

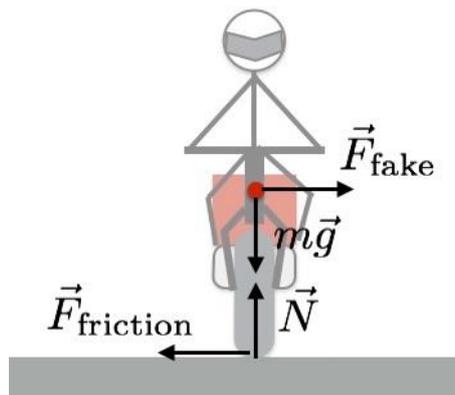
2. STUDI LITERATUR

2.1 Sepeda Motor

Sepeda motor merupakan alat transportasi yang digerakkan oleh mesin dan memiliki roda berjumlah dua, dimana letak kedua roda ini sebaris lurus. Pada kecepatan tinggi, sepeda motor tetap stabil dikarenakan adanya gaya giroskopik yang bekerja pada sepeda motor. Sedangkan pada kecepatan rendah, kestabilan sepeda motor bergantung kepada pengaturan setang oleh pengendara.

2.2 Teori Berkendara Sepeda Motor

Jika *handlebar* sepeda motor dibelok saat sepeda motor dalam kondisi tegak, sepeda motor akan mengguling dikarenakan gaya gesek dan gaya sentrifugal yang bekerja pada sepeda motor menghasilkan torsi.

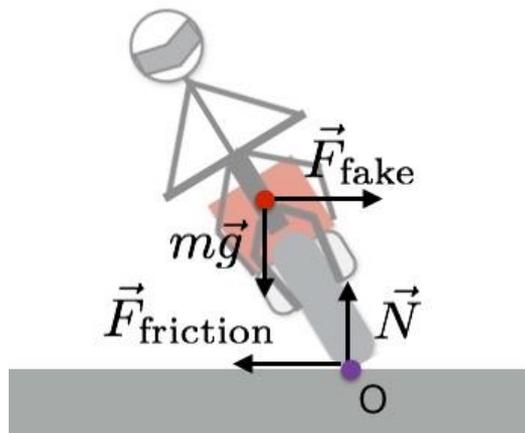


Gambar 2.1 Diagram Bodi Bebas pada Sepeda Motor Jika Menikung pada Kondisi Tegak

Sumber: Allain, R. (2015). *How do motorcycles lean so far without tipping over.*

<https://www.wired.com/2015/08/motorcycles-lean-far-without-tipping/>

Oleh karena itu, untuk mengimbangkan torsi tersebut, bodi sepeda motor harus dicondongkan ke arah belok. *Counter-steering* merupakan teknik yang umum digunakan untuk mencondongkan sepeda motor ke arah belok, dimana *handlebar* sepeda motor dibelokkan ke arah berlawanan dari arah belok untuk memberikan torsi pada bodi sepeda motor (karena pengaruh gaya sentrifugal) agar miring ke arah belok. Kemudian, *handlebar* sepeda motor membelok ke arah belok secara natural.



Gambar 2.2 Diagram Bodi Bebas pada Sepeda Motor Jika Menikung pada Kondisi Miring

Sumber: Allain, R. (2015). *How do motorcycles lean so far without tipping over.*

<https://www.wired.com/2015/08/motorcycles-lean-far-without-tipping/>

Menurut Chaperot, ada tiga gaya yang bekerja pada sepeda motor, yaitu:

1. Gaya Berat, arahnya ke pusat bumi:

$$F_g = m \cdot g \quad (2.1)$$

dimana:

m = total massa

g = percepatan gravitasi

2. Gaya Sentrifugal, bekerja secara horizontal, arahnya keluar dari lintasan belok:

$$F_c = \frac{mv^2}{r} \quad (2.2)$$

dimana:

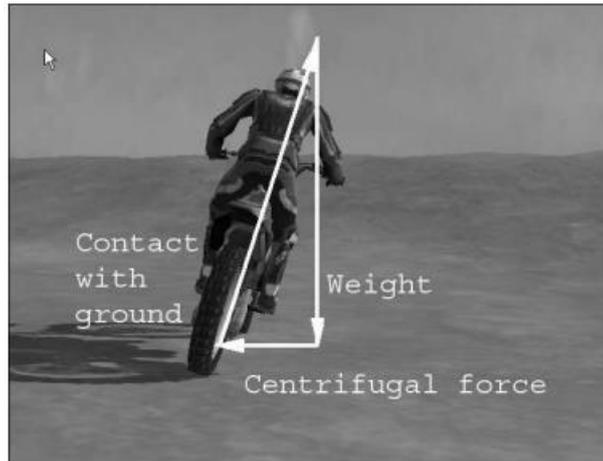
m = total massa

v = kecepatan linear

r = radius lintasan belok

3. Gaya Normal atau gaya kontak yang bekerja pada ban oleh tanah

Jumlah dari ketiga gaya ini dapat diasumsikan sebagai nol dan segitiga gaya tertutup jika sepeda seimbang.

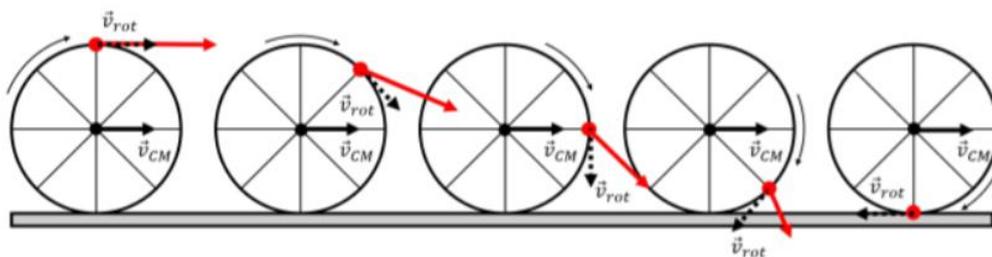


Gambar 2.3 Tiga gaya yang bekerja pada sepeda motor saat menikung

Sumber: Chaperot, B. & Fyfe, C. (2014). *Issues in the physics of a motocross simulation*.

https://www.researchgate.net/publication/228676866_Issues_in_the_Physics_of_a_Motocross_Simulation, p. 5.

Menurut Lesics, untuk mengetahui *counter-steering*, roda harus dalam keadaan kondisi tanpa selip.



Gambar 2.4 Diagram Bodi Bebas pada Roda yang Sedang Menggelinding Dalam Kondisi Tanpa Selip.

Sumber: Martin, R., Neary, E., Rinaldo, J., and Woodman, O. (n.d.). *Rolling motion*.

[https://phys.libretexts.org/Bookshelves/University_Physics/Book%3A_Introductory_Physics_-_Building_Models_to_Describe_Our_World_\(Martin_Neary_Rinaldo_and_Woodman\)/12%3A_Rotational_Energy_and_Momentum/12.02%3A_Rolling_motion](https://phys.libretexts.org/Bookshelves/University_Physics/Book%3A_Introductory_Physics_-_Building_Models_to_Describe_Our_World_(Martin_Neary_Rinaldo_and_Woodman)/12%3A_Rotational_Energy_and_Momentum/12.02%3A_Rolling_motion)

Asumsikan sebuah roda dengan jari-jari R . Pada kerangka acuan terhadap pusat massa, masing-masing titik berwarna merah (gambar 2.1) pada bagian luar roda memiliki kecepatan \vec{v}_{rot} sebesar:

$$\vec{v}_{rot} = \vec{\omega} \times \vec{r} \quad (2.3)$$

Untuk roda menggelinding, pada kerangka acuan terhadap tanah, masing-masing titik berwarna merah (gambar 2.1) pada bagian luar roda memiliki kecepatan \vec{v} sebesar:

$$\vec{v} = \vec{v}_{rot} + \vec{v}_{CM} \quad (2.4)$$

Saat titik berada di bawah roda, jika roda tidak mengalami selip, titik tersebut secara instan dalam keadaan diam relatif terhadap jalan. Untuk posisi titik di bawah roda, vektor \vec{v}_{rot} dan \vec{v}_{CM} memiliki arah berlawanan, sehingga totalnya sama dengan nol.

$$v = -v_{rot} + v_{CM} = 0$$
$$\therefore v_{rot} = v_{CM} \quad (2.5)$$

Dari persamaan 2.5, dapat disimpulkan bahwa:

$$\omega R = v_{CM} \quad (\text{menggeling tanpa selip}) \quad (2.6)$$

2.3 Roda Sepeda Motor

Roda sepeda motor memiliki dua bagian utama, yaitu:

2.3.1 Ban

Ban merupakan bagian dari kendaraan yang langsung berhubungan dengan jalan, dimana fungsinya adalah untuk menjamin kendaraan berjalan nyaman dan aman dengan mengurangi hambatan-hambatan gelinding roda.

Secara umum, ban yang banyak digunakan oleh sepeda motor mempunyai 2 macam, yaitu *tube-type* (menggunakan ban dalam atau *inner tube*) dan *tubeless-type* (tidak menggunakan ban dalam atau *inner tube*).

Menurut Sumo Rubber, berdasarkan permukaan jalan, ban sepeda motor mempunyai 3 macam, yaitu *off-road*, *road* atau *street*, dan *dual sport*.

2.3.2 Velg

Velg merupakan kerangka dari roda yang berfungsi untuk menahan gaya dan tekanan dari beban kendaraan dan kondisi permukaan jalan. Menurut Fortuna Motor Official, ada tiga jenis velg sepeda motor, yaitu:

1. *Spoked Wheel*

Menurut Johan, velg jenis ini umum digunakan di sepeda motor jenis *cruiser*, *dual-sport*, dan *off-road*. Selain itu, velg jenis ini memiliki sifat kuat dan tahan lama dikarenakan bahannya dari besi. Tetapi kelemahan dari velg jenis ini adalah membutuhkan perawatan secara rutin dan berkala.



Gambar 2.5 *Spoked Wheels*

Sumber: Sinister. (n.d.). *Diamond cut spokes*. <https://sinisterwheel.com/product/diamond-cut-spokes/>

2. *Cast Wheel*

Velg jenis ini dibuat dari baja tuang. Bagian *rim* hingga *center* velg dibuat menyatu dengan proses cor tersebut, sehingga mampu menopang ban yang lebih berat dibandingkan dengan *spoked wheel*. Karena kekuatannya, kebanyakan sepeda motor sekarang dibuat dengan velg jenis ini. Namun, velg jenis ini rawan retak dan mengalami deformasi jika menghantam lubang.



Gambar 2.6 *Cast Wheels*

Sumber: Walmart. (n.d.). *17" Supermoto front rear cast wheels for Honda CRF250R CRF450R 04-12 CR 125 250*. <https://www.walmart.com/ip/17-Supermoto-Front-Rear-CastWheels-for-Honda-CRF250R-CRF450R-04-12-CR-125-250/779140956>

3. *U-Shaped Rim*

Velg jenis ini berbentuk seperti huruf U yang dibuat dari bahan aluminium dan menggunakan jari-jari. Karena bobotnya yang ringan, velg jenis ini mampu memacu akselerasi motor. Selain itu, karena bahannya dari aluminium, velg jenis ini lebih tahan korosi. Namun, kekurangan dari velg jenis ini adalah tidak tahan terhadap guncangan, tidak diperuntukkan untuk penggunaan sehari-hari, dan mudah patah pada medan yang buruk dan jalan yang berlubang.



Gambar 2.7 *U-Shaped Rim*

Sumber: Tokopedia. (n.d.). *Velg rim TDR U shape 250 ring 17 TDR black silver – hitam.*

<https://www.tokopedia.com/admofficialstore/velg-rim-tdr-u-shape-250-ring-17-tdr-black-silver-hitam>

2.4 Bearing

Bearing merupakan suatu komponen yang berfungsi untuk mengurangi gesekan antara suatu komponen dengan porosnya. Menurut Motion & Control NSK, *bearing* terbagi menjadi dua bagian, yaitu:

2.4.1 *Ball Bearing*

Ball Bearing menggunakan *ball* / gotri sebagai elemen menggelinding (*rolling elements*). Jenis *bearing* ini dicirikan dari *point contact* antara gotri dengan *raceway*. *Ball bearing* mampu berotasi dengan cepat, tapi tidak mampu menahan beban berat. Salah satu jenis *ball bearing* yang umum digunakan adalah *Deep Groove Ball Bearing*. Karena desainnya yang sederhana, *bearing* jenis ini mudah dirawat dan tidak terpengaruh pada kondisi-kondisi tertentu, sehingga dapat digunakan dalam berbagai benda. Selain meredam gaya radial, *bearing* jenis ini juga mampu meredam gaya aksial dan mampu digunakan dalam kecepatan tinggi dikarenakan torsinya yang rendah.



Gambar 2.8 *Deep-Groove Ball Bearing*

Sumber: Motion & Control NSK. (n.d.). *NSK Americas*.

<https://www.nskamericas.com/en/services/what-s-a-bearing/types.html#>.

2.4.2 Roller Bearing

Roller Bearing dicirikan dari *line contact*. *Line contact* mampu menahan beban daripada *ball bearing* dalam ukuran yang sama, tapi tidak mampu berotasi dengan cepat dikarenakan peningkatan gesekan pada garis kontak. Salah satu jenis *roller bearing* yang umum digunakan adalah *Spherical Roller Bearing* bersifat kuat dan memiliki cara kerja dan fungsi yang sama dengan *self-aligning ball bearing*. Yang membedakan adalah *spherical roller bearing* menggunakan *spherical roller*, sehingga mampu menahan beban berat. *Bearing* jenis ini mampu menahan beban radial tinggi dan beban radial menengah.



Gambar 2.9 *Spherical Roller Bearing*

Sumber: Motion & Control NSK. (n.d.). *NSK Americas*.

<https://www.nskamericas.com/en/services/what-s-a-bearing/types.html#>.

2.4.3 Rod End Bearing

Rod end bearing digunakan pada ujung silinder, *linkage*, batang, dan poros untuk mengambil ketidaksejajaran sudut di antara bagian yang terhubung. *Bearing* jenis ini terdiri dari cincin bagian dalam berbentuk bola dan lubang silinder untuk pemasangan poros. Menurut Innovation; Know-how; & originality, ada dua jenis *rod end bearing*, yaitu:

1. *L-Ball Rod End Bearing*

L-Ball Rod End Bearing merupakan jenis *rod end bearing* yang terbuat dari seng die-cast yang tahan lama dengan bola berulir yang diatur tegak lurus terhadap bodi. *Rod end bearing* jenis ini mudah dirawat dan memiliki ketahanan aus yang dapat memberikan akurasi yang stabil untuk waktu yang lama, sehingga banyak digunakan di kendaraan, peralatan konstruksi dan pertanian, dan mesin pengemasan.



Gambar 2.10 *L-Ball Rod End Bearing*

Sumber: Innovation; Know-how; & Originality. (n.d.). *Plain bearings: Rod ends*.
<https://www.ikont.com/plain-bearings/rod-ends/>

2. *PILLOBALL Rod End Bearing*

PILLOBALL Rod End Bearing dapat digunakan pada berbagai permesinan dan dirancang untuk pemasangan yang mudah. *Rod end bearing* jenis ini dapat memberikan gerakan rotasi dan osilasi yang mulus sekaligus memberikan batas keausan dan pemuatan yang sangat baik.



Gambar 2.11 *PILLOBALL Rod End Bearing*

Sumber: Innovation; Know-how; & Originality. (n.d.). *Plain bearings: Rod ends*.
<https://www.ikont.com/plain-bearings/rod-ends/>

2.4.4 Spherical Plain Bearing

Spherical plain bearing merupakan jenis *bearing* yang memungkinkan rotasi sudut di sekitar titik pusat dalam dua arah ortogonal. *Bearing* jenis ini digunakan pada berbagai macam mekanisme, dimana gerakan rotasi harus diizinkan untuk mengubah kesejajaran sumbu rotasinya. *Bearing* jenis ini digunakan pada suspensi mobil, mesin, poros penggerak, alat berat, mesin jahit, dan banyak aplikasi lainnya.



Gambar 2.12 *Spherical Plain Bearing*

Sumber: Black Bearing. (n.d.). *Spherical plain bearing*.

<http://www.blackbearing.com/spherical-plain-bearing/>

2.5 Suspensi Depan Sepeda Motor

Suspensi sepeda motor mengendalikan pergerakan roda ke atas dan ke bawah serta mempertahankan roda agar tetap kontak dengan jalan untuk mencegah hilangnya traksi. Sistem suspensi sepeda motor, baik itu depan atau belakang pada dasarnya terdiri dari dua elemen, yaitu pegas dan peredam. Ada dua jenis suspensi depan sepeda motor, yaitu:

1. *Telescopic Suspension*

Telescopic Suspension banyak digunakan di setiap sepeda motor saat ini. Suspensi jenis ini tersusun atas pegas dan oli garpu di dalamnya sebagai peredam. Kelebihan dari suspensi jenis ini adalah desainnya sederhana dan harga pembuatannya murah.

2. *Upside Down Suspension*

Upside Down Suspension tersusun atas *fork tube* yang terletak di dekat *axle* dan *outer slider* yang terletak di atas. Suspensi jenis ini memiliki dua kelebihan, yaitu mengurangi berat tambahan sepeda motor dan meningkatkan fleksibilitas yang dapat meningkatkan *handling*. Tapi suspensi jenis ini juga memiliki dua kelemahan, yaitu harganya lebih mahal daripada *telescopic suspension* dan jika terjadi kebocoran, minyak peredam akan keluar lebih cepat daripada *telescopic suspension*.



Gambar 2.13 *Telescopic* (kiri) dan *Upside Down* (kanan) *Suspension*

Sumber: Anthony, G. (2015). *The basics: modern motorcycle suspension*.

<https://www.rideapart.com/news/247982/the-basics-modernmotorcycle-suspension/>

2.6 Rem Sepeda Motor

Ada dua jenis rem sepeda motor, yaitu:

1. *Drum Brake* / Rem Tromol

Rem tromol memiliki dua sepatu rem setengah lingkaran yang terletak di dalam tromol di hub roda dan memiliki piston. Ketika pengendara menarik lengan rem atau menginjak pedal rem, piston akan mendorong sepatu rem terhadap tromol.



Gambar 2.14 Rem Tromol

Sumber: Camel Tire. (2021). *Disc brake & drum brake*.

<https://cameltire.com/en/blog/2021/05/disc-brake-and-drum-brake>

2. *Disc Brake / Rem Cakram*

Kebanyakan sepeda motor modern menggunakan rem cakram di kedua roda dan beberapa menggunakan rem cakram hanya di roda depan. Rem cakram terbagi menjadi dua jenis, yaitu kaliper piston tunggal dan kaliper piston ganda.



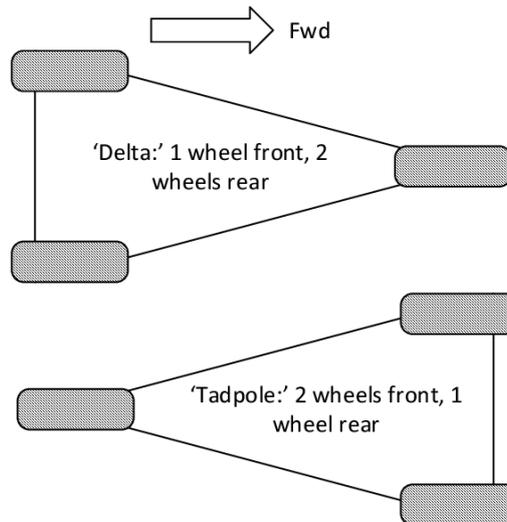
Gambar 2.15 Rem Cakram

Sumber: Camel Tire. (2021). *Disc brake & drum brake*.

<https://cameltire.com/en/blog/2021/05/disc-brake-and-drum-brake>

2.7 Tilting Trike

Tilting trike adalah kendaraan roda tiga yang dapat dimiringkan seperti sepeda motor dan moped (Rajnath et al, May, 2020, p.5041). *Tilting trike* sendiri diklasifikasikan menjadi dua konfigurasi, yaitu *tadpole* dan *delta*. *Tadpole* merupakan konfigurasi kendaraan roda tiga dimana kendaraan tersebut memiliki dua roda di depan dan satu roda di belakang. *Delta* merupakan konfigurasi kendaraan roda tiga dimana kendaraan tersebut memiliki satu roda di depan dan dua roda di belakang. Tapi konfigurasi *tadpole* memiliki keunggulan dalam berbagai bidang dibanding konfigurasi *delta*, yaitu konfigurasinya yang sederhana dan keamanan untuk menghindari *overturning* saat pengereman (Haraguchi et al., November, 2019, p.4737). Hal ini dikarenakan konfigurasi *tadpole* memiliki *center of gravity* yang terletak di dekat *front axle* dari kendaraan (Ranpariya et al., April, 2019, 4608). Selain itu, saat pengereman, beban di bagian depan bodi kendaraan didukung oleh dua roda.



Gambar 2.16 Konfigurasi *delta* dan *tadpole*

Sumber: Margetts, R. (2018). *Modelling the dynamics of a three-wheeled racecar: A pilot study to establish the feasibility of developing a delta configuration performance car.*

Preprint, p. 2

2.8 Leaning Multi Wheel

Leaning multi wheel merupakan teknologi yang dirancang dan dikembangkan oleh Yamaha. Teknologi ini menggunakan *parallelogram link* dan *telescopic suspension* yang bekerja secara sinkron satu sama lain (CarBikeTech Team, September 11, 2020). *Parallelogram Link* menggunakan lengan segiempat paralel yang bergerak untuk memiringkan kedua roda depan saat menikung. Selain itu, teknologi ini dapat mempertahankan stabilitas sewaktu beroperasi jika salah satu dari kedua roda depan memiliki cengkeraman yang baik pada permukaan jalan, sehingga dapat mengurangi risiko terjatuh akibat selip pada roda depan. Bahkan jika tiba-tiba ada angin kencang, kendaraan tidak banyak berfluktuasi karena ada dua roda depan, bukan hanya satu.



Gambar 2.17 Teknologi Leaning *Multi Wheel* pada Yamaha Tricity

Sumber: *Review Yamaha Tricity kekurangan dan kelebihan*. (2017).

<https://otobalancing.net/2017/11/14/review-yamaha-tricity-kekurangan-dan-kelebihannya/>