

# ANALISA STABILITAS SESPAN PADA SEPEDA MOTOR DISABILITAS

Wahyu Firmansyah<sup>1</sup>, Yohanes Dewanto<sup>2</sup>, Indra Chandra Setiawan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Magister Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta  
imanfirman467@gmail.com, dewantoyohanes@gmail.com, indraasti2014@gmail.com

## ABSTRAK

Alat transportasi adalah kebutuhan yang cukup penting saat ini, dimana manusia memiliki kebutuhan untuk mobilitas yang cukup tinggi. Alat transportasi yang baik harus memenuhi beberapa aspek antara lain kestabilan dan keamanan. Hal ini membuat para penyandang disabilitas atau penyandang cacat kaki untuk menggunakan sepeda motor sebagai alat transportasi pribadi mereka dengan cara memodifikasinya sendiri. Namun pada umumnya para modifikator hanya sekedar menambahkan roda atau biasa disebut dengan sespan, penambahan roda ini umumnya tanpa memikirkan penempatan roda yang tepat. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui penempatan roda (sespan) yang stabil, radius belok serta menentukan kecepatan kritis sepeda motor sespan bagi penyandang disabilitas pada variasi sejajar sampai 60 cm. Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa perbandingan penempatan roda sespan (lead) dengan jarak 60 cm dianggap paling stabil dan aman untuk sepeda motor penyandang disabilitas. Hal ini dapat dibuktikan pada saat kecepatan maksimum 40 km/jam kemampuan manuver tertinggi pada posisi roda sespan dengan jarak 60 cm dari roda belakang mencapai 13,33 m/s yang merupakan angka tertinggi dibandingkan posisi roda sespan lainnya.

**Kata kunci : Sepeda motor roda tiga, Radius belok, Kecepatan kritis.**

## ABSTRACT

*Transportation plays an important role nowadays as a high mobility of humans being. A good transportation should meet several aspects such as stability and security for any sort of transportation mode. It undergoes to disability persons as well where they have to modify their own vehicle for their personal used. However, most of them had modified it only by adding sidecar without considering the most appropriate placed for the wheels. Therefore, this study aims to determine the most stable place of wheels (sidecar) and to identify a turning radius and a critical speed of sidecar motorcycles for disability person. The result of the study yielded that the comparison of the placement of the sidecar wheel, with a 60 cm in distance is considered as the most stable position for the sake of disability persons sidecar wheel. It can be proven through the critical speed when the vehicle starts to roll at its maximum turning radius of 40 km/h or 13,33 m /s which reached the highest point that any other position applied.*

**Keywords: Tricycle motorbike, Turning radius, Critical speed**

## PENDAHULUAN

Transportasi merupakan salah satu sarana yang penting dalam menunjang perekonomian dan aktivitas sosial. Hal ini dikarenakan, transportasi dapat membantu masyarakat dalam melakukan aktivitas sehari-hari guna memenuhi kebutuhan barang dan jasa atau mempermudah mobilitas manusia dari satu tempat ke tempat lainnya. Salah satu jenis transportasi yang paling banyak digunakan adalah transportasi darat. Jenis transportasi ini biasa di gunakan pada skala kecil, rekreasi atau sarana mobilitas baik di kota maupun

di desa dengan menggunakan berbagai macam kendaraan bermotor.

Adapun pertumbuhan kendaraan bermotor di Indonesia selama lima tahun (2010-2014) telah mencapai 9,93 persen pertahun. Jika dirinci menurut jenis kendaraan, sepeda motor mengalami peningkatan tertinggi sebesar 10,54 persen per tahun. Diikuti dengan mobil penumpang yang mengalami kenaikan sebesar 8,75 persen pertahun. Sedangkan, mobil beban meningkat sebesar 4,46 persen pertahun dan bis

yang hanya mengalami sedikit peningkatan sebesar 2,13 persen pertahun.[1]. Dengan kata lain, sepeda motor adalah jenis kendaraan yang paling banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia dari tahun ke tahun. Penggunaan sepeda motor di Indonesia sangat banyak dikarenakan harganya yang relatif murah, terjangkau untuk sebagian besar kalangan masyarakat. Selain itu, penggunaan bahan bakar serta biaya operasionalnya cukup hemat yang menyebabkan sepeda motor lebih diminati oleh sebagian besar masyarakat Indonesia. Fakta lain menunjukkan jikalau letak kedua roda sebaris lurus dan pada kecepatan tinggi menyebabkan sepeda motor dapat tetap stabil. Hal ini disebabkan oleh gaya giroskopik yang dimilikinya. Sedangkan pada kecepatan rendah, kestabilan atau keseimbangan sepeda motor bergantung kepada pengaturan setang oleh pengendara.[2]

Adapun ketertarikan konsumen yang sangat besar pada jenis transportasi ini membuat banyak produsen berlomba-lomba untuk melakukan inovasi. Salah satunya yaitu dikembangkannya motor matik yang mengutamakan kemudahan pengoperasian sehingga dapat menunjang aktifitas harian.

Kemudahan berkendara inilah yang ingin juga dirasakan oleh para penyandang disabilitas/ cacat kaki, yaitu pengguna kursi roda dan pengguna tongkat penopang. Terlebih, berdasarkan data ISSN 2088-270X Kementerian kesehatan Republik Indonesia menyatakan bahwa terjadi peningkatan penyandang disabilitas masyarakat Indonesia dari tahun ke tahun. Hal ini membuat para penyandang disabilitas atau penyandang cacat kaki membutuhkan sepeda motor sebagai alat transportasi pribadi dengan cara memodifikasi sendiri menjadi sepeda motor sespan.

Penelitian ini dilakukan dengan menambahkan sespan yang bersifat portable kepada sepeda motor tipe automatic Transmission dengan tujuan untuk mengetahui dan menentukan:

- 1 Bagaimanakah penempatan roda (sespan) sepeda motor yang stabil dan aman bagi para penyandang disabilitas
- 2 Bagaimanakah radius belok sepeda motor sespan yang aman bagi penyandang disabilitas
- 3 Bagaimanakah kecepatan kritis sepeda motor sespan bagi penyandang disabilitas

Sehingga hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan rujukan para

penyandang disabilitas untuk memodifikasi sepeda motor sespan agar lebih aman dan nyaman.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan penelitian ini menggunakan suatu metode perbandingan. Metode penelitian perbandingan adalah suatu cara untuk mencari hubungan sebab akibat (hubungan kausal) antara dua faktor yang sengaja ditimbulkan oleh peneliti dengan mengeliminasi atau mengurangi atau menyisihkan faktor-faktor lain yang mengganggu. Suatu metode penelitian perbandingan didesain di mana variabel-variabel dapat dipilih dan variabel lain yang dapat mempengaruhi proses eksperimen tersebut agar dapat dikontrol secara teliti. Sehingga penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perubahan sudut belok serta penempatan titik roda tambahan pada sespan dan variasi putaran mesin terhadap terhadap keamanan pengendara[6]. Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah satu unit sepeda motor modifikasi dengan menambahkan satu roda pada sespan dengan spesifikasi mesin sebagai berikut:

Adapun teknik analisis data pada penelitian ini dengan menggunakan analisis deskriptif . Metode penelitian

deskriptif adalah metode penelitian yang tidak dimaksudkan untuk menguji hipotesis tertentu, tetapi hanya menggambarkan tentang suatu variabel, gejala atau keadaan. Analisis deskriptif digunakan untuk mengetahui pengaruh perubahan sudut belok serta penempatan titik roda tambahan pada sespan dan variasi kecepatan mesin terhadap keamanan pengendara. Analisis data ini dilakukan dengan menggambarkan hasil penelitian secara grafis dalam histogram atau polygon frekuensi yang menggambarkan hubungan antara variasi penempatan roda sespan (*lead*) dan variasi kecepatan terhadap batas radius belok.

**Tabel 1. Data spesifikasi teknis kendaraan yang di gunakan**

SPESIFIKASI TEKNIS SEPEDA MOTOR	
Dimensi (PxLxT)	1.841 x 669 x 1.094 mm
Jarak sumbu roda	1.256 mm
Jarak terendah ke tanah	128 mm
Berat kosong	99 Kg
Rangka	
Rangka	Tulang punggung
Suspensi depan	Teleskopik
Suspensi belakang	Lengan ayun shockbreaker tunggal
Ukuran ban depan	80/90-14 M/C 40P
Ukuran ban belakang	90/90-14 M/C 46P
Rem depan	Cakram hidrolik dengan piston tunggal
Rem belakang	Tromol
Mesin	
Tipe mesin	4 langkah SOHC
Sistem pendingin	Pendingin udara dengan kipas
Diameter x langkah	50 x 55 mm
Volume langkah	108 cc
Perbandingan kompresi	9,2 : 1
Daya maksimum	8.67 PS / 8.000 rpm
Torsi maksimum	0,91 Kgf.m / 6.500 rpm
Kopling	Otomatis, sentrifugal, tipe kering
Starter	Pedal & Elektrik
Busi	NGK CPR8EA-9 Denso U24EPR9
Kapasitas	
Kapasitas tangki bahan bakar	5.5 liter
Kapasitas minyak pelumasan mesin	0.7 liter pada penggantian periodik
Transmisi	Otomatis, V-Matic
Kelistrikan	
Aki	12 V- 3A.H (tipe MF)
Sistem pengapian	Full Transisterized, Baterai
Lampu depan	12 V 32Wx1
Lampu senja	12 V 32Wx1
SPESIFIKASI SESPAN	
Dimensi (PxLxT)	1.200 x 650 x 700 (dari lantai sespan) mm
Berat kosong	63Kg
SPESIFIKASI KURSI RODA	
Dimensi (PxLxT)	930x210x870 mm
Berat kosong	23 Kg

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Desain sepeda motor roda tiga untuk disabilitas

Sepeda motor roda tiga yang biasa digunakan oleh penyandang disabilitas banyak dari mereka yang memilih sepeda motor bebek atau sepeda motor matic dengan alasan mudah untuk dimodifikasi. Namun pada umumnya para modifikator yang ditemui membuat sepeda motor roda tiga dengan cara menambahkan roda pada samping sepeda motor untuk menambahkan sespan agar kursi roda para penyandang disabilitas dapat di naikan. Sedangkan pada bagian kemudi juga di posisikan berada pada sespan tersebut, dengan cara menambahkan batang penghubung agar dapat dikendalikan. Penambahan roda umumnya tanpa memikirkan penempatan roda yang tepat untuk menjaga kestabilan dan keamanan dari pengendara. Seperti tampak pada ilustrasi berikut ini :



Gambar 1. Rancangan Sepeda Motor Roda Tiga yang biasa digunakan untuk Difabel [3]

Oleh karena itu, pada penelitian kali ini, peneliti mengaplikasikan software Autodesk Solidwork. Sebagai software CAD, Solidworks dipercaya sebagai perangkat lunak untuk membantu proses desain suatu benda atau bangunan dengan mudah. Di Indonesia sendiri terdapat banyak perusahaan manufaktur yang mengimplementasikan perangkat lunak solidworks. Adapun keunggulan dari solidworks software CAD lain adalah mampu menyediakan sketsa 2D yang dapat diupgrade menjadi bentuk 3D. Selain itu penggunaanya pun mudah karena memang dirancang khusus untuk mendesain benda sederhana maupun yang rumit sekali pun. Inilah yang membuat solidworks menjadi populer dan menggeser ketenaran software CAD lainnya. Solidworks banyak digunakan untuk merancang roda gigi, mesin mobil, casing ponsel dan lain-lain. Fitur yang tersedia dalam solidworks lebih *easy-to-use* dibanding dengan aplikasi CAD lainnya.

Analisa kekuatan desain juga dapat dilakukan secara sederhana dengan solidworks. Dan yang paling penting, dapat membuat desain animasi menggunakan fitur yang telah disediakan solidworks.[9]. Adapun hasil desain modifikasi motor sespan 3D dengan menggunakan solid works tampak pada ilustrasi berikut ini:



Gambar 2. Rancangan Sepeda motor Sespan 3D dengan Solidworks 2016

Selain penempatan sespan yang tepat, faktor kestabilan kendaraan pun harus diperhatikan. Stabilitas kendaraan merupakan faktor penting dalam pengendalian suatu kendaraan, hilangnya stabilitas pada kendaraan dapat menyebabkan kendaraan tergelincir atau terguling. Stabilitas kendaraan saat berjalan sangat dipengaruhi oleh beberapa hal diantaranya :

- Kecepatan
- Sudut belok
- Kondisi jalan yang dilalui
- Kinerja sistem pengendali

Ada dua jenis stabilitas pada kendaraan, yaitu stabilitas lateral yang mempunyai pengaruh kendaraan akan roboh kesamping, dan stabilitas longitudinal yang mempunyai pengaruh kendaraan akan terguling kedepan.

### 1.1 . Radius Belok Minimum

Diketahui panjang diketahui panjang *wheelbase*  $W = 1256$  mm, sudut belok roda depan maksimum  $\alpha$  direncanakan  $45^\circ$  , maka radius belok minimum  $R$  sepeda motor roda tiga ini adalah :

$$R_{\min} = \frac{W}{\tan \alpha}$$

$$R_{\min} = \frac{1256}{\tan 45^\circ}$$

$$R_{\min} = 1256 \text{ mm} \quad (4.1)$$

### 1.2. Stabilitas Lateral

Stabilitas lateral adalah merupakan kondisi stabil kendaraan dimana kendaraan pada kondisi kecepatan dan kemiringan sudut permukaan jalan yang maksimum atau kritis dalam arah transversal terhadap kemungkinan tergelincir (*skidding*) dan terguling (*toppling*) karena pengaruh gaya sentrifugal.

Tinjauan terhadap kestabilan lateral kendaraan dipilih pada kondisi saat kendaraan berbelok di jalan datar ( $\beta=0$ ) dan akan ditentukan kecepatan kritis maksimum ketika kendaraan tepat saat akan tergelincir ( $v_s$ ) dan kecepatan kritis maksimum kendaraan tepat saat akan terguling ( $v_t$ ).

Kendaraan roda tiga sebenarnya memiliki kestabilan yang lebih rendah dari pada kendaraan roda empat namun pergerakan belokan (*manuver*), kendaraan roda tiga memiliki kemampuan *maneuver* yang lebih tinggi dibandingkan kendaraan roda empat karena kendaraan roda tiga mempunyai radius belokan yang lebih kecil.

Besarnya gaya sentrifugal yang terjadi ketika kendaraan berjalan menikung dengan radius konstan adalah :

$$F_c = m \times \frac{v^2}{R} \quad (4.2)$$

Dimana :

$m$  = berat massa kendaraan =(250 kg)

$v$  = kecepatan kendaraan saat melewati belokan (m/s)

$R$  = radius putar belokan (m)

### 1.3. Kondisi kendaraan akan tergelincir

Kecepatan kritis kendaraan sesaat sebelum tergelincir ( $v_s$ ) pada radius putar minimumnya adalah :

$$V_s = \sqrt{\mu \times R \times g} \quad (4.3)$$

Dimana :

$\mu$  = koefisien gesek = 0,55

$g$  = percepatan gravitasi= 9,81 m/s<sup>2</sup>

Besar radius belok minimumnya seperti telah di bahas pada bagian sebelumnya  $R_{\min} = 1256 \text{ mm} = 1,256 \text{ m}$

$$V_c = \sqrt{0,55 \times 1,256 \times 9,81}$$

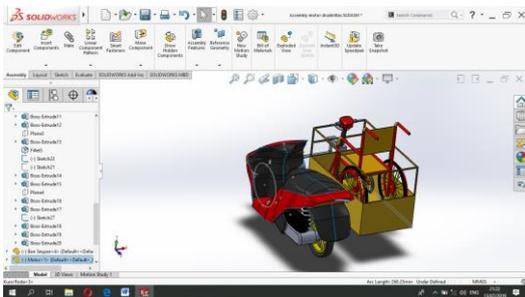
$$= 2,60 \text{ m/s}$$

$$= 2,60 \times 0,001 / (1/3600)$$

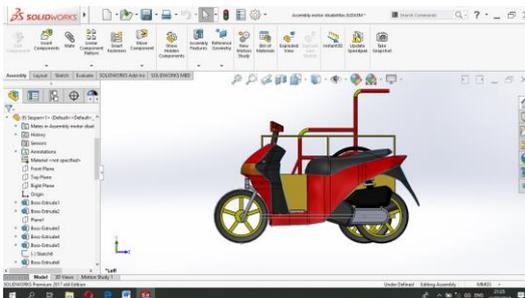
$$= 9,36 \text{ km/jam}$$

#### 1.4. Disain Sepeda Motor Sepsan Menggunakan Software Autodesk Solidworks 2016

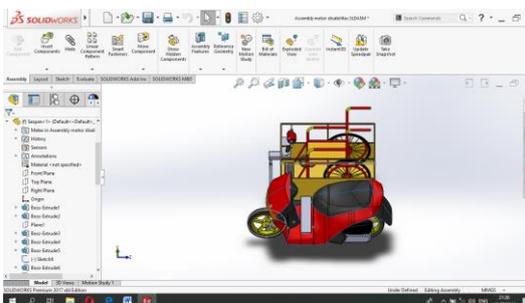
Berikut ini penggambaran menggunakan software solidworks 2016:



Gambar 3. Sepeda motor sepsan tampak depan pada software solidworks 2016



Gambar 4. Sepeda motor sepsan tampak samping pada software solidworks 2016



Gambar 5. Sepeda motor sepsan tampak atas pada software solidworks 2016

#### 1.5. Kondisi kendaraan akan terguling

Apabila kecepatan kendaraan saat berbelok melebihi kecepatan kritis sesaat sebelum terguling ( $v_t$ ), maka kendaraan akan cenderung akan terguling atau roboh kesamping.

Dari hasil pengamatan dan pengambilan data di ketahui bahwa pada saat kendaraan terbeban penuh

- Masa kendaraan ( $m$ ) = 250 kg
- Tinggi kendaraan ( $H$ ) = 1094 mm
- Titik berat kendaraan
- Posisi roda sepsan sejajar dengan roda belakang sepeda motor

$$F_c \geq \frac{W \cdot C}{H} \quad (4.4)$$

$$F_c \geq 250 \times 9,81 \frac{1,083}{1,094}$$

$$F_c \geq 2427,03 \text{ N}$$

Apabila kendaraan berbelok pada radius belok minimumnya maka kecepatan kritisnya saat kendaraan mulai terguling adalah :

$$2427,03 = 250 \frac{V_t^2}{1,256}$$

$$V_t^2 = 12,19$$

$$V_t = 3,49 \text{ m/s}$$

$$= (3,49 \times 0,001) / (1/3600)$$

$$= 12,56 \text{ km/jam}$$

Tabel 2. Hasil analisa kecepatan kritis saat kendaraan mulai terguling pada radius belok minimumnya

Kecepatan kritis (km/jam)												
Posisi Roda Sepsan (cm)												
Sejajar	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
12,56	12,53	12,47	12,46	12,43	12,42	12,39	12,36	12,34	12,33	12,30	12,28	12,27



Gambar 6. Hasil analisa kecepatan kritis saat kendaraan mulai terguling pada radius belok minimumnya

Berdasarkan data hasil analisa kecepatan kritis saat kendaraan mulai terguling pada radius belok minimumnya dengan berbagai posisi roda

sespan yaitu pada posisi roda sespan sejajar dengan roda belakang sepeda motor di capai pada kecepatan 12,56 km/jam atau 3,49 m/s. Sedangkan, dengan posisi roda sespan 5 cm dari roda belakang sepeda motor di capai pada kecepatan 12,54 km/jam atau 3,49 m/s. Selanjutnya diuji cobakan yaitu dengan posisi roda sespan 10 cm dari roda belakang sepeda motor pencapaian terus meningkat lebih baik yaitu pada kecepatan 12,47 km/jam atau 3,47 m/s.

Dilakukan uji coba pula pada roda sespan 15 cm dari roda belakang sepeda motor di capai pada kecepatan yang terbaik yaitu 12,46 km/jam atau 3,46 m/s. Untuk sespan 20 cm dari roda belakang sepeda motor di capai pada kecepatan yang terbaik yaitu 12,43 km/jam atau 3,46 m/s. Sedangkan pada sespan 25 cm dari roda belakang sepeda motor di capai pada kecepatan yang terbaik yaitu 12,42 km/jam atau 3,45 m/s.

Untuk penelitian selanjutnya yaitu dengan posisi roda sespan 30 cm dari roda belakang sepeda motor di capai pada kecepatan yang terbaik yaitu 12,39 km/jam atau 3,45 m/s dan jikalau sisi roda sespan 35 cm dari roda belakang sepeda motor di capai pada kecepatan yang terbaik yaitu 12,36 km/jam atau 3,44 m/s.

Selanjutnya untuk posisi roda sespan 40 cm dari roda belakang sepeda motor di capai pada kecepatan yang terbaik yaitu 12,34 km/jam atau 3,43 m/s dan dihasilkan kecepatan yang terbaik pada 12,33 km/jam atau 3,43 m/s untuk posisi roda sespan 45 cm dari roda belakang sepeda motor.

Di uji cobakan pula dengan posisi roda sespan 50 cm dari roda belakang sepeda motor di capai pada kecepatan yang terbaik yaitu 12,30 km/jam atau 3,42 m/s. Sedangkan dihasilkan kecepatan yang terbaik yaitu 12,28 km/jam atau 3,41 m/s jikalau roda sespan 55 cm dari roda belakang sepeda motor.

Terakhir uji coba dilakukan dengan posisi roda sespan 60 cm dari roda belakang sepeda motor di capai pada kecepatan yang terbaik yaitu 12,27 km/jam atau 3,41 m/s.

Dari hasil perhitungan terlihat bahwa posisi roda sespan dengan jarak sejajar sampai 60 cm dari roda belakang sepeda motor perbandingan perbedaan kecepatan tidak terlalu jauh berbeda. dengan pencapaian kecepatan yang tidak terlalu jauh sepeda motor dapat dikatakan stabil dan aman pada semua variasi penempatan roda sespan.

## 2. Analisis Batas Gerakan Kendaraan

Demi keselamatan pengendara dan penumpang, perlu adanya analisis terhadap batasan kemampuan kendaraan ketika melakukan gerakan atau manuver. Kondidi-kondisi tersebut antara lain adalah sebagai berikut :

### 2.1. Radius belok minimum

Seperti yang telah di ketahui dan dibahas sebelumnya bahwa pada saat sepeda motor sespan untuk penyandang disabilitas ini menikung dengan radius belok minimum maka sepeda motor sespan ini akan mulai tergelincir pada kecepatan 9,36 km/jam variasi jarak posisi roda sespan tidak berpengaruh, karena panjang (T) tidak berubah. Sedangkan kondisi kendaraan sespan ini akan terguling variasi jarak posisi roda sespan (*lead*) nya sangat berpengaruh. Sehingga apabila pengemudi akan membelokan kendaraan dengan radius belok minimum maka kecepatan kendaraan harus berada dibawah kecepatan yang tersebut di atas.

### 2.2. Kecepatan maksimum

Direncanakan kecepatan kerja maksimum kendaraan sespan ini adalah 50 km/jam atau 13,89 m/s, sehingga radius belok minimum kendaraan pada saat tergelincir adalah :

$$V_s = \sqrt{\mu \times R \times g} \quad (4.5)$$

$$11,11 = \sqrt{0,55 \times R \times 9,81}$$

$$R = 22,88 \text{ m}$$

Sedangkan radius belok untuk kondisi saat kendaraan akan terguling pada kecepatan 40 km/jam adalah :

- Posisi sejajar dengan roda
 
$$2427,03 = 250 \frac{(11,11)^2}{R}$$

$$R = 12,71 \text{ m}$$

Tabel 3. Kecepatan Maksimum

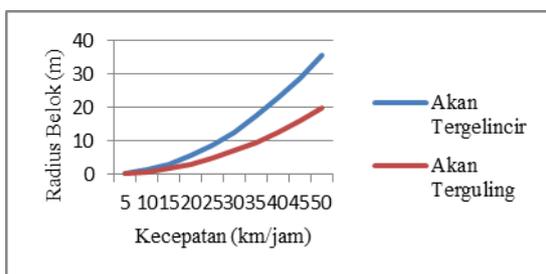
Posisi Roda Sespan (cm)	R (terguling) (m)
5	12,75
10	12,90
15	12,93
20	12,98
25	13,01

30	13,06
35	13,13
40	13,17
45	13,20
50	13,26
55	13,30
60	13,33

Pada penelitian ini menguji kemampuan manuver kendaraan saat bergerak pada berbagai tingkat kecepatan mulai dari posisi roda sejajar dengan roda belakang, posisi roda 5cm, 10 cm, 15cm hingga 60cm dari belakang, dengan tujuan untuk mengetahui sudut ideal belok yang tepat. Berikut disajikan perbandingan kemampuan manuver kendaraan saat bergerak pada berbagai tingkat kecepatan mulai dari 5km/jam, 10km/jam hingga 40 km.jam dengan posisi roda sespan mulai dari sejajar, berjarak 5cm,10cm hingga 60cm dari roda belakang.

Tabel 4. Batas radius belok kendaraan dengan tiap kecepatan pada posisi *roda sejajar* dengan roda belakang

Kecepatan Kendaraan (km/jam)	Radius Belok	
	Akan Tergelincir (m)	Akan Terguling (m)
5	0,36	0,20
10	1,43	0,79
15	3,22	1,79
20	5,72	3,18
25	8,94	4,97
30	12,87	7,15
35	17,52	9,74
40	22,88	12,72



Gambar 7 : Grafik batas radius belok kendaraan dengan tiap kecepatan pada posisi roda sejajar dengan roda belakang

Dari table 4 dapat diketahui bahwa, pada kecepatan terendah pada penelitian yaitu 5 km/jam batas radius belok kendaraan akan tergelincir yaitu 0,36 m, kemudian batas radius belok kendaraan akan terguling yaitu pada radius 0,20 m.

Sedangkan pada kecepatan tertinggi yaitu 40 km/jam batas radius belok kendaraan akan tergelincir yaitu 22,88 m, kemudian batas radius belok kendaraan akan terguling yaitu pada radius 12,72 m.

Dari grafik pada gambar 7 dapat dilihat bahwa batas radius belok kendaraan terus menunjukkan peningkatan yang tinggi. Hal tersebut terjadi karena terus meningkatnya kecepatan laju sepeda motor sespan untuk penyandang disabilitas. Berikut daftar table untuk batas radius belok kendaraan pada berbagai macam posisi roda sespan(lead) mulai dari ditempatkan secara sejajar, 5cm,10cm, hingga 60cm dari roda belakang.

Tabel 5. Batas radius belok kendaraan akan terguling dengan tiap kecepatan pada posisi roda sespan (*lead*) sejajar,5,10,15, 20, 25, 30, 35, 40, 45,50, 55, 60 cm dari roda belakang

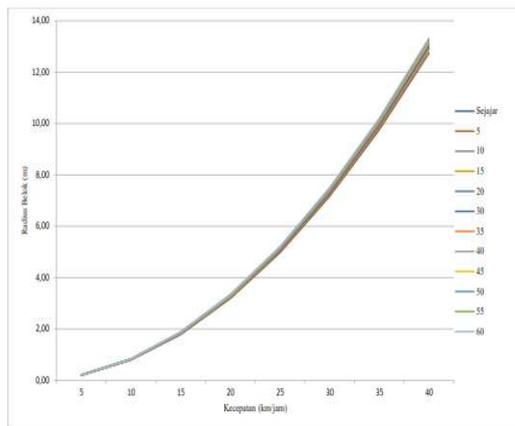
Kecepatan Kendaraan (km/jam)	Radius Belok kendaraan Akan Terguling dengan posisi roda sespan ( <i>Lead</i> ) (m)			
	Sejajar	5cm	10cm	15cm
5	0,20	0,20	0,20	0,20
10	0,80	0,80	0,81	0,81
15	1,79	1,79	1,81	1,82
20	3,19	3,19	3,22	3,23
25	4,98	4,98	5,04	5,05
30	7,17	7,17	7,26	7,27
35	9,77	9,77	9,88	9,90
40	12,75	12,75	12,90	12,93

Kecepatan Kendaraan (km/jam)	Radius Belok kendaraan Akan Terguling dengan posisi roda sespan ( <i>Lead</i> ) (m)			
	20cm	25cm	30cm	35cm
5	0,20	0,20	0,20	0,21
10	0,81	0,81	0,82	0,82
15	1,83	1,83	1,84	1,85
20	3,25	3,25	3,27	3,28
25	5,07	5,08	5,10	5,13
30	7,30	7,32	7,35	7,39
35	9,94	9,96	10,00	10,05
40	12,98	13,01	13,07	13,13

Kecepatan Kendaraan (km/jam)	Radius Belok kendaraan Akan Terguling dengan posisi roda sespan ( <i>Lead</i> ) (m)				
	40 cm	45 cm	50 cm	55 cm	60 cm
5	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
10	0,82	0,83	0,83	0,83	0,83
15	1,85	1,86	1,86	1,87	1,87
20	3,29	3,30	3,31	3,33	3,33
25	5,11	5,16	5,18	5,20	5,21

	5				
30	,41	7,43	7,46	7,48	7,50
35	10,09	10,11	10,15	10,18	10,21
40	13,18	13,20	13,26	13,30	13,33

Agar penyajian data lebih jelas, maka dapat dilihat pada grafik berikut ini yang merupakan hasil analisa perbandingan batas radius belok kendaraan dengan tiap kecepatan pada posisi roda sespan (*lead*) sejajar, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60 cm dari roda belakang.



Gambar 8 : Grafik perbandingan batas radius belok kendaraan dengan tiap kecepatan pada posisi roda sespan (*lead*) sejajar, 5-60 cm dari roda belakang

Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa pada masing-masing variasi kecepatan kendaraan menunjukkan bahwa posisi roda sespan (*lead*) 60 cm memiliki radius belok kendaraan yang paling besar (13,33 pada kecepatan 40km/jam). Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan manuver sepeda motor sespan untuk disabilitas dengan penempatan posisi roda 60 cm dengan roda belakang adalah yang tertinggi dibandingkan penempatan posisi roda yang lain. Selain itu dapat diketahui pula kemampuan manuver tertinggi pada penelitian ini adalah pada posisi roda sespan dengan jarak 60 cm dari roda belakang,

Dengan demikian posisi roda sespan dengan jarak (*lead*) 60 cm adalah posisi yang paling baik dan stabil di bandingkan variasi posisi roda yang lain.

## KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kecepatan kritis saat kendaraan mulai terguling pada radius belok minimum posisi roda sespan 60 cm dari roda belakang sepeda motor memiliki perbandingan perbedaan kecepatan yang tidak terlalu jauh berbeda dengan posisi roda yang lain.

Dengan kata lain dapat disimpulkan bahwa dengan pencapaian kecepatan yang tidak terlalu jauh, sepeda motor dapat dikatakan stabil dan aman pada semua variasi penempatan roda sespan.

Selain itu, dari data terlihat jelas bahwa pada masing-masing variasi kecepatan kendaraan menunjukkan bahwa posisi roda sespan (*lead*) 60 cm memiliki radius belok kendaraan yang paling besar. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan manuver sepeda motor sespan untuk disabilitas dengan penempatan posisi roda 60 cm dengan roda belakang adalah yang tertinggi dari penempatan posisi roda yang lain. Dengan demikian posisi yang paling stabil dan aman bagi penyandang disabilitas adalah dengan menempatkan posisi roda sespan (*lead*) dengan jarak 60cm.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. International Labour Organization. [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---asia/---ro-bangkok/---ilo-jakarta/documents/publication/wcms\\_233426.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---asia/---ro-bangkok/---ilo-jakarta/documents/publication/wcms_233426.pdf) (2016) diakses pada tanggal 10-5-2016, jam 21.00
- [2]. Khurmi, R.S dan Gupta, J. K. *A Teks Books of Machine Design*, New Delhi: Eurasia Publishing House (Ovt) LTD. (1991)
- [3]. Cossalter, Vittore, *Motorcycle Dynamic 2nd Edition*, Lulu, Modena : University of Padua (2005),
- [4]. Sutantra.IN. "Teknologi Otomotif Teori dan Aplikasi ", Guna Widya, Surabaya, (2001)
- [5]. Agostinetti, P., Cossalter, V., Ruffo, N. *Experimental analysis of handling of a three wheeled vehicle*, Modena : University of Padua.(2003)
- [6]. H. A. Kendall, Ph. D., *Sidecar 2003*, USCA, Inc
- [7]. Artamonov, M.D., 1976, *Motor vehicles fundamental and design*, MIR Publishers, Moscow
- [8]. Branet, 1996
- [9]. Hendi Saryanto, ST., M.Eng, Prof (Ern) Dr. Ing. Darwin Sebayang, *Proses Desain Elemen Mesin menggunakan Solidworks*
- [10]. Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung : Alfabeta. (2009).