

## BAB III

### DATA KENDARAAN UNTUK SIMULASI

#### 3.1. Tinjauan

Pemodelan truk secara lengkap dikembangkan dan bertujuan untuk mempelajari efektivitas dari sistem *Antilock Braking System* termasuk pemodelan dinamika kendaraan dari *traktor-semitrailer* pada pemodelan *TruckSim*, sistem ABS dalam *Simulink*. Ruang lingkup *Simulink* juga termasuk sistem pengereman dari seluruh truk, dimana termasuk pedal rem dan pemodelan ruang pengereman. Semua fungsi sistem bersama-sama mensimulasikan perilaku aktual truk.

#### 3.2. Spesifikasi dan Parameter Kendaraan

Dalam tugas akhir ini parameter dan spesifikasi yang digunakan Truk terdapat pada tabel 3.1.



Gambar 3.1 Truk [13].

Tabel 3.1 Spesifikasi Truk untuk simulasi.

SPESIFIKASI TRUK			
	PARAMETER KENDARAAN	NILAI	SATUAN
<b>KEMAMPUAN</b>	Kecepatan Maksimum *	126	km/h
<b>DIMENSI</b>	Jarak Sumbu Roda (Wheelbase)*	3205	mm
	<b>Total</b>		
	Panjang OL *	5420	mm
	Lebar OW ***	2000	mm
	Tinggi OH ***	2500	mm
	<b>Lebar Jejak</b>		
	Depan FR Tr ***	2100	mm
	Belakang RR Tr ***	1650	mm
	<b>Julur</b>		
	Depan FOH *	1066	mm
	Belakang ROHF *	1055	mm
	<b>Jarak kabin ke sumbu roda</b>	2590	mm
	<b>belakang CA (mm)</b>		
<b>BERAT CHASSIS</b>	Depan *	1392	kg
	Belakang *	655	kg
	Berat Kosong(Total)	2047	kg
	GVWR *	5200	kg
<b>KEMUDI</b>	Rasio Kemudi **	25	deg/deg
<b>AERODINAMIKA</b>	Massa Jenis Udara **	1.206	kg/m <sup>3</sup>
	Luas Area **	10	m <sup>2</sup>
	Panjang Referensi **	5000	mm
<b>BAN</b>			
	Berat Ban Depan @2 **	3000	kg
	Berat Ban Belakang @4 ban **	3000	kg
	Radius Ban depan dan belakang **	510	mm
<b>STEERING WHEEL TORQUE</b>	Torsi <i>steering</i> roda **	1/25	N-m
<b>PENGEREMAN</b>	Torsi Pengereman poros depan & belakang **	0	kN-m
		1.5 & 2	kN-m
		10.5 & 9	kN-m
<b>SUSPENSI</b>	<i>Unsprung mass</i> poros depan **	120	kg
<b>KINEMATIKA</b>	<i>Unsprung mass</i> poros belakang **	150	kg

\*Referensi Truk [13] \*\* Referensi *TruckSim* [6] \*\*\*Asumsi

**Tabel 3.2 Jumlah Derajat Kebebasan pada Software TruckSim 8.0 [6].**

No	Degree of Freedom (DOF)	Jumlah
1	<i>Sprung Mass Body Rigid</i>	6
2	<i>Wheel Spin</i>	4
3	<i>Independent Suspension</i>	4
4	<i>Solid Suspension</i>	4
5	<i>Compliance</i>	12
6	<i>Brake Fluid Pressure</i>	4
7	<i>Tire Dynamics</i>	8
8	<i>Engine Crankshaft</i>	1
9	<i>Wheel Steering Friction</i>	4
10	<i>Power Steering Boost</i>	1
11	<i>ABS System</i>	4
	<b>Total</b>	<b>52</b>

**Tabel 3.3 Pembagian Derajat Kebebasan pada Kendaraan Jalan Raya**

Keterangan	3 DOF	7 DOF	8 DOF
Pertimbangan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Planar</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Suspension</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Chassis</i></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Rigid Body</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Rigid Body</i></li> <li>• <i>Tyre Stiffness</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Wheel Spin Dynamics</i></li> </ul>
Komponen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>3 Translasi</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>1 Vertical Body</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>4 DOF Chassis</i></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>3 Rotasi</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Jumping</i></li> <li>• <i>1 Front and Back Pitching</i></li> <li>• <i>1 Left and Right rolling</i></li> <li>• <i>Four wheels vertical Jumping</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>4 Wheel Spin Dynamics</i></li> </ul>

### 3.3. Pemodelan Kendaraan Jalan Raya

Derajat kebebasan pada pemodelan kendaraan jalan raya itu aktualnya ada 6 yaitu : 3 buah translasi (x, y dan z) dan translasi ini menghasilkan *displacement* arah x, y dan z kemudian 3 buah rotasi (arah x, y dan z) dan rotasi ini menghasilkan momen arah x, y dan z [12]. Kegunaan dari derajat kebebasan adalah untuk mencari *displacement* serta gaya-gaya dalam yang bekerja pada kendaraan akibat beban yang bekerja pada kendaraan tersebut.

Pada pemodelan kendaraan jalan raya ini derajat kebebasan dihubungkan dengan *Software TruckSim 8.0* untuk mengetahui simulasi dari kendaraan tersebut. *Software* ini menghasilkan bermacam-macam *output* dari kendaraan yang menjadi ukuran fisik dari pengujian yang meliputi alat-alat kendaraan [6].

Ada beberapa kelebihan dari *Software TruckSim 8.0* yang digunakan untuk melakukan simulasi yaitu :

1. *Software* ini mudah digunakan daripada program simulasi kendaraan lainnya.
2. *Software* ini tidak memerlukan perangkat hardware khusus.
3. Untuk menjalankan simulasi sangat cepat.
4. *TruckSim 8.0* tidak memerlukan software tambahan.
5. *Software* ini dapat menampilkan grafik *database*, data dari program (*solver programs*), hasil plot dari simulasi (*plotter*), gambar animasi dari simulasi (*animator*) dan *utility programs*.

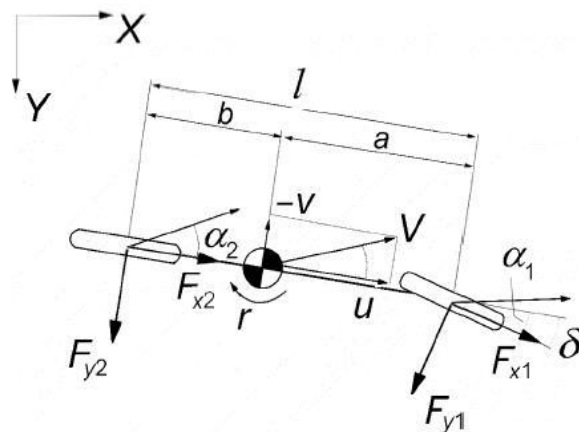
Dibawah ini adalah langkah-langkah dasar dalam mengoperasikan *TruckSim 8.0* meliputi urutan-urutan sebagai berikut [6] :

- a) Pilih kendaraan yang akan digunakan untuk simulasi. Cari parameter-parameter yang dibutuhkan *Software TruckSim 8.0* seperti : dimensi, massa, *brake system*, *steering system*, *shock absorbers*, *springs*, dan lain-lain.
- b) Tetapkan *input-input* kontrol pada *steering*, *braking* dan *throttle*.
- c) Jalankan simulasi dengan menekan *run now* dan *send to simulink*.
- d) Tekan tombol “*animate*” pada software untuk melihat simulasi yang terjadi.

- e) Tekan tombol “plot” untuk melihat dan menganalisa grafik yang terjadi selama simulasi.

### 3.3.1 Sistem Tiga Derajat Kebebasan *Bicycle Model* (3 DOF)

Model kendaraan dengan tiga derajat kebebasan, merupakan model sederhana yang mengasumsikan kendaraan jalan raya roda empat sebagai suatu benda yang bersifat *rigid*, dengan mengabaikan adanya suspensi yang menghubungkan antara ban dengan *chassis*. Oleh sebab itu, dalam pemodelan kendaraan dengan tiga derajat kebebasan tidak dapat menganalisa gerak *roll* dari kendaraan tersebut [2]. Model kendaraan dengan tiga derajat kebebasan juga tidak dapat menganalisa dinamika suatu kendaraan dalam arah sumbu *Z*, atau dengan kata lain, model kendaraan dengan tiga derajat kebebasan bersifat *planar*. Untuk lebih mudahnya, model kendaraan dengan tiga derajat kebebasan dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 *Bicycle Model* dengan tiga derajat kebebasan [2].

Karena sistem koordinat pada kendaraan tetap, maka persamaan umum untuk model kendaraan dengan tiga derajat kebebasan adalah sebagai berikut [2]:

$$m(\dot{u} - vr) = \sum F_{La} \quad (3.1)$$

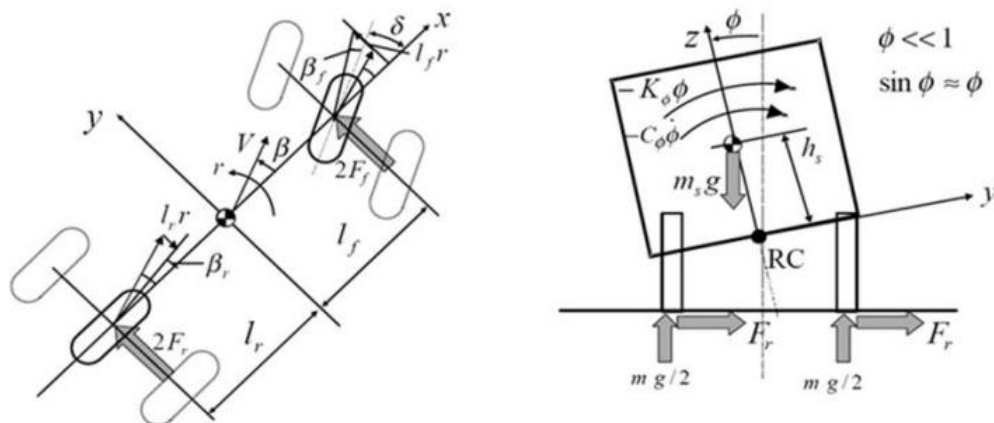
$$m(\dot{v} + ur) = \sum F_{Lo} \quad (3.2)$$

$$I\dot{r} = \sum M \quad (3.3)$$

Pada Persamaan (3.1) sampai dengan Persamaan (3.3),  $m$  adalah massa dari kendaraan,  $u$  adalah kecepatan longitudinal,  $v$  adalah kecepatan lateral, dan  $r$  adalah kecepatan rotasi kendaraan dengan sumbu putar Z pada pusat gravitasi.  $\sum F_{La}$  adalah penjumlahan dari gaya-gaya lateral,  $\sum F_{Lo}$  adalah penjumlahan dari gaya-gaya longitudinal,  $I$  adalah moment inersia, dan  $\sum M$  adalah penjumlahan dari moment pada pusat gravitasi.

### 3.3.2 Sistem Tiga Derajat Kebebasan *Automobile Model* (3 DOF)

Kendaraan dimodelkan sebagai tiga derajat kebebasan dimana meliputi *slip angle*  $\beta$ , *yaw rate*  $r$ , *roll angle*  $\theta$ . Dengan catatan pemodelan ini melakukan pertimbangan terhadap *roll angle* kendaraan. *Automobile model* dapat dibahas pada bagian dibawah ini.



Gambar 3.3 *Automobile model* tiga derajat kebebasan [1].

Percepatan Lateral:

$$mV(\dot{\beta} + r) - m_s h_s \ddot{\theta} = 2F_f + 2F_r \quad (3.4)$$

Gerakan Yaw:

$$I\dot{r} - I_{xz} \ddot{\theta} = 2l_f F_f + 2l_r F_r \quad (3.5)$$

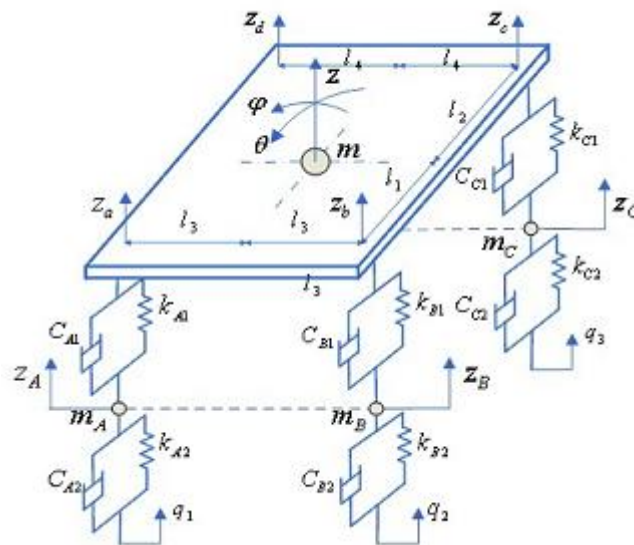
Gerakan Roll:

$$I_\theta \ddot{\theta} - m_s h_s \ddot{\theta} V(\dot{\beta} + r) - I_{xz} \dot{r} = \sum M_x \quad (3.6)$$

### 3.3.3 Sistem Tujuh Derajat Kebebasan (7 DOF)

Tiga asumsi diberikan ketika pemodelan getaran kendaraan jalan raya dibangun. Anggaplah benda merupakan benda *rigid*, berat benda dan berat lainnya ditumpu oleh suspensi yang disederhanakan sebagai benda *rigid* dimana hanya mempunyai *lumped mass*. Kendaraan jalan raya menjaga kecepatan pada kondisi konstan agar dapat berjalan pada lintasan lurus dan menjaga kontak antara roda dengan jalan sepanjang waktu. Kekakuan suspensi dan kekakuan ban mempunyai hubungan linear dengan perpindahan. Peredam suspensi dan peredam ban berbanding linier dengan kecepatan relatif [8].

Gambar 3.4 menunjukkan pemodelan tujuh (7) derajat kebebasan yang dibangun dari kendaraan jalan raya. Tujuh derajat kebebasan itu adalah benda vertikal *jumping*, *pitch* depan dan belakang, *roll* kiri dan kanan dan empat roda vertikal *jumping*.

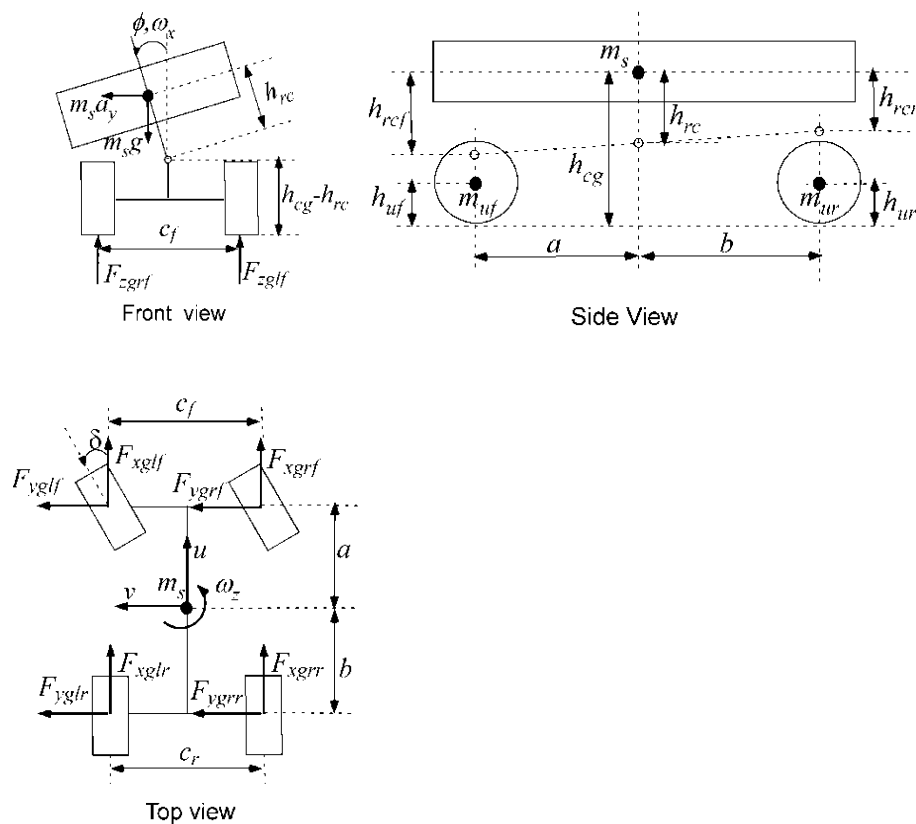


Gambar 3.4 Pemodelan 7 derajat kebebasan Truk [8].

### 3.3.4 Sistem Delapan Derajat Kebebasan (8 DOF)

Model kendaraan dengan delapan derajat kebebasan (8 DOF) sering digunakan sebagai penyederhanaan dalam hal *handling* kendaraan jalan raya dimana pemodelan ini tidak melibatkan *longitudinal acceleration*.

Gambar dibawah ini menunjukkan skema dari model kendaraan dengan 8 derajat kebebasan. Model tersebut memiliki empat derajat kebebasan untuk kecepatan pada *chassis* dan satu derajat kebebasan untuk tiap-tiap roda yang merepresentasikan *wheel spin dynamics*. Kecepatan pada *chassis* meliputi kecepatan longitudinal,  $u$ , kecepatan lateral,  $v$ , kecepatan sudut *roll*,  $\omega_x$ , dan kecepatan sudut *yaw*,  $\omega_z$ . Pada model ini, suspensi ban depan dan ban belakang disederhanakan dengan nilai ekuivalen dari kekakuan untuk gerak *roll* ( $k_{\phi_f}/k_{\phi_r}$ ) dan koefisien dari *roll damping* ( $b_{\phi_f}/b_{\phi_r}$ ).



Gambar 3.5 Skema dari model kendaraan dengan 8 derajat kebebasan [11].

### 3.4. Kondisi yang diharapkan

Pada Tugas Akhir ini penulis menganalisa perilaku kendaraan pada saat kondisi:

- Torsi pengereman pada poros depan dan belakang berlangsung secara simultan dengan beda torsi pengereman.
- Torsi pengereman pada poros depan dan belakang bernilai 0.



### **3.5 Standar Pengujian *Performance Handling* pada Kendaraan Jalan Raya**

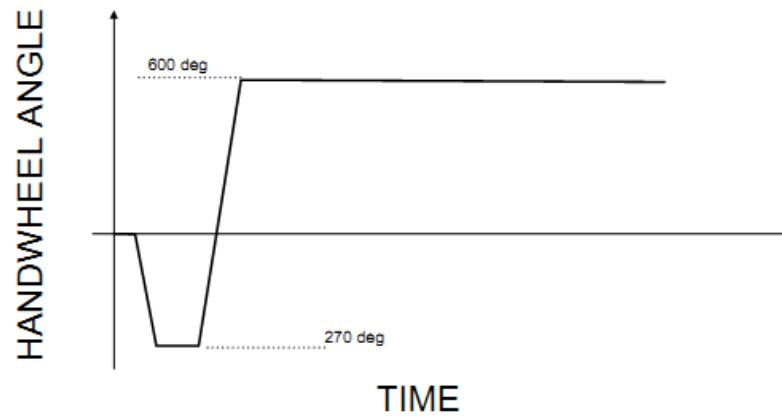
Uji simulasi ini dilakukan sesuai standar dari referensi yang digunakan yaitu mengacu pada prosedur standar *NHTSA (National Highway Traffic Safety Association)*, dimana beberapa prosedur tidak dilakukan karena menyesuaikan langkah simulasi, hal ini dilakukan karena acuan yang biasa dipakai adalah uji fisik pada kendaraan yang sesungguhnya sedangkan pengujian yang dilakukan adalah pengujian simulasi dengan perangkat lunak komputer yaitu dengan *software TruckSim 8.0*. Pengujian ini dilakukan untuk mempermudah dalam analisa parameter hasil simulasi yang dilakukan dan dalam melakukan prosedur simulasi. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

#### **3.5.1 Prosedur Manuver**

Berdasarkan referensi prosedur manuver pengujian ada dua komponen utama yaitu pengujian *Fishhook Maneuver* dan pengujian *J-Turn Maneuver* tanpa pengereman. Penjelasan dari komponen pengujian tersebut adalah sebagai berikut:

##### **1) *Fishhook Maneuver***

Maneuver ini dilakukan untuk mengetahui apakah kendaraan tersebut menyebabkan *two-wheel liftoff* (dua roda terangkat) ataupun *rollover* pada akselerasi lateral terendah daripada *J-Turn* dengan secara tiba-tiba melakukan belokan besar dan kemudian berbelok kembali lebih jauh pada arah sebaliknya. Pada belokan ke dua roda kemudian dipegang tetap selama pengujian berlangsung. Manuver ini untuk menunjukkan keadaan ekstrim pada saat pengemudi melakukan manuver mendahului atau manuver penyelamatan dengan dua roda pada saat keluar jalur di jalan raya.



Steering Rates Based on Roll Natural Frequency

Gambar 3.6 Input Roda Kemudi pada *Fishhook Maneuver* [9].

**Tabel 3.4 Nilai sudut roda kemudi untuk *Fishhook Maneuver* [9].**

Nilai Sudut Roda Kemudi untuk <i>Fishhook Maneuver</i>	
Waktu (second)	<i>Handwheel Angle</i> (degree)
0	0
$B - 0.125$	270
$B + 0.125$	270
$2 * B$	0
$2 * B + 0.80$	-600
5.000 (End of Test)	-600

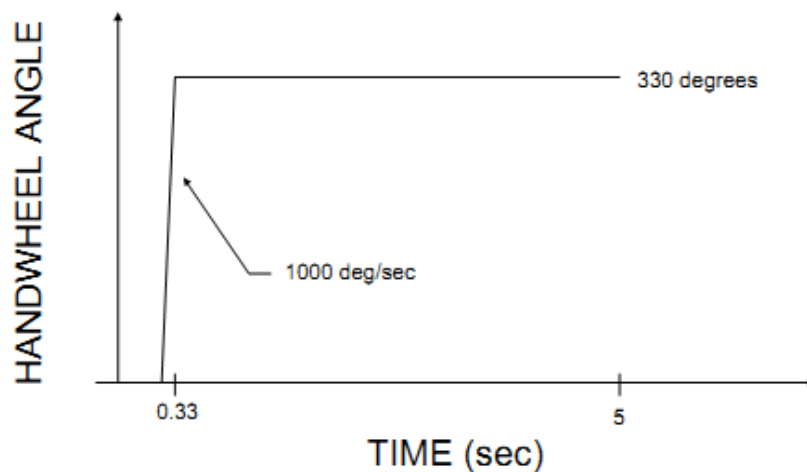
Tabel 3.4 menunjukkan tabel nilai sudut roda kemudi pada waktu tertentu untuk manuver *Fishhook*.  $B$  adalah nilai frekuensi *natural roll* kendaraan (dalam hertz) nilai ini dapat diperoleh dengan analisa grafik pada referensi [3]. Manuver ini dilakukan dengan kisaran kecepatan mulai 34 s/d 50 mph atau 54 s/d 80 kph. Pengujian ini hanya dilakukan untuk satu kali arah belok kekiri saja.

Selain itu *Fishhook Maneuver* dirancang untuk memperkirakan respon *steering* pengemudi selama manuver penyelamatan saat dua roda dalam keadaan *off road*.

## 2) *J-Turn Maneuver Tanpa Pengereman Bertahap*

Prosedur manuver ini dilakukan untuk menunjukkan kecenderungan rollover kendaraan dengan cara melakukan belokan besar secara tiba-tiba. Pada saat berbelok dengan tiba-tiba, roda kemudi ditahan tetap selama pengujian. Pada manuver ini kendaraan mulai berjalan pada garis lurus pada 0 detik. Ketika 0.33 detik roda kemudi diputar dari 0 s/d 330 derajat selama sisa 4.67 detik dari waktu pengujian.

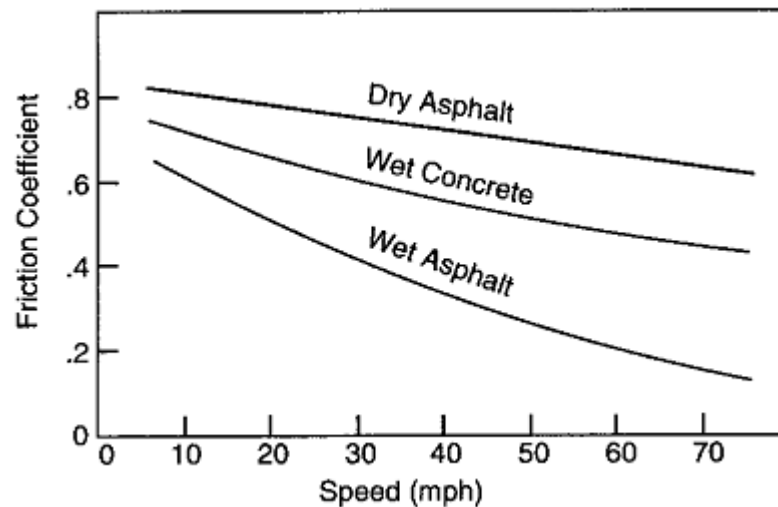
Manuver ini dilakukan pada kisaran kecepatan 36 s/d 60 mph atau 56 s/d 96 kph. Pengujian ini hanya dilakukan untuk arah belok kekiri saja. Profil *J-Turn maneuver* ini yang akan digunakan seterusnya sebagai *input steering* dimana pada aplikasinya untuk menghindari tabrakan antar kendaraan. Sedangkan kecepatan yang digunakan sebesar 60 km/jam.



Gambar 3.7 *Input Roda Kemudi pada J-Turn Maneuver* [9].

### 3.5.2 *Input Parameter Jalan*

Sesuai dengan standar pengujian simulasi yang akan dilakukan maka dipilih kondisi jalan aspal kering dengan nilai  $M_u$  jalan disesuaikan kisaran kecepatan kendaraan pada saat melakukan manuver pengujian. Nilai  $M_u$  diperoleh dengan metode grafik sesuai gambar di bawah ini [3]:



Gambar 3.8 Grafik Koefisien Gesek sebagai fungsi kecepatan [3].

## 3.6 Suspensi

### 3.6.1 Fungsi Utama Sistem Suspensi

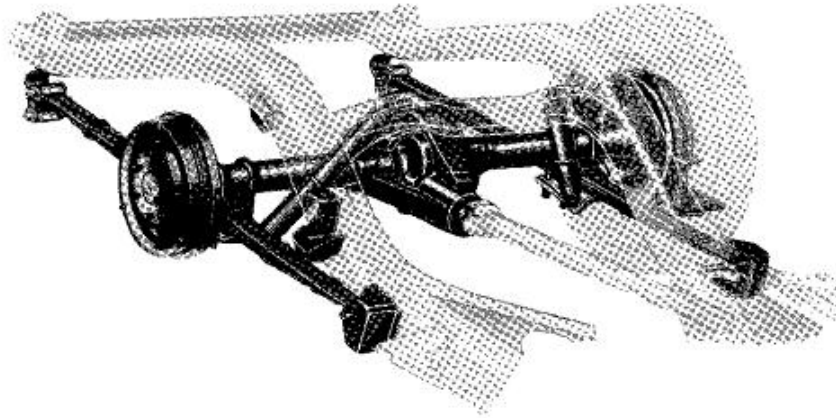
- Membagi *compliance* vertikal jadi roda dapat mengikuti jalan yang tidak rata, menahan *chassis* dari kekasaran jalan.
- Mengatur roda dalam kemudi *proper* dan *camber* terhadap permukaan jalan.
- Memberikan reaksi terhadap gaya pengaturan yang dihasilkan ban longitudinal (percepatan dan gaya pengereman), lateral ( gaya pembelokan), pengereman dan torsi penggerak.
- Menahan *roll chassis*.
- Menjaga kontak ban dan jalan dengan variasi beban minimal.

### 3.6.2 Solid Axles

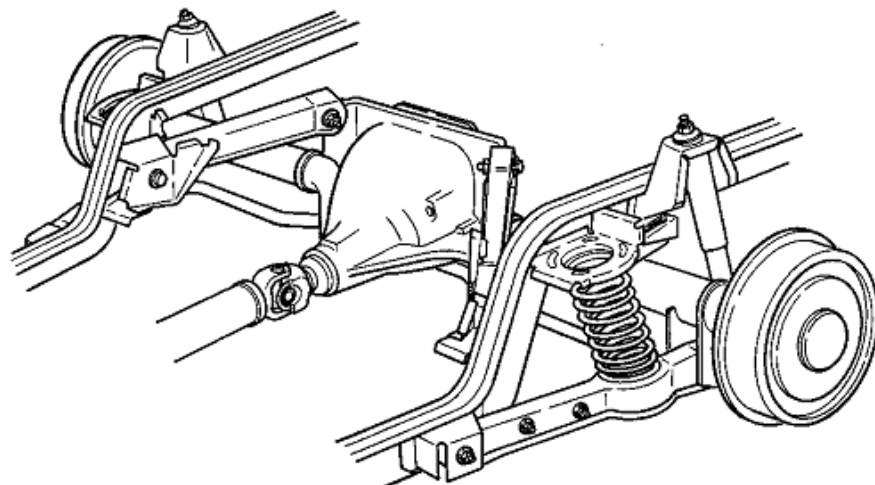
*Solid axle* salah satunya dimana roda ditahan pada ujung batang *rigid* jadi setiap pergerakan dari satu roda diteruskan ke roda yang berlawanan yang dapat menyebabkan kendaraan berbelok bersama-sama. Poros penggerak *solid* (terkadang disebut “*live*”) digunakan pada bagian belakang kebanyakan mobil dan truk dan pada bagian depan dari truk 4 WD (*Wheel Drive*). Poros batang *solid* umumnya digunakan pada bagian depan truk bermuatan berat dimana kapasitas kendaraan beban yang tinggi dibutuhkan.

*Solid axle* mempunyai keuntungan bahwa *camber* roda tidak dipengaruhi oleh *body roll*. Jadi disana terdapat sedikit *camber* roda pada saat berbelok, kecuali timbul dari tekanan terbesar pada ban dalam arah luar belokan. Dalam penambahannya, kesejajaran roda dijaga untuk meminimalisir pemakaian ban. Kerugian terbesar dari poros kemudi *solid* adalah kelemahannya dalam menghadapi getaran pada kendaraan di saat berjalan.

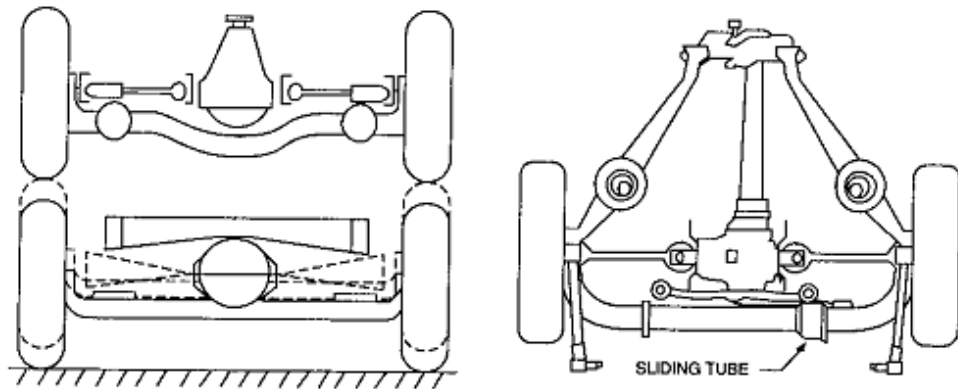
Gambar dibawah ini adalah bermacam-macam tipe *solid axles* :



Gambar 3.9 *The Hotchkiss rear suspension* [3].



Gambar 3.10 *The four-link rear suspension* [3].



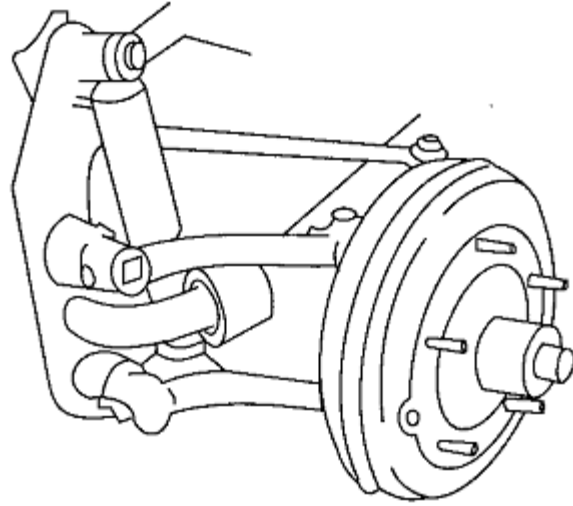
Gambar 3.11 *The de Dion rear suspension* [3].

### 3.6.3 Suspensi *Independent*

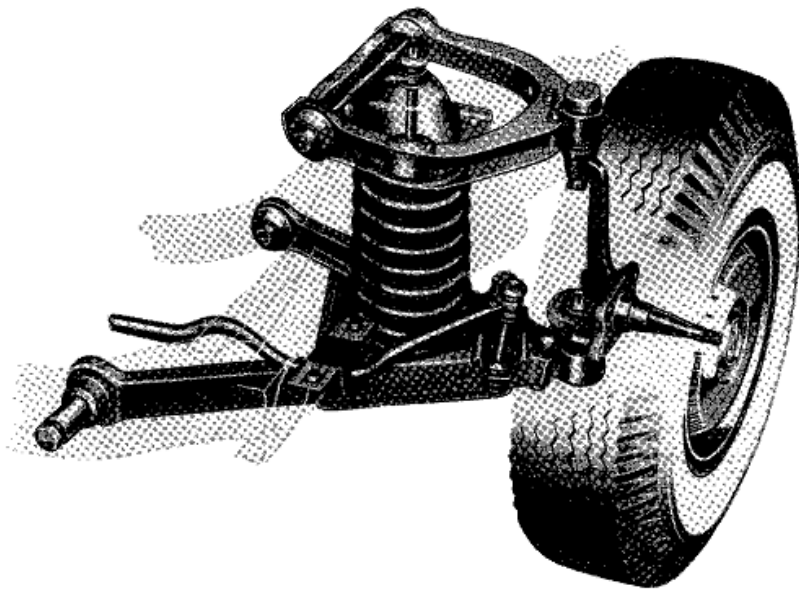
Kontras dengan *solid axles*, suspensi *independent* memberikan setiap roda untuk bergerak secara vertikal tanpa mempengaruhi roda berlawanan. Saat ini semua mobil berpenumpang dan *light trucks* menggunakan suspensi *independent* pada bagian depan, karena keuntungannya dalam membagi ruang untuk mesin, dan juga karena ketahanan yang lebih baik untuk mengendalikan getaran (*wobble* dan *shimmy*). Suspensi *independent* juga mempunyai keuntungan membagi kekakuan relatif *roll* yang tinggi terhadap pegas vertikal.

Suspensi *independent* pertama kali muncul pada poros depan pada permulaan abad. Hal ini mengurangi beberapa karakteristik masalah *wobble* dan *shimmy* dari *solid axles* (*decoupling* roda dan menempatkan massa kendaraan antara dua roda). Keuntungan lebih lanjut termasuk pengaturan titik pusat *roll* dengan memilih geometri dari pengaturan *arm*, kemampuan untuk mengatur perubahan *tread* dengan *jounce* dan *rebound*, defleksi suspensi yang besar, dan kekakuan *roll* yang tinggi untuk memberikan nilai suspensi vertikal.

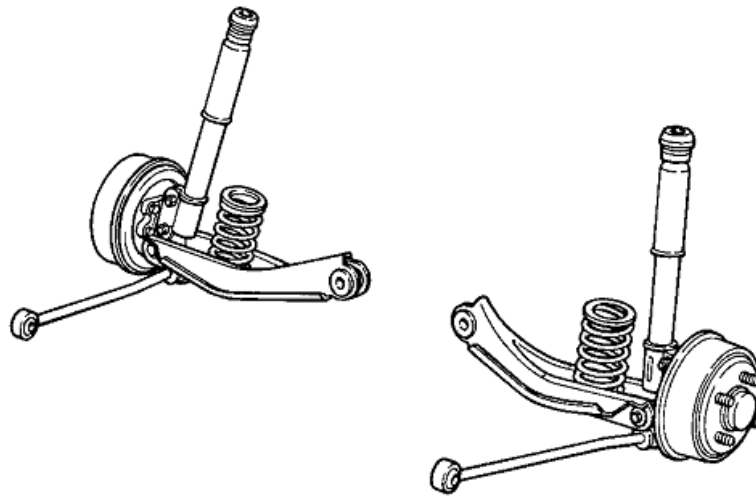
Gambar dibawah ini adalah bermacam-macam tipe *solid axles* :



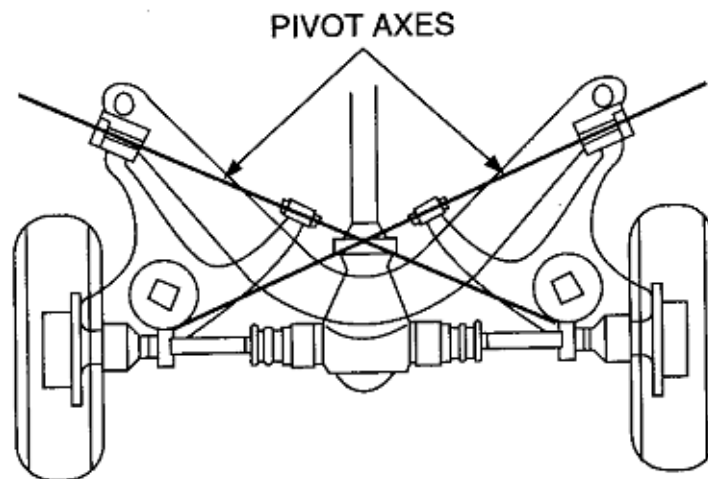
Gambar 3.12 *The trailing arm independent front suspension* [3].



Gambar 3.13 *The A- arm front suspension* [3].



Gambar 3.14 *The MacPherson strut suspension* [3].



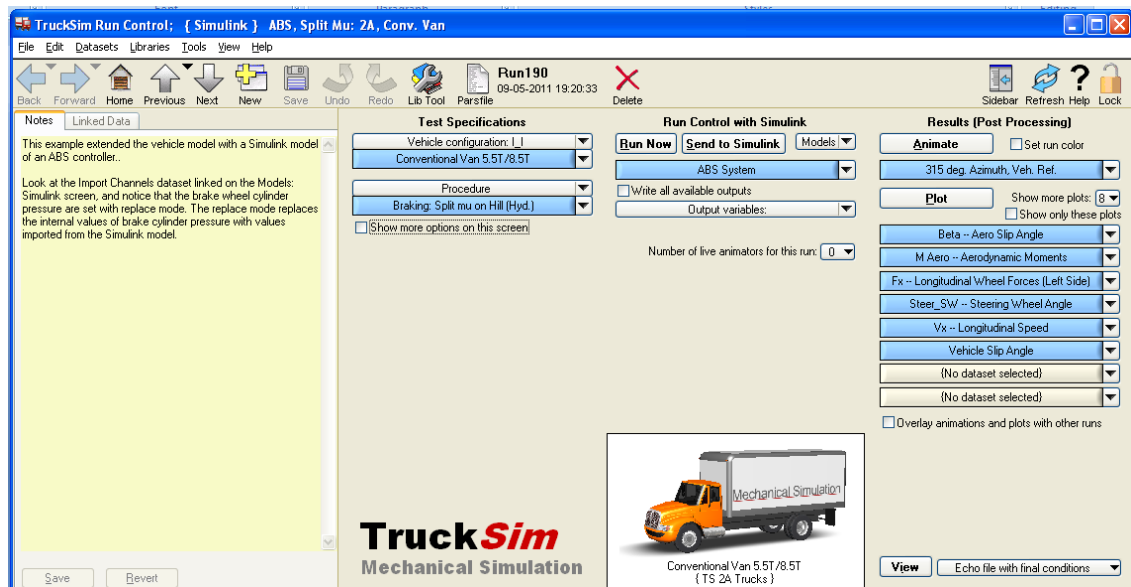
Gambar 3.15 *The semi trailing arm rear suspension* [3].

### 3.7 Pemodelan Kendaraan dengan menggunakan *software TruckSim 8.0*

*TruckSim 8.0* adalah perangkat *software* yang digunakan untuk mensimulasikan dan menganalisa perilaku dari truk yang bermuatan besar dan kombinasi kendaraan sebagai respon terhadap masukan sistem kemudi, pengereman, dan akselerasi. *Software* ini dibuat oleh *Mechanical Simulation Corporation (MSC)* yang berkedudukan di Amerika Serikat. Penelitian sebelumnya pada VRTC (*Vehicle Research and Test Center*) meliputi pemodelan truk pada *TruckSim*. Model dibuat dalam *TruckSim* dan terintegrasi

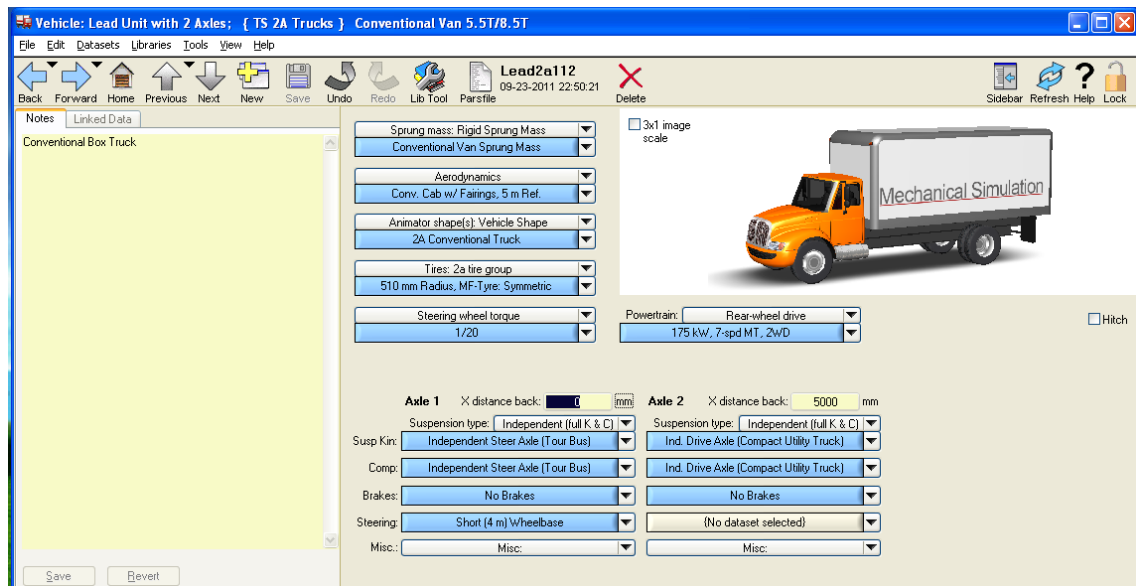


untuk menjalankan model didalam Simulink. Dalam penambahannya, *TruckSim* membagi animasi untuk menjalankan dan juga membagi pengguna dengan kemampuan kondisi beban simulasi yang berbeda dan manuver. Kemudian, *TruckSim* dipilih sebagai software untuk membuat pemodelan dinamika traktor-semitrailer. *TruckSim* versi 8.0 digunakan untuk mengembangkan pemodelan [6].



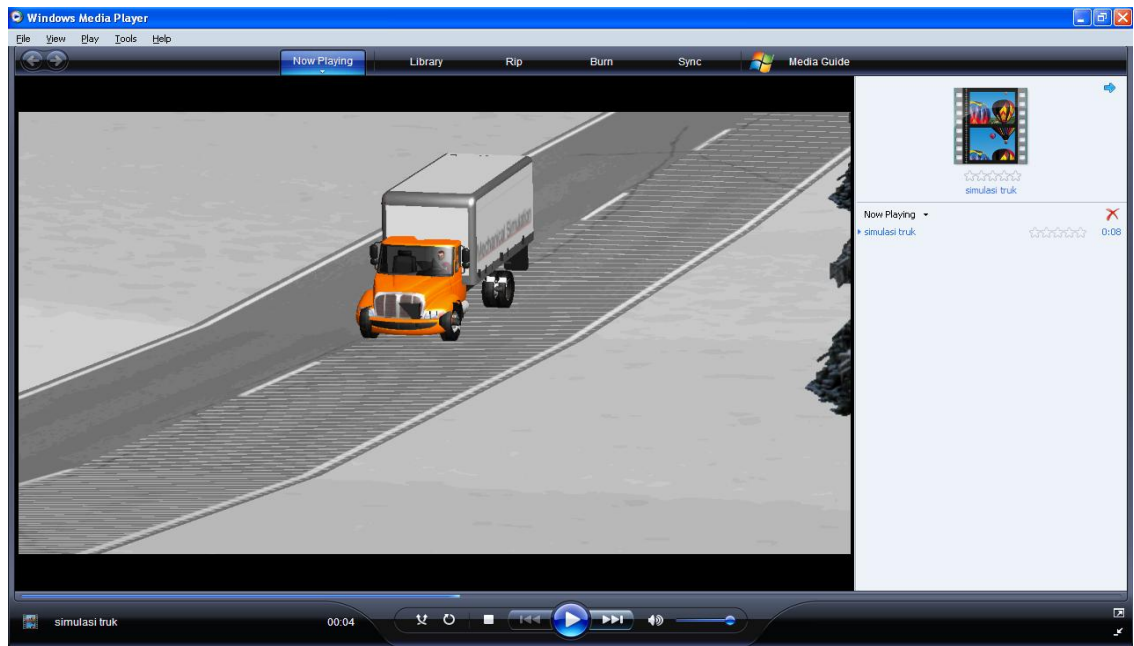
Gambar 3.16 Tampilan awal ketika menjalankan *software TruckSim 8.0* [6].

*TruckSim 8.0* merupakan *software* yang banyak dan sering digunakan, baik oleh kalangan mahasiswa ataupun insinyur maupun perusahaan otomotif. Untuk membuat simulasi kendaraan dengan *TruckSim 8.0*, pengguna hanya diminta untuk memasukkan nilai dari parameter-parameter kendaraan yang hendak disimulasikan, seperti parameter panjang *wheelbase*, *tyre radius*, *inertial properties*, *suspension* and *shock absorber coefficient*, dan lain sebagainya. Oleh sebab itu, sangatlah mudah jika kita ingin mensimulasikan suatu kendaraan dengan menggunakan *TruckSim*, terlebih lagi *TruckSim 8.0* menggunakan *Graphical User Interface* untuk berinteraksi dengan pengguna. Gambar dibawah menunjukkan paket data dari sebuah kendaraan yang terdapat pada *TruckSim 8.0*.



Gambar 3.17 Contoh paket data kendaraan yang terdapat pada *TruckSim* [6].

*Output* dari simulasi dengan menggunakan *Software TruckSim 8.0* ini sangat bervariasi. *TruckSim* dapat menghasilkan simulasi dalam bentuk data plot dari berbagai derajat kebebasan kendaraan yang mampu dianalisa oleh *TruckSim*, seperti dinamika pada *center of gravity* dari kendaraan, gaya vertikal ban, momen pada ban, sudut *slip* ban, sudut *slip body/tyre*, *track* atau lintasan gerak kendaraan, dan lain-lain. Selain *output* berupa data *plot* dari hasil simulasi, pengguna juga dapat mengevaluasi kendaraan secara lebih nyata, karena *TruckSim 8.0* juga mampu menampilkan animasi kendaraan hasil simulasi. Gambar dibawah memperlihatkan *output* hasil animasi yang mampu dilakukan *TruckSim 8.0*.



Gambar 3.18 Animasi kendaraan yang dihasilkan oleh *TruckSim* 8.0 [6].