PBP

NASKAH PUBLIKASI PENELITIAN

PENELITIAN BERBASIS PRODUK

OPTIMASI DISAIN MODEL PEGAS DAUN SUSPENSI KENDARAAN DUMP TRUCK

Oleh :

Ir. Daryono, MT

LEMBAGA PENELITIAN

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
APRIL 2009

OPTIMASI DISAIN MODEL PEGAS DAUN

SUSPENSI KENDARAAN DUMP TRUCK

Oleh : Daryono
Jurusan Teknuik Mesin Universitas Muhammadiyah Malang
Jl. Raya Tlogomas 246 Malang / daryono@umm.ac.id

ABSTRAK

Dari hasil penelelitian tahun pertama telah diperoleh bahwa model suspensi pegas Daun untuk kendaran Truck jenis Dump Truck masih membuktikan tingkat keamanan dan umur pakai yang memenuhi layak pakai sebagai suspensi kendaraan jenis kendaraan berat. Namun dari sisi desain utamanya yang berkaitan dengan pemakaian ruang suspensi yang tersedia masih memerlukan banyak ruang , karena itu pada tahun kedua ini perlu dilanjutkan optimasi dimensi dari sisi ketebalan lempeng pegas yang akan bisa menjawab konstrain ruang suspensi yang tersedia pada konstruksi kendaraan.

Dalam penelitian ini difokuskan pada upaya pengurangan dimensi ketebalan lempeng pada susunan model awalnya . Variasi besarnya pengurangan dimensi tebal ini mulai dari -2 mm, -4 mm dan -6 mm. Analisa karakteristik suspensi dilakukan dengan menggunakan soft ware ANSYS 8,0 . Hasil analisa Transien dengan frekwensi 1 s/d 10 Hz menghasilkan tegangan Von Misses dari setiap model sebesar = 485678 Pa, untuk model kedua 974997 Pa serta untuk model ketiga = 566895 Pa., sehingga akan dipilih model konstruksi jenis ketiga yang memenuhi kreteria lebih menguntungkan dibanding dua lainnya yang dianggap akan dapat memberikan efeisiensi pemakaian ruang , penghematan waktu pemasanagn dengan tanpa menghilangkan tugas utama pegas sebagai peredam getaran dan memberikan kenyamaan penumpang.

Kata Kunci : Pegas daun, suspensi, keamanan, kenyamanan.

ABTRACT

In the first year could be resumed that in both of two suspension models of leaf spring suspension have the same characteristic either obout Von Misses stress or their life time . Both of them are in good condition , safety and comfotable.

This research is focusted on how to optimise the dimension of the leaf especially to decrease the thickness of each leaf as thick as fosible. The result transien analisys via ANSYS 8.0 soft ware are as follows : the 1 st model has 485678 Pa, . 974997.Pa and 566895.Pa. for the second and the third model. By compering with the first year result all of them still in safe condition, so it will be conclude that in the future design will be recomended to use the the third model as reference becouse it can saving more material then two others.

Key word : Leaf, spring, safety, suspension

BAB 1 : PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari hari para pengguna kendaraan utamanya kendaraan roda empat dan jenis truck tidak menyadari bahwa salah satu penyebab kerusakan jalan adalah adanya pengaruh gaya dinamik roda yang sangat dipaengaruhi oleh karakteristik dari suspensi yang digunakan (Cole ., 1996) . yang mana 85 % dari data base penelitian suspensi untuk truck adalah merupakan suspensi pegas daun (Fucebon, 2002)

Karena itu bila komponen pegas ini tidak diperhitungkan dengan baik akan menimbulkan efek negatip yang akan merugikan banyak pihak utamanya terhadap pengguna kendaraan itu sendiri baik ditinjau dari segi keamanan penumpang maupun dari segi kenyamanannya.

Disisi lain dengan kondisi pemasangan konstruksi pegas yang demikian diperlukan waktu untuk memasang ulang bilamana pegas atau salah satu lempeng pegas ini mengalami kepatahan atau rusak. Demikian juga dilihat dari model konstruksi suspensi pegas daun yang sudah ada ini terkesan memakan banyak tempat..

Penelitian sebelumnya [Nanang, 2005,] juga oleh [Tomy,**Daryono**,**2005**] telah menyimpulkan bahwa desain pegas daun sebagai suspensi kendaraan mobil ini masih aman secara desain untuk kondisi pembebanan statik. Demikian juga penelitian yang mengenai karakteristik dinamik pegas daun untuk kendaraan roda empat [**Daryono**,**2005**] dan penelitian tentang pengembangan desain model suspensi truck [**Daryono,2007**]juga menyimpulkan bahwa sistem supensi dengan pegas daun ini memang memberikan efek kenyamanan bagi penumpangnya sesuai standart kenyaman Jain Way. Namun dari ketiga penelitian diatas masih belum menyimpulkan jenis / model susunan pegas daun yang bagaimana yang merupakan model suspensi paling sederhana tapi cukup aman dan memakan lebih sedikit ruang dan mudah untuk pemasangan dan pembongkaranya. Oleh karena itu dengan rancangan penelitian Optimasi Desain pegas daun dengan memanfaatkan analisa software ANSYS ini akan memberikan alternatif desain suspensi pegas daun yang lebih menguntungkan baik secara teknik maupun secara ekonomis dan estetis. Seperti usaha yang pernah dialakukan untuk mengganti bahan pegas daun dengan bahan komposit (shankar, Vijayaranga, 2006)

Sebagaimana yang diuraikan dalam latar belakang diatas bahwa dengan model desian pegas daun yang baru ini nanti diharapkan akan bisa menjawab persoalan persoalan gaya dinamik yang diberikan oleh roda melalui perbaikan karakteristik suspensi sehingga memperkecil tingkat kerusakan jalan serta keamanan ,

kenyamanan dan kemudahan dalam perawatan model suspensi tersebut bisa memenuhi kepuasan pengguna kendaraan .

2 . STUDI PUSTAKA

2.1. Kajian pustaka pendahuluan

Penelitian sebelumnya mengenai optimasi desain model gelagar sebagai konstruksi yang mirip dengan model beam ataui model pegas daun dengan satu lempeng yang lurus yang dilakukan oleh Bagus dan **Daryono, 2002** menyimpulkan bahwa ada bagian luas lempeng yang bisa dihilangkan atau diperkecil karena distribusi tegangan yang ditimbulkan akibat pembebenan bending yang terjadi tidak merata pasda seluruh luas lempeng. Sehingga konstruksi gelagar bisa dibuat mrip batang yang dilengkungkan. Hal ini berarti bahwa model gelagar dari analisa pembebanan tersebut mirip dengan model lempeng pegas daun yang dilengkungkan

Karena itu penelitian berikutnya dilanjutkan oleh Miftahurrozi, **Daryono, 2004** menelusuri karakteristik pegas daun dengan satu lempeng dengan pendekatan analisa software ANSYS lagi yang menyimpulkan dengan tingkat kelengkungan yang sama dengan model yang dipakai di lapangan masih memberikan kondisi aman baik ditinjau dari besarnya defleksi maupun tegangan Von Misses yang ditimbulkan

Demikian juga penelitian lanjutan dengan kendaraan yang berbeda seperti yang dilakukan oleh Nanag, trihono serta Tomy , Arief dan **Daryono** tahun 2005 menyimpulkan bahwa bahan pegas yang dianalisa dengan kondisi beban maksimum pada kondii statik ini masih memberikan keamanan secara desain. Namun dari penelitian – penlitian diatas masih belum menyimpulkan jenis konstruksi pegas yang bagaimana yang memberikan keuntungan maksimal bagi pengendara maupun kerusakan jalan.

Disisi lain penelitian penelitian yang dilakukan oleh :

Shankar dan Vijayarangan, 2006 mengenai upaya penggantian material pegas dengan bahan komposit yang mendfasarkan pada upaya penghematan energi regangan yang terjadi akibat suatu tegangan yang bekerja pada pegas menyimpulkan bahwa model susunan pegas daun yang terdiri dari beberapa lapis ini bisa digantikan dengan satu lempeng bahan komposit , tetapi hasil konstruksi pegas daun komposit ini hanya untuk kendaraan – kendaraan

ringan seperti pckup – pickup kecil. Sehingga masih bisa dilanjutkan untuk bahan pegas dari baja konstruksi dengan model yang berbeda.

Demikian juga yang dilakukan oleh Fu dan Cebon, 2002 mengenai analisa data base dari suspensi kendaraan Truck menyimpulkan bahwa 85 % suspensi yang dipakai pada truck adalah supensi pegas daun serta menyarankan pengujian suspensi ini menggunakan pengujian model saja. Dengan demikian juga belum menyimpulkan jenis konstruksi pegas Daun yang bagaimana yang paling cocok.

Sedangkan Marimonas dan Raimondas , 2004 dalam Dynamic Proccess of Rear Supension of Vehicle menyimpulkan bahwa untuk mendapatkan tingkat kenyamanan dari suspensi pegas daun ini dengan cara menambahkan komponen elastik pada konstrukis awalnya melalui uji statiktik 3 sigma dan metode Monte Carlo. Sehingga juga masih belum memberikan jenis model yang mana yang apling menguntungkan.

Demikian juga yang disarankan oleh Nicholas dan Modelon dalam Modeling Leaf spring, 2006 bahwa dengan pengujian model akan dapat dilakukan banyak hal mengenai infut infut constrain yang akan dijumpai di lapangan. Walaupun Nicholas telah memadukan hasil analisa software ADAM dengan penyelesaian persamaan Lagrange modivie tapi masih belum memberikan kesimpulan jenis model desain yang bagaimana yang paling cocok untuk kendaraan kijang

Karena itu penelitian pengembangan desain pegas daun ini perlu dilakukan.

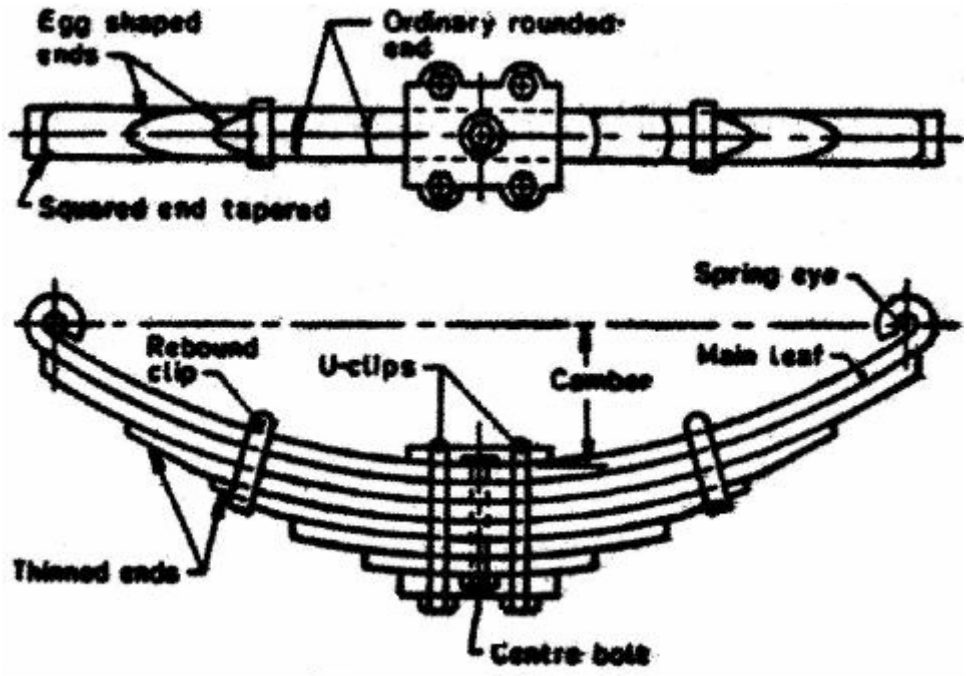
Kesimpulan terahir yang dilakukan oleh ***Daryono,2007*** tentang karakterisasi suspensi pegas daun untuk Truck bahwa baik untuk jenis konstruksi yang melebar keatas maupun yang melebar kebawah kedua konstruksi dengan jumlah lempeng berbeda ini masih memungkinkan untuk menggunakan jumlah lempeng yang lebih kecil dari jumlah yang sekarang ini dipakai, karena kedua model suspensi Truck diatas masih menunjukan tingkat keamanan dan kenyamanan yang tinggi ditinjau dari segi kekuatan bahan dan kenyamanan penumpangnya sesuai standart jainway.

2.2. Kajian Teori

Konstruksi Pegas Daun

Pegas daun yang umumnya digunakan pada mobil adalah bentuk semi-elliptikal seperti ditunjukkan pada Gambar 2-1. Pegas daun ini terbentuk dari

sejumlah pelat-pelat (berbentuk seperti daun). Daun-daun ini biasanya mempunyai ciri dilengkungkan sehingga daun-daun itu akan melayani untuk melentur menjadi lurus oleh karena kerja beban.



Gambar2-1 Pegas Daun Semieliptikal
(R. S. Khurmi & J. K. Gupta, 1982, hal 801)

Daun-daun itu disatukan bersama oleh sabuk seperti gelang yang disusutkan melingkarinya pada posisi tengah atau dengan baut yang menembusnya di tengah. Sabuk tersebut menggunakan efek kuat dan kokoh, oleh karena itu panjang efektif pegas untuk melentur akan menjadi panjang keseluruhan pada pegas dikurangi lebar dari sabuk. Dalam hal sabuk tengah *(centre bolt)*, dua per tiga jarak di antara pertengahan sabuk-U *(U-bolt)* akan dikurangi dari panjang keseluruhan pegas agar mendapatkan panjang efektif. Pegas ditumpukkan pada rumah poros dengan menggunakan sabuk-U.

Daun yang lebih panjang dikenal sebagai daun utama *(main leaf atau master leaf)* dengan ujung dibentuk menyerupai lubang mata yang mana di pasang dengan baut untuk mengikat pegas pada tumpuannya. Biasanya pada mata tersebut, pegas disematkan pada sengkang *(shackle)*, yang juga diberikan bantalan yang terbuat dari

bahan anti gesekan seperti perunggu *(bronze)* atau karet *(rubber)*. Daun pegas yang lainnya dikenal sebagai *graduated leaves*. Agar mencegah terjadinya gesekan atau desakan pada daun yang berbatasan, ujung-ujung dari *graduated leaves* diatur dalam bermacam-macam bentuk seperti diperlihatkan oleh Gambar 2-1. Daun utama akan melawan beban-beban lentur vertikal dan juga beban-beban yang disebabkan bagian samping kendaraan dan torsi, oleh karena adanya tegangan disebabkan oleh beban-beban ini, sudah menjadi kebiasaan memberikan dua daun dengan panjang penuh dan blok bantalan pada daun tersusun *(graduated leaves)* seperti ditunjukkan pada Gambar2-1.

Jepitan pantul *(rebound clips)* diletakkan pada posisi pertengahan panjang pegas, sehingga susunan daun-daun juga ikut andil menghantarkan tegangan pada daun panjang penuh *(full length leaves)* ketika pegas memantul.

(R. S. Khurmi & J. K. Gupta, 1982, hal 802)

Tetapi karena kondisi pemebebanan ini tidak saja pada kondisi statik melainkan juga bekerja pada kondisi beban dinamik, maka pengecekan kekuatan bahan akibat beban kombinasi diatas harus juga dilakukan dalam keadaan pembebanan dinamis. Sehingga teori-teori kegagalan material yang dipakai pun juga memakai standart kemanan statik dan aman secara dinamik.

Kekuatan Lelah bahan

Dalam kehidupan kita sehari – hari sering kita menjumpai suatu komponen yang rusak walaupun tanpa menerima beban yang cukup berarti. Namun komponen tersebut telah dipakai dalam kurun waktu tertentu dengan jam kerja kontinu yang cukup lama. Akhirtnya walupun secara pembebanan komponen tersebut telah menerima apa yang dikenal dengan beban lelah. Yang mana kekuatan suatu bahan yang dikenai beban lelah ini akan menjadi berkurang atau bahkan bisa dibawah harga kekuatan luluhnya.

Secara umum kekuatan lelah suatu bahan dapat dituliskan dalam bentuk

Sn = Cs.Cr.Cd.Kf(Syield)

SE = Sn /kf’

3. Metodologi Penelitian

secara kronologis metodologi penelitian pada tahun kedua ini adalah sebagai berikut :

Dari hasil analisa tegangan dengan modal dan Harmonik diperoleh bahwa tegangan Von Misssses yang terjadi atau diterima oleh setiap lempeng pegas masih berada dibawah kekuata ijin bahan. Untuk tujuan optimasi ini dipilih lempeng – lempeng yang berada pada susunan diatas dan di bawah (selaian susunan lempeng di tengah) yang menerima tegangan maks yang lebih kecil disbanding yang ditengah. Masing masing akan dikurangi dimensi tebalnya sebesar – 2 mm, -4 mm dan -6 mm dari ukuran tebal semula. Kemudian dilakukan analisa transient dengan ANSYS 8,0. Hasil simulasi ini ditabelkan dan akan dipilih model susunan lempeng yang memberikan tegangan Von Misses paling kecil dengan konstrain pengurangan tebal yang paling maksimal untuk selanjutnya direkomondasikan sebagai acuan untuk pengembangan model suspensi yang baru.

4.ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Dari hasil simulasi soft ware diperoleh data – data tegangan akibat pembebanan kombinasi vertikal sebagai akibat beban berat truck ditambah Muatan maksimum dan gaya horizontal sebaga akibat pengaruh gaya inertia saat kendaraan melaju dengan percepatan tertentu (tabel terlampir). Yang mana untuk ketiga jenis model susunan pegas diperoleh tegangan Von Misses maksimum terjadi pada infut frekwensi sebesar 10 Hz baik pada analisa Harmonic maupun pada kondisi Transien. Hal ini bisa dijelaskan sesuai hubungan tegagan dan besarnya defleksi akibat frekwensi yang terjadi. Dimana ada hubungan linear antara besarnya defleksi dan tegangan yang terjadi, sedangkan akibat frekwensi yang terjadi dengan defleksi pada lempeng juga hampir terjadi hubungan linear. Sehingga dengan makin besarnya frekwensi getar yang diiputkan akan semakin besar pula besar defleksi pada susunan lempeng pegas dan akan semakin besar pula tegangan yang akan diterima oleh pegas.

Sedangkan posisi lempeng yang menerima momen bending paling besar dilihat dari plot kontur tegangan memang terjadi pada lempeng yang atas seperti pada kesimpulan penelitian tahun pertama. Karenanya dari hubungan momen bending dan tegangan bending yang terjadi, maka pada lempeng dengan momen terbesar inilah yang tentunya akan terjadi tegangan bending paling besar. Tetapi kenyataanya yang bias menghemat dimensi akibat pengurangan ketebalan lempeng ini dipilih pada

model ketiga. Hal ini didasarkan pada analisa kesimpulan penelitian tahun pertama, bahwa lempeng paling kritis terdapat pada lempeng atas , sehingga dengan memvariasi atau mengurangi lempeng – lempeng pada susunan bagian bawah tersebut diharapkan tidak menimbulkan tegangan yang melebihi harga tegangan ijin dari bahan pegas awalnya. Jika bandingkan besar tegangan yang terjadi pada penelitian tahun pertama untuk lempeng pertama atau paling atas jauh lebih besar dari pada besar tegangan maks yang terjadi pada model ketiga. Sehingga dibanding ukuran awal pegas sebelum dilakukan pengurangan, maka kondisi model ketiga lebih menguntungkan walupun tegangan maks yang terjadi sedikit lebih besar dari model kesatu

5.kesimpulan

Setelah dilakukan modifikasi pengurangan ketebalan pada tiap model dan di analisa dengan kondisi Harmonik dan Transien menggunakan simulasi ANSYS 8,0 dapat diambil kesimpulan sementara sebagai berikut :

1. Ketiga jenis model yang diteliti masih dianggap aman aman secara desain
2. Pengurangan dimensi tebal palig besar terjadi pada model ke tiga
3. Tegangan von Misses untuk masing – masing model terjadi pada frekwensi 10 Hz

Saran

Penelitian lanjutan masih bisa dilakukan dengan memfokuskan pada kendala – kendala lain yang belum sempat diperhitungkan dalam penelitian ini seperti efek beban kejut saat kendaraan melalui jalan berlubang serta pengurangan jumlah lempeng untuk menyederhakan pemasangan dan aspek pengembangan desain yang lain.

Ucapan terima kasih

Dengan selesainya penyusunan laporan penelitian ini tak lupa peneliti ucapkan teria kasih atas dukungan dan bantuan yang diberikan selama penelitian ini berlangsung utamanya kami ucapkan terima kasih kepada :

1. Pihak Universitas Muhammadiyah Malang yang telah memberikan dukungan pendanaan untuk terlaksananya penelitian ini
2. Bengkel Per kendaraan Truck Lawang Jaya yang telah berkenan menjadi tempat pengambilan data .

3. 5 orang mahasiswa kami yaitu saudara Rully Adhinata, Luluk Irfanudin, Furqon Fahry, Faisal Rahman dan Imam Hambali yang telah membantu untuk pengambilan data dan penyiapan model geometri pada ANSYS 8,0
4. Kepala Laboratorium Teknik Mesin yang berkenan memijami pasilitas selama penelitian

Daftar Pustaka

Cooke ,2000, Introduction to Faillure analysis John Welly and Son,

Daryono, 2005,'Study Karakteristik Pegas Daun Kendaraan Roda empat',UMM.

Daryono, 2007,'Pengembangan Desain Pegas Daun Kendaraan truck',PBP-UMM.

Fu , Cebon, 2002, Analysis of truck suspension data base, international journal of vehicle design heavy vehicle system, National Taiwan university

Juvinal R., 1998, Stress, Strain and Strength relation Prentis Hall.

Khurmi, 2000, Tex Book of Machine Design, Prentise Hall.

Kim, moon, 2002, An effieciensy methode for calculating non linear stiffness of progressive multy leaf spring, International journal vehicle

Miftahurrozi, Daryono, 2003,'Optimasi Kelengkungan Lempengan Pegas Daun',UMM.

Marijonas, Raimondas, 2004, dynamic processing of the retrifited rear suspension of vehicle, Journal transfortation.

Nanag, Trihono S. 2004,' Distribusi tegangan pegas Daun pada Dump Truck', UMM

Nicholas P., Modelon,2006, Modeling leaf spring, Proceeding of modelica, Sweeden Marijonas, Raimundas, 2004, Dynamic processes of the retrofitted resr suspension of vehicle, journal transfoprtation.

Norman E. Dowling ,2002, ' Mechanical Behavior of Material' International Studen Edition,

Omar Boresi Sidobeton,1996, Advance Mechanick of Material'. John Welly and Sons.

Qing Li , Wei li, 2004, Contact finite element alogarithm for multy leaf spring of vehicle suispention system, journal of vehicle suspention, Quensland Australia.

Singhly Yoseph, 1998, Text Book of Machine design John Welly and Son

Shankar, Vijayaranga, 2006, Mono coimposite leaf spring for lioght weight vehicle ,Journal material Science.

Tomy, Daryono, 2005,'Analisa Kekuatan Pegas Daun Kendaraan Kijang',UMM.

Lampiran – lampiran

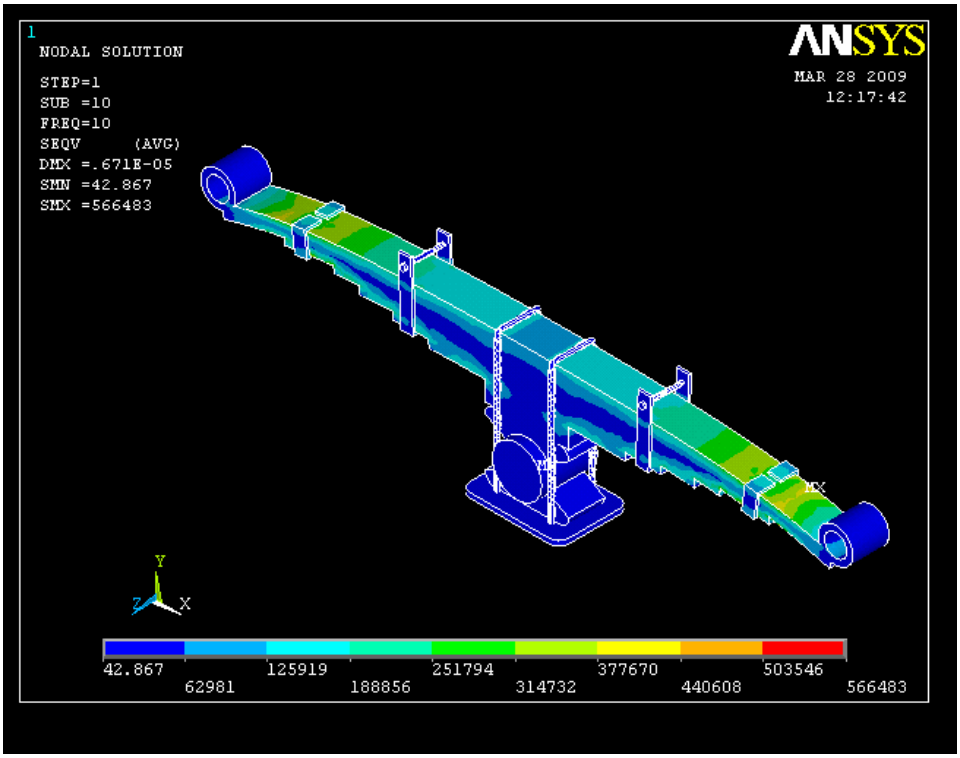
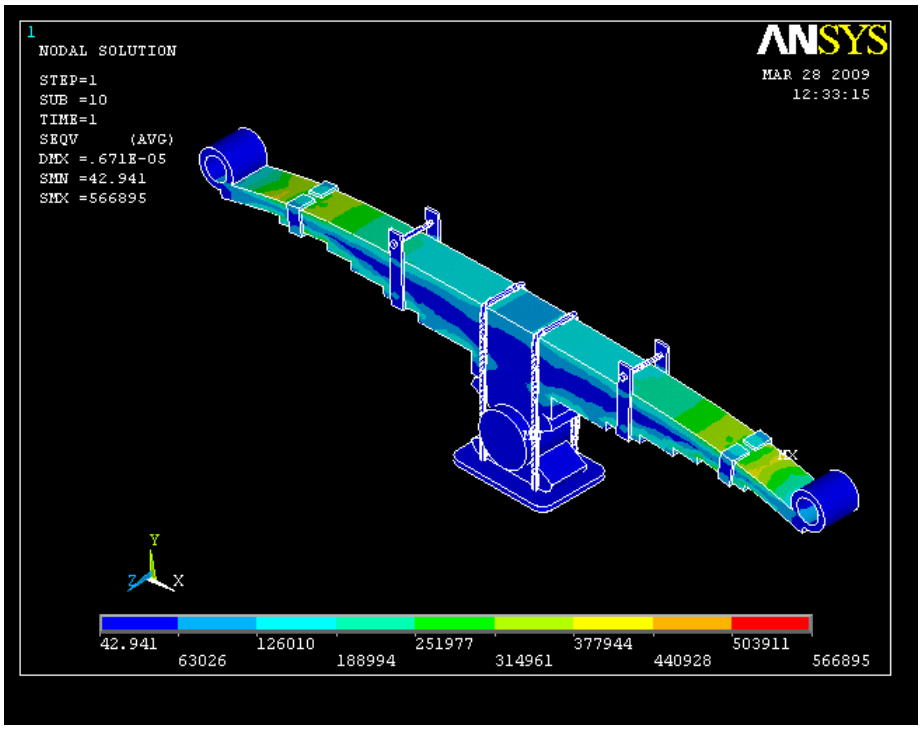
Lampiran 1 . Tabel tegangan hasil simulasi untuk 3 model

Tabel perbandingan Tegangan Von Misses yang terjadi pada ketiga model pegas

Model pegas	Transien. maks	Transien. Min.	Harmonik. maks	Harmonic min.	Keterangan
I	485678 f = 10Hz	483724 F=9Hz	485246 f = 10Hz	484659 f=1Hz	Tebal -2mm
II	974997 f = 10Hz	969686 f=9Hz	973826 f = 10Hz	972227 f = 1Hz	Tebal -4mm
III	566895 f = 10Hz	565041 f=9Hz	566483 f = 10Hz	565928 f =1 Hz	Tebal -6mm

LAMPIRAN 2

DATA TEGANGAN VON MISSES MODEL 3
DATA TEGANGAN VON MISES KONDISI HARMONIK



DATA TEGANGAN VON MISSES KONDISI TRANSIEN