

**ANALISIS GERAKAN SUSPENSII PROTOTIPE VIRTUAI  
PADI MOBIL KECIL MENGGUNAKAN  
PERANGKAT LUNAK**

**SKRIPSI**

**SETIA WANDA TARIGAN  
198130108**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
2024**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 23/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

# **ANALISIS GERAKAN SUSPENSİ PROTOTİPE VİRTUAL PADA MOBİL KECİL MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK**

## **SKRİPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area

Oleh:

**SETIA WANDA TARIGAN  
198130108**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 23/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal : Analisis gerakan suspensi pada prototipe virtual mobil kecil menggunakan perangkat lunak.

Nama Mahasiswa : Setia Wanda Tarigan

NIM : 198130108

Fakultas : Teknik Mesin

Disetujui Oleh

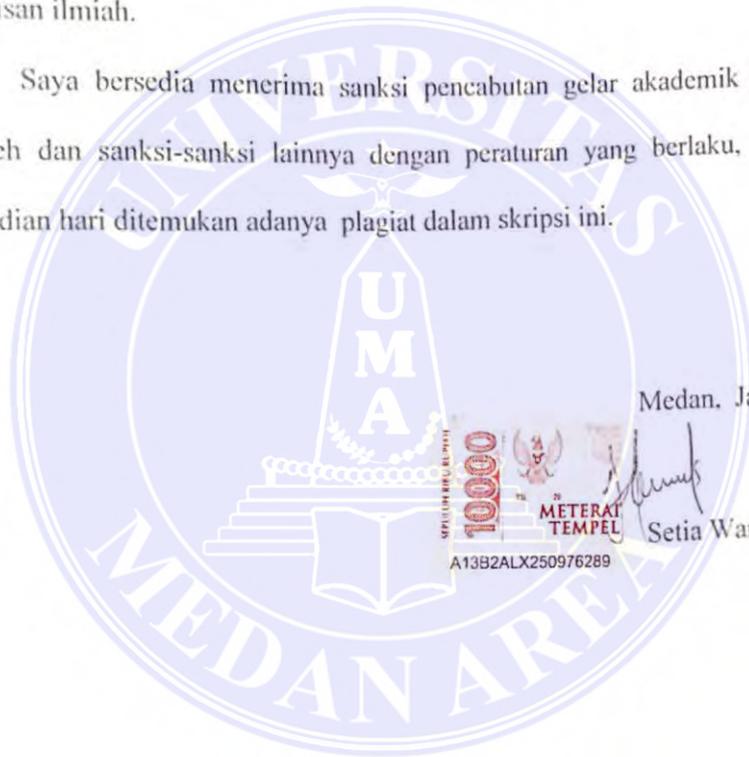


Tanggal Lulus: 25 April 2024

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai sorma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, Januari 2024



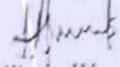
Setia Wanda Tarigan  
198130108

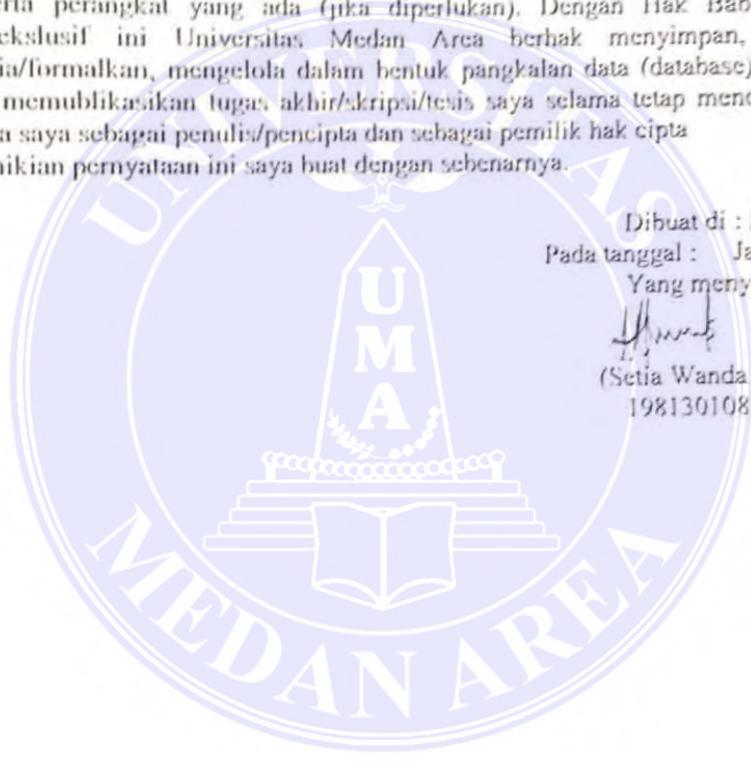
**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TEISIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademis Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Setia Wanda Tarigan  
NPM : 198130108  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik

Demi pengembangan yang ada ilmu pengetahuan, menyetujui memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak bebas royalti noneksklusif (*non-exclusive royalty-free right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisis gerakan suspensi pada prototipe virtual mobil kecil menggunakan perangkat lunak. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Babas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formalkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

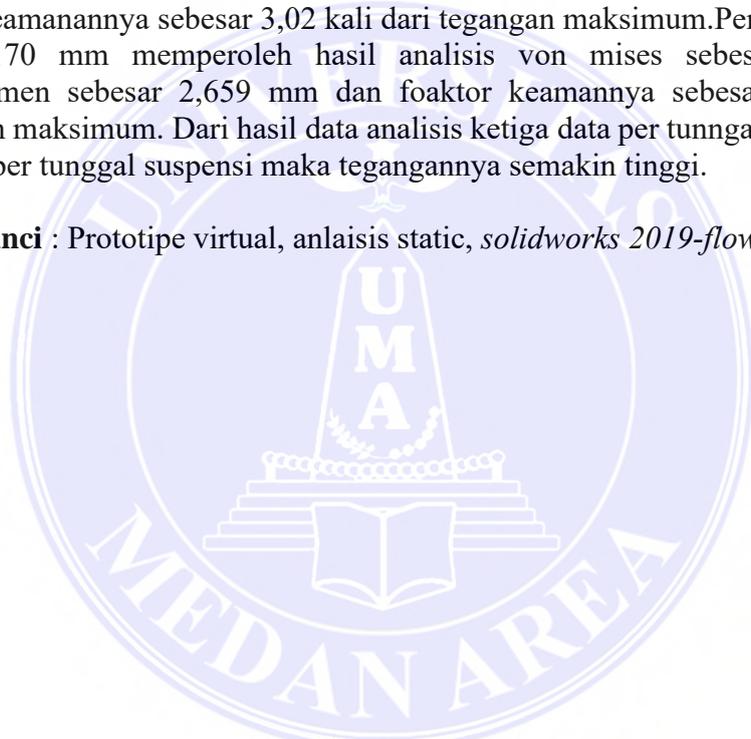
Dibuat di : Medan  
Pada tanggal : Januari 2024  
Yang menyatakan  
  
(Setia Wanda Tarigan)  
198130108



## ABSTRAK

Analisis gerakan suspensi perlu dilakukan karena merupakan tahapan awal untuk mengetahui gaya tekanan yang dialami per mobil saat terjadi benturan. Analisis dilakukan dengan cara mensimulasikan suspensi menggunakan perangkat lunak (CFD) *solidworks 2019-flow simulation* dan mobil dan suspensi dalam bentuk prototipe virtual. Dalam proses analisis ini, peneliti membangun 3 model per suspensi dengan tekanan 10 N. Dari analisis yang dilakukan maka di dapatkan hasil analisis von mises, analisis displacement, dan analisis strain dengan tinggi yang berbeda dari kedua per tunggal yakni dengan tinggi 190mm, 150mm dan 170mm. Maka hasil analisis memperoleh hasil von mises dari per tunggal 190mm sebesar 1,735 MPa, displacement sebesar 3,14mm dan Faktor Keamanannya sebesar 3,6 lebih besar dari tegangan maksimumnya. Per tunggal dengan tinggi 150mm analisis von mises sebesar 2,903 MPa analisis displacement sebesar 2,408mm dan factor keamanannya sebesar 3,02 kali dari tegangan maksimum. Per tunggal dengan tinggi 170 mm memperoleh hasil analisis von mises sebesar 2,102 Mpa, displacement sebesar 2,659 mm dan foaktor keamannya sebesar 3,9 kali dari tegangan maksimum. Dari hasil data analisis ketiga data per tunggal maka semakin pendek per tunggal suspensi maka tegangannya semakin tinggi.

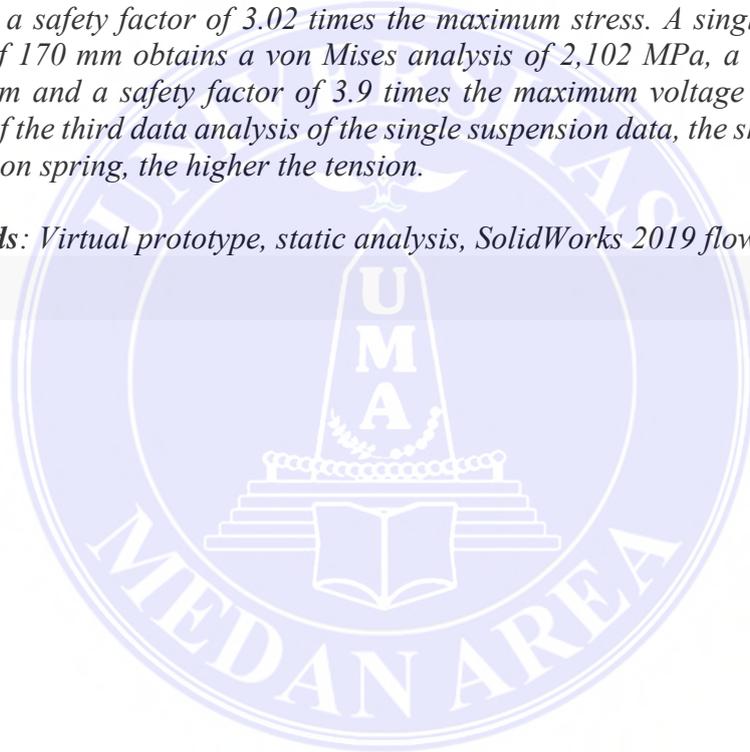
**Kata kunci :** Prototipe virtual, anlaisis static, *solidworks 2019-flow simulation*



## ABSTRACT

*Suspension movement analysis needs to be carried out because it is the initial stage to determine the pressure force experienced by each car when a collision occurs. The analysis was carried out using suspension icebergs using Solidworka 2019-flow simulation software (CFD) and the car and suspension in the form of a virtual prototype. In this analysis process, the researcher built 3 models of suspension springs with a pressure of 10 N. From the analysis carried out, the results of von Mises analysis, displacement analysis and strain analysis were obtained with different heights for the two single springs, namely with heights of 190mm, 150mm and 170mm. . So the results of the analysis obtained von Mises results for a 190mm single spring of 1.735 MPa, displacement of 3.14mm and a Safety Factor of 3.6 greater than the maximum stress. A single spring with a height of 150 mm has a von Mises analysis of 2,903 MPa, a displacement analysis of 2,408 mm and a safety factor of 3.02 times the maximum stress. A single spring with a height of 170 mm obtains a von Mises analysis of 2,102 MPa, a displacement of 2,659 mm and a safety factor of 3.9 times the maximum voltage data. From the results of the third data analysis of the single suspension data, the shorter the single suspension spring, the higher the tension.*

**Keywords:** *Virtual prototype, static analysis, SolidWorks 2019 flow simulation*



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kabanjahe pada tanggal 01 Oktober 2000 dari pasangan dari ayah Juna Jendakita Tarigan dan Ibu Rosidah Br Ginting. Penulis merupakan putra pertama dari 3 bersaudara. Penulis bertempat tinggal di desa Nangbelawan Kecamatan Simpang Empat Kabupaten Karo, Sumatra Utara

Pada tahun 2007 penulis memulai pendidikan formal di SD SINT YOSEPH Kabanjahe. Selanjutnya pada tahun 2013 penulis melanjutkan pendidikan di SMP Santo Xaverius 2 Kabanjahe. Kemudian pada tahun 2016 melanjutkan Pendidikan di SMA Negeri 2 Kabanjahe . Pada tahun 2019 penulis terdaftar menjadi mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Penulis melaksanakan program magang di PT. GANDA SARIBU UTAMA yang beralamat di Jl. Medan Binjai Km 12,5 No. 33 Puji Mulyo, Kecamatan Sunggal, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara selama enam bulan.

## KATA PENGANTAR

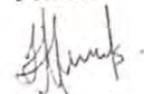
Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Kuasa atas segala kurniaNya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian adalah Analisis Gerakan Suspensi Pada Prototipe Virtual Mobil Menggunakan Perangkat Lunak.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M. Eng., M. Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area, Dr.Eng. Supriatno, ST,MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area, Bapak Dr. Iswandi ST, MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area, Bapak Tino Hermanto ST, Msc., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area, Bapak Dr.Eng. Rakhmad Arief Siregar, ST., M.Eng., selaku Dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing, memotivasi dan memberi saran kepada penulis dalam penulisan skripsi ini. Seluruh dosen pengajar dan pegawai Prodi Teknik Mesin Universitas Medan Area.

Terimakasih, kepada orang tua yang selalu mendukung penulis dalam penulisan skripsi ini yaitu Bapak Juna Jendakita Tarigan dan Ibu Rosidah Br Ginting. Orang tua yang senantiasa mencurahkan kasih sayang, memberikan semangat, yang setia menemani penulis dalam mencapai mimpi-mimpi.

Medan, Januari 2024

Penulis



Setia Wanda Tarigan

198130108

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Suspensi.....	4
2.2 Jenis Jenis Suspensi.....	5
2.3 Fungsi Sistem Suspensi .....	15
2.4 Persyaratan Sistem Suspensi .....	16
2.5 Komponen Sistem Suspensi .....	16
2.6 Gerakan Suspensi .....	21
2.7 Solidwork .....	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	29
3.1 Tempat dan Waktu.....	29
3.2 Alat dan Bahan.....	30
3.3 Metode Penelitian .....	31
3.4 Populasi dan Sampel .....	32
3.5 Prosedur Kerja.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	34
4.1 Hasil Klasifikasi Suspensi Virtual.....	34
4.2 Hasil Membangun Model Mobil Kecil.....	36
4.3 Hasil Simulasi Gerakan Suspensi.....	38
BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....	48
5.1 Simpulan .....	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA .....	49

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Sistem Suspensi Ujung Depan	5
Gambar 2.2.	Suspensi Depan Gandar Kaku ( <i>Rigid Axle Front Suspension</i> )	6
Gambar 2.3.	Sistem Suspensi I-Beam Kembar ( <i>Twin I-Beam Suspension System</i> )	7
Gambar 2.4.	Sistem Suspensi Depan I-Beam Tunggal ( <i>Single I-Beam Front Suspension System</i> )	8
Gambar 2.5.	Suspensi Ujung Depan Independen Menggunakan Torsion Bar ( <i>Independent Front End Suspension Using Torsion Bar</i> )	8
Gambar 2.6.	Suspensi Depan Independen Tipe Jajar Genjang ( <i>Parallelogram Type Independent Front Suspension</i> )	9
Gambar 2.7.	Sistem Suspensi Tipe Struck dan Link ( <i>Struck and Link Type Suspension System</i> )	10
Gambar 2.8.	Suspensi Depan Independen Trailing Arm ( <i>Trailing Arm Independent Front Suspension</i> )	11
Gambar 2.9.	Sistem Suspensi Tipe Geser <i>Sliding</i> ( <i>Types Suspension System</i> )	11
Gambar 2.10.	Sistem Suspensi Panduan Vertikal ( <i>Vertical Guide Suspension System</i> )	12
Gambar 2.11.	Longitudinal and Transverse Leaf Spring Rear End Suspension	13
Gambar 2.12.	Coil Spring Rear End Suspension	14
Gambar 2.13.	De-Dion and Independent Type Coil Spring Rear End Suspensions	14
Gambar 2.14.	Pegas coil ( <i>coil spring</i> )	17
Gambar 2.15.	Peredam Kejut ( <i>shock absorber</i> )	18
Gambar 2.16.	Lengan Ayun	20
Gambar 2.17.	Bentuk tipe dari dudukan peredam kejut	21
Gambar 2.18.	Pemodelan Suspensi Kendaraan	22
Gambar 2.19.	Osilasi <i>Sprung Mass</i>	23
Gambar 2.20.	Osilasi <i>Unsprung Mass</i>	23
Gambar 2.21.	Tampilan dasar solidwork 2019	25
Gambar 2.22.	Simulasi dengan solidwork	26
Gambar 2.23.	Tampilan dari motion analisis	26
Gambar 2.24.	Tampilan hasil dari motion analysis	27
Gambar 3.1.	Workstation	30
Gambar 3.2.	Solidworks 2019	31
Gambar 3.4.	Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 4.1.	Hasil klasifikasi pengujian suspensi	35
Gambar 4.2.	Model Mobil 1	36
Gambar 4.3.	Model Mobil 2	36
Gambar 4.4.	Model Mobil 3	37
Gambar 4.5.	Tegangan Ekuivalen (Von Mises) Pada Per Tunggal	38
Gambar 4.6.	Grafik Tegangan	39
Gambar 4.7.	Pepindahan (Displacement) Pada Per Tunggal	40
Gambar 4.8.	Grafik Perpindahan	41
Gambar 4.9.	<i>Factor of Safety</i> Pada Per Tunggal	42
Gambar 4.10.	Grafik Faktor Keamanan ( <i>Factor of Safety</i> )	44
Gambar 4.11.	Kerangka mobil kecil	45

Gambar 4.12. Macpherson Suspension	46
Gambar 4.13. Pengujian linear displacement	46
Gambar 4.14. Pengujian Motor force	47
Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Pengujian Suspensi Mobil Kecil	47



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir	29
Tabel 4.1. Spesifikasi Model Mobil Kecil	37
Tabel 4.2. hasil pengujian suspensi	45



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi otomotif dewasa ini sangat pesat, keamanan dan kenyamanan pengendara menjadi faktor yang paling utama disamping kehandalan mesin kendaraan itu sendiri. Terlepas dari performance apapun pada kendaraan, maka sistem suspensi memegang peranan yang sangat penting, karena sistem kerja suspensi dapat menentukan kenyamanan dan keselamatan pengendara dalam mengendarai. Pengujian tersebut antara lain adalah pengujian virtual seperti simulasi pada perangkat lunak, Perkembangan dunia teknologi di bidang komputasi sangat pesat terutama perangkat lunak (*software*) yang ditunjang kualitas hardware, sebagian besar pekerjaan manusia telah digantikan oleh pemrograman dengan komputer (Aritonang and Wulanuari 2018).

Dengan demikian komputer sebagai alat bantu manusia dalam menyelesaikan pekerjaan maupun menganalisa berbentuk desain tanpa harus menunggu hasil jadi barang/alat yang ingin diuji. Teknologi ini menjadi terobosan bagi setiap perusahaan yang ingin meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi, kecanggihan teknologi desain konstruksi tidak lepas dari peneliti yang mengembangkan ilmu, rekayasa khususnya. Biaya yang dikeluarkan selama penelitian maupun uji coba dapat dikurangi, mutu dan pengawasan model (*quality control*) sebelum di produksi masal.

Dalam penulisan penelitian ini, peneliti juga berkeinginan mengikuti perlombaan Shell Eco Maraton yang di selenggarakan setiap tahunnya sebagai

perwakilan dari Universitas Medan Area yang di ikuti dari beberapa universitas yang mengikuti ajang perlombaan tersebut. Dan membawa nama baik Universitas Medan Area terkhusus prodi teknik mesin di ajang yang bergengsi untuk anak anak teknik mesin tersebut.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang masalah, maka diperoleh rumusan masalah “Bagaimana menguji gerakan suspensi mobil kecil menggunakan perangkat lunak?”

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

- a) Menjelaskan klasifikasi pengujian mekanisme suspensi virtual pada kendaraan kecil.
- b) Membangun model mobil kecil yang di gunakan untuk menganalisis gerakan suspensi.
- c) Membuat simulasi gerakan suspensi mobil kecil menggunakan perangkat lunak.

## 1.4 Hipotesis Penelitian

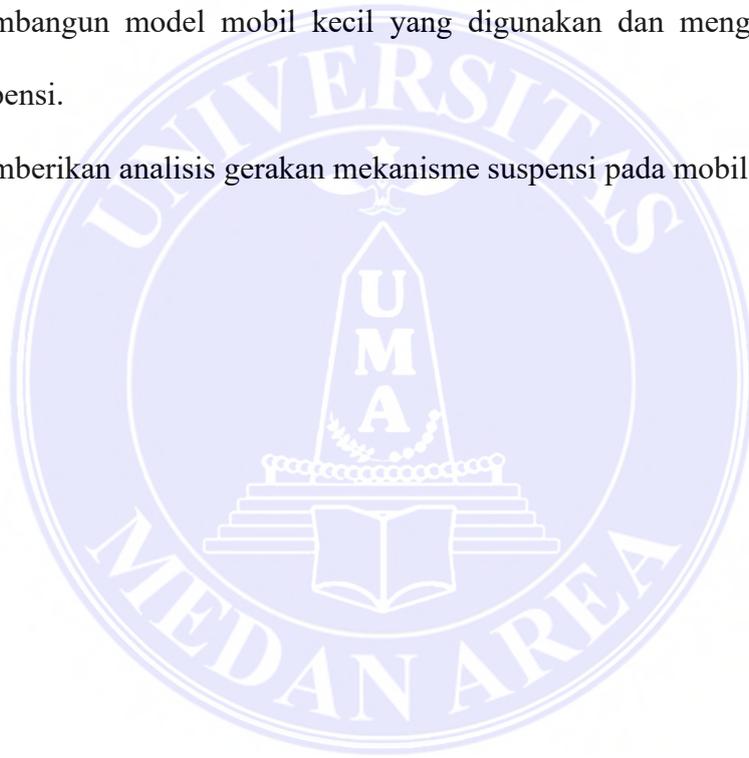
Dalam pengujian simulasi gerakan suspensi pada mobil kecil dilakukan agar kenyamanan berkendara dapat di rasakan oleh pengemudi atau penumpang serta mengetahui kesetabilan kendaraan pada saat ada berjalan berjalan pada saat keadaan berbeda sistem suspensi sangat berpengaruh pada kenyamanan berkendara

oleh karena pengujian gerakan suspensi perlu dilakukan untuk mengetahui gerakan suspensi tersebut saat mobil kecil digunakan sehingga pengemudi atau penumpang merasa nyaman.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini sebagai berikut :

- a) Mendapatkan hasil mekanisme gerakan suspensi pada kendaraan kecil.
- b) Membangun model mobil kecil yang digunakan dan menganalisis gerakan suspensi.
- c) Memberikan analisis gerakan mekanisme suspensi pada mobil kecil.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Suspensi

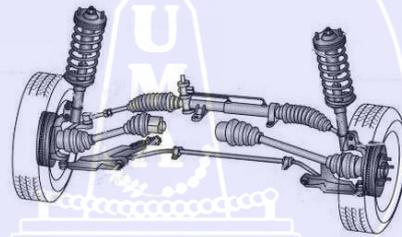
Suspensi adalah salah satu komponen yang digunakan untuk menyerap getaran saat mobil berjalan. Sistem suspensi ini pun berfungsi untuk menjaga kenyamanan dalam berkendara. Pasalnya komponen ini bisa meredam getaran serta guncangan ketika melewati jalan yang bergelombang atau tidak bagus. Selain meredam tekanan dan getaran, suspensi juga berfungsi sebagai penyeimbang. Suspensi dapat membantu menyeimbangkan serta menopang bodi mobil baik saat mobil melaju maupun diam. Jenis suspensi mobil tidak sama antara mobil satu dengan mobil lainnya. (Raju and Venkatachalam 2013). Penggunaan jenis suspensi yang berbeda antar mobil tersebut bertujuan untuk mengimbangi jenis mobil kecil itu sendiri. Berdasarkan pada konfigurasi, ada dua jenis system suspensi, yakni rigid suspension (suspensi *dependent*) dan suspensi *independent*. Suspensi *dependent* di cirikan dari poros penghubung roda kiri dan kanan merupakan kesatuan utuh serta kaku (*rigid*). Biadanya, suspensi *dependent* di pakai pada kendaraan angkut (truk). Pegas yang di gunakan untuk menumpu sprung mass biasanya dari jensi pegas daun (*leafspring*). Suspensi *independent*, umumnya diginakan di roda depan *city car* dan kendaraan penumpang (mini bus). Rangka dan bodi kendaraan mobil dipasang pada poros depan dan belakang tidak secara langsung tetapi melalui suatu bentuk pegas dan peredam kejut. Hal ini dilakukan untuk meredam guncangan jalan yang ditransmisikan. Bagian yang menjalankan fungsi ini secara kolektif disebut sistem suspensi (Naukowe, Śląskie, and Transport 2017).

## 2.2 Jenis Jenis Suspensi

Berikut jenis-jenis sistem suspensi yang digunakan pada kendaraan:

### 2.2.1 Sistem Suspensi Ujung Depan

Suspensi bagian depan lebih rumit dibandingkan suspensi bagian belakang karena roda depan tidak hanya bergerak naik turun terhadap rangka mobil tetapi juga berayun pada berbagai sudut ke rangka mobil untuk kemudi. Untuk memungkinkan roda depan berayun ke satu sisi atau sisi lain untuk kemudi, setiap roda dipasang pada poros yang merupakan bagian dari buku jari kemudi. Buku jari kemudi kemudian ditopang melalui sambungan bola, dengan lengan kendali atas dan bawah yang dipasang pada rangka mobil.



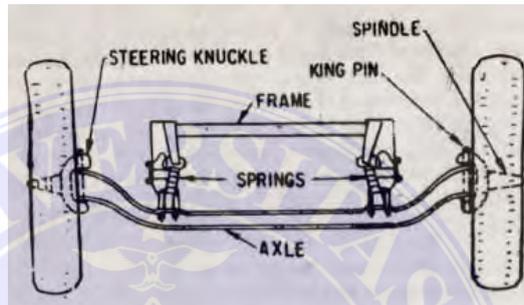
Gambar 2.1. Sistem Suspensi Ujung Depan

Sistem suspensi ujung depan dapat di bedakan dengan dua jenis yaitu:

#### 1) Suspensi Depan Gandar Kaku (*Rigid Axle Front Suspension*)

Jenis suspensi ini digunakan secara universal sebelum diperkenalkannya suspensi roda depan independen. Ini dapat menggunakan dua pegas daun memanjang, seperti yang ditunjukkan pada gambar, atau pegas melintang, biasanya bersamaan dengan peredam kejut. Rakitan ini dipasang mirip dengan suspensi pegas daun belakang. Pada suspensi jenis ini, hub roda depan berputar pada bantalan *antifriction* pada spindel kemudi yang dipasang pada buku-buku jari kemudi. Agar roda dapat diputar oleh perangkat kemudi, poros kemudi dan rakitan

buku jari kemudi berengsel pada ujung poros. Pin yang menjadi poros engsel ini biasa disebut dengan kingpin atau steering knuckle pin. Jika bagian bercabang merupakan bagian integral dengan buku jari kemudi dan dipasang di ujung poros, konstruksinya dikenal sebagai *Reverse Elliot*. Dalam konstruksi tipe Elliot, ujung porosnya bercabang dua untuk menahan perpanjangan buku jari kemudi di antara kedua ujungnya.



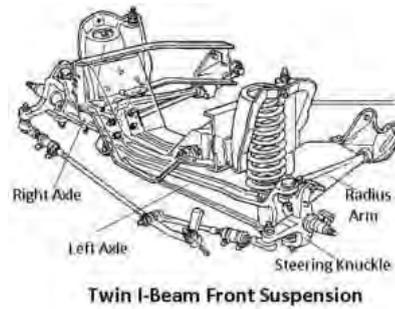
Gambar 2.2. Suspensi Depan Gandar Kaku (*Rigid Axle Front Suspension*)

## 2) Suspensi Depan Independen

Pada suspensi jenis ini, setiap roda depan ditopang secara independen oleh kumparan, batang torsi, atau pegas daun. Sebagian besar mobil penumpang kini menggunakan suspensi depan independen dengan sistem pegas koil yang paling umum. Antara roda dalam satu poros tidak terhubung secara langsung, masing-masing roda (roda kiri dan kanan) terhubung ke bodi atau rangka dengan lengan suspensi (*suspension arm*), pegas dan peredam kejut. Guncangan atau getaran pada salah satu roda tidak memengaruhi roda yang lain.

Umumnya kendaraan penumpang menggunakan sistem ini pada semua poros rodanya, sedangkan kendaraan niaga umumnya menggunakan sistem ini pada roda depan sedangkan pada poros roda belakang menggunakan sistem suspensi dependen pada poros roda belakang (Buruh and Di 2021). Adapun beberapa jenis suspensi depan *independe* berikut ini:

a) Sistem Suspensi I-Beam Kembar (*Twin I-Beam Suspension System*)



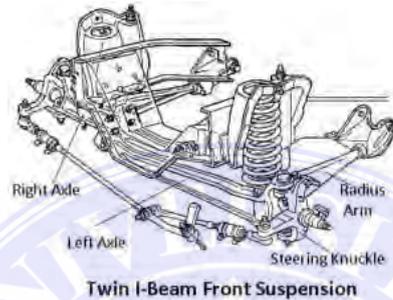
Gambar 2.3. Sistem Suspensi I-Beam Kembar (*Twin I-Beam Suspension System*)

*Twin I-Beam Suspension System* adalah jenis sistem suspensi yang digunakan di beberapa truk dan SUV. Ini pertama kali diperkenalkan oleh Ford pada 1960-an. Sistem ini dirancang untuk memberikan pengendalian yang lebih mulus dan penanganan yang lebih baik daripada pendahulunya. Desain *Twin I-Beam* oleh Ford memecah poros tunggal menjadi dua balok tunggal untuk setiap roda. Setiap balok dipasang pada titik pegas dan pivot independennya sendiri, memungkinkan satu roda berguling di atas tanah yang tidak rata dengan efek yang lebih kecil pada roda dan penumpang lainnya. Ujung-ujung balok-I dipasang ke rangka dengan poros. Ujung roda dari kedua balok I dipasang ke rangka dengan lengan radius, yang mencegah pergerakan roda ke belakang atau ke depan. Suspensi jenis ini memberikan fleksibilitas lebih.

b) Sistem Suspensi Depan I-Beam Tunggal (*Single I-Beam Front Suspension System*)

Suspensi depan single I-beam digunakan pada kendaraan besar. I-beam memiliki lubang di setiap ujungnya tempat gembong dipasang untuk menahan buku jari kemudi pada tempatnya. Setiap ujung balok-I ditopang oleh pegas daun. *Single I-Beam Front Suspension System* adalah jenis sistem suspensi front end yang

digunakan pada kendaraan yang lebih besar. *I-beam* memiliki lubang di setiap ujungnya di mana gembong dipasang untuk menahan buku jari kemudi di tempatnya. Setiap ujung balok-I didukung oleh pegas daun . Jenis sistem suspensi ini berbeda dari *Twin I-Beam Suspension System* yang digunakan pada *truk Ford* dan memiliki dua *I-beam*, bukan satu satu.



Gambar 2.4. Sistem Suspensi Depan I-Beam Tunggal (*Single I-Beam Front Suspension System*)

c) Suspensi Ujung Depan Independen Menggunakan Torsion Bar (*Independent Front End Suspension Using Torsion Bar*)

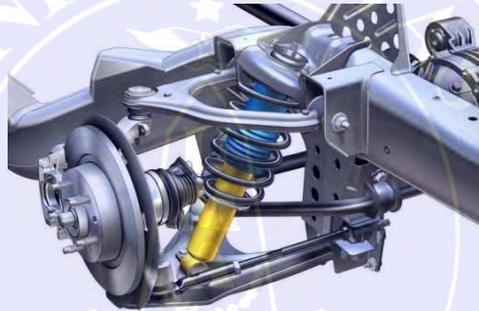
Sistem suspensi jenis ini, batang baja, yang dikenal sebagai batang torsi, bertindak sebagai pegas untuk menahan lengan kendali atas dan bawah sejajar di bawah beban. Ujung depan batang berbentuk heksagonal agar pas dengan lubang di lengan kendali bawah. Reaksi belakangnya juga berbentuk heksagonal agar pas dengan bukaan pada jangkar yang dipasang pada anggota rangka melintang. Segel menyembunyikan ujung batang torsi yang berbentuk heksagona Batang torsi terpelintir karena gaya pada ujung luar rakitan roda dari lengan kendali bawah.



Gambar 2.5. Suspensi Ujung Depan Independen Menggunakan Torsion Bar (*Independent Front End Suspension Using Torsion Bar*)

Batang torsi dirancang untuk menyeimbangkan gaya-gaya ini sehingga lengan bawah tetap berada pada ketinggian yang ditentukan. Ketinggiannya dapat diatur dengan mekanisme pengencangan pada ujung jangkar yang memutar batang melalui baut penyetel dan putaran. Batang penyangga digunakan untuk menjaga agar suspensi tetap sejajar. Suspensi ini mampu melindungi guncangan jalan yang menyebabkan lengan bawah memutar batang torsi. Ketika roda tidak lagi mengalami tekanan, lengan kembali normal.

d) Suspensi Depan Independen Tipe Jajar Genjang (*Parallelogram Type Independent Front Suspension*)

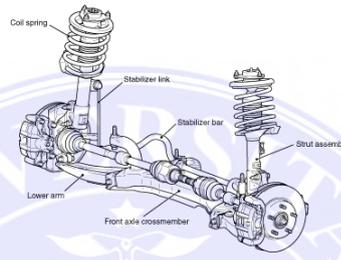


Gambar 2.6. Suspensi Depan Independen Tipe Jajar Genjang (*Parallelogram Type Independent Front Suspension*)

Gambar tersebut menunjukkan diagram sederhana dari suspensi depan independen menggunakan koil, batang torsi, dan pegas daun. Pada dasarnya, sistem ini dikenal sebagai suspensi depan independen tipe jajar genjang. Ini terdiri dari tautan atas dan bawah yang dihubungkan oleh pembawa poros rintisan. Secara umum, tautan bawah lebih besar dari tautan atas dan mungkin tidak sejajar. Pengaturan ini menjaga lebar lintasan saat roda naik dan turun sehingga meminimalkan keausan ban yang disebabkan oleh gesekan roda ke samping.

e) Sistem Suspensi Tipe *Struck* dan *Link* (*Struck and Link Type Suspension System*)

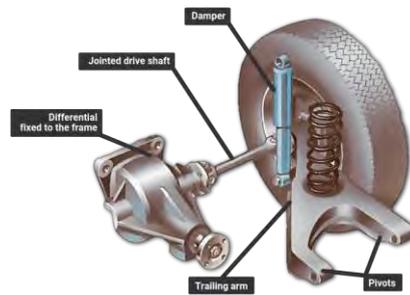
Sistem suspensi jenis ini tidak lazim konstruksi bodi integral karena jarak titik pembebanannya lebar. Tautan atas normal di ganti dengan yang fleksibel, pemasangan dan peredam teleskopik bertindak sebagai gembongnya, sistem suspensi yang di kenal dengan *mac pherso*. Sistem ini memiliki sedikit gerakan menggelinding dan mudah menyerap guncangan.



Gambar 2.7. Sistem Suspensi Tipe *Struck* dan *Link* (*Struck and Link Type Suspension System*)

f) Suspensi Depan Independen Trailing Arm (*Trailing Arm Independent Front Suspension*)

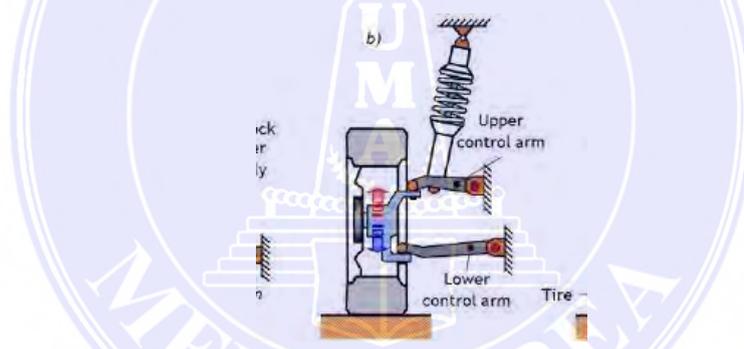
Trailing Arm adalah salah satu jenis Suspensi Independen yang mempertahankan sikap track & wheel konstan dengan sedikit perubahan jarak sumbu roda & sudut kastor. Ini memiliki pegas koil yang melekat pada lengan trailing, yang terhubung ke poros yang membawa hub roda. Ketika roda bergerak naik & turun, ia berputar & melepaskan pegas. Beberapa desain juga menggunakan batang torsi sebagai pengganti pegas koil. Suspensi depan independen lengan trailing mempertahankan lintasan dan sikap roda yang konstan dengan sedikit perubahan pada jarak sumbu roda dan sudut kastor. Pegas koil dipasang pada lengan belakang yang dipasang pada poros yang membawa hub roda. Ketika roda bergerak ke atas dan ke bawah, ia memutar dan melepaskan pegas. Batang torsi juga telah digunakan dalam desain tertentu sebagai pengganti pegas koil.



Gambar 2.8. Suspensi Depan *Independent Trailing Arm (Trailing Arm Independent Front Suspension)*

g) Sistem Suspensi Tipe Geser *Sliding (Types Suspension System)*

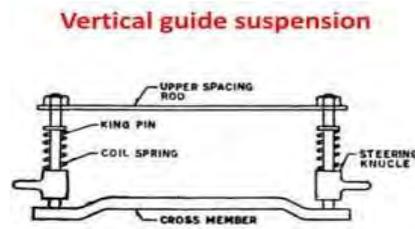
Pada sistem suspensi jenis ini, poros rintisan dapat bergerak ke atas dan ke bawah serta berputar pada bagian rangka. Lintasan, posisi roda, dan jarak sumbu roda tetap tidak berubah selama naik turunnya roda



Gambar 2.9. Sistem Suspensi Tipe Geser *Sliding (Types Suspension System)*

h) Sistem Suspensi Panduan Vertikal *(Vertical Guide Suspension System)*

Dalam sistem suspensi pemandu vertikal, gembong dipasang langsung ke anggota silang rangka. Ia dapat meluncur ke atas dan ke bawah, sehingga menekan dan memperluas pegas.



Gambar 2.10. Sistem Suspensi Panduan Vertikal (*Vertical Guide Suspension System*)

### 2.2.2 Suspensi Depan *Coil Spring* (*Coil Spring Front Suspension*)

Pada bagian suspensi depan coil spring dapat di bedakan menjadi tiga yaitu sebagai berikut ini :

1. Pada tipe pertama, pegas koil terletak di antara lengan kendali atas dan bawah. Lengan kendali bawah memiliki satu titik pemasangan pada rangka mobil.
2. Pada tipe kedua, pegas koil terletak di antara lengan kendali atas dan bawah. Lengan kendali bawah memiliki dua titik untuk dipasang padarangka mobil.
3. Pada tipe ketiga, pegas koil berada di antara lengan kendali atas dan menara pegas atau rumah yang merupakan bagian dari pekerjaan lembaran logam ujung depan.

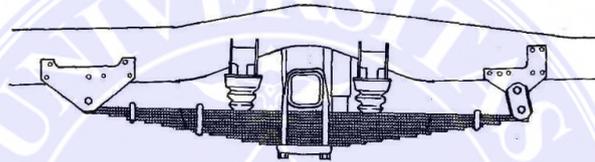
### 2.2.3 Sistem Suspensi Bagian Belakang (*Rear End Suspension System*)

Sistem suspensi bagian belakang pada umumnya ada di digunakan 3 jenis suspensi yaitu sebagai berikut ini:

1. Suspensi Ujung Belakang Pegas Daun Membujur dan Melintang (*Longitudinal and Transverse Leaf Spring Rear End Suspension*)

Suspensi bagian belakang pegas daun memanjang dan pegas koil banyak digunakan pada kendaraan modern. Suspensi bagian belakang pegas daun

melintang digunakan bersama dengan penggerak Hotchkiss, pegas daun harus dibuat kuat dan cukup tangguh untuk menyalurkan gaya dorong dan torsi penggerak agar menahan ke samping, selain itu, untuk menahan bobot pegas bodi. obot pegas dijaga sesedikit mungkin, untuk memperbaiki sisi kendaraan. Karena pegas umumnya tidak menopang roda, pelek, ban, rem, dan gandar belakang, maka bobot bagian-bagian ini disebut bobot pegas. Pegas dijepit pada rumah poros belakang dengan baut U, setiap ujungnya diputar ke rangka, melalui mata yang dibentuk di ujung daun terpanjang.



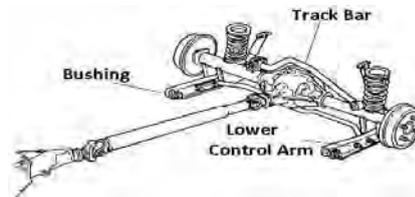
Gambar 2.11. *Longitudinal and Transverse Leaf Spring Rear End Suspension*

Salah satu ujung daun panjang diikat ke gantungan depan dengan baut dan ujung lainnya ke gantungan belakang dengan belunggu pegas. Kedua gantungan dibaut ke rangka. Pegas memanjang saat kompresi dan memendek saat ekspansi. Perubahan panjang pegas ini diimbangi dengan belunggu. Pada posisi tengah panjang pegas, klip pantulan ditempatkan. Mereka cukup longgar untuk memungkinkan daun-daun bergeser satu sama lain, namun cukup rapat untuk memungkinkan daun-daun menyatu ketika pegas memantul kembali. Mata pegas biasanya dilengkapi dengan bushing atau bahan anti gesekan, seperti perunggu atau karet.

## 2. Suspensi Ujung Belakang Pegas Koil (*Coil Spring Rear End Suspension*)

Suspensi pegas koil belakang adalah variasi dari suspensi pegas daun belakang yang sering ditemukan pada kendaraan penggerak roda belakang; Pegas

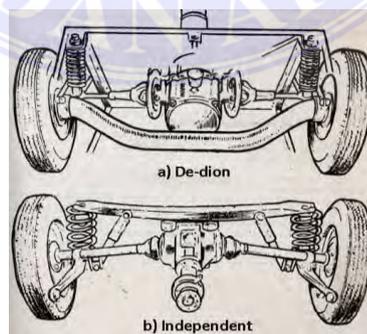
daun hanya diganti dengan pegas koil. Karena pegas koil lebih ringan, mereka memiliki bobot yang lebih sedikit, menciptakan pengendalian yang lebih mulus.



Gambar 2.12. (*Coil Spring Rear End Suspension*)

Gambar menunjukkan suspensi bagian belakang pegas koil. Suspensi jenis ini selalu digunakan bersama dengantabung torsi, link reaksi torsi, atau penggerak batang torsi. Oleh karena itu pegas coil tidak terkena gaya dorong atau puntirStabilisator dan batang radius juga digunakan untuk melepaskan pegas koil dari semua tegangan kecuali tegangan yang bekerja pada arah vertikal. Stabilizer mencegah terjadinya roll berlebihan atau kesamping saat mobil dalam keadaan bahaya.Batang radius menjaga poros belakang dan rangka tetap sejajar secara lateral. Pegas koil ditempatkan pada kedudukan pegas braket berbentuk panci yang dipasang pada poros belakang.

3. Suspensi Belakang Pegas Coil Tipe De-Dion dan Independen (*De-Dion and Independent Type Coil Spring Rear End Suspensions*)



Gambar 2.13. (*De-Dion and Independent Type Coil Spring Rear End Suspensions*)

Gambar tersebut menunjukkan suspensi belakang De-Dion dan pegas koil tipe independen. Di (A), tabung De-Dion yang kaku terletak memanjang dengan dua sambungan paralel dan secara lateral dengan sambungan watt. Tabung tersebut

menjaga lintasan pada lebar yang konstan. Perlu diketahui bahwa suspensi De-Dion bukanlah suspensi independen karena poros berbentuk tabung menghubungkan dan menopang kedua roda. Pada (B) diperlihatkan suspensi bagian belakang menggunakan lengan radius. Ini adalah suspensi belakang independen. Pada suspensi ujung belakang pegas daun traverse, digunakan pegas melintang tunggal. Pegas tersebut dipasang dalam posisi terbalik sejajar dan di atas poros belakang. Masing-masing ujungnya diguncang sampai ke porosnya. Pegas belakang melintang selalu digunakan dalam kombinasi dengan penggerak tabung torsi, sehingga tidak membawa gaya dorong dan torsi penggerak.

### 2.3 Fungsi Sistem Suspensi

Sistem suspensi terletak diantara body kendaraan dan roda-roda, dan dirancang untuk menyerap kejutan dari permukaan jalan sehingga menambah kenikmatan dan stabilitas berkendara serta memperbaiki kemampuan cengkram roda terhadap jalan. Ada pun fungsi dari sistem suspensi sebagai berikut ini:

1. Untuk mencegah kestabilan kendaraan dalam pitching atau rolling saat bergerak.
2. Untuk melindungi penumpang dari guncangan jalan.
3. Sistem suspensi mencegah guncangan jalan berpindah ke rangka kendaraan.
4. Untuk memberikan pegangan jalan yang baik saat mengemudi, menikung dan mengerem.
5. Untuk mempertahankan geometri kemudi yang tepat.

## 2.4 Persyaratan Sistem Suspensi

Adapun persyaratan yang terdapat dalam sistem suspensi adalah sebagai berikut ini :

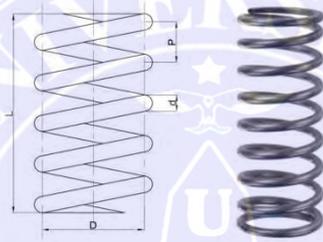
1. Lendutan minimum konsisten dengan stabilitas yang dibutuhkan.
2. Perbandingan dengan tipe komponen kendaraan lain, rangka wheelbase, steering linkage.
3. Lompatan roda minimum.
4. Biaya perawatan dan pengoperasian yang rendah.
5. Biaya awal yang rendah.
6. Berat minimal
7. Keausan minimal.

## 2.5 Komponen Dalam Suspensi

### 1) Pegas coil (*coil spring*)

Pegas mempunyai fungsi yang sangat penting pada sistem suspensi yaitu sebagai bantalan penyerap guncangan yang ditimbulkan oleh keadaan permukaan jalan. Dengan kata lain pegas berfungsi sebagai penyerap kejutan dari jalan dan getaran roda-roda agar tidak diteruskan ke bodi kendaraan secara langsung serta untuk menambah kemampuan cengkram ban terhadap permukaan jalan. Pegas pada sistem suspensi menurut bentuknya dapat digolongkan menjadi beberapa macam antara lain: pegas coil (*coil spring*), pegas daun, pegas torsi, suspensi udara dan pegas berlubang (*hollow spring*). Namun dalam penelitian ini Mobil kecil menggunakan jenis pegas coil. Pegas coil dibuat dari sebuah batang baja panjang yang di gulung. Dibandingkan dengan pegas daun, pegas coil lebih panjang sehingga mempunyai tahanan yang lebih baik terhadap kejutan dan tidak terdapat

gesekan bila terjadi defleksi, dengan demikian memberikan kenikmatan yang lebih baik. Sebaliknya pegas coil tidak memiliki sifat menyerap kejutan yang cukup sehingga peredam kejut (*shock absorber*) harus selalu digunakan bersamaan. Di samping itu mempunyai kerugian tidak dapat menjamin poros dengan sendirinya, karena itu jika pegas ulir digunakan pada system suspensi, maka diperlukan adanya dudukan-dudukan pegas yang dipasangkan di kedua ujung pegas ulir, sehingga beban bekerja vertikal pada dudukan-dudukannya. Seperti pada gambar 2.14 berikut ini.



Gambar 2.14. pegas coil (*coil spring*)

Sifat bahan berubah bentuk apabila mendapat beban dan kembali ke bentuk semula bila beban di lepas, peristiwa tersebut diatas disebut elastis. Besarnya defleksi sebanding dengan gaya yang bekerja, sedangkan perbandingan antara gaya yang bekerja dengan defleksi disebut konstanta pegas. (Alfian and Wasiwitono 2018)

$$K = \frac{F}{x} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

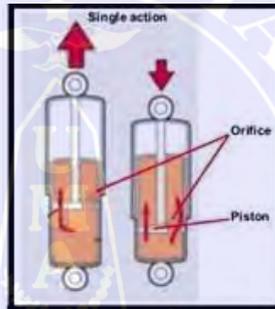
k : Konstanta pegas (N/m)

F : Gaya (N)

x : Defleksi (m)

2) Peredam Kejut (*shock absorber*)

Sistem suspensi apabila hanya terdapat pegas, kendaraan akan cenderung beroskilasi naik turun pada waktu menerima kejutan dari jalan. Akibatnya kendaraan menjadi tidak nyaman. Untuk itu shock absorber di pasang sebagai peredam oskilasi dengan cepat agar memperoleh kenikmatan berkendara dan kemampuan cengkram ban terhadap jalan. Peredam kejut digunakan juga untuk menyerap atau meredam kelebihan elastisitas pegas yang cenderung berayun- ayun setelah roda- roda menerima tumbukan, Seperti yang di tunjukan pada gambar 2.15 di bawah ini.



Gambar 2.15. Peredam Kejut (*shock absorber*)

Peredam kejut umumnya jenis hidraulik yang didalamnya terdapat cairan khusus yang di sebut minyak shock absorber. Minyak shock absorber memiliki kerapatan (*density*) dan berat jenis (*specific gravity*) tertentu, sehingga mampu memaksimalkan kerja dari shock absorber. Kerapatan (*density*) dan berat. jenis (*specific gravity*) dari fluida atau minyak yang digunakan dapat dirumuskan dengan persamaan berikut(Rahmadianto and A.P 2020):

$$\rho = \frac{m}{v} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

$$\rho = \text{Kerapatan atau density (Kg/m}^3 \text{ } \rho \text{ )}$$

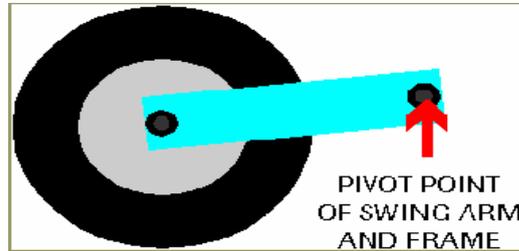
$m$  : Massa zat cair (kg)

$V$  : Volume zat cair ( $m^3$ )

### 3) Lengan ayun (swing arm)

Lengan ayun (swing arm) merupakan jenis suspensi yang biasa digunakan pada sepeda motor, khususnya pada suspensi belakang. Suspensi jenis ini mempergunakan garpu yang dipasang pada poros mendatar di belakang mesin dan dihubungkan pada bagian atas rangka belakang dengan sistem suspensi belakang yang biasanya menggunakan suspensi ganda atau *twin shock*. Sesuai namanya suspensi belakang ini jumlahnya sepasang yang masing-masing terpasang di sebelah kanan dan kiri dari lengan ayun. Tipe suspensi belakang dengan lengan ayun ada juga yang hanya mempergunakan satu shock yang biasa di sebut tipe suspensi monoshock, suspensi tipe ini umumnya digunakan pada kendaraan model sport. Ciri utama dari suspensi monoshock ini yaitu hanya memiliki satu peredam kejut yang dipasang di rangka tengah, bagian depan dari lengan ayun. Keunggulan tipe ini bila dibandingkan dengan tipe *twin shock* adalah lebih lembut, stabil dan nyaman untuk manuver. Namun suspensi tipe ini memiliki keterbatasan dalam daya angkutnya. Lengan ayun adalah salah satu komponen dari sistem suspensi yang biasanya terpasang atau dihubungkan langsung dengan roda dan rangka. Pada roda, lengan ayun dihubungkan menggunakan poros (*shaft*) yang diikat menjadi satu kesatuan dengan menggunakan mur. Sedangkan pada rangka, lengan ayun dihubungkan dengan menggunakan poros (*shaft*) yang mampu bergerak membentuk gerakan sudut yang biasanya kita lihat dalam bentuk gerakan naik turun. Hubungan lengan ayun dengan rangka ini biasa disebut *pivot point of swing*

*arm and frame*, hubungan antara lengan ayun dan rangka tersebut dapat di lihat pada gambar 2.16 di bawah ini :



Gambar 2.16. Lengan Ayun

#### 4) Dudukan (*mounting*)

Komponen lain yang terdapat pada sistem suspensi adalah dudukan (*mounting*) peredam kejut. Dudukan peredam kejut ini berfungsi sebagai tempat mengikatnya peredam kejut pada rangka kendaraan dan swing arm yang berhubungan dengan poros roda. Dudukan peredam kejut ini biasanya dibuat dengan cara pengecoran logam yang menggunakan cetakan pasir untuk proses pembentukan benda kerja. Setelah benda kerja terbentuk, selanjutnya dikerjakan lagi melalui proses pembubutan. Proses pembubutan dilakukan pada semua bagian, termasuk pembubutan dalam yang bertujuan untuk mendapatkan diameter dalam yang diinginkan. Dengan tujuan itulah mengapa dudukan peredam kejut dibuat dengan cara pengecoran logam, karena benda coran mengalami tambahan pengerjaan permesinan sehingga memerlukan suatu penyelesaian akhir (*finishing*) dengan menggunakan alat-alat permesinan. Dudukan peredam kejut terbagi menjadi dua tipe, yaitu dudukan peredam kejut tipe O dan dudukan peredam kejut tipe U. Bentuk dari masing-masing tipe dapat ditunjukkan pada gambar dan berikut ini (Imansyah, Haris, and Nata 2021):



Gambar 2.17. Bentuk tipe dari dudukan peredam kejut

## 2.6 Gerakan Suspensi

Dinamika kendaraan adalah studi tentang gerak seluruh kendaraan, Total derajat kebebasan sistem kendaraan. Setiap gerakan memiliki kecepatan sendiri, percepatan serta frekuensi. Sama halnya dengan sistem suspensi yang menghubungkan roda dengan body kendaraan memungkinkan terjadinya gerak relative, biasa terjadi antara roda dengan body kendaraan tersebut. Dinamika dari roda, profil jalan dan interaksi keduanya sangat critical untuk pengembangan sistem suspensi. sangat banyak digunakan dan dengan model yang sangat sederhana dari roda akan menggambarkan basic vibrasi adalah kontak antara pegas dan peredam secara paralel (Dzaky et al. 2022) . Dalam studi analisis pada dinamika melibatkan model suspensi yang mendasar dengan menggunakan kebebasan yang bermacam macam. Model dinamika dapat memiliki satu, dua atau 3 dimensi dengan variasi degree of freedom (DOF). 3 tipe model tersebut (7 DOF model full kendaraan, 4 DOF model setengah kendaraan, dan 2 DOF Model seperempat kendaraan (Arifin 2006).

Hukum Hooke adalah hukum tentang gaya ilmu fisika yang diakibatkan oleh sifat elastisitas dari sebuah pegas. Besarnya gaya Hooke ini secara proporsional akan berbanding lurus dengan jarak pergerakan pegas dari posisi normalnya, atau lewat rumus matematis dapat digambarkan sebagai berikut:

$$F = -kx \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana:

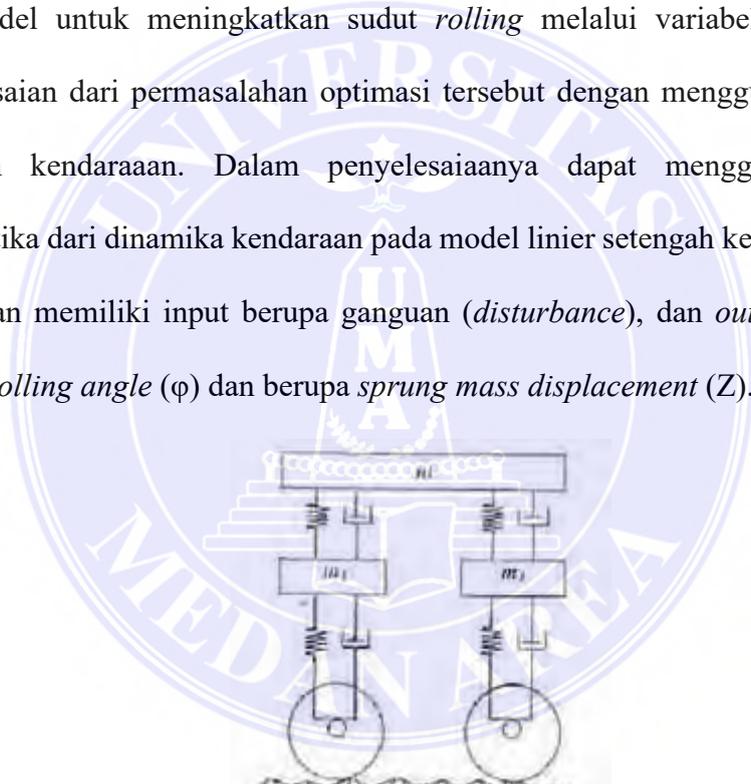
F : gaya (Newton)

k : konstanta pegas (Newton / Meter)

x : jarak pergerakan pegas dari posisi normalnya (Meter).

### 2.6.1 Pemodelan sederhana setengah kendaraan

Permasalahan formulasi modeling suspensi sebagai optimalisasi parameter dari model untuk meningkatkan sudut *rolling* melalui variabel *displacement*. Penyelesaian dari permasalahan optimasi tersebut dengan menggunakan struktur setengah kendaraan. Dalam penyelesaiannya dapat menggunakan model matematika dari dinamika kendaraan pada model linier setengah kendaraan. Model kendaraan memiliki input berupa gangguan (*disturbance*), dan *output* dari sistem berupa *rolling angle* ( $\varphi$ ) dan berupa *sprung mass displacement* (Z).

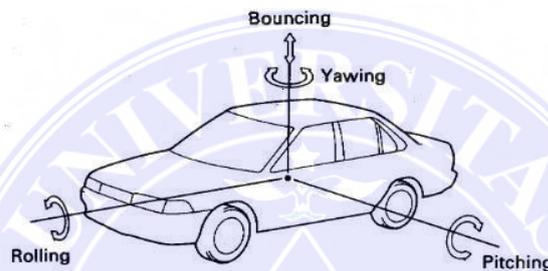


Gambar 2.18. pemodelan Suspensi Kendaraan

Sistem suspensi setengah kendaraan maupun full kendaraan memungkinkan kendaraan untuk dapat bergerak *osilasi* yang terjadi pada *sprung mass* maupun *unsprung mass*.

### a) Sprung Mass

Sprung mass adalah berat bodi kendaraan dan komponen lainnya yang ditopang oleh sistem suspensi dari kendaraan itu sendiri. Pada umumnya makin besar massa dari kendaraan akan menjadikan kendaraan tersebut lebih nyaman karena kemungkinan bodi untuk terguncang semakin kecil. Osilasi sprung weight terdiri dari bouncing, yawing, rolling, pitching.



Gambar 2.19. Osilasi Sprung Mass

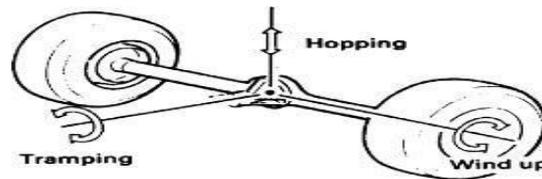
Bouncing adalah gerakan naik turun kendaraan secara keseluruhan saat melalui jalan bergelombang dengan kecepatan tinggi. Disebabkan oleh pegas yang lemah.

Yawing adalah gerakan bodi kendaraan kekanan dan ke kiri terhadap titik tengah kendaraan.

Rolling adalah terjadi saat kendaraan membelok atau melalui jalan bergelombang salah satu pegas mengembang dan pegas lain mengkerut.

Pitching adalah osilasi turun naik bagian depan dan belakang kendaraan terhadap titik tengah (titik berat) kendaraan, hal ini disebabkan oleh pegas yang lemah.

a) Osilasi pada unsprung weight



Gambar 2.20. Osilasi *Unsprung Mass*

Massa *unsprung* kendaraan adalah massa suspensi, roda atau trek, dan komponen lainnya yang terhubung langsung dengan nya. Ini kontras dengan massa pegas yang di dukung oleh suspensi, yang mencakup bodi dan komponen lainnya di dalamnya atau melekat padanya.

*Hopping* merupakan gerakan ke atas atau kebawah roda roda, yang biasanya terjadi pada jalan bergelombang pada kecepatan sedang dan tinggi.

*Tramping* merupakan gerakan oskilasi turun naik pada arah yang berlawanan pada roda kiri dan roda kanan. *Tramping* mudah terjadi pada suspensi tipe rigid (Bagus and Triwiyatno 2013).

## 2.7 Perangkat Lunak

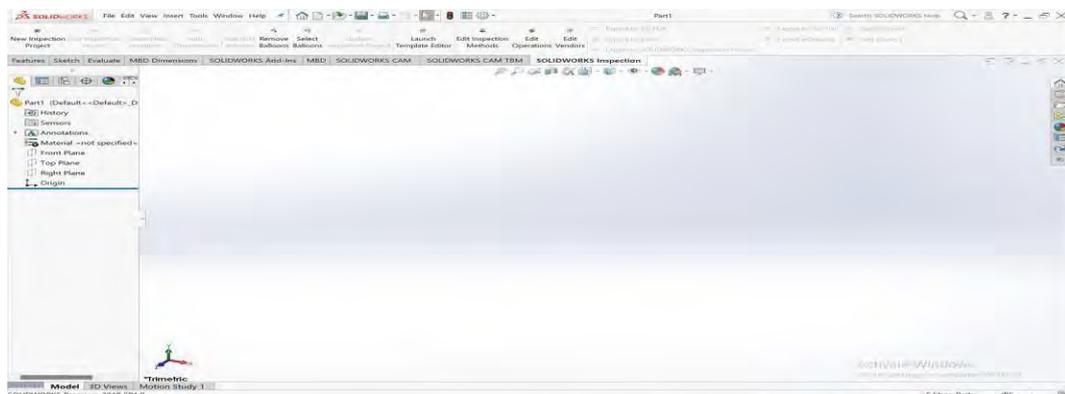
### 2.7.1 Solidwork

*Solidwork* merupakan *software design engineering* terkhususnya design model 3D yang diproduksi oleh *DASSAULT SYSTEMES*. Untuk *software* ini biasanya digunakan dalam mendesign model 3D dan ada tiga tampilan dalam *solidwork* yaitu part untuk menggambar model lalu *assembly* yaitu untuk meng*assembly* atau menggabungkan model-model part yang telah kita gambarkan menjadi sebuah konstruksi yang kita inginkan dan selanjutnya *drawing* yaitu untuk menggambar atau mempersentasikan model part atau *assembly* yang telah kita buat untuk di teruskan menjadi lembar kerja yang siap di cetak. *Solidwork* pertama kali di perkenalkan pada tahun 1995 sebagai pesaing dari *software CAD* lainnya seperti

*Pro-Engineer, Siemens, Unigraphics, Autodesk Inventor, dan Autodesk Autocad.*  
(EMA 2006)

*Solidworks corporation* didirikan pada tahun 1993 oleh Jon Hirschick, dengan merekrut engineer engineer profesional untuk mengembangkan perusahaan yang dibidang perangkat lunak CAD 3D, dan kantor pusatnya di Concord, Massachusetts, dan merilis produk pertama pada tahun 1995 dengan nama *solidwoks Sembilan puluh lima*. Pada tahun 1997 Dassault systems yang terkenal dengan product software 3Dnya yang bernama *Catia cad*. Kebanyakan dahulu masyarakat Indonesia lebih familiar dengan *Autocad* untuk desain perancangan gambar teknik, tapi sekarang dengan mengenal *solidwrok* untuk *autocad* sudah jarang digunakan untuk menggambarkan bentuk 3D. untuk permodelan pada industri pengecoran dalam hal pembuatan pattern atau pola atau pun model, program 3D yang terdapat pada *Software Solidwrok* sangat membantu dalam pekerjaan (Umurani and Amri 2018).

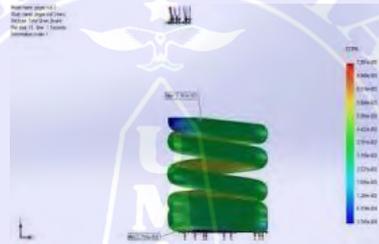
Sebab akan memudahkan operator pattern untuk menterjemahkan gambar menjadi pattern atau model *casting* pengecoran logam dan tentunya akan mengurangi kesalahan pembacaan gambar yang bisa mengakibatkan kesalahan dalam produk yang akan di hasilkan.



Gambar 2.21. Tampilan dasar *solidwork* 2019

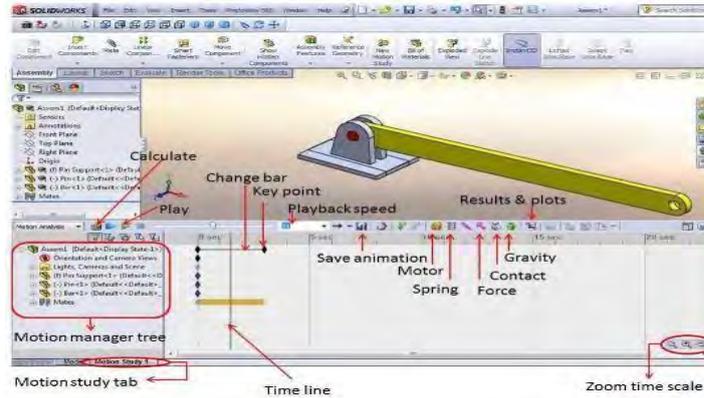
### 2.7.2 Simulasi *Solidwork*

*Solidwork simulation* adalah salah satu *toolbar solidworks* yang berfungsi meragakan benda kerja yang telah di rancang atau digambar dalam aplikasi *solidwroks* yang bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik benda kerja seperti kekuatan benda kerja, tegangan benda kerja, ketanguhan benda kerja, kekukatan luluh benda kerja. Untuk *solidworks simulation* selain dapat mengetahui sifat mekanik kerja, *solidwoks simulation* juga dapat mengetahui aliran fluida *atau flow effect* dan perpindahan panas *atau thermal effect* benda kerja. Seperti pada gambar 2.22 berikut ini. (Aisyiyah 2016)



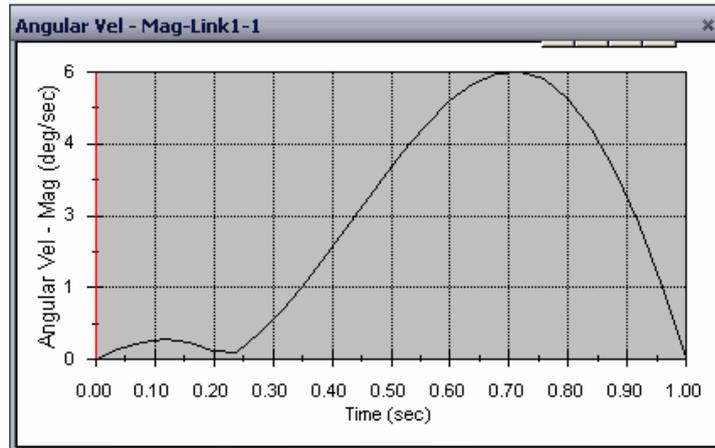
Gambar 2.22. Simulasi dengan *solidwork*

*Motion analysis* merupakan *tool* yang paling handal dari *simulation motion* yang dapat menggambarkan semua fitur analisis yang diperlukan seperti properti inersia dari komponen, gaya luar, kontak antara *solidbodi*, serta *mate*. Terdapat properties dalam *motion study* yang digunakan untuk meningkatkan resolusi dari proses analisis. *Frame per second* pengaturan yang dapat dimodifikasi dari rentang nilai 25 sampai 2000 iterasi untuk memperoleh hasil gerak dinamika yang sesuai. Sehingga semakin besar iterasi atau nilainya maka hasil grafik yang diperoleh semakin baik. (Chang 2016)



Gambar 2.23. Tampilan dari *motion analysis*

*Motion analysis* sendiri hanya dapat digunakan pada saat part sudah *terassembly*, sehingga langkah awal yang dilakukan untuk memulai analisa gerak pada simulasi gerakan suatu mekanisme dengan solidwork motion adalah pada proses assembly. Dimana dalam proses tersebut bagian *diassembly* dilakukan mate atau membatasi derajat kebebasan dari sistem mekanis dan menentukan jangkauan gerakan (Khabibullin et al. 2022). *Mate* merupakan hal krusial untuk *motion analysis*, dimana terdapat beberapa tipe *mate* yang harus digunakan sesuai fungsi masing masing agar sistem terkonfigurasi dengan baik. Untuk memulai menjalankan simulasi pada motion studi kita harus menambahkan gaya yang dapat berupa motor atau *force*. Setelah itu melakukan *running* sama halnya dengan menggunakan *software* lainnya. Waktu simulasi/durasi pada saat simulasi telah dijalanlka oleh waktu terbaik yang telah ditetapkan pada *solidwork motion manager*. Hal itu dikarenakan solidwork motion telah mengatur durasi untuk analisis pada hanya untuk 5 *second* oleh karena itu parameter ini perlu dilakukan modifikasi yang diinginkan. Hasil dari *studi Motion* dapat di lihat pada gambar berikut 2.23 di bawah ini. (Pehlivan n.d.)



Gambar 2.24. Tampilan hasil dari *motion analysis*

Dari penjelasan diatas sudah dapat disimpulkan bahwa keunggulan dari motion studi adalah sebagai alat yang dapat menggambarkan gerak suatu benda secara kinematik dan dinamik. Dengan penambahan parameter parameter pendukung, serta pemberian input. Kinematik berupa visualisasi gerak yang menggambarkan gerak nyatanya sertadilengkapi dengan grafik perubahan kondisi. Sedangkan kelemahan menggunakan motion studi adalah terbatasnya pada komponen yang lebih kompleks dikarenakan akan membutuhkan pembatasan gerak yang lebih banyak. Sehingga biasanya pada saat motion studi akan timbul *error* akibat *redandunt mate*.

### BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu

#### 3.1.1 Tempat pelaksanaan

Penelitian ini di laksanakan di laboratorium program studi teknik mesin universitas medan area.

#### 3.1.2 Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2022, dengan detail jawal tugas akhir seperti terlihat pada tabel 3.1. sebagai berikut

Tabel 3. 1. Jadwal Tugas Akhir

Aktifitas	2022			2023			2024
	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Nov	April
Pengajuan Judul	■						
Penulisan Proposal		■					
Seminar Proposal			■				
Persiapan Alat dan Bahan				■			
Pembuatan Desain Suspensi					■		
Simulasi Suspensi						■	
Analisa Data							■
Seminar Hasil Sidang Sarjana							■

## 3.2 Alat dan Bahan

### 3.2.1 Alat Penelitian

#### 1. *Workstation*

*Workstation* adalah perangkat komputer berspesifikasi tinggi yang dimanfaatkan untuk keperluan pekerjaan berat, seperti perhitungan ilmiah atau bidang teknik. Perangkat ini juga memanfaatkan jaringan untuk menghubungkannya dengan komputer server. Maka dari itu, perangkat ini harus memiliki kabel untuk menghubungkannya ke jaringan, aplikasi jaringan (*software* jaringan), dan kartu jaringan (NIC).



Gambar 3.1. *Workstation*

#### 2. *Software Solidworks*

*Solidworks* adalah *software* atau aplikasi *CAD (Computer Aided Design)* yang digunakan untuk membantu proses pembuatan desain mulai dari yang sederhana hingga yang kompleks. Melalui *software solidworks* kita dapat membuat desain sketsa 2 dimensi yang kemudian dapat di upgrade menjadi 3 dimensi, dengan fitur yang ada pada *solidwork* kita dapat membuat desain animasi hingga membuat analisis sederhana yang sangat membantu seseorang dalam melakukan analisis dan penelitian. Gambar 3.2 merupakan salah satu jenis *software solidworks* 2019 yang saat ini digunakan dalam proses pembuatan desain suspensi mobil kecil nantinya.



Gambar 3.2. *Solidworks 2019*

### 3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang di gunakan dalam penelitian dapat di lihat dalam diagram alir penelitian dalam Gambar 3.4 dan di jabarkan sebagai berikut ini.

#### 3.3.1 Studi literatur melalui jurnal dan buku

Sesuai dengan jenis penelitian yang akan dilakukan studi literatur atau studi pustaka dari buku atau jurnal yang berhubungan dengan simulasi gerakan suspensi juga penelitian terdahulu tentang simulasi gerakan suspensi untuk penyelesaian masalah dengan menggunakan simulasi.

#### 3.3.2 Persiapan peralatan

Persiapan dilakukan mulai dari mempersiapkan bahan – bahan utama mulai dari komputer dan software solidworks, dan mempersiapkan desain suspensi.

#### 3.3.3 Pembuatan desain suspensi

Dalam tahap pembuatan desain suspensi dilakukan dari atau didesain dengan perangkat lunak atau solidworks software yang didasari dari data – data yang sudah terlebih dahulu di persiapan dari awal penelitian.

#### 3.3.4 Pengujian simulasi

Pengujian simulasi ini dipergunakan untuk pengujian terhadap gerakan suspensi, juga berguna untuk membantu memperbaiki berbagai kekurangan dalam tahap pengujian suspensi ini. untuk mempersentasikan perilaku dari suatu sistem

nyata yang akan dilakukan dan juga akan dilakukan di suatu perangkat lunak yaitu *solidworks software*.

### 3.3.5 Analisis Data

Setelah melakukan pengujian simulasi pada sistem kemudi dengan menggunakan *solidworks software*, maka selanjutnya dilakukan analisis data yang diperoleh dari pengujian yang telah dilakukan, kemudian barulah ditarik kesimpulan.

## 3.4 Populasi dan Sampel

### 3.4.1 Populasi

Populasi dalam konteks ini adalah sebuah suspensi *prototype* mobil kecil yang mungkin sudah ada di pasaran. Dapat di Bedakan melalui tinggi, diameter dan diameter batang Serta jenis model mobil kecil kecil yang akan di teliti.

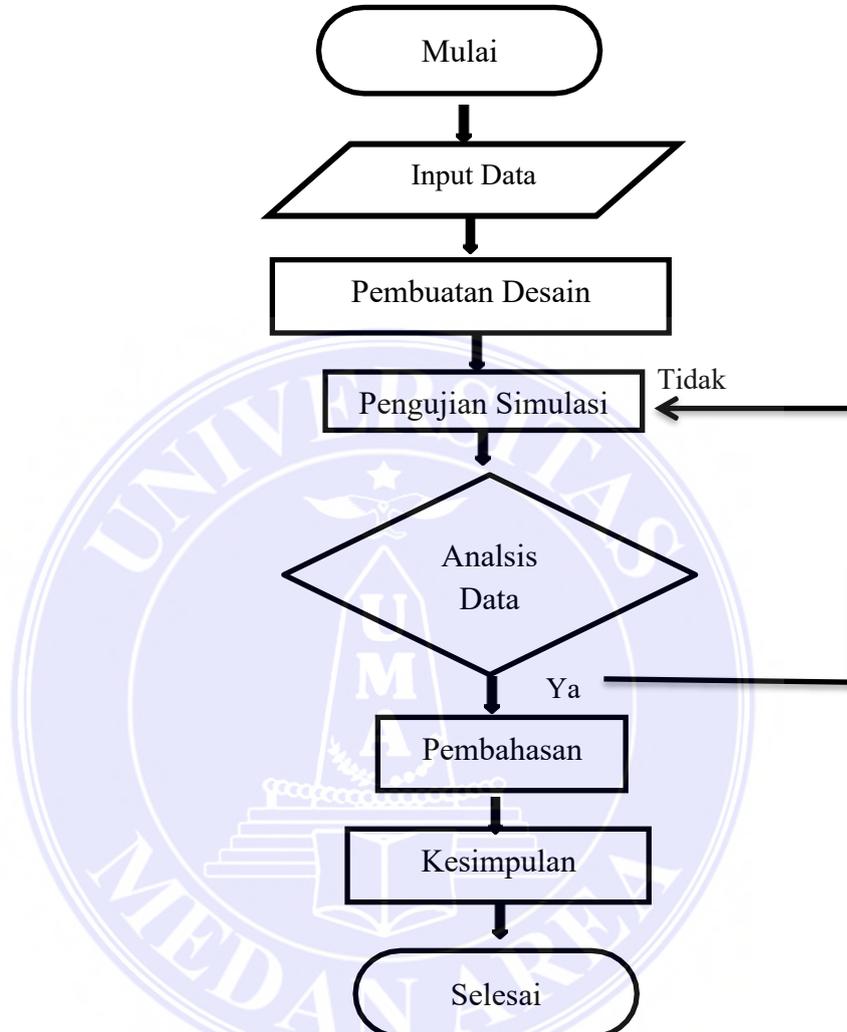
### 3.4.2 Sampel

Dalam pengembangan *prototype virtual*, anda mungkin tidak perlu memodelkan suspensi mobil kecil dalam populasi target. Sebaliknya, dapat memilih sampel yang mewakili berbagai karakteristik yang ingin anda teliti. Ini dapat mencakup suspensi mobil kecil dari berbagai merek dan jenis dengan berbagai fitur dan spesifikasi.

## 3.5 Prosedur Kerja

Dalam menjalankan penelitian ini dilakukan dengan cara mendesain model suspensi mobil kecil, kemudian dilakukan tahapan pensimulasian model *coil spring* dengan ketinggian yang berbeda. Kemudian model suspensi dimasukkan ke model mobil kecil dan dilakukan pensimulasian dengan menggunakan *solidwork* dan menganalisis hasil simulasi

### 3.5.1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.4. Diagram Alir Penelitian

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Simpulan

Dari hasil penelitian analisis gerakan suspensi pada *prototype virtual* mobil kecil dapat di simpulkan sebagai berikut :

1. Hasil Klasifikasi pengujian suspensi dibedakan menjadi dua jenis pengujian yaitu dengan *experimental* dan simulasi. Dalam skripsi ini dilakukan dengan simulasi menggunakan perangkat lunak.
2. Hasil Pembangunan model mobil kecil yang akan dilakukan pengujian gerakan suspensi pada *prototype virtual* pada mobil kecil sebanyak 3 model yang setiap modelnya di bedakan dengan desain setiap modelnya.
3. Hasil Gerakan suspensi dilakukan dengan pengujian terhadap coil *spring*nya dengan membangun 3 jenis *coil spring* dimana ketiga *coil spring* tersebut hanya di bedakan oleh tingginya dan diameternya.

#### 5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan penulis sampaikan kepada peneliti selanjutnya tentang analisis suspensi pada *prototype virtual* mobil kecil menggunakan perangkat lunak adalah peneliti di harapkan mengkaji lebih banyak sumber referensi yang terkait dengan suspensi mobil kecil menggunakan perangkat lunak agar peneliti mendapat lebih banyak informasi lebih banyak lagi. Diharapkan kepada peneliti selanjutnya lebih memantapkan penelitian menggunakan perangkat lunak karna lebih mudah serta lebih menghemat biaya selama penelitian sedang dilaksanakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aisyiyah, Nasyyatul. 2016. "Pemodelan Sistem Suspensi Kendaraan Dengan Menggunakan *Software Solidwork*." Institut Teknologi Sepuluh November 1: 93.
- Alfian, Mukhamad Ilham, and Unggul Wasiwitono. 2018. "Analisis Pengaruh Perubahan Geometri Suspensi Terhadap Dinamika Getaran Sepeda Motor." *Jurnal Teknik ITS* 7(1).
- Arifin, Fatchul. 2006. "Perancangan Dan Simulasi Sistem Suspensi Mobil Berbasis Kendali Optimal." *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)* 4(3): 201.
- Aritonang, Sovian, and Putri Herdiyana Wuluanuari. 2018. "Analisis Kerusakan Yang Disebabkan Oleh Vibrasi Pada Sistem Suspensi Kendaraan Roda Empat *Damage Analysis Caused by Vibration at Suspension System of Four Wheels Vehicle*." *Jurnal Teknoogi Daya Gerak* 1(1): 17–33.
- Bagus, Oni, and Aris Triwiyatno. 2013. "Desain Auto Tuning Pid Menggunakan Logika Fuzzy Pada Sistem Suspensi Aktif Tipe Paralel Nonlinear Model Kendaraan Seperempat." *Desain Auto Tuning Pid Menggunakan Logika Fuzzy Pada Sistem Suspensi Aktif Tipe Paralel Nonlinear Model Kendaraan Seperempat* 15(3): 114–20.
- Buruh, Transportasi, and Tani Di. 2021. "Perancangan Sistem Suspensi Independen Double Wishbone Untuk." 9(1): 63–80.
- Chang, Kuang-Hua. 2016. "Motion Simulation and Mechanism Design with SOLIDWORKS Motion 2016." : 1–152.
- Dzaky, Ibnu Agistia et al. 2022. "Analisis Suspensi *Double Wisbone* Terhadap Perilaku Kendaraan." 10(3): 425–34.
- EMA, SURYANI. 2006. *Pemodelan Dan Simulasi, Pertama*. yogyakarta: GRAHA ILMU.
- Imansyah, Oscar Haris, and Yudi Nata. 2021. "Desain Dan Analisa Sistem Air Suspension Pada Sepeda Motor Yamaha Xeon Gt125." *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra* 6(2): 41–47.
- Khatabullin, F. F. et al. 2022. "Mountain Bike Suspension Mechanism Dynamic Simulation." *Journal of Physics: Conference Series* 2373(9).
- Naukowe, Zeszyty, Politechniki Śląskiej, and Seria Transport. 2017. "*Scientific Journal of Silesian University of Technology . Series Transport Vehicle Suspension System Modelling And Simulation In The Solidworks Software Environment With Motion*." 97.
- Pehlivan, Fatih. "Vertical Vibration Analysis of 2 Degree of Freedom Rail Vehicle Model Using Solidworks Motion Interface." : 669–76.
- Rahmadianto, F, and Gerald A.P. 2020. "Analisa Pengaruh Variasi Displacement Shock Absorber Kendaraan Bermotor Terhadap Respon Getaran." *Journal Mechanical and Manufacture Technology* 1(1): 18–23.
- Raju, A Bala, and R Venkatachalam. 2013. "Analysis of Vibrations of Automobile Suspension System Using Full-Car Model." 4(9): 2105–11.
- Umurani, Khairul, and Taufik Amri. 2018. "Desain Dan Simulasi Suspensi Sepeda Motor Dengan Solidwork 2012." *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi* 1(1): 47–56.