

Algorithm For Determining The Feasibility Of Braking Systems Operation Of Passengers Car In Matlab Simulink

Danardono A. Sumarsono¹, Mohammad Adhitya², Rolan Siregar^{3,4*}

¹Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia – Depok

²Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia – Depok

³Program Doktorat, Departemen Teknik Mesin, Universitas Indonesia – Depok

⁴Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada – Jakarta

*Corresponding author: rolansiregar@ft.unsada.ac.id

Abstract. Accidents can occur if the motion of the vehicle is uncontrolled where the braking system is an integral part of the condition. Brake failure is one of the reasons most often referred to as driving accidents. A measuring instrument to indicate a brake vehicle whether it is still feasible or not to operate has not yet been implemented in Indonesia. This is because the formulation of brake feasibility has not achieved measurable results. Therefore this research is considered very useful to be developed in order to reduce the number of accidents in Indonesia. Overheating is a phenomenon that occurs due to damage in one of the constituent units of the braking system which can result in total brake failure. In addition, the imbalance of the head of each brake is expected to affect the balance of the movement of the vehicle when braking is done on a straight road or on a turning road. This motion imbalance is also expected to cause accidents because the vehicle cannot be controlled. Braking loads can be calculated by calculating the normal force on the wheels in braking conditions on straight or turns. In this study the temperature between the brakes will be discussed which is a brake performance indicator whether it is within normal limits or not. The flow of determining the feasibility is presented in the form of Matlab Simulink. In the future this research is expected to reach the end with the new formulation of the development of a feasibility testing instrument for operating a braking system.

Abstrak. Kecelakaan bisa terjadi apabila gerak kendaraan tidak terkendali di mana sistem pengereman adalah hal yang tidak terpisahkan dalam kondisi tersebut. Kegagalan rem adalah salah satu alasan yang paling sering disebut sebagai penyebab kecelakaan berkendara. Alat ukur untuk mengindikasikan suatu rem kendaraan apakah masih layak atau tidak untuk beroperasi belum ada diterapkan di Indonesia. Hal ini karena perumusan kelayakan rem belum mencapai hasil yang terukur. Oleh karena itu penelitian ini dianggap sangat bermanfaat untuk dikembangkan dalam rangka pengurangan jumlah kecelakaan di Indonesia. Panas berlebih (*over heat*) merupakan fenomena yang terjadi akibat adanya kerusakan dalam salah satu unit penyusun sistem pengereman yang dapat mengakibatkan kegagalan rem secara total (*rem ngeblong*). Selain itu ketidakseimbangan kepekaman setiap rem diperkirakan akan mempengaruhi keseimbangan gerak kendaraan ketika pengereman dilakukan di jalan lurus maupun di jalan berbelok. Ketidakseimbangan gerak ini juga diperkirakan dapat menimbulkan kecelakaan karena kendaraan tidak dapat dikendalikan. Beban pengereman dapat dihitung dengan metode perhitungan gaya normal pada roda dalam kondisi pengereman di jalan lurus maupun berbelok. Pada penelitian ini akan dibahas temperatur antar rem yang merupakan indikator kinerja rem apakah berada dalam batas normal atau tidak. Alur penentuan kelayakan tersebut disajikan dalam bentuk *Matlab Simulink*. Kedepannya penelitian ini diharapkan dapat mencapai akhir dengan perumusan baru tentang pengembangan alat uji kelayakan operasi sistem pengereman.

Keywords: kelayakan rem, kegagalan rem, *over heat of brake*, temperatur rem, sistem pengereman

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

1. Pendahuluan

Sistem pengereman pada kendaraan merupakan salah satu hal yang terpenting agar pengemudi dan penumpang dapat berkendara secara aman. Sistem pengereman disebut juga sebagai safety aktif yang dikontrol oleh pengemudi [1]. Jika pengereman

tidak berfungsi dengan baik maka kemungkinan terjadinya kecelakaan akan besar (Gambar 1).



Gambar 1. Kecelakaan akibat kegagalan rem pada bus [2]

Panas berlebih adalah salah satu kasus yang sangat berdampak pada elemen-elemen lainnya, seperti minyak rem akan mengalami penguapan sehingga volume fluida dalam master rem berkurang dan begitu juga dengan keausan prematur pada pad brake akan terjadi [3].

Pada penelitian ini akan dilakukan pengkajian kinerja tiap rem dalam unit kendaraan yang bertujuan untuk mengetahui keseimbangan temperatur rem depan dengan belakang. Keseimbangan temperatur pengereman diperoleh dari perhitungan beban rem dan dibatasi dengan mengkaji pengereman di jalan lurus, selanjutnya ditentukan batas aman temperatur pengereman tersebut. Algoritma untuk menentukan layak atau tidak suatu rem beroperasi ditampilkan dalam Matlab Simulink.

2. Metode Penelitian

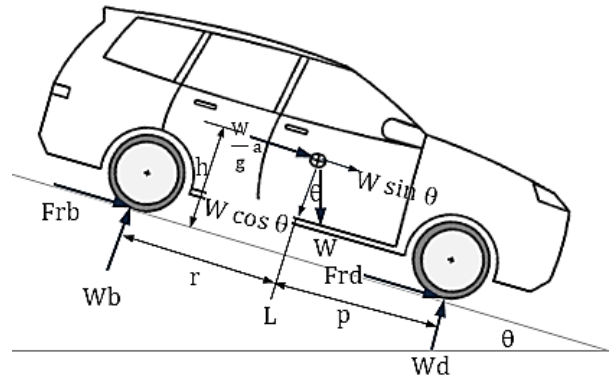
Metode penyelesaian masalah ini adalah dengan membuat pemodelan kendaraan penumpang (*passengers car*) dan kemudian dilakukan simulasi penentuan kelayakan pengereman dalam bentuk Matlab Simulink. Dalam setiap tahapan yang disusun dalam program maka terlebih dahulu dilakukan perhitungan sistem pengereman sebagai input data. Temperatur pengereman dalam berbagai kondisi adalah perhitungan utama dalam analitikal maupun simulasi termal. Adapun tipe rem yang ditinjau dalam objek masalah adalah tipe *disc brake* untuk ke empat roda.

Gaya normal pada setiap roda akan berbeda ketika kendaraan sedang direm, hal ini dipengaruhi oleh timbulnya momen gaya pada pusat massa kendaraan. Selain itu besar gaya normal di setiap roda akan berbeda ketika kendaraan bergerak di jalan belok hal ini disebabkan oleh momen rolling, di mana beban pada roda *outside* akan jauh lebih besar dari pada beban pada roda *inside*. Gaya normal pada roda tersebut merupakan presentasi besar beban rem. Dalam beberapa kondisi gerak

kendaraan dilakukan pendekatan perhitungan temperatur pada masing-masing rem yang ada di tiap roda.

• Perhitungan pengereman di jalan lurus

Pada Gambar 2 ditampilkan gaya –gaya luar yang bekerja pada kendaraan ketika sedang pengereman di jalan lurus. Persentasi kemiringan jalan dibuat dalam bentuk sudut θ . Batasan penelitian yang dilakukan adalah dengan asumsi kelandaian jalan sama dengan nol.



Gambar 2. Gaya pada kendaraan saat pengereman jalan lurus

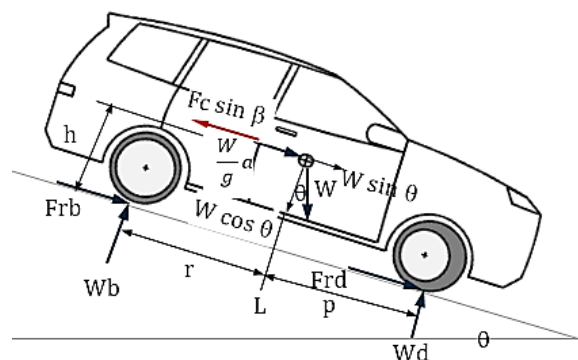
Ketika pengereman terjadi maka akan timbul gaya momen pada titik pusat massa kendaraan sehingga beban di sumbu roda depan akan bertambah. Formula beban pada roda depan dan belakang dapat ditampilkan pada Pers. 1 dan 2 [4].

$$W_d = \frac{1}{L} \left\{ W \cos \theta \cdot r + h \cdot \frac{W}{g} \cdot a \pm W \sin \theta \cdot h \right\} \quad (1)$$

$$W_b = \frac{1}{L} \left\{ W \cos \theta \cdot p - h \cdot \frac{W}{g} \cdot a \pm W \sin \theta \cdot h \right\} \quad (2)$$

• Perhitungan pengereman di jalan belok

Gaya yang bekerja pada kendaraan ketika sedang pengereman di jalan belok dapat ditampilkan pada Gambar 3.



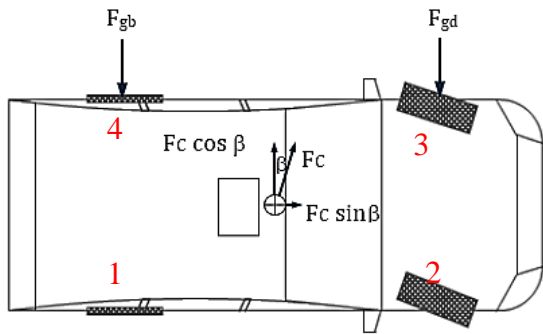
Gambar 3. Gaya pada kendaraan saat pengereman jalan belok

Gaya normal roda depan (W_d) dan gaya normal roda belakang (W_b) ketika pengereman di jalan belok tersebut dapat dilihat pada Pers. 3, dan 4 [4].

$$W_d = \frac{1}{L} \left[W \cos \theta \cdot r + h \left\{ \frac{W}{g} \cdot a \pm W \sin \theta - F_c \cdot \sin \beta \right\} \right] \quad (3)$$

$$W_b = \frac{1}{L} \left[W \cos \theta \cdot p - h \left\{ \frac{W}{g} \cdot a \pm W \sin \theta - F_c \cdot \sin \beta \right\} \right] \quad (4)$$

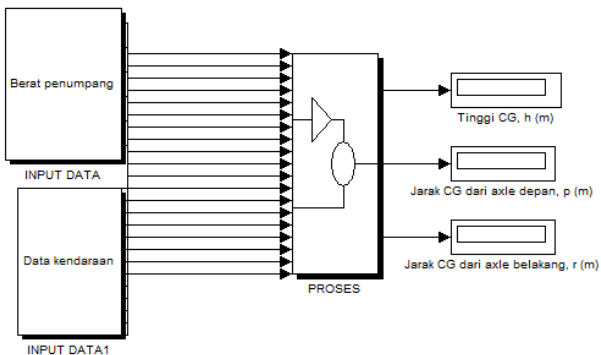
Gaya sentrifugal akan terjadi apabila ada benda yang bergerak melingkar, hal ini dapat dilihat pada kendaraan berbelok dalam kondisi ideal (kondisi ackerman) [5] pada Gambar 4.



Gambar 4. Gaya yang bekerja pada kendaraan berbelok dengan kondisi ideal

3. Hasil Dan Pembahasan

- Perhitungan posisi Center of gravity (CG)**
 Perhitungan CG dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan yang ada pada Bab II subbab 2.2.2 mengenai posisi CG. Dalam perhitungan posisi CG yang diperoleh adalah jarak CG dari axle roda depan (p), jarak CG dari axle roda belakang (r) dan ketinggian CG dari ground. Untuk memudahkan perhitungan dapat dibuat dalam bentuk pemrograman Simulink seperti pada Gambar 5.

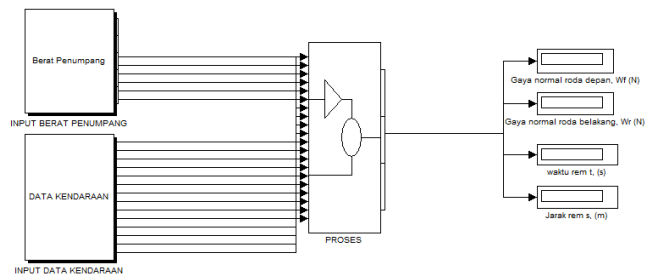


Gambar 5. Diagram Simulink Perhitungan CG

- Perhitungan beban sistem rem**

Perhitungan beban rem akibat pengereman di jalan lurus dan berbelok dapat dilakukan dengan

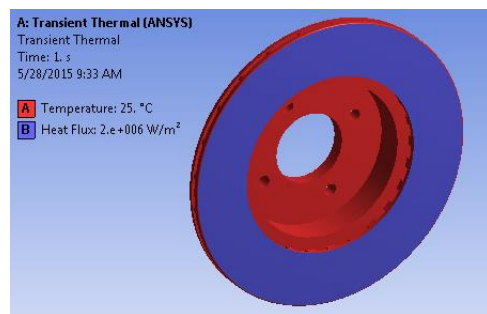
persamaan yang telah di uraikan sebelumnya. Simulink dibuat untuk membantu perhitungan yang lebih mudah digunakan (*user friendly*). Weight transfer ketika pengereman dilakukan akan terjadi dimana berat pada roda belakang akan berkurang dan akan bertambah pada roda depan. Jarak pengereman dan waktu pengereman juga diketahui dalam perhitungan beban rem tersebut. Formulasi dalam bentuk Simulink ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Simulink perhitungan beban pengereman

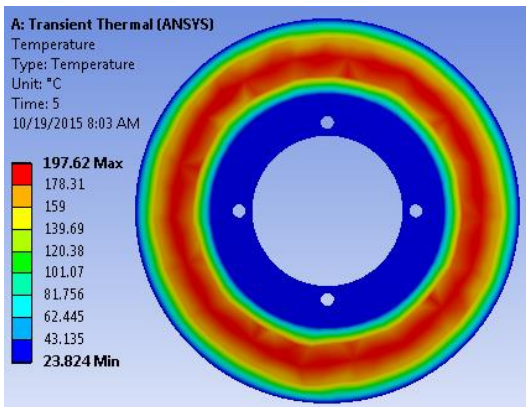
- Perhitungan temperature rem sebagai input data dalam program matlab Simulink**

Pembebanan pada *rotor disk* dengan metode transient termal. Transient termal dapat diartikan sebagai perubahan laju aliran panas terhadap waktu. *Heat flux* merupakan input beban yang digunakan dalam perangkat tersebut, di mana heat flux adalah laju aliran panas dalam persatuan luas sentuh. input parameter lainnya adalah lama waktu laju aliran panas dan temperature lainnya. Simulasi temperatur ini dilakukan untuk mendapatkan besar temperatur pengereman dalam setiap kondisi. Pada Gambar 7 ditampilkan model pembebanan simulasi simulasi termal [6].



Gambar 7. Model pembebanan simulasi

Pada Gambar 8 ditampilkan salah satu hasil simulasi temperature *rotor disc*.

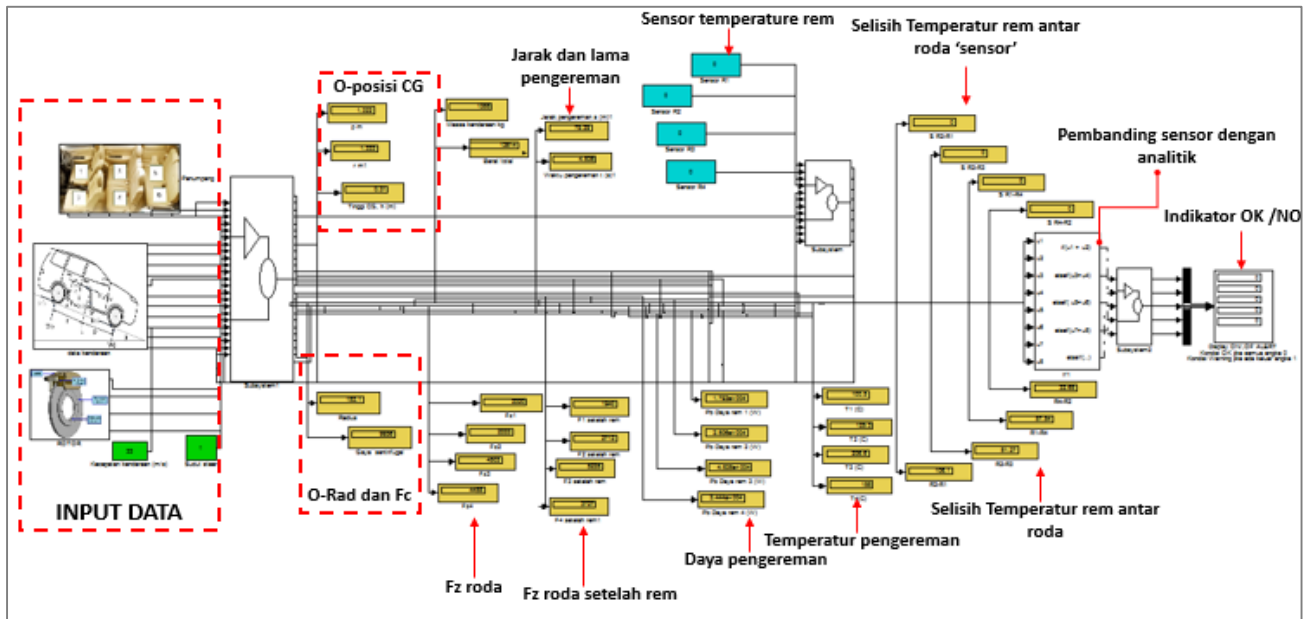


Gambar 8. Kontur temperatur rotor brake

Adapun hasil simulasi temperatur ini akan dijadikan sebagai input (acuan) dalam program yang digunakan untuk matlab Simulink.

• **Matlab Simulink dalam penentuan kelayakan sistem rem kendaraan**

Program penentuan kelayakan sistem rem dibuat dalam bentuk matlab simulink. Adapun mekanisme kerja utama adalah dengan menginput data kendaraan maka akan dihitung semua variabel yang berhubungan dengan temperatur rem dan kemudian akan ada indikator yang menunjukkan OK untuk menyatakan sistem rem masih bekerja dengan baik, sedangkan NO untuk menunjukkan kerja rem tidak layak jalan. Untuk lebih jelas dapat dilihat simulasi Simulink yang ditampilkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Model MATLAB Simulink pengereman passengers car

Gambar 9 menunjukkan bahwa input data pengereman dapat diberikan dari data berat penumpang, geometri kendaraan, geometri rotor brake, dan sensor temperature roda depan/belakang. Kondisi pengereman dalam keadaan aman diindikasikan dengan notasi 0 dan sebaliknya kondisi tidak aman di tandai dengan notasi 1. Selain itu seperti daya pengereman, posisi CG, jarak pengereman, dan waktu pengereman dapat juga diperoleh dari hasil simulasi tersebut.

4. Kesimpulan

Simulink sistem pengereman telah dibuat sebagai pemodelan dalam bentuk diagram alir dalam

menentukan kelayakan operasi sistem pengereman kendaraan. Algoritma ini dapat digunakan sebagai bahan untuk pengembangan software alat deteksi temperature pengereman.

5. Referensi

[1] R. Siregar, D. A. Sumarsono and M. Adhitya, "Analisa performa rem kendaraan penumpang berdasarkan temperatur rem," Universitas Indonesia, Depok, 2016.
 [2] Anr, "Bus Rem Blong, 8 Tewas di Subang," radarcirebon, 17 6 2014. [Online]. Available:

<http://www.radarcirebon.com/bus-rem-blong-8-tewas.html>. [Accessed 14 9 2018].

- [3] A. Day, Braking of Road Vehicle, Oxford: Elsevier, 2014.
- [4] I. N. Sutantra and B. Sampurno, Teknologi otomotif, Surabaya: Guna Widya, 2010.
- [5] R. N. Jazar, Vehicle dynamic theory and application, New York: Springer, 2008.
- [6] V. Thilak,, "Transient Thermal and Structural Analysis of the Rotor Disc of Disc Brake," *International Journal of Scientific & Engineering Research*, vol. 2, no. 8, 2011.