

Review Evaluasi Jalan *Paving Blok* Terhadap Kendaraan Yang Melaju pada Tikungan Jalan

Muhamad Yusuf^{1*}, Pratikso², Rachmat Mudiyono³, Soebyakto Soekardi⁴

¹Civil Engineering Study Program, Universitas Pancasakti Tegal

^{2,3}Civil Studies Program, Faculty of Engineering, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang

⁴Mechanical Engineering, Universitas Pancasakti Tegal

Email: muhyusuf0431@gmail.com, soebyakto@gmail.com

Abstrak

*Penulis Koresponding:

DOI: <http://dx.doi.org/10.35718/jinseng.v3i2.1326>

Received February 2025;

Received in revised form May 2026;

Accepted June 2026;

Penelitian ini mengevaluasi kinerja jalan paving blok terhadap kendaraan yang melaju pada tikungan jalan dengan mempertimbangkan gaya sentripetal, gaya sentrifugal, gaya gesek, dan gaya traksi. Kendaraan yang bergerak di lintasan melengkung dipengaruhi oleh kondisi permukaan jalan, koefisien gesekan ban-jalan, serta beban kendaraan. Analisis dilakukan melalui uji laboratorium pada paving blok tipe unipaver dengan ketebalan 8 cm menggunakan pola Herringbone 45°, Herringbone 90°, dan Basketweave. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pola Herringbone 45° memberikan performa terbaik dengan nilai perpindahan horizontal dan penurunan vertikal yang lebih kecil dibandingkan pola lainnya. Kecepatan selip kendaraan yang dihasilkan relatif rendah, yaitu sekitar 0,61–1,6 m/s (2,2–5,8 km/jam), sehingga kendaraan tetap stabil saat menikung. Temuan ini menegaskan bahwa penggunaan paving blok unipaver 8 cm dengan pola Herringbone 45° mampu meningkatkan stabilitas lateral kendaraan dan mengurangi risiko selip pada tikungan jalan

Kata kunci: Tikungan jalan, Gaya sentrifugal, Gaya traksi, Gaya gesek, Berat kendaraan.

Abstract

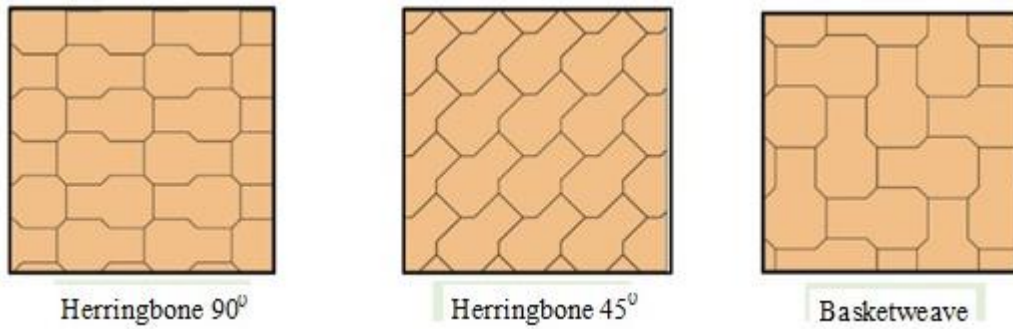
This study evaluates the performance of paving block roads for vehicles traveling on curved sections, taking into account centripetal force, centrifugal force, friction, and traction. Vehicles moving on curved tracks are influenced by road surface conditions, the tire-road friction coefficient, and vehicle load. The analysis was conducted through laboratory tests on 8-cm-thick Unipaver paving blocks using 45° Herringbone, 90° Herringbone, and Basketweave patterns. The test results indicate that the 45° Herringbone pattern delivers the best performance, exhibiting lower horizontal displacement and vertical deflection compared to the other patterns. The resulting vehicle slip speed was relatively low, at approximately 0.61–1.6 m/s (2.2–5.8 km/h), ensuring vehicles remain stable while cornering. These findings confirm that the use of 8 cm Unipaver paving blocks with a 45° Herringbone pattern can enhance vehicle lateral stability and reduce the risk of skidding on road curves.

Keywords: Road curves, Centrifugal force, Traction force, Friction force, Vehicle weight.

1. PENDAHULUAN

Percobaan dilakukan untuk mengetahui bahwa balok yang diletakkan dalam ikatan herringbone 45o dan herringbone 90o berkinerja lebih baik dalam lalu lintas daripada balok yang diletakkan dalam ikatan tandu. Konstruksi perkerasan blok beton pada ruas jalan miring harus menahan perkerasan dan mencegah pergerakan horizontal dan pembukaan sambungan berikutnya. Beban lalu lintas yang biasanya vertikal akan memiliki komponen permukaan yang diberikan pada balok dalam arah ke bawah. Gaya ini diperburuk oleh traksi kendaraan yang melaju di jalan blok perkerasan (Rachmat Mudiyono, Hasan Md Nor, Mohd Rosli Hainin, 2007). Kecepatan kendaraan yang bergerak di tikungan menciptakan gaya sentrifugal dan gaya sentripetal pada kendaraan. Gaya sentrifugal mendorong kendaraan menjauh dari pusat tikungan. Gaya sentrifugal pada mobil adalah gaya luar yang dialami oleh suatu benda atau orang akibat gerak melingkar mobil. Lebih lanjut dibahas bahwa gesekan berperan dalam menjaga penumpang tetap di dalam mobil selama tikungan tajam, tetapi jika tikungan terlalu tajam atau kecepatannya terlalu tinggi, penumpang akan bergerak dalam garis lurus yang bersinggungan dengan kurva (Cromptu, 2013). Gaya sentripetal menarik kendaraan ke arah pusat tikungan. Arah percepatan sentripetal adalah ke arah pusat kelengkungan (Yang et al., 2020). Semakin cepat kendaraan bergerak, semakin kuat gaya sentrifugal yang mendorong kendaraan menjauh dari pusatnya. Inilah yang menyebabkan kendaraan kehilangan traksi, tergelincir, atau terguling saat menikung di jalan terlalu cepat. Menurut analisis kecelakaan kendaraan di tikungan, selip, terguling, dan drift lateral kendaraan ditentukan sebagai sarana untuk mengevaluasi stabilitas lateral kendaraan (Yin et al., 2020). Stabilitas lateral adalah kemampuan kendaraan untuk menahan terguling atau yawing berlebihan saat mengalami gaya lateral, seperti menikung, angin silang, atau ketidakrataan jalan. Ini adalah aspek penting dari keselamatan dan kinerja kendaraan, terutama untuk kendaraan berkecepatan tinggi atau off-road. Stabilitas kendaraan berkaitan dengan kecenderungan kendaraan untuk kembali ke arah semula dalam kaitannya dengan media yang datang (air, udara, permukaan jalan, dll.) ketika terganggu (diputar) menjauh dari arah semula tersebut. Stabilitas yaw dicirikan oleh variabel keadaan termasuk sudut slip samping dan laju yaw. Oleh karena itu, kami menentukan stabilitas yaw kendaraan, dan apakah akan melakukan kontrol stabilitas yaw menurut dua variabel keadaan (Huang et al., 2018b). Sasaran strategi kontrol stabilitas lateral memungkinkan kendaraan berjalan dalam kendali pengemudi tanpa risiko terguling, mencapai pengoperasian yang nyaman dan pengendalian yang stabil. Stabilitas lateral kendaraan mencakup stabilitas yaw dan roll. Para sarjana mengambil karakteristik yaw linier yang disimpulkan dari model kendaraan dua derajat kebebasan sebagai karakteristik ideal kendaraan. Target kendali stabilitas yaw ideal kendaraan. Untuk stabilitas terguling, tidak mungkin untuk mendapatkan karakteristik terguling yang ideal dengan membuat model kendaraan yang disederhanakan. Kondisi terguling kendaraan saat ini dicirikan hanya dengan memilih indeks terguling yang sesuai. Selain itu, nilai prediksi yang sesuai dipilih untuk mengukur kemungkinan terguling. Dalam kontrol stabilitas terguling, kemungkinan terguling yang diharapkan harus sekecil mungkin (Huang et al., 2018a).

Kekerasan adalah ukuran ketahanan terhadap deformasi plastik, dan digunakan untuk menentukan apakah material produk dapat dipulihkan setelah deformasi eksternal. Frasa tersebut juga dapat merujuk pada ketahanan material terhadap goresan, abrasi, atau pemotongan. Kekerasan jalan adalah sifat yang menunjukkan ketahanan permukaan jalan yang ada di lokasi tertentu terhadap penempelan serpihan dan sangat penting untuk permukaan yang lunak dan sangat lunak. Dengan demikian, sifat tersebut dipengaruhi oleh iklim setempat serta material permukaan karena kekerasan semua material permukaan aspal bergantung pada suhu (Roberts et al., 2008). Paving block memiliki kemampuan untuk mengurangi kecepatan limpasan permukaan dengan dua cara. Cara pertama adalah memanfaatkan area sambungan antara masing-masing blok untuk memungkinkan penetrasi air ke dalam blok. Cara kedua adalah mempertimbangkan efek konfigurasi permukaan terhadap kecepatan limpasan permukaan. Penetrasi air menyebabkan penurunan kedalaman limpasan dan kecepatan aliran limpasan (Sedyowati et al., 2017).

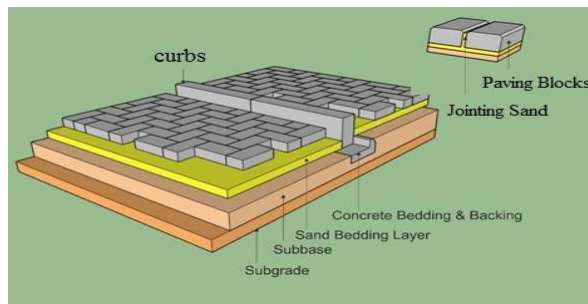


Gambar 1. Paving blok

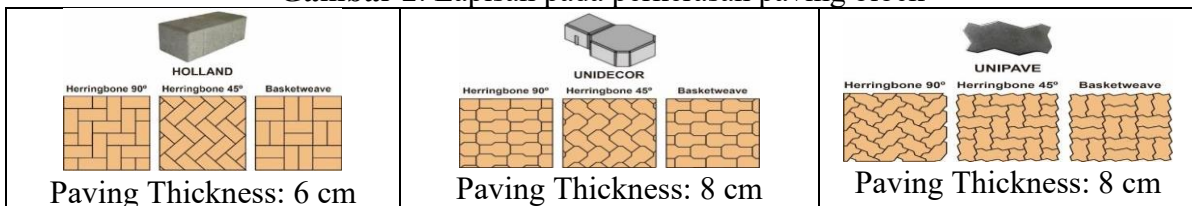
Kekasaran permukaan jalan merupakan kondisi adanya gaya gesek antara permukaan jalan dengan ban. Kekasaran permukaan jalan merupakan hasil fungsi utama tekstur permukaan jalan. Gaya gesek antara ban dengan permukaan jalan merupakan hasil perkalian koefisien gesek dengan gaya normal (tegak lurus bidang permukaan jalan) akibat berat kendaraan (Bai & Zhang, 2022).

2. METODE

Metode yang lebih baik untuk memperoleh daerah stabilitas lateral untuk kendaraan jalan raya, dengan mempertimbangkan pengaruh sudut kemudi, pusat gravitasi, kecepatan slip, dan koefisien gesekan ban-jalan pada dinamika kendaraan. Daerah stabilitas komprehensif diperoleh untuk berbagai parameter tersebut



Gambar 2. Lapisan pada perkerasan paving block



Gambar 3. Pola Perkerasan

Kekerasan adalah ukuran ketahanan terhadap deformasi plastis, dan digunakan untuk menentukan apakah material produk dapat dipulihkan setelah deformasi eksternal. Ungkapan tersebut juga dapat merujuk pada ketahanan material terhadap goresan, abrasi, atau pemotongan. Kekerasan jalan adalah properti yang mewakili ketahanan permukaan jalan yang ada di lokasi tertentu terhadap penempelan serpihan dan sangat penting untuk permukaan lunak dan sangat lunak. Dengan demikian, ini adalah a Properti dipengaruhi oleh iklim setempat serta material permukaannya karena kekerasan semua material permukaan aspal bergantung pada suhu (Robinson, 2016). Paving blok dapat mengurangi kecepatan limpasan permukaan dengan dua cara. Cara pertama adalah dengan memanfaatkan area sambungan antar blok untuk memungkinkan masuknya air ke dalam blok. Cara kedua adalah dengan mempertimbangkan pengaruh konfigurasi permukaan terhadap kecepatan limpasan permukaan. Penetrasi air menyebabkan penurunan kedalaman limpasan dan kecepatan aliran limpasan (Sedyowati et al., 2017). Kekasaran merupakan kondisi adanya tahanan gesek antara permukaan jalan dengan ban. Kekasaran permukaan jalan disebabkan oleh fungsi utama tekstur

permukaan jalan. Gaya gesek antara ban dengan permukaan jalan merupakan hasil perkalian antara koefisien gesek dan gaya normal (tegak lurus terhadap bidang permukaan jalan) akibat berat kendaraan (Flintsch et al., 2012).

Tabel 1. Car Tires - Traction Coefficients

Surface	Traction Coefficient(μ)
Wet Asphalt	0.6
Wet Concrete	0.6
Dry Asphalt	0.9
Dry Concrete	0.9

Metode yang ditingkatkan untuk memperoleh daerah stabilitas lateral kendaraan jalan raya, dengan mempertimbangkan pengaruh sudut kemudi, pusat gravitasi, kecepatan memanjang, dan koefisien gesekan ban-jalan terhadap dinamika kendaraan. Daerah stabilitas yang komprehensif diperoleh untuk berbagai parameter tersebut (Alves et al., 2022). Bagian Ban menentukan kurva gesekan ban untuk roda kendaraan.

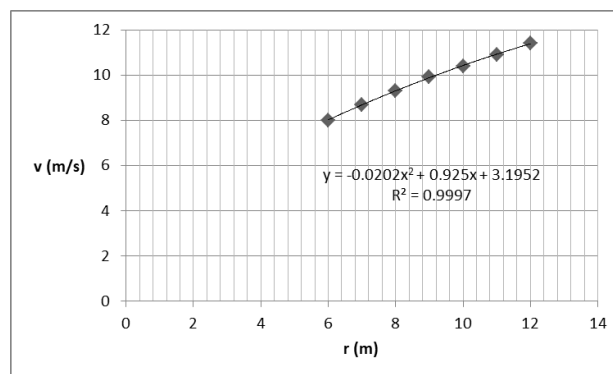
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Perilaku Mengikuti Mobil Saat Berbelok di Persimpangan .

Model Kecepatan Optimal yang menggunakan percepatan untuk menggambarkan perilaku mengikuti mobil mudah dipahami dan dapat secara akurat menyajikan kondisi kendaraan yang melaju di jalur langsung. Oleh karena itu, model ini sangat sesuai dengan arus lalu lintas di dunia nyata dan menjadi salah satu model terpenting untuk menganalisis perilaku mengikuti mobil (Han et al., 2022). Stabilitas statis arah kendaraan ditentukan oleh momen yaw akibat turunan selip samping. Model ini mengukur kecenderungan kendaraan untuk berbelok ke posisi saat terjadi gangguan selip samping.

Tabel 2. Model data kecepatan menikung kendaraan di persimpangan jalan

No	r(m)	v(m/s)	v(km/h)
1	6	8.0	29.0
2	7	8.7	31.3
3	8	9.3	33.4
4	9	9.9	35.5
5	10	10.4	37.4
6	11	10.9	39.2
7	12	11.4	41.0

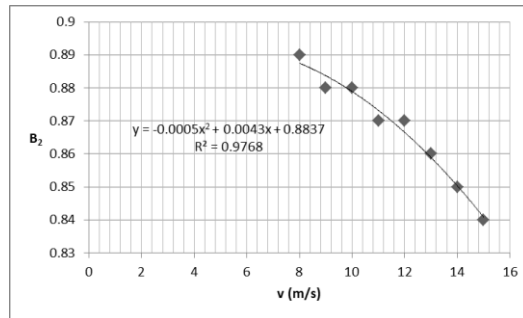


Gambar 4. Grafik kecepatan kendaraan saat menikung di persimpangan jalan

Dari gambar 4 diperoleh kecepatan slip maksimum terjadi pada $v = 38.2$ km/h dengan kelengkungan jalan $r = 22.9$ m.

Tabel 2. Stabilitas yaw kendaraan

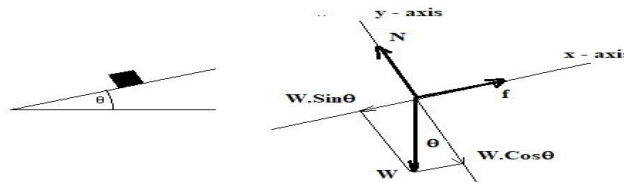
No.	v(m/s)	B ₂	v(km/h)
1	8	0.89	28.8
2	9	0.88	32.4
3	10	0.88	36.0
4	11	0.87	39.6
5	12	0.87	43.2
6	13	0.86	46.8
7	14	0.85	50.4
8	15	0.84	54.0



Gambar 5. Grafik stabilitas yaw kendaraan

Batas stabilitas sudut selip samping $B_2 = 0.89$ dan kecepatan peralanan kendaraan $v = 15.5$ km/h.

Gaya gesek antara ban mobil dengan jalan berkurang pada saat mobil berjalan menanjak atau menurun. Lebih sulit berkendara menanjak atau menurun saat jalan licin dibandingkan berkendara di permukaan datar.

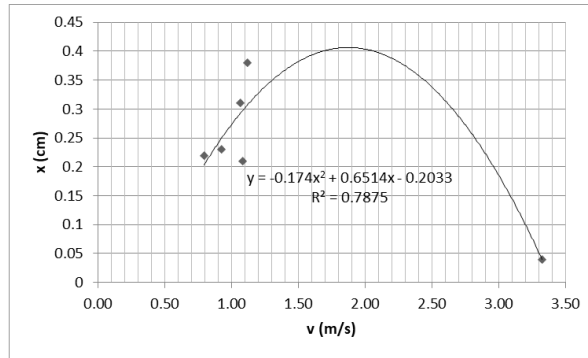


Gambar 6. Sistem koordinat yang digunakan untuk menghitung koefisien gesekan statis.

Tabel 3. Uji Herringbone Horizontal 45°, Beban 2022,3 kg

No	R = LV (cm)	v(m/s)	x (cm)	y (cm)	$\mu = \tan\theta$
1	10.0	1.08	0.21	0.25	1.19
2	20.0	0.79	0.22	0.07	0.32
3	40.0	0.92	0.23	0.05	0.22
4	22.0	1.12	0.38	0.22	0.58
5	18.0	3.32	0.04	0.25	6.25
6	21.0	1.06	0.31	0.17	0.55

Di mana x = Herringbone 45° pergeseran uji horizontal, beban 2022,3 kg (cm), y = Herringbone 45° uji turun vertikal, beban 2074,1 kg (cm), v = kecepatan slip (m/s), μ_s = koefisien gesek statik, R = jarak titik muatan kendaraan ke titik pengamat (sensor). Dengan asumsi pada penelitian ini beban yang menyebabkan perpindahan x mendekati sama atau dianggap sama dengan beban yang menyebabkan penurunan y pada jalan paving blok.



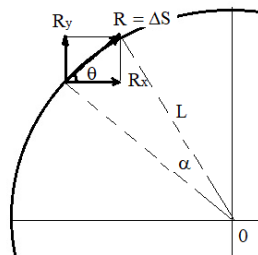
Gambar 7. Grafik kecepatan slip versus perpindahan paving blok uji horizontal

Dari hasil analisa data, jenis paving dengan tebal 8,0 cm yaitu paving unipaver merupakan yang terbaik dengan menggunakan pola uji Herringbone 45°. Hasil yang diperoleh adalah pergeseran sebesar 0,48 cm terdapat pada sensor/LVDT.6 dengan jarak 60,0 cm dari pusat beban. Dari seluruh jenis perkerasan unipaver dengan pola uji pengerasan jalan yang diuji baik secara horizontal maupun vertikal, hasil yang paling baik adalah pengerasan jalan unipaver dengan pola uji pengerasan jalan Herringbone 45°. Kesimpulannya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Laboratorium

Type Paving	Pola Uji	Vertikal Penurunan Terendah	Horizontal Pergeseran Terendah	Resultan Pergeseran
Unipave 8 cm	Herringbone 90°	0.19	0.46	0.55
	Herringbone 45°	0.22	0.48	0.58
	Basketweave	0.25	0.46	0.57

3.2 Kecepatan Slip

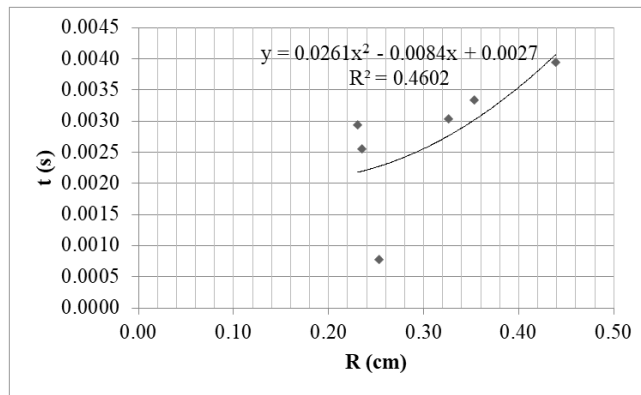


Gambar 8. Resultan Pergeseran

Tabel 5. Uji Herringbone 45°, Load 2022.3 kg

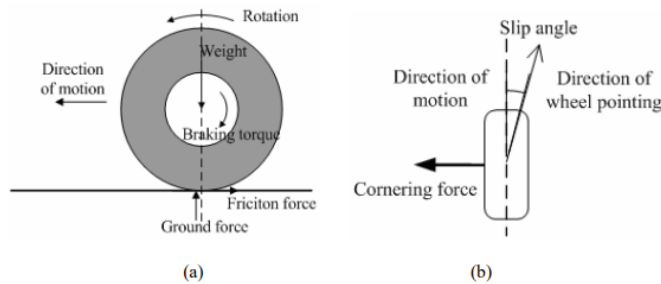
No	L = LV (cm)	v(m/s)	x (cm)	y (cm)	$\mu = \tan\theta$	R(cm)	t(s)
1	10.0	1.08	0.21	0.25	1.19	0.33	0.0030
2	20.0	0.79	0.22	0.07	0.32	0.23	0.0029
3	40.0	0.92	0.23	0.05	0.22	0.24	0.0025
4	22.0	1.12	0.38	0.22	0.58	0.44	0.0039

No	L = LV (cm)	v(m/s)	x (cm)	y (cm)	$\mu = \tan\theta$	R(cm)	t(s)
5	18.0	3.32	0.04	0.25	6.25	0.25	0.0008
6	21.0	1.06	0.31	0.17	0.55	0.35	0.0033



Gambar 9. Grafik resultan pergeseran terhadap waktu

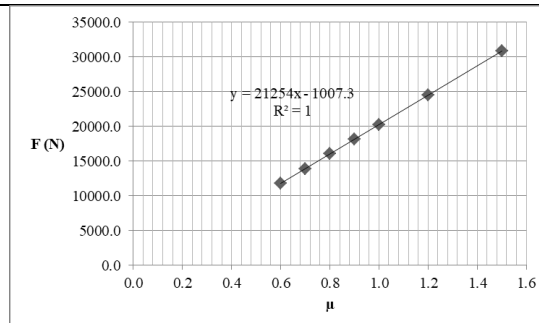
Gaya traksi maksimum yang tersedia dari salah satu dari dua roda belakang pada mobil berpengerak roda belakang dengan beban didistribusikan secara merata pada keempat roda pada kondisi jalan dengan koefisien adhesi μ , dapat dihitung sebagai



Gambar 11. Ilustrasi (a) gaya gesek pada saat pengereman dan (b) gaya samping pada saat menikung (Wang, 2010)

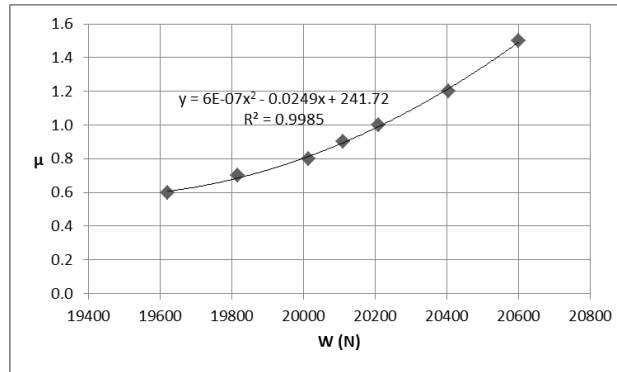
Tabel 5. Hubungan gaya traksi dengan beban kendaraan

No.	M (kg)	W (N)	μ	F (N)
1	2000.0	19620.0	0.6	11772.0
2	2020.0	19816.2	0.7	13871.3
3	2040.0	20012.4	0.8	16009.9
4	2050.0	20110.5	0.9	18099.5
5	2060.0	20208.6	1.0	20208.6
6	2080.0	20404.8	1.2	24485.8
7	2100.0	20601.0	1.5	30901.5



Gambar 12. Hubungan antara gaya traksi dan koefisien traksi

Gaya traksi akan bertambah jika koefisien gesekan bertambah. Gaya traksi berhubungan dengan beban kendaraan, semakin berat kendaraan maka semakin besar daya cengkram roda kendaraan dengan jalan paving blok maka semakin besar pula koefisien gesek yang dibutuhkan (Gambar 12).

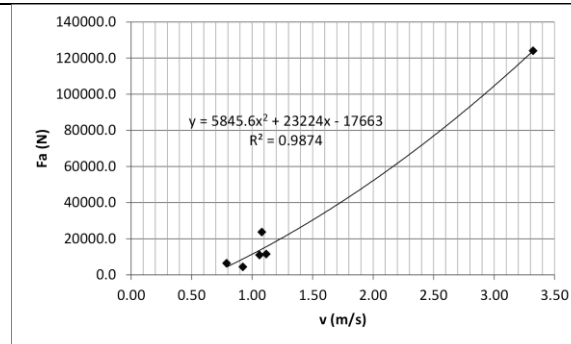


Gambar 13. Hubungan beban kendaraan dengan koefisien gesekan

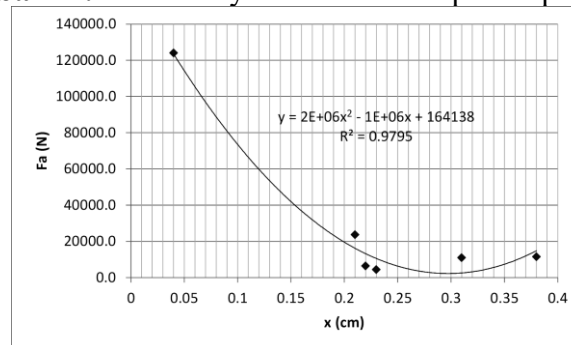
Gambar 13 memberikan gambaran bahwa semakin berat beban kendaraan, agar tidak tergelincir maka koefisien gesek antara ban kendaraan dan jalan paving blok, akan semakin besar.

Tabel 6. Uji Horizontal Herringbone 45°, Load 2022.3 kg

No	R = LV (cm)	v(m/s)	x (cm)	y (cm)	$\mu_s = \tan\theta$	Fa(N)
1	10.0	1.08	0.21	0.25	1.19	23617.6
2	20.0	0.79	0.22	0.07	0.32	6312.3
3	40.0	0.92	0.23	0.05	0.22	4312.8
4	22.0	1.12	0.38	0.22	0.58	11485.6
5	18.0	3.32	0.04	0.25	6.25	123992.3
6	21.0	1.06	0.31	0.17	0.55	10879.3



Gambar 14. Grafik Gaya Traksi terhadap Kecepatan Slip



Gambar 15. Grafik Gaya Traksi terhadap Pergeseran Paving Blok Uji Horizontal

$$Fa = y = 39138N$$

Dari persamaan fungsi yang diperoleh dari gambar 13, maka pada Uji Horizontal jenis paving

Herringbone 45°, untuk beban 2022,3 kg, diperoleh gaya traksi maksimum, $F_a = 39138$ N pada nilai pergeseran paving, $x = 0,25$ cm dan resultan pergeseran paving $R = 0,16$ cm pada kecepatan slip $v = 0,61$ m/s.

Gaya traksi $F_a = 39138$ N menyebabkan terjadinya kecepatan slip disekitar $v = 0,61 - 1,6$ m/s = 2,2 - 5,8 km/jam (gambar 10 dan gambar 14).

4. KESIMPULAN

Pengujian paving tipe unipaver tebal 8,0 cm dengan metode vertikal terdiri dari 3 bentuk pola (Herringbone 90°, Herringbone 45° dan Basketweave). Dari hasil pengujian 3 bentuk pola, hasil terbaik terdapat pada 2 herringbone 45° pola dengan nilai penurunan sebesar 0,22 cm yang terjadi pada LV1, jarak 10,0 dari pusat beban.

Dalam pengujian paving tipe Unipaver dengan ketebalan 8,0 cm menggunakan metode Horizontal Test yang terdiri dari 3 bentuk pola (Herringbone 90°, Herringbone 45°, dan Basketweave). Dari hasil pengujian 3 bentuk pola tersebut, hasil terbaik terdapat pada herringbone 45° pola dengan nilai perpindahan 0,48 cm yang terjadi pada LVDT5 dengan jarak 60,0 cm dari pusat beban.

Pengujian vertikal merupakan pengujian beban kendaraan dan pengujian horizontal merupakan pengereman roda kendaraan termasuk terjadinya gaya traksi.

Dalam uji laboratorium, pengaruh gaya arah vertikal dan horizontal pada herringbone 8,0 cm 90° struktur paving blok tipe unipaver memiliki kecepatan slip maksimum yang kecil.

Dari analisa hasil penelitian, jalan yang menggunakan paving blok jenis unipaver 8,0 cm aman digunakan karena kendaraan yang bergerak menikung menghasilkan kecepatan slip yang kecil. Kecepatan slip kendaraan adalah kecepatan yang menyebabkan tergelincirnya sebuah kendaraan. Kecepatan slip disekitar $v = 0,61 - 1,6$ m/s = 2,2 - 5,8 km/jam. Peninjauan kecepatan slip dari peneliti lain ada pada sekitar nilai $v = 4,3 - 10,6$ m/s atau $v = 15,5 - 38,2$ km/h.

DAFTAR PUSTAKA

- Alves, J. A. V., Chinelato, C. I. G., & Angelico, B. A. (2022). Vehicle Lateral Stability Regions for Control Applications. *IEEE Access*, 4, 1–16. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3199752>
- Bai, L., & Zhang, Y. S. (2022). Analysis of the Effect of the Friction Coefficient on a Pavement Structure. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/9285623>
- Cromptu. (2013). *Is Centrifugal Force Responsible for Falling Out of a Car on a Sharp Turn?* Physicsforums.Com. <https://www.physicsforums.com/threads/is-centrifugal-force-responsible-for-falling-out-of-a-car-on-a-sharp-turn.705772/>
- Flintsch, G., McGhee, K., Izeppi, E. D. L., & Najafi, S. (2012). The Little Book of Tire Pavement Friction. In *Apps.Vtti.Vt.Edu* (Issue September). https://wegarten.com/media/ngcs_tire_pavement_friction_ang.pdf
- Han, J., Wang, X., & Wang, G. (2022). Modeling the Car-Following Behavior with Consideration of Driver, Vehicle, and Environment Factors: A Historical Review. *Sustainability (Switzerland)*, 14(13), 1–27. <https://doi.org/10.3390/su14138179>
- Huang, B., Wu, S., Huang, S., & Fu, X. (2018a). Lateral Stability Control of Four-Wheel Independent Drive Electric Vehicles Based on Model Predictive Control. *Mathematical Problems in Engineering*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/6080763>
- Huang, B., Wu, S., Huang, S., & Fu, X. (2018b). Lateral Stability Control of Four-Wheel Independent Drive Electric Vehicles Based on Model Predictive Control. *Mathematical Problems in*

Engineering, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/6080763>

- Rachmat Mudiyo, Hasan Md Nor, Mohd Rosli Hainin, T.-C. L. (2007). PERFORMANCE OF CONCRETE BLOCK PAVEMENT ON SLOPED ROAD SECTION. *IJP* 2007, 6, 10. https://www.researchgate.net/profile/Mohd-Rosli-Hainin/publication/320281097_PERFORMANCE_OF_CONCRETE_BLOCK_PAVEMENT_ON_SLOPED_ROAD_SECTION/links/59db321c458515a5bc2d71de/PERFORMANCE-OF-CONCRETE-BLOCK-PAVEMENT-ON-SLOPED-ROAD-SECTION.pdf
- Roberts, C. P., Nicholls, C., TRL Limited., & IHS Group. (2008). *Design guide for road surface dressing*. (Sixth). IHS. <https://www.trl.co.uk/uploads/trl/documents/RN39.pdf>
- Robinson, L. (2016). *DESIGN GUIDE FOR ROAD SURFACE DRESSING by D Bateman* (9th ed., Vol. 39). [https://www.trl.co.uk/Uploads/TRL/Documents/Road-Note-39-\(7th-Edition\)---Design-guide-for-road-surface-dressing.pdf](https://www.trl.co.uk/Uploads/TRL/Documents/Road-Note-39-(7th-Edition)---Design-guide-for-road-surface-dressing.pdf)
- Sedyowati, L., Suhardjono, S., Suhartanto, E., & Sholichin, M. (2017). Runoff velocity behaviour on smooth pavement and paving blocks surfaces measured by a tilted plot. *Journal of Water and Land Development*, 33(1), 149–156. <https://doi.org/10.1515/jwld-2017-0030>
- ToolBox, T. E. (2011). *Adhesion and tractive force between car wheel and surface*. The Engineering Tool Box. https://www.engineeringtoolbox.com/tractive-effort-d_1783.html
- Wang, H. (2010). *Effect of Friction on Rolling Tire – Pavement Interaction By*. https://www.purdue.edu/discoverypark/cav/nextrans/completed-projects/docs/Final_Report_049.pdf
- Yang, F., Wang, Q., Shen, X., & He, X. (2020). Analysis of Steering Performance of the Wheeled Vehicles with the Influence of Centrifugal Force. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Volume 514
- Yin, Y., Wen, H., Sun, L., & Hou, W. (2020). Study on the Influence of Road Geometry on Vehicle Lateral Instability. *Journal of Advanced Transportation*. <https://doi.org/10.1155/2020/7943739>