

Perancangan dan Analisis Kendaraan Roda Tiga (*Tricycle*) Sebagai Alternatif Kendaraan Kecil Ditinjau Dari Segi Ergonomi

Design and Analysis Three Wheel Vehicle (*Tricycle*) As Alternative Small Vehicle Reviewed in terms of Ergonomic

Mulyadi Komara¹, Andrijanto²

E-mail: k3n_zaku@yahoo.com , dipucuk@yahoo.com

Abstrak

Transportasi adalah bagian yang sangat penting bagi manusia. Sarana transportasi yang banyak digunakan saat ini di Indonesia adalah sepeda motor dan mobil. Akan tetapi dari masing-masing sarana tersebut ada kekurangan yang sering menjadi kendala bagi pemakainya, seperti sepeda motor yang tidak dapat menampung satu keluarga, kurangnya keamanan dan kenyamanan dalam berkendara, sedangkan mobil memiliki dimensi yang besar, kebiasaan pemakai yang menghabiskan ruang dilihat dari jumlah penumpang yang mengendarai mobil hanya satu atau dua orang saja, pajak mobil yang lebih mahal, konsumsi bahan bakar mobil yang lebih banyak dan boros. Dalam penelitian ini akan dirancang suatu kendaraan alternatif yang aman, nyaman selain mobil dan motor. Kendaraan yang dirancang diharapkan dapat menutupi kekurangan yang ada di sepeda motor dan mobil.

Data yang digunakan pada proses perancangan adalah data anthropometry dan data kendaraan. Data anthropometry digunakan dalam perancangan untuk menentukan dimensi dari lingkungan fisik supaya ergonomis, sedangkan data kendaraan akan digunakan untuk perancangan pada struktur rangka, dimensi keseluruhan dan penggerakannya.

Proses perancangan diawali dengan pembuatan dummy yang sesuai dengan data anthropometry yang telah dikumpulkan. Dummy dibuat dengan berbagai ukuran baik untuk orang dewasa dan anak kecil dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan lingkungan fisik terhadap posisi tubuh. Proses perancangan kursi depan dan belakang dilakukan dengan memperhatikan data anthropometry (dummy), lekukan tubuh manusia dan 3 titik fatal manusia, agar kursi yang dihasilkan dapat digunakan dengan aman dan nyaman. Proses perancangan kendaraan juga memperhitungkan titik berat kendaraan dan penumpang, tujuan dari proses perhitungan ini adalah untuk mendapatkan dimensi dan jenis material yang sesuai dengan kebutuhan kendaraan. Proses perancangan juga memperhatikan ukuran display yang digunakan pada kendaraan, dengan tujuan untuk mendapatkan ukuran display yang mudah dilihat pengguna.

*Hasil yang didapat dari perancangan dan berbagai macam analisis adalah kendaraan roda tiga (*tricycle*) yang mampu menampung keluarga kecil. Kombinasi tempat duduk pada hasil rancangan adalah 2 orang dewasa dan 2 anak kecil atau 3 orang dewasa. Kendaraan ini juga menggunakan mesin bertenaga energi listrik hasil pengembangan Mitsubishi Motors. Dimensi keseluruhan kendaraan adalah panjang 3125 mm, lebar 1500 mm, tinggi 1500 mm, wheelbase 2500 mm dan track 1275mm. Ukuran bagasi yang dapat ditampung adalah lebar 980 mm, panjang 1000 mm dan tinggi 400 mm (volume 392 m³).*

Kata kunci: anthropometry

Abstract

Transportation is a very important part for people. Types of vehicles available at this time in Indonesia is a motorcycle and a car. However, each of these facilities have become a frequent lack of obstacles for users, such as a motorcycle that can not accommodate a family, lack of security and comfort in a vehicle, while the car has a large dimension, the habit of spending the amount of space viewed from the passenger drive a car that only one or two persons only, the car tax is more expensive, the fuel consumption of cars and more extravagant. In this research will be designed an alternative vehicle in a safe, comfortable car, and in addition to motor. Vehicle that is designed to cover the expected shortfall in the motorcycle and car.

Data used in the design process is the anthropometry data and vehicles data. Anthropometry data used to determine the dimensions of the physical environment on the vehicle, while the data will be used on the vehicle structure, the overall dimensions and impellent. Vehicle data obtained from Internet articles and Mitsubishi Motors site, while the data obtained from anthropometry measurement results and some literature.

The design process begins with the making of the dummy according to the anthropometry data that has been collected. Dummy made with a variety of sizes for both adults and children with the aim to find out the influence of environmental changes on the physical body position. The process of designing seats front and back is done with attention data anthropometry (dummy), the human body and the curvature 3 fatal point in human body, so that the chair can be used with a secure and comfortable. Vehicle design process also take into account the center of gravity from the vehicle and passengers, the purpose of this calculation process is to get the dimensions and type of material that is appropriate to the needs of the vehicle. The process also considers the size of the display used in the vehicle, with the goal to get the size of display that is easy to see the user.

Results obtained from design and a variety of analysis is a three-wheel vehicle (tricycle) that is able to accommodate small families. Combination seat on the results of the design is 2 adults and 2 children or 3 adults. This vehicle is also equipped with an electric machine development of Mitsubishi Motors. Dimensions overall vehicle length is 3125 mm, width 1500 mm, height 1500 mm, 2500 mm wheelbase and 1275mm track. The size of baggage that can ditampung width is 980 mm, length 1000 mm and 400 mm high (volume 392 m³).

Keyword: anthropometry

1. Pendahuluan

Transportasi menjadi bagian yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Akibat adanya peningkatan jumlah penduduk di Indonesia, maka jumlah kebutuhan akan kendaraan bermotor pun juga turut meningkat.

Kendaraan roda dua banyak diminati, karena kendaraan ini memiliki dimensi yang kecil, biaya perawatan murah, konsumsi BBM dan emisi gas buang yang rendah, namun kendaraan roda dua tidak memiliki ruang yang memadai untuk satu keluarga kecil dan kendaraan roda dua memiliki tingkat resiko yang besar saat terjadi kecelakaan. Kendaraan roda empat memiliki dimensi yang besar, bagasi yang besar, lebih aman dan nyaman, namun kendaraan roda empat memiliki dimensi yang terlalu besar, emisi gas buang dan konsumsi BBM yang besar.

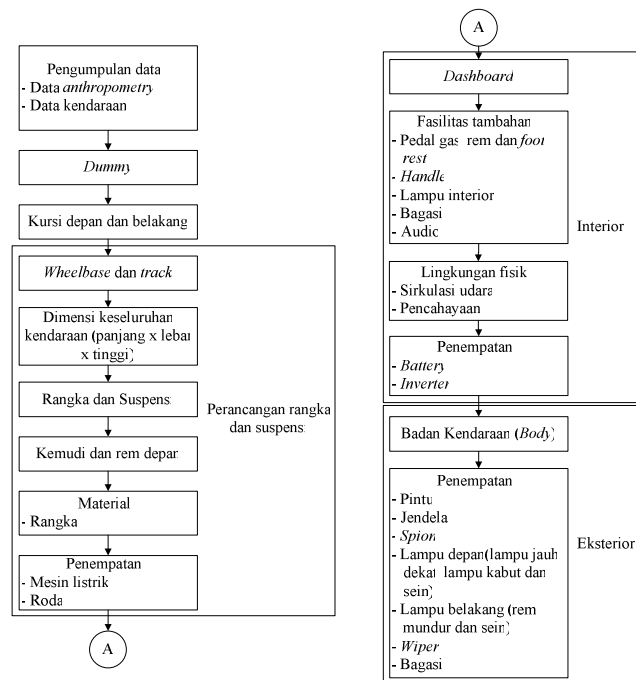
Dengan bantuan PT. Krama Yuda Tiga Berlian Motors sebagai ATPM Mitsubishi Motors Indonesia diadakan perancangan dan analisis kendaraan *tricycle* sebagai alternatif kendaraan kecil dilakukan dengan memperhatikan segi keergonomisan kendaraan pada bagian interior, eksterior dan lingkungan fisik untuk membuat kendaraan yang ramah lingkungan PT. Krama Yuda Tiga Berlian Motors mengizinkan perancangan dengan menggunakan mesin listrik.

2. Batasan dan Asumsi

Batasan masalah yang dilakukan dalam perancangan antara lain: perancangan Xeiron menggunakan mesin listrik yang bertipe *in-wheel motor* yang digunakan pada Mitsubishi Colt EV, data *anthropometry* orang dewasa diambil dari buku ergonomi dengan judul “Konsep Dasar dan Aplikasinya”, karya Eko Nurmiyanto, data *anthropometry* anak kecil diambil dari 98 murid siswa siswi TKK Santa Aloysius berusia 4-6 tahun, perancangan interior yang dilakukan adalah kursi penumpang, *safety belt*, *handle* pintu, *handle* pegangan tangan atas, *handle* transmisi dan *dashboard*, perancangan lingkungan fisik yang dilakukan adalah sirkulasi udara dan pencahayaan, perancangan yang dilakukan pada Xeiron ini hanya memiliki kapasitas angkut dua orang dewasa dan dua anak, tidak memperhitungkan biaya, definisi panjang adalah ukuran suatu bidang yang tegak lurus dengan dada manusia diukur dari bagian depan ke belakang, definisi lebar adalah ukuran suatu bidang yang sejajar dengan dada manusia diukur dari bagian kiri ke kanan, dan definisi tinggi adalah ukuran suatu bidang diukur dari bagian atas ke bawah, definisi *wheelbase* adalah jarak antara pusat lingkaran roda depan dengan pusat lingkaran roda belakang dan definisi *track* adalah jarak antara titik tengah roda kiri dengan roda kanan.

Asumsi yang digunakan dalam perancangan mesin antara lain: bahan baku dan material yang dibutuhkan dalam perancangan dan pengembangan Xeiron sudah tersedia di Indonesia, data *anthropometry* pada buku yang berjudul “Konsep Dasar dan Aplikasinya”, karya Eko Nurmiyanto mewakili ukuran tubuh orang dewasa di Indonesia, data *anthropometry* pada 98 murid siswa siswi TKK Santa Aloysius berusia 4-6 tahun mewakili ukuran tubuh anak-anak di Indonesia, persentil data *anthropometry* yang digunakan adalah persentil minimum yaitu 5%, persentil rata-rata yaitu 50% dan persentil maksimum yaitu 95% dan berat seluruh badan kendaraan (*body*, *chassis*, pintu depan, belakang dan bagasi) adalah 402 Kg.

3. Metodologi Perancangan



Gambar 1

Diagram Alir

Pengumpulan data dikelompokkan menjadi 2 macam, antara lain:

a. Data Kendaraan.

Data kendaraan dibagi menjadi 2 macam, yaitu :

– Data Mesin.

Pengumpulan data mesin listrik hasil pengembangan Mitsubishi Motors, yaitu mesin bertipe *in-wheel motor* yang digunakan pada Mitsubishi Colt-EV dan Mitsubishi Lancer Evolution IX High-performance 4WD melalui internet dan meminta data pada PT. Krama Yuda Tiga Berlian Motors.

– Data Pembanding Mobil.

Pengumpulan data pembanding mobil yang akan digunakan pada saat perancangan. Data yang digunakan diantaranya adalah kursi, dimensi kendaraan, *chassis*, struktur kaki-kaki, kemudi, *speedometer*, susunan *battery*.

b. Data *Anthropometry*.

Pada tahap ini dikumpulkan data *anthropometry* yang akan menjadi acuan dalam perancangan. Adapun data *anthropometry* yang dijadikan acuan adalah *anthropometry* orang dewasa dan *anthropometry* anak kecil (usia 4-6 tahun).

Perancangan meliputi :

a. Perancangan *Dummy* (Simulasi Orang)

Perancangan *dummy* menggunakan data *anthropometry* orang dewasa dan anak kecil. Tujuannya adalah memperlihatkan penggunaan fasilitas fisik terhadap posisi pemakai.

b. Perancangan Kursi Depan dan Belakang

Perancangan kursi depan dan belakang sesuai dengan dimensi yang telah ditentukan pada bagian sebelumnya. Bentuk kursi depan dan belakang dirancang dengan memperhatikan lekukan tubuh, 3 titik fatal pada tubuh dan faktor keamanan.

c. Perancangan dan Analisis Rangka Dan Suspensi

Perancangan rangka dan suspensi dilakukan berdasarkan *wheelbase*, *track*, dimensi keseluruhan kendaraan dan titik berat kendaraan. Perancangan juga dilakukan berdasarkan teori yang terdapat pada buku “The Automotive Chassis : Engineering Principles”, karya Prof. Dipl.-Ing. Jornsens Reimpell dan Dipl.-Ing Helmut Stoll. Hasil dari rancangan pada tahap ini adalah dimensi *wheelbase* dan *track*, dimensi keseluruhan kendaraan, *swing arm*, *caster*, *camber* dan sudut putar, material rangka, penempatan suspensi dan penempatan mesin listrik dan roda.

d. Perancangan Interior

Perancangan interior meliputi *dashboard*, pedal gas, pedal rem dan fasilitas tambahan. *Dashboard* dibagi menjadi beberapa bagian yaitu kemudi, penghubung kemudi dengan roda depan, indikator digital, boks pemegang. Perancangan fasilitas tambahan Perancangan interior dilakukan berdasarkan data *anthropometry* orang dewasa, sedangkan untuk *display* ditentukan berdasarkan perhitungan dimensi tulisan pada bagian sebelumnya.

e. Perancangan Fasilitas Tambahan

Perancangan fasilitas fisik meliputi perancangan *handle* pegangan atas, perancangan lampu interior, perancangan bagasi dan penempatan *audio*. Perancangan fasilitas fisik dilakukan berdasarkan data *anthropometry* orang dewasa.

f. Perancangan Fasilitas Lingkungan Fisik

Fasilitas lingkungan fisik yang diperhatikan adalah sirkulasi udara pada kendaraan dan pencahayaan. Sirkulasi udara dibantu oleh *blower* dan dialirkan melalui kisi-kisi udara depan dan samping boks pemegang. Pencahayaan pada interior dan eksterior menggunakan LED (*Light Emitting Diode*). Pencahayaan interior memiliki tingkat pencahayaan kurang dari 300 lux, karena pencahayaan interior tidak dirancang untuk melakukan pekerjaan yang bersifat detail.

g. Penempatan *Battery* dan *Inverter*

Penempatan *battery* dan *inverter* dilakukan berdasarkan bentuk rangka dan ruang interior. *Battery* diletakkan pada bagian bawah kursi belakang, sedangkan *inverter* diletakkan pada bagian bawah bagasi.

h. Perancangan Eksterior

Perancangan eksterior meliputi badan kendaraan (*body*), penempatan bagian badan kendaraan, *spion*, lampu depan dan belakang. Perancangan eksterior dilakukan berdasarkan data *anthropometry*, fungsi, keamanan dan estetika.

Analisis meliputi :

a. Analisis *Dummy*

Analisis *dummy* memperhatikan data *anthropometry* orang dewasa dan anak kecil, dengan tujuan untuk mengetahui perubahan posisi tubuh terhadap perubahan lingkungan fisik.

b. Analisis Perancangan Keseluruhan

Analisis perancangan keseluruhan meliputi analisis mekanisasi, teknik dan nilai. Analisis nilai dibagi menjadi *value engineering* dan *value analysis*. Analisis keseluruhan memperhatikan

c. Analisis Keselamatan dan Kesehatan

Analisis keselamatan dan kesehatan memperhatikan faktor keselamatan dan kesehatan yang ada pada rancangan.

d. Analisis Keuntungan Hasil Rancangan

Analisis keuntungan memperhatikan perbandingan antara kendaraan roda dua, tiga dan empat. Kendaraan roda dua yang diperhatikan adalah sepeda motor. Kendaraan roda tiga yang diperhatikan adalah Xerion (hasil rancangan). Kendaraan roda empat yang diperhatikan adalah mobil tipe *city car*.

4. Pengolahan Data

Pengolahan data dikelompokkan menjadi 2 macam, antara lain:

a. Pengolahan Data Fasilitas Fisik.

Data yang diolah pada tahap ini adalah data *anthropometry*. Hasil dari pengolahan data ini adalah dimensi rancangan yang sesuai dengan data *anthropometry*. Adapun yang hasil rancangan yang dihasilkan adalah kursi depan, kursi belakang, *foot rest* dan pedal gas, kemudi, *handle* transmisi, pegangan atas, pegangan bawah dan pintu, tinggi *handle* pintu depan, belakang dan bagasi ke lantai, besar tulisan minimal pada *speedometer (display)*.

b. Pengolahan Data Mesin dan Roda.

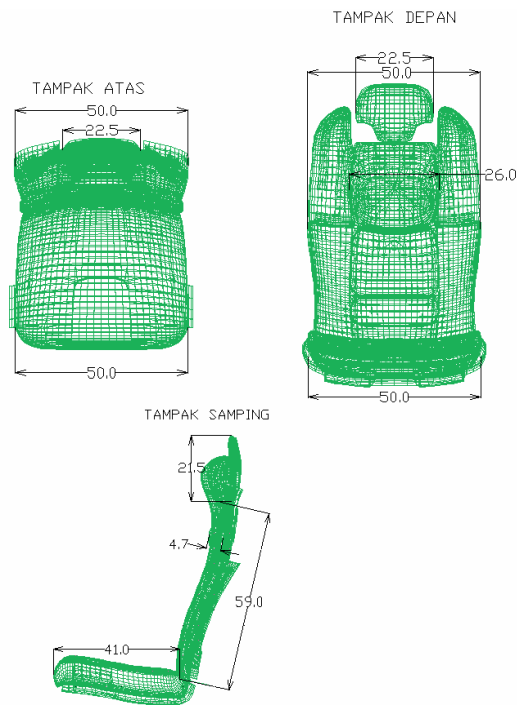
Data yang diolah pada tahap ini adalah daya mesin, kecepatan maksimal dan gaya gesek ban pada jalan. Hasil dari pengolahan data ini adalah perbandingan gaya gesek ban pada jalan saat keadaan kering dan basah. Hasil pengolahan data ini akan berpengaruh pada ukuran *swing arm*.

5. Saran

Saran yang diberikan pada Xeiron (hasil rancangan) adalah saran terhadap peralatan pendukung keamanan kendaraan yang disediakan Mitsubishi, saran terhadap peralatan pendukung keamanan kendaraan yang belum disediakan Mitsubishi dan usulan mengenai efek kendaraan terhadap lingkungan sekitar.

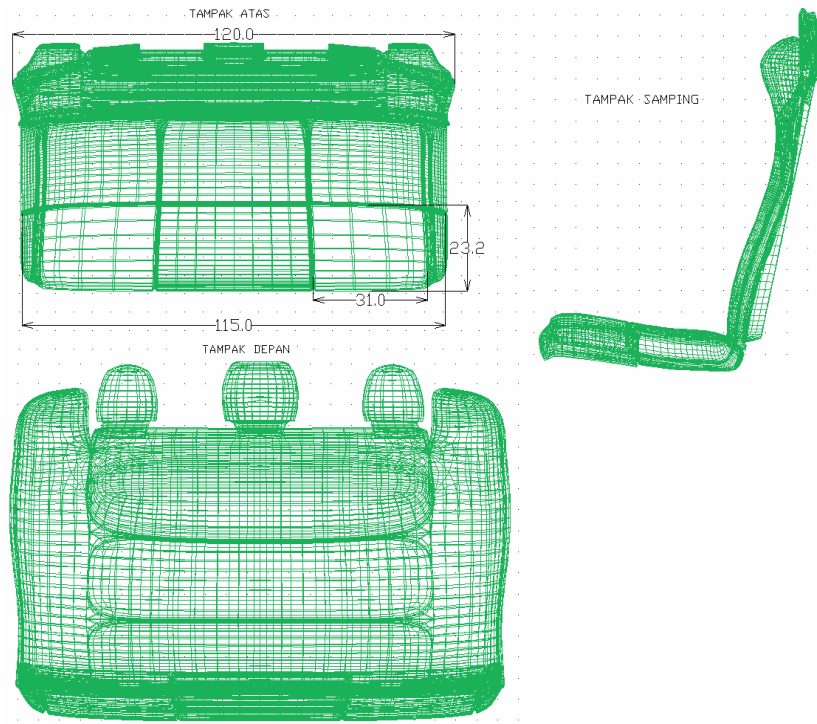
6. Kesimpulan

Perancangan interior yang ergonomis adalah sebagai berikut :



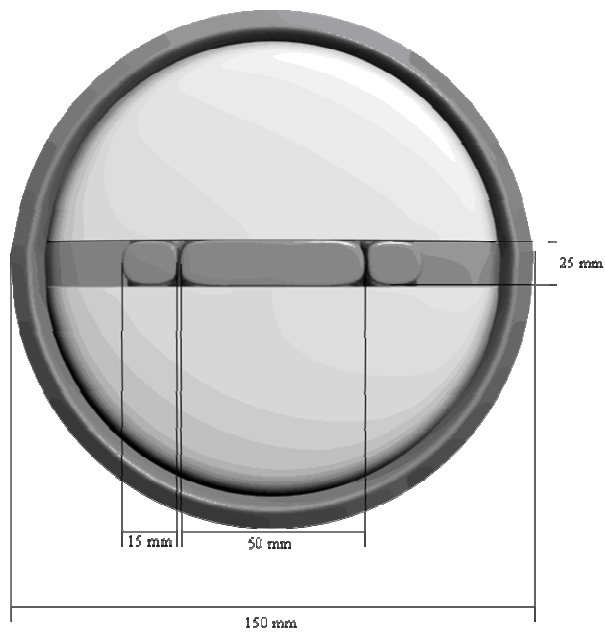
Gambar 2

Dimensi Kursi Depan



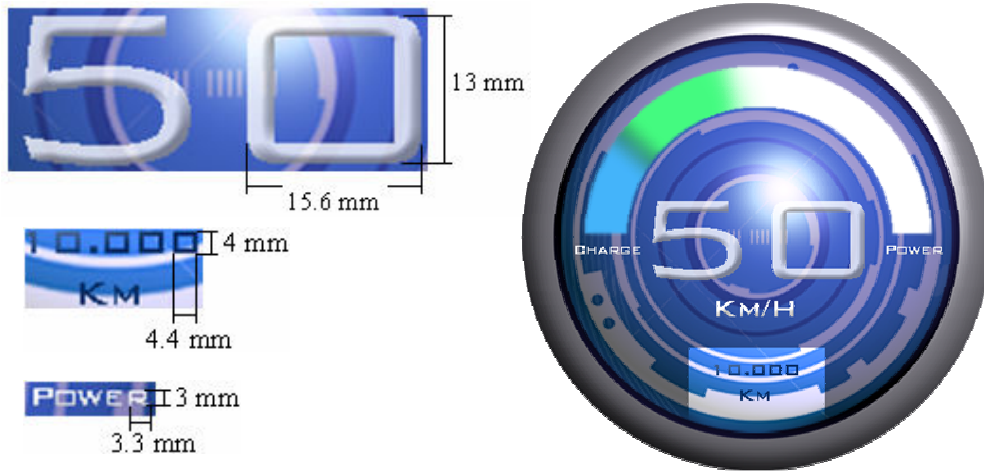
Gambar 3

Dimensi Kursi Belakang

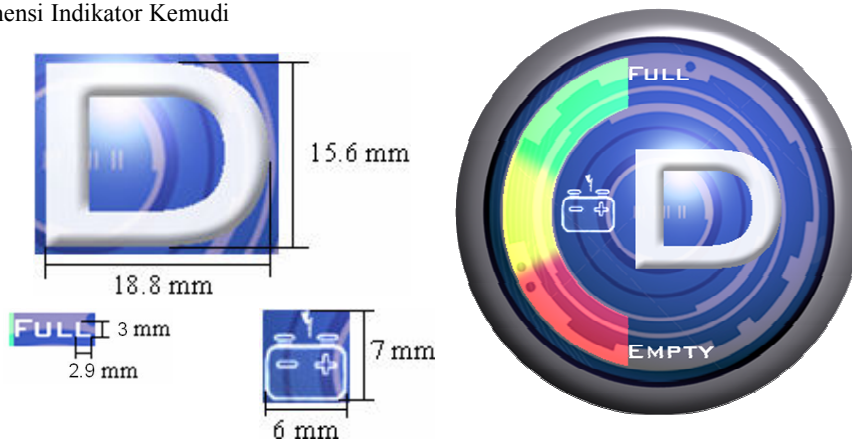


Gambar 4

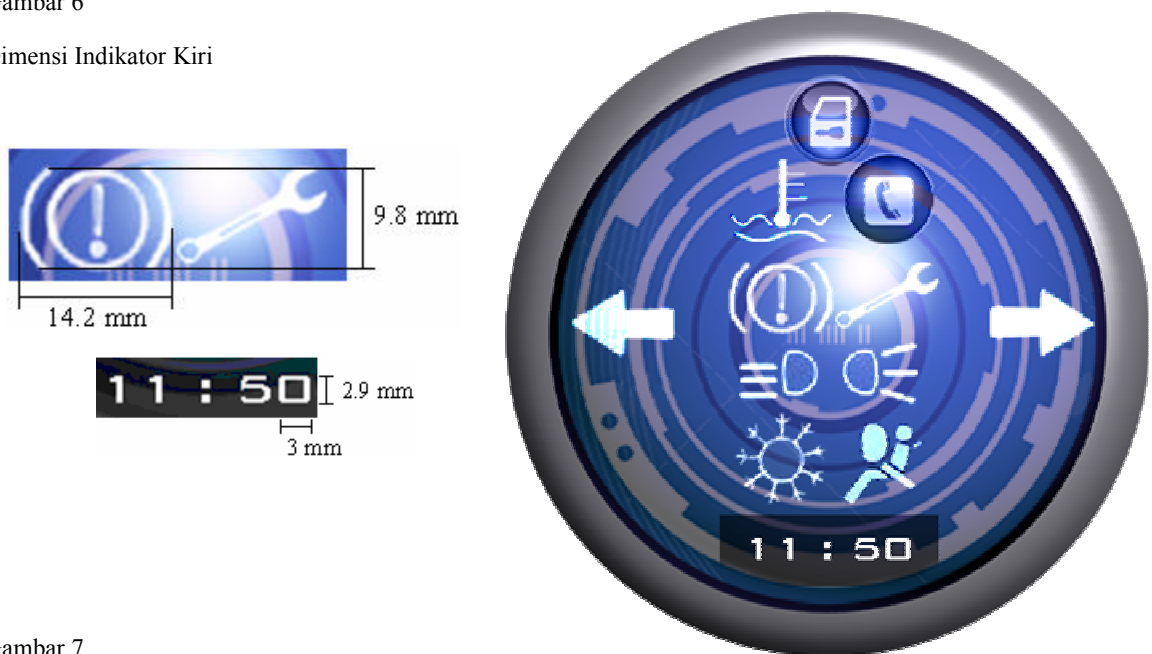
Dimensi Lampu Interior



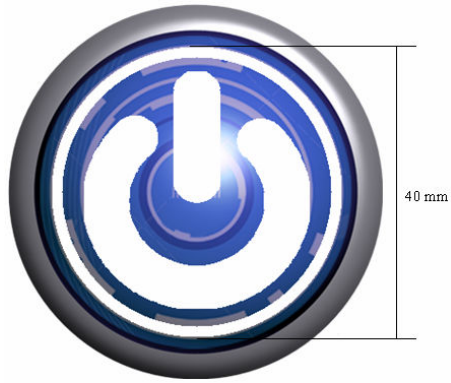
Gambar 5
Dimensi Indikator Kemudi



Gambar 6
Dimensi Indikator Kiri

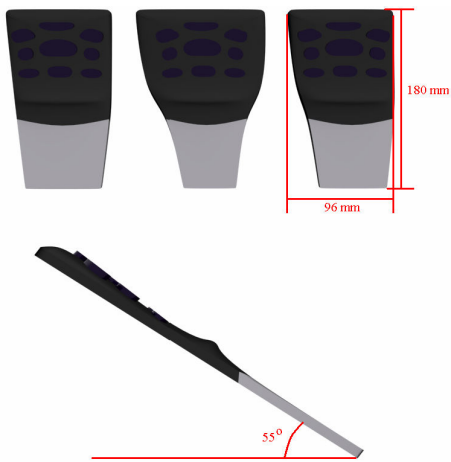


Gambar 7
Dimensi Indikator Tengah



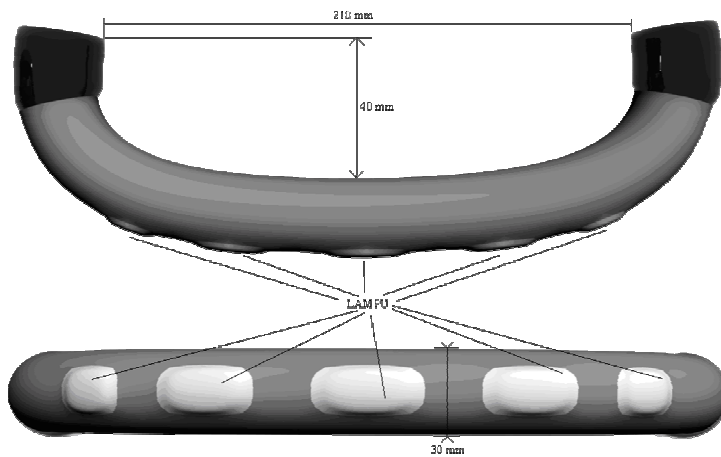
Gambar 8

Dimensi Indikator Kanan



Gambar 9

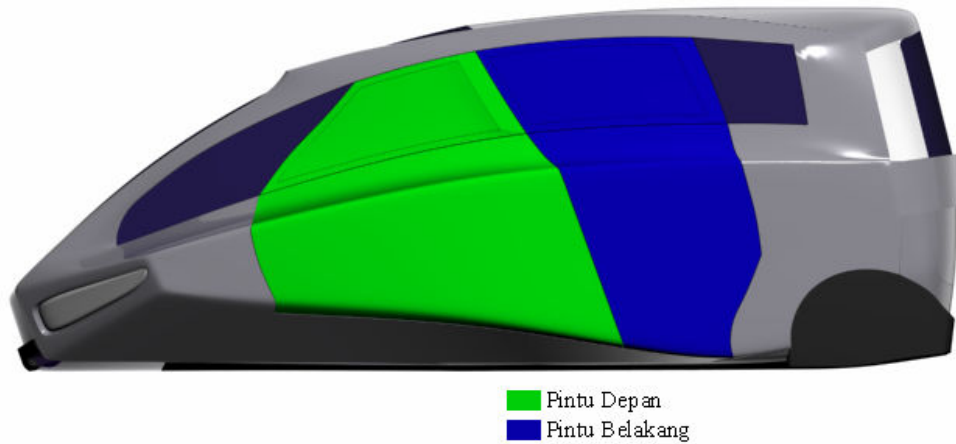
Dimensi Pedal Gas, Rem dan *Foot Rest*



Gambar 10

Dimensi *Handle* Pegangan Atas

Perancangan eksterior yang ergonomis adalah sebagai berikut :



Gambar 11

Pintu Depan dan Belakang

– Pintu Depan

Lebar total : 1240 mm

Tinggi total : 1092 mm

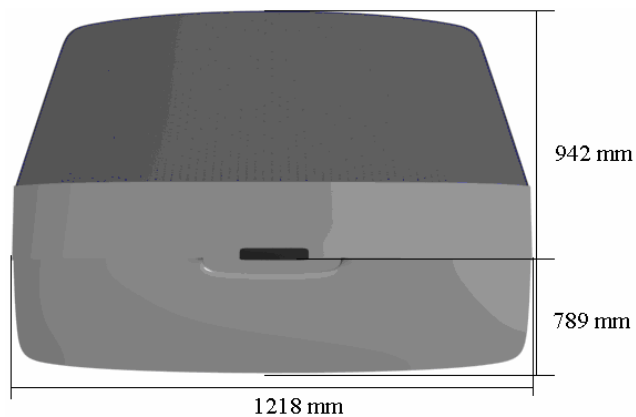
Tinggi *handle* pintu dari lantai : 830 mm

– Pintu Belakang

Lebar total : 950 mm

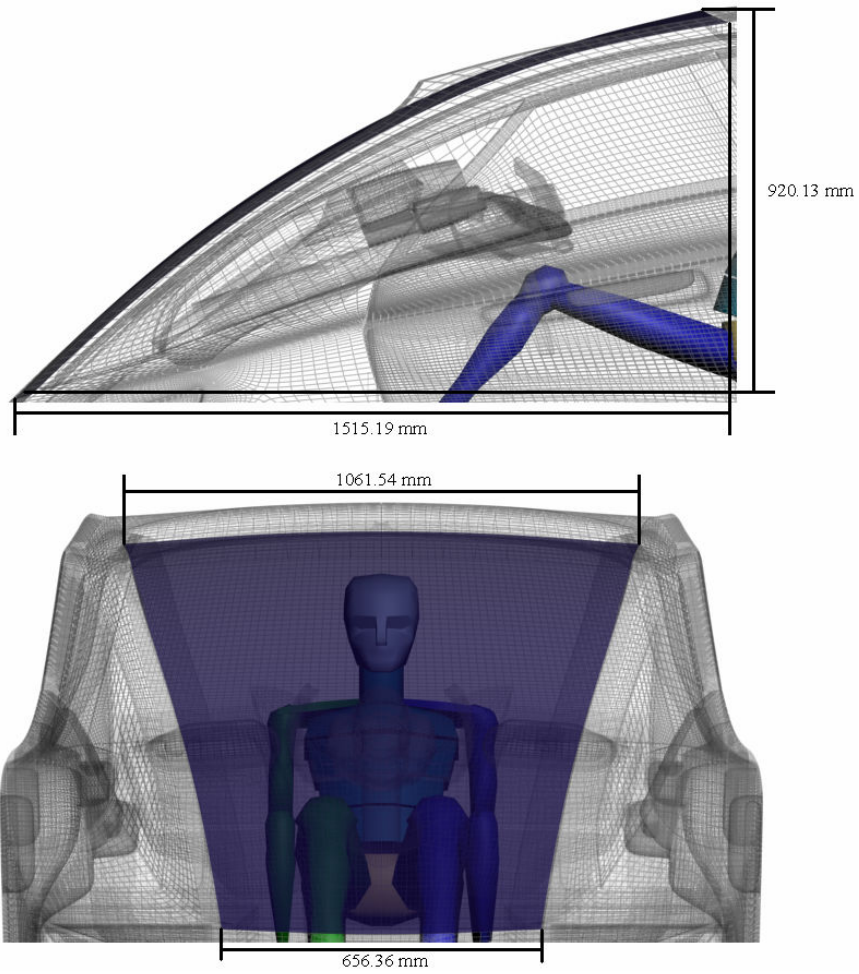
Tinggi total : 1182 mm

Tinggi *handle* pintu dari lantai : 882 mm

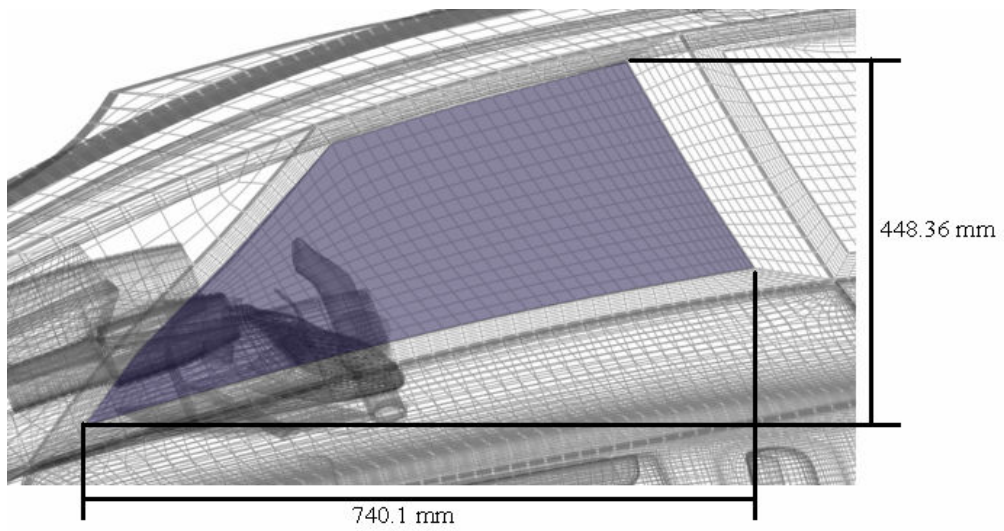


Gambar 12

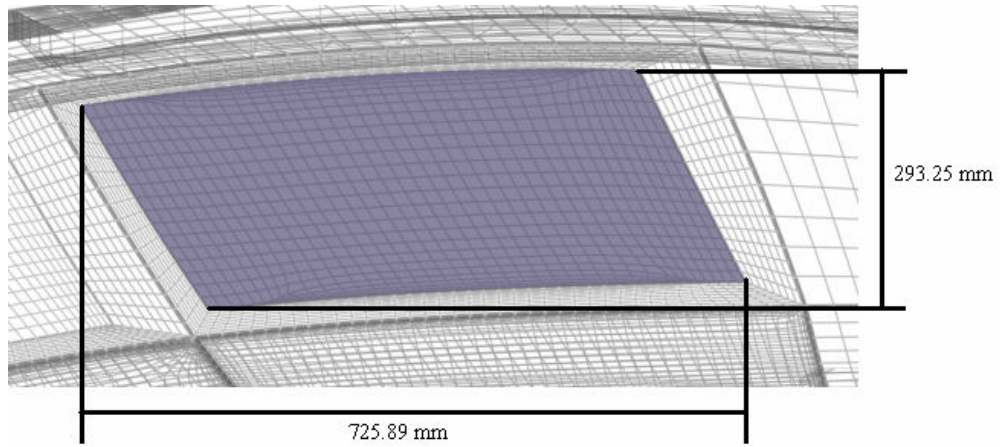
Pintu Bagasi



Gambar 13
Kaca Depan

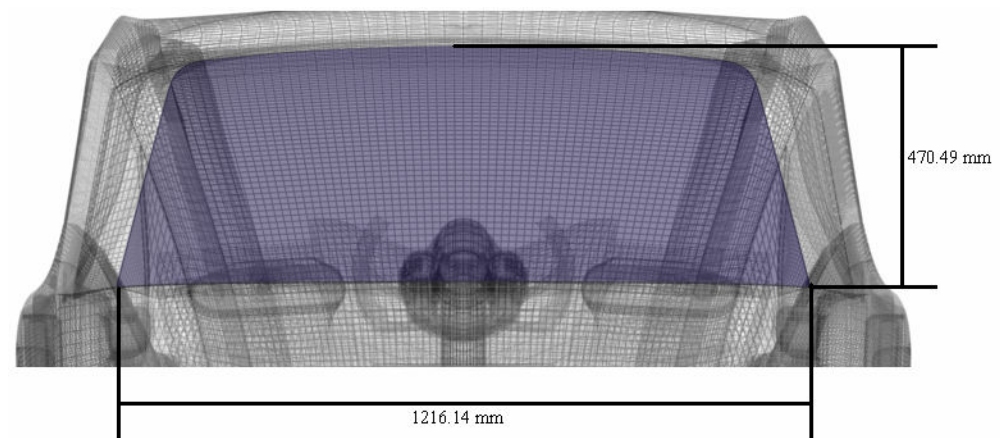


Gambar 14
Jendela Pintu Depan



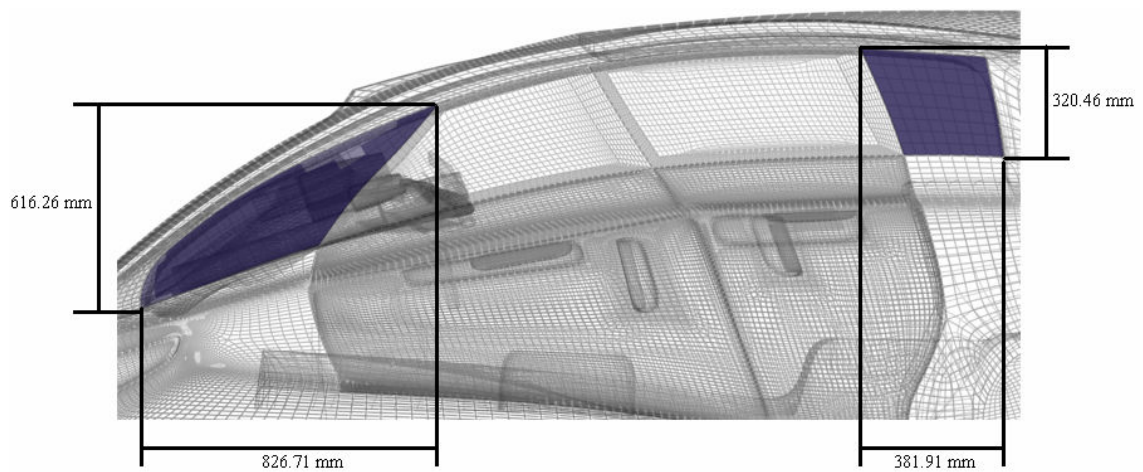
Gambar 15

Jendela Pintu Belakang



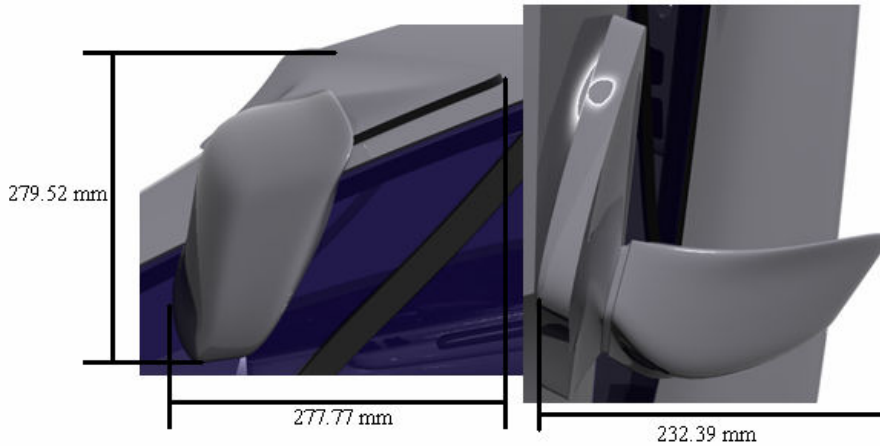
Gambar 16

Jendela Pintu Bagasi



Gambar 17

Jendela Pelengkap



Gambar 18

Spion

Perancangan Lingkungan Fisik Kendaraan

Pengaturan sirkulasi udara dan kelembaban udara pada kendaraan dikendalikan oleh pengendara melalui sebuah *dual-view monitor* yang menampilkan beragam informasi baik di dalam maupun di luar kendaraan. Sirkulasi udara yang baik dihasilkan oleh 2 unit *blower electric* yang mampu mengalirkan udara dari luar ke bagian dalam kendaraan. Sirkulasi udara dibagi menjadi 3 bagian yaitu bagian kisi-kisi kaca depan kendaraan dan 2 kisi-kisi pada bagian kiri dan kanan boks pemegang *dashboard*.



Gambar 19

Kisi Udara Depan dan Samping

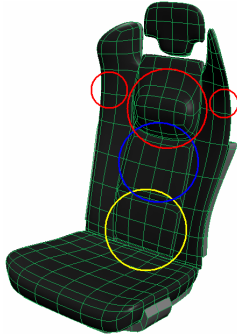
Pencahayaan diatur oleh *switch* pada lampu dan kemudi. Lampu yang digunakan adalah LED, karena irit energi, lebih terang dan tingkat kerusakan yang membahayakan rendah. LED juga memiliki cahaya yang lebih fokus dan *bright* (cerah). Tingkat pencahayaan yang digunakan adalah dibawah 300 lux, karena pencahayaan pada Xeiron tidak digunakan untuk membaca, melainkan untuk mencari barang bawaan atau menaruh barang bawaan.

Perancangan kendaraan yang aman adalah sebagai berikut :

– Kursi Depan dan Belakang

Perancangan kursi yang aman terdapat pada bentuk kursi yang memperhatikan sudut lekukan tubuh, 3 titik penting tubuh, perancangan benuk penyangga dan ketebalan material penyangga,

penghalang benturan samping kiri dan kanan bahu dan tonjolan pada bagian belakang leher. Pada kursi depan dan belakang juga terdapat perangkat keamanan standar, yaitu *safety belt*. Pengaturan jarak antara kursi depan dan belakang juga mempengaruhi keamanan kendaraan, semakin dekat jarak antara kursi depan dan belakang, maka semakin besar resiko cedera penumpang belakang pada saat terjadi benturan keras.

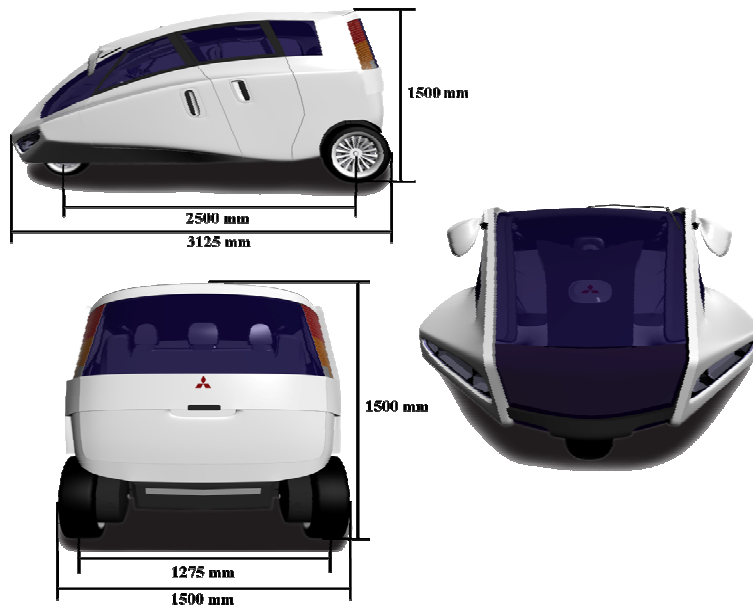


Gambar 20

Titik Penting Manusia

– Dimensi kendaraan

Dimensi kendaraan kendaraan yang aman diwujudkan dengan perhitungan perbandingan panjang kendaraan, lebar kendaraan dan tinggi kendaraan. panjang kendaraan dengan *wheelbase* harus memiliki nilai perbandingan diatas atau diantara 0.6 sampai 0.7. Lebar kendaraan dengan *track* harus memiliki nilai perbandingan diantara 0.81 sampai 0.86. Tinggi titik berat kendaraan tidak boleh terlalu jauh dari roda, agar kendaraan dapat lebih stabil dan pembagian bobot kendaraan menjadi lebih baik.

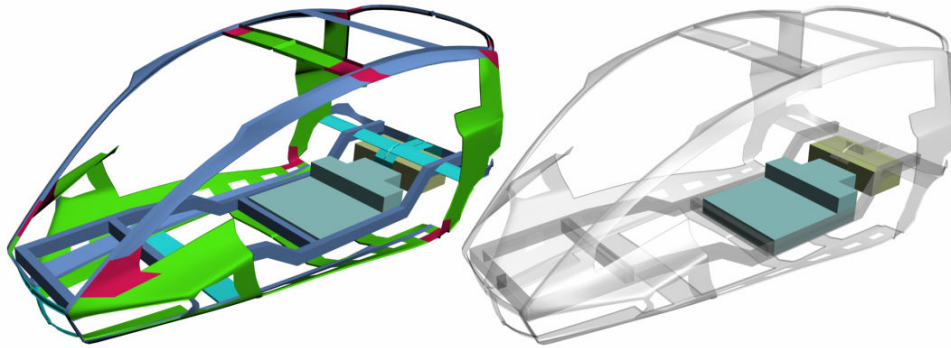


Gambar 21

Dimensi Keseluruhan Xeiron

– *Chassis*

Penggunaan rangka *monocoque space frame* membuat kendaraan lebih ringan *rigid* dan memiliki nilai *torsional stiffness* yang besar, sehingga kendaraan menjadi lebih stabil dan kuat menahan benturan. Penggunaan material dan bentuk material yang digunakan pada *chassis* memberikan tingkat keamanan yang lebih baik bagi kendaraan, bentuk material penyusun *chassis* memberikan efek penahan benturan yang mempengaruhi keamanan.



Gambar 21

Monocoque Space Frame

– *Swing Arm dan Suspension*

Pembagian bobot kendaraan dan perbandingan dengan dimensi kendaraan menghasilkan penempatan dan ukuran yang aman bagi *swing arm* yang digunakan sebagai penyangga kendaraan dan penyalur energi kendaraan. Suspensi atau peredam getaran pada kendaraan yang aman memperhatikan kekuatan suspensi yang akan digunakan dan penempatan suspensi sesuai dengan kekuatan suspensi.

Perancangan kendaraan yang nyaman adalah dengan melakukan perancangan yang sesuai dengan ukuran tubuh orang Indonesia. Perancangan Xeiron dilakukan dengan melakukan simulasi *dummy* agar mendapatkan ukuran dan bentuk komponen kendaraan yang sesuai dengan ukuran tubuh. *Dummy* yang dibuat memiliki ukuran persentil 5%, 50% dan 95%.

Perancangan kendaraan yang ramah lingkungan adalah dengan mengaplikasikan penggunaan mesin listrik. Mesin listrik tidak memiliki emisi gas buang yang mengakibatkan polusi udara dan lingkungan. Tingkat kebisingan kendaraan listrik juga sangat rendah daripada mesin lainnya.

Daftar Pustaka

- [1]. <http://www.mitsubishi-motors.com/index.html>
- [2]. www.geocities.com.
- [3]. www.autosmobilis.com
- [4]. <http://www.3wheelers.com/history.html>
- [5]. www.steamcar.net
- [6]. www.1st-art-gallery.com
- [7]. www.images.businessweek.com
- [8]. www.thepeerage.com
- [9]. www.Wikipedia.org
- [10]. www.mototype.com
- [11]. www.seriouswheels.com
- [12]. www.Gizmodo.com
- [13]. www.image.google.com
- [14]. www.ezpistontool.com
- [15]. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/59/Electric_motor_cycle &
<http://www.hydrogenassociation.org/media/mediaDownload.asp>
- [16]. www.safmech.com
- [17]. http://www.carbibles.com/tire_bible.html
- [18]. <http://www.phred.org>
- [19]. <http://overload84.blogdetik.com/2009/05/05/kelebihan-honda-jazz/>
- [20]. www.team-integra.net
- [21]. <http://www.shockabsorbersworld.com/shock-absorber-types.html>
- [22]. www.Softwiper.com/index-2.html
- [23]. Beer, Ferdinand. P., E. Russell Johnston., Jr., "Mechanics of Materials", McGraw-Hill, Caledonia, 1992.
- [24]. <http://www.bilstein.com/tech.php>
- [25]. Prof. Dipl.-Ing. Jornsens Reimpell, Dipl.-Ing. Helmut Stoll, The Automotive Chassis : Engineering Principles.
- [26]. <http://www.made-in-china.com/showroom/fengtech/product-detailbMxQIsYDbicB/China-Brushless-Blower.html>
- [27]. www.picasaweb.google.com
- [28]. Nurmianto, Eko; "**Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya**", Guna Widya, Surabaya, 2003.
- [29]. Sender, Mark. S., Ph. D., McCormick, Ernest, J., Ph. D., "Human Factors in Engineering and Design", McGraw-Hill, Singapore, 1992.
- [30]. Yudiantyo, Wawan; "**Diktat Kuliah Kesehatan dan Keselamatan Kerja**", Jurusan Teknik Industri, Universitas Kristen Maranatha, Bandung, 2004.
- [31]. Team Dosen dan Team Asisten Laboratorium Analisis Perancangan Kerja dan Ergonomi II; "**Kumpulan Teori dan Diktat Kuliah Analisis Perancangan Kerja dan Ergonomi II**", Jurusan Teknik Industri, Universitas Kristen Maranatha, Bandung, Indonesia, 2005.
- [32]. Ulrich, Karl T., Steven D. Eppinger; "**Perancangan dan Pengembangan Produk**", Salemba Teknika, Jakarta, 2001.
- [33]. Satalaksana, Iftikar Z., R. Anggawisastra, dan J. H. Tjakraatmadja; "**Teknik dan Tata Cara Kerja**", Jurusan Teknik Industri ITB, Bandung, 1979.
- [34]. Sender, Mark. S., Ph. D., McCormick, Ernest, J., Ph. D., "**Human Factors in Engineering and Design**", McGraw-Hill, Singapore, 1992.
- [35]. Reimpell, Jornsens dan Helmut Stoll; "**The Automotive Chassis Engineering Principles**", Hodder Headline Group, Great Brittain, 1996.