

Permodelan Air Suspension Semi Aktif Pada Sepeda Motor Roda Dua Bagian Belakang

Steven Gerrits *), Yohanes Dewanto **), Indra Chandra Setiawan ***)

Program Studi Magister Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta

Email: sgerrits68@gmail.com, dewantoyohanes@gmail.com, indraasti@yahoo.com

ABSTRAK

Pengemudi ojek online (angkutan umum) pada umumnya mengendarai sepeda motor dengan waktu lebih banyak dibandingkan pengendara sepeda motor. Hal ini mempengaruhi kenyamanan pengemudi. Ditambah lagi bila melewati jalan dengan banyak *bumps* serta *crackedholes* setinggi 10 cm.

Penelitian ini bertujuan mencari model sistem suspensi kendaraan yang lebih baik dari segi kenyamanan dibandingkan yang ada saat ini, ketika melewati *bumps* serta *cracked holes*. Metode awal adalah membuat model dalam bentuk gambar. Lalu diturunkan ke rumus persamaan matematis. Selanjutnya dibuat aplikasi dalam bentuk program berbasis Matlab. Tujuan akhirnya adalah mendapat besaran nilai peredam yang harus diredam kemudian nilai tersebut diganti dengan batasan peredam variable pneumatik yang ada dipasaran. Hasil dari penelitian ini ketika gaya luar $40,2 \text{ N sin } 15$ serta *bumps* setinggi 10 cm dihadapi sepeda motor maka untuk kemabali ke *steady state* didapat waktu 7 detik lebih cepat dibandingkan dengan suspensi pasif. Namun dalam pemakaian jalan rata lebih baik sistem suspensi pasif karena nilai amplitudo getarannya lebih besar yaitu suspensi semi aktif $1,7 \times 10^{-4}$ meter dan suspensi pasif $2,5 \times 10^{-5}$ meter.

Kata kunci: sepeda motor, suspensi, model, Matlab

ABSTRACT

Online motorcycle taxi drivers (public transportation) generally ride motorbikes with more time than motorbike riders. This affects the driver's comfort. Plus if you pass the road with lots of bumps and cracked holes as high as 10 cm.

This study aims to find a vehicle suspension system model that is better in terms of comfort than what is currently available, when passing bumps and cracked holes. The initial method is to make a model in the form of an image. Then handed down to mathematical equations. Then the application is made in the form of a Matlab-based program. The final goal is to get the value of the damper value that must be muted then the value is replaced by the limit of pneumatic variable dampers that are on the market. The results of this study when the external force of $40.2 \text{ N sin } 15$ and bumps as high as 10 cm were faced by the motorbike, then to return to steady state it was found to be 7 seconds faster than the passive suspension. However, in the average road use, the passive suspension system is better because the value of the amplitude of the vibration is greater, namely the semi-active suspension of 1.7×10^{-4} meters and passive suspension of 2.5×10^{-5} meters.

Keywords: Motorcycle, Suspension, Model, Matlab

I PENDAHULUAN

Kendaraan bermotor terutama sepeda motor saat ini banyak digunakan sebagai alat transportasi umum. Hal ini banyak terjadi dengan hadirnya ojek berbasis aplikasi. Seperti yang terlihat bahwa desain sepeda motor sebenarnya hanya untuk pemakaian pribadi yang artinya untuk frekuensi pemakaian dalam periode waktu yang sedikit. Saat ini kendaraan bermotor memiliki peningkatan pesanan dikarenakan meningkatnya kebutuhan masyarakat untuk lebih menggunakan kendaraan *online* dari aplikasi yang di *downloads* secara gratis. Oleh karena itu perlu ada penyesuaian sistem agar didapat kenyamanan mengendarai sepeda motor.

Fungsi pokok dari sebuah alat transportasi adalah memindahkan barang atau penumpang dari suatu lokasi ke lokasi lain. Hal ini menyebabkan sepeda motor harus di desain sedemikian rupa hingga membuat rasa aman dan nyaman bagi penggunaanya. Pada saat menggunakan sepeda motor yang pemakaian berat dan durasi yang lama akan membuat perubahan secara signifikan terhadap kenyamanan pengemudi oleh sebab itu sistem suspensi sangat berperan penting. Sistem suspensi dapat mengurangi getaran yang timbul akibat kontak antara permukaan jalan dengan roda diteruskan ke pengemudi juga penumpang sepeda motor [1]. Dengan adanya kenyamanan pada sepeda motor akan membuat pengemudi mengeluarkan sedikit

energi yang keluar dalam berkendara, sehingga dapat menjaga tenaga dan tidak mengalami masalah fisik, stres dan kelelahan dalam menggunakan sepeda motor.

Seiring dengan perkembangan zaman teknologi suspensi kemudian di rancang agar saat melewati jalan yang *bumps* serta *cracked holes* dapat memberikan nyaman pengendara. Kenyamanan akan berpengaruh pada tingkat keamanan akibatnya akan banyak terjadi kecelakaan dan keluhan fisik dan pikiran. Tentu ini membuat penggunaan kendaraan semakin buruk apalagi ditambah dengan kondisi macet dan jalan yang rusak. Setelah sistem suspensi dikenal luas dimulailah era membuat sistem *smart* suspensi yang membuat kekakuan pegas dan kosten peredaman dapat berubah-ubah yang dikenal dengan sistem suspensi-aktif. Kekurangan dari sistem ini adalah harga yang mahal dan kerumitan teknologi dan tidak optimal dari segi efisiensi. Akhirnya dirasakan perlu membuat suspensi yang memiliki daya peredam yang ditimbulkan akibat benturan di permukaan jalan.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat model dan simulasi berbasis matlab sehingga di dapat informasi seberapa besar merespon getaran dan beban yang di berikan untuk menahan serta meredam getaran pada sepeda motor khususnya pada suspensi roda bagian belakang. Tingkat kenyamanan suatu kendaraan dapat diperoleh bila eksitasi dari gaya luar tidak menyebabkan simpangan massa menjadi 0.

Sistem suspensi terdiri dari dua bagian penting yaitu pegas dan peredam pada sepeda motor sistem suspensi berfungsi untuk mengurangi efek benturan dan getaran dari kasarnya permukaan jalan serta stabil pada saat tikungan[2]. Oleh sistem suspensi gerak naik turun beban sepeda di kontrol (*controller*) sehingga dapat lembut dan tidak mengejut. Maka diperoleh kenyamanan dalam berkendara sepeda motor demikian juga dengan tidak berfungsinya sistem suspensi akan berpengaruh langsung pada kenyamanan kendaraan. Sistem suspensi akan semakin baik apabila berifat *smart* dan mampu menyesuaikan dengan medan yang di hadapi.

Sistem fluida pneumatik yang biasa digunakan berupa gas yang didapat langsung dengan kompresor juga menggunakan nitrogen namun fluida itu harus dialiri ke dalam sistem tertutup.

Akan tetapi nitrogen juga dapat diganti dengan udara biasa. Pada sistem fluida hidrolik yang biasa digunakan adalah minyak yang dibuat secara khusus dan memiliki viskositas. Sebaliknya dengan menggunakan fluida gas yang

kopresibel membuat suspensi tidak mudah rusak karena gas menyerap beban dan kejut.

Peredam kejut berfungsi ketika mendapatkan gangguan dari permukaan jalan yang tidak rata atau bergelombang. Pada sistem yang ada saat ini banyak menggunakan sistem terbatas. Bila bertemu dengan kondisi jalan yang ekstrim pengemudi sepeda motor *online* akan mengalami medan jalan yang sangat berbeda dan dalam waktu lama sehingga dibutuhkan suspensi yang mampu menghadapi medan tersebut. Sistem ini semakin baik bila bersifat *smart*.

Keaslian penelitian ini berdasarkan penelitian terdahulu yang memiliki karakteristik yang relatif sama dalam hal mengkaji penelitian dan model analisis. Meskipun memiliki perbedaan dari segi subjek, posisi variabel yang digunakan. Peneliti juga mencari tingkat kenyamanan suatu suspensi kendaraan roda dua sehingga kekuatan kendaraan dapat mengetahui berapa kekuatan maksimum dan beban yang aman digunakan untuk mendapat respon getaran yang aman dan nyaman bagi pengendara[3]. Berdasarkan penelitian sebelumnya baik berkaitan dengan mencari tingkat kenyamanan suspensi kendaraan roda dua namun tetap berbeda dengan penelitian yang peneliti lakukan. Hasil dari permodelan diharapkan bermanfaat bagi kemajuan industri di mana sebelum di buat benda jadi sebaiknya membuat model sehingga mengurangi *cost* dalam membuat suspensi.

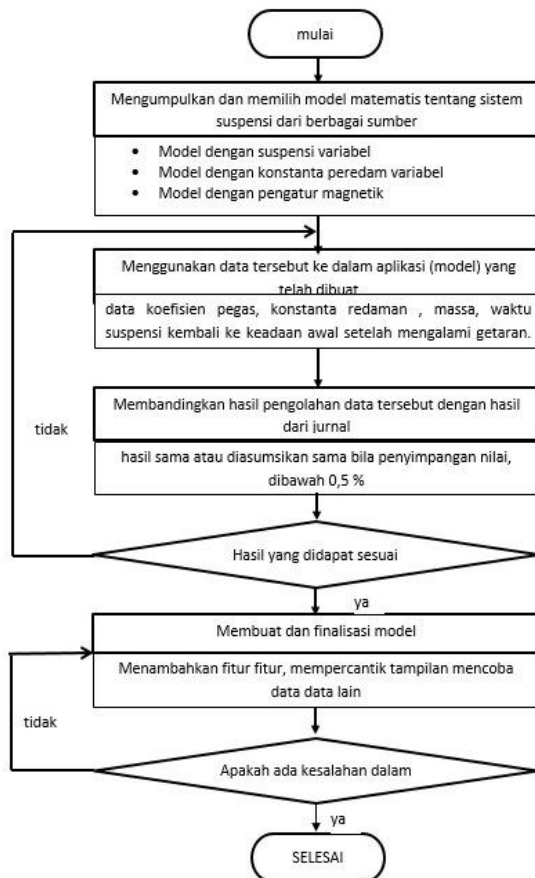
II METODE PENELITIAN

Pendekatan penelitian yang dilakukan adalah membuat model dalam bentuk aplikasi *matlab* berbasis GUI(*Graphical User Interface*).Setelah itu dilakukan uji aplikasi (model yang dibuat) sehingga didapat beberapa hasil. Hasil ini berupa data-data waktu kembali suspensi ke frekuensi natural atau keadaan *steady state*. Gaya yang harus diberikan dari luar untuk mengimbangi efek getaran harus masuk kedalam kriteria nyaman menurut ISO 2631.

Untuk langkah awal, data-data dari penelitian sebelumnya dimasukkan kedalam aplikasi, kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan model matematis yang didapatkan dari berbagai jurnal.Bila hasilnya sama atau memiliki penyimpangan dibawah 0,5% maka dianggap aplikasi yang dibuat dianggap sudah cukup baik dan dapat digunakan. Langkah terakhir dilakukan dengan membandingkan data sistem suspensi pasif pada penelitian sebelumnya dengan sistem semi-aktif yang dihasilkan dari model dan diketahui besarnya konstanta peredam yang berubah- ubah sehingga membuat lebih nyaman.

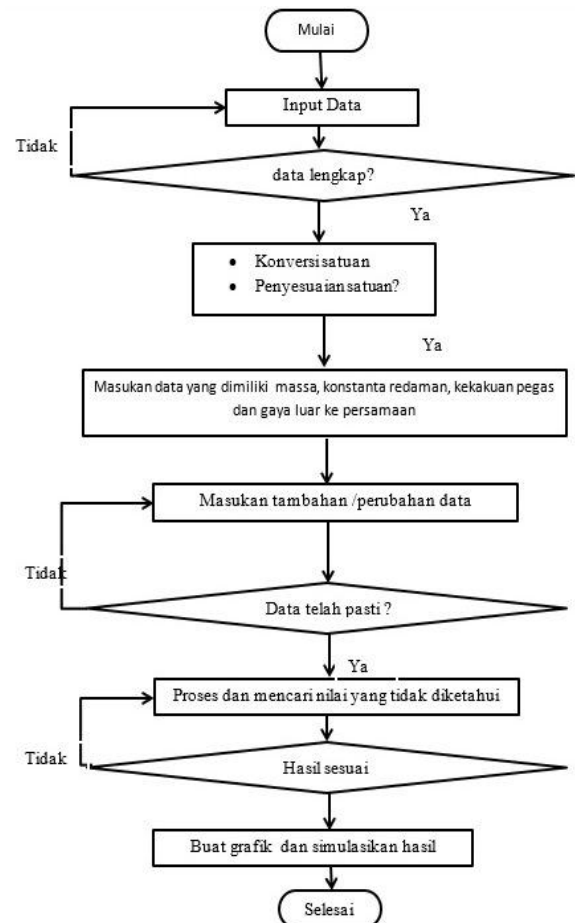
Model yang dibuat dalam bentuk aplikasi inikemudian dikembangkan menjadi bentuk model universal sistem suspensi roda bagian belakang. Hasil dari permodelan ini berupa angka-angka tentang spesifikasi suspensi roda bagian belakang. Simulasi ini terdiri dari 4 pilihan yaitu jalan yang tidak nyaman, kurang nyaman, cukup nyaman, dan sangat nyaman. Berdasarkan Indeks kekasaran jalan. Data dari indeks permukaan jalan diambil sampel jalan dengan tingkat kerusakan antara 65- 90 %.

Dengan simulasi *real time* diharapkan model yang dibuat ini dapat menggambarkan kondisi yang sesungguhnya dan diaplikasikan langsung kerancangan sistem suspensi pada bagian roda belakang. Sehingga menjadi acuan bagi perancang permodelan *suspension* sepeda motor dan peneliti dalam menentukan sistem *suspension* semi-aktif yang tentunya nyaman dan aman.



Gambar 1. Flow Chart Penelitian.

Setelah itu, penelitian dilanjutkan dengan membuat flow chart analisis model. Seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:

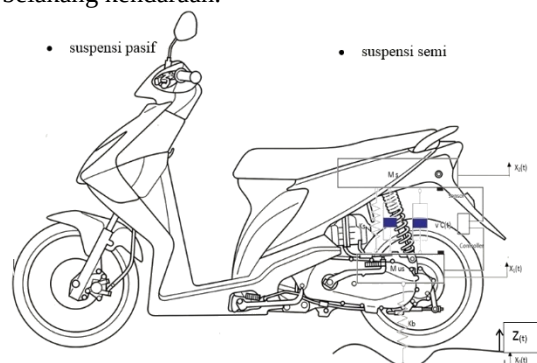


Gambar 2. Flow Chart Analisis Model.

III HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Permodelan Kendaraan Terhadap Suspensi.

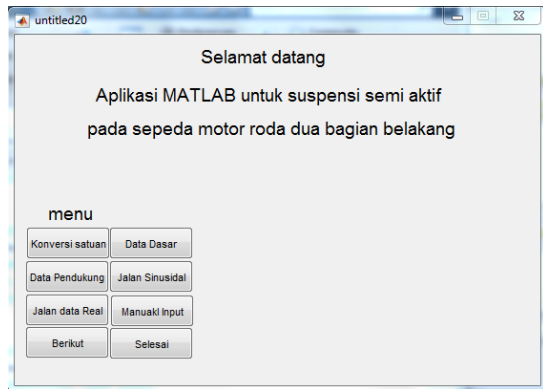
Diawali dengan membahas hasil analisa dari permodelan kendaraan mengacu pada desain yang dilengkapi dengan sistem suspensi dibagian belakang kendaraan.



Gambar 3. Pemodelan Air Suspensi Sepeda Motor

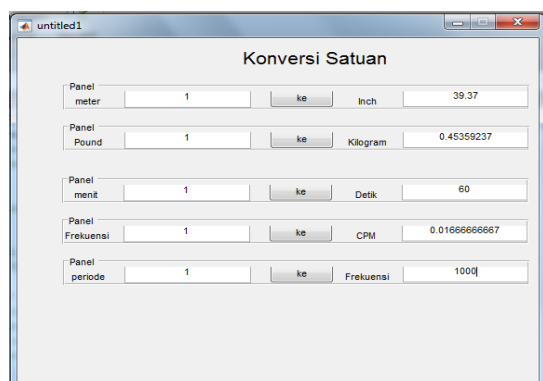
B. Tampilan Aplikasi Dengan Menggunakan MATLAB.

Setelah *flowchart* selesai dibuat, dilanjutkan dengan memulai simulasi. Langkah awal adalah membuat *Form* aplikasi. *Form* pembuka berisi ucapan selamat datang dan menu pembuka. Terdiri dari 8 menu pilihan



Gambar 4. Form Pembuka.

Setelah menu pembuka adalah menu konversi satuan atau sesuai dengan objek yang diinginkan. Secara *default* aplikasi ini membuka *Form* konversi satuan hal ini dilakukan karena konversi satuan sangat penting. Banyak perhitungan yang salah hasilnya karena satuannya tidak sama. Diharapkan hasilnya menjadi akurat.



Gambar 5. Form Konversi.

Form menu pendukung adalah berisi tentang bagaimana mendesain pegas dan peredam. Selain itu juga mencari letak titik *Centre of Gravity*(CG) ditambah lagi dengan kemampuan membuat persamaan eksitasi jalan. Dari nilai ini adalah data-data yang akan dimasukkan ke dalam *Form* utama.

❖ Langkah-langka penelitian

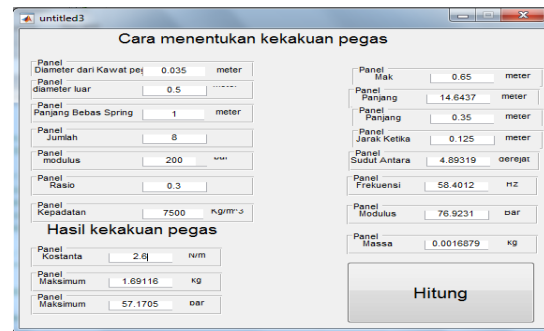
- Membuat model dalam bentuk gambar halaman 50
- Menggunakan rumus sesuai model persamaan matematis

$$Kx + C\dot{x} + M\ddot{x} = Kx \sin \omega t$$

- Membuat form aplikasi di matlab
- Memasukan data-data
- Menganalisis hasil
- Modifikasi hasil dengan model semi aktif

$$Kx + (C + C')\dot{x} + M\ddot{x} = Kx \sin \omega t$$

- Mencari batasan dengan peredam aktif dipasaran

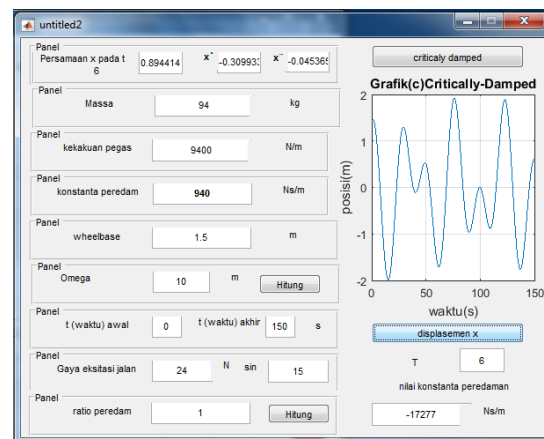


Gambar 6. Form Menu Pendukung - Kekakuan Pegas.



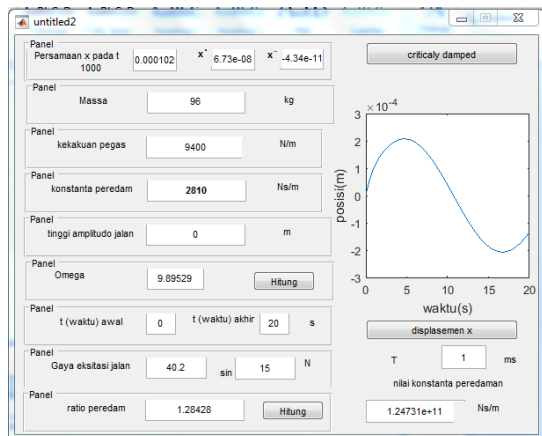
Gambar 7. Form Menu Pendukung - Nilai CG, Damping, dan Ekspektasi Jalan.

Kemudian hasilnya yaitu *Form* utama untuk menghitung besarnya nilai peredam aktif yang nilainya berubah-ubah sesuai gaya eksitasi jalan.



Gambar 8. Form Menu Utama Hasil Dari Eksitasi Gaya Luar.

Pada Form diatas diketahui jalan dengan eksitasi gaya luar. Dengan gaya luar yang berubah ubah besaran nilainya. Dibawah ini adalah *Form* hasil dimana diusahakan bahwa gaya luar tadi diredam mendekati nilai pada *critically damping* seperti gambar di halaman 52. Dimana keadaan ini sesuai dengan spesifikasi awal kendaraan menggunakan *suspension* pasif. Dimana diasumsikan eksitasi jalan lurus dengan permukaan jalan bergelombang dan gaya 24 sin 15 Newton. Dan frekuensi natural kendaraan adalah 10 cm. Massa pada bagian belakang adalah 96 N.

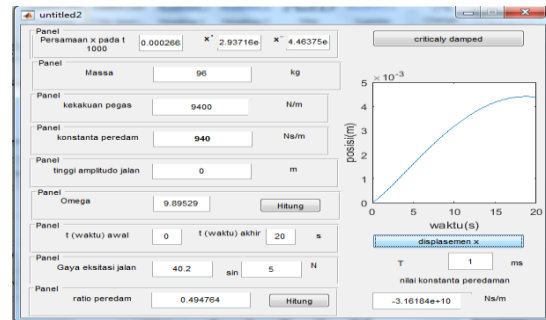


Gambar 9. Form Menu Utama Hasil Dengan Peredam Pasif.

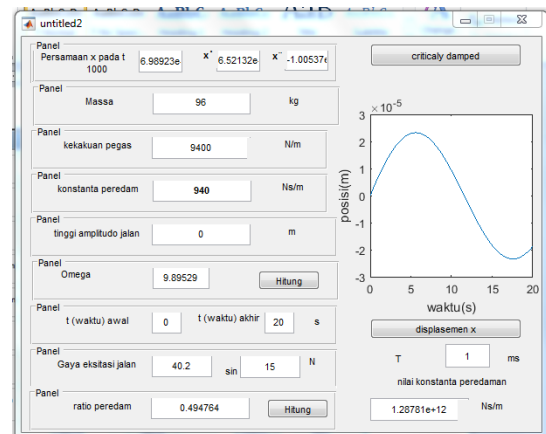
Bila roda kendaraan mengenai struktur jalan yang tidak stabil (*Bumps*). Maka grafiknya adalah sebagai berikut. Dimana kedalaman permukaan jalan yang rusak adalah 10cm. Gaya eksitasi dari permukaan jalan adalah 40 Newton Sin 15 (data ini didapat dari nilai massa kali percepatan) hanyalah asumsi untuk memperlihatkan bahwa jalan bergelombang akibat permukaan jalan yang tidak sepenuhnya datar.

C. Hasil Perhitungan Dengan Asumsi Jalan Fungsi Sinusoidal.

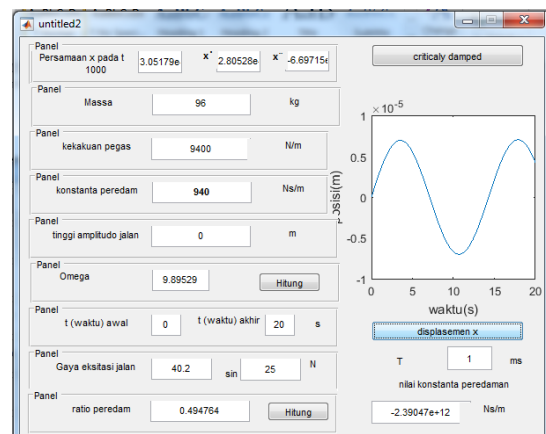
Pada gambar dapat dilihat bahwa sistem suspensi mendapat gaya luar sebesar 40.2 Newton (dari aktuator *force* gaya oleh penelitian suhandoko). Di aplikasi dapat dilihat bahwa semakin datar sudut permukaan jalan maka semakin kecil gayanya dan sudut besar maka gayanya semakin besar. Gaya besar maka getaran dan frekuensi juga membesar dan gaya kecil frekuensi juga mengecil. Gambar menunjukan sudut 5° , 15° dan 25° .



Gambar 10. Form Menu Utama Hasil Dari Getaran Tanpa Eksitasi Gaya Luar, Derajat Kemiringan 5.



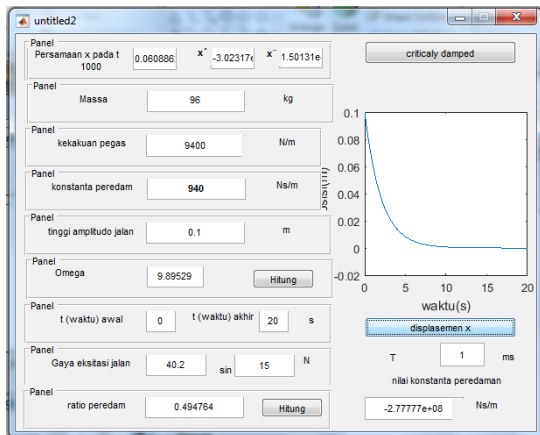
Gambar 11. Form Menu Utama Hasil Dari Getaran Tanpa Eksitasi Gaya Luar, Derajat Kemiringan 15.



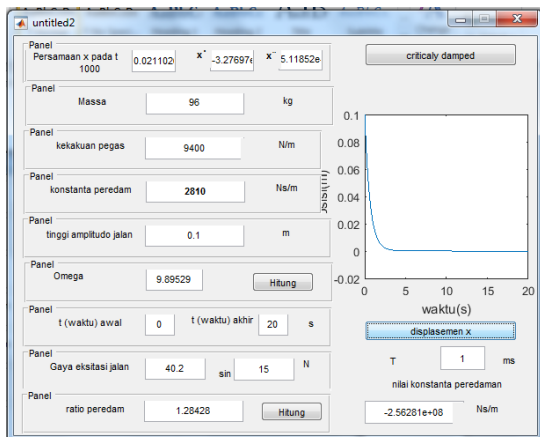
Gambar 12. Form Menu Utama Hasil Dari Getaran Tanpa Eksitasi Gaya Luar, Derajat Kemiringan 25.

Sistem suspensi peredam pertama yang di pakai adalah pasif. seperti Gambar 4.9 kemudian dibuat grafiknya dengan jenis peredam *critically damped* dan mendapat gaya eksitasi jalan sebesar 40.2 Sin 15 Newton. (data asumsi) selanjutnya Bila roda kendaraan mengenai struktur jalan yang tidak stabil (*Bumps*) sebesar 10 cm tingginya

maka akan kembali ke posisi *steady state* pada 10 s bila menggunakan *suspension* pasif.

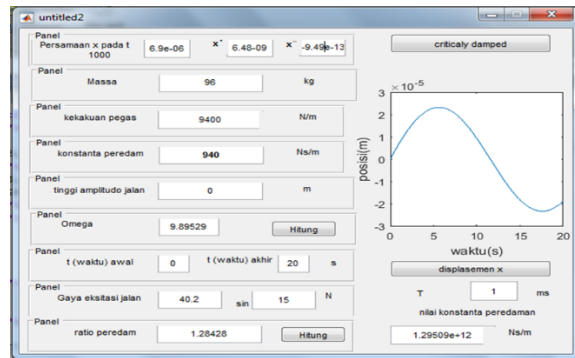


Gambar 13. Form Menu Dengan Sistem Suspensi Pasif.

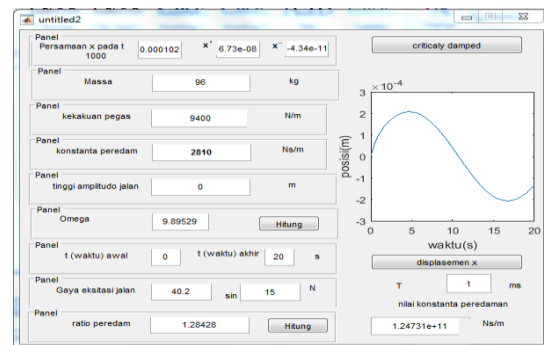


Gambar 14. Form Menu Utama Hasil Suspension Pasif Yang Ditambahkan Nilai Peredam.

Sistem suspensi yang diteliti berupa semi aktif dengan penambahan gaya 1500Ns/m (kemampuan semi aktif maksimal dorong 1870Ns/m dan tarik 1681) seperti diatas dibuat grafiknya peredamnya *critically damped* dengan menadapat gaya eksitasi jalan sebesar 40.2 Sin 15 Newton (data asumsi) kemudian. Bila roda kendaraan mengenai struktur jalan yang tidak stabil (Bumps),sebesar 10 cm maka akan kembali ke posisi *steady state* pada 3s bila menggunakan *suspension* semi aktif pada saat pengunaan sistem suspensi semi-aktif pada jalan datar pada grafik terbukti kurang efektif dan menimbulkan getaran lebih besar.Oleh karena itu tidak disarankan untuk jalan rata.



Gambar 15. Form Menu Utama Hasil Peredaman Pada Jalan Rata, Dengan Suspensi Semi Aktif Maksimal Gaya Peredaman Diberikan.



Gambar 16. Form Menu Utama Hasil Peredaman Pada Jalan Rata, Dengan Suspensi Pasif.

Hasil akhir adalah *Form* penutup yaitu terdiri dari ucapan terima kasih dan *background* peneliti. Data data tentang peneliti dan kontak peneliti terlampir di *Form* ini.

Sekian dan terima kasih
Selamat menggunakan aplikasi
Saran dan kritik dapat disampaikan kepada :

Steven Gerrits
Nim : 5314220014
email : sgerrits68@gmail.com

Gambar 17. Form Penutup.

IV KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan dan simulasi model yang dilakukan maka didapat disain yang lebih baik dari pada suspensi pasif. Sistem yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki kemampuan peredam getaran dan guncangan yang lebih baik. Pada saat eksitasi gaya luar dari permukaan jalan mencapai 40,2 N sin 15 waktu lebih baik dengan nilai yang di dapat 7 detik lebih baik ketika terkena *bumps* 10 cm dibandingkan sistem pasif. Hasil ini didapat dengan penambahan ukuran fisik peredam semi-aktif yang sama dengan peredam pasif. Spesifikasi peredam aktif memiliki nilai redaman sebesar 0-1870 Ns/m dorong dan tarik 1681 Ns/m dengan diameter batang piston 25 mm dan diameter selinder piston 63 mm. Hal ini dapat dilihat dari grafik dimana pada suspensi pasif nilainya 940 Ns/m dan dan redaman variabel yang ditambahkan berjenis *Air Suspension (pneumatic)*.

Fenomena menarik yaitu bila suspensi pasif sudah cukup baik bila jalan yang dihadapi dalam kondisi rata atau tidak bergelombang. Suspensi semi-aktif akan bekerja saat pengemudi sepeda motor menghadapi jalan yang *bumps*. Dan suspensi semi-aktif hanya dapat memperkecil evek dari *bumps*. Kemampuan peredam yang variabel peredam 0-1870 Ns/m maka dinilai tersebut suspensi semi-aktif berfungsi untuk meredam vibrasi secara cepat. Penggunaan tambahan peredam baru efektif ketika jalan yang dilalui bergelombang tidak rata. Hal ini karena tambahan peredan akan berfungsi efektif jika ada *bumps* dan *crackedholes*. Sangat disarankan untuk pemakaian jalan yang rusak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. K. Polfer, T. and Bierwisch, "Suspension Modelling Using Smoothed Particle Hydrodynamics: Accuracy of The Viscosity Formulation and The Suspendel Body Dynamics," *Applied Mathematical Modelling*, pp. 2606-2618, 2016.
- [2] F. Zessar and Wasiwitomo, "Desain dan Analisa Sistem Suspensi Kendaraan Multiguna Pedesaan," *Jurnal Teknik POOMITS*, pp. 1-4, 2013.
- [3] Suhandoko, in *Analisis Pada Suspensi Sistem Kendaraan Roda Dua Menggunakan Simulasi Software MATLAB 6.5*, Surakarta, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2014, pp. 1-15.