

PENGARUH SUDUT CASTER SEPEDA UNTUK KAJIAN STABILITAS KENDARAAN

Rudy Soemarsono¹⁾, Ian Hardianto Siahaan²⁾

Program Otomotif Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra^{1,2)}

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia^{1,2)}

Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658^{1,2)}

E-mail : rudysoemarsono@gmail.com¹⁾, ian@peter.petra.ac.id²⁾

ABSTRAK

Stabilitas sangat dipengaruhi oleh desain geometri dari sepeda terutama pada sistem kemudinya. Desain geometri yang plaing banyak berpengaruh adalah sudut caster. Sudut caster akan mengakibatkan perbedaan antara sudut *steer* input dengan sudut belok yang terjadi pada roda kemudi sehingga mengakibatkan perbedaan radius belok dan kecepatan belok. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh besar sudut caster terhadap stability, dan steering ability.

Metode pengolahan data diambil dari hasil pengujian secara *experiment*, sedangkan metode analisis data yang dipakai adalah dengan menggunakan analisis gerak lurus beraturan, gerak melingkar beraturan. Dari hasil penelitian diketahui bahwa ketiga faktor yaitu kecepatan, sudut caster berpengaruh secara signifikan terhadap kestabilan kendaraan sepeda.

Kata kunci: Stabilitas Kendaraan, Gerak Lurus Beraturan, Gerak Melingkar Beraturan aluminium.

1. Pendahuluan

Sepeda akan menjadi kendaraan yang nyaman dan aman untuk dikendarai jika karakteristik stabilitasnya baik. Artinya sepeda mudah untuk dikendalikan, mampu mempertahankan arah gerakannya dan dapat memberikan respon yang proporsional terhadap inputan torsi dari pengendara.

Stabilitas sangat dipengaruhi oleh desain geometri dari sepeda terutama pada sistem kemudinya. Desain geometri yang plaing banyak berpengaruh adalah sudut caster. Sudut caster akan mengakibatkan perbedaan antara sudut *steer* input dengan sudut belok yang terjadi pada roda kemudi sehingga mengakibatkan perbedaan radius belok dan kecepatan belok.

Sepeda akan memiliki desain sistem kemudi yang khas sesuai dengan spesifikasinya demikian juga halnya besar sudut caster. Sudut caster adalah sudut yang dibentuk oleh sumbu *steer* dengan sumbu vertikal roda.

Secara geometri sudut caster mengakibatkan terdapatnya perbedaan antara besar sudut *steer* yang diberikan pengendara pada batang pengemudi terhadap besar perubahan arah gerak roda depan.

Sepeda akan lebih menyenangkan untuk dikendarai dan menimbulkan sensasi yang menggoda bagi pengendaranya jika ia mampu berperilaku seperti harapan dari pengendaranya.

Sepeda dalam suatu kondisi dituntut untuk dapat bergerak lincah dann ringan dikemudikan terutama saat dalam kemacetan dimana sepeda bergerak dengan kecepatan lambat atau untuk kondisi jalan yang banyak tikungan tajam.

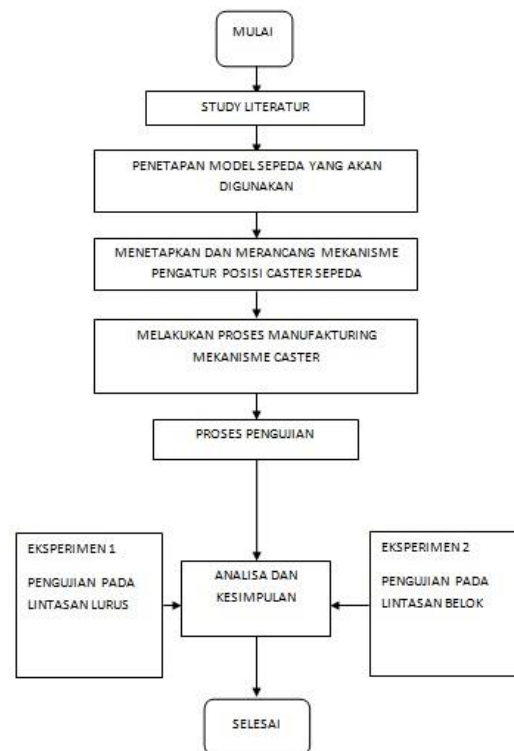
Namun di kondisi lain sepeda dituntut untuk stabil arah gerakannya terutama untuk bergerak dengan kecepatan tinggi atau untuk kondisi jalan yang tidak rata dan banyak benjolannya.

Agar harapan seperti itu dapat terpenuhi maka perlu

dilakukan analisa terhadap kajian stabilitas kendaraan yang pada tugas akhir ini akan dititikberatkan pada analisa sudut caster sebagai parameter kajian stabilitas kendaraan.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengikuti tahapan ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan penelitian

Memilih Dan Menetapkan Model Sepeda Yang Akan Digunakan

Pada tahap ini penulis melakukan penetapan model sepeda yang akan digunakan yaitu sepeda gunung Polygon Siera.

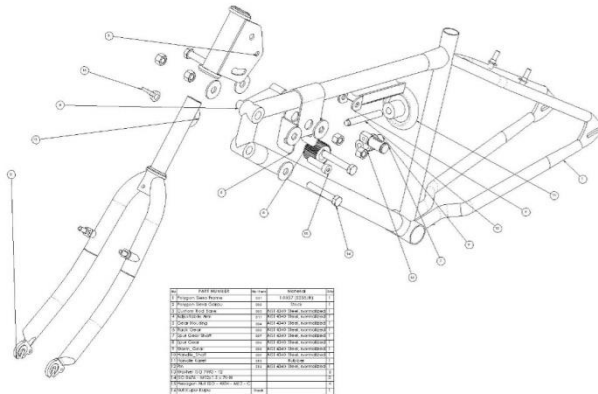
Menetapkan Dan Merancang Mekanisme Pengatur Posisi Caster Sepeda

Pada tahap ini penulis melakukan perancangan dan penetapan mekanisme pengatur posisi caster sepeda yaitu dengan roda gigi *rack and pinion*.



Gambar 2. Merancang Mekanisme Pengatur Posisi Caster Sepeda

Melakukan Proses Manufaktur Mekanisme Caster



Gambar 3. Assembly Sepeda

Pada tahap ini penulis melakukan proses manufacturing mekanisme caster sepedanya yang meliputi:

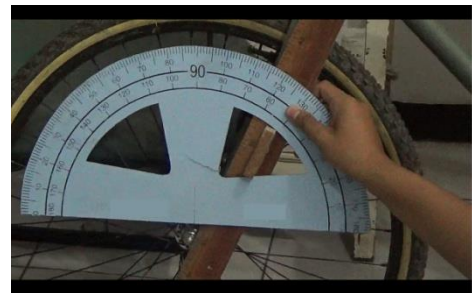
- Custom rod base* benda ini dilakukan dengan cara proses las, bubut, milling.
- Gear housing* benda ini dilakukan dengan cara proses las, bubut, milling.
- Rack gear* benda ini dilakukan dengan cara proses CNC.
- Spur gear* benda ini dilakukan dengan cara proses CNC.
- Spur gear shaft* benda ini dilakukan dengan cara proses bubut, milling.
- Worm gear* benda ini dilakukan dengan cara proses bubut, milling.
- Handle shaft* benda ini dilakukan dengan cara proses bubut.

- Handle* karet benda ini dilakukan dengan cara proses milling.
- Adjustable arm* benda ini dilakukan dengan cara proses bubut, las, milling.
- Pin* benda ini dilakukan dengan cara proses bubut.

Pengukuran Sudut Caster

Pada tahap ini penulis melakukan proses pengukuran sudut caster sepedanya yang meliputi:

- Menyiapkan sepeda
- Menyiapkan penggaris
- Menyiapkan busur derajat

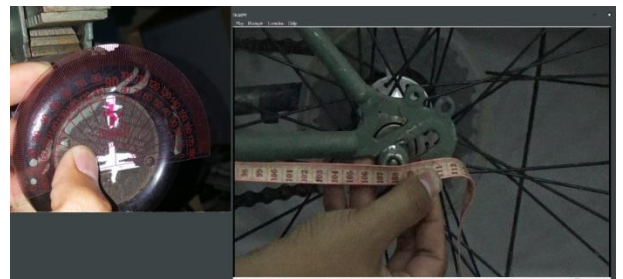


Gambar 4. Contoh Pengukuran Sudut Caster Sepeda 26°

Pengukuran Wheelbase Dan Cara Mengetahui Putaran Untuk Menentukan Sudut Caster

Pada tahap ini penulis melakukan proses pengukuran *wheelbase* dan cara mengetahui putaran untuk menentukan sudut caster yang meliputi:

- Menyiapkan Busur
- Menyiapkan Meteran
- Menyiapkan *Handycam, tripod, software media player classic*
- Menentukan titik putar pada *handle* karet guna untuk mengetahui berapa putaran yang akan disesuaikan sudut caster, lihat gambar 3.4
- Mengukur panjang *wheelbase*, lihat gambar 3.4

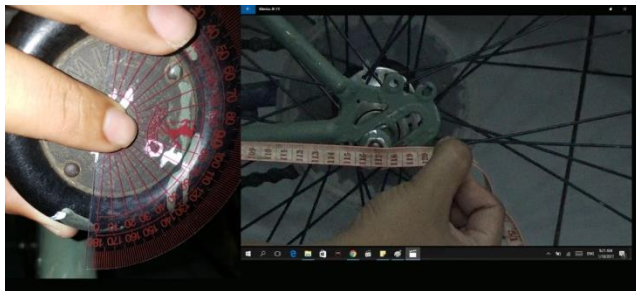


Gambar 5. Pengukuran Wheelbase Dan Penentuan Awal Titik Putar (Yang Ditip-Ex) Untuk Sudut Caster 26°



Gambar 6. Pengukuran Untuk Sudut Caster 30°

Untuk mencapai sudut caster 30° maka diputar sebanyak 270° searah jarum jam dari penentuan awal titik putar.



Gambar 7. Pengukuran Untuk Sudut Caster 35°

Untuk mencapai sudut caster 35° maka diputar sebanyak 360° + 20° searah jarum jam dari penentuan awal titik putar.

Pengujian Pada Lintasan Lurus

Tahap ini penulis menyiapkan alat dan bahan untuk melakukan pengujian pada lintasan lurus.

Alat:

1. Penggaris



Gambar 8. Penggaris

Guna penggaris untuk mengukur lintasan dan memberikan skala.

2. Kapur Papan Tulis Bewarna



Gambar 9. Kapur Papan Tulis

Guna kapur papan tulis berwarna untuk memberikan *marking* (tanda) lintasan pengujian.

3. Video Kamera



Gambar 10. Video Kamera

Guna video kamera untuk mengambil data simpangan aktual dan laju sepeda.

4. Tripod



Gambar 11. Tripod

Guna tripod untuk mengambil posisi *steady* ketika *shooting* dimulai. Agar rekaman dan hasil gambar terlihat bagus.

5. Speedometer



Gambar 12. Speedometer

Guna speedometer untuk mengetahui pembacaan nilai kecepatan sepeda.

6. Meteran



Gambar 13. Meteran

Guna meteran ini untuk pembacaan dimensi panjang wheelbase yang diminta.

7. Palu



Gambar 14. Palu

Guna palu untuk mengencangkan pengunci mekanisme perubah sudut caster pada sepeda ini.

8. Kunci Inggris



Gambar 15. Kunci Inggris

Penggunaan kunci inggris ini digunakan secara bersamaan untuk mengunci mekanisme perubahan sudut caster sepeda ini.

Bahan:

Polygon Siera yang sudah ditetapkan mekanisme pengatur posisi caster sepeda.

Melalui pengujian ini penulis menetapkan lintasan lurus (s)= 6m, kecepatan konstan sepeda: a. 5 km/jam, b. 10 km/jam, c. 15 km/jam, untuk lebar lintasan penulis menetapkan dengan lebar ban sepeda + 25% = 5 cm, $t_{teoritis}$ menggunakan rumus $s = v \cdot t$. Berikut gambar penentuan lebar ban:



Gambar 16. Pengukuran Lebar Ban Sepeda

Pada pengujian ini penulis mencari data: simpangan, waktu yang dibutuhkan (t_{aktual}).

Pengujian Pada Lintasan Belok

Tahap ini penulis menyiapkan alat dan bahan untuk melakukan pengujian pada lintasan belok. Alat dan Bahan pada pengujian ini sama seperti pengujian pada lintasan belok.

Melalui pengujian ini penulis menetapkan lintasan belok (r) = 2m, kecepatan konstan sepeda: a. 5 km/jam, b. 10 km/jam, c. 15 km/jam, untuk lebar lintasan penulis menetapkan dengan lebar ban sepeda + 25% = 5 cm. Pada pengujian ini penulis mencari data: simpangan, waktu yang dibutuhkan (t_{aktual}), jarak lintasan (s) menggunakan rumus $s = \frac{1}{4} \cdot 2\pi r$, $t_{teoritis}$ menggunakan rumus $s = v \cdot t$

3. Hasil dan Pembahasan
Lintasan lurus

Dari percobaan yang telah dilakukan sebanyak 3 kali, didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Uji sudut caster 26° dengan wheelbase 1.08 m

Percobaan	No	v (km/jam)	v (m/s)	t_{aktual} (s)	$t_{teoritis}$ (s)	Δt (s)	Simpangan (m)
1	1	5	1.39	4.88	4.32	0.56	0.10
	2	5	1.39	5.60	4.32	1.28	0.15
	3	5	1.39	5.01	4.32	0.69	0.15
rerata				5.16	4.32	0.84	0.13
2	1	10	2.78	2.87	2.16	0.71	0.07
	2	10	2.78	2.85	2.16	0.69	0.10
	3	10	2.78	2.98	2.16	0.82	0.10
rerata				2.90	2.16	0.74	0.09
3	1	15	4.17	1.89	1.44	0.45	0.07
	2	15	4.17	2.04	1.44	0.60	0.07
	3	15	4.17	1.80	1.44	0.36	0.06
rerata				1.91	1.44	0.47	0.07

Tabel 2. Hasil Uji sudut caster 30° dengan wheelbase 1.135 m

Percobaan	No	v (km/jam)	v (m/s)	t _{aktual} (s)	t _{teoritis} (s)	Δt (s)	Simpangan (m)
1	1	5	1.39	6	4.32	1.68	0.16
	2	5	1.39	5.06	4.32	0.74	0.05
	3	5	1.39	4.74	4.32	0.42	0.11
rerata				5.27	4.32	0.95	0.11
2	1	10	2.78	3.09	2.16	0.93	0.07
	2	10	2.78	3.04	2.16	0.88	0.08
	3	10	2.78	3.24	2.16	1.08	0.07
rerata				3.12	2.16	0.96	0.07
3	1	15	4.17	2.04	1.44	0.6	0.10
	2	15	4.17	1.88	1.44	0.44	0.04
	3	15	4.17	1.68	1.44	0.24	0.05
rerata				1.87	1.44	0.43	0.06

Tabel 3. Hasil Uji sudut caster 35° dengan wheelbase 1.17 m

Percobaan	No	v (km/jam)	v (m/s)	t _{aktual} (s)	t _{teoritis} (s)	Δt (s)	Simpangan (m)
1	1	5	1.39	6.23	4.32	1.91	0.11
	2	5	1.39	4.92	4.32	0.6	0.10
	3	5	1.39	4.74	4.32	0.42	0.15
rerata				5.30	4.32	0.98	0.12
2	1	10	2.78	2.36	2.16	0.2	0.05
	2	10	2.78	3.2	2.16	1.04	0.08
	3	10	2.78	2.68	2.16	0.52	0.07
rerata							
3	1	15	4.17	1.76	1.44	0.32	0.05
	2	15	4.17	1.94	1.44	0.5	0.06
	3	15	4.17	1.59	1.44	0.15	0.05
rerata				1.76	1.44	0.32	0.05

Pembahasan:

Simpangan terjadi karena ketidakstabilan kendaraan dalam melewati lintasan. Semakin besar sudut caster semakin kecil nilai simpangan. Hal ini seperti terlihat pada perbandingan tabel 1-3 hubungan *caster angle* dengan simpangan. Untuk kondisi sudut caster 35° mempunyai nilai simpangan yang kecil daripada sudut caster yang lain. Pada kecepatan tinggi nilai simpangan semakin kecil.

Dari perbandingan tabel 1-3 dapat dilihat nilai kecepatan tinggi menimbulkan nilai t yang kecil. Pada kecepatan rendah dan semakin besar sudut caster menimbulkan nilai t yang besar. Pada kecepatan tinggi dan semakin besar sudut caster menimbulkan nilai t yang kecil.

Lintasan Belok

Dari percobaan yang telah dilakukan sebanyak 3 kali, didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Uji sudut caster 26° dengan wheelbase 1.08 m

Percobaan	No	v (km/jam)	v (m/s)	t _{aktual} (s)	t _{teoritis} (s)	Δt (s)	Simpangan (m)
1	1	5	1.39	3.36	2.26	1.1	0.15
	2	5	1.39	2.96	2.26	0.70	0.17
	3	5	1.39	3.44	2.26	1.18	0.15
rerata				3.25	2.26	0.99	0.16
2	1	10	2.78	1.74	1.13	0.61	0.11
	2	10	2.78	1.58	1.13	0.45	0.13
	3	10	2.78	1.41	1.13	0.28	0.12
rerata				1.74	1.13	0.45	0.12
3	1	15	4.17	1.14	0.75	0.39	0.18
	2	15	4.17	1.40	0.75	0.65	0.20
	3	15	4.17	1.16	0.75	0.41	0.22
rerata				1.14	0.75	0.48	0.2

Tabel 5. Hasil Uji sudut caster 30° dengan wheelbase 1.135 m

Percobaan	No	v (km/jam)	v (m/s)	t _{aktual} (s)	t _{teoritis} (s)	Δt (s)	Simpangan (m)
1	1	5	1.39	2.46	2.26	0.20	0.2
	2	5	1.39	2.50	2.26	0.24	0.2
	3	5	1.39	2.44	2.26	0.18	0.23
rerata				2.47	2.26	0.21	0.21
2	1	10	2.78	1.56	1.13	0.43	0.12
	2	10	2.78	1.46	1.13	0.33	0.14
	3	10	2.78	1.40	1.13	0.27	0.15
rerata				1.47	1.13	0.34	0.14
3	1	15	4.17	1.14	0.75	0.39	0.10
	2	15	4.17	1.14	0.75	0.39	0.15
	3	15	4.17	1.10	0.75	0.35	0.20
rerata				1.13	0.75	0.37	0.15

Tabel 6. Hasil Uji sudut caster 35° dengan wheelbase 1.17 m

Percobaan	No	v (km/jam)	v (m/s)	t _{aktual} (s)	t _{teoritis} (s)	Δt (s)	Simpangan (m)
1	1	5	1.39	3.88	2.26	1.62	0.21
	2	5	1.39	2.86	2.26	0.60	0.32
	3	5	1.39	2.35	2.26	0.09	0.15
rerata				3.03	2.26	0.77	0.23
2	1	10	2.78	1.34	1.13	0.21	0.15
	2	10	2.78	1.28	1.13	0.15	0.25
	3	10	2.78	1.21	1.13	0.08	0.10
rerata				1.28	1.13	0.15	0.17
3	1	15	4.17	0.96	0.75	0.21	0.15
	2	15	4.17	1.08	0.75	0.33	0.21
	3	15	4.17	1.04	0.75	0.29	0.28
rerata				1.03	0.75	0.27	0.21

Pembahasan:

Pada perbandingan tabel 4-6 ini dapat dilihat semakin besar sudut caster semakin besar nilai simpangan terkecuali pada sudut caster 35° dengan kecepatan 15 km/jam yang dikarenakan kesalahan pengambilan data.

Pada perbandingan tabel 4-6 ini dapat dilihat semakin tinggi kecepatan nilai t semakin kecil. Dengan sudut caster yang besar semakin kecil nilai t_{aktual}. Terkecuali dikondisi pada sudut caster 26° dimana penulis kurang cermat melakukan dan mengambil data.

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa kendaraan sepeda yang memiliki sudut caster 35°

lebih stabil dan memiliki nilai simpangan kecil saat berkendara pada lintasan lurus.

Pengujian pada kecepatan yang tinggi, semakin besar sudut caster memiliki nilai simpangan yang kecil dan memiliki nilai t_{aktual} yang kecil, pada kecepatan rendah dan semakin besar sudut caster menimbulkan nilai t_{aktual} yang besar (pada kondisi lintasan lurus).

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa semakin besar sudut caster semakin besar nilai simpangan(pada kondisi lintasan belok).

Pengujian pada kecepatan yang tinggi nilai t semakin kecil. Dengan sudut caster yang besar semakin kecil nilai t_{aktual} (pada kondisi lintasan belok).

5. Daftar Pustaka

1. Drs.Sutamadji. (2005). *PERBAIKAN SISTIM KEMUDI*. JAKARTA.
2. Hamrock, B. J., Schmid, S. R., & Jacobson, B. O. (2005). *FUNDAMENTALS OF MACHINE ELEMENTS*. Newyork: McGrawHill.
3. Ian Hardianto Siahaan, H. G. (2009). REAL TIME PARAMETER SUDUT ROLL, YAW RATE DAN SLIP RATIO ANTARA TRUK TERHADAP TRAILERNYA SEBAGAI RESPON PENDETEKSI STABILITAS GERAK BELOKNYA BERBASIS SOFTWARE ARCSIM 3-AXLE-TRUCK 3-AXLE TRAILER. *SEMNAS_PETRA-IAN*, 1-8.
4. Irwanto, J. (2012, Oktober). *Roda Gigi Rack Dan Pinion*. Retrieved Desember 1, 2016, from <https://jokoirmesinskanda.files.wordpress.com/2012/10/roda-gigi.pdf>
5. Krishnan, P. M. (2013, december 03). *Mechanics of Textile Machinery for 4.14 Rack And Pinion*. Retrieved January 18, 2017, from www.nptel.ac.in: <http://www.nptel.ac.in/courses/116102012/48>
6. SATO, G. T., & H., N. S. (1981). *MENGGAMBAR MESIN*. JAKARTA: PT PRDYA PARAMITA.
7. Young, H. D., Freedman, R. A., Sandin, T. R., & Ford, A. L. (2002). *FISIKA UNIVERSITAS*. Jakarta: Erlangga.