

## Simulasi Pengujian Lower Front Arm dengan Metode Elemen Hingga

Agus Sigit Pramono dan Alief Wikarta  
Laboratorium Desain  
Jurusan Teknik Mesin, FTI-ITS Surabaya  
Kampus ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya 60111  
e-mail : wikarta@me.its.ac.id

### Abstrak

*Lower front arm merupakan salah satu komponen otomotif yang penting karena berfungsi sebagai tempat bertumpunya roda kemudi pada kendaraan. Supaya bisa beredar di pasaran, komponen ini harus lolos uji rusak menurut standart uji yang telah ditetapkan. Oleh karenanya perlu dibuat simulasi uji rusak agar waktu dan biaya pembuatan serta pengertesannya bisa dihemat. Penelitian ini bertujuan mengetahui letak terjadinya kegagalan material yang mungkin terjadi dan mengetahui umur dari lower front arm.*

*Penelitian dilakukan dengan bantuan software berbasis metode elemen hingga. Untuk mendapatkan sifat mekanis, lower front arm yang dianalisa diuji tarik, hasilnya kemudian dimasukkan sebagai input material dari simulasi. Gaya yang diberikan pada lower front arm sesuai dengan rekomendasi pabrikan otomotif yaitu pembebanan merata sebesar 19,1 N ke arah sumbu Y negatif dan Y positif.*

*Hasil simulasi berupa umur material lower front arm kemudian dibandingkan dengan standart yang dikeluarkan oleh pabrikan otomotif. Perbandingan terhadap standart itu menunjukkan bahwa jumlah siklus yang ditetapkan oleh standart dapat terlampaui sehingga lower front arm yang diuji dinyatakan aman.*

*Kata kunci: lower front arm, elemen hingga, tegangan, umur material*

### Pendahuluan

Akhir-akhir ini bermunculan mobil kota dengan harga relatif murah. Umumnya mobil tersebut memiliki sistem suspensi independen berupa per keong dan 5 link pada bagian depan, serta rigid axle dengan per keong pada bagian belakang. Pada bagian suspensi depan terdapat *lower front arm*, dimana bagian ini berfungsi sebagai lengan ayun sekaligus pemegang sistem suspensi sehingga dibutuhkan material yang sesuai. Konsumen kemudian mempertanyakan apakah faktor keamanan dari mobil tersebut tetap tinggi atau dikorbankan. Hal itu akan dapat diketahui dari kualitas material yang dipakai.

Untuk mengetahui kualitas dari material komponen otomotif maka dilakukan pengujian berdasarkan standart yang telah ditetapkan, baik secara eksperimen maupun simulasi. Salah satu contohnya adalah simulasi untuk mengetahui kualitas dari velg, yaitu berupa simulasi pengujian dynamic radial fatigue (Pramono, 2003), dynamic cornering fatigue (Pramono, 2004) dan impact (Pramono, 2006).

Sedangkan metode pengujian yang digunakan untuk mengetahui kualitas dari lower front arm, diantaranya adalah pengujian lelah (*fatigue test*). Beberapa *fatigue test* dilakukan secara langsung dengan memberikan pembebanan sesuai dengan kondisi saat bekerja. Adams/Car melakukan pengujian *Load-Cascading. (ZF-LFT)* pada component part kendaraan menggunakan proses pembebanan naik-turun yang kemudian diberikan gaya luar dan torsi pada roda. Pengujian ini didasarkan pada native Adams/Car standard sebagai pengujian asli dari suspensi pada kendaraan.

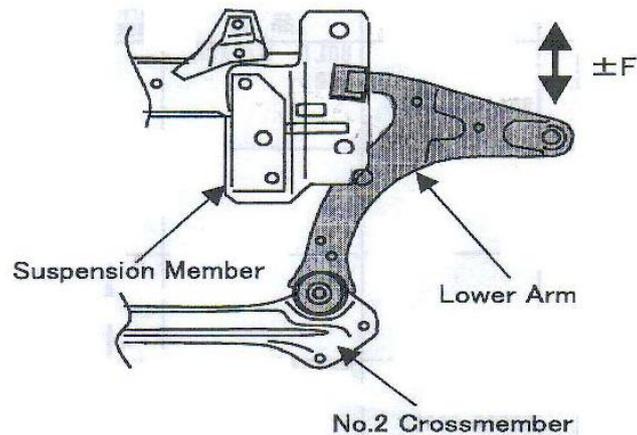
Metoda pengujian *fatigue test* yang lain menggunakan simulasi dengan *Finite Element Analysis* (metoda elemen hingga), yaitu dengan bantuan software pada komputer. Pengujian dengan metode elemen hingga dilakukan oleh (ADI) untuk lower control arm trailer. Pada lower control arm tersebut sering terjadi fatigue yang diakibatkan oleh pembebanan yang berfluktuatif dari kendaraan.

Pada kedua standart pengujian di atas belum disebutkan berat beban yang harus diberikan pada lower arm. Ini dikarenakan untuk jenis kendaraan yang berlainan membutuhkan beban yang berbeda. Oleh karenanya berdasarkan standart pengujian di atas pada penelitian ini dilakukan pengujian lelah pada *lower front arm* dari mobil kota. Tujuannya untuk mengetahui letak terjadinya kegagalan

material yang mungkin terjadi, dengan memberikan beban statis menggunakan metode tarik tekan pada *lower front arm* sehingga dapat diketahui umur material *lower front arm*.

### Metodologi

Penelitian ini dilakukan dengan bantuan software berbasis metode elemen hingga. Sebagai objek analisa digunakan *lower front arm* yang ada di pasaran sehingga sudah teruji keamanannya. Posisi *lower front arm* pada kendaraan ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Posisi lower front arm

Untuk mendapatkan sifat mekanis, *lower front arm* yang dianalisa dipotong pada tiga tempat untuk diuji tarik, hasilnya kemudian dimasukkan sebagai input material dari simulasi. Gambar 2 menunjukkan *lower front arm* sebelum dan sesudah pengujian tarik. Sifat mekanis dari material *lower front arm* sebagai berikut :

- Tensile strength = 513.312 MPa
- Density = 7850 kg/m<sup>3</sup>
- Modulus Elastisitas = 0,2068 x 10<sup>5</sup> Pa
- Poisson's Ratio = 0.28



(a)

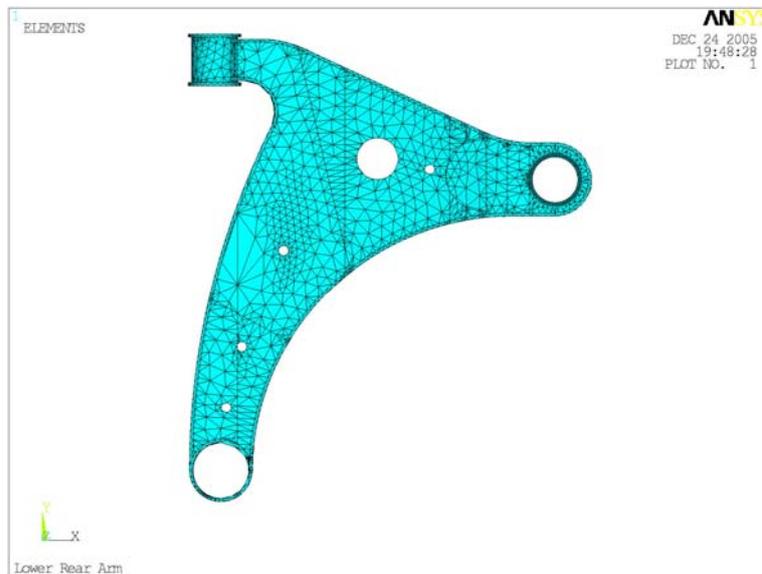


(b)

Gambar 2. Lower front arm (a) sebelum pengujian tarik (b) setelah pengujian tarik

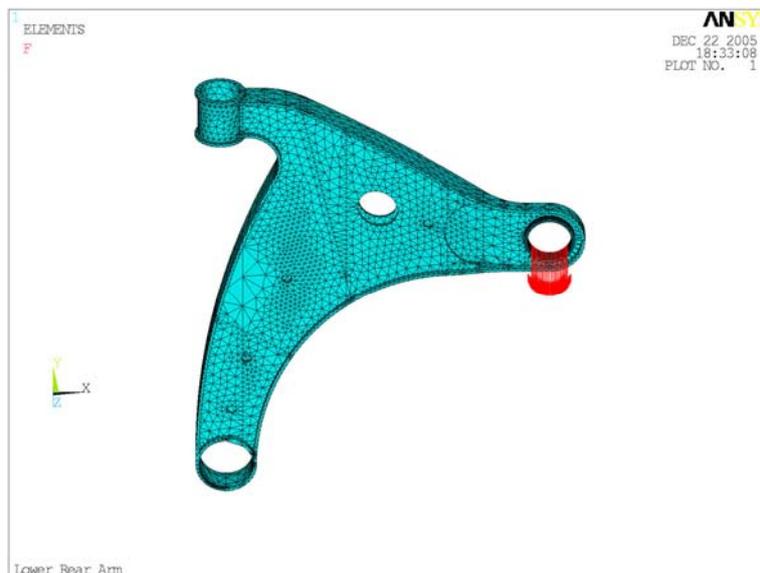
Pemodelan dari *lower front arm* dilakukan secara 3 dimensi dengan menggunakan elemen yang terdiri dari 20 nodes dan mempunyai kemampuan dalam perpindahan kuadrat. Setelah pemodelan

selesai, langkah berikutnya adalah proses meshing. Metode yang digunakan untuk meshing adalah volume sweep meshing. Meshing model lower front arm ditunjukkan pada gambar 1.

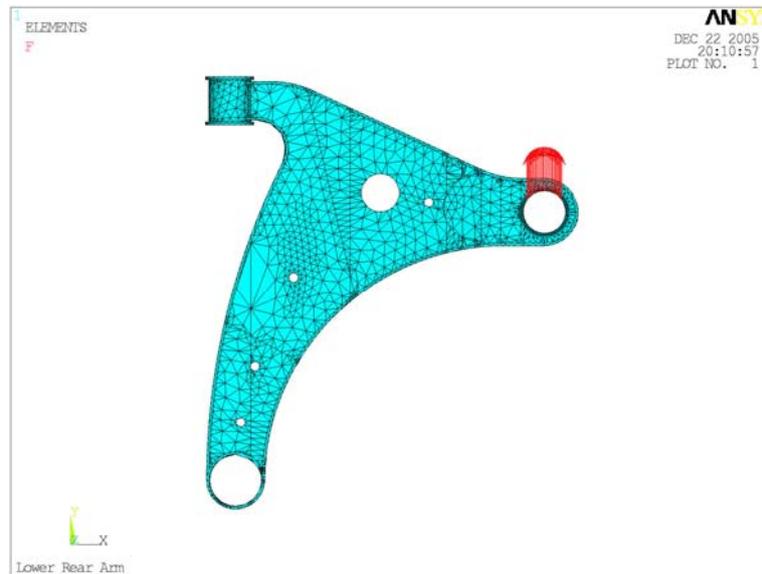


Gambar 1. Meshing model lower front arm

Gaya yang diberikan pada lower front arm diasumsikan terjadi pada kecepatan maksimum, belokan maksimum dan melewati lubang. Sehingga harus memperhatikan gaya akibat tumpuan, gaya impact akibat rolling dan gaya impact akibat lubang. Sesuai dengan rekomendasi pabrik otomotif gaya tersebut berupa pembebanan merata sebesar  $\pm 5,6$  kN. Sementara aplikasi gayanya sebesar 19,1 N ke arah sumbu Y negatif dan Y positif. Gaya-gaya yang diberikan dan arah ditempatkan terlihat seperti pada gambar 2 dan 3. Sedangkan bagian lainnya dari lower front arm diconstrain ke arah sumbu x, y, z.



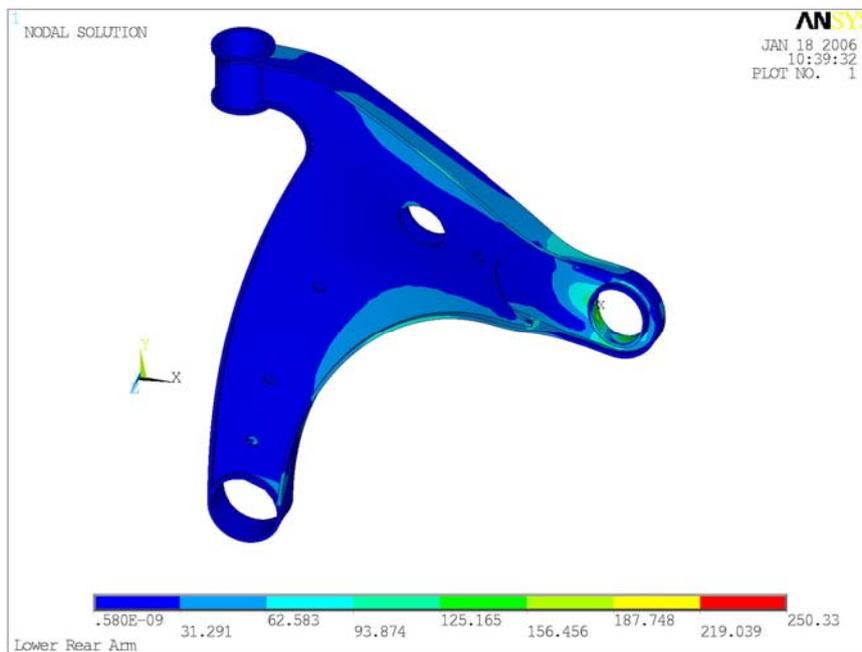
Gambar 2. Beban sebesar 19.1 N ke arah y negatif



Gambar 3. Beban sebesar 19.1 N ke arah y positif

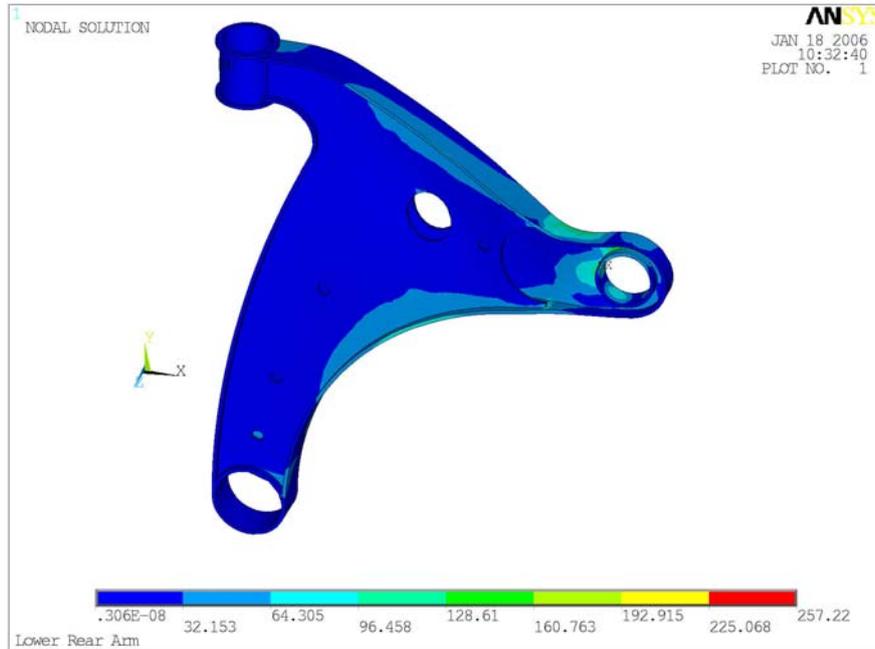
### Hasil dan Pembahasan

Hasil simulasi setelah pengujian dengan memberikan gaya tekan dan tarik tampak seperti pada gambar 4 dan gambar 5.



Gambar 4. Grafik tegangan akibat beban ke arah y negatif

Hasil simulasi untuk beban ke arah y negatif pada gambar 4 menunjukkan bahwa tegangan maksimumnya sebesar  $250,33 \text{ N/mm}^2$  pada node 8327 dan tegangan minimumnya sebesar  $0,580 \times 10^{-9} \text{ N/mm}^2$  pada node 1503. Pada kedua node yang sama untuk beban ke arah y positif juga harus dicari harga tegangan kritisnya.



Gambar 5. Grafik tegangan akibat beban ke arah y positif

Hasil simulasi untuk beban ke arah y positif pada gambar 5 menunjukkan bahwa tegangan maksimumnya sebesar 257,2 N/mm<sup>2</sup> pada node 7543 dan tegangan minimumnya sebesar 0,306 x 10<sup>-8</sup> N/mm<sup>2</sup> pada node 1497. Pada kedua node yang sama untuk beban ke arah y negatif juga harus dicari harga tegangan kritisnya. Tabel 1 di bawah ini menunjukkan harga tegangan kritis pada keempat node akibat beban ke arah y positif dan y negatif.

Tabel 1. Harga tegangan kritis

Node	Akibat beban y positif	Akibat beban y negatif
8327	24.6515 N/mm <sup>2</sup>	250.33 N/mm <sup>2</sup>
1503	8.62E-07 N/mm <sup>2</sup>	5.80E-10 N/mm <sup>2</sup>
7543	257.22 N/mm <sup>2</sup>	24.6515 N/mm <sup>2</sup>
1497	3.065E-09 N/mm <sup>2</sup>	7.8559E-08 N/mm <sup>2</sup>

Analisa dilakukan untuk mengetahui jumlah umur fatigue (cycle) dengan menggunakan pendekatan metode Goodman & Basquin, umur model dicari dengan metode perhitungan statis. Selanjutnya hasil analisa dibandingkan dengan umur fatigue yang telah distandartkan oleh pabrikan otomotif, yaitu antara 200.000 sampai 400.000 cycle. Apabila diketahui dari salah satu node memiliki umur kurang dari nilai umur yang telah ditetapkan maka dinyatakan gagal. Node yang dianalisa adalah node 8327 dan node 7543 karena keduanya memiliki harga tegangan yang maksimum. Kedua node tersebut terletak di daerah sekitar suspensi. Besar estimasi umur material lower front arm pada kedua node yang dianalisa dapat dilihat pada tabel 2.

Persamaan Goodman 
$$\frac{S_a}{S_f} + \frac{S_m}{S_u} = 1 \tag{1}$$

Persamaan Basquin 
$$S_{N_f} = A(N_f)^B = S_u(N_f)^B \tag{2}$$
  
 dengan 
$$B = \left(\frac{1}{6}\right) \log\left(\frac{S_f}{S_u}\right)$$

Tabel 2. Estimasi umur material lower front arm

<b>Node</b>	<b>8327</b>	<b>7543</b>
<b>S<sub>max</sub> (N/mm<sup>2</sup>)</b>	250.33	257.22
<b>S<sub>min</sub> (N/mm<sup>2</sup>)</b>	24.6515	24.6515
<b>S<sub>mean</sub> (N/mm<sup>2</sup>)</b>	137.49075	140.93575
<b>S<sub>avg</sub> (N/mm<sup>2</sup>)</b>	112.83925	116.28425
<b>Umur material</b>	11638863.44	6842455.663

Estimasi umur material lower front arm pada tabel 2 menunjukkan bahwa pada kedua node harga umur materialnya di atas harga standart yang telah ditetapkan oleh pabrikan otomotif. Ini berarti lower front arm dapat dinyatakan aman.

### **Kesimpulan**

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Struktur lower front arm menerima beban kritis pada daerah sekitar suspensi
2. Lower Front arm yang diuji dapat dinyatakan aman karena jumlah cycle yang diberikan pabrikan otomotif sebagai standard lower front arm untuk jenis mobil Van yaitu 200.000 s/d 400.000 cycles telah terlampaui.

### **Daftar Pustaka**

- Noe, Alfons ZF, “*Load Cascading of transient Multi-Axial Forces in Automotive Suspension by Adams/Car*”, Germany.
- Pramono, A. S, 2003, “*Simulasi Pengujian Dynamic Radial Fatigue pada Velg Sedan dengan Metode Elemen Hingga*”, SNTTM II, Padang.
- Pramono, A. S, 2004, “*Simulasi Pengujian Dynamic Cornering Fatigue pada Velg Sedan dengan Metode Elemen Hingga*”, SNTTM III, Makassar.
- Pramono, A. S & Wikarta, Alief, 2006, “*Simulasi Pengujian Impact pada Velg Sedan dengan Metode Elemen Hingga*”, SNITM, Surabaya.