



PERANCANGAN FRONT PART MOBIL LISTRIK MENGGUNAKAN SOFTWARE 3D SIEMENS NX8

Sudita[✉], Pramono dan Sunyoto

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima januari 2012
Disetujui maret 2012
Dipublikasikan Juli 2013

Keywords:
Design
Front Part
Siemens NX8

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah Bagaimana merancang front part mobil listrik yang amandan Bagaimana perhitungan secara mekanika dan komputer dengan menggunakan *software SIEMENS NX8* yang meliputi *displacement*, *stresses*, *safety factor*. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* yaitu metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan sebuah perancangan, dimana dalam perancangan tersebut mengetahui sebuah rancangan yang akan diuji menggunakan *software engineering Siemens NX8* yang dapat membuat suatu model dalam bentuk gambar 3 dimensi. Sistem suspensi depan yang digunakan adalah suspensi *double wishbone* sedangkan untuk perancangan sistem kemudi hanya perancangandrag link dan pitman arm. Komponen-komponen yang diuji adalah lengan suspensi *double wishbone* atas dan bawah, *knuckle* dan *tromol*. Dari hasil simulasi dan analisis komponen-komponen di atas maka akan diketahui tingkat *displacement*, *stresses*, dan *safety factor*. Acuan utama dari hasil analisis ini adalah angka keamanan (*safety factor*), yaitu minimal 4 sedangkan hasil pengujian komponen-komponen tersebut sudah mendekati 4 sehingga rancangan *front part* ini aman untuk digunakan di dunia industri.

Abstract

The purpose of this research is to find the safe way to design a front part of electric car and how to calculate in both mechanic and computerized method using SIEMENS NX8 software which includes displacement, stresses, and safety factor. Method which is used in this research is Research and Development method. This method creates a design which is used to acknowledge tested design using Siemens NX8engineeringsoftware that can make a three dimensional image. Front suspension system which is used in this research is double wish bones while design for driving system uses drag link dan pitman arm design only. Tested components include double wishbone upper and lower suspension arm, knuckle, and canister. From simulation and analysis of those components results the level of displacement, stresses, and safety factor. The main reference of this analysis is the safety value (safety factor) in minimum score of 4, while the result of the test of the components has approaching the minimum score of the value so conclusion that can be drawn is that this front partdesign is safe to be used in public industry.

© 2013 Universitas Negeri Semarang

[✉] Alamat korespondensi:
Gedung E5 Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229
E-mail: jpto@yahoo.com

Pendahuluan

Kemajuan yang sangat pesat juga terlihat pada dunia otomotif yang menampilkan banyak sekali jenis dan bentuk kendaraan yang digunakan untuk membantu dalam menyelesaikan tugas para penggunanya. Bentuk dan desain kendaraan-kendaraan yang berkembang saat ini dirancang dalam bentuk yang sangat bervariasi dari kendaraan jenis roda dua sampai roda empat. Jumlah kendaraan saat ini sudah tidak terhitung lagi melihat kebutuhan individu manusia yang sangat banyak sekarang ini, hampir setiap keluarga memiliki kendaraan bermotor. Adanya alat transportasi berupa kendaraan bermotor seperti motor, mobil, kereta, dan pesawat terbang sangat membantu manusia dalam memenuhi kebutuhan hidup mereka, akan tetapi dengan jumlah kendaraan yang begitu banyak membutuhkan bahan bakar yang banyak juga. Menurut Statistik Dirjen Perhubungan Darat dalam Irawan dkk (2011:18), pertumbuhan kendaraan bermotor di Indonesia saat ini telah mencapai lebih dari 10% per tahun menjadi faktor dominan penyebab utama naiknya angka pencemaran udara. Menurut Arifin (2012:5), pencemaran udara saat ini meningkat dengan sangat tajam seiring dengan perkembangan industrialisasi dan perkembangan teknologi. Hampir di semua Negara berkembang, pemantauan kualitas udara tidak dilakukan secara rutin, dan informasi mengenai kondisi atau kualitas udara dan masalah-masalah yang terkait dengan polusi udara juga tidak ada.

Bahan bakar minyak (BBM) yang digunakan pada kendaraan menghasilkan gas buang berbahaya seperti CO, CO₂, HC, dan NO_x akan tetapi pemakaian BBM terus meningkat. Penggunaan bahan bakar minyak menimbulkan dampak negatif lainnya meliputi pemanasan global. Pemanasan global (*Global Warming*) adalah kejadian meningkatnya temperatur rata-rata atmosfer, laut dan daratan Bumi. Oleh sebab itu dibutuhkan kendaraan ramah lingkungan tanpa menggunakan bahan bakar minyak (BBM) dan tanpa emisi. Mobil Listrik merupakan jawaban yang tepat mengatasi permasalahan tersebut. Saat ini minat dalam penggunaan energi alternatif khususnya listrik untuk kendaraan terus berkembang.

Mobil listrik adalah mobil yang menggunakan tenaga listrik yang disimpan di baterai berjenis litium dan digerakkan oleh motor listrik. Sebuah mobil listrik hanya memiliki 5 suku cadang bergerak pada motor listriknya, dibandingkan dengan mobil bermesin pembakaran dalam yang memiliki ratusan suku

cadang bergerak, sehingga biaya perawatan mobil listrik sangat murah, biasanya hanya mengganti baterai yang telah rusak. Kekurangannya adalah harganya mahal. Sebagai solusi mengurangi pemanasan global, untuk itu tim kami akan merancang sebuah mobil listrik. Mobil listrik ini akan dirancang seefektif mungkin sehingga tidak akan memerlukan biaya yang banyak dalam pembuatannya. Tim akan menggunakan part-part kendaraan yang ada saat ini sehingga akan memudahkan dalam perawatannya.

Pada skripsi ini akan dikembangkan sistem chassis khususnya (*front part*) sistem suspensi depan dan sistem kemudi. Sistem suspensi depan menggunakan sistem suspensi *double wishbone* yang akan ditekankan yaitu pada lengan *arm* atas, lengan *arm* bawah, *knuckle arm* dan *tromol*. Sistem kemudi yang akan digunakan adalah tipe *rack & pinion* dan yang akan ditekankan adalah perancangan *pitman arm* dan *drag link*.

Tujuan dari penelitian ini adalah Bagaimana merancang *front part* mobil listrik yang amandan Bagaimana perhitungan secara mekanika dan komputer dengan menggunakan *software SIEMENS NX8* yang meliputi *displacement*, *stresses*, *safety factor*.

Metode

Desain penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* yaitu metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan sebuah perancangan, dimana dalam perancangan tersebut mengetahui sebuah rancangan yang akan diuji. Pada penelitian ini perancangan *front part* mobil listrik meliputi sistem suspensi depan (*double wishbone*) & sistem kemudi sebagai obyek penelitian dengan menekankan pada subjek *displacement*, *stresses* dan *safety factor* pada konstruksi rancangan *front part* mobil listrik menggunakan *software engineering Siemens NX8*. Penelitian ini dibagi kedalam beberapa tahap yang berlangsung secara berurutan. Tahap pertama adalah Identifikasi sistem pada bagian-bagian *front part* mobil listrik berdasarkan studi literatur. Tahap kedua adalah Observasi objek yang sesuai dengan *front part* mobil listrik. Tahap ketiga adalah Merancang konstruksi *front part* mobil listrik meliputi sistem suspensi depan *double wishbone* (lengan *arm* atas, lengan *arm* bawah, *knuckle arm* dan *tromol*) dan sistem kemudi (perancangan *pitman arm* dan *drag link*). Tahap keempat adalah Melakukan eksekusi pengujian dan simulasi *front part* mobil listrik menggunakan *software Siemens NX8*. Analisa diperlukan jika desain masih ada kelemahan dan tahap kelima adalah Melakukan

drafting desain komponen *front part* mobil listrik.

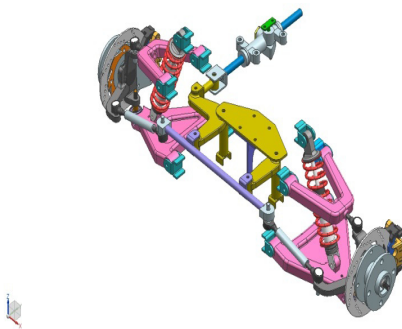
Data yang dianalisis adalah data dari hasil pengujian desain rancangan *front part* mobil listrik dengan menggunakan *software Siemens NX8*, yang berupa *displacement*, *stresses* dan nilai *safety factor*. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif, artinya angka yang ditunjukkan sebagai hasil pengujian desain rancangan *front part* mobil listrik dipaparkan dan dideskriptifkan.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan literatur dan studi regulasi dalam perancangan *front part* mobil listrik yaitu meliputi sistem suspensi depan dan sistem kemudi. Peneliti memilih suspensi depan menggunakan tipe *double wishbone* karena suspensi ini cocok dengan mobil penumpang dibanding dengan tipe suspensi yg lain seperti model per daun.

Suspensi *double wishbone* sangat nyaman pada jalan rata maupun tidak rata, jadi perancangan sistem suspensi depan menggunakan tipe *double wishbone* meliputi lengan *arm* atas, lengan *arm* bawah, *knuckle arm* dan *tromol*. Perancangan di suspensi depan disini ada bagian menggunakan barang yg sudah ada di pasaran yaitu *shockbreaker*, sehingga *shockbreaker* dipilih bukan dirancang.

Perancangan Sistem kemudi ditekankan pada bagian *pitman arm* dan *drag link*. Komponen yang mendukung perancangan sistem kemudi yaitu *rack and pinion*. *Rack and pinion* tidak dirancang tetapi dipilih yang ringan dan sesuai dengan kendaraan penumpang. *Rack and pinion* yang dipilih adalah *rack and pinion* Daihatsu Zebra yang terkenal ringan. Setelah konsep desain sudah matang selanjutnya melaksanakan tahap perancangan komponen *front part* mobil listrik.



Gambar1. Desain *front part* mobil listrik

Proses penggambaran rancangan *front*

part mobil listrik ini menggunakan *software Siemens NX8*.

Perancangan ini akan memberikan ukuran pasti tentang dimensi, penggunaan bahan, dan tata letak komponen sehingga kebutuhan data untuk pengujian konstruksi akan dapat dilakukan dengan baik, bahkan akan sangat memudahkan disaat pembuatan *prototype*.

Sebelum melakukan pengujian harus diketahui terlebih dahulu beban yang diterima oleh konstruksi *front part* mobil listrik. Beban ini nanti akan dijadikan sebagai input gaya dalam pengujian struktur. Perhitungan pembagian beban pada rancangan mobil listrik dapat dilakukan setelah rancangan mobil listrik selesai dibuat karena dalam *software siemens nx8* dapat diketahui berat rancangan.

Gambar 2 berat rangka dan bodi mobil dianggap sama rata dan roda depan mobil digambarkan sebagai titik A dan roda belakang digambarkan sebagai titik C. Roda depan dan roda belakang juga di asumsikan sebagai batas ujung penerimaan beban mobil.

Front Part = 44 kg (diketahui dari *siemens NX8*)

Rear Part = 137,5 kg (diketahui dari *siemens NX8*)

Rangka = 50 kg (diketahui dari *siemens NX8*)

Bodi mobil = 100 kg (asumsi)

Penumpang = 60 kg/orang (asumsi)

Baterai = 48 kg

Dari keterangan diatas maka dapat diketahui berat titik A (W_A), berat titik B (W_B), dan berat titik C (W_C).

W_A = 44 kg (*front part*)

W_B = 48 kg (Baterai) + 120 kg (2 penumpang) = 168 Kg

W_C = 137,5 kg (*rear part*) + 120 kg (2 penumpang) = 257,5 Kg

Selanjutnya mencari gaya/beban yang dialami roda depan (titik A) :

$\Sigma T_A = 0$ (Singer and Pytel, 1995:6)

$$W_C \cdot (L_{CC}) + W_B \cdot (L_{BC}) + W_{AC} \cdot \left(\frac{1}{2} L_{AC}\right) + W_A \cdot (L_{AC}) - N_A \cdot (L_{AC}) = 0$$

$$257,5 \cdot (0) + 168 \cdot (612,5) + 1500 \cdot (884) + 440(1768) - N_A \cdot (1768) = 0$$

$$0 + 102900 + 132600 + 77792 - N_A \cdot (1768) = 0$$

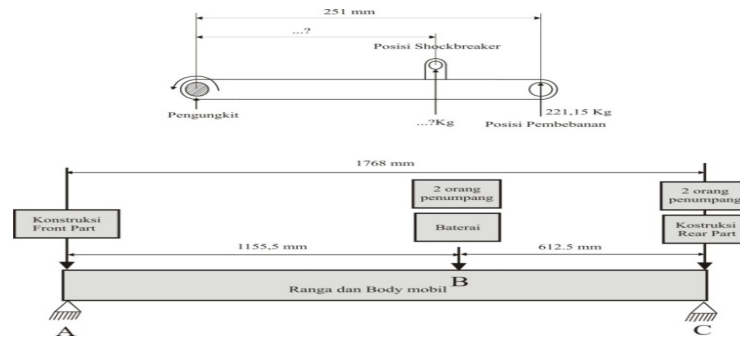
$$313292 - N_A \cdot (1768) = 0$$

$$N_A \cdot (1768) = 313292$$

$$N_A = 313292 / 1768$$

$$N_A = 177,2 \text{ Kg}$$

Jadi beban yang di terima di roda depan adalah 177,2 kg. Karena dalam keadaan sesungguhnya beban di bagian depan di topang



Gambar 2. Ilustrasi Beban Mobil listrik

oleh 2 buah roda maka dalam pengujian konstruksi pada *software Siemens NX8* diberikan beban sebesar 88,6 kg.

Shock absorber merupakan komponen utama dalam sebuah sistem suspensi. Dalam perancangan sistem suspensi depan mobil listrik ini *shock absorber* tidak dirancang tetapi dipilih dari suspensi belakang sepeda motor Yamaha Mio.



Gambar 3. *Shock absorber* belakang sepeda motor Yamaha Mio

Material *Shock absorber*:

Body *Shock absorber* : logam alloy
 Pegas *Shock absorber* : Baja karbon tinggi
 As *Shock absorber* : stainless steel
 Bushing : Besi karbon rendah

Sebelum perancangan sistem suspensi terlebih dahulu hal yang harus dilakukan adalah mengukur konstanta pegas *shock*. Hal ini bertujuan untuk bisa menentukan penempatan posisi dan sudut kemiringan *shock* tersebut.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kemampuan *shock* dalam menerima beban

| Pemendekan (X) | Beban yang diterima (F) |
|----------------|-------------------------|
| 5 mm | 32,4 kg |
| 10 mm | 45.7 kg |
| 15 mm | 58.1 kg |

Dari tabel 1 maka dapat dihitung konstanta pegas yang dimiliki *shock absorber* Yamaha Mio dimana konstanta *shock* adalah rata-rata dari hasil perhitungan konstanta di setiap pembebanan.

$$F = x \cdot K$$

Ket. :

K = konstanta (N/mm)

x = pemendekan *stroke* (mm)

F = Beban/gaya yang diterima

Menghitung K_1, K_2, K_3 :

a. $F = x \cdot K_1$

$$324 \text{ N} = 5 \text{ mm} \cdot K_1$$

$$K_1 = (324 \text{ N}) / (5 \text{ mm})$$

$$K_1 = 64,8 \text{ N/mm}$$

b. $F = x \cdot K_2$

$$457 \text{ N} = 10 \text{ mm} \cdot K_2$$

$$K_2 = (457 \text{ N}) / (10 \text{ mm})$$

$$K_2 = 45,7 \text{ N/mm}$$

c. $F = x \cdot K_3$

$$581 \text{ N} = 1,5 \text{ mm} \cdot K_3$$

$$K_3 = (581 \text{ N}) / 15 \text{ mm}$$

$$K_3 = 38,7 \text{ N/mm}$$

Jadi konstanta yang dimiliki *shock absorber* adalah :

$$K_{\text{shock}} = (K_1 + K_2 + K_3) / 3$$

$$K_{\text{shock}} = (64,8 \text{ N/mm} + 45,7 \text{ N/mm} + 38,7 \text{ N/mm}) / 3$$

$$K_{\text{shock}} = (149,2 \text{ N/mm}) / 3$$

$$K_{\text{shock}} = 49,7 \text{ N/mm}$$

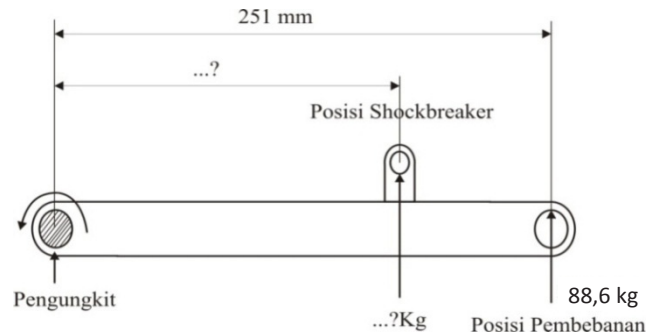
Stroke pemendekan maksimal yang dimiliki *shock* tersebut adalah 60 mm, sehingga dapat diketahui kemampuan maksimal *shock* dalam menerima beban adalah :

$$F = x \cdot K$$

$$F = 60 \text{ mm} \cdot 49,7 \text{ N/mm}$$

$$F = 2982 \text{ N} = 298,2 \text{ Kg}$$

Setelah mengetahui kekuatan maksimal *shockbreaker* mio dalam menerima beban selanjutnya adalah menentukan posisi peletakan *shockbreaker* dilakukan melalui perhitungan pada gambar 4.



Gambar 4. Ilustrasi Pembebanan Pada Lengan Suspensi

Mencari momen/torsi yang terjadi pada lengan suspensi :

$$T = F \cdot r \text{ (Singer and Pytel, 1995:72)}$$

$$T = 88,6 \text{ kg} \cdot 251 \text{ mm}$$

$$T = 22238,6 \text{ Kgmm}$$

Ket.

T = Torsi/momen puntir (Kgmm)

F = Gaya (kg)

R = Radius putar (mm)

Setelah diketahui momen/torsi yang terjadi pada lengan suspensi maka dapat dihitung jarak terdekat yang diijinkan antara shockbreaker dan pusat constrain.

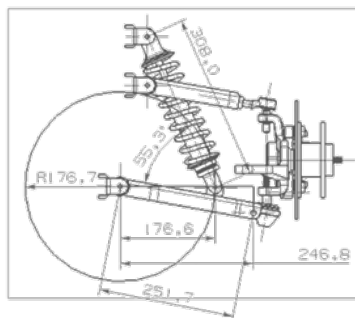
$$T = F \cdot r \text{ (Singer and Pytel, 1995:6).}$$

$$22238,6 \text{ Kgmm} = 298,2 \text{ Kg} \cdot r$$

$$r = (22238,6 \text{ Kgmm}) / (298,2 \text{ Kg})$$

$$r = 74,57 \text{ mm}$$

Jadi jarak terdekat peletakan shock pada lengan suspensi adalah mm dari pusat lengan suspensi.



Gambar 5. Posisi *shockbreaker* Pada Lengan Suspensi

Gambar 5 posisi peletakan *shockbreaker* pada lengan suspensi yang bejarak 176,6 mm dari pusat lengan suspensi. Jarak tersebut sangat aman karena jarak minimal peletakan *shockbreaker* dari pusat lengan suspensi adalah 74,57 mm.

Sudut kemiringan *shockbreaker* adalah $55,3^\circ$. Perhitungan beban yang diterima *shockbreaker* sesuai posisi pada gambar 4 :

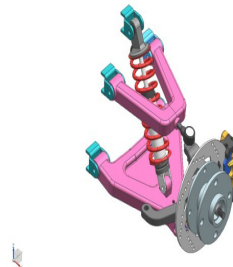
$$T = F \cdot r \text{ (Singer and Pytel, 1995:6)}$$

$$22238,6 \text{ Kgmm} = F \cdot 176,6 \text{ mm}$$

$$F = (22238,6 \text{ Kgmm}) / (176,6 \text{ Kg})$$

$$F = 125,92 \text{ Kg}$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan *shockbreaker* belakang Yamaha Mio aman untuk digunakan pada sistem suspensi depan mobil listrik karena beban yang diterima adalah 125,92 kg sedangkan kemampuan *shockbreaker* mencapai 298,2kg.



Gambar 6. Desain Sistem Suspensi Depan

Sistem suspensi yang digunakan dalam perancangan suspensi depan mobil listrik adalah tipe *double wishbone*.

Pengujian sistem suspensi di bagi menjadi 3 sub pengujian, ketiga sub pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

Jumlah beban yang diberikan pada konstruksi sistem suspensi depan sebesar 886 N, sehingga setiap komponen utama sistem suspensi diharuskan dapat menahan beban tersebut. Sedangkan untuk pengujian lengan suspensi *double wishbone* beban yang diberikan adalah

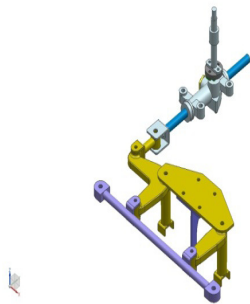
Tabel 3. Sub Pengujian pada Konstruksi Sistem Suspensi

| NO. | Sub Pengujian | Load/ Beban |
|-----|-----------------|-------------|
| 1 | Lengan Atas | 443 N |
| 2 | Lengan Bawah | 443 N |
| 3 | Knuckle& Tromol | 886 N |

Tabel 4. Rangkuman Hasil Pengujian

| Sub Pengujian | Material | Displacement Mm | Stresses N/mm ² (MPa) | Safety Factor | Ket. |
|---------------------|---------------|--------------------|-------------------------------------|------------------|------|
| Lengan Atas | AISI 410 ss | 0,198 | 73,48 | 6,558 | Aman |
| Lengan Bawah | AISI 410 ss | 0,133 | 74,99 | 9,456 | Aman |
| Knuckle & Tromol | Iron Cast G60 | 0.130 E-003 | 76.76 | 4,342 | Aman |

443 N karena ada 2 lengan pada sistem suspensi sehingga beban yang diberikan menjadi separuh dari yang diharuskan.

**Gambar 7.** Desain Sistem Kemudi

Perancangan sistem kemudi mobil listrik ini lebih ditekankan kepada perancangan *drag link* yang menghubungkan *knuckle* kanan dan *knuckle* kiri. Ketika roda kemudi diputar kekiri maka *rack and pinion* akan mendorong *pitman arm* kedepan sehingga *draglink* akan bergerak ke kiri mendorong *knuckle* menjadikan roda berbelok ke kiri begitupun sebaliknya.

Hasil pengujian yang didapatkan dapat dirangkum dalam sebuah tabel sebagai berikut:

Tabel 3 hasil pengujian analisis kekuatan konstruksi menggunakan *software Siemens NX8* pada desain rancangan sistem suspensi depan mobil listrik. Dari tabel 3 dapat disimpulkan *safety factor* dari hasil pengujian konstruksi suspensi depan sudah layak untuk standar industri otomotif pada umumnya, karena *Safety factor* mendekati angka 4.

Simpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis struktur *front part* mobil listrik menggunakan *software Siemens NX8* maka dapat diambil kesimpulannya sebagai berikut :

Desain rancangan *front part* Mobil Listrik meliputi sistem suspensi depan *double wishbone* (lengan *arm* atas, lengan *arm* bawah, *knuckle arm* dan *steering knuckle*) dan sistem kemudi (perancangan *pitman arm* dan *drag link*).

Sistem suspensi depan yang digunakan adalah tipe *double wishbone*. *Shock absorber* yang digunakan adalah *shock* belakang yamaha mio. *shockbreaker* belakang Yamaha Mio aman untuk digunakan pada sistem suspensi depan mobil listrik karena beban yang diterima adalah 125,92 kg sedangkan kemampuan *shockbreaker* mencapai 298,2kg

Komponen yang mendukung sistem kemudi adalah *rack and pinion* Daihatsu Zebra , karena dikenal sangat ringan.

Di dunia industri otomotif ketika harus membuat produk harus disertai dengan gambar perancangan 3D. Acuan utama pada hasil analisis struktur konstruksi adalah angka keamanan (*safety factor*). Angka keamanan yang biasa dipakai industri otomotif adalah mendekati 4 sedangkan pada hasil analisis pengujian pada perancangan ini semua bagian mendekati angka 4, sehingga rancangan *front part* mobil listrik ini aman dan sesuai standar industri.

Diharapkan ada modifikasi material dan

dimensi supaya *safety factor* bisa mendekati angka 4.

Di dalam dunia pendidikan ketika akan membuat produk harus sesuai dengan alur perancangan, yaitu tanpa meninggalkan gambar rancangan sehingga mengurangi *trial & error* dalam pembuatan.

Untuk kedepannya diharapkan mahasiswa didorong untuk aktif dalam mengembangkan jurusan Teknik Mesin dengan pembuatan produk-produk yang bermanfaat.

Diharapkan mahasiswa Teknik Mesin

diperkenalkan dengan *software-software* 3D yang menunjang mahasiswa ketika dia bekerja.

Daftar Pustaka

- Arifin, Zainal. 2012. *Perkembangan Teknologi Kendaraan Bermotor*. Yogyakarta: Kementrian Perhubungan
- Irawan. R. B, Purwanto dan Hadiyanto. 2011. Prototype Catalytic Converter dari Tembaga Berlapis Mangan untuk Mereduksi Emisi Gas Buang CO Motor Bensin. *Traksi*, 11(1):18-34
- Singer, Ferdinand L., and Pytel, Andrew. 1995. *Ilmu Kekuatan Bahan*. Jakarta: Erlangga