

# KAJIAN TERHADAP FAKTOR YANG BERPENGARUH DALAM MEMINIMALISIR AKIBAT FENOMENA *HYDROPLANING* PADA KENDARAAN BERKECEPATAN TINGGI

Dany Hendrik Priatno<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Pusat Teknologi Industri dan Sistem Transportasi  
TIRBR - BPPT  
e-mail : dany.hendrik@bppt.go.id

Serpong, 24 November 2015

## ABSTRAK

Salah satu penyebab kecelakaan di jalan raya adalah hilangnya kontrol pengemudi terhadap kemudi karena kondisi jalan tergenang air, beberapa kemungkinan penyebab hilangnya control pengemudi terhadap kendaraannya antara lain kondisi ban tidak standar, tekanan angin ban, kondisi jalan, kondisi pengereman kendaraan, kondisi muatan kendaraan, dan efek *hydroplaning* antara permukaan ban dan permukaan air diatas jalan. Makalah ini difokuskan pada kajian efek *hydroplaning* yang terjadi antara permukaan ban dengan permukaan jalan basah, dengan asumsi kondisi jalan sesuai standar. *Hydroplaning* adalah kondisi dimana air didepan ban berkumpul dan tidak dapat dialirkan maupun diteruskan meskipun roda berputar dan sudah mendapat tekanan dari berat kendaraan. Air tersebut akhirnya membentuk lapisan film sehingga adanya ruang yang diisi oleh air antara ban dan permukaan jalan, sehingga ban tidak lagi mengalami kontak dengan permukaan jalan (melayang pada permukaan air). Fenomena ini muncul disaat kendaraan melaju dan melewati jalan yang basah atau tergenang air yang memiliki efek pada kontrol kemudi kendaraan, salah satu upaya untuk mengurangi pengaruh ini perlu di kaji untuk mengidentifikasi faktor – faktor yang berperan dalam menimbulkan fenomena *hydroplaning*, sehingga dapat menjadi bahan dalam mereduksi dan mencegah terjadinya kecelakaan akibat *hydroplaning*. Beberapa faktor yang berperan menimbulkan *hydroplaning* pada kendaraan antara lain penggunaan dan kondisi pola grip pada ban kendaraan, kecepatan kendaraan, sistem pengereman kendaraan, dan muatan kendaraan.

*Kata Kunci* : fenomena *hydroplaning*, kondisi kendaraan, pencegahan

## PENDAHULUAN

Salah satu penyebab kecelakaan yang terjadi di jalan adalah hilangnya kontrol pengemudi terhadap kemudi yang disebabkan kondisi jalan yang tergenang air sedikit maupun banyak, beberapa kemungkinan penyebab hilangnya kontrol pengemudi terhadap kendaraannya antara lain kondisi ban yang tidak standar, tekanan angin ban, kondisi jalan yang dilalui, kondisi pengereman kendaraan, kondisi muatan kendaraan, dan efek *hydroplaning* antara permukaan ban dan permukaan air di atas jalan. Pada makalah ini akan difokuskan pada efek *hydroplaning* yang terjadi antara permukaan ban dengan permukaan jalan basah, dengan asumsi kondisi jalan adalah ideal (jalan mulus tanpa lubang).

Tujuan penulisan ini adalah untuk memperkenalkan bagaimana efek hidroplaning pada kendaraan yang bergerak dengan memanfaatkan roda/ban karet dan bergerak dengan kecepatan tinggi pada kondisi jalan basah/berair.

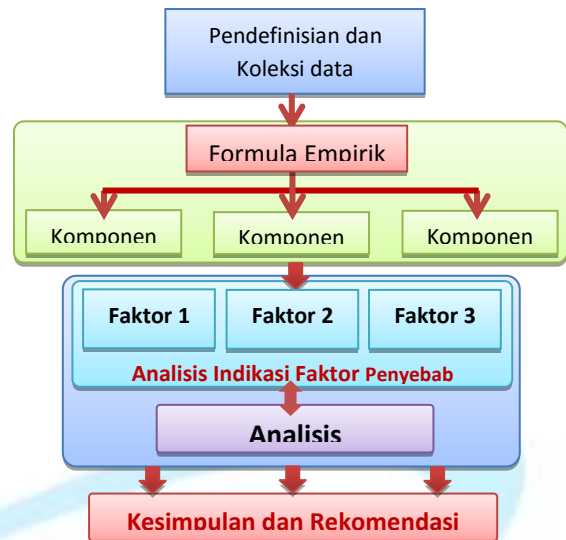
Sasaran penulisan untuk memberikan gambaran efek *hydroplaning* yang terjadi bagi pengemudi kendaraan pada kondisi jalan basah/berair sehingga dapat mencegah terjadinya kecelakaan.

## METODE

Jenis penelitian ini adalah non-eksperimental dan analisis bersifat deskriptif kualitatif yang menjelaskan karakteristik objek/fenomena yang di teliti serta metode atau teori-teori yang relevan dengan judul dan ruang lingkup permasalahan penelitian.

Kajian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif, dengan teknik pengumpulan data sekunder. Data sekunder yang dikumpulkan dapat berasal dari data eksternal (Bogdan dan Taylor, 1975). Dimana data eksternal berupa publikasi data yang diperoleh melalui pihak lain seperti *textbook*, jurnal, makalah hasil seminar maupun artikel ilmiah yang terkait dengan teori *hydroplaning*. [1], [4]

Selanjutnya pada gambar 1 berikut disajikan *flowchart* alur pikir dalam metodologi.



Gambar 1. *Flowchart* Langkah Kajian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Efek samping yang berpotensi muncul akibat terjadinya fenomena *hydroplaning* pada roda kendaraan berkecepatan tinggi dapat diidentifikasi dengan melihat teori dan formulasi penelitian empirik yang berkaitan dengan sifat fluida dan hukum fisika terkait fluida yang mendapatkan tekanan. Fenomena ini akan muncul disaat kendaraan melaju dan melewati jalan yang basah atau tergenang air (salah satu jenis fluida) yang berefek pada hilangnya kontrol kemudi kendaraan.

Pengertian fenomena *hydroplaning* pada kendaraan yang melaju pada jalan basah/berair adalah kondisi dimana air didepan ban berkumpul dan tidak dapat dialirkan maupun diteruskan meskipun roda berputar dan sudah mendapat tekanan dari berat kendaraan. Air tersebut akhirnya membentuk lapisan film sehingga adanya ruang yang diisi oleh air antara ban dan permukaan jalan, sehingga ban tidak lagi mengalami kontak dengan permukaan jalan (melayang pada permukaan air).

Fenomena *hydroplaning* muncul pada kendaraan dengan kecepatan tertentu dan disebut dengan kecepatan hidroplaning (*hydroplaning speed*). Tekanan air/fluida yang terbentuk di bawah permukaan ban berasal dari densitas fluida dan viskositas fluida.

*Hydroplaning* dapat dibedakan menjadi 2 (dua) jenis [5]:

- a. *Dynamic hydroplaning*
- b. *Viscous hydroplaning*

*Dynamic hydroplaning* merupakan fenomena yang terjadi pada roda kendaraan yang bergerak dengan berkecepatan tinggi pada landasan berair sedemikian hingga terdapat lapisan film yang berupa fluida diantara permukaan roda dan permukaan landasan.

*Viscous hydroplaning* merupakan fenomena yang terjadi pada roda kendaraan yang bergerak diatas fluida yang memiliki tingkat kekentalan tinggi sedemikian hingga terdapat lapisan film yang berupa fluida antara permukaan roda dan permukaan landasan dan roda sulit melakukan penetrasi terhadap lapisan fluida ini karena kekentalannya.

Kedua jenis *hydroplaning* dapat terjadi pada saat bersamaan, namun dalam bahasan ini akan difokuskan pada *dynamic hydroplaning*. *Hydroplaning* dinamis terjadi dengan adanya gaya hidrodinamik yang muncul akibat kontak antara permukaan roda yang berputar dengan kecepatan tertentu pada permukaan fluida. Ini adalah konsekuensi langsung akibat *impact* permukaan roda/ban dengan inersia fluida.

Besarnya gaya hidrodinamik yang timbul bervariasi tergantung pada luas permukaan kontak antara ban dengan fluida, kecepatan kendaraan dan densitas fluida.

Gaya angkat hidrodinamik (*hydrodynamic lift*) yang bekerja pada permukaan air akibat kontak dengan ban dengan kecepatan tertentu di formulasikan secara empirik [2] sebagai berikut.

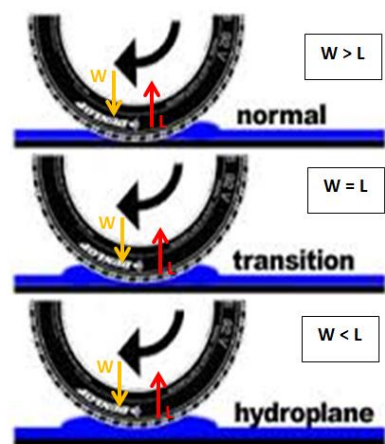
$$L = \frac{1}{2} \rho V^2 S C_{Lh} \quad (1)$$

Dimana  $\rho$  adalah density dari fluida,  $S$  menunjukkan luasan tapak ban dan  $C_{Lh}$  adalah koefisien gaya angkat hidrodinamik.

Ketika total *dynamic hydroplaning* terjadi, maka rasio antara gaya angkat hidrodinamik dengan luasan tapak ban atau  $L/S$  merupakan tekanan ban, sehingga kecepatan *hydroplaning* dapat ditentukan sebagai berikut. [3]

$$V_p = \sqrt{\frac{2}{C_{Lh}}} \sqrt{\frac{P}{\rho}} \quad (2)$$

Tahapan terjadinya *hydroplaning* diawali dengan kondisi jalan yang dilalui oleh roda kendaraan, jalan tersebut basah berair. Pada kondisi kecepatan tertentu sedemikian hingga berat yang ditumpu tiap roda kendaraan atau tekanan pada tiap roda kendaraan masih lebih dari dari hasil pada formula (1); transisi terjadi pada kondisi tekanan pada tiap roda kendaraan sama dengan hasil pada formula (1); dan *hydroplaning* terjadi pada kondisi tekanan pada tiap roda kendaraan kurang dari hasil pada formula (1). Tahapan tersebut seperti disajikan pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Tahapan Proses *Hydroplaning* pada Roda Kendaraan

Dari formulasi empirik (1) dapat diketahui bahwa gaya hidrodinamik yang menyebabkan munculnya *hydroplaning* akan berbanding lurus dengan massa jenis fluida, secara umum fluida yang sering menggenang di permukaan jalan adalah air tawar; kecepatan kendaraan merupakan faktor penting yang sangat berpengaruh terhadap membesarnya gaya angkat hidrodinamik dimana gaya tersebut berbanding lurus kuadratik terhadap kecepatan kendaraan; luasan tapak ban yang bersentuhan dengan fluida juga memiliki andil dalam menentukan besarnya gaya angkat hidrodinamik disekitar ban kendaraan.

*Hydroplaning* yang muncul pada roda kendaraan diketahui pada saat berat kendaraan yang ditopang pada satu sisi roda (W) kurang dari gaya angkat hidrodinamik (L) yang timbul, dari kondisi tersebut dapat diketahui beberapa faktor yang memiliki kontribusi signifikan dalam fenomena *hydroplaning*. Dari sini dapat diketahui beberapa faktor yang menyebabkan munculnya fenomena *hydroplaning* pada roda kendaraan :

- Kondisi jalan basah (jenis fluida, kedalaman fluida),
- Kecepatan kendaraan,
- Berat kendaraan,
- Kondisi tapak roda/ban (*tread pattern*, kedalaman tapak).

Akibat dari roda kendaraan yang mengalami *hydroplaning*, maka traksi roda terhadap permukaan landasan menjadi nol (hilang) dan roda kendaraan seolah – olah melayang diatas permukaan jalan dengan pembatas lapisan fluida. Pada kondisi tersebut, maka akan muncul efek ikutan yang dialami oleh kendaraan akibat *hydroplaning* sebagai berikut :

- Hilangnya kemampuan kontrol kendaraan,
- Hilangnya kemampuan kontrol kecepatan kendaraan,
- Munculnya kepanikan pengemudi,
- Berpotensi terjadi kecelakaan tunggal atau beruntun.

Identifikasi penyebab dan akibat dari fenomena *hydroplaning* yang terjadi pada kendaraan berkecepatan tertentu yang melalui jalan basah/berair memberikan peluang untuk menelaah langkah – langkah antisipasi/pencegahan yang diperlukan dalam rangka menghindari munculnya fenomena *hydroplaning* dan meminimalisasikan akibat dari efek fenomena *hydroplaning* pada kendaraan.

Analisa pencegahan terkait erat dengan kondisi kendaraan, yaitu kondisi roda/ban kendaraan, pembebanan pada kendaraan, kecepatan kendaraan, sistem pengereman pada kendaraan, sistem kemudi pada kendaraan, dan sikap pengemudi kendaraan.

Dari hasil pembahasan diatas, dapat diambil beberapa faktor yang perlu diperhatikan sebagai bentuk pencegahan akan munculnya fenomena *hydroplaning* pada kendaraan :

- kondisi tekanan angin pada roda kendaraan pada tekanan yang benar/sesuai standar,
- Material dan alur/pola grip (*tread pattern*) pada ban kendaraan masih bagus sesuai standar pabrikan yang legal,



**Gambar 3. Contoh Tread Pattern Ban Basah (A) Dan Ban Kering (B)**

- Kecepatan kendaraan tidak terlalu tinggi pada saat melewati jalan berair (kondisi hujan),
- Pada saat melewati jalan berair kendaraan pada posisi gigi rendah,
- Teknologi pengereman dan kontrol kendaraan *antilock braking control system*, *traction control system*, dan sebagainya,



- Pengembangan sistem keselamatan terpadu antara jalan dengan kendaraan,
- Sosialisasi mengemudi kendaraan di saat hujan/jalan berair.

## PENUTUP

Kesimpulan dari kajian ini antara lain:

- 1) Fenomena *hydroplaning* timbul akibat gaya angkat hidrodinamik pada fluida lebih besar dari beban yang ditopang roda kendaraan,
- 2) *Hydroplaning* dapat mengakibatkan efek yang tidak menguntungkan,
- 3) Kondisi kendaraan dapat meminimalisir efek dan akibat dari fenomena *hydroplaning* (misalnya kondisi tekanan ban, kondisi ban, sistem kontrol traksi, pengereman *Antilock Breaking System*, dan sebagainya),
- 4) Kondisi dan pengetahuan pengemudi dalam mengemudikan kendaraan disaat hujan atau jalan berair dapat mencegah munculnya efek dan akibat negatif dari fenomena *hydroplaning*.

Saran:

- 1) Diperlukan kajian yang lebih mendalam terkait efek material landasan dan material ban kendaraan untuk mempertahankan traksi kendaraan,
- 2) Diperlukan kajian teknologi sistem pencegahan kecelakaan akibat *hydroplaning* yang berupa informasi kondisi jalan raya pada kendaraan terkait potensi timbulnya *hydroplaning* pada ruas tertentu,
- 3) Untuk mengurangi resiko akibat fenomena *hydroplaning* pada kendaraan, maka diperlukan sosialisasi terhadap para pengemudi akan fenomena ini,
- 4) Pada kondisi tertentu fenomena *hydroplaning* dapat dimanfaatkan untuk hiburan,

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cooke, J.C., (1969), *A Model for the Aquaplaning of Tyre on Wet Runways*, Aeronautical Research Council, England.
- [2] Dreher, R.C and Horne, W.B, (1963), *Phenomena of Pneumatic Tyre Hydroplaning*, NASA TN D-2056, USA.
- [3] Horne, W.B, (1984), *Prediction of The Minimum Dynamic Hydroplaning Speed for Aircraft, Bus, Truck, and Automobile Tire Rolling on Flooded Pavements*, Paper Presented to ASTM E-Meeting.
- [4] Pinsker, W.J.G., (1981), *Tyre Drag Below and Above Aquaplaning Speed on Surfaces Covered with Slush or Water*, RAE TR 81068, USA.
- [5] Van Es, G.W.H, (2001), *Hydroplaning of Modern Aircraft Tires*, National Aerospace Laboratory, Canada.