

PENGESAHAN PENYELIA

“Saya akui bahawa saya telah membaca karya ini dan pada pandangan saya karya ini adalah memadai dari skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal(Automotif)”

Tandatangan :.....

Nama Penyelia I :.....

Tarikh :.....

Tandatangan :.....

Nama Penyelia II :.....

Tarikh :.....

MEREKABENTUK SISTEM STERENG DEPAN
BAGI KERETA LUMBA FORMULA PELAJAR

MOHD AMIN BIN MUHD KAMARUDDIN PATER

Laporan ini dikemukakan sebagai
memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Automotif)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

APRIL 2009

PENGAKUAN

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya saya telah jelaskan sumbernya”

Tandatangan :
Nama Penulis :
Tarikh :

DEDIKASI

Untuk ayah dan ibu tersayang.

PENGHARGAAN

Segala puji dan syukur kehadiran Ilahi kerana berjaya menyiapkan projek ini. Kerana bantuan dan berkat dariNya, projek ini dapat dilakukan dengan sempurna. Terima kasih juga diucapkan kepada individu-individu yang memberi tunjuk ajar dalam menjayakan projek ini.

Tidak lupa juga kepada penyelia saya iaitu En. Wan Zalimi kerana beliau merupakan individu yang banyak memberi bantuan dan tunjuk ajar. Di samping itu, beliau banyak memberi nasihat dan dorongan dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi. Saya juga mengucapkan ribuan terima kasih kepada UTeM kerana memberikan saya peluang untuk mendapatkan banyak pengalaman dan pengetahuan semasa menjalankan projek.

Akhir sekali, saya juga berterima kasih kepada ibubapa saya, rakan-rakan seperjuangan yang telah memberi bantuan dan sokongan sepanjang tempoh pengajian saya.

ABSTRAK

Projek ini bertujuan untuk membina serta menganalisis sebuah sistem stereng untuk kereta FSAE. Untuk mencapai tujuan ini, satu kajian tentang sistem stereng automotif yang menekankan kepada jenis rak dan pinan, dan dinamik kenderaan telah dibuat bagi mengenal pasti parameter yang perlu ada untuk menghasilkan system stereng ini. Selain itu,projek ini memerlukan pembelajaran terhadap satu perisian komputer yang akan digunakan untuk proses analisis. Proses menganalisis akan dibuat dengan menggunakan perisian MSC Adams. Data yang diperolehi daripada proses analisis akan digunakan dalam proses selanjutnya iaitu fabrikasi jika penyelidikan ini dapat dibuat jayanya atau analisis menghasilkan keputusan yang baik.

ABSTRACT

The purpose of this project is to develop and analyze the steering system for FSAE car. To achieve this purpose, a study about automotive steering system which focused on rack and pinion type and vehicle dynamic has been made to find the parameter that need to be solved. Beside that, a study on computer software that will be used for the analysis process also needed. The analysis process will be made by using MSC Adams software. The result data from the analysis will be use for further process which is fabrication if the research has been done successfully and the analysis produce good result.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	ii
	DEDIKASI	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRACT	v
	ABSTRAK	vi
	KANDUNGAN	vii
	SENARAI RAJAH	xi
	SENARAI SIMBOL	xiii
	SENARAI SINGKATAN	xiv
	SENARAI LAMPIRAN	xv
BAB I	Pengenalan	1
	1.1 Objektif	1
	1.2 Skop	1
	1.3 Penryataan Masalah	2
	1.4 Ulasan Keseluruhan	2
BAB II	KAJIAN LITERATUR	3
	2.1 Pengenalan Kepada FSAE	3
	2.1.1 Objective Pertandingan Formula SAE	3
	2.1.2 Objectives Rekabentuk Kenderaan	3
	2.1.3 Amalan Kejuruteraan	4
	2.2 Keperluan Sistem Stereng FSAE	4

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
2.3	Pengenalan Kepada System Stereng	5
	2.3.1 Komponen Asas Stereng	6
	2.3.2 Jenis-jenis Sistem Stereng	8
2.4	Dinamik kenderaan - Stereng	12
	2.4.1 Sudut Camber	12
	2.4.2 <i>Bump Steer</i>	13
	2.4.3 <i>Bump Dan Roll Steer</i>	14
	2.4.4 Sudut <i>Toe</i>	14
	2.4.5 <i>Understeer</i>	16
	2.4.6 <i>Oversteer</i>	16
	2.4.7 Geometri stereng <i>Ackermann</i>	17
	2.4.8 Anti-Ackerman	18
	2.4.9 Sudut Kawalan (<i>steer angle</i>)	18
	2.4.10 Lingkaran Selekoh	20
2.5	Nisbah Stereng	20
	2.5.1 Kotak rak dan pinan stereng dan C-faktor	21
BAB III	METODOLOGI	23
3.1	Peringkat 1 : Kajian Ilmiah	24
	3.1.1 Mengenal Pasti Perkara Yang Perlu Dianalisis	24
	3.1.2 Kajian Kepada Rekabentuk Sedia Ada	24
3.2	Peringkat 2 : Mengkaji Lukisan Model	25

3.3	Peringkat 3 : Menganalisis Model	25
3.4	Peringkat 4 : Merekod Keputusan Dan Membuat Rumusan	25
3.5	Rekabentuk daripada perisian Solid work.	25
3.6	Menghasilkan lukisan dalam perisian MSC ADAMS/View	29
3.7	Meletakkan penghubung pada setiap komponen yang dilukis	31
3.8	Input	37
3.9	<i>Motion</i>	37
3.10	Pengukuran	38
BAB IV	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	40
4.1	Proses Simulasi	40
4.1	Sudut Camber	42
4.3	Sudut <i>Steer</i>	45
4.4	Nisbah stereng	46
	KESIMPULAN	48
	RUJUKAN	50
	LAMPIRAN	52

SENARAI RAJAH

BIL	PERKARA	MUKA SURAT
2.1	Kereta FSAE	4
2.2	Sistem stereng	6
2.3	Batang stereng	6
2.4	Roda stereng	7
2.5	<i>U-joint</i>	7
2.6	Rak stereng	7
2.7	Rak dan Pinan	8
2.8	<i>Worm and sector</i>	10
2.9	<i>Worm and roller</i>	10
2.10	<i>Worm and nut or recirculating ball</i>	11
2.11	<i>Cam and lever</i>	11
2.12	Camber negative dan camber positif	12
2.13	<i>Toe in dan toe out</i>	15
2.14	Keadaan <i>understeer</i>	16
2.13	Keadaan <i>oversteer</i>	16
2.14	Geometri Stereng Ackermann	17
2.15	Hubungan kinematic antara sudut stereng menurut Ackermann	18
2.16	Perbezaan antara diameter bagi setiap tayar	18
2.17	Diameter lingkaran pada sebuah kenderaan	19
3.1	Carta Alir	23
3.2	Lukisan asal kereta FSAE daripada SolidWork	26
3.3	Lukisan komponen-komponen sistem	26

	stereng kereta FSAE daripada SolidWork	
3.4	Lukisan komponen-komponen sistem stereng kereta FSAE daripada SolidWork	29
3.5	Lukisan yang terhasil daripada <i>command</i>	30
3.6	Senarai penghubung yang terlibat dalam model.	31
3.7	Model pada perisian MSC ADAMS/View berserta dengan penghubung	32
3.8	Nilai skala untuk <i>coupler</i> .	37
3.9	Kedudukan penanda sebelum dan selepas simulasi dilakukan.	38
3.10	Posisi butang <i>measure</i> pada perisian	38
3.11	Graf yang akan keluar sebaik selesai menentukan penanda.	39
4.1	Keadaan asal sistem stereng	41
4.2	Keadaan selepas roda stereng berputar 180 darjah dalam tanpa <i>bumping</i> pada pandangan hadapan	41
4.3	Keadaan selepas roda stereng berputar 180 darjah dalam keadaan <i>bumping</i> pada pandangan hadapan	41
4.4	Keadaan selepas roda stereng berputar 180 darjah dalam tanpa <i>bumping</i> pada pandangan atas.	42
4.5	Keadaan selepas roda stereng berputar 180 darjah dalam keadaan <i>bumping</i> pada pandangan atas.	42
4.6	Perubahan kedudukan titik pada tayar yang mengakibatkan <i>camber</i>	43
4.7	Graf sudut <i>camber</i> melawan masa tanpa <i>bumping</i> .	43
4.8	Graf sudut <i>camber</i> melawan masa dalam keadaan <i>Bumping</i>	44
4.9	Kedudukan tayar apabila melanggar bum dan kewujudan sudut <i>camber</i>	44
4.10	Graf sudut <i>steer</i> melawan masa tanpa <i>bumping</i> .	45
4.11	Graf sudut <i>steer</i> melawan masa dalam keadaan <i>bumping</i> .	45

4.12 Graf gerakan rak melawan masa untuk kedua-dua keadaan. 47

SENARAI SIMBOL

δ_i = sudut *steer*

j = jarak antara paksi kawalan

D = diameter lingkaran selekoh (*turning circle*)

l = jarak roda

r = offset *kingpin*

SENARAI SINGKATAN

SAE *Society Of Automotif Engineering*

PSM **Projek Sarjana Muda**

SENARAI LAMPIRAN

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
A	2008 FSAE Inspection Sheet	52
B	<i>Command</i> yang digunakan bagi membina sistem stereng dalam ADAMS/View	53
C	FSAE Technical Guide	57

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Objektif

Projek ini bertujuan untuk merekabentuk sebuah sistem steering untuk kereta lumba *Formula Student* serta menganalisis parameter-parameter yang dihasilkan oleh rekabentuk tersebut.

1.2 Skop

Skop kajian hanya melibatkan simulasi menggunakan perisian ADAMS/VIEW untuk mendapatkan sudut camber, sudut *steer* berdasarkan nilai input yang ditentukan. Nilai input merupakan nisbah stereng dan ditentukan berdasarkan sumber daripada kajian ilmiah. Kajian dilakukan dalam dua keadaan iaitu dalam keadaan biasa dan *bumping*.

1.3 Pernyataan Masalah

Untuk menghasilkan sistem stereng untuk kereta Fsaе, kajian perlu dilakukan untuk mendapatkan parameter-parameter dan ciri-ciri seperti nisbah stereng, sudut camber dan sudut stereng. Untuk mendapatkan nilai parameter tersebut, analisis perlu dilakukan berdasarkan lukisan yang sedia daripada perisian SolidWork dengan menggunakan perisian MSC Adams.

1.4 Ulasan Keseluruhan

FSAE merupakan pertandingan di mana pelajar-pelajar merekabentuk dan membina sebuah kereta lumba tersendiri. Objektif utama pertandingan ini adalah meningkatkan mutu kejuruteraan selain perlumbaan. Analisis dan pemilihan rekabentuk yang baik adalah penting dalam pertandingan ini. Pada masa ini, kereta lumba masih belum ada lagi, maka ujian sebenar tidak dapat dilakukan pada kereta. Oleh itu, simulasi model kereta perlu digunakan.

Laporan ini akan menceritakan tentang stereng sistem yang akan dihasilkan untuk membina kereta tersebut. Penjelasan tentang stereng termasuk jenis stereng yang dipilih dan perkara yang perlu diambil kira untuk membina stereng akan diterangkan. Seterusnya adalah penjelasan tentang kaedah yang diambil dalam membina stereng ini iaitu dengan melakukan ujian atau analisis dengan menggunakan perisian komputer MSC Adams berpandukan lukisan yang sedia ada yang perlu dipindahkan. Keputusan ujian akan dilampirkan bersama di dalam laporan ini.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Pengenalan Kepada FSAE

2.1.1 Objektif Pertandingan Formula SAE

Siri Formula SAE ® merupakan pertandingan pasukan-pasukan mahasiswa universiti dan pelajar-pelajar siswazah untuk membina, merekabentuk, menghasilkan dan bertanding dalam kategori tertentu. Pasukan-pasukan lazimnya meluangkan lapan hingga dua belas bulan untuk membina, menguji dan menyediakan kenderaan-kenderaan sebelum satu pertandingan. Pertandingan ini memberi pasukan-pasukan peluang untuk menunjukkan dan membuktikan kreativiti mereka dan kemahiran-kemahiran kejuruteraan mereka untuk dibandingkan dengan pasukan-pasukan daripada universiti-universiti lain.

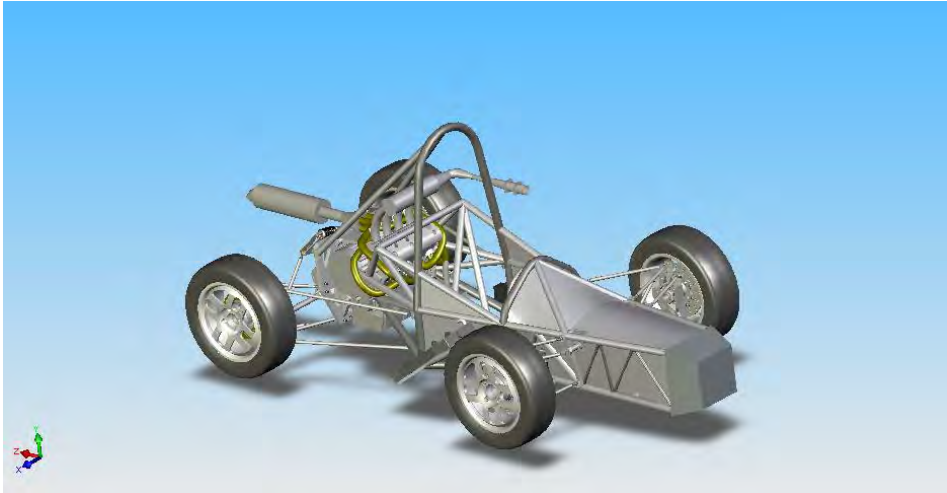
(Sumber: [http:// www.fsae.org](http://www.fsae.org))

2.1.2 Objektif Rekabentuk Kenderaan

Bagi pertandingan ini, pelajar-pelajar perlu merekabentuk dan menunjukkan sebuah kereta prototaip untuk penilaian sebagai satu produk pengeluaran. Oleh itu, kereta hendaklah mempunyai prestasi yang sangat tinggi dalam pecutannya, membrek,

dan pengendalian. Kereta itu mesti rendah dari segi kos, mudah dijaga, dan dipastikan selamat.

(Sumber: [http:// www.fsae.org](http://www.fsae.org))



Rajah 2.1 : Kereta FSAE

2.1.3 Amalan Kejuruteraan

Kenderaan-kenderaan yang menyertai pertandingan-pertandingan Formula SAE dijangka akan direka dan dibuat berdasarkan etika kejuruteraan yang baik.

(Sumber: [http:// www.fsae.org](http://www.fsae.org))

2.2 Keperluan Sistem Stereng FSAE

Sistem stereng perlu menghasilkan kesan pada sekurang-kurangnya dua (2) roda. Sistem stereng mesti ada positif berhenti stereng yang menghalang hubungan-hubungan stereng daripada terkunci. Ia boleh ditempatkan pada *uprights* atau pada rak dan perlu menghalang tayar daripada bersentuh dengan suspensi, badan, atau bingkai sepanjang

acara perlumbaan. *Freeplay* yang dibenarkan berlaku pada sistem stereng adalah terhadap kepada 7 darjah yang diukur pada roda stereng. Stereng mestilah secara mekaniknya berhubung dengan roda-roda depan.

(Sumber: [http:// www.fsae.org](http://www.fsae.org))

2.3 Pengenalan Kepada Sistem Stereng

Steering diciptakan bertujuan untuk memusingkan roda hadapan dgn menggunakan roda steering yang terletak di hadapan pemandu menerusi satu batang yang terdiri daripada *universal joint* untuk membolehkan ia dibengkokkan mengikut kesesuaian.

Ciri-ciri dinamik perlumbaan FSAE memerlukan sebuah kereta yang dapat mengambil selekoh dengan tepat dan dapat mengekalkan kelajuan ketika mengambil selekoh. *Camber* mengawal apabila putaran rangka berada dalam keadaan genting. Pertambahan *Camber* ketika suspensi dimampatkan adalah diingini.

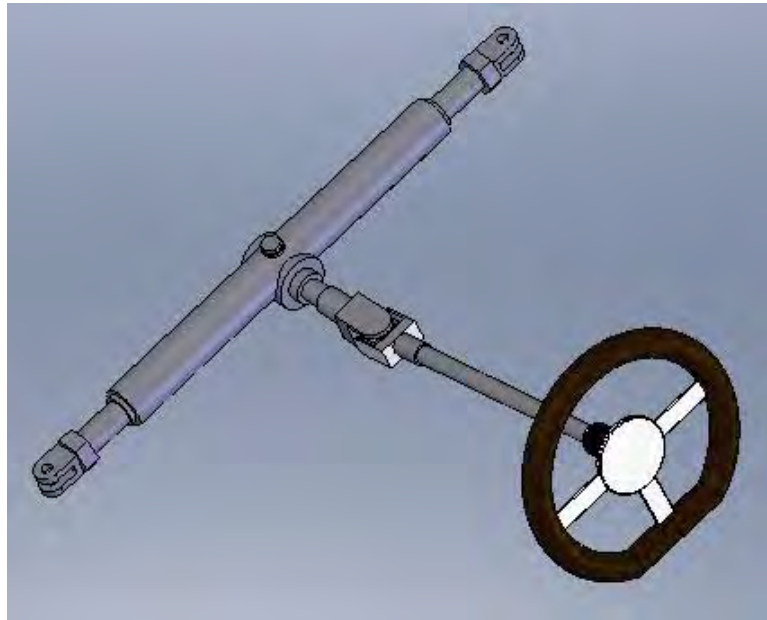
Kenderaan dengan nilai *caster* yang tinggi akan menyebabkan pemindahan beban ke penjuru ketika mengambil selekoh. Ketika berpusing ke dalam, pemindahan beban akan menyebabkan kereta kenderaan kehilangan daya tarik. Berat steering yang terhasil disebabkan oleh sudut *caster* boleh diubahsuai dengan mengubah *trail*. *Trail* adalah posisi garisan tengah *axle* yang berhubung-kait dengan paksi stereng. Pengubahan *trail* akan mengubah perpindahan beban secara melintang yang tidak akan menjejaskan sudut *camber*.

Sedikit *offset* positif pada stereng akan memberikan kesan baik kepada pemandu. Sekiranya terlalu banyak, tendangan kuat akan terhasil dan dapat memberi kesan buruk kepada pemandu ketika gegaran berlaku. *Offset* yang terlalu kecil akan menyebabkan pemandu sukar untuk memandu kerana kekurangan rasa. Keseimbangan perlu dilakukan diantara *offset* roda untuk menghasilkan sistem stereng yang baik.

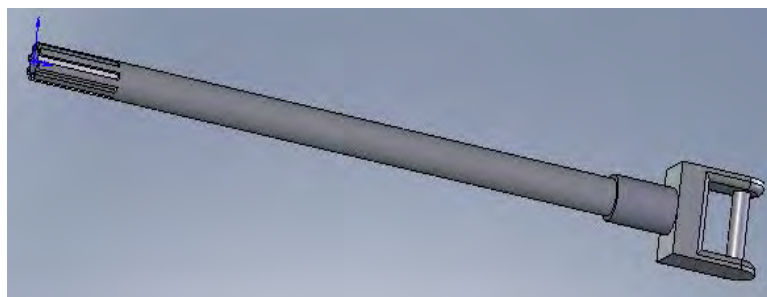
(Sumber: www.pcm.unifi.it/formula_student/ITA/Files/Tech_Guide_Article.pdf)

2.3.1 Komponen Asas Stereng

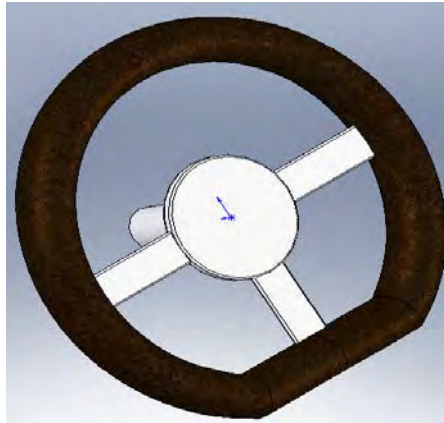
Hampir keseluruhan system stereng kereta di dunia diperbuat daripada tiga atau empat komponen yang sama iaitu roda stereng, *track rod*, *tie rod*, dan *steering arm*.



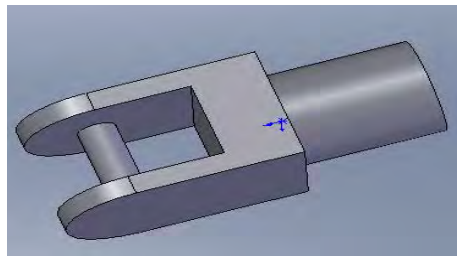
Rajah 2.2 : Sistem stereng



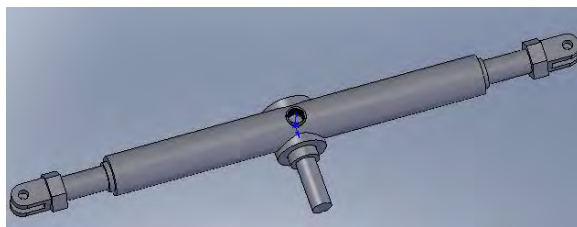
Rajah 2.3 : Batang stereng



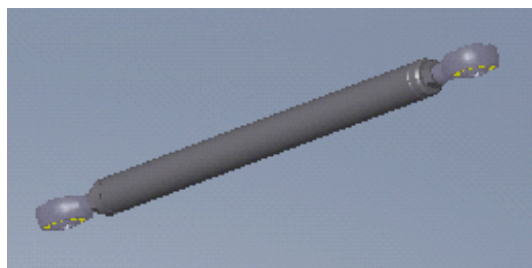
Rajah 2.4 : Roda stereng



Rajah 2.5 : *U-joint*



Rajah 2.6 : Rak stereng



Rajah 2.7 : *tierod*

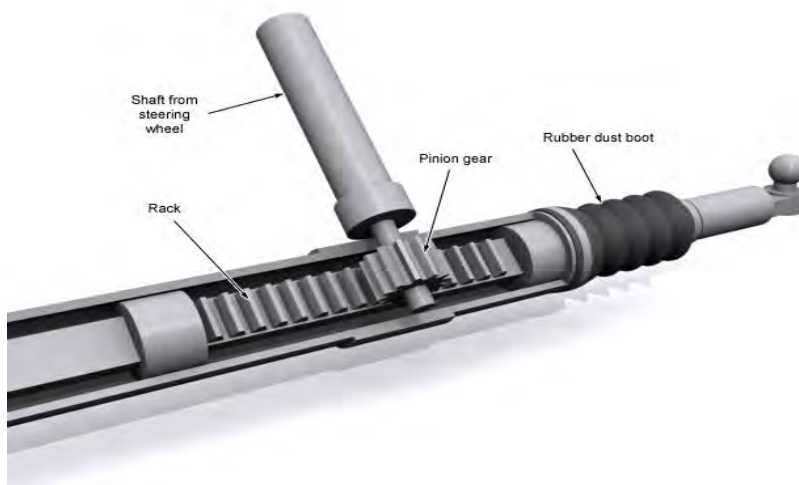
2.3.2 Jenis-jenis Sistem Stereng

Hanya terdapat dua kategori asas sistem stereng iaitu yang mempunyai *pitman arm* seta kotak steering dan yang tidak menggunakan komponen ini iaitu rak dan pinan.

1. Rak dan pinan

Sistem stereng rak dan pinan merupakan mekanisme di mana roda steering memutar gear pinan, dan pinan pula akan menggerakkan rak yang merupakan sejenis gear linear yang disambung dengan pinan dari sisi ke sisi. Gerakan ini menghasilkan daya kilas stereng kepada *kingpin* menerusi rod pengikat atau *tie rod* dan lengan stereng. Rekabentuk rak dan pinan mempunyai kelebihan iaitu nilai keberkesanan yang tinggi dan penggunaan stereng dapat di rasa secara terus atau jelas. Ia juga tidak mempunyai tendangan balas atau kelonggaran (*slack*). Manakala keburukannya pula adalah ia tidak boleh diselaraskan di mana ia perlu di tukar apabila mengalami kerosakan.

(Sumber: Reimpell, J. Stoll, H. & Betzler, J. W. (2001) The Automotive Chassis)



Rajah 2.7 : Rak dan Pinan (Sumber: [http:// www.carbibles.com / steering_bible.html](http://www.carbibles.com/steering_bible.html))

Kelebihan :-

Stereng system jenis ini bukan sahaja digunakan pada kenderaan kecil dan kereta-kereta penumpang saiz sederhana, malah juga pada kenderaan-kenderaan yang lebih berat dan laju. Kelebihan-kelebihannya adalah :

- mudah dibina
- jimat dan tidak susah untuk dihasilkan
- mudah untuk digunakan kerana mempunyai darjah kecekapan yang tinggi
- sentuhan antara rak stereng dan pinan adalah bebas dari kelonggaran
- *tie rod* boleh dihubungkan terus kepada rak stereng
- padat
- tidak memerlukan *idler arm* (termasuk bearing) dan rod perantaraan yang panjang

(Sumber: Reimpell, J. Stoll, H. & Betzler, J. W. (2001) *The Automotive Chassis*)

2. *Pitman Arm*

Pitman arm, merupakan mekanisma steering yang biasa digunakan pada kenderaan lama dan kenderaan berat seperti lori. Mekanisme steering ini mengandungi kotak steering di mana shaft daripada roda steering di sambung padanya dan *lever arm* pula keluar darinya di mana system ini dikenali sebagai *pitman arm*. *Pitman arm* ini berhubung dgn *track rod* atau *center link*. Manakala *tie rod* disambung kepada *track rod*.

Terdapat beberapa jenis sambungan mekanikal dalam sistem ini iaitu :-

(Sumber: http://www.carbibles.com/steering_bible.html)