

## PENGARUH PERMUKAAN ALUR KEMBANG (*TREAD PATTERN*) BAN TYPE *RADIAL PLY* TERHADAP *ROLLING RESISTANCE*

Aditya Krisna Hutomo<sup>1</sup>, Dedy Dwi Laksana<sup>2</sup>, Fx. Kristianta<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Alumni Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

<sup>2</sup>Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

Email: adityakrisnahutomo@gmail.com

### ABSTRACT

*Rolling Resistance is a resistance to the wheels that will and have been rolling due to the force of friction between the wheels with the road surface of the wheel. Rolling resistance is influenced by four factors, that is vehicle weight, road surface, transmission, and tires. This study usefull to determine the influence of tread pattern surface to force and coefficient rolling resistance, tire surface contact area and tire pressure value. In this study using motorcycle tires with size 90/90-17. The tire used is a tire with RIB tread pattern (straight groove) and LUG tread pattern (zig-zag groove). Each type of RIB and LUG tread pattern used each of two tires that is the type of simple tread pattern and the complex tread pattern. From the results of the study showed that the tire with a simple tread pattern will produce a small force of rolling resistance but will result in a larger surface tire surface contact than the tire with the complex tread pattenr. While for the tire with the type complex tread pattern has a greater pressure value that will produce a great rolling resistance force. For tires get the best rolling resistance force is the tire with a simple LUG tread pattern of 10.234 N and followed by a tire with a simple RIB tread pattern type of 10.563 N.*

*Keywords: tread pattern, rolling resistance, rib, lug.*

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada kendaraan dan meningkatnya popularitas kendaraan akan menarik minat industri otomotif untuk berlomba-lomba mengembangkan teknologi kendaraan. Teknologi yang ditawarkan kendaraan modern yaitu aman, nyaman dan efisien. Dibutuhkan kendaraan masa depan ramah lingkungan yang tidak menghasilkan polusi karena efek gas buang. Kendaraan tersebut adalah mobil listrik.

Kendaraan memiliki tingkat efisiensi yang berbeda karena masing-masing kendaraan memiliki perbedaan perancangan dan teknologi yang diterapkan. Tiga faktor mendasar yang akan mempengaruhi efisiensi suatu kendaraan yaitu berat kendaraan (*mass*), hambatan aerodinamis (*aerodynamic resistance*) dan tahanan gelinding (*rolling resistance*). [1] *Rolling resistance* merupakan tahanan terhadap roda yang akan dan telah menggelinding akibat adanya gaya gesekan antara roda dengan permukaan jalannya roda. Pada dasarnya, *rolling resistance* adalah momen yang digunakan roda untuk melawan arah gerakan, setara dengan gaya yang dibutuhkan untuk menggerakkan roda bergerak maju. [2]

*Rolling resistance* memiliki dampak yang besar pada konsumsi bahan bakar kendaraan yang berada diantara 7 dan 10% dari konsumsi energi total kendaraan. Pengurangan 10% *rolling*

*resistance* akan menyebabkan peningkatan 2 sampai 3% dalam penghematan bahan bakar kendaraan. Terdapat beberapa faktor yang berpengaruh terhadap nilai *rolling resistance* yaitu permukaan jalan, berat kendaraan, bearing dan transmisi, serta permukaan kontur ban (*tread pattern*). [3]

*Tread pattern* merupakan bagian permukaan terluar dari ban. Fungsi *tread pattern* adalah untuk menghilangkan panas yang dihasilkan ban, mengurangi *noise* atau bunyi, menghilangkan permukaan air jalan, mencengkram permukaan jalan pada waktu pengereman dan traksi. Alur kembang pada ban pada dasarnya terbagi atas 5 jenis alur/pola yakni alur kembang berbentuk *RIB*, alur kembang berbentuk *LUG*, berbentuk *RIB-LUG*, bentuk *Block* dan berbentuk menyilang. Tiap roda yang berbeda akan menghasilkan gaya *rolling resistance* yang berbeda pula, hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor antara lain salah satunya adalah perbedaan alur kembang ban [4].

Referensi yang telah dikutip dapat ditarik sebuah kesimpulan bahwa banyak faktor yang mempengaruhi nilai *rolling resistance* salah satunya adalah *tread pattern* ban. Maka dari itu perlunya dilakukan penelitian yang lebih mendalam tentang permasalahan ini dan penulis akan melakukan penelitian tentang pengaruh

permukaan alur kembang (*tread pattern*) ban sepeda motor terhadap *rolling resistance* yang dikelompokkan menjadi dua pola jenis alur kembang yaitu alur jenis alur *RIB* (alur garis lurus) dan jenis alur *LUG* (alur zig-zag).

**METODOLOGI PENELITIAN**

Variabel bebas dari penelitian *rolling resistance* ini adalah pengaruh perbedaan permukaan alur kembang (*Tread Pattern*) ban sepeda motor terhadap nilai dan koefisien *rolling resistance*. Pada penelitian ini jenis alur kembang dikelompokkan menjadi 2 jenis pola alur, yaitu jenis alur kembang *RIB* (alur lurus) dan jenis alur kembang *LUG* (alur zig-zag). Adapun jenis alur kembang yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Variabel bebas penelitian.

Keterangan gambar:

1. Jenis alur *RIB* sederhana.
2. Jenis alur *RIB* kompleks.
3. Jenis alur *LUG* sederhana.
4. Jenis alur *LUG* kompleks.

**Metode Pengujian**

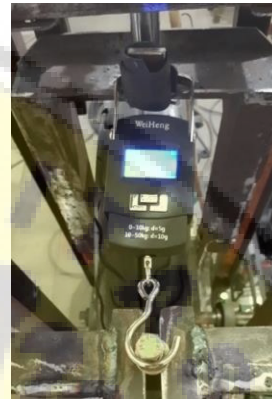
Dalam penelitian ini, metode pengujian yang akan dilakukan adalah metode eksperimental. Metode ini dilakukan dengan cara mengamati nilai tekanan dari *pressure gauge* yang dialami oleh silinder pneumatik ketika drum diputar pada putaran 350 rpm. Nilai yang diamati yaitu nilai gaya tangensial ban pada saat sebelum diberi beban radial pada roda ( $F_{t0}$ ) dan nilai gaya tangensial ban setelah diberi beban radial ( $F_{t1}$ ) sebesar 580 N.



Gambar 2. Mekanisme pemberian beban oleh silinder *pneumatic*.

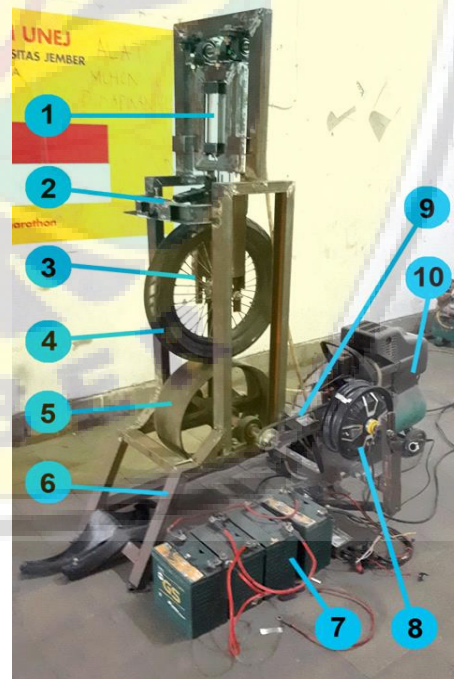
**Pengambilan Data Pengujian**

Data pengujian sebagaimana disebutkan dalam prosedur penelitian berupa data gaya tangensial atau gaya pada spindel ban yang diperoleh dari alat ukur timbangan gantung digital dengan ketelitian 0,001 kg. Pengujian dilakukan menggunakan variasi 4 buah ban uji dengan perbedaan permukaan alur kembang (*Tread Pattern*) ban sepeda motor yang dikelompokkan menjadi 2 jenis pola alur kembang, yaitu jenis alur *RIB* (alur lurus) dan jenis alur *LUG* (alur zig-zag).



Gambar 3. Alat ukur timbangan gantung digital.

**Skema Alat Penelitian**



Gambar 4. Skema alat penelitian.

Keterangan gambar:

1. Silinder pneumatik, berfungsi sebagai pemberi beban radial.
2. Timbangan digital, berfungsi untuk mengetahui data gaya tangensial pada ban

dengan satuan kilogram dan ketelitian 0,001 kilogram.

3. *Arm* ban, berfungsi sebagai pencekam ban uji.
4. Ban, merupakan bahan yang akan di uji.
5. *Drum*, merupakan bidang permukaan yang akan dilalui oleh ban uji.
6. Rangka utama, merupakan dudukan dan sandaran seluruh komponen alat uji.
7. Baterai, berfungsi sebagai penyedia daya sehingga motor listrik dapat berputar.
8. Motor listrik, berfungsi sebagai pemberi putaran pada alat uji.
9. Transmisi *V-belt*, berfungsi sebagai penerus daya dari motor listrik.
10. Kompresor, berfungsi sebagai penyalur udara bertekanan untuk di injeksi ke silinder pneumatik.

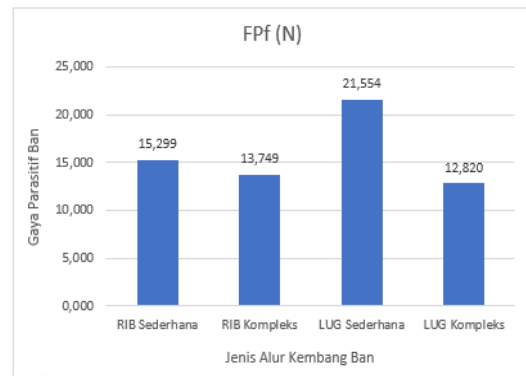
**Prosedur Pengujian**

- a. Perancangan alat uji *rolling resistance* dan membuat gambar teknik, perancangan yang dilakukan adalah merancang alat uji yang mendekati Standar ISO 18164: 2005.
- b. Memasang roda yang akan diuji ke alat uji *rolling resistance* dengan posisi sesuai standart pengujian.
- c. Mengecek kelistrikan alat dan menyalakan motor listrik untuk memutar *drum* pada kecepatan 350 rpm dan posisi roda menempel pada *drum* tanpa diberi beban. Kemudian mencatat nilai gaya tangensial ban ( $F_t0$ ).
- d. Selanjutnya ban diberikan pembebanan radial dari silinder pneumatik sebesar 580 N. Fluida udara berasal dari kompresor sebesar 3 bar atau setara dengan 300 kPa.
- e. Kemudian memutar *drum* dengan putaran 350 rpm. Dan mencatat nilai gaya tangensial ( $F_t1$ ).
- f. Ulangi langkah-langkah b sampai f diatas pada variasi penggunaan 4 buah ban uji dengan perbedaan permukaan alur kembang ban (*tread pattern*).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

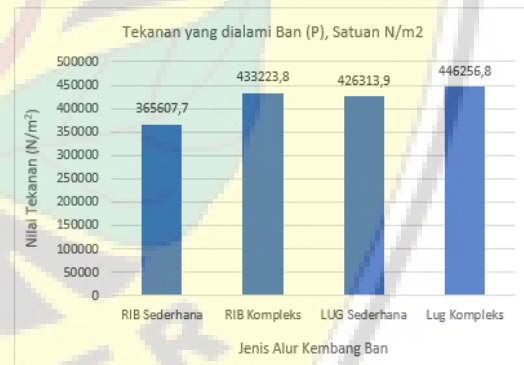
Tabel 1. Hasil perhitungan gaya *rolling resistance* (FRs), koefisien *rolling resistance* ( $C_r$ ), luas kontak dan nilai tekanan berdasarkan pada data pengujian.

Jenis Alur Kembang Ban	Gaya <i>Rolling Resistance</i> (Fr), Satuan Newton	Koefisien <i>Rolling Resistance</i> ( $C_r$ ), dalam %	Luas Kontak Permukaan Ban, Satuan $cm^2$	Tekanan yang dialami Ban (P), Satuan $N/m^2$
Alur Rib Sederhana	10,563	1,821	15,864	365607,7
Alur Rib Kompleks	12,241	2,111	13,388	433223,8
Alur Lug Sederhana	10,234	1,764	13,605	426313,9
Alur Lug Kompleks	15,984	2,756	12,997	446256,8



Gambar 5. Grafik jenis alur kembang ban terhadap gaya parasitif (FPf).

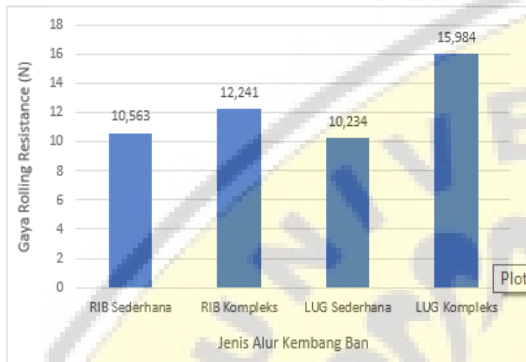
Kerugian parasitif (FPf) dihitung untuk menyetarakan nilai gaya *rolling resistance* yang didapat dari alat uji agar sesuai dengan standarnya (ISO 18164 : 2005). Pada perhitungan kerugian parasitif dapat dilihat pada Gambar 5 ban dengan alur *LUG* sederhana memiliki gaya parasitif yang paling tinggi mencapai 21,554 Newton. Hal tersebut dikarenakan gaya tangensial yang dihasilkan ban alur *LUG* sederhana lebih besar dari ketiga ban lainnya yaitu mencapai 9,46 Newton. Gaya parasitif ini akan berguna sebagai pengurang dari perhitungan gaya *rolling resistance*. Sehingga gaya parasitif berpengaruh besar terhadap hasil dari gaya *rolling resistance*.



Gambar 6. Grafik jenis alur kembang ban terhadap tekanan yang dialami ban.

Perhitungan nilai tekanan dihitung guna untuk mengetahui tekanan yang dialami oleh masing-masing ban. Karena adanya perbedaan alur kembang ban yaitu *RIB* sederhana, *RIB* kompleks, *LUG* sederhana dan *LUG* kompleks otomatis akan menghasilkan luas kontak permukaan ban yang berbeda antara satu dan lainnya yang tentunya akan menyebabkan tekanan yang dialami ban akan berbeda-beda pula. Karena menurut persamaan rumus tekanan yaitu tekanan ( $P$ ) adalah hasil pembagian antara gaya tekan ( $F$ ) dengan luas alas ( $A$ ), maka dari itu alas akan sangat berpengaruh terhadap tekanan yang dialami masing-masing ban.

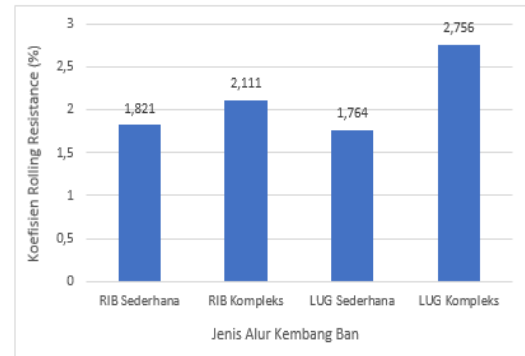
Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai tekanan yang dialami ban berbeda-beda. Tekanan tertinggi pada jenis alur kembang RIB diperoleh alur RIB kompleks yaitu sebesar 433223,8 N/m<sup>2</sup>. Dan tekanan tertinggi pada jenis alur kembang LUG diperoleh alur LUG kompleks yaitu sebesar 446256,8 N/m<sup>2</sup>. Pada jenis alur kembang RIB terjadi prosentase peningkatan nilai tekanan sebesar 18,49 % dan jenis alur kembang LUG mengalami peningkatan sebesar 4.68 %. Pada nilai tekanan yang dialami ban menunjukkan tren yang masing-masing meningkat ditiap jenis alur kembang RIB dan jenis alur kembang LUG.



Gambar 7. Grafik jenis alur kembang ban terhadap gaya rolling resistance.

Rolling resistance merupakan tahanan terhadap roda yang menggelinding akibat adanya gaya gesekan antara roda dengan permukaan jalan [2]. Maka dari itu tiap roda yang berbeda akan menghasilkan gaya rolling resistance yang berbeda pula, hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor antara lain salah satunya adalah perbedaan alur kembang ban [5].

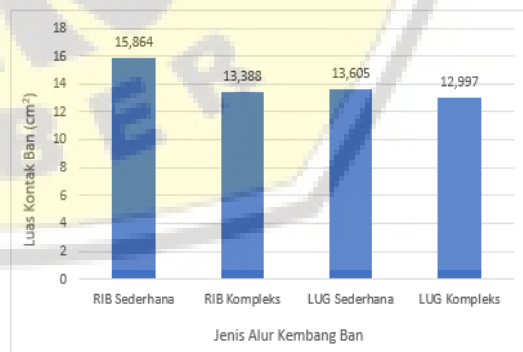
Pada hasil perhitungan gaya rolling resistance dapat dilihat pada grafik diatas bahwa dengan adanya perbedaan alur kembang ban, gaya rolling resistance yang dihasilkan turut berbeda-beda. Pada jenis alur kembang RIB gaya rolling resistance tertinggi terjadi pada alur RIB kompleks yaitu sebesar 12,241 N. Dan pada jenis alur kembang LUG diperoleh gaya rolling resistance tertinggi pada alur LUG kompleks yaitu sebesar 15,984 N. Pada jenis alur kembang RIB terjadi presentase peningkatan gaya rolling resistance sebesar 15,89 %. Dan pada jenis alur LUG memiliki presentase peningkatan sebesar 56,19 %. Ban alur LUG kompleks memiliki gaya rolling resistance paling besar dikarenakan ban ini memiliki bentuk alur yang melintang dari arah putaran bannya [6]. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa gaya rolling resistance menunjukkan tren yang masing-masing meningkat ditiap jenis alur kembang RIB dan jenis alur kembang LUG.



Gambar 8. Grafik jenis alur kembang ban terhadap koefisien rolling resistance.

Gambar 8 menunjukkan bahwa koefisien rolling resistance yang dihasilkan dari masing-masing ban berbeda, nilai koefisien rolling resistance juga bergantung pada beban yang diterima oleh ban. Jika beban yang diberikan lebih besar maka akan menghasilkan koefisien yang turut lebih besar, sesuai dengan persamaan rumus koefisien rolling resistance yaitu koefisien rolling resistance ( $C_r$ ) merupakan gaya rolling resistance ( $F_r$ ) dibagi dengan beban yang diberikan pada ban ( $W$ ).

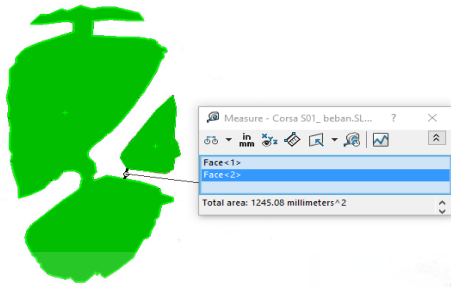
Pada jenis alur kembang RIB koefisien rolling resistance tertinggi terjadi pada alur RIB kompleks yaitu sebesar 2,111 %. Dan pada jenis alur kembang LUG diperoleh koefisien rolling resistance tertinggi pada alur LUG kompleks yaitu sebesar 2,756 %. Pada jenis alur kembang RIB terjadi presentase peningkatan koefisien rolling resistance sebesar 15,93 %. Dan pada jenis alur LUG memiliki presentase peningkatan sebesar 56,24 %. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa koefisien rolling resistance menunjukkan tren yang masing-masing meningkat ditiap jenis alur kembang RIB dan jenis alur kembang LUG.



Gambar 9. Grafik jenis alur kembang ban terhadap luas kontak permukaan ban.

Menurut teori yang sudah ada, perbedaan luas kontak permukaan ban akan menghasilkan nilai rolling resistance yang berbeda [1]. Hal tersebut berhasil dibuktikan pada penelitian ini, yang dapat dilihat pada grafik yang disajikan pada

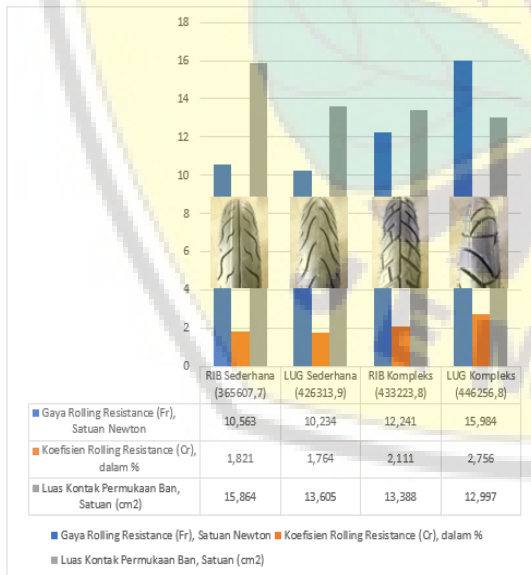
Gambar 9 menunjukkan bahwa tiap jenis alur kembang ban akan menghasilkan luasan kontak permukaan ban yang berbeda-beda.



Gambar10. Menghitung luas kontak menggunakan software CAD

Pada hasil perhitungan luas kontak permukaan ban dapat dilihat pada grafik diatas pada jenis alur kembang *RIB* luas kontak permukaan ban terbesar terjadi pada alur *RIB* sederhana yaitu sebesar 15,864 cm<sup>2</sup>. Dan pada jenis alur kembang *LUG* diperoleh luas kontak permukaan ban tertinggi pada alur *LUG* sederhana yaitu sebesar 13,605 cm<sup>2</sup>. Pada jenis alur kembang *RIB* terjadi presentase penurunan luas kontak permukaan ban sebesar 18,49 %. Dan pada jenis alur *LUG* memiliki presentase peningkatan sebesar 4,68 %.

Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa luas kontak permukaan ban menunjukkan tren yang masing-masing menurun ditiap jenis alur kembang *RIB* dan jenis alur kembang *LUG*.



Gambar 11. Grafik hubungan gaya, koefisien *rolling resistance* dan luas kontak permukaan ban jika diurutkan dari tekanan terkecil.

Gambar 11 merupakan grafik hasil perhitungan dari gaya rolling resistance, koefisien rolling resistance dan luas kontak permukaan ban yang telah diurutkan dengan tekanan yang

dialami oleh ban dari tekanan yang terkecil ke tekanan yang terbesar. Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa terdapat pola grafik batang yang dapat dianalisa polanya dari tiap jenis alur permukaan ban.

Grafik yang disajikan pada Gambar 11 menunjukkan semakin besar tekanan yang dialami ban maka gaya rollingresistance relatif akan semakin naik, hal tersebut disebabkan tekanan yang besar akan membutuhkan gaya yang besar pula. Dan koefisien rollingresistance trennya juga akan meningkat seiring dengan gaya rollingresistance nya. Jika ada variasi pembebanan maka koefisien akan sangat berpengaruh, sesuai dengan persamaan rumus koefisien rollingresistance yaitu koefisien rollingresistance (*Cr*) merupakan gaya rollingresistance (*Fr*) dibagi dengan beban pada ban (*W*). Selanjutnya luas kontak ban relatif akan semakin menurun, hal tersebut dapat dibuktikan sesuai dengan persamaan rumus tekanan yaitu tekanan (*P*) adalah hasil pembagian antara gaya tekan (*F*) dengan luas alas (*A*).

Nilai gaya rollingresistance pada penelitian ini mendekati nilai gaya rollingresistance pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Muttaqin (2015) dengan rata-rata gaya rollingresistance sebesar 13,4 N dan Al-Hakim (2016) dengan rata-rata gaya rollingresistance sebesar 13,2 N. Sementara nilai gaya rollingresistance pada penelitian ini adalah 10,5 sampai 15,8 N. Ketiga penelitian ini memiliki beberapa persamaan parameter yaitu jenis ban yang digunakan adalah ban dengan ukuran 90/90-14 M/C 46P dan alat uji yang digunakan relatif sama hanya pada penelitian saat ini alat uji rollingresistance telah mengalami sedikit penyempurnaan. Faktor lain yang menjadikan nilai berbeda adalah pada penelitian ini menggunakan beberapa ban dengan alur kembang yang berbeda, pemberian pembebanan yang diberikan dan tekanan ban yang berbeda.

## KESIMPULAN

1. Ban yang memiliki gaya *rolling resistance* terkecil adalah ban jenis alur *LUG* sederhana. Ban yang memiliki gaya *rolling resistance* terbesar adalah ban jenis alur *LUG* kompleks yang disebabkan oleh ban ini memiliki bentuk alur yang melintang dari arah putaran bannya. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa gaya *rolling resistance* menunjukkan tren yang masing-masing meningkat ditiap jenis alur kembang *RIB* dan jenis alur kembang *LUG*.
2. Ban dengan jenis alur sederhana menghasilkan koefisien *rolling resistance* yang lebih kecil dibandingkan ban dengan jenis alur kompleks, hal tersebut dikarenakan ban jenis alur kompleks memiliki nilai

- tekanan yang lebih besar. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa koefisien *rolling resistance* menunjukkan tren yang masing-masing meningkat di tiap jenis alur kembang *RIB* dan jenis alur kembang *LUG*.
3. Semakin besar luas kontak permukaan ban maka akan menghasilkan nilai tekanan pada ban yang semakin kecil, hal tersebut disebabkan oleh nilai tekanan akan berbanding terbalik dengan luas kontak permukaan ban. Dapat disimpulkan bahwa luas kontak permukaan ban menunjukkan tren yang masing-masing menurun di tiap jenis alur kembang *RIB* dan jenis alur kembang *LUG*.
  4. Semakin kecil nilai tekanan yang dialami ban maka gaya dan koefisien *rolling resistance* yang dihasilkan akan kecil.

#### SARAN

1. Untuk penelitian selanjutnya, variasi pembebanan sebenarnya sangat dibutuhkan dalam penelitian ini, karena kita perlu mengetahui peningkatan luas kontak permukaan masing-masing ban yang hasilnya pasti akan berbeda.
2. Untuk penelitian selanjutnya, variasi permukaan jalan juga sangat diperlukan karena perbedaan alur kembang ban memiliki fungsi tersendiri dalam menghadapi beberapa perbedaan kondisi permukaan jalan.
3. Pada penelitian ini percobaan yang dilakukan hanya kecepatan linier sebesar 36,7 km/jam. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan penambahan atau perbedaan kecepatan linier alat uji sehingga mencapai kecepatan optimum dari pengujian. Kecepatan optimum sesuai dengan referensi yaitu antara 50 km/jam sampai 90 km/jam.
4. Penelitian ini hanya terbatas pada satu aspek dinamika kendaraan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya bisa dilakukan terhadap pengaruh sudut *camber* dan *chaster* ban dengan variasi perbedaan desain alur kembang ban.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Juhala, M. 2014. *Improving Vehicle Rolling Resistance and Aerodynamics*. Aalto university, Finland : Woodhead Publishing Limited.
- [2] Taghavifar, Hamid. 2013. *Investigating The Effect of Velocity, Inflation Pressure, And Vertical Load On Rolling Resistance Of A Radial Ply Tire*. Journal of Terramechanics 50: 99–106.
- [3] Chatti, K. dan Zaabar, I. 2012. *Estimating the effect of Pavement Condition on Vehicle Operating Costs*, National Cooperative Highway Research Program, Report nr 720. Washington.
- [4] W. J. vdM. Steyn and M. Ilse. 2015. *Evaluation of Tire/Surfacing/Base Contact Stresses and Texture Depth*. International Journal of Transportation Science and Technology · vol. 4 · no. 1 · 2015 – pages 107 – 118.
- [5] W. J. vdM. Steyn and M. Ilse. 2015. *Evaluation of Tire/Surfacing/Base Contact Stresses and Texture Depth*. International Journal of Transportation Science and Technology · vol. 4 · no. 1 · 2015 – pages 107 – 118.
- [6] Heinrich, Gert dan Kluppel, Manfred. 2008. *Rubber Friction, Tread Deformation and Tire Traction*. Journal homepage: [www.elsevier.com/locate/wear](http://www.elsevier.com/locate/wear). Wear 265 (2008)1052–1060.