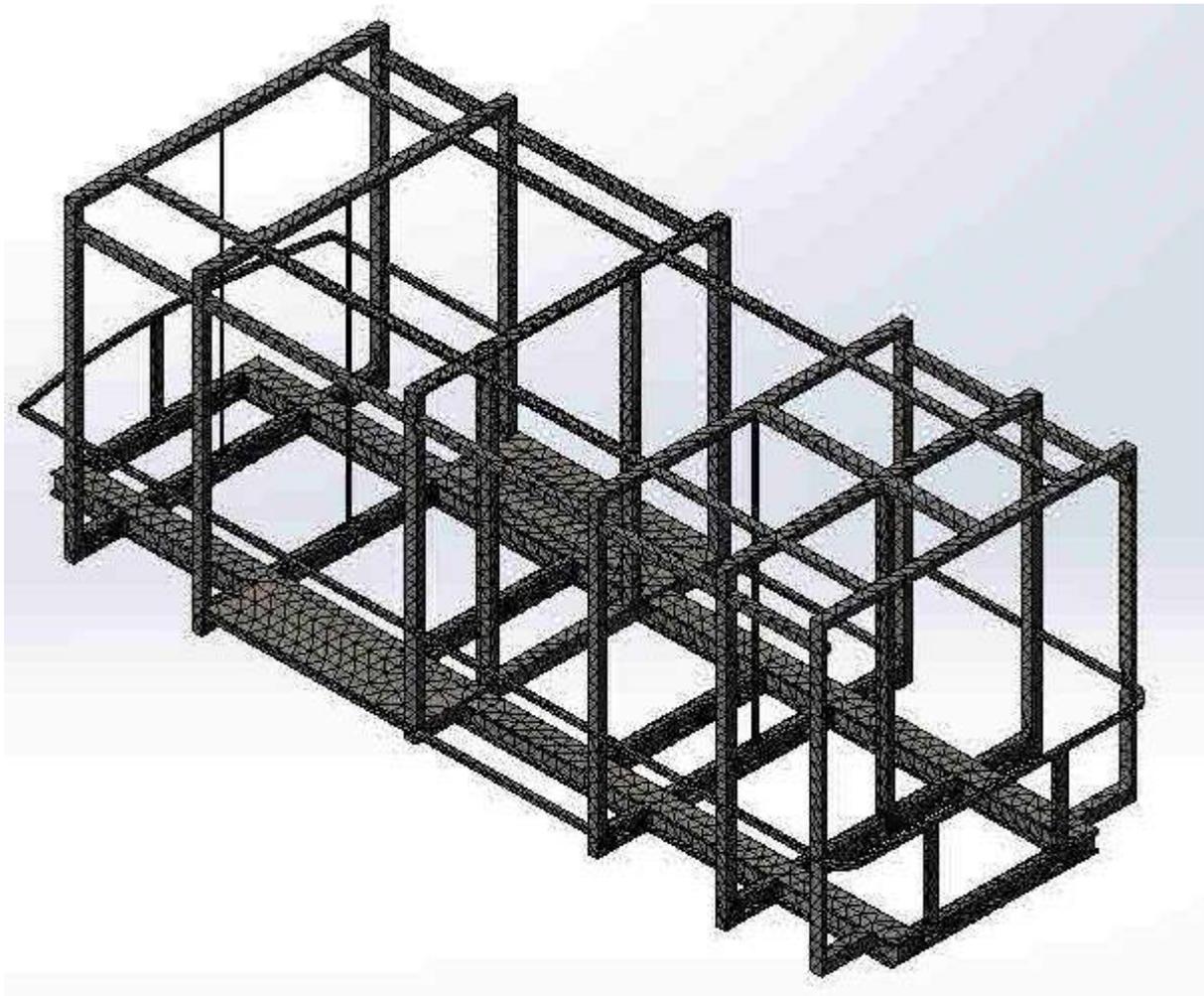
Angkutan Kota non-Bus merupakan kendaraan umum yang paling banyak dipergunakan di kota-kota di Indonesia. Ditinjau dari segi penggunaan bahan bakar meskipun konsumsi tiap unitnya rendah, namun menjadi perlu diperhitungkan apabila jumlah armada-nya semakin banyak. Penggunaan bahan bakar fosil ingin dikurangi karena cadangannya yang semakin berkurang. Untuk itu penggunaan bahan bakar fosil hendaknya diganti dengan penggunaan sumber energi lain. Salah satu pilihannya adalah sumber energi listrik yang bersumber dari battery seperti pada kendaraan hybrid atau kendaraan elektrik.

Proses perancangan kendaraan listrik diawali dengan perancangan rangkanya. Rangka kendaraan berfungsi sebagai penyangga komponen dan battery, penguat struktur sekaligus pengendali. Perancangan kendaraan dilakukan dengan mengacu pada bentuk rangka kendaraan ringan dengan ketinggian deck yang cukup rendah. Desain rangka dilakukan secara iteratif sampai diperoleh desain yang optimum. Selain itu desain juga mempertimbangkan fungsi rangka sebagai tempat battery dan motor Listrik.

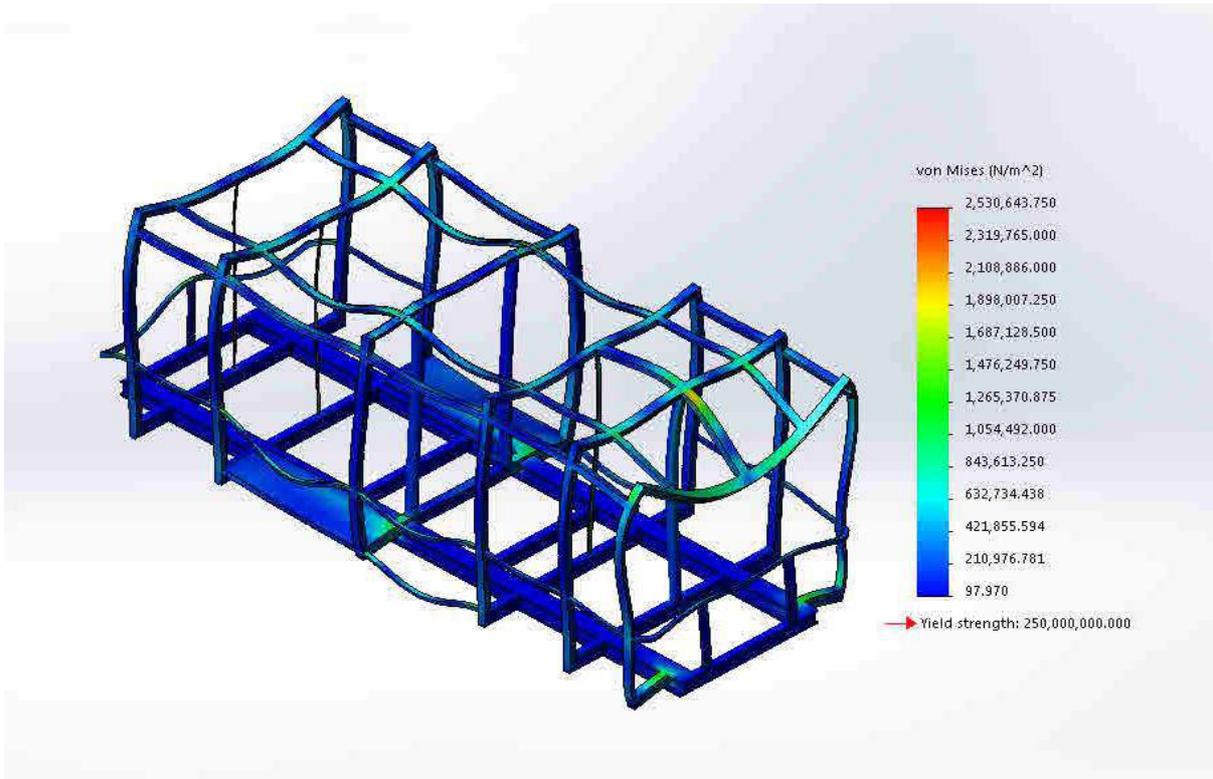
Perkembangan teknologi informasi membuat proses perancangan rangka kendaraan ini menjadi lebih cepat dan lebih hemat sumber daya. Hal ini dimungkinkan karena proses perancangan dilakukan dengan mensimulasikannya di komputer. Hasil simulasi telah menunjukkan apakah hasil rancangan tersebut dapat diaplikasikan atau tidak sebelum rancangan tersebut diproduksi. Hasil rancangan yang optimum dapat segera diperoleh. Sekarang ini banyak sekali program-program aplikasi perangkat lunak yang dapat digunakan untuk keperluan tersebut diantaranya adalah : SolidWorks, CATIA, ADAM, Visual Nastran, PRO-E, Mechanical Desktop, Inventor dan lain sebagainya (Cokorda, 2004)

Salah satu komponen pada kendaraan angkutan kota yang dianalisa menggunakan perangkat lunak adalah kedudukan lengan ayun rangka kendaraan. Tegangan maksimum dan peralihan maksimum yang terjadi akibat pembebanan statis dianalisa kemudian

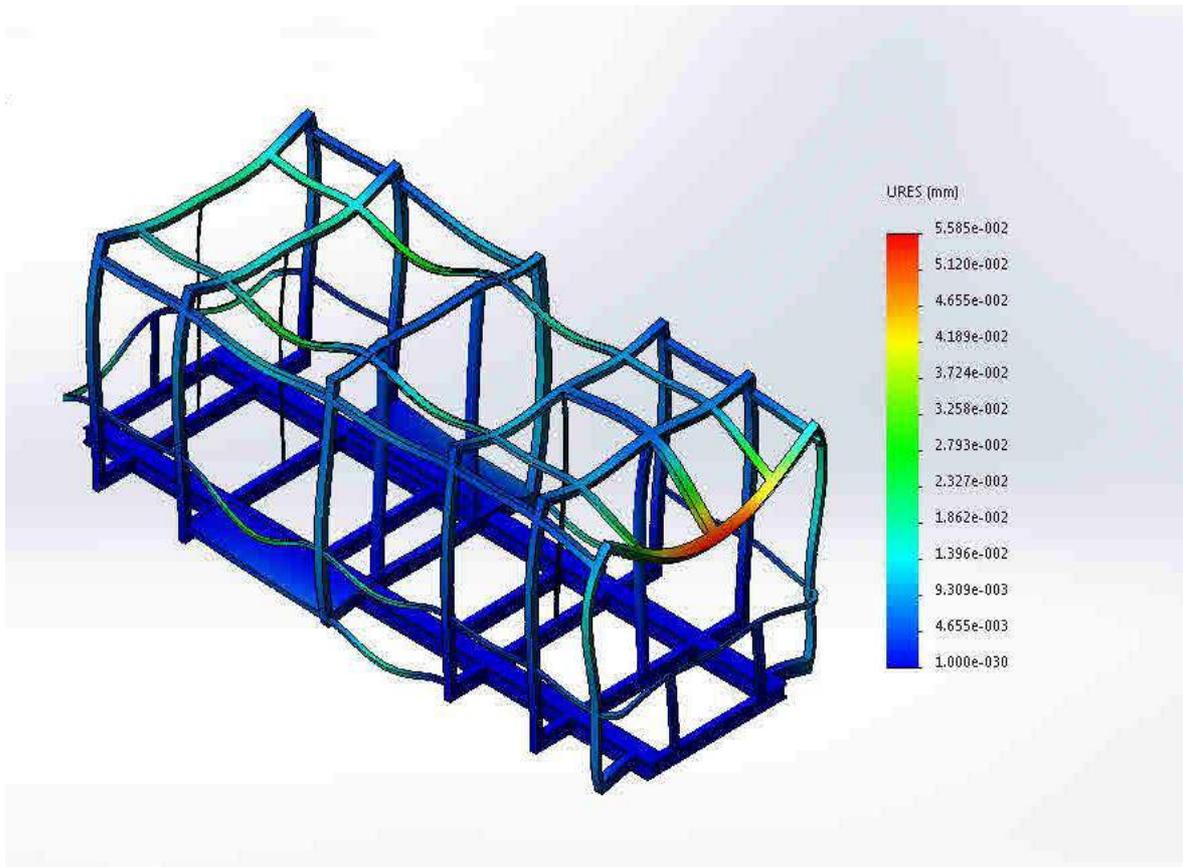
dilakukan modifikasi perancangan untuk menurunkan tegangan maksimum yang terjadi tanpa mengubah komposisi material. Modifikasi yang dilakukan adalah mengubah dan memperbesar tulang rangka yang terdapat pada bagian bawah dudukan segitiga yang mengalami tegangan maksimum. Hasilnya tegangan maksimum yang terjadi pada rancangan yang telah dimodifikasi menjadi lebih rendah namun dengan kompensasi penambahan massa (Saidi, 2006). Penerapan perangkat lunak untuk menganalisa dudukan mesin dan dudukan pengemudi kendaraan juga telah dilakukan (Kurniawan, 2007). Analisa tegangan maksimum dan peralihan maksimum dilakukan terhadap perubahan arah pembebanan pada dudukan mesin dan dudukan pengemudi Hal ini dilakukan untuk menentukan faktor keamanan dan rancangan yang dimodifikasi dan bentuk dudukan sebelumnya.



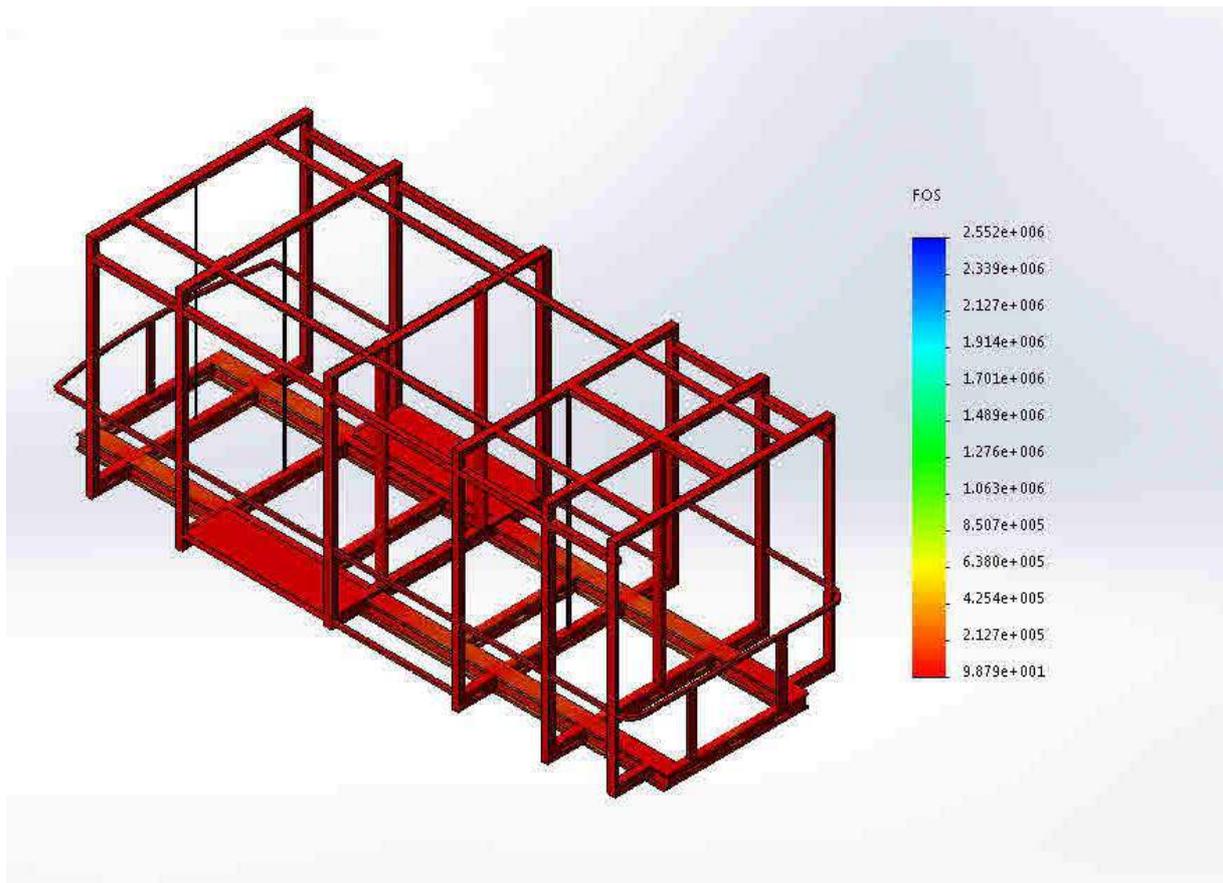
Gambar 5.11 Model Elemen Frame Kendaraan Angkot



Gambar 5.12 Distribusi Tegangan Von Mises pada Rangka Kendaraan Angkot



Gambar 5.13 Distribusi Perpindahan pada Rangka Kendaraan Angkot



Gambar 5.14 Distribusi Safety Faktor

5.2.4. Gambar Teknik

Gambar teknik baik untuk komponen maupun assembling dibuat untuk memastikan kualitas, kuantitas dan keterikatan antara satu komponen yang dibuat oleh salah satu IKM, dapat diassembling dengan baik terhadap komponen lain yang dibuat oleh IKM lainnya. Gambar teknik dapat dilihat pada Lampiran 2.

BAB 6

RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

6.1. DETAIL DESIGN

Bentuk rangka yang diperoleh dari hasil simulasi kekuatan kemudian dikembangkan detail desainnya. Secara umum, komponen yang digunakan pada desain kendaraan ini terdiri dari dua jenis, yaitu komponen standard dan komponen yang dibuat atau dirancang secara khusus.

Proses detail design harus mempertimbangkan juga faktor proses pembuatan dan perakitan dari komponen yang digunakan.

6.2. PEMBUATAN KOMPONEN

Tahapan selanjutnya adalah **Pembuatan Prototipe**. Komponen dibuat di IKM mitra yang tergabung dalam Klaster Industri Komponen Otomotif Jawa Barat, meliputi industri komponen otomotif berbasis logam, karet, plastik, komposit, gelas, kayu dan kulit. Berdasarkan detail design, komponen yang digunakan pada kendaraan ini terdiri dari dua jenis, yaitu komponen standard dan komponen yang dibuat atau dirancang secara khusus. Dengan menggunakan informasi pada gambar teknik yang sudah ada, komponen dibuat prototipenya.

Proses manufaktur merupakan suatu proses pembuatan benda kerja dari bahan baku sampai barang jadi atau setengah jadi dengan atau tanpa proses tambahan. Suatu produk dapat dibuat dengan berbagai cara, di mana pemilihan cara pembuatannya tergantung pada :

- Jumlah produk yang dibuat akan mempengaruhi pemilihan proses pembuatan sebelum produksi dijalankan. Hal ini berkaitan dengan pertimbangan segi ekonomis.

- Kualitas produk yang ditentukan oleh fungsi dari komponen tersebut. Kualitas produk yang akan dibuat harus mempertimbangkan kemampuan dari produksi yang tersedia.
- Fasilitas produksi yang dimiliki yang dapat digunakan sebagai pertimbangan segi kualitas dan kuantitas produksi yang akan dibuat.
- Penyeragaman (standarisasi), terutama pada produk yang merupakan komponen atau elemen umum dari suatu mesin, yaitu harus mempunyai sifat mampu tukar (interchangeable). Penyeragaman yang dimaksud meliputi bentuk geometri dan keadaan fisik.

Pada dasarnya proses manufaktur benda kerja terutama yang berasal dari bahan logam dapat dikelompokkan menjadi :

1. Proses pengecoran
2. Proses pembentukan
3. Proses pemotongan
4. Proses penyambungan
5. Proses perlakuan fisik
6. Proses pengerjaan akhir.

6.3. ASSEMBLING

Perakitan adalah proses penggabungan dari beberapa bagian komponen untuk membentuk suatu konstruksi yang diinginkan. Proses perakitan untuk komponen-komponen yang dominan terbuat dari pelat-pelat tipis dan pelat tebal ini membutuhkan teknik-teknik perakitan tertentu yang biasanya dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti : Jenis bahan pelat yang akan dirakit, kekuatan yang dibutuhkan untuk konstruksi perakitan, pemilihan metode penyambungan yang tepat, pemilihan metode penguatan pelat yang tepat, penggunaan alat-alat bantu perakitan, toleransi yang diinginkan untuk perakitan, keindahan bentuk, ergonomis konstruksi dan finishing.

Setiap jenis bahan mempunyai sifat-sifat khusus dari bahan lainnya, sehingga sewaktu dilakukan perakitan jenis bahan sebelumnya harus diketahui sifat-sifatnya. Sebab dengan diketahuinya sifat-sifat bahan ini sangat berpengaruh terhadap pemilihan metode penyambungan.

Pertimbangan kekuatan yang dibutuhkan untuk suatu konstruksi, sebaiknya telah dihitung sewaktu merencanakan konstruksi sambungan yang akan dikerjakan.

Alat-alat bantu dalam perakitan harus dipertimbangkan berdasarkan bentuk-bentuk konstruksi. Konstruksi yang terdiri dari jumlah komponen yang banyak membutuhkan alat bantu perakitan. Alat bantu ini terutama dibutuhkan untuk memproduksi suatu alat dalam jumlah yang relatif besar. Alat bantu yang dibutuhkan seperti Jig dan fixture. Toleransi dalam perakitan dipertimbangkan berdasarkan pasangan antara elemen yang dirakit menjadi komponen yang lebih besar. Toleransi untuk pasangan ini dikenal dengan istilah *interchange ability* (sifat mampu tukar). Patokan dasar dalam perakitan harus ditentukan terlebih dahulu sebagai acuan dasar untuk merangkai komponen yang lain.

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. KESIMPULAN

Kendaraan adalah alat transportasi yang mendukung kegiatan UMKM dengan harga yang terjangkau, irit bahan bakar, kompak dimensinya dan memenuhi aspek keamanan dan kenyamanan.

Berdasarkan hasil penelitian sementara dapat disimpulkan bahwa:

1. Kebutuhan akan kendaraan angkutan umum ini sangat besar mengingat alat transportasi massal terus tumbuh seiring pertumbuhan ekonomi di Indonesia.
2. Jenis kendaraan ini belum ada di Indonesia, sehingga persaingan bisnis untuk memasarkan produk ini masih rendah.
3. Hasil simulasi dinamik, menunjukkan performa dari chassis kendaraan yang dirancang cukup baik.
4. Desain suspensi depan dan belakang yang dipilih adalah suspensi independent dengan lengan ayun ganda.

7.2. SARAN

Kegiatan pengembangan produk ini merupakan kegiatan yang terintegrasi antara Bisnis, Industri, Pemerintah Daerah, Lembaga Riset, Market dan Investor. Masing-masing stake holder memiliki peran yang strategis, salah satunya tidak berjalan sesuai rencana, akan mengganggu proses bisnis secara keseluruhan. Model seperti ini diharapkan akan berdampak secara langsung terhadap peningkatan daya saing IKM komponen otomotif, yang tidak lagi mengandalkan "job order", tetapi mampu merancang dan memproduksi produk baru dan dapat diserap pasar.

Tim peneliti menyarankan bahwa kegiatan penelitian ini sangat penting untuk diselesaikan mengingat tingginya kebutuhan akan produk yang dikembangkan ini di masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Astley R. J. "Finite elements in solids and structures." Chapman & Hall, 1992
2. Barroso F. J. "Efecto de un sistema de control activo de balanceo sobre la estructura de unautobús," Tesis de licenciatura, Universidad Carlos III de Madrid, 2009
3. Bhatti M. A. "Fundamental finite element analysis and applications." Wiley, 2002
4. Chandna P., Bhushan G., Singh V. P., Kumar D. and Kumar A., "Finite element analysis of abus body structure using CAE tools." Kurukshetra University, 2008
5. Crolla D. "Automotive engineering, power train, chassis system and vehicle body." Elsevier, 2009
6. Dixon J. C. "The shock absorber handbook." 2nd ed. Professional Engineering Publishing, 2007
7. Gillespie T. "Fundamentals of vehicle dynamics." 2nd ed. Society of Automotive Engineers, 1992
8. Goncalves P.C. and Ambrósio A.C., "Optimization of vehicle suspension systems for improved comfort of road vehicles using flexible multibody dynamics," Kluwer Academic Publishers, 2004
9. Hellman A. "Simulation of a complete vehicle dynamics using FE code Solidworks." Master's thesis. Lulea University of Technology, 2008
10. Hostens K. and Deprez, H. R., "An improved design of air suspension for seats of mobile agricultural machines," Journal of sound and vibration, 2003
11. Kim H. S., Hwang Y. S. and Yoon H. S., "Dynamic stress analysis of a bus system." Commercial vehicle engineering & Research center, 2000
12. Thoresson M. J., Uys P. E., Els P. S. and Snyman J. A., "Efficient optimization of a vehicle suspension system, using a gradient-based approximation method. Part 1: Mathematical modeling," Mathematical and computer modeling, 2009
13. Yildirim S., "Vibration control of suspension system using a proposed neural network," Journal of sound and vibration, 2003
14. Zienkiewicz O. C. and Taylor R. L. "The finite element method for solids and structural mechanics." 6th ed. Elsevier, 2005

Lampiran 1
ARTIKEL ILMIAH

Artikel ilmiah terdiri dari:

1. Proceeding Seminar Nasional Vehicle Design & Engineering dengan makalah berjudul **KAJIAN ASPEK HUMAN FAKTOR ENGINEERING (ERGONOMI) TERHADAP RANCANG ULANG ANGKOT BANDUNG** oleh Erwin M. Pribadi dan Farid Rizayana (Sudah terbit)
2. Proceeding Seminar Nasional Vehicle Design & Engineering dengan makalah berjudul **PENGEMBANGAN ANGKUTAN KOTA ELEKTRIK UNTUK KOTA BANDUNG** oleh Farid Rizayana dan Erwin M Pribadi (Sudah Terbit)
3. Makalah untuk Journal Internasional berjudul **FINITE ELEMENT ANALYSIS OF A NEW CONCEPT ELECTRIC MINI BUSFRAME (CASE STUDY IN PUBLIC TRANSPORTATION IN BANDUNG CITY)** oleh Farid Rizayana (Submitted)

Lampiran 1.1

Proceeding Seminar Nasional Vehicle Design & Engineering dengan makalah
berjudul:
**KAJIAN ASPEK HUMAN FAKTOR ENGINEERING (ERGONOMI) TERHADAP
RANCANG ULANG ANGKOT BANDUNG**
oleh Erwin M. Pribadi dan Farid Rizayana

2016

ISSN 2548-1614

**TEKNIK MESIN FT-UNIVERSITAS PASUNDAN
SEMINAR NASIONAL
VEHICLE DESIGN & ENGINEERING**

PROCEEDING

28-29 Oktober 2016
Universitas Pasundan, Bandung



DAFTAR ISI

	Halaman
SUSUNAN REVIEW	ii
SUSUNAN PANITIA	iii
SAMBUTAN KETUA JURUSAN	iv
SAMBUTAN KETUA PANITIA	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
1. PERANCANGAN MESIN VACUUM FORMING UNTUK BODI MOBIL (STUDI KASUS ENGINE HOOD) Anwary dan Farid Rizayana, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan	1-12
2. ANALISIS PEMAKAIAN <i>TURBOCHARGER</i> DENGAN <i>INTERCOOLER</i> PADA KENDARAAN DIESEL 133 HP KAITANNYA DENGAN PERFORMANSI MESIN Khairul Huda, W. Djoko Yudisworo dan Junial Heri, Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon	13-29
3. TEKNOLOGI PURIFIKASI DAN KOMPRESI BIOGAS BAGI BAHAN BAKAR OTOMOTIF Ir. Doyo Sudrajat, MM dan Ir. Sonson Garsoni, PT. Cipta Visi Sinar Kencana, Bandung	30-39
4. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SIMULATOR SRS AIRBAG SEBAGAI SARANA KESELAMATAN KENDARAAN Nurhadi, Program Studi Teknik Otomotif Elektronik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang	40-47
5. ANALISIS UNJUK KERJA PADA AIR JENIS POMPA SHIMIZU PS-135E DENGAN MENGGUNAKAN ALAT UKUR FLOWMETER Endang Prihastuty dan Wasiran, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon	48-59
6. DESAIN SISTEM INFORMASI APLIKASI E-QMS ISO 9001:2015 Andri H R Somamihardja, AMI, MT. dan Ahmad Tohasan, ST., MT., Teknik Mesin- Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus Cirebon	60-64
7. PENINGKATAN KADAR OKSIGEN AIR TAMBAK DENGAN SISTEM AERATOR TENAGA ANGIN TIPE SAVONIUS DUA TINGKAT Ahmad Farid, Irfan Santosa, Hadi Wibowo, Teknik Mesin-Universitas Pancasakti Tegal	65-68
8. DESAIN MEKANISME PAYUNG PENUTUP LAHAN PARKIR KENDARAAN Gatot Santoso, Muki Satya Permana & Sumardi, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan	69-72

9. **ANALISA DAN MODIFIKASI DESAIN SEPEDA MOTOR RODA TIGA**
Reski Nur Apriyadi & Farid Rizayana, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan; Enjang Patriatna, Politeknik Manufaktur Bandung 73-80
10. **PENGEMBANGAN MODEL RANGKA BOGIE MONOREL JENIS *STRADDLE* UNTUK RADIUS BELOK KECIL**
Sugiharto, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan; Gatot Prayogo dan Danardono AS., Departemen Teknik Mesin Universitas Indonesia 81-87
11. **KAJIAN ASPEK HUMAN FAKTOR ENGINEERING (ERGONOMI) TERHADAP RANCANG ULANG ANGKOT BANDUNG**
Erwin Maulana Pribadi, Program Studi Teknik Industri FT Universitas Pasundan; Farid Rizayana, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan 88-96
12. **SISTEM TANDEM SPEKTROFOTOMETER UV VISAMPEROMETRI UNTUK MENINGKATKAN AKURASI DAN PRESISI**
Yohan Fifit Astuti & Bambang Herlambang, Program Studi Teknik Mesin Universitas Pamulang 97-100
13. **PENGEMBANGAN LANJUT METODE PERBAIKAN KOMPONEN ALUMINIUM AL-SI DENGAN MENGGUNAKAN METODE *TURBULENCE FLOW CASTING***
Muki Satya Permana, Susan Heryanti, Iqbal Taufani, dan Edho, Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pasundan 101-105
14. **PEMANFAATAN PANAS KONDENSOR AC UNTUK PROSES PENGERINGAN**
Hery Sonawan, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan; Nevi Yandra, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon 106-109
15. **DESAIN DAN PEMBUATAN KAROSERI SEPEDA MOTOR RODA TIGA**
Trida Solihah dan Farid Rizayana, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan 110-112
16. **DESAIN GATE 1 DAN GATE 2 PADA RAMP GATE DOOR KAPASITAS 30 TON**
M. Fazar Ernawan & Farid Rizayana, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan 113-117
17. **DESAIN GATE 3 UNTUK RAMP GATE DOOR KAPASITAS 30 TON**
Firmansyah Nugraha & Farid Rizayana, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan .. 118-124
18. **DESAIN MEKANISME GATE 3 UNTUK RAMP GATE DOOR KAPASITAS 30 TON**
Nendi Awaliansah & Farid Rizayana, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan 125-127
19. **RANCANG BANGUN *TENSIONER* UNTUK PROSES *FILAMENT WINDING* *DESIGNING TENSIONER FOR THE FILAMENT WINDING PROCESS***
Yogi Abdullah, Dedi Lazuardi, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan Bandung .. 128-141
20. **PENGEMBANGAN HANDY TRACKTOR MULTIFUNGSI UNTUK LAHAN SEMPIT**
Farid Rizayana dan Herman Somantri, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan 142-150
21. **PERANCANGAN POWER TAKE OVER UNTUK KENDARAAN RODA TIGA**
Iman Akbar dan Farid Rizayana, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan 151-159

- 22. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SEPEDA LISTRIK**
Asep Tatang Restu Pajar dan Farid Rizayana, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan
..... 160-167
- 23. DESAIN MEKANISME *ROOF LIFTING* SEPEDA MOTOR RODA TIGA
UNTUK KENDARAAN NIAGA**
Yodi Supriyadi dan Farid Rizayana, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan 168-178
- 24. PENGEMBANGAN ANGKUTAN KOTA ELEKTRIK UNTUK KOTA
BANDUNG**
Farid Rizayana dan Erwin M Pribadi, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan 179-185

Kajian Aspek Human Factor Engineering (Ergonomi) Terhadap Rancang Ulang Angkot Bandung

Erwin Maulana Pribadi¹; Farid Rizayana²

1. Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Unpas, Bandung,

2. Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung,

erwinpribadi@gmail.com¹

farid.rizayana@gmail.com²

Abstrak

Berdasarkan kajian Masterplan transportasi Kota Bandung tahun 2013, dinyatakan bahwa tingkat pelayanan angkutan umum masih rendah. Selain itu berdasarkan hasil survey yang dilakukan kepada pengguna angkot, membuktikan bahwa pelayanan angkot di Kota Bandung masih jauh dari yang diharapkan, utamanya dari faktor keselamatan, kondisi fisik kendaraan, kemudahan pengguna, dan efektifitas serta efisiensi penggunaan angkot (Litbang, Dishub Jabar, 2003).

Berdasarkan hasil Studi tentang Angkutan Kota Bandung yang dilakukan oleh ITB, diperoleh data-data sebagai berikut (ITB-2003):

1. Gap keinginan pengguna vs realitas pelayanan angkot Bandung > 40%.
2. Bobot kepentingan pengguna; a) Keselamatan/*assurance* (25%), b) Kondisi fisik dan fasilitas angkot/*tangible* (22%), Kemudahan pengguna/*responsiveness* (21%), c) Efisiensi dan akurasi/*reliability* (18%), d) Aspek psikologis/*empathy* (15%).

Dari data di atas, nampak bahwa aspek keselamatan menempati pilihan yang pertama bagi pengguna Angkot Bandung (25%). Oleh karenanya kami melakukan rancang ulang Angkot Bandung dengan pertimbangan aspek-aspek tersebut diatas, dengan sasaran utama perancangan adalah; 1) Meningkatkan daya tarik penggunaan kendaraan umum, 2) Menekan kemacetan kota, 3) Mendukung program "langit biru" Kota Bandung, 4) Meningkatkan kedisiplinan pengemudi & pengguna Angkot, 5) Meningkatkan kegiatan IKM otomotif di Bandung.

Penjabaran dari sasaran utama perancangan di atas adalah menghasilkan Desain angkot yang memiliki: a) Keselamatan/*assurance* tinggi, b) Kondisi fisik dan fasilitas angkot memadai, c) Kemudahan / aksesibilitas pengguna, d) Efisiensi dan akurasi, e) memenuhi Aspek psikologis/*empathy*

Dari kumpulan informasi dan hasil gathering dengan berbagai pihak, maka kajian yang tidak kalah penting adalah 'kesesuaian guna' dengan calon/penumpang sebagai '*the end user*'. Oleh karena itu kajian Ergonomi memegang peran penting di dalam suksesnya rencana rancang ulang angkot Bandung ini.

Di dalam paper ini akan disajikan sebuah kajian ergonomi terhadap perancangan ulang angkot Bandung, yang sudah dirancang sebelumnya secara fisik oleh Farid Rizayana, dari Prodi Teknik Mesin Unpas Bandung.

Kata kunci: Rancang Ulang Angkot Bandung, Ergonomi, Analisis Beban Kerja

Abstract

Based on the study Masterplan transport Bandung in 2013, stated that the level of public transport services in the city of Bandung is still low. Also based on the results of a survey conducted to users of public transportation, proving that the ministry of public transportation in the city of Bandung is still much to be desired, especially of the safety factor, the physical condition of the vehicle, ease of use, and the effectiveness and efficiency of the use of public transportation (R & D, Dishub Jabar, 2003),

Based on the results of the Municipal Transport Study conducted by ITB Bandung, obtained the data as follows(ITB-2003):

1. Gap user desires versus realities of public transportation services Bandung > 40%.

2. The weight of the interests of users; a) Safety / assurance (25%), b) Physical conditions and facilities of public transportation / tangible (22%), Ease of users / responsiveness (21%), c) Efficiency and accuracy / reliability (18%), d) Psychological aspects / empathy (15%).

From the above data, it appears that the safety aspects occupy the first choice for users Bandung public transportation (25%). Therefore we do redesign public transportation Bandung with consideration of the aspects mentioned above, with the main objective is the design; 1) Increase the attractiveness of public transport use, 2) Hitting the congestion of the city, 3) Support the "blue sky" Bandung, 4) Improve discipline riders and public transportation users, 5) Increase the automotive SME activities in Bandung.

The description of the main target of the design above is to produce a design of public transportation on: a) Safety / assurance is high, b) Physical conditions and facilities of public transportation are adequate, c) Ease / user accessibility, d) efficiency and accuracy, e) meet the psychological aspect / empathy

Ke From the collection of information and gathering results with various parties, the assessment is no less important are the 'suitability to' with candidates / passengers as 'the end user'. Therefore, the study of ergonomics plays an important role in the success of the plan redesign this Bandung public transportation.

In this paper will be presented a study to redesign public transportation ergonomics Bandung, which had previously physically designed by Farid Rizayana, from the Department of Mechanical Engineering Unpas Bandung.

Keywords: Redesign Bandung Public Transport, Ergonomic, Workload Analysis

I. PENDAHULUAN

I.1 Latar belakang

Angkot merupakan salah satu alat transportasi umum yang berfungsi membantu mengatasi masalah transportasi perkotaan dan mengimbangi penggunaan antara kendaraan pribadi dengan kendaraan umum sebagai maksud mengurangi kemacetan (Starkie, 1976). Begitu pula halnya dengan angkot Bandung.



Gb. 1 Contoh Angkot Bandung Saat Ini

Berdasarkan kajian masterplan transportasi kota Bandung tahun 2013, dinyatakan bahwa tingkat pelayanan angkutan umum masih rendah. selain itu, berdasarkan hasil survey yang dilakukan kepada pengguna angkot, membuktikan bahwa pelayanan angkot di kota Bandung masih jauh dari yang diharapkan, utamanya dari faktor keselamatan, kondisi fisik kendaraan, kemudahan pengguna dan efektifitas serta efisiensi penggunaan angkot (litbang Dishub kota Bandung, 2013).

Di dalam upaya perbaikan sistem lalu lintas publik dengan orientasi penanggulangan kemacetan dan pengendalian lingkungan melalui kebijakan 'langit biru' kota Bandung. Dinas Perhubungan Kota Bandung telah berencana membuat model desain tipikal angkot kota Bandung.

I.2 Tujuan dan Sasaran Penelitian

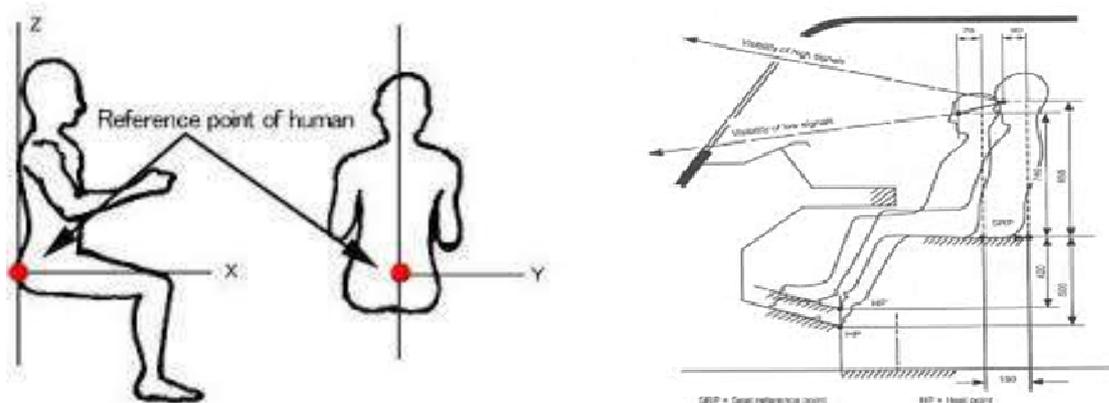
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji ulang terhadap rancang ulang Angkot Bandung dari sisi kajian aspek Ergonomi, Handling Quality, dan aspek Keselamatan Penumpang. Sedangkan sasaran untuk mencapai tujuan tersebut

1. Menganalisis area ruang kemudi dengan konsep ERP (*Eyes Reference Point*) dan SRP (*Seat Reference Point*)
2. Melakukan kajian terhadap Handling Quality dari operasional Angkot Bandung
3. Melakukan analisis terhadap aspek keamanan dan keselamatan penumpang terkait dengan rancangan angkot Bandung

II. PERMASALAHAN DASAR

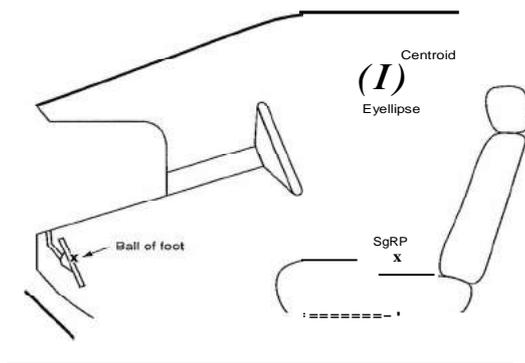
2.1 Kebutuhan Ruang Kemudi

Di dalam menentukan posisi "setir" yang optimal pada saat mengemudikan kendaraan, dapat diperkirakan melalui dua pendekatan, Pertama, melalui koordinat titik referensi duduk SAE (SgRP) yang dihitung dengan menggunakan SAE dimensi HS, W20, LI04, dan LII4 (didefinisikan dalam SAE yang Direkomendasikan dalam Society of Automotive Engineers, 1996). Nilai positioning tersebut sebenarnya disediakan oleh produsen kendaraan. Kedua, menggunakan model yang dikembangkan di UMTRI, koordinat SgRP yang digunakan untuk memprediksi koordinat posisi pengemudi mata rata-rata (sebagai pusat massa dari eyellipse).



Gb 2. Human Reference Point dalam Area Setir Kendaraan Roda empat

Di dalam melakukan evaluasi aspek ergonomic terhadap area ruang kemudi wahana kendaraan bermotor roda empat (otomotif), para ahli ergonomic biasa menggunakan pendekatan melalui analisis terhadap posisi ERP atau SRP. Kajian ini untuk mendapatkan data *Drivers' Visual Characteristics* dalam posisi ruang (x,y,z) pada posisi (0,0,0), sebagai acuan / referensi titik awal posisi perancangan.



Gb.3 Diagram skematik hubungan antara titik referensi pengemudi duduk (SgRP) dan posisi rata-rata - mata pengemudi (the centroid of the eyellipse)

Dengan panduan titik ERP tersebut, para desainer kendaraan bisa menentukan penempatan berbagai komponen di area cabin, dashboard, side wall, Front panel, center panel dll sehingga arrangement rancangannya dapat diakomodasi oleh dimensi anthropometry pengguna mulai dari (5%tile – 95% tile) populasi orang dewasa Indonesia.

Kebutuhan aspek ergonomic lainnya di area ruang kemudi adalah area untuk pergerakan supir, pengemudi harus bisa melakukan pergerakan anggota badan tanpa harus berdiri meninggalkan kursi. Selain itu rancangan atap (*roof*) harus bisa menutupi sebagian besar dari komponen panel dibagian depan ruang kemudi, sedemikian rupa sehingga terhindar dari silau cahaya (*glare*) yang berlebih dalam expose yang lama.

2.2 Kebutuhan Area Penumpang

Area untuk penumpang merupakan ruang kabin angkot yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan calon penumpang yang sangat bervariasi ukuran anthropometrinya dan juga sangat bervariasi karakteristiknya. Oleh karena itu di dalam area kabin penumpang

ini perlu dilakukan studi/analisis ergonomic, yaitu studi anthropometri fisik dan juga terkait dengan analisis cognitive ergonomic para pengguna angkot bandung.

Beberapa hal terkait dengan permasalahan kajian ergonomic pada ruang penumpang, diantaranya;

- Studi aksesibilitas _ egress-igress penumpang
- Studi kenyamanan posisi tempat duduk, dengan estimasi perjalanan terjauh memakan waktu perjalan ± 2 jam (120 menit).
- Posisi penyimpanan barang bawaan
- Posisi penumpang berdiri (opsional)
- Fasilitas ruang untuk penumpang dengan berkebutuhan khusus (Disabilitas)



Gb 4. Aksesibilitas penumpang



Gb.5 Posisi Kapasitas penuh

2.3 Kebutuhan Aspek Keselamatan

Keaneka ragaman kendaraan di jalan raya, baik dari segi ukuran, model, tahun pembuatan, karakteristik pengemudi, disamping belum padunya antara peraturan per lalu-lintasan dengan sarana-prasarana system angkutan kota yang belum padu menjadi satu permasalahan tersendiri yang bisa memicu terjadinya kecelakaan lalu lintas (Laka – lantas) di jalan raya.



Gb.6 Halte di pertigaan Jalan Taman Sari-Siliwangi. Posisi halte di belokan dan tidak ada tempat berhenti

Selain itu, kepemilikan angkot yang bersifat perseorangan tidak dapat memiliki standar baku yang ditetapkan untuk menjaga kualitas pelayanan, terutama dari aspek keselamatan. Pemeliharaan dan kontrol kualitas kendaraan yang buruk oleh pemilik juga berpotensi

menimbulkan kecelakaan. Kasus yang sering ditemui berkaitan dengan buruknya pemeliharaan adalah kebakaran. Mengutip dari situs berita daring okezone.com dan liputan6.com, terdapat kasus kebakaran angkot pada bulan September dan Desember 2014 lalu yang bersumber dari hubungan arus pendek listrik yang terjadi pada sistem kelistrikan kendaraan. Kejadian tersebut dapat menjadi bukti kurangnya perhatian dan kepedulian pemilik terhadap aspek keselamatan angkutan. Minimnya pemeliharaan kendaraan juga bisa berarti kurangnya kenyamanan berkendara yang diperoleh penumpang.

Sebagai antisipasi dan memberikan rasa aman terhadap penumpang, terkait dengan rancang ulang Angkot Bandung, dimana konsep yang diangkat adalah memberikan suasana maksimum visibility, sehingga memberikan rasa 'luas' di dalam ruang penumpang, oleh karenanya sebagian besar dinding kendaraan berupa kaca. (lihat Gb. 4), maka harus ada masukan terkait dengan aspek kekuatan struktur dinding kendaraan untuk memberikan aspek aman dari benturan dengan kendaraan atau benda lain.

Konsekuensi dari kondisi ini, menurut pandangan ergonomi perlu kiranya diberikan konsep struktur rangka dalam, yang berfungsi sebagai penguat struktur kendaraan, juga secara kognitif akan memberikan rasa aman bagi siapapun penumpangnya.

III. PENGEMBANGAN MODEL & DESAIN ERGONOMIK

3.1 Eyes References Point Concept



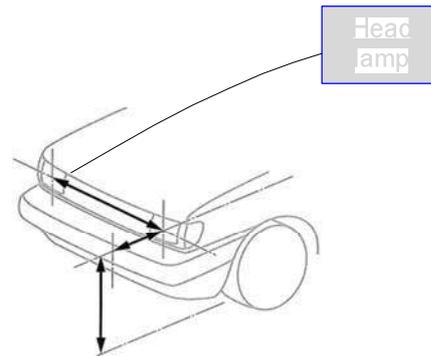
Gb.7. Desain Ulang Ruang “Angkot Bandung”

Sebagai basic__awal titik perancangan untuk menentukan berbagai komponen di dalam ruang kemudi angkutan ‘Angkot Bandung’ hasil redesain saudara Farid Rizayana dan tim dari Departemen Teknik Mesin Unpas, hal yang harus diperhatikan adalah penentuan lokasi titik_point ERP nya. Apabila dilihat dari tampilan Angkot hasil Redesain ini, nampak bahwa posisi ERP akan dengan mudah ditentukan, karena area (ruang kemudi) cukup luas. (lihat gambar 7.)

Terkait dengan konsep perancangan dengan pendekatan ERP, diantaranya dapat disampaikan

sebagai berikut;

Sebagai contoh di dalam penentuan lokasi (x,y,z) dari lampu depan (*Headlamp*) dan posisi ERP pengemudi, hal ini sangat penting untuk memperkirakan kinerja berbagai peralatan untuk keamanan lalu lintas di jalan, seperti tanda-tanda *retroreflective* lalu lintas dan marka, spion, dan lampu depan. Tinggi mata duduk pengemudi merupakan faktor yang penting dalam menentukan jarak pandang aman .



Gb.8. ERP dan Head lamp

Selain itu, dari posisi ERP ini dapat dimanfaatkan untuk dilakukan analisa terhadap *roof* (bagian *ceilling* atas bagian depan ruang kemudi) agar seluruh komponen yang ada dibagian depan kemudi terhindar dari 'glare' (silau).

3.2 Seat References Point Concept (SRP)

SRP (*Seat Reference Point*) adalah suatu posisi titik yang didefinisikan sebagai suatu bidang horisontal dan vertikal dari kursi atau perpotongan kursi. Titik referensi ini adalah titik antarmuka antara objek dengan manusia sebagai penggunaanya.

Dalam desain ergonomi, titik referensi kursi digunakan untuk mengidentifikasi bagian dari kursi, atau perangkat lain disekitar tempat duduk, di mana bagian sandaran dan kursi yang saling berpotongan dijadikan titik awal penentuan dimensi komponen lainnya. Titik referensi kursi digunakan sebagai penentuan posisi dari mana pengukuran komponen lainnya untuk menentukan ukuran dan proporsi dari perangkat tempat duduk.

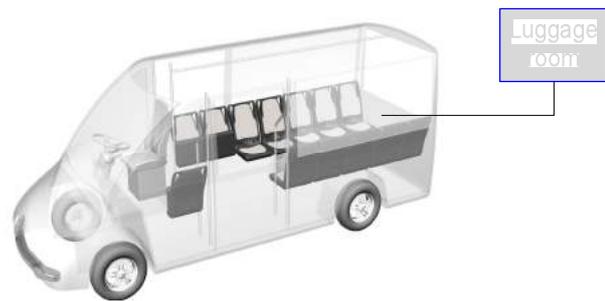
Untuk desain angkot Bandung ini dapat pula menggunakan pendekatan ini, sekaligus dikombinasikan dengan konsep perancangan berdasarkan konsep ERP.

3.3 Luggage Availability

Mobil Angkot Bandung termasuk ke dalam kategori Mobil Penumpang, yang dimaksud dengan "mobil penumpang" adalah Kendaraan Bermotor angkutan orang yang memiliki tempat duduk maksimal 8 (delapan) orang, termasuk untuk Pengemudi atau yang beratnya tidak lebih dari 3.500 (tiga ribu lima ratus) kilogram (Permen Perhub).

Untuk jenis angkot ini ruang angkut barangnya dirancang dan harus dibatasi sesuai dengan jumlah penumpang 8 (delapan) orang dengan trayek di dalam kota

Ruang angkut barang (bagasi), sesuai peraturan yang ada untuk angkutan kota tidak diberikan keleluasan yang khusus. Akan tetapi bisa memanfaatkan ruang – ruang yang ada disekitar tempat duduk penumpang, yaitu ruang dibelakang pengemudi dan ruang dibagian paling belakang penumpang (lihat Gb 9.)



Gb. 9 *Luggage Room*

IV. ANALISIS

4.1 Area Ruang kemudi;

Kajian ergonomic untuk desain ruang kemudi kendaraan 'redesain angkot Bandung' beberapa hal yang menjadi pertimbangan adalah ;

- Untuk area lintang pandang sudah didapatkan cukup luas, akan tetapi harus diperhatikan penempatan komponen dibagian depan (area dashboard), karena kemungkinan besar banyak sudut pandang yang terkena 'glare' (efek silau) karena bagian ceiling atas kurang menjorok ke depan.
- Perlu diberikan sekat pembatas antara ruang pengemudi dengan area penumpang, untuk memberikan otorisasi bagi pengemudi.
- Konsep ERP – SRP menjadi dasar perancangan penempatan komponen kendali dan komponen pendukung lainnya pada area ruang kemudi, sehingga operasional kendaraan dapat dioperasikan oleh populasi orang dewasa Indonesia dari ukuran 5%tile – 95%tile anthropometry .
- Hal – hal lain terkait dengan aspek keselamatan dan keamanan pengemudi dapat menyesuaikan dengan kondisi setempat.

4.2 Area Ruang Penumpang

Untuk meningkatkan daya tarik penggunaan kendaraan umum, mengurangi penggunaan kendaraan pribadi, dan menekan angka kemacetan, maka rancangan ulang 'angkot Bandung' ini dibuat sedemikian rupa dengan memperhatikan beberapa aspek ergonomic berikut, diantaranya;

- Kursi – ruang penumpang lebih leluasa dan berjumlah lebih banyak dari angkot secara umum yang ada, akan tetapi harus dikaji aspek legal nya terkait dengan aturan hukum tentang jumlah penumpang yang diperbolehkan untuk angkutan jenis angkot yang dikeluarkan oleh Kementerian Perhubungan.

- Ada area yang diperuntukan bagi keperluan pembayaran otomatis (smart card) dan area untuk alat komunikasi, perlu dipertimbangkan kajian ergonomic kognitifnya, terkait dengan pola perilaku masyarakat kota (Bandung).
- Disediakan sarana untuk penumpang yang berkebutuhan khusus (Disabilitas), hal ini merupakan cerminan pemenuhan undang-undang bagi persyaratan penyediaan fasilitas khusus bagi sarana umum, perlu dipertimbangkan aksesibilitas untuk keluar-masuk penumpang dengan desain mekanikal yang adaptif dan ergonomis.

4.3 Aspek Keselamatan Secara Umum

Dari semua fasilitas rancangan yang disediakan bagi kendaraan angkot ini, yang paling utama adalah bagaimana aspek keselamatan secara umum tidak akan terancam hanya karena menggunakan kendaraan angkot ini, beberapa hal yang harus dipertimbangkan diantaranya;

- Konstruksi_Struktural dari desain angkot Bandung ini terlihat 'stylish' dan modern dan menggambarkan kebutuhan angkot masa depan dikota besar seperti di kota Bandung, akan tetapi untuk memenuhi kriteria 'rasa aman' dan nyaman maka perlu dipertimbangkan untuk menambah truktur rangka besi-baja ringan di dalam ruang kabin penumpang, hal ini dikarenakan desain angkot ini sebagian menggunakan material dari kaca. Di dalam penempatannya rangka besi ini bisa dikamuflekan sebagai ornamen hiasan.
- Untuk memberikan '*awarenesses*' bagi lingkungan disekitar kendaraan ketika beroperasi di jalan raya, perlu dipertimbangkan untuk diberikan desain tambahan terkait dengan bunyi-bunyian darisumber engine kendaraan tersebut. Karena angkot Bandung ini direncanakan menggunakan tenaga batere kering, yang tentunya tidak menghasilkan bunyi-bunyian, sehingga hal ini akan membahayakan bagi lingkungan disekitarnya. Bunyi-bunyian itu bisa berupa '*chime*', atau apapun yang bisa memberikan tanda '*sign*' bagi kendaraan atau apapun yang berada disekitarnya.

4.4 Kebijakan Pemkot

Sebagai upaya perbaikan terhadap pemenuhan sarana transportasi umum yang lebih modern dan ramah lingkungan, konsep perancangan ulang angkot Bandung ini memerlukan dukungan kebijakan dari pihak Pemkot, diantaranya yang diharapkan adalah;

- Untuk menjalankan kendaraan jenis ini diperlukan rute yang cukup '*clean*' dari konstruksi jalan raya nya, sehingga diperlukan dukungan kebijakan Prmkot agar ruas jalan yang dilalui tidak terlalu crowded oleh pengguna jalan lainnya termasuk angkot umum seperti yang ada sekarang.
- Perlu kebijakan terkait dengan peningkatan utilitas penggunaan Halte pemberhentian angkot, sudah barang tentu diperlukan desain halte yang cukup bagus dan ergonomis sehingga bisa mendukung pengoperasian 'angkot Bandung' hasil desain ulang ini.

- Diperlukan dukungan pemkot cq. Dishub di dalam memberikan ijin mengemudi untuk jenis angkot seperti ini.
- Diperlukan ketetapan penentuan harga tiket yang standar, terkait trayek yang dilalui angkot jenis ini, terutama juga seandainya akan diberlakukan pembayaran tiket menggunakan fasilitas 'smart card'.

V. SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Seperti telah disampaikan pada bab terdahulu, maka pada kajian ini terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan diantaranya;

- Ide Bangun konstruksi dan model dari desain ulang angkot Bandung ini sudah memenuhi aspek kebutuhan masyarakat kota Bandung pada masa yang akan datang, akan tetapi berdasarkan kajian ergonomic, masih terdapat beberapa bagian segmen desain yang perlu disempurnakan, terutama untuk memenuhi aspek keselamatan dan kenyamanan pengguna dan lingkungan masyarakat pengguna angkutan lainnya di jalan raya.
- Perlu disiapkan stasiun pengisian bahan bakar berupa stasiun tempat charger baterai kering di beberapa sudut kota Bandung
- Untuk pengaplikasian jenis angkot seperti ini, diperlukan edukasi terus menerus kepada masyarakat agar diperoleh sikap kesadaran dan pemahaman yang sama, sehingga tidak ditemukan hal-hal penghambat dilapangan.

VI. DAFTAR PUSTAKA

1. Grandjean, E., *Fitting The Task To The Man, A Text Book Of Occupational Ergonomics*, 4 Th Edition. London : Taylor And Francis Ltd. 1988
2. Pheasant, S., *Ergonomics, Work And Health*. London : Macmillan Academic profesional Ltd. 1991.
3. Wignjosoebroto S., *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu. Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*. Edisi I Cetakan ke-2, Penerbit Guna Widya, Surabaya. 2000
4. Sivak, Michael, Michael J. Flannagan; *The Locations Of Headlamps And Driver Eye Positions In Vehicles Sold In The U.S.A.*, The University of Michigan Transportation Research Institute Ann Arbor, Michigan 48109-2150 U.S.A., November 1996
5. Widya, Rani., *Angkat ku Angkot Bandung*, <https://angkot.tibandung.com/>, diunduh, 22 Oktober 2016

Lampiran 1.2

Proceeding Seminar Nasional Vehicle Design & Engineering dengan
makalah berjudul:

**PENGEMBANGAN ANGKUTAN KOTA ELEKTRIK UNTUK KOTA
BANDUNG**

oleh Farid Rizayana dan Erwin M Pribadi (Sudah Terbit)

2016

ISSN 2548-1614

TEKNIK MESIN FT-UNIVERSITAS PASUNDAN
SEMINAR NASIONAL
VEHICLE DESIGN & ENGINEERING

PROCEEDING

28-29 Oktober 2016
Universitas Pasundan, Bandung



DAFTAR ISI

	Halaman
SUSUNAN REVIEW	ii
SUSUNAN PANITIA	iii
SAMBUTAN KETUA JURUSAN	iv
SAMBUTAN KETUA PANITIA	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
1. PERANCANGAN MESIN VACUUM FORMING UNTUK BODI MOBIL (STUDI KASUS ENGINE HOOD) Anwary dan Farid Rizayana, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan	1-12
2. ANALISIS PEMAKAIAN <i>TURBOCHARGER</i> DENGAN <i>INTERCOOLER</i> PADA KENDARAAN DIESEL 133 HP KAITANNYA DENGAN PERFORMANSI MESIN Khairul Huda, W. Djoko Yudisworo dan Junial Heri, Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon	13-29
3. TEKNOLOGI PURIFIKASI DAN KOMPRESI BIOGAS BAGI BAHAN BAKAR OTOMOTIF Ir. Doyo Sudrajat, MM dan Ir. Sonson Garsoni, PT. Cipta Visi Sinar Kencana, Bandung	30-39
4. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SIMULATOR SRS AIRBAG SEBAGAI SARANA KESELAMATAN KENDARAAN Nurhadi, Program Studi Teknik Otomotif Elektronik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang	40-47
5. ANALISIS UNJUK KERJA PADA AIR JENIS POMPA SHIMIZU PS-135E DENGAN MENGGUNAKAN ALAT UKUR FLOWMETER Endang Prihastuty dan Wasiran, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon	48-59
6. DESAIN SISTEM INFORMASI APLIKASI E-QMS ISO 9001:2015 Andri H R Somamihardja, AML, MT. dan Ahmad Tohasan, ST., MT., Teknik Mesin- Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus Cirebon	60-64
7. PENINGKATAN KADAR OKSIGEN AIR TAMBAK DENGAN SISTEM AERATOR TENAGA ANGIN TIPE SAVONIUS DUA TINGKAT Ahmad Farid, Irfan Santosa, Hadi Wibowo, Teknik Mesin-Universitas Pancasakti Tegal	65-68
8. DESAIN MEKANISME PAYUNG PENUTUP LAHAN PARKIR KENDARAAN Gatot Santoso, Muki Satya Permana & Sumardi, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan	69-72
9. ANALISA DAN MODIFIKASI DESAIN SEPEDA MOTOR RODA TIGA	

- Reski Nur Apriyadi & Farid Rizayana, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan; Enjang Patriatna, Politeknik Manufaktur Bandung 73-80
10. **PENGEMBANGAN MODEL RANGKA BOGIE MONOREL JENIS *STRADDLE* UNTUK RADIUS BELOK KECIL**
Sugiharto, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan; Gatot Prayogo dan Danardono AS., Departemen Teknik Mesin Universitas Indonesia 81-87
 11. **KAJIAN ASPEK HUMAN FAKTOR ENGINEERING (ERGONOMI) TERHADAP RANCANG ULANG ANGKOT BANDUNG**
Erwin Maulana Pribadi, Program Studi Teknik Industri FT Universitas Pasundan; Farid Rizayana, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan 88-96
 12. **SISTEM TANDEM SPEKTROFOTOMETER UV VISAMPEROMETRI UNTUK MENINGKATKAN AKURASI DAN PRESISI**
Yohan Fifit Astuti & Bambang Herlambang, Program Studi Teknik Mesin Universitas Pamulang 97-100
 13. **PENGEMBANGAN LANJUT METODE PERBAIKAN KOMPONEN ALUMINIUM AL-SI DENGAN MENGGUNAKAN METODE *TURBULENCE FLOW CASTING***
Muki Satya Permana, Susan Heryanti, Iqbal Taufani, dan Edho, Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pasundan 101-105
 14. **PEMANFAATAN PANAS KONDENSOR AC UNTUK PROSES PENGERINGAN**
Hery Sonawan, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan; Nevi Yandra, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon 106-109
 15. **DESAIN DAN PEMBUATAN KAROSERI SEPEDA MOTOR RODA TIGA**
Trida Solihah dan Farid Rizayana, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan 110-112
 16. **DESAIN GATE 1 DAN GATE 2 PADA RAMP GATE DOOR KAPASITAS 30 TON**
M. Fazar Ernawan & Farid Rizayana, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan 113-117
 17. **DESAIN GATE 3 UNTUK RAMP GATE DOOR KAPASITAS 30 TON**
Firmansyah Nugraha & Farid Rizayana, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan 118-124
 18. **DESAIN MEKANISME GATE 3 UNTUK RAMP GATE DOOR KAPASITAS 30 TON**
Nendi Awaliansah & Farid Rizayana, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan 125-127
 19. **RANCANG BANGUN *TENSIONER* UNTUK PROSES *FILAMENT WINDING* DESIGNING *TENSIONER FOR THE FILAMENT WINDING PROCESS***
Yogi Abdullah, Dedi Lazuardi, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan Bandung 128-141
 20. **PENGEMBANGAN HANDY TRACKTOR MULTIFUNGSI UNTUK LAHAN SEMPIT**
Farid Rizayana dan Herman Somantri, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan 142-150
 21. **PERANCANGAN POWER TAKE OVER UNTUK KENDARAAN RODA TIGA**
Iman Akbar dan Farid Rizayana, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan 151-159
 22. **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SEPEDA LISTRIK**

Asep Tatang Restu Pajar dan Farid Rizayana, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan
..... 160-167

**23. DESAIN MEKANISME *ROOF LIFTING* SEPEDA MOTOR RODA TIGA
UNTUK KENDARAAN NIAGA**

Yodi Supriyadi dan Farid Rizayana, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan 168-178

**24. PENGEMBANGAN ANGKUTAN KOTA ELEKTRIK UNTUK KOTA
BANDUNG**

Farid Rizayana dan Erwin M Pribadi, Program Studi Teknik Mesin FT Universitas Pasundan 179-185

Pengembangan Angkutan Kota Elektrik untuk Kota Bandung

Farid Rizayana (1), Erwin Maulana Pribadi (2)

1. Teknik Mesin FT-Universitas Pasundan,

2. Teknik & Manajemen Industri FT-Universitas Pasundan,

Farid@unpas.ac.id

Abstrak

Tujuan jangka panjang dari penelitian yang diusulkan ini adalah: (1) Meningkatkan kemandirian bangsa Indonesia dalam bidang industri otomotif; (2) Menghasilkan lebih banyak industri yang berorientasi pada *product base manufacture* daripada *process base manufacture*, sehingga struktur industri manufaktur nasional menjadi lebih kuat; dan (3) Mengurangi kemacetan di Kota Bandung dengan cara mengalihkan alat transportasi utama dari kendaraan pribadi menjadi kendaraan umum

Sedangkan target khusus yang ingin dicapai adalah: (1) Menghasilkan kendaraan angkutan umum perkotaan yang nyaman untuk masyarakat perkotaan, termasuk wanita yang sedang hamil dan warga *disable* (yang menggunakan tongkat maupun kursi roda); (2) Terjalannya kerjasama Academic-Business-Government (ABG) dalam pengembangan IKM komponen otomotif. Dengan kerjasama ini, berkembang pula kegiatan Riset dan Pengembangan di IKM yang saling menguntungkan antara akademisi, pelaku usaha maupun pemerintah; dan (3) Menghasilkan patent dan desain industri

Metode penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut: (1) Pengembangan produk sepeda motor roda tiga dilakukan bersama antara tim peneliti dengan IKM komponen Otomotif yang dikoordinir oleh KOPISMA; (2) Desain Produk dilaksanakan oleh tim peneliti di Design Center Jurusan Teknik Mesin FT-Unpas; (3) Pembuatan prototype dilakukan oleh IKM dengan bimbingan dari tim peneliti; dan (4) Persiapan Produksi dilakukan oleh IKM dengan bimbingan dari tim peneliti

Kata kunci: Angkot Bandung, *Ergonomic*, Basis IKM

I. LATAR BELAKANG

Masalah transportasi sudah sedemikian parah di Kota Bandung. Kemacetan yang terjadi menyebabkan kerugian yang sangat besar mulai dari pemborosan waktu, BBM, polusi udara serta externalities lainnya. Dalam kerangka makro ekonomi, hal ini akan mempengaruhi *productivity*, *livability*, dan *sustainability* kota Bandung sebagai pusat kegiatan dan ekonomi.

Sulitnya pengembangan jaringan jalan di Kota Bandung, memberikan justifikasi bahwa angkutan kota (ANGKOT) diharapkan dapat menjadi tumpuan bagi pemecahan masalah transportasi di masa mendatang. Dengan efisiensi ruang perangkutan yang relatif tinggi, angkutan umum akan mampu memaksimalkan kapasitas jaringan yang ada.

Kenyataannya sekarang, pelayanan angkutan umum di Kota Bandung masih jauh dari konsiderasi yang diharapkan, baik dari sisi kapasitas maupun kualitas pelayanan. Seperti di kebanyakan kota-kota di Indonesia, sektor angkutan jalan didominasi oleh angkot

atau mikrobus yang dijadikan sebagai angkutan umum. Dengan maksimum hanya dua belas tempat duduk penumpang, maka angkot ini hampir tidak memenuhi definisi konvensional apapun dari sebuah angkutan massal.

Dominasi angkot dalam pelayanan angkutan di Kota Bandung ini menimbulkan berbagai masalah angkutan terutama dampaknya bagi kelancaran lalu lintas, Efisiensi pelayanan yang rendah, kenyamanan yang minim, sampai dengan masalah sosial. Perlu dipikirkan sejumlah langkah untuk memperbaiki pelayanan angkutan umum di Kota Bandung dengan struktur jaringan yang lebih, tipe armada yang beragam sesuai kebutuhan, dan tentu saja dengan kualitas pelayanan yang lebih baik. Salah satu usaha yang perlu dilakukan adalah mengkonversi angkot secara bertahap menjadi bus sedang dan bus besar, dan menyiapkan kemungkinan operasi angkutan massal berbasis jalan rel yang terbukti lebih efisien. Namun, dengan kondisi jalan yang sempit, lingkungan yang padat serta pendanaan yang luar biasa besar, Dengan demikian fungsi angkot sebagai primadona angkutan umum di kota Bandung belum bisa tergantikan. Untuk itu diperlukan dukungan studi yang komprehensif mengenai bagaimana mekanisme perubahan armada, bagaimana kelayakan perubahan tersebut, dan apa saja potensi kendala dalam implementasinya.



Gambar 1 Angkutan Kota Bandung

II. METODOLOGI

Metode penelitian dapat dilihat pada gambar 2. Penelitian yang ini merupakan pengembangan dari penelitian-penelitian sebelumnya dengan judul "Desain dan Pengembangan Produk Sepeda Motor Roda Tiga dengan Bahan Bakar Hibrida berbasis

IKM" (tahun 2013-2015) dan penelitian "Pengembangan Kendaraan Pedesaan" (tahun 2011-2013). Beberapa hasil penelitian-penelitian ini yang akan digunakan pada penelitian yang diusulkan adalah:

1. Metoda desain kendaraan menggunakan *Virtual Prototyping*
2. Desain Chassis Kendaraan Pedesaan berbasis IKM
3. Database IKM Komponen Otomotif Jawa Barat
4. Desain Alat Bantu Produksi

2.1. Metoda Desain

Desain menggunakan Virtual Prototyping adalah teknik dalam proses pengembangan produk yang melibatkan simulasi dinamika kendaraan dan simulasi kekuatan struktur untuk melihat kelakuan desain kendaraan terhadap berbagai kondisi beban. Tujuannya adalah menghindari pembuatan prototipe yang berulang dan *try and error*. Diharapkan proses desain, pembuatan prototipe dan pengujian menjadi lebih cepat dan murah karena proses *try and error* diganti dengan proses simulasi di komputer. Metoda ini dikembangkan oleh Ketua Tim Pengusul mulai tahun 2011 sampai tahun 2015. Hasil pengembangan metoda ini adalah Prototype Mobil Pedesaan (2012) dan Produk Kendaraan Niaga untuk UMKM (2015). Metoda ini digunakan kembali pada penelitian ini sebagai desain awal.



Gambar 2 Metodologi Penelitian

Penelitian dimulai dari pengembangan metoda desain untuk kendaraan angkutan kota, Metoda desain yang dikembangkan pada 2 bulan pertama adalah *Ergonomic Design* dan *Modular Chassis Design*. **Ergonomic Design** untuk Angkutan Kota Bandung dikembangkan guna menghasilkan desain kendaraan angkutan kota yang nyaman dan aman bagi pengguna kendaraan (sopir maupun penumpang). Interaksi antara manusia dengan kendaraan baik dari sisi interior maupun eksterior, merupakan hal yang utama dalam kajian ini.

Modular Chassis Design dikembangkan untuk mengantisipasi kesulitan produksi chassis kendaraan di IKM, terutama dari sisi produksi komponen maupun assembling line. Dengan metoda ini, diharapkan kebutuhan investasi di IKM untuk memproduksi komponen dan *tools* untuk *assembling* menjadi lebih murah. Tentu saja kekuatan struktur yang disyaratkan untuk sebuah kendaraan penumpang tetap harus dipenuhi.

Di tahun ke-3, metoda desain yang dikembangkan untuk kendaraan angkutan kota adalah *Design Optimization*. **Design Optimization** dikembangkan untuk menghasilkan desain yang optimal baik dari sisi biaya produksi, kekuatan maupun ketahanan struktur kendaraan yang tidak berlebih namun tetap aman.

2.2. Persiapan IKM

Untuk memproduksi kendaraan Angkutan Kota Bandung berbasis IKM, maka kemampuan mitra IKM harus disiapkan dalam hal-hal berikut ini:

- Manajemen Produksi
- Peningkatan Kemampuan IKM
- Metoda Produksi

2.2.1. Manajemen Produksi

Database IKM Komponen Otomotif Jawa Barat telah dihasilkan dari penelitian tentang "Desain dan Pengembangan Produk Sepeda Motor Roda Tiga dengan Bahan Bakar Hibrida berbasis IKM" pada tahun 2013-2015. Database ini berisi tentang data kapasitas produksi, kemampuan produksi, fasilitas permesinan, produk komponen yang pernah diproduksi, sumber bahan baku, dan jumlah serta spesifikasi tenaga kerja. Database ini diperlukan untuk merancang manajemen produksi dan merencanakan metoda produksi.

Salah satu temuan yang dihasilkan dalam penelitian yang dijelaskan pada paragraf diatas adalah kemampuan IKM di setiap propinsi yang berbeda-beda, yaitu:

- IKM Komponen Otomotif Jawa Barat: Body dan Transmisi Otomotif
- IKM Komponen Otomotif Jawa Tengah: Chassis
- IKM Komponen Otomotif Jawa Timur: Enging dan Roda

Dengan demikian, perlu dikembangkan **Database IKM Komponen Otomotif Jawa Tengah dan Jawa Timur** untuk memenuhi kebutuhan desain kendaraan seutuhnya. Kegiatan ini diusulkan untuk dilaksanakan pada tahun ke-1 dan ke-2.

Selanjutnya di tahun ke-3, kegiatan dilanjutkan dengan **Product Lifecycle Management** sebagai strategi untuk pengembangan produk kendaraan yang berkelanjutan.

2.2.2. Manajemen Produksi

Peningkatan kemampuan IKM merupakan kegiatan rutin yang didanai oleh Dinas Perindustrian dan Perdagangan Jawa Barat setiap tahun, namun kegiatannya tidak bisa dipisahkan dari kegiatan penelitian ini. Kegiatan yang sudah dilakukan pada tahun-tahun sebelumnya adalah pelatihan **Menggambar Teknik dan Kontrol Kualitas**. Kegiatan pelatihan untuk tahun 2016 dan 2017 yang direncanakan adalah Computer Aided Drawing (CAD) dan pelatihan **Optimalisasi Desain Produksi** pada tahun 2018.

2.2.3. Metoda Produksi

Alat Bantu Produksi untuk membuat berbagai komponen otomotif sudah diterapkan di beberapa IKM komponen otomotif hasil pengembangan dari penelitian lalu. **Optimalisasi Desain Produksi** perlu dilakukan untuk mendukung produksi dengan biaya yang rendah, waktu produksi yang cepat serta kualitas memadai. Untuk produk otomotif, hal ini menjadi sangat penting ditengah persaingan yang tinggi. Kegiatan ini dijadwalkan akan dilakukan pada tahun 2016.

Tahun 2017-2018 dijadwalkan untuk melakukan kegiatan Pengembangan **Vacuum Forming**. Metoda ini memungkinkan membuat body kendaraan untuk produksi terbatas karena biaya untuk membuat *tools* atau cetakan jauh lebih murah dan cepat dibanding menggunakan metoda *stamping* seperti yang dilakukan industri otomotif umumnya.

2.3. Aplikasi pada Angkutan Kota

Dalam rangka melakukan perbahan armada tentu saja dibutuhkan mekanisme yang tepat, model perusahaan yang di sesuaikan dengan kondisi eksisting system perusahaan dan arahan perusahaan di masa datang. Adapun analisis yang akan dilakukan antara lain :

- a. Memetakan karakteristik perusahaan angkutan umum eksisting
- b. Mengidentifikasi kecocokan model model perusahaan yang di kaitkan dengan kebutuhan masa datang dan kondisi eksisting
- c. Mengidentifikasi kemungkinan angkutan umum di kota Bandung

2.4. Aplikasi pada Angkutan Kota

Semua pengembangan baik dari Metoda Desain dan Persiapan IKM akan diaplikasikan pada Angkutan Kota. Dimulai pada tahun 2016 sampai 2017, **Layout Kendaraan yang Ergonomis** akan dikembangkan dengan harapan kendaraan angkutan kota yang dihasilkan memiliki tingkat kenyamanan dan keamanan yang baik. Pada tahun yang sama, Desain Chassis Angkutan Kota dikembangkan untuk menghasilkan kendaraan yang dapat dibuat oleh IKM.

Pada tahun ke-3 (2018), **Proses Produksi Kendaraan oleh IKM** dikembangkan untuk menentukan metoda produksi serta alat bantu yang dibutuhkan.

2.5. Output

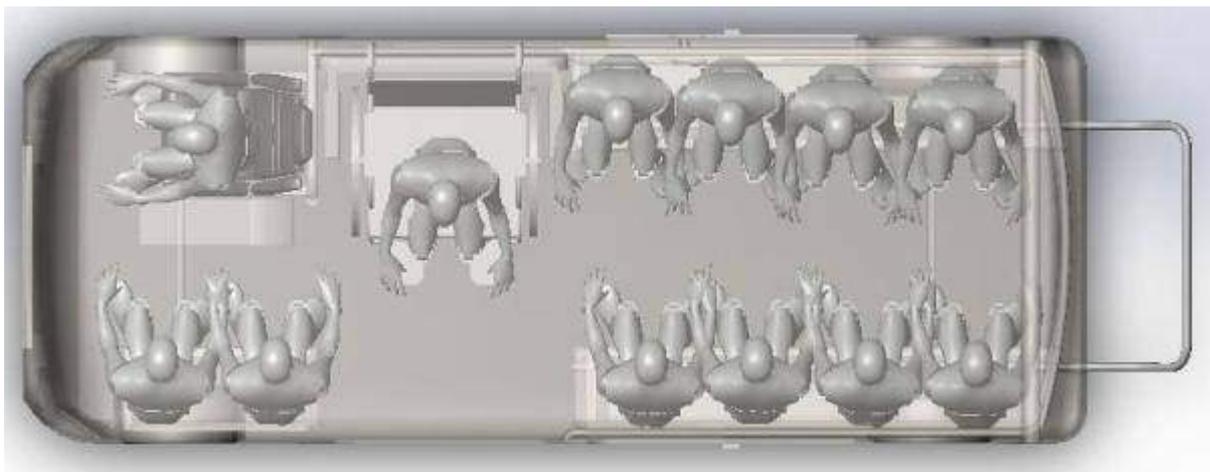
Output dari penelitian terdahulu adalah **Desain Chassis Kendaraan berbasis IKM**. Desain chassis ini merupakan desain kendaraan yang mampu diproduksi oleh IKM di wilayah Jawa Barat.

Output yang ditargetkan pada penelitian ini adalah **Desain Industri** pada tahun 2016 dan 2017, sedangkan **Patent** ditargetkan akan dihasilkan pada tahun 2018

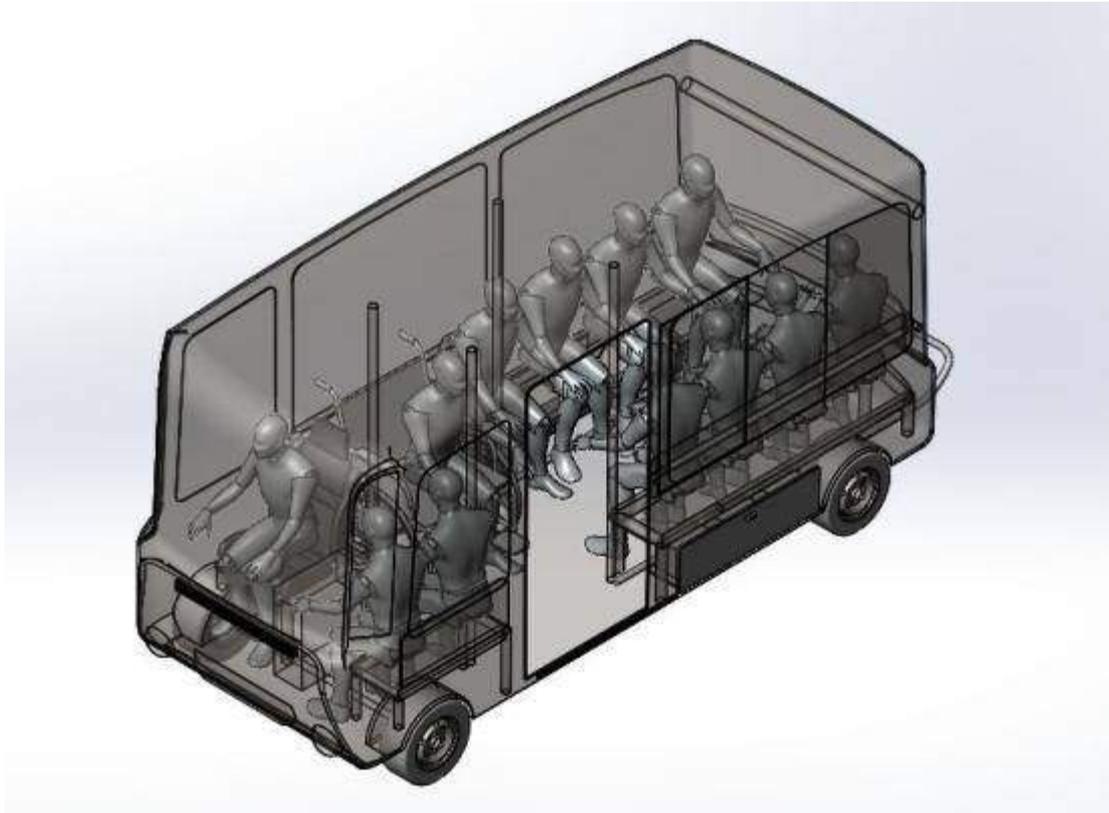
III. DESAIN

1. Interior

Interior kendaraan angkutan kota dapat menampung 10 penumpang dan 1 penumpang dengan kursi roda, atau 12 penumpang tanpa kursi roda. Kursi di lokasi tempat kursi roda bisa Dilipat dengan mudah dengan tujuan untuk mengoptimalkan ruang yang tersedia.



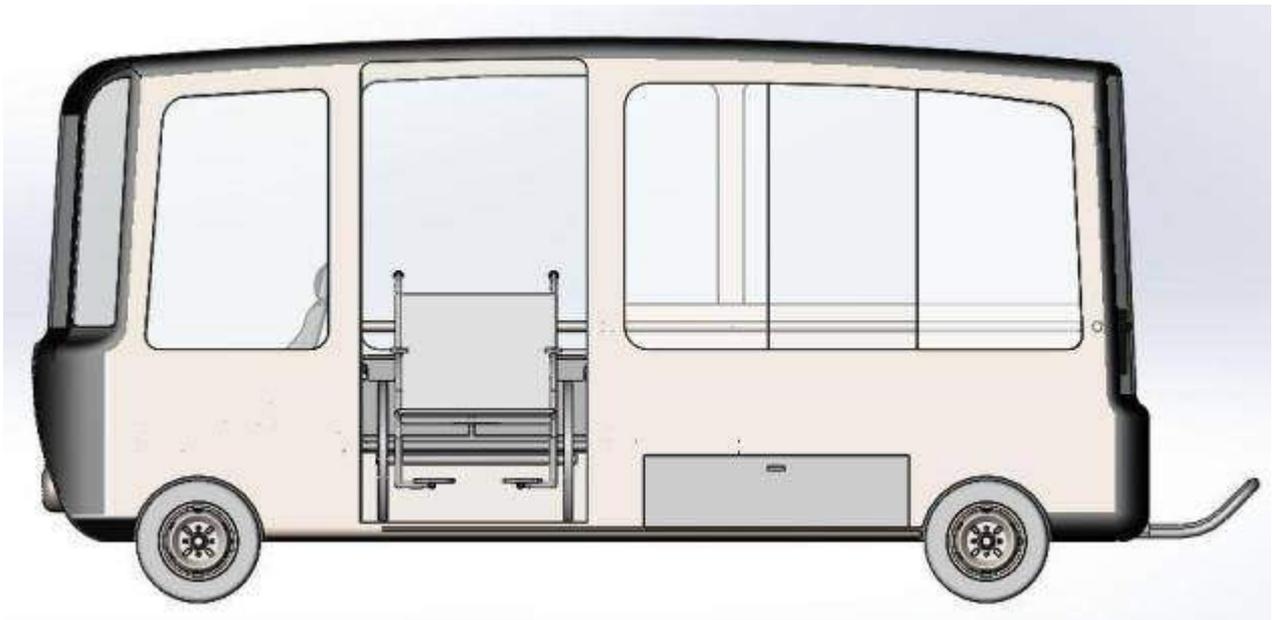
Gambar 3Tampak Atas Desain Angkot Bandung



Gambar 4Tampak Isometrik Desain Angkot Bandung

2. Ketinggian Lantai (Low Deck)

Lantai di buat rendah dengan tujuan memudahkan akses masuk penumpang dan kursi roda (gambar 4). Diharapkan ketinggian lantai pintu masuk sama tinggi dengan trotoar yang berada di kota Bandung.



Gambar 5Tampak Samping Angkot Bandung

3. Ketinggian Atap Kendaraan

Ketinggian atap kendaraan dibuat sedemikian rupa sehingga penumpang dapat berdiri tegak di dalam kendaraan. Selain bertujuan kenyamanan, penumpang dapat berdiri saat kendaraan berjalan dengan penumpang yang penuh.

4. *Bike Rack*

Kendaraan dilengkapi dengan *bike rack* untuk pengguna sepeda yang ingin menggunakan kendaraan ini. *Bike rack* berbentuk batang yang di roll, berada di belakang kendaraan dan dapat ditarik keluar apabila diperlukan. Kapasitas sepeda yang dapat di angkut kendaraan ini sebanyak 2 unit sepeda.

IV. KESIMPULAN

Setelah melalui Focus Group Discussion dengan berbagai stakeholders, diantaranya Dinas Perhubungan Kota Bandung, Asosiasi Pengusaha Angkutan Kota Bandung, Aktivis dan Pemerhati Tata Kota, dan sebagainya, dapat disimpulkan bahwa kebutuhan angkot di Bandung adalah sebagai berikut:

- a. Lantai kendaraan harus rendah untuk kenyamanan penumpang dan akses kursi roda
- b. Atap harus cukup tinggi untuk mengakomodir penumpang yang berdiri
- c. Minimal penumpang 10 orang
- d. Memiliki *bike rack* untuk penumpang yang membawa sepeda

V. DAFTAR PUSTAKA

1. Astley R. J. "Finite elements in solids and structures." Chapman & Hall, 1992
2. Barroso F. J. "Efecto de un sistema de control activo de balanceo sobre la estructura de unautobús," Tesis de licenciatura, Universidad Carlos III de Madrid, 2009
3. Bhatti M. A. "Fundamental finite element analysis and applications." Wiley, 2002
4. Chandna P., Bhushan G., Singh V. P., Kumar D. and Kumar A., "Finite element analysis of abus body structure using CAE tools." Kurukshetra University, 2008
5. Crolla D. "Automotive engineering, power train, chassis system and vehicle body." Elsevier, 2009
6. Dixon J. C. "The shock absorber handbook." 2nd ed. Professional Engineering Publishing, 2007
7. Gillespie T. "Fundamentals of vehicle dynamics." 2nd ed. Society of Automotive Engineers, 1992
8. Goncalves P.C. and Ambrósio A.C., "Optimization of vehicle suspension systems for improved comfort of road vehicles using flexible multibody dynamics," Kluwer Academic Publishers, 2004
9. Hellman A. "Simulation of a complete vehicle dynamics using FE code Solidworks." Master'sthesis. Lulea University of Technology, 2008
10. Hostens K. and Deprez, H. R., "An improved design or air suspension for seats of mobileagricultural machines," Journal of sound and vibration, 2003
11. Kim H. S., Hwang Y. S. and Yoon H. S., "Dynamic stress analysis of a bus system." Commercial vehicle engineering & Research center, 2000
12. Thoresson M. J., Uys P. E., Els P. S. and Snyman J. A., "Efficient optimization of a vehicle suspension system, using a gradient-based approximation method. Part 1: Methematical modeling," Mathematical and computer modeling, 2009

Lampiran 1.3

Makalah untuk Journal Internasional berjudul

**FINITE ELEMENT ANALYSIS OF A NEW CONCEPT ELECTRIC MINI
BUSFRAME (CASE STUDY IN PUBLIC TRANSPORTATION IN BANDUNG
CITY)**

oleh Farid Rizayana (Submitted)

Finite Element Analysis of a New Concept Electric Mini Bus Frame (Case Study in Public Transportation in Bandung City)

Farid Rizayana

Pasundan University, Bandung

Abstract

The objective of this work is analyze and optimize a passenger bus frame using finite element software, in different static and dynamic conditions. Through a static analysis, torsion and bending constants were extracted using boundary conditions different sets for each one of them. With a linear perturbation step, free and forced vibration modes of the system were obtained and a frequency response analysis was developed. For dynamic analysis, boundary conditions were defined from dynamic automotive equations. Evaluated conditions were suspended weight, acceleration, braking, cornering, and cornering and braking together. The bus body geometry as well as different suspension components was obtained directly from the CAD files. The degrees of freedom were also identified from the original drawing, either movements between the suspension components as between suspension and bus body elements. Most components were modeled by wire elements, and some others as shell, to which the mechanical properties of steel and different cross-sections were assigned. Additionally, connectors were used to model dynamic components such as air springs, shock absorbers and tires, whose behavior was described by characteristic curves. This modeling methodology allow us save time and computational capacity. The most critical elements were found to be air springs fasteners and surrounding elements, which according to dynamic analysis carries a load elevated percentage of the load, while for curving conditions the torsion bars fasteners and nearby elements became critical components. After optimization process, structural frame weight was reduced 7.76% and, a decrease up to 50% of stress concentration at drive and auxiliary axles fasteners was reached.

Keywords: Design Optimization, Minimum-Weight Structures, Multi-Body Dynamics, Electric Bus Structure Models, FEM Modeling.

1. Introduction

Due to the high costs associated to the development of new vehicle models, computer simulations of vehicle dynamics become more and more important in this process. While large multinational companies employ integrated design teams and the latest advances in computational technology and software using the economy of scale, many smaller companies are active in the design and construction of passenger buses according to local requirements and market specifications, principally in countries with emerging economies where usage conditions may significantly differ from the design specifications for Europe and the United States. To maintain a complete design team together with computational facilities and specialized software is often not feasible for such companies. Vehicle dynamics, also called handling simulation, is only a small part of the design process, which means that it is uneconomic for most small companies to own the corresponding licenses for such specialized softwares since they only use them temporarily. Software used in structural analysis is much more common in the industry today and simulating vehicle dynamics with this kind of software could result in direct and indirect economic savings and new design possibilities. Due to the high license costs, the companies want to be able to do as many simulations as possible in software. Solidworks® seems to be a good alternative to the existing specialized software because it

is possible to perform the desired handling simulations in a straightforward and flexible way.

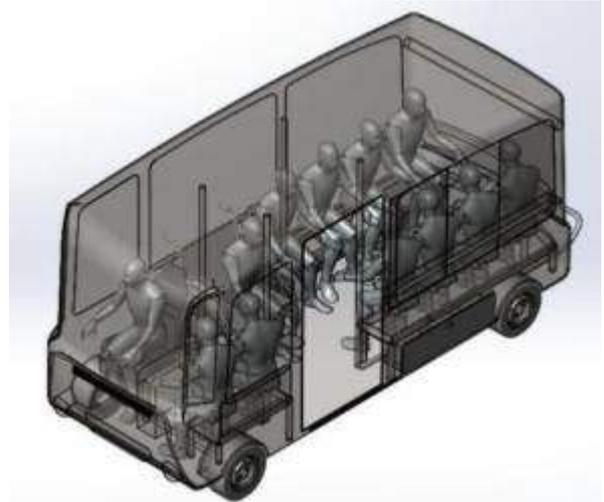


Figure 1. Mini Bus Public Transportation in Bandung (left), and The New Concept (right).

2. Model development

2.1 Geometry generation

From the solid model, space position of all points that allow generation of each wire elements were defined, those wires are related to the center of each beam element and have a exact intersection with neighbour elements. With the space positions of all point, drawing of geometry was made in Solidworks® considering different independent sections, this in order to simplify the cross section and cross section direction assignment. Connection between shell and wire geometries were made through connectors defined as weld. For static and linear perturbation analysis only a body bus frame was required, while for dynamic analysis mobile mechanisms that simulate the three axles suspensions were integrated.

2.2 Boundary conditions determination

2.2.1 Static analysis boundary conditions

First and second conditions were developed in order to obtain torsion and bending strength trough a static analysis. For torsion were applied two loads with the same magnitude (50 kN) and direction but contraire sense fasteners at the frontal spring air fasteners; fasteners of rear spring fasteners (drive and auxiliary axles) were encastred. For bending loads are applied in the same sense, magnitude (10 kN) and direction; encastre nodes are the same that torsion. Torsion and bending loads were calculated in order to maintain stress levels under 250 MPa.

Equations (1) and (2) represent torsion and bending constants respectively

$$K_t = \frac{M}{\alpha_t}$$

$$K_b = \frac{2FL}{\alpha_b} \quad (2)$$

$$\alpha_t = \tan^{-1} \left(\frac{v_A - v_B}{W} \right)$$

$$\alpha_b = \tan^{-1} \left(\frac{v_A + v_B}{2L} \right)$$

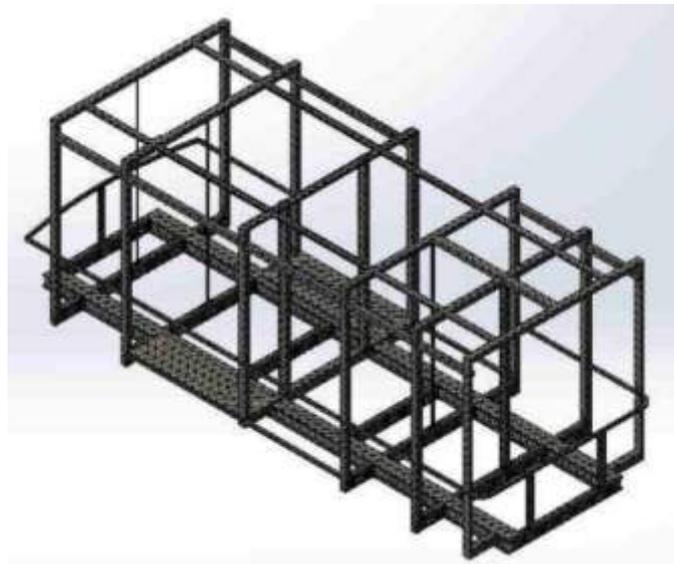


Figure 2. Solid Model of Mini Electric Bus Concept

W and L represent bus wide and long considering loads applying and fully constraint points; v_A and v_B are vertical displacement of the load application points; Alpha A and Alpha B are the torsion and bending angles.

2.2.2 Boundary conditions for linear perturbation

Third analysis seeks identify natural and forced frequencies of the system in order to avoid presence of any resonance conditions within the work frequencies threshold. Through free vibration analysis the different vibration modes can be obtained, this mean, natural frequencies of the system. The only parameter defined is maximum frequency value up to which the analysis will be developed. This value is determinate by the working range of a four times Diesel engine governed to 2100 rpm, which correspond to 70 Hz considering second firing order. Additional to the maximum frequency value, for forced vibration analysis some boundary conditions unit forces have at the to engine be defined. fasteners In this were case applied all spring in order air to fasteners simulate were the transmitted pinned $U_1=U_2=U_3=0$; unit forces at the engine frame by engine operation. With the free and forced

modes, it is obtained the information required for the frequency analysis response of the bus frame. This process involves the selection of one or several nodes; this selection is made by interest sites and/or experience.

2.2.3 Boundary conditions for dynamic analysis

This analysis has as objective obtaining the behavior of the bus frame under different loading events that can occur during useful life cycle. With the addition, as an important part, of the mobile mechanisms that simulate each suspension of the three bus axles, it is considered that the model has sufficient elements to obtain an accurate dynamic analysis. Engine, transmission and air conditioned system are represented as point mass with values of 1343 kg, 526 kg y 250 kg, respectively. Those values were obtained experimentally. After the bus frame weight was obtained, suspension systems, engine, transmission and air conditioned system were defined as a mass point located at the gravity center, this was calculated previously with a value of 14271 kg, which represent a maximum load condition. Due to lack of information about speed and turning radius standards for a cornering condition, a speed of 40 km/h and a turning radius of 14 m are proposed, those values allow to get analytically load transference from one side of the bus to the other: applying this condition provide information about bus frame elements surrounding suspensions fasteners.

3. Finite Element Analysis

3.1 Torsion

Figure 1 shows displacement direction of the nodes due to boundary conditions defined for torsion analysis, at the mini-figure inside figure magnitude is also shown. Bigger displacements, just as predicted, are at the external side of the frontal axle. Notice that displacement resultants are plotted. Images reported for those conditions (torsion and bending) a scale factor (12) is applied in order to provide a good idea of the bus frame strain.

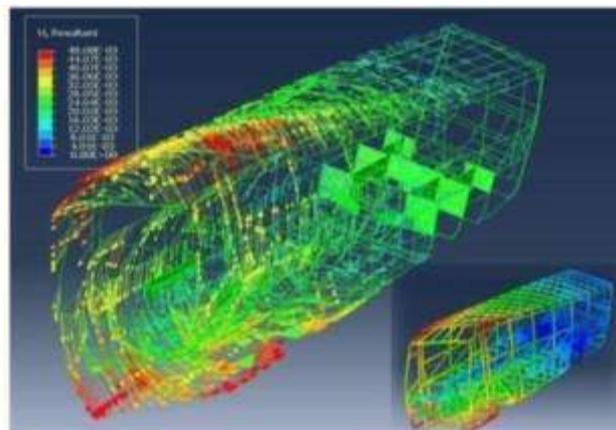


Figure 2. Displacements resultant, direction and magnitude [m], for torsion.

Stress distribution for torsion test is shown at figure 2, the most elevated values of stress are located at the external elements of the bus frame, this is, at the sides, roof, and base of the structure, mainly at the joints of the elements. Although there is a certain contribution from the central part of the bus frame, solicitations are mainly carried by external elements. Inferior elements of the side frame reach 150 MPa approximately, located at joints. This value is nearby some other joints of the superior elements, reaching 170 MPa. However, the maximum (200 MPa) value is located at a couple elements that work as joint between roof and sides.

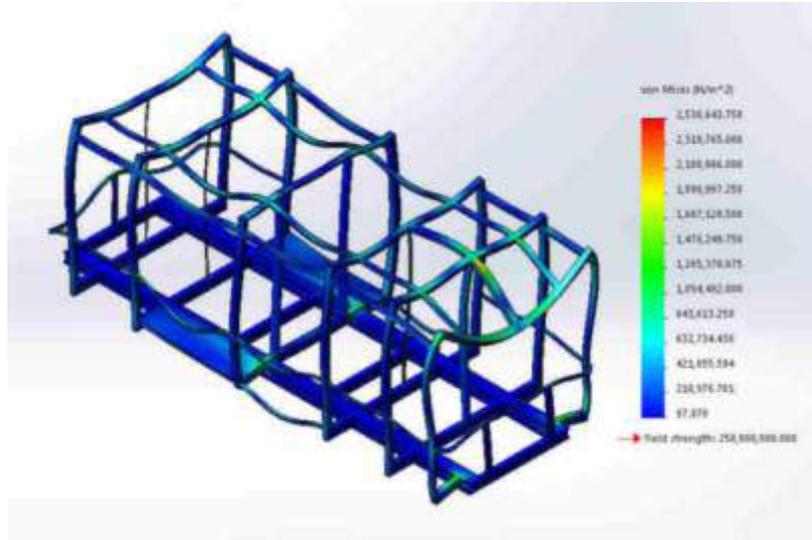


Figure 3. Von Mises stress distribution [Pa] under torsion condition.

3.2 Bending

Figure 3 shows that node displacements is located at front of the frame bus, displacement magnitude of elements near load application is 26 mm approximately. This value is used to calculate the bending constant according to equations 1 and 2. Maximum displacements have a magnitude of 35 mm.

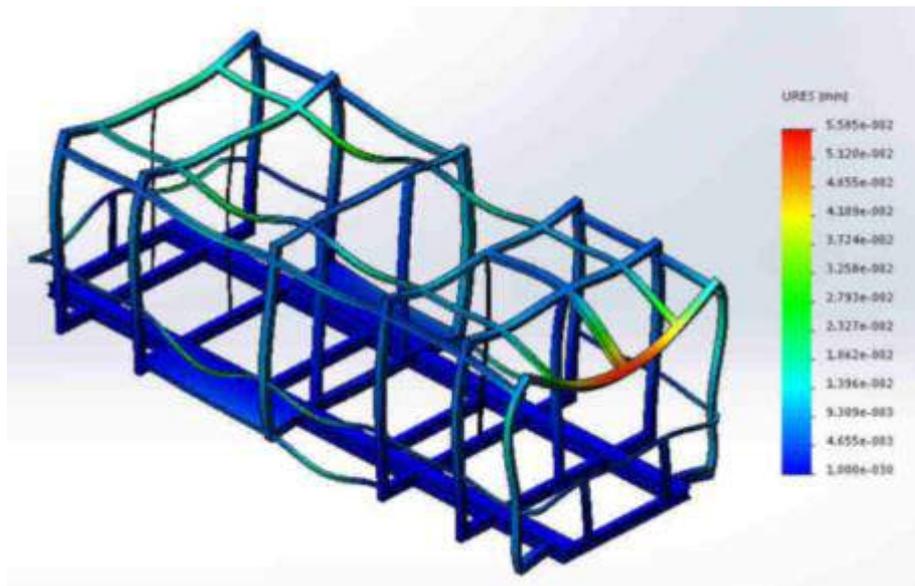


Figure 4. Displacements, magnitude and resultant [m], for bending.

Stress distribution (Figure 4) shows a maximum value, 176 MPa, at points where boundary conditions (encastre) were applied. Side frame elements, near to rear axles, and some elements surrounding suspensions fasteners present the highest stress with an average of 130 MPa.

From the two previous analyses torsion and bending constants can be obtained and are presented in table 1.

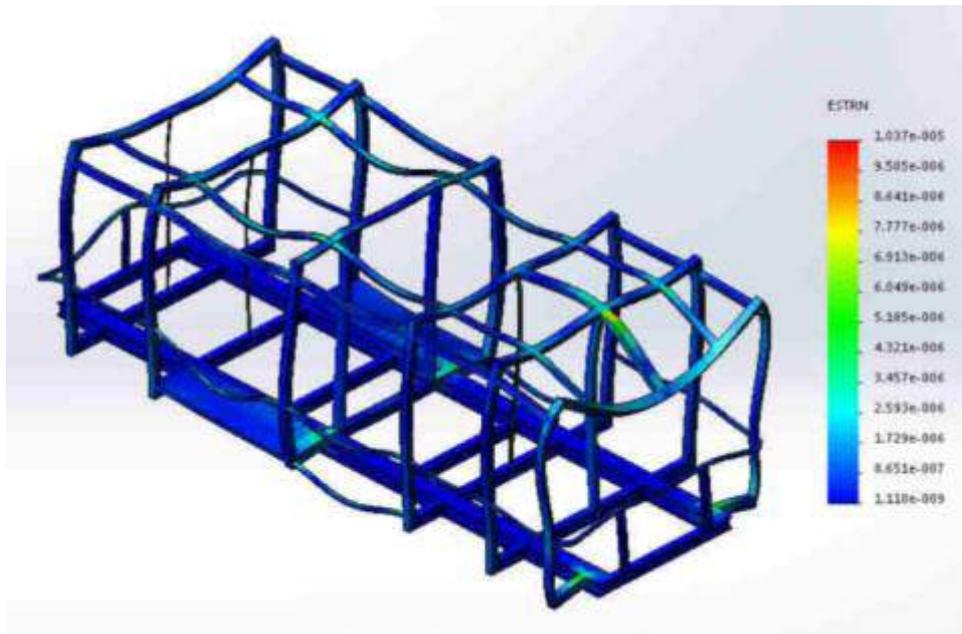


Figure 5. Von Mises stress distribution [Pa] for bending.

Table 1. Torsion and bending constants for initial bus frame (x10E-6[Nm/rad])

Torsion	Bending
2.466	28.229

Torsion and bending constants obtained from those analyses are taken as reference values for this work. Due to simplification of the system, actual values for this constants are suppose to be greater.

3.3 Dynamic analysis

3.3.1 Static weight, acceleration and braking

Stress distribution for static weight, acceleration and braking are very similar, so only one image is sufficient to obtain information. Under this conditions, maximum stress is located in one of the engine fasteners, with a stress value of 237 MPa. Decreasing maximum graphic limit to 100 MPa, in figure 8 can be seen the work of other elements which stress magnitude is less than 70 MPa. Those levels of

stress appear at sides frame, near drive and auxiliary axles, and slightly at front axle.

Since gravity center is located nearest rear axles, load transfer due to acceleration is smaller to those axles; then displacement of rear elements are smaller than for braking condition, where load transference is bigger, and hence, displacement of front elements is bigger. Those accelerations do not generate structural strains that involve substantial change in stress distribution.

3.3.2 Cornering

Getting relative displacements between four points in order to compare them with their equals at the torsion essay, it was found that maximum displacement is less than 0.4 mm, which is ten times smaller than displacement obtained for torsion analysis, accordingly the bus frame is capable of support severe solicitations.

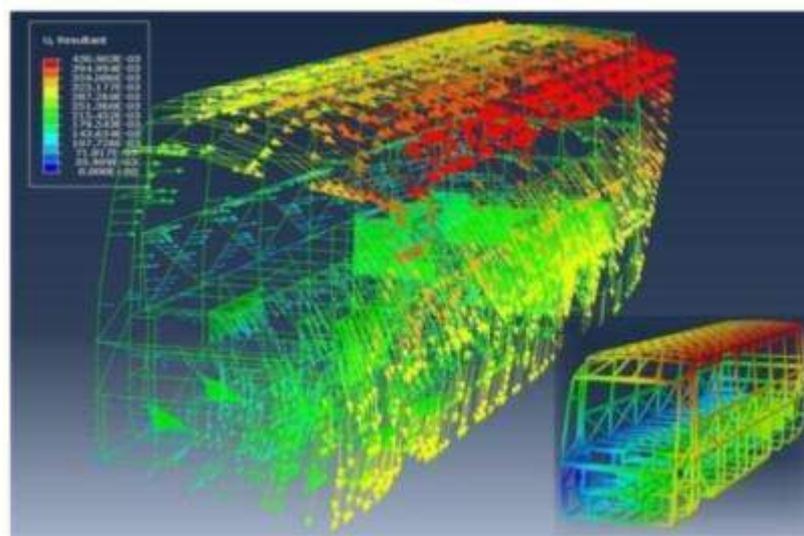


Figure 6. Displacements [m], direction and magnitude, under a cornering condition.

4. Optimization

According to specific problem needs, bus frame optimization has as main objective mass reduction maintaining general strength and increasing it where it is required. In order to achieve the main objective, the thickness of some regions was changed repeatedly, increasing it or decreasing it depending on needs, additionally some pieces were deleted and some others added taking into account initial analysis. Modification that contributed mainly to mass reduction was thickness reduction, this reduction were made at regions where stress levels were under 100 MPa, commercial thickness were always used. Addition of new elements to avoid stress concentration was required mainly at region surrounding drive and auxiliary suspension fasteners, as well as engine and transmission. Mass increasing results negligible after thickness adjustment. After evaluation of different configurations, option with better results is presented. Bus frame mass went from 3451 Kg to 3183 Kg, which represent a decreasing of 7.76%. Effects of modifications are shown at table 2, where initial torsion and bending constants are compared with optimized constants. Those values represent a decreasing of 6.2% and 3% for torsion and bending strength respectively.

Table 2. Torsion and bending constants for initial and optimized bus frame.

Strength x10E-6 [Nm/rad]	Torsion	Bending
Initial	2.466	28.22
Optimized	2.311	27.38

After modifications at region shown in figure 14, a reduction of 50% in stress levels was achieved. Addition of elements with the function of distribute load concentrations in regions 1, 2 y 3 to adjacent elements had a remarkable effect taking Von Mises stress from 200 MPa approximately to less than 100 MPa at this three regions. Point 4 shows an element that remained without modification; however stress levels decreased from 240 MPa to 210 MPa, slightly higher than maximum limit defined for scale at the same figure. Deceasing of stress levels can be explained by addition of elements to nearby regions, elements that will absorb or redirect loads. Piece added at point 5 changes Von Mises stress levels from 200 MPa to less than 60 MPa. Stress distribution, corresponding to this region analysis under a cornering condition do not shows graphical differences with figures 10 and 11. Modified bus frame has no important differences for this condition specifically.

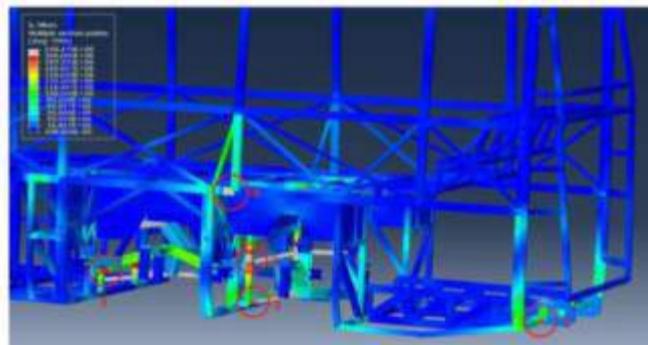


Figure 7. Von Mises stress distribution [Pa] at rear initial (up) and optimized (down) bus frame, under a cornering condition.

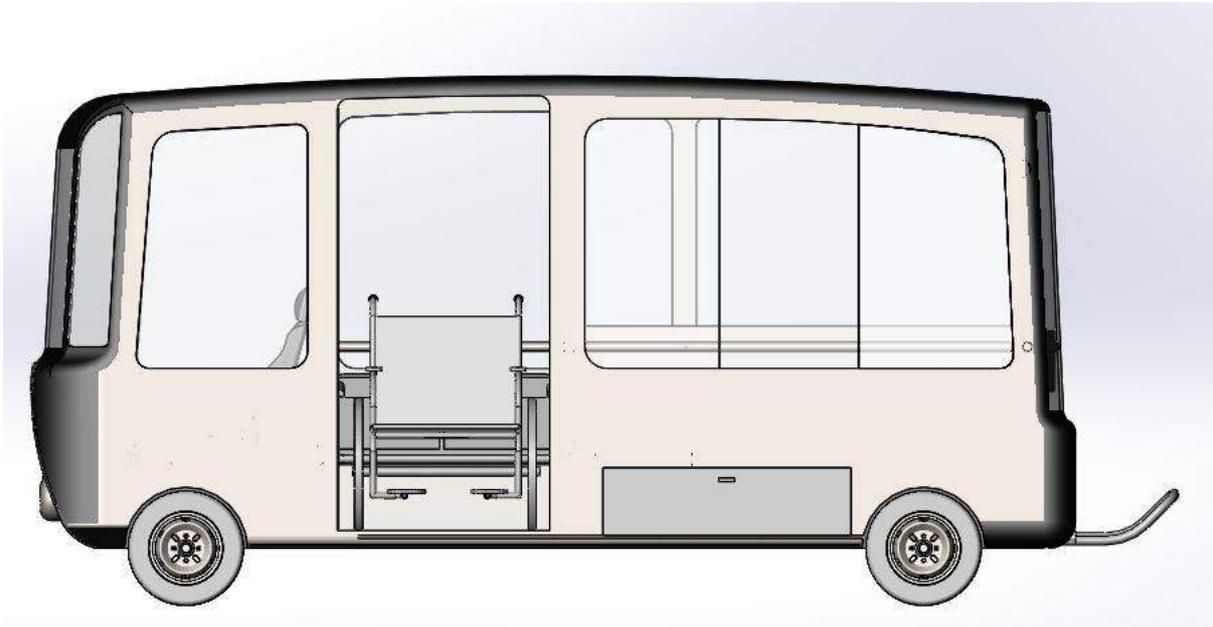
5. Conclusions

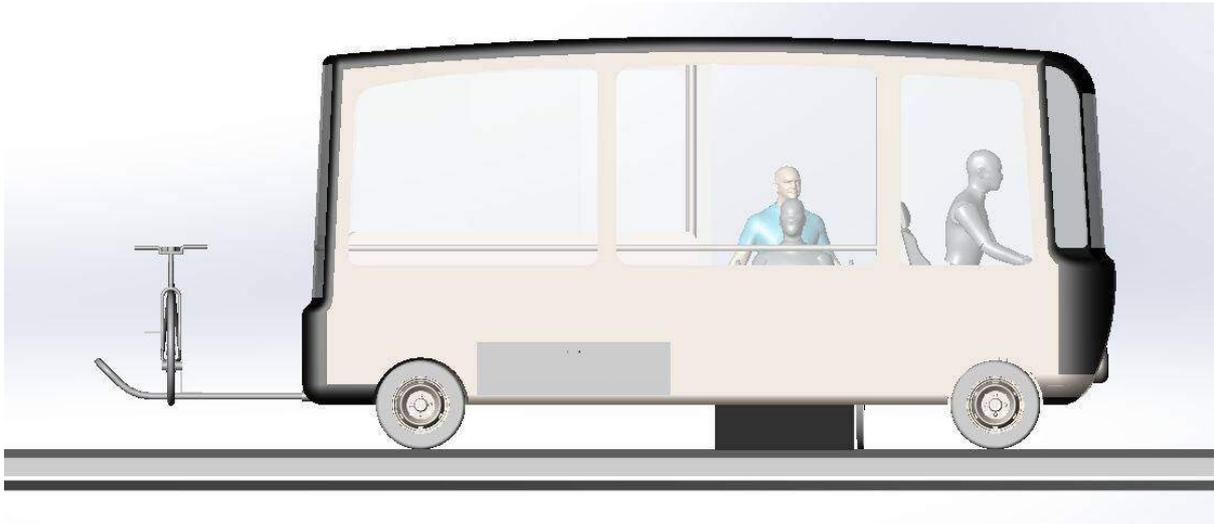
Once model was obtained a variety of analysis were made using different boundary conditions. Generation of different evaluations was made in an easy and efficient way. Enough information was contained into the model to achieve a full structural analysis. Static analysis allowed obtaining two important constants considered in this kind of structures, torsion and bending. Through linear perturbation analysis, frequency modes of system were identified, giving data to generate a frequency analysis response considering a cyclic load related to engine working; additionally this analysis provided connection errors between structural elements. Dynamic analysis allowed exploring software capabilities including mobile mechanisms to the model. Simplified beam and plate elements required less computational resources. Optimization process, which involved cross section changes and adding of new elements, was developed in an effective and simple manner, this gave the possibility of making different combinations until find a final bus frame presented here. Modifications, those whom increased and decreased mass, resulted in a decreasing of 7.76%; this value results bigger than torsion and bending constants decreasing. New small elements generated a decreasing over 50% at drive and auxiliary suspension fasteners, where some stress concentrations were found. For engine fasteners load distribution was improved with new plates, geometry required by design requirements.

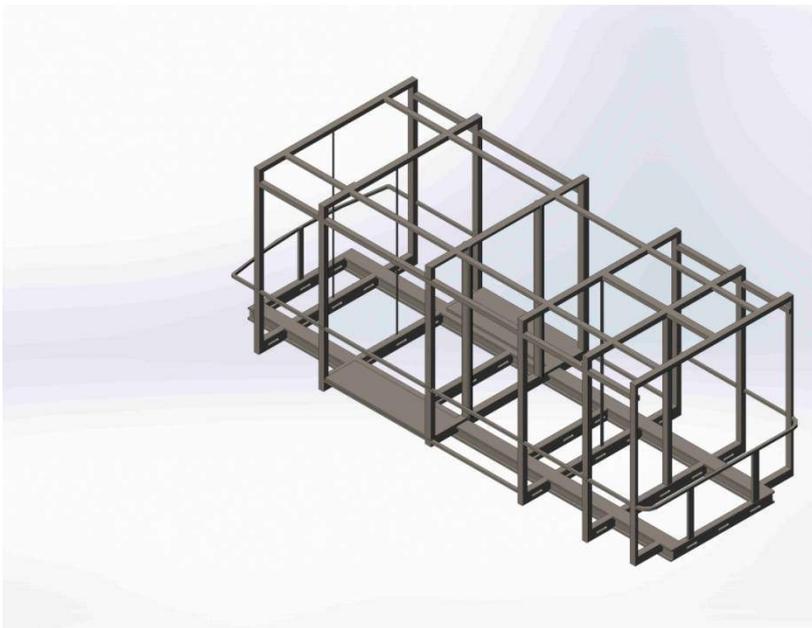
6. References

1. Astley R. J. "Finite elements in solids and structures." Chapman & Hall, 1992
2. Barroso F. J. "Efecto de un sistema de control activo de balanceo sobre la estructura de unautobús," Tesis de licenciatura, Universidad Carlos III de Madrid, 2009
3. Bhatti M. A. "Fundamental finite element analysis and applications." Wiley, 2002
4. Chandna P., Bhushan G., Singh V. P., Kumar D. and Kumar A., "Finite element analysis of abus body structure using CAE tools." Kurukshetra University, 2008
5. Crolla D. "Automotive engineering, power train, chassis system and vehicle body." Elsevier, 2009
6. Dixon J. C. "The shock absorber handbook." 2nd ed. Professional Engineering Publishing, 2007
7. Gillespie T. "Fundamentals of vehicle dynamics." 2nd ed. Society of Automotive Engineers, 1992
8. Goncalves P.C. and Ambrósio A.C., "Optimization of vehicle suspension systems for improved comfort of road vehicles using flexible multibody dynamics," Kluwer Academic Publishers, 2004
9. Hellman A. "Simulation of a complete vehicle dynamics using FE code Solidworks." Master's thesis. Lulea University of Technology, 2008
10. Hostens K. and Deprez, H. R., "An improved design or air suspension for seats of mobileagricultural machines," Journal of sound and vibration, 2003
11. Kim H. S., Hwang Y. S. and Yoon H. S., "Dynamic stress analysis of a bus system." Commercial vehicle engineering & Research center, 2000
12. Thoresson M. J., Uys P. E., Els P. S. and Snyman J. A., "Efficient optimization of a vehicle suspension system, using a gradient-based approximation method. Part 1: Methematical modeling," Mathematical and computer modeling, 2009
13. Yildirim S., "Vibration control of suspension system using a proposed neural network," Journal of sound and vibration, 2003
14. Zienkiewicz O. C. and Taylor R. L. "The finite element method for solids and structuralmechanics." 6th ed. Elsevier, 2005

Lampiran 2
DESAIN







Description

No Data

Simulation of Part1

Date: Sunday, October 23, 2016
Designer: yodium
Study name:Static 1
Analysis type:Static

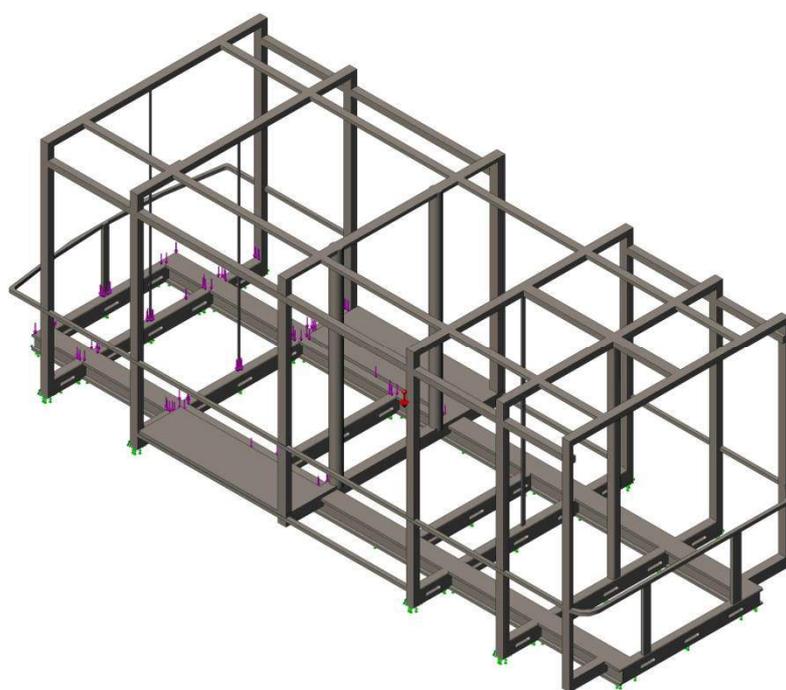
Table of Contents

Description.....	1
Assumptions	2
Model Information	2
Study Properties	3
Units	4
Material Properties	4
Loads and Fixtures.....	5
Connector Definitions.....	6
Contact Information.....	6
Mesh Information	7
Sensor Details	8
Resultant Forces	8
Beams.....	9
Study Results	10
Conclusion	13



Assumptions

Model Information



Model name: Part1
Current Configuration: Default

Solid Bodies

Document Name and Reference	Treated As	Volumetric Properties	Document Path/Date Modified
-----------------------------	------------	-----------------------	-----------------------------



<p>Boss-Extrude30</p> 	<p>Solid Body</p>	<p>Mass:1567.56 kg Volume:0.199689 m³ Density:7850 kg/m³ Weight:15362.1 N</p>	<p>C:\Users\Admin\Documents\Part1.SLDPRT Oct 23 19:45:16 2016</p>
---	-------------------	---	---

Study Properties

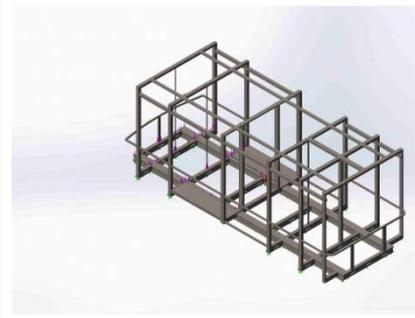
Study name	Static 1
Analysis type	Static
Mesh type	Solid Mesh
Thermal Effect:	On
Thermal option	Include temperature loads
Zero strain temperature	298 Kelvin
Include fluid pressure effects from SolidWorks Flow Simulation	Off
Solver type	FFEPlus
Inplane Effect:	Off
Soft Spring:	Off
Inertial Relief:	Off
Incompatible bonding options	Automatic
Large displacement	Off
Compute free body forces	On
Friction	Off
Use Adaptive Method:	Off
Result folder	SolidWorks document (C:\Users\Admin\Documents)



Units

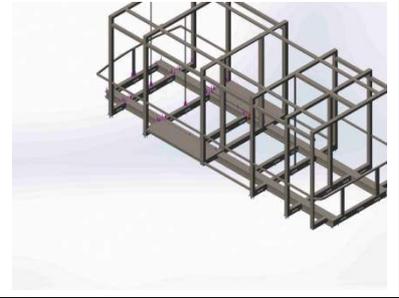
Unit system:	SI (MKS)
Length/Displacement	mm
Temperature	Kelvin
Angular velocity	Rad/sec
Pressure/Stress	N/m ²

Material Properties

Model Reference	Properties	Components
	<p>Name: ASTM A36 Steel Model type: Linear Elastic Isotropic Default failure criterion: Unknown Yield strength: 2.5e+008 N/m² Tensile strength: 4e+008 N/m² Elastic modulus: 2e+011 N/m² Poisson's ratio: 0.26 Mass density: 7850 kg/m³ Shear modulus: 7.93e+010 N/m²</p>	<p>SolidBody 4(Boss-Extrude30)(Part1)</p>
Curve Data:N/A		



Loads and Fixtures

Fixture name	Fixture Image	Fixture Details		
Fixed-1		Entities: 1 face(s) Type: Fixed Geometry		
Resultant Forces				
Components	X	Y	Z	Resultant
Reaction force(N)	-0.540688	15374.9	-1.01418	15374.9
Reaction Moment(N.m)	0	0	0	0

Load name	Load Image	Load Details
Gravity-1		Reference: Top Values: 0 0 -9.81 Units: SI
Force-1		Entities: 1 face(s) Type: Apply normal force Value: 1 N Phase Angle: 0 Units: deg

Connector Definitions

No Data

Contact Information

No Data



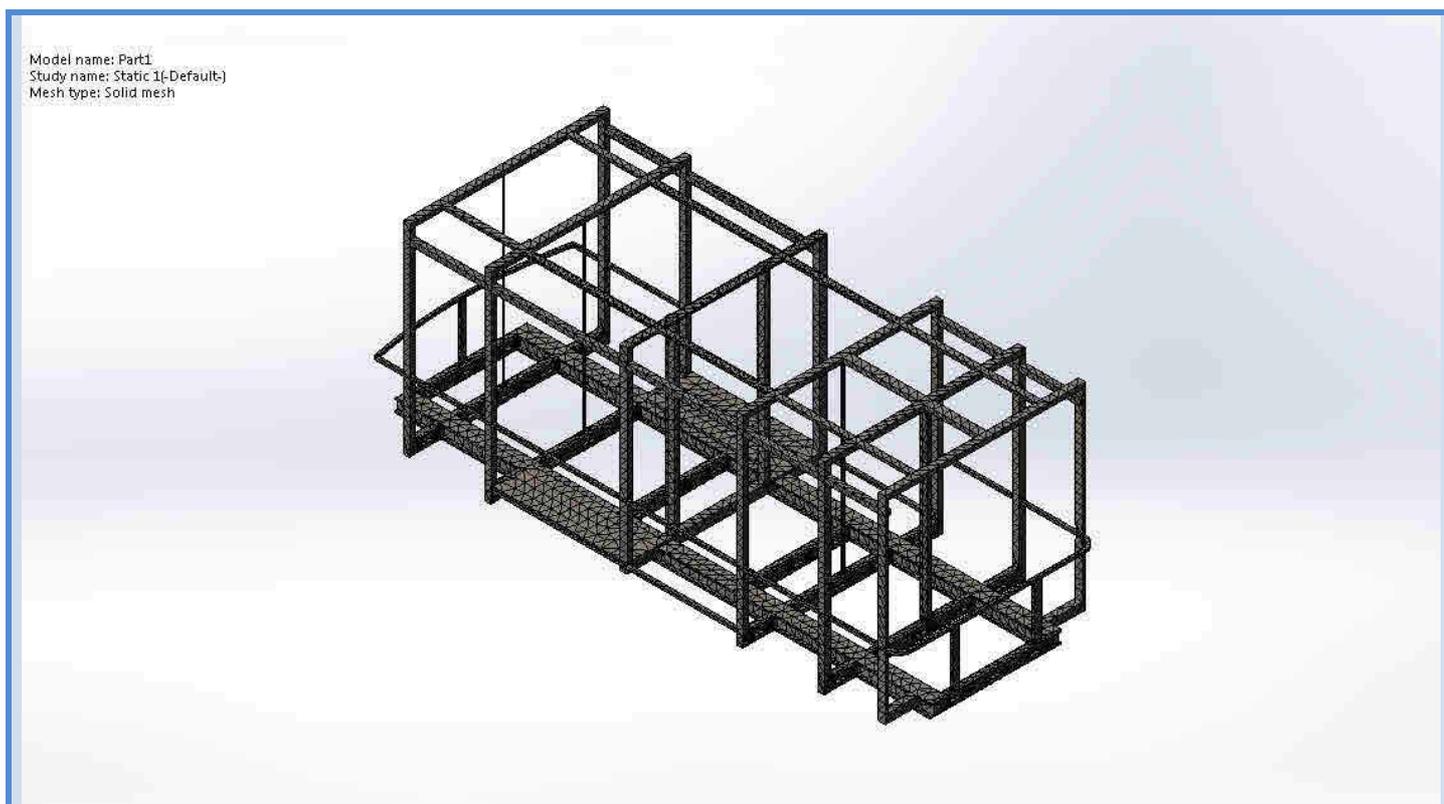
Mesh Information

Mesh type	Solid Mesh
Mesher Used:	Standard mesh
Automatic Transition:	Off
Include Mesh Auto Loops:	Off
Jacobian points	4 Points
Element Size	68.3931 mm
Tolerance	3.41965 mm
Mesh Quality	High

Mesh Information - Details

Total Nodes	64208
Total Elements	32183
Maximum Aspect Ratio	110.3
% of elements with Aspect Ratio < 3	44.6
% of elements with Aspect Ratio > 10	11
% of distorted elements(Jacobian)	0
Time to complete mesh(hh:mm:ss):	00:00:26
Computer name:	





Sensor Details

No Data

Resultant Forces

Reaction Forces

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N	-0.540688	15374.9	-1.01418	15374.9

Reaction Moments

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N.m	0	0	0	0



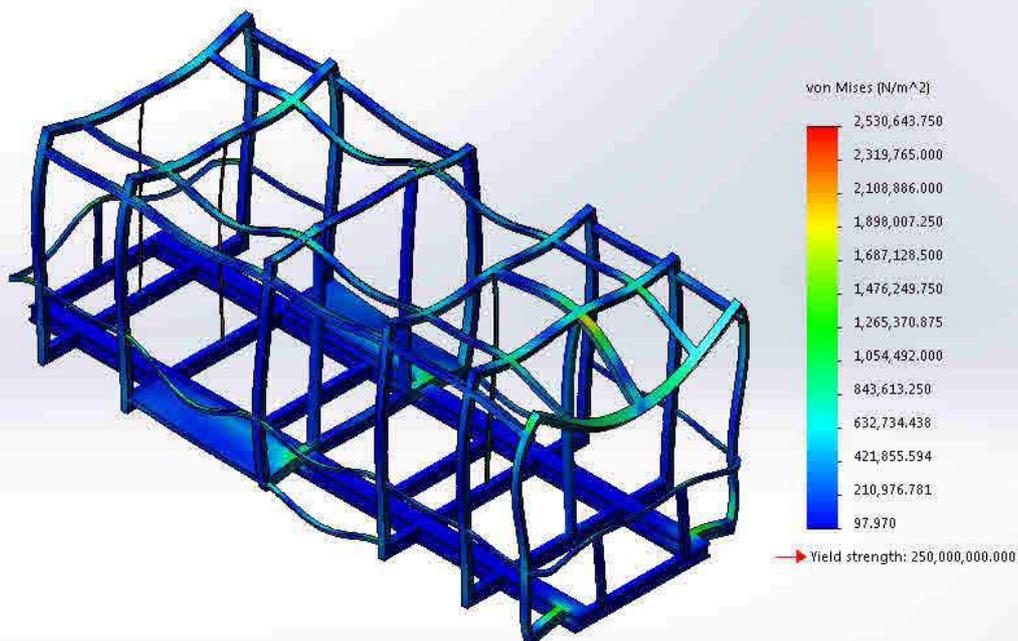
Beams
No Data



Study Results

Name	Type	Min	Max
Stress1	VON: von Mises Stress	97.9701 N/m ² Node: 3974	2.53064e+006 N/m ² Node: 8892

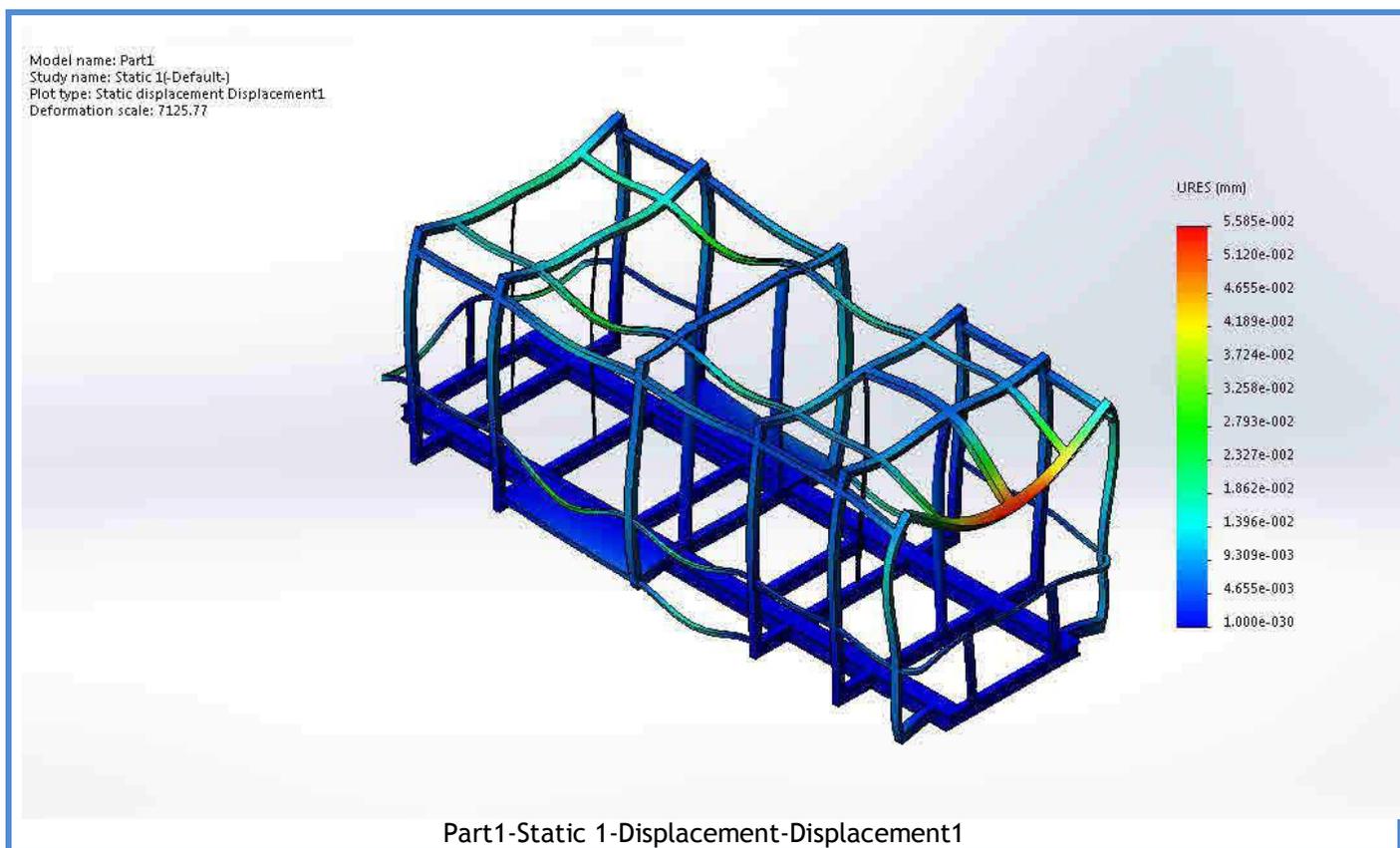
Model name: Part1
Study name: Static 1(-Default-)
Plot type: Static nodal stress Stress1
Deformation scale: 7125.77



Part1-Static 1-Stress-Stress1

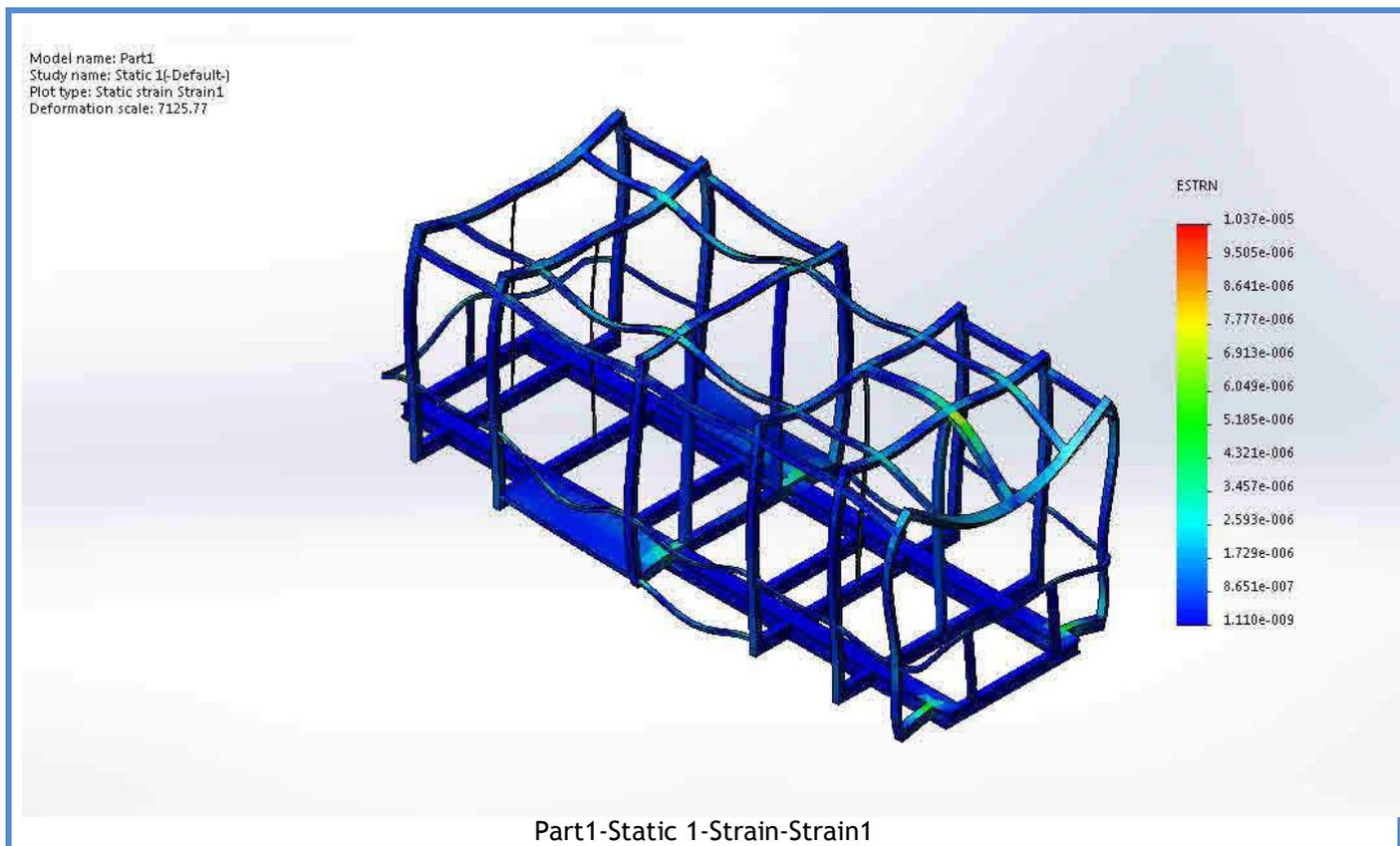
Name	Type	Min	Max
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0 mm Node: 1237	0.0558541 mm Node: 7360





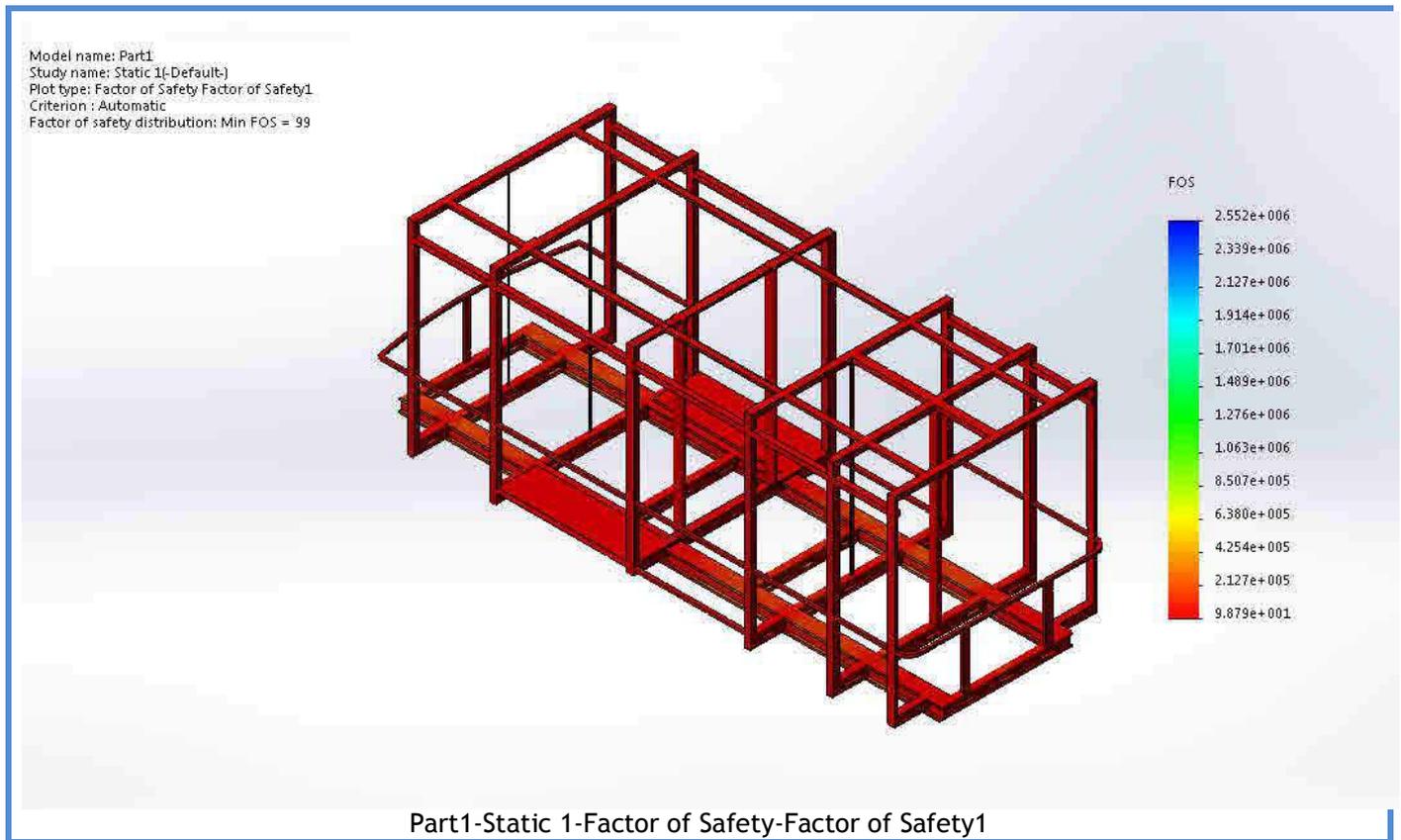
Name	Type	Min	Max
Strain1	ESTRN: Equivalent Strain	1.11037e-009 Element: 22232	1.03686e-005 Element: 14461





Name	Type	Min	Max
Factor of Safety1	Automatic	98.7891 Node: 8892	2.5518e+006 Node: 3974





Conclusion



Lampiran 3
DRAFT PATENT

Deskripsi**RAK SEPEDA UNTUK KENDARAAN ANGKUTAN KOTA****5 Bidang Teknik Invensi**

Invensi ini berhubungan dengan suatu rak sepeda di kendaraan roda empat, khususnya rak tersebut dibuat untuk menampung sampai tiga unit sepeda

10

Latar Belakang Invensi

Salah satu upaya untuk meningkatkan pengguna angkutan kota dan mengurangi penggunaan kendaraan pribadi adalah meningkatkan fasilitas yang dimiliki kendaraan angkutan kota dengan berbagai sarana.

Salah satu upaya untuk menarik pengguna kendaraan pribadi untuk menggunakan angkutan kota adalah dengan menyediakan fasilitas rak untuk sepeda yang ditempelkan di kendaraan angkutan kota. Hal ini sangat membantu pengguna kendaraan pribadi untuk jarak yang terlalu jauh apabila menggunakan sepeda.

Prinsip kerja dari Rak Sepeda di angkutan kota ini adalah dengan adalah sebagai berikut; dua buah batang sejajar yang ditempatkan di bempur belakang kendaraan, dapat dikeluarkan atau digeser keluar. Panjang batang yang dikeluarkan dari kendaraan dapat diatur untuk satu, dua dan tiga sepeda.

Sepeda yang ditempatkan di rak dikunci dengan sebuah mekanisme pengunci supaya dapat dilepas pasang dengan mudah dan cepat.

Ringkasan Invensi

35

Invensi yang diusulkan ini pada prinsipnya adalah memanfaatkan rangka kendaraan yang memanjang sebagaiudukan rak sepeda.

Konsep **rak sepeda untuk kendaraan angkutan kota ini** adalah *sliding rack* atau rak luncur yang ditempatkan didalam struktur rangka kendaraan.

5 Uraian Singkat Gambar

Untuk memudahkan pemahaman mengenai inti invensi ini, selanjutnya akan diuraikan perwujudan invensi melalui gambar-gambar terlampir.

10 Gambar 1, adalah tampak samping dari rak sepeda sesuai dengan invensi ini.

Gambar 2, adalah tampak atas dari rak sepeda sesuai dengan invensi ini.

15 Gambar 3, adalah tampak samping saat sepeda dipasan pada rak

Uraian Lengkap Invensi

20 Sebagaimana telah dikemukakan pada latar belakang invensi bahwa rak sepeda merupakan suatu produk/hasil untuk memasang sepeda pengguna angkutan kota yang ingin menggunakan sepeda dengan jarak yang cukup jauh. Cara ini tentunya mempunyai konsekuensi teknis yang diperoleh, yaitu menjadi sangat mahal dan tidak menguntungkan bagi para
25 pemakai.

Mengacu pada Gambar 1, yang memperlihatkan suatu tampak samping dari rak sepeda sesuai dengan invensi ini. Penambahan sepasang batang (3, 4) berbentuk seperti "TANGGA" ini bertujuan untuk dudukan sepeda. Sehingga,
30 distribusi tekanan yang terjadi pada bagian/daerah punggung batang tersebut adalah tidak sama. Distribusi tekanan yang terjadi pada daerah/bagian tangga (5) menjadi lebih rendah, apabila dibandingkan dengan distribusi tekanan yang terjadi pada bagian/daerah punggung tangga.

35 Invensi ini memiliki perbedaan yang sangat mencolok dibandingkan dengan yang sudah ada, dimana konstruksi rak tidak bisa untuk dua bahkan tiga unit sepeda.

Klaim

1. Suatu baling-baling kapal bersirip untuk memaksimalkan daya yang diserap oleh baling-baling kapal, sehingga menghasilkan daya dorong (*thrust*) yang juga maksimal dan pada akhirnya dapat meningkatkan kecepatan servis kapal, tanpa harus memperbesar daya yang harus di-instal, terdiri dari:
 - 5
10 suatu daun baling-baling ditambahkan dengan sepasang sirip dengan sekurang-kurangnya dua bilah sirip atas dan bawah;
sepasang sirip dimaksud dibuat secara menyatu dengan dan pada bagian punggung dari setiap daun baling-baling; dan
15 sepasang sirip atas dan sirip bawah berada pada kedudukan yang ditentukan oleh besarnya rasio Sisi Masuk dan Sisi Keluar (a/b), yaitu berada dalam kisaran 0,5 sampai 2.
2. Suatu baling-baling kapal bersirip sesuai dengan klaim 1,
20 dimana jumlah sirip disukai sekurang-kurangnya dua bilah.
3. Suatu baling-baling kapal bersirip sesuai dengan klaim 1, dimana pada dasarnya bentuk sepasang sirip yang digunakan pada masing-masing baling-baling sesuai dengan invensi
25 ini adalah seperti bilah 'PACUL', dimana pada bilah bagian depan adalah lebih tajam dibandingkan dengan bilah bagian belakang.
4. Suatu baling-baling kapal bersirip sesuai dengan klaim 1
30 sampai 3, dimana panjang bilah keseluruhan sirip atas adalah lebih panjang hingga 40 (empat puluh) persen dibandingkan dengan panjang bilah keseluruhan sirip bawah.
- 35 5. Suatu baling-baling kapal bersirip sesuai dengan klaim 1 sampai 3, dimana tinggi maksimum sirip adalah 14 (empat belas) persen dari panjang keseluruhan bilah sirip.

6. Suatu baling-baling kapal bersirip sesuai dengan klaim 1 sampai 5, dimana penempatan posisi sepasang sirip seperti bilah 'PACUL' tersebut adalah berada dalam kisaran 30% R (tigapuluh persen) hingga 80% R (delapan puluh persen) jari-jari baling-baling, yakni jarak dari titik pusat hingga bagian ujung daun baling-baling.

7. Suatu baling-baling kapal bersirip sesuai dengan klaim 1 sampai 5, dimana tebal maksimum sirip adalah terletak di daerah/bagian belakang dari bilah sirip, yakni antara 60% hingga 90% dari panjang bilah sirip seperti 'PACUL' tersebut.

15

20

25

30

Abstrak**RAK SEPEDA UNTUK KENDARAAN ANGKUTAN KOTA**

Invensi ini berhubungan dengan suatu rak sepeda di
5 kendaraan roda empat, khususnya rak tersebut dibuat untuk
menampung sampai tiga unit sepeda. Salah satu upaya untuk
meningkatkan pengguna angkutan kota dan mengurangi
penggunaan kendaraan pribadi adalah meningkatkan fasilitas
yang dimiliki kendaraan angkutan kota dengan berbagai
10 sarana.

Salah satu upaya untuk menarik pengguna kendaraan
pribadi untuk menggunakan angkutan kota adalah dengan
menyediakan fasilitas rak untuk sepeda yang ditempelkan di
kendaraan angkutan kota. Hal ini sangat membantu pengguna
15 kendaraan pribadi untuk jarak yang terlalu jauh apabila
menggunakan sepeda.

Prinsip kerja dari Rak Sepeda di angkutan kota ini
adalah dengan adalah sebagai berikut; dua buah batang
sejajar yang ditempatkan di bemper belakang kendaraan,
20 dapat dikeluarkan atau digeser keluar. Panjang batang yang
dikeluarkan dari kendaraan dapat diatur untuk satu, dua dan
tiga sepeda.

Sepeda yang ditempatkan di rak dikunci dengan sebuah
mekanisme pengunci supaya dapat dilepas pasang dengan mudah
25 dan cepat.

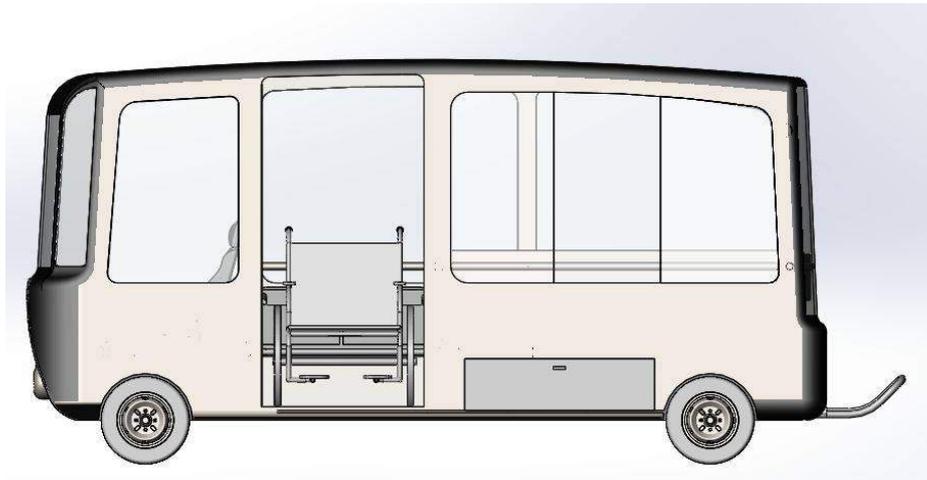
30

35

LAMPIRAN GAMBAR

5

10



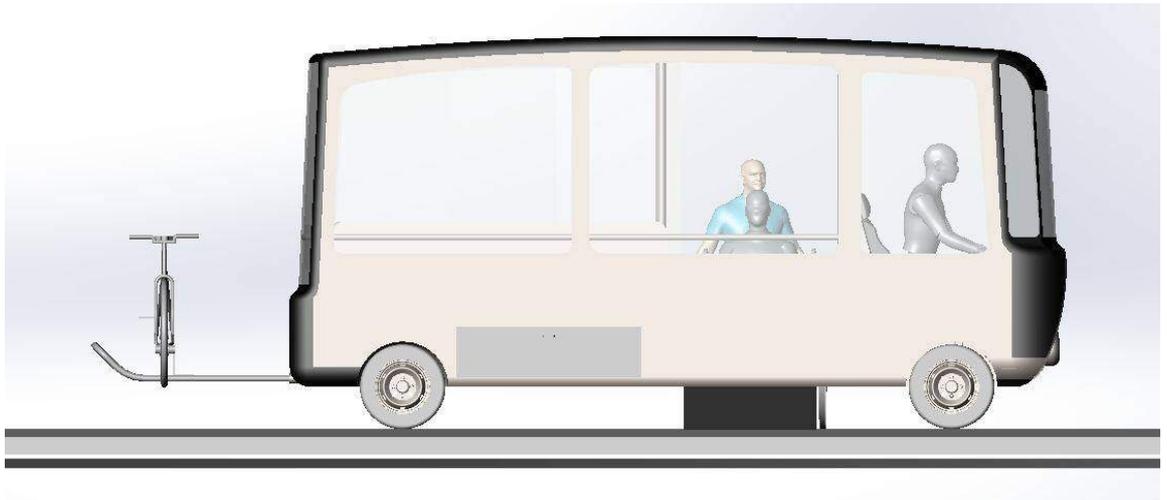
Gambar 1

15



Gambar 2

20



Gambar 3