

DESAIN RANGKA PADA PROTOTYPE MOBIL LISTRIK GARNESA

Hanif Gunawan Wibisono

D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: kenobitho_star@yahoo.com

Mochamad Yadi

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: mochamadyadi828@yahoo.com

ABSTRAK

Perancangan desain rangka ini bertujuan untuk membuat desain rangka yang sesuai dengan kebutuhan mobil listrik Garnesa agar bisa kokoh menopang semua komponen yang melekat di rangka ini. Yang nantinya bisa menjadi mobil listrik yang seutuhnya. Desain rangka ini menggunakan desain rangka tipe *ladder frame* karena tipe ini sederhana tapi kokoh untuk menopang beban. Selain itu latar belakang penelitian ini juga bertujuan untuk menyelesaikan tugas akhir perkuliahan. Perancangan desain rangka ini menggunakan beberapa metode yaitu metode pemilihan bahan, metode observasi, metode pembuatan desain. Untuk metode pemilihan bahan, bahan yang di gunakan adalah besi berongga yang di beli di toko besi. Ada pun jenis- jenis besi berongga yang di pakai ialah, besi berongga kotak dan bulat yang masing-masing memiliki spesifikasi tegangan yaitu ST 36. Untuk metode pembuatan desain menggunakan software *AutoCad 2007*. Subyek perancangan ini adalah membentuk suatu rangka yang kokoh guna menopang komponen-komponen yang melekat di rangka. Hasil yang didapat dari analisa ini meliputi, beban total rangka normal yaitu 29,63 kg. Rangka penyangga nya mampu menahan beban maksimal yaitu 4069,44 kg. Mampu menahan beban maksimal pengemudi yaitu 1350 kg, Jadi desain rangka ini aman digunakan untuk rangka pada mobil listrik GARNESA.

Kata Kunci : Desain *Ladder Frame*

ABSTRACT

The design of the framework design aims to create a framework design to suit the needs of electric car Garnesa to be sturdy sustain all components attached to this order. Which can later become a fully electric car. This framework design using Ladder type frame design framework for this type of simple but sturdy to support the weight. Besides background research also aims to complete the final lecture. The design of this framework design using several methods such as material selection method, observation method, the method of making the design. For the method of selection of materials, materials in use are hollow steel that are bought at the hardware store. There are also other types of iron in use are hollow, hollow iron box and each round has the voltage specification ST 36. For a method of making design using AutoCAD software in 2007. The subject of this scheme is to establish a solid framework to support the components attached to the frame. The results obtained from this analysis include, normal order total load is 29.63 kg. Her frame buffer can hold a maximum load is 4069.44 kg. Able to withstand the maximum load is 1350 kg driver, so it's safe design framework is used to order the electric car GARNESA.

Keywords : *Ladder Frame Design*

PENDAHULUAN

Latar belakang di tulisnya laporan tugas akhir ini ialah untuk menyelesaikan syarat perkuliahan, tugas akhir ini membahas tentang desain rangka yang akan digunakan untuk membuat rangka pada mobil listrik GARNESA. Mobil bertenaga listrik sebagai energi alternatif yang bebas polusi udara dan sebagai pengganti BBM (Bahan Bakar Minyak) yang makin langka. Rangka yang digunakan untuk menopang semua komponen yang merekat pada rangka, jadi rangka haruslah kokoh. Bahan-bahan yang digunakan pun harus mempunyai spesifikasi yang memadai agar hasilnya bagus.

Penelitian ini yaitu mendesain rangka pada prototype mobil listrik GARNESA, karena mendesain rangka sangat penting dilakukan sebelum membuat rangka

aslinya untuk mengetahui kemampuan rangka sebelum rangka melekat pada semua komponen mobil. Bentuk desain dan pemilihan bahan penting untuk mengetahui layak apa tidak nya bahan untuk digunakan sebagai rangka. Desain rangka ini sesuai dengan kebutuhan mobil listrik GARNESA, selain sederhana tapi desain ini mampu menopang beban penumpang yang berat mencapai beban maksimal 1350 kg.

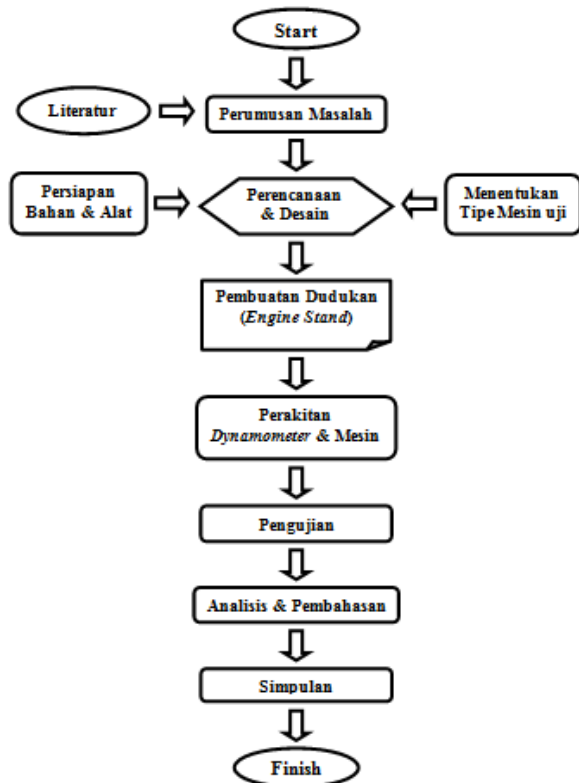
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan dan menganalisa desain rangka untuk mobil listrik GARNESA

Manfaat dari penelitian ini adalah menghasilkan suatu rangka untuk mobil listrik GARNESA, sebagai media sosialisasi tentang manfaat mobil listrik bagi masyarakat, sebagai media pembelajaran untuk mahasiswa unesa umumnya dan jurusan teknik mesin pada khususnya.

Sekaligus sebagai referensi dari sumber-sumber yang telah ada.

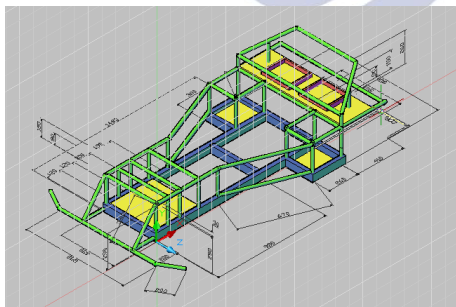
METODE

Rancangan Penelitian

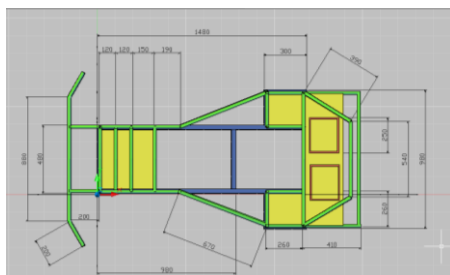


Gambar 1. Rancangan penelitian

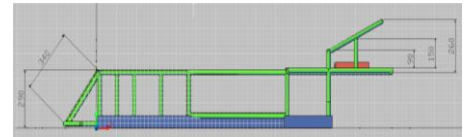
Desain Rangka



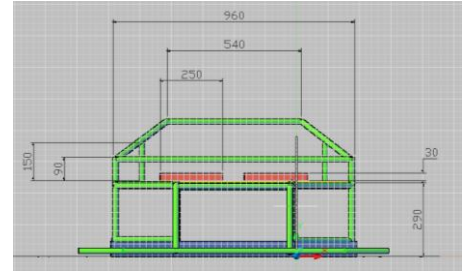
Gambar 2. Desain Rangka



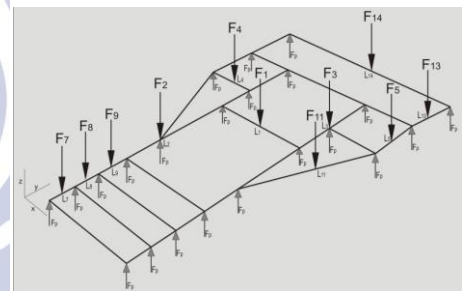
Gambar 3 Desain Rangka Tampak Atas



Gambar 4 Desain Rangka Tampak Samping



Gambar 5. Desain Rangka Tampak Depan



Gambar 6. Skema Pembagian Beban

Teknik Pemilihan dan Pengukuran Bahan

• Pemilihan Bahan

Teknik pemilihan bahan digunakan untuk memilih bahan-bahan yang sesuai dengan kebutuhan dalam proses pembuatan rangka. Teknik pemilihan bahan yaitu meliputi tempat pembelian bahan, spesifikasi bahan, harga bahan dan jumlah bahan.

Dalam pembuatan desain rangka ini menggunakan bahan ST 36 dengan alasan bahan ST 36 mudah diperoleh di toko material terdekat dari jangkauan kampus sehingga mempermudah akses transportasi. Selain itu bahan ST 36 memiliki massa jenis yang lebih ringan tp cukup kuat untuk menampung beban dari semua komponen yang melekat pada rangka. Harga dari bahan ST 36 lebih murah secara kebutuhan dari bahan yang lainnya sehingga untuk pembelian bahan bisa diminimalisir. Untuk jumlah bahan yang dibeli menyesuaikan kebutuhan.

• Pengukuran Data

Dalam teknik pengukuran rangka, alat yang dipakai adalah penggaris siku dan meter roll. Teknik pengukuran dimensi rangka dilakukan dengan cara mengukur terlebih dahulu panjang besi satu lonjor, kemudian di ukur panjang yang sesuai dengan dimensi rangka yang sudah di desain menggunakan meter roll. Hasil pengukuran seperti yang terdapat pada tabel.

Tabel 1. Pengukuran bahan

No	Bahan	Ukuran Jenis Besi (cm)	Ukuran Panjang (cm)	Jumlah	Berat Tiap Biji (kg)	Berat Tiap Ukuran (kg)
1	Besi kotak berongga 1 lonjor	3x6	600	1	12	12
2	Besi bulat berongga 1 lonjor	2	600	5	6	30
3	Besi plat	Tebal 0,5	200			2
4	Besi lempengan	Tebal 0,5	Luas = 10000 cm ²			8
Ukuran dimensi pada rangka						
1	Besi kotak berongga	3x6	148	2	1,48	2,96
2	Besi kotak berongga	3x6	98	1	1,96	1,96
3	Besi kotak berongga	3x6	48	2	0,96	1,92
4	Besi kotak berongga	3x6	26	4	0,52	2,08
5	Besi bulat berongga	2	98	2	0,98	1,96
6	Besi bulat berongga	2	48	4	0,48	1,92
7	Besi bulat berongga	2	88	1	0,88	0,88
8	Besi bulat berongga	2	20	4	0,2	0,80
9	Besi bulat berongga	2	34	2	0,34	0,68
10	Besi bulat berongga	2	9	2	0,09	0,18
11	Besi bulat berongga	2	15	2	0,15	0,30
12	Besi bulat berongga	2	58	2	0,58	1,16
13	Besi bulat berongga	2	67	4	0,67	2,68
14	Besi bulat berongga	2	25	8	0,25	2
15	Besi bulat berongga	2	54	1	0,54	0,54
16	Besi bulat berongga	2	39	2	0,39	0,78
17	Besi bulat berongga	2	41	2	0,41	0,82
18	Besi bulat berongga	2	16	14	0,16	2,24
19	Besi lempengan	0,5	48x39	1	1,50	1,50
20	Besi lempengan	0,5	26x26	2	0,54	1,08
21	Besi lempengan	0,5	98x41	1	3,21	3,21
22	Besi plat	0,5	25	2	0,25	0,50
23	Besi plat	0,5	20	2	0,20	0,40
Berat total bahan yang akan di pakai (kg)						29,63

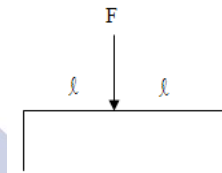
Keterangan :

- Bahan : Besi Kotak, b = 3 cm, h = 6 cm
- ST 36 => Tegangan tarik putus = 36 kg/mm²

$$\delta_b = 3600 \text{ kg/cm}^2$$

- Panjang (L) : L₁ = 48 cm, L₂ = 98 cm, L₃ = 50 cm, L₄ = 26 cm, L₅ = 30 cm

Titik terberat terletak pada titik tengah benda (L/2)=l = lengan potongan



Gambar 8. Letak Titik Berat Benda

Rumusan Masalah :

- Momen Tahanan (W_b)
- Momen Bungkuk (M_b)
- Beban Maksimum (F)

Pembahasan :

- Momen Tahanan (W_b) = $\frac{1}{6} (b^2 h)$ (1)**

$$W_b = \frac{1}{6} ((3 \text{ cm})^2 \times 6 \text{ cm}) = \frac{1}{6} (54) = 9 \text{ cm}^3$$

(Momen Tahanan sama di setiap bagian rangka dasar, karena menggunakan bahan yang sama pula yaitu besi kotak ukuran 3x6)

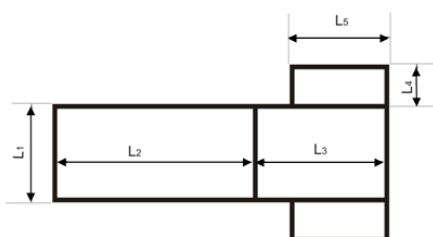
- Momen Bungkuk (M_b) = W_b x δ_b (2)**

$$= 9 \text{ cm}^3 \times 3600 \text{ kg/cm}^2 = 32400 \text{ kg.cm}$$

(Tegangan sama di setiap bagian rangka dasar, karena mempunyai spesifikasi yang sama pula yaitu menggunakan besi ST 36)

$$F = \frac{M_b}{l} \quad l = \frac{L}{2} \quad \dots (3)$$

$$M_b = F \times l \Rightarrow$$



Gambar 7. Skema Rangka Dasar

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari rumusan masalah telah di dapat pembahasan mengenai momen tahanan dan beban maksimal yang di terima pada rangka mobil listrik GARNESA. Momen tahanan dan beban maksimal di bagi menjadi 3, yaitu rangka dasar, rangka penyangga, dan rangka atas.

Momen Tahanan dan Beban Maksimal Pada Rangka Bagian Dasar

Beban Maksimum di potongan $L_1 \Rightarrow$

$$l_1 = \frac{L_1}{2} = \frac{48}{2} = 24 \text{ cm}$$

$$F_1 = \frac{M_b}{l_1} = \frac{32400 \text{ kg.cm}}{24 \text{ cm}} = 1350 \text{ kg}$$

Beban Maksimum di potongan $L_2 \Rightarrow$

$$l_2 = \frac{L_2}{2} = \frac{98}{2} = 49 \text{ cm}$$

$$F_2 = \frac{M_b}{l_2} = \frac{32400 \text{ kg.cm}}{49 \text{ cm}} = 661,2 \text{ kg}$$

Beban Maksimum di potongan $L_3 \Rightarrow$

$$l_3 = \frac{L_3}{2} = \frac{50}{2} = 25 \text{ cm}$$

$$F_3 = \frac{M_b}{l_3} = \frac{32400 \text{ kg.cm}}{25 \text{ cm}} = 1296 \text{ kg}$$

Beban Maksimum di potongan $L_4 \Rightarrow$

$$l_4 = \frac{L_4}{2} = \frac{26}{2} = 13 \text{ cm}$$

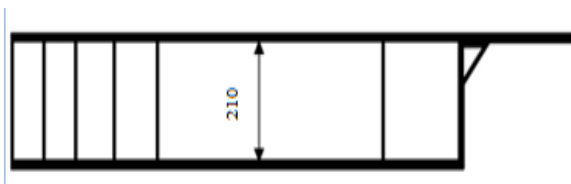
$$F_4 = \frac{M_b}{l_4} = \frac{32400 \text{ kg.cm}}{13 \text{ cm}} = 2492,3 \text{ kg}$$

Beban Maksimum di potongan $L_5 \Rightarrow$

$$l_5 = \frac{L_5}{2} = \frac{30}{2} = 15 \text{ cm}$$

$$F_5 = \frac{M_b}{l_5} = \frac{32400 \text{ kg.cm}}{15 \text{ cm}} = 2160 \text{ kg}$$

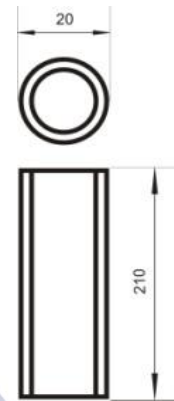
Momen Tahanan Dan Beban Maksimal Pada Rangka Bagian Penyangga



Gambar 9. Skema Rangka Penyangga

Keterangan :

- Bahan : Besi bulat berongga
- ST 36 $\Rightarrow$ Tegangan tarik putus = 36 kg/mm^2
 $= \delta_t = 3600 \text{ kg/cm}^2$



Gambar 10. Skema Besi Tabung

- Diamter luar (d_o) = 2 cm, diameter dalam (d_i) = 1,6
- Posisi benda berdiri tegak sebagai penyangga seperti Gambar 10

Rumusan Masalah :

Luas Penampang (A)

Beban Maksimum Penyangga (F_{massa}) = F_p

Pembahasan :

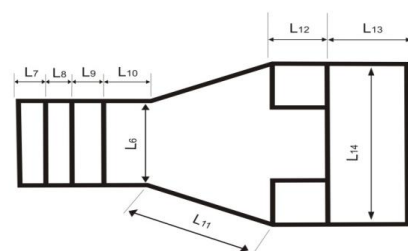
- Luas Penampang (A) = $0,785 \times (d_o^2 - d_i^2)$ (4)

$$A = 0,785 \times (2^2 - 1,6^2) = 0,785 (4 - 2,56) = 1,1304 \text{ cm}^2$$

- Beban Maksimum (F_{massa}) = $F_p = A \times \delta_t \dots$ (5)

$$F_p = 1,1304 \text{ cm}^2 \times 3600 \text{ kg/cm}^2 = 4069,44 \text{ kg}$$

Momen Tahanan Dan Beban Maksimal Pada Rangka Bagian Atas



Gambar 11. Skema Rangka Atas

Keterangan :

- Bahan : Besi bulat berongga
- ST 36 => Tegangan tarik putus = 36 kg/mm²

$$\delta_b = 3600 \text{ kg/cm}^2$$

- Diameter luar (d_o) = 2 cm, diameter dalam (d_i) = 1,6
- Panjang potongan (L) = $L_6 = 44 \text{ cm}$, $L_7 = 12 \text{ cm}$, $L_8 = 12 \text{ cm}$, $L_9 = 15 \text{ cm}$, $L_{10} = 19 \text{ cm}$, $L_{11} = 67 \text{ cm}$, $L_{12} = 26 \text{ cm}$, $L_{13} = 40 \text{ cm}$, $L_{14} = 96 \text{ cm}$.

Posisi benda sejajar dengan lantai

Titik terberat terletak pada titik tengah benda ($L/2$)=l (Gambar 8)

Rumusan Masalah :

Momen Tahanan (W_b)

Momen Bengkok (M_b)

Beban Maksimum (F_{massa}) = F

Pembahasan :

- Momen Tahanan (W_b)** = $0,1 \left[\frac{d_o^4 - d_i^4}{d_o} \right] \dots\dots\dots (6)$

$$= 0,1 \left[\frac{2 \text{ cm}^4 - 1,6 \text{ cm}^4}{2 \text{ cm}} \right]$$

$$= 0,1 \left[\frac{16 \text{ cm}^4 - 6,5536 \text{ cm}^4}{2 \text{ cm}} \right]$$

$$= 0,1 \left[\frac{9,4464 \text{ cm}^4}{2 \text{ cm}} \right] = 0,47232 \text{ cm}^3$$

(Momen Tahanan sama di setiap bagian rangka atas, karena menggunakan bahan yang sama pula yaitu besi tabung ukuran diameter 2 cm)

- Momen Bengkok (M_b)** = $W_b \times \delta_t$

$$= 0,47232 \text{ cm}^3 \times 3600 \text{ kg/cm}^2 = 1700,352 \text{ kg.cm}$$

(Tegangan sama di setiap bagian rangka atas, karena mempunyai spesifikasi yang sama pula yaitu menggunakan besi ST 36)

$$M_b = F \times l \Rightarrow F = \frac{M_b}{l} \quad l = \frac{L}{2}$$

Beban Maksimum di potongan L_6 =>

$$l_6 = \frac{L_6}{2} = \frac{44}{2} = 22 \text{ cm}$$

$$F_6 = \frac{M_b}{l_6} = \frac{1700,4 \text{ kg.cm}}{22 \text{ cm}} = 77,29 \text{ kg}$$

Beban Maksimum di potongan L_7 =>

$$l_7 = \frac{L_7}{2} = \frac{12}{2} = 6 \text{ cm}$$

$$F_7 = \frac{M_b}{l_7} = \frac{1700,4 \text{ kg.cm}}{6 \text{ cm}} = 283,4 \text{ kg}$$

Beban Maksimum di potongan L_8 =>

$$l_8 = \frac{L_8}{2} = \frac{12}{2} = 6 \text{ cm}$$

$$F_8 = \frac{M_b}{l_8} = \frac{1700,4 \text{ kg.cm}}{6 \text{ cm}} = 283,4 \text{ kg}$$

Beban Maksimum di potongan L_9 =>

$$l_9 = \frac{L_9}{2} = \frac{15}{2} = 7,5 \text{ cm}$$

$$F_9 = \frac{M_b}{l_9} = \frac{1700,4 \text{ kg.cm}}{7,5 \text{ cm}} = 226,4 \text{ kg}$$

Beban Maksimum di potongan L_{10} =>

$$l_{10} = \frac{L_{10}}{2} = \frac{19}{2} = 9,5 \text{ cm}$$

$$F_{10} = \frac{M_b}{l_{10}} = \frac{1700,4 \text{ kg.cm}}{9,5 \text{ cm}} = 178,9 \text{ kg}$$

Beban Maksimum di potongan L_{11} =>

$$l_{11} = \frac{L_{11}}{2} = \frac{67}{2} = 33,5 \text{ cm}$$

$$F_{11} = \frac{M_b}{l_{11}} = \frac{1700,4 \text{ kg.cm}}{33,5 \text{ cm}} = 50,7 \text{ kg}$$

Beban Maksimum di potongan L₁₂ =>

$$l_{12} = \frac{L_{12}}{2} = \frac{26}{2} = 13 \text{ cm}$$

$$F_{12} = \frac{M_b}{l_{12}} = \frac{1700,4 \text{ kg.cm}}{13 \text{ cm}} = 130,8 \text{ kg}$$

Beban Maksimum di potongan L₁₃ =>

$$l_{13} = \frac{L_{13}}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ cm}$$

$$F_{13} = \frac{M_b}{l_{13}} = \frac{1700,4 \text{ kg.cm}}{20 \text{ cm}} = 85 \text{ kg}$$

Beban Maksimum di potongan L₁₄ =>

$$l_{14} = \frac{L_{14}}{2} = \frac{96}{2} = 48 \text{ cm}$$

$$F_{14} = \frac{M_b}{l_{14}} = \frac{1700,4 \text{ kg.cm}}{48 \text{ cm}} = 35,4 \text{ kg}$$

PENUTUP**Simpulan**

Dari pengujian penelitian ini dapat disimpulkan :

- Rangka ini aman untuk dipakai pada mobil listrik GARNESA.
- Berat rangka sendiri tanpa menyatu dengan komponen lain, yaitu 29,63 kg
- Rangka penyangganya mampu menahan beban maksimal, $F_p = 4069,44 \text{ kg}$
- Beban maksimal tiap potongan

Tabel 2. Beban Maksimal Tiap Potongan

Potongan rangka	Beban maksimal yang dapat ditahan
F ₁	1.350 kg
F ₂	661,2 kg
F ₃	1.296 kg
F ₄	2.492,3 kg
F ₅	2.160 kg
F ₆	77,29 kg
F ₇	283,4 kg
F ₈	283,4 kg
F ₉	226,4 kg
F ₁₀	178,9 kg
F ₁₁	50,7 kg
F ₁₂	13,8 kg
F ₁₃	85 kg
F ₁₄	35,4 kg

Saran

Dari hasil yang saya teliti, dapat memberikan saran :

- Meskipun bahan yang dipakai untuk rangka ini cukup untuk menahan beban yang berat, akan tetapi jika terkena benturan dengan benda yang keras kemungkinan bagian rangka yg terbentur menjadi bengkok. Sarannya yaitu dengan memakai bahan besi yang massa jenis nya lebih besar dari ini.
- Saya juga sarankan untuk memakai bahan karbon yang sifatnya ringan namun kuat dan keras. Sehingga dengan beban rangka yang lebih ringan, tetapi mampu menahan beban seluruh komponen yang lebih berat daripada besi. Sifatnya yang keras mampu menahan benturan agar tidak bengkok.

DAFTAR PUSTAKA

Drs. Ir. SUPADI Hs. M.Pd (2007) *Buku Ajar Elemen Mesin I*. Surabaya : P4 Universitas Negeri Surabaya.

<http://anakdesaa.blogspot.com/2012/02/balok-di-atas-dua-tumpuan.html> 8.30 AM / 20 / 12 / 2012

<http://krismaadijaya.files.wordpress.com/2010/12/1-kuliah-pertama-statika.pdf> 8.17 AM / 20 / 12 / 2012

<http://martinsimatupang.lecture.ub.ac.id/files/2012/09/Jawaban-Kuis.pdf> 8.29 AM / 20 / 12 / 2012

<http://masteropik.blogspot.com/2011/03/konstruksi-bodi-kendaraan.html> 12.24 PM/ 17/10/2012

<http://mobil.otomotifnet.com/read/2012/04/12/329735/15/5/All-About-Chassis-Ladder-vs-Monocoque> 13.00 PM /17/10/2012

<http://web.ipb.ac.id/~lbp/kulon/diktat/2.pdf> 8.44 AM / 20 / 12/ 2012

<http://widiaprianto.blogspot.com/2010/03/keseimbangan-benda-pegas-titik-berat.html> 9.55 AM/ 25/09/2012

<http://www.scribd.com/doc/90596191/38/Batang-Tumpuan-Sederhana-dengan-Beban-Terpu-sat-Di-Tengah> 8.13 AM/20/12/2012

<http://xlusi.com/konstruksi-composite-dan-konstruksi-monocoq.html> 13.15 PM/17/10/2012

nguditjahjono.widyagama.ac.id/.../Mektek-Virtualisasi-Gaya-Momenndan Tumpuan 8.36 AM / 20 /12/2012