

Metode *Weight In Motion (WIM)* dalam Menentukan Indikator Utama Penyebab Kongesti Perjalanan Truk Petikemas dari Pelabuhan Tanjung Emas ke Wilayah *Hinterland*

Edward D.P. Napitupulu^{1*}, Muhammad Yamin Jinca², Bambang Riyanto¹

¹ Departemen Teknik Sipil, Universitas Diponegoro, Semarang
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia, 50275

² Perencanaan Wilayah dan Masyarakat, Universitas Hasanuddin,
Jl. Perintis Kemerdekaan Km 10, Tamalanrea, Makassar, Indonesia, 90245

Abstrak

Kelancaran lalu lintas petikemas terutama dari pelabuhan menuju lokasi hinterland dan begitu pula arah sebaliknya merupakan harapan dari semua pihak terkait. Perlu sinergi komponen system transportasi antara pelabuhan, fasilitas jalan dan truk petikemas. Sinergi yang terjadi guna meminimalisasi kongesti atas pergerakan petikemas dengan moda transportasi darat khususnya melalui truk petikemas. Indikator utama terjadinya kongesti adalah faktor tanjakan sebagaimana hasil penelitian tahun 2013 atas faktor kongesti perjalanan truk dari Pelabuhan Tanjung Emas ke wilayah hinterland yaitu Ungaran, Kabupaten Semarang. Hasil tersebut tetap sama untuk hasil penelitian dan tahun 2019. Dampak adanya faktor tanjakan ini adalah penurunan kecepatan tempuh ideal yang semestinya dialami oleh truk petikemas. Penelitian ini bertujuan menemukan besaran waktu tempuh di tanjakan dan karakteristik yang timbul atas dinamika perbedaan slope pada tanjakan dari hasil 60 sampling truk petikemas pada tahun 2019. Analisis dilakukan melalui metode *Weight In Motion (WIM)* dengan pengolahan persamaan regresi deskriptif dan uji model dengan software Minitab 18. Indikator tanjakan memberikan kontribusi kongesti sebesar 34,36% dibandingkan indikator lainnya sedangkan variabel yang mempengaruhi faktor tanjakan adalah kecepatan truk dan *length of segment*. Nilai perlambatan kecepatan tempuh yang terjadi sebesar 21,59 km/jam dengan konsumsi bahan bakar minyak sebesar 1,9 km per liter.

Kata kunci: kongesti; truk petikemas; geometrik jalan; tanjakan jalan; kecepatan; slope

Abstract

[Title: Determining the Main Indicators Causing Congestion of Container Truck Trip from Tanjung Emas Port to the Hinterland Region By Weight In Motion (WIM) Method] The fluency of container traffic, especially from the port to the hinterland location and return, is the hope of all parties involved. There needs to be synergy between the interaction of the components of the transportation system between ports, road facilities, and container trucks. The synergy that occurs is to minimize congestion on the movement of containers by land transportation modes, primarily through container trucks. The most significant indicator of congestion is the incline factor, as the results of research in 2013 and 2019 on the congestion factor for truck travel from the Port of Tanjung Emas to the hinterland area, namely Ungaran, Semarang Regency. The impact of the influence of this incline factor is a decrease in the ideal travel speed that should be experienced by container trucks. This study aims to find the travel time on an incline and the characteristics that arise from the dynamics of differences in slope on inclines from the results of 60 container truck sampling in 2019. The analysis was carried out through the *Weight In Motion (WIM)* method with descriptive regression equation processing and model testing with Minitab 18 software. The incline indicator contributes to congestion by 34.36% compared to other indicators, while the variables that affect the incline factor are truck speed and the

^{*}) Penulis Korespondensi.
E-mail: edward.napitupulu@pelindo.co.id

length of a segment. The deceleration value of the travel speed was 21.59 km/h, with a fuel oil consumption of 1.9 km per liter.

Keywords: *congestion, container trucks, road geometric, road grade, speed, slope*

1. Pendahuluan

Provinsi Jawa Tengah, berdasarkan data Biro Pusat Statistik (BPS) Nasional, memiliki jumlah penduduk sebesar 34.718.204 jiwa pada tahun 2019. Sebanyak 1.814.110 jiwa diantaranya berada di Kota Semarang. Provinsi tersebut memiliki pelabuhan laut yaitu Pelabuhan Tanjung Emas, yang melayani kapal internasional dan domestik. Berada pada posisi di tengah pulau Jawa, nilai pelabuhan bagi provinsi ini sangat strategis, terutama dalam mendukung pemenuhan kebutuhan masyarakat dan industri yang berada dalam wilayah tersebut. Terdapat 3 (tiga) Kawasan industri besar seperti Tugu, Candi dan Terboyo, disamping kawasan industri lainnya yang sedang berkembang seperti Batang dan Kendal. Salah satu bentuk layanan barang oleh Pelabuhan Tanjung Emas adalah barang dalam kontainer atau petikemas.

Terminal Petikemas Semarang memiliki rerata pertumbuhan sebesar 668.940 TEUs (*Twenty Equivalent Units*) per tahun atau tumbuh 3,36% pertahun sejak 2015 dan pada tahun 2020, arus petikemas telah mencapai 717.062 TEUs. Bila dibandingkan dengan pertumbuhan petikemas dunia pada Tahun 2018, arus lalu lintas petikemas mencapai 793.260.606 TEUs dengan pertumbuhan 4.7% yoy. Arus petikemas Indonesia sebesar 14.060.600 TEUs dengan tingkat pertumbuhan 4,54% atau sebesar 1,77% dari total petikemas dunia (UNCTAD, 2010, 2020)

Keberadaan barang petikemas yang masuk/keluar Terminal Petikemas Semarang akan membutuhkan alat transportasi menuju lokasi hinterlannya yang merupakan bagian dari sistem transportasi dalam kesatuan sistem logistik. Keandalan pengiriman petikemas sering kali melalui kondisi kongesti berupa terjadinya penurunan kecepatan tempuh dari yang diharapkan oleh pelaku usaha.

Hal yang mendasar berkaitan dengan permasalahan kongesti yaitu ketidakseimbangan antara jumlah kendaraan bermotor dan kapasitas jalan atau *Volume/Capacity* atau *V/C* ratio (Morlok, 1995). Keterbatasan daya tampung jalan terhadap pertumbuhan kendaraan yang tinggi khususnya dimensi truk petikemas dibanding dengan dimensi jalan (Boarnet et al., 1998; Jinca, 2001). Penyebab lain dari kongesti adalah permukaan jalan dengan tingkat gradien atau *slope* jalan yang tinggi berupa alinyemen horisontal dan vertikal (Bhoraskar, 2019; Jinca, 2001; Napitupulu, E. D. P. et al., 2022; Okamura et al., 2009).

Slope vertikal yang tinggi membentuk kontur permukaan jalan yang menanjak dan membuat kecepatan

setiap kendaraan menjadi lambat. Undang Undang Jalan Nomor 38 Tahun 2004 dan PP Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 19 Tahun 2011, bahwa desain jalan arteri dan kolektor primer disusun pada kecepatan rencana paling rendah 40 km/jam dengan lebar badan jalan pada dua jalur paling sedikit 18 meter. Kriteria kongesti pada jalan raya yang menjadi standar baku internasional dalam *Victoria Transport Policy Institute / VTPI*, 2016, menyebutkan antara 33 km/jam sampai dengan 37 km/jam.

Waktu tempuh rerata kendaraan truk di kota Bandung pada lokasi Kiaracondong, Djunjuran dan Cihampelas, akibat kongesti sebesar 20,95 Km/jam. Untuk kota Yogyakarta pada ruas jalan Gejayan sebesar 13,23 km/jam (Basuki & Siswadi, 2008; Lumba, 2009). Hasil penelitian tahun 2013 dan 2019, untuk rerata kecepatan truk petikemas pada Tahun 2013 sebesar 26,33 km/jam dan Tahun 2019 sebesar 26,83 km/jam. Terjadi penurunan waktu tempuh perjalanan sebesar 33% apabila dibandingkan kecepatan normal *freeflow* truk sebesar 40 km/jam untuk jarak 30 km. Indikator tersebut menempatkan indikator tanjakan sebagai faktor terbesar yang menjadi penyebab kongesti selain indikator lainnya yaitu kegiatan, dimensi, simpangan dan pintu tol untuk jalur truk petikemas dari Pelabuhan Tanjung Emas menuju kawasan industri Ungaran dengan kontribusi kongesti sebesar 34,36% (Napitupulu, 2022). Hal ini menjadi daya tarik penelitian untuk mendalami nilai kontribusi indikator tanjakan dalam sistem jaringan infrastruktur transportasi yang komprehensif (Straus & Semmens, 2006) terutama yang berhubungan langsung dengan angkutan truk petikemas. Tujuan dari penelitian ini adalah menemukan dan memahami indikator terbesar pembentuk kongesti lalu lintas petikemas pada ruas jalan yang dilewati dari pelabuhan sampai dengan kawasan industri tertentu.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif, melalui pengumpulan data primer berupa survey tahun 2013. Survey dilakukan terhadap 30 truk dan pada tahun 2019 sebanyak 60 sampling truk, dengan estimasi muatan antara 15 ton sampai dengan 30 ton. Lokasi penelitian pada jalur jalan dari Pelabuhan Tanjung Emas dengan elevasi +2 Mlws, Semarang, menuju pabrik industri yang berada di Ungaran, Kabupaten Semarang di Jawa Tengah, pada elevasi +361 Mlws.

Pengamatan menggunakan metode *Weigh in Motion (WIM)* yaitu menempatkan *surveyor* pada

kendaraan untuk mengikuti truk petikemas yang menjadi obyek penelitian dan dilengkapi dengan alat *Global Positioning System* (GPS) untuk mengukur waktu perjalanan, kemiringan jalan dan lokasi pergerakan kendaraan truk (Napitupulu, E. D. P. et al., 2022; Wheeler & Figliozzi, 2011). Analisis data untuk mendapatkan persamaan deskriptif dengan bantuan *software* Minitab 18 dan Excel, yaitu persamaan variabel yang berpengaruh, nilai rerata waktu tempuh, info grafis dan komparasi antara pengaruh *slope* dengan waktu tempuh beserta kecepatannya. Pengambilan sampling dilakukan dengan kriteria : (1) Hari sibuk yaitu Kamis, Jumat, Sabtu dan Minggu; (2) Hari non sibuk yaitu Senin, Selasa dan Rabu; (3) Jam sibuk yaitu 07.00 sd 10.00 dan 16.00 sd 19.00; dan (4) Jam non sibuk yaitu di luar jam sibuk.

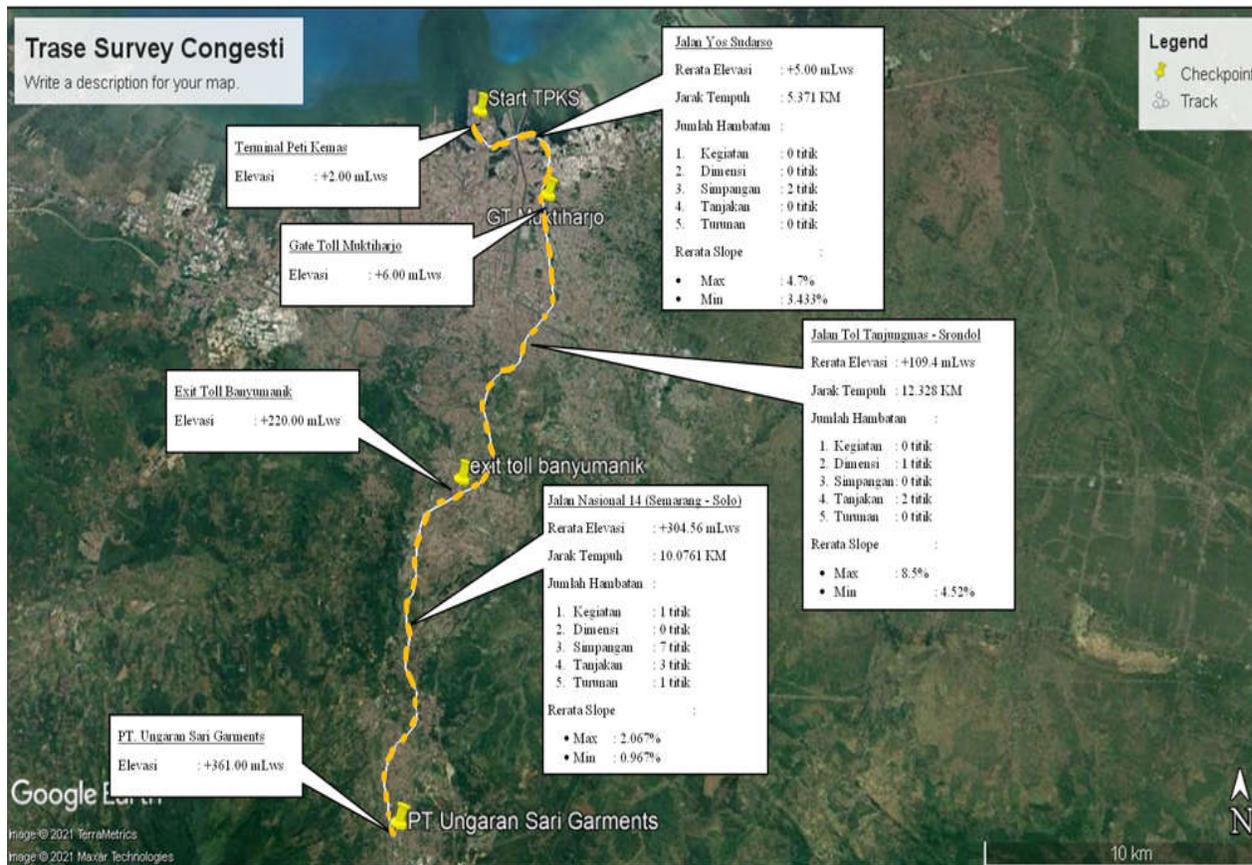
3. Hasil Dan Pembahasan

Tabel 1, merupakan hasil pengumpulan dan analisa dari berbagai sumber literatur. Indikator kongesti yaitu faktor tanjakan termasuk dalam kategori aliyemen vertikal yang sifatnya permanen. Perencanaan, penetapan dan pembangunan lokasi industri tanpa memperhatikan karakter dan geometrik jalan, dipastikan menimbulkan

permasalahan yang lebih besar dan berpengaruh terhadap biaya transportasi logistik. Lokasi industri yang telah berdiri dengan kondisi geometrik jalan menanjak merupakan satu tantangan tersendiri bagi pelaku usaha yang bergerak pada bidang angkutan maupun pemilik pabrik. Kendala kelancaran arus lalu lintas semakin terbebani apabila terjadi penambahan indikator kongesti lainnya seperti dimensi jalan yang tidak sesuai standar, adanya kegiatan masyarakat yang memakan bahu jalan, volume arus lalu lintas yang tinggi dengan pencampuran antara jenis kendaraan mulai dari ringan sampai dengan kendaraan berat dan banyaknya titik persimpangan.

3.1 Data Indikator Kongesti Pada Faktor Tanjakan Tahun 2013 dan Tahun 2019

Penelitian faktor tanjakan terjadi pada tahun 2013 dan tahun 2019 dengan gambar peta lokasi sebagaimana Gambar 1. Data kecepatan, kondisi geometrik jalan dan waktu tempuh per segment ruas jalan dihitung dan dicatat melalui sejumlah sampling data yaitu tahun 2013 dan tahun 2019. Pada Gambar 1, terdapat 7 (tujuh) titik lokasi yang memiliki ketinggian tertentu dengan satuan Mlws (*Meter lower water spring* atau ketinggian dari muka air terendah).



Gambar 1. Garis Kuning terputus peta jalur perjalanan dari pelabuhan-lokasi industri (Google, 2019)

Hasil survei pada Tabel 2, terdapat perbedaan waktu tempuh truk petikemas pada saat melewati tanjakan dalam kurun waktu sampling tahun 2013 dan tahun 2019. Rerata waktu tempuh tanjakan tahun 2013 cenderung lebih lama atau sebesar 887,84 detik jika dibandingkan tahun 2019 sebesar 214,48 detik dan hal tersebut dapat tergambarkan pada pola pergerakan grafik Gambar 2. Nilai tertinggi waktu tempuh tahun 2013 dapat mencapai 1646,40 detik sedangkan pada tahun 2019 mengalami penurunan 391,20 detik.

3.2 Pengaruh Kecepatan dan *Length of Segment* Pada Faktor Tanjakan Tahun 2019

Hasil penurunan waktu tempuh yang signifikan pada tahun 2019 menjadi fokus untuk mengetahui variabel penentu yang mempengaruhi faktor tanjakan.

Sebanyak 60 data yang dianalisa menggunakan model regresi, ternyata memiliki asumsi non heteroskedastisitas yang tidak terpenuhi dengan asumsi $P\text{-Value} = 0,000 < 0,05$ sehingga untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan pendeteksian *outlier* dengan menghapus data ke 8, 25 dan 38. Adapun hasil persamaan adalah persamaan 1.

$$Y = 69,9 - 27,81V + 0,2840L_s \quad (1)$$

dimana Y adalah waktu tempuh tanjakan (detik); V adalah kecepatan (Km/jam); dan L_s adalah *Length of Segment* (Meter).

Persamaan 1 menunjukkan bahwa waktu tempuh ditanjakan sangat dipengaruhi oleh kecepatan dan jarak

Tabel 1. Faktor Penyebab Kongesti

VARIABEL	FAKTOR		
	% Volume Kendaraan Petikemas di Jalan	Jumlah persimpangan	Karakteristik dan Geometri Jalan
VARIABEL	Volume kendaraan petikemas	Kapasitas Jalan	Alinyemen vertikal
	Volume arus lalu lintas	Waktu antrian	Alinyemen Horisontal
	Berat ganda kendaraan angkut petikemas	Jumlah titik persimpangan	Jumlah titik kerusakan jalan atau luasan kerusakan
	Umur kendaraan		Dimensi Jalan Kegiatan

(Sumber: Arnott, 2001; Boyce, 2004; Napitupulu, 2022; Okamura et al., 2009; Straus & Semmens, 2006)

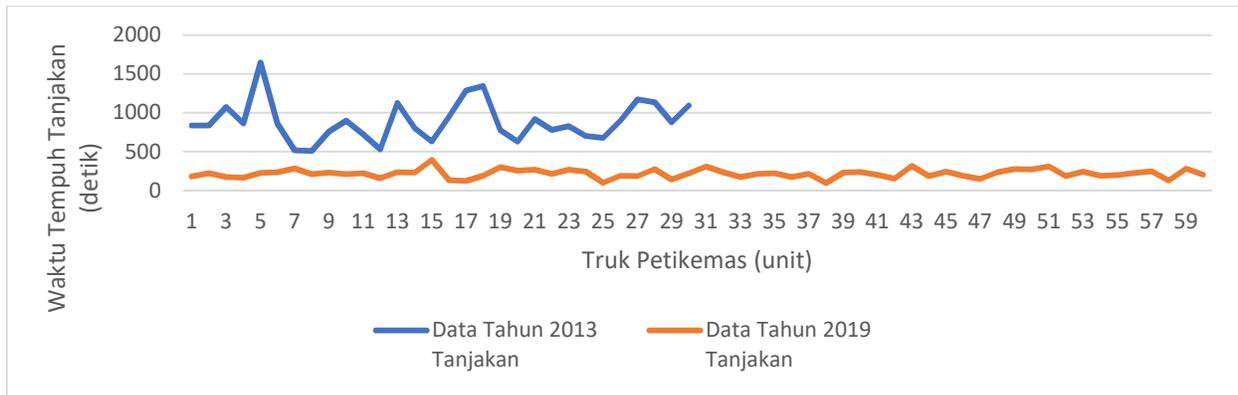
Tabel 2. Indikator Tanjakan (detik)

	Tahun 2013 dengan Data N= 30	Tahun 2019 dengan Data N= 60
StDev	259,05	55,71
Mean	887,84	214,48
Min	506,37	91,60
Max	1.646,40	391,20

Tabel 3. Nilai Koefisien, R-Sq Variabel Kecepatan dan VIF

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	69.9	28.6	2.44	0.018	
Kecepatan	-27.81	1.50	-18.49	0.000	1.03
<i>Length of segment</i>	0.2840	0.0235	12.10	0.000	1.03
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)		
15.4595	91.58%	91.27%	88.12%		

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	2	140386	70193.0	293.70	0.000
Kecepatan	1	81666	81666.3	341.71	0.000
<i>Length of segment</i>	1	34964	34964.2	146.30	0.000
Error	54	12906	239.0		
Total	56	153292			
Durbin-Watson Statistic =		1.92349			



Gambar 2. Grafik Waktu Tempuh Truk Petikemas Faktor Tanjakan

Tabel 4. Hasil Uji t Variabel Yang Berpengaruh Pada Variabel Tanjakan

Variabel Bebas	t _{hitung}	t _{tabel}	P-value	Keterangan
Kecepatan	-18.49	2.005	0.000	Koef. β1 signifikan terhadap model
Length of segment	12.10	2.005	0.000	Koef. β2 signifikan terhadap model

tanjakan yang dilalui truk. Semakin cepat kendaraan maka memberikan waktu pengurang kongesti dan semakin panjang jarak tanjakan maka memberikan kontribusi pada kongesti tanjakan. Hal ini dibuktikan pada Tabel 3.

Nilai R² pada Tabel 3, dari model regresi tersebut menunjukkan *R-Square* sebesar 91.27% yang artinya secara bersama – sama variabel kecepatan, *length of segment*, mempengaruhi faktor tanjakan sebesar 91.27%. Sebaran nilai residual data menunjukkan posisi di sekitar garis regresi dengan keputusan bahwa *P-value* = (0,131) > α = 0.05, sehingga menerima H₀ dengan asumsi berdistribusi normal sebagaimana pada Gambar 3.

3.2. Statistik uji

Hasil perhitungan atas Uji T pada Tabel 4., menyatakan bahwa variabel bebas Kecepatan dihasilkan nilai t hitung sebesar - 18.49 yang lebih kecil dibandingkan dengan - t tabel yaitu -2.005 sehingga dapat disimpulkan bahwa Kecepatan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap waktu tempuh yang terjadi pada indikator kongesti faktor tanjakan. Koefisien regresi pada variabel kecepatan yang memiliki arah negatif menjelaskan bahwa apabila kecepatan truck semakin tinggi pada tanjakan yang dilalui maka waktu tempuh akan pendek. Variabel bebas *Length of segment* atau dihasilkan nilai t hitung sebesar 12.10 yang lebih besar dibandingkan dengan t tabel yaitu 2.005 sehingga dapat disimpulkan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap waktu tempuh yang terjadi pada tanjakan. Koefisien regresi pada variabel *length of segment* memiliki arah positif menjelaskan bahwa semakin panjang truk

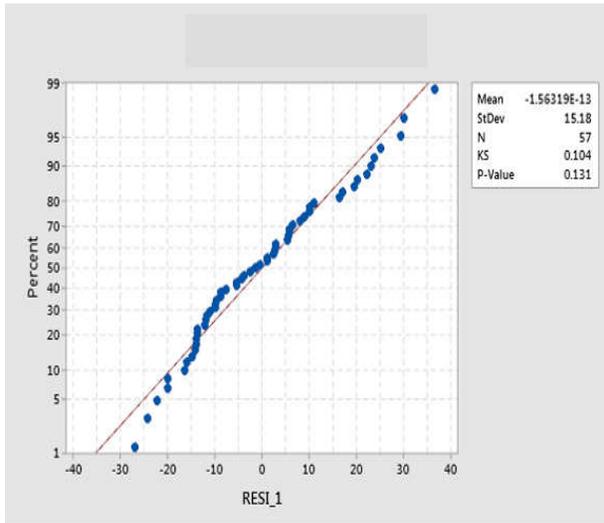
melintasi tanjakan akan berpotensi menambah waktu tempuh.

Hasil Persamaan 1 menunjukkan korelasi yang kuat dengan grafik Gambar 4. Kecepatan truk akan menurun seiring dengan peningkatan *slope* tanjakan terlebih dengan jarak per segmen (*length of segment*) yang semakin pendek. Kecepatan rerata atas *slope* yang terjadi adalah 5,813% sebesar 16,4 km/jam, *slope* 2,947% sebesar 26,89 km/jam; *slope* 3,81% sebesar 11,7 km/jam; *slope* 3,929% sebesar 19,28 km/jam; *slope* 4,667% sebesar 33,7 km/jam. Apabila memiliki *slope* yang tinggi maka diharapkan *length of segment* tanjakan cukup panjang untuk membantu kinerja truk dalam berakselerasi, sebagaimana tanjakan Watugong. Hasil penelitian menunjukkan *range slope* 2,947% sd. 5,813% selain memberikan keterlambatan juga berdampak kepada konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) berlebih. Bina Marga mengeluarkan perhitungan kebutuhan BBM dengan rumus (Direktorat Bina Teknik, 1997), seperti terlihat pada Persamaan 2.

$$Y = 0,21557 S^2 + 24,17699 S + 947,80862 \quad (2)$$

dimana Y adalah konsumsi BBM (Liter per 1000 km) dan S adalah kecepatan (km/jam).

Rerata kecepatan truk atas rentang *slope* yang terjadi sebesar 21,59 km/jam dan menghasilkan kebutuhan BBM untuk 1 liter sejauh 1,9 km. Hasil konsumsi BBM tersebut mendekati hasil penelitian *Oak Ridge National Laboratory* bahwa kondisi pertama untuk *slope* 1% sd. 4% menyerap 41% konsumsi BBM lebih besar jika dibandingkan kondisi jalan yang rata (≤ 1%)

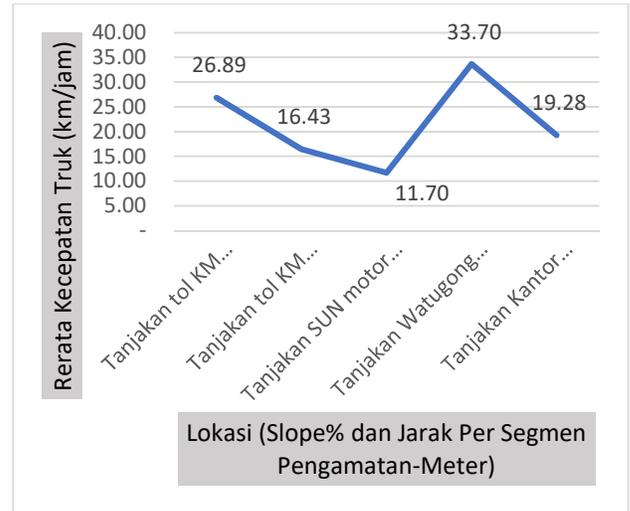


Gambar 3. Grafik Uji Normalitas Faktor Tanjakan

dan kondisi kedua untuk *slope* lebih besar dari 4% menyerap BBM 60% lebih tinggi dari kondisi jalan rata dengan asumsi pemakaian BBM sebesar 7,3 miles per gallon atau setara 1 liter untuk 3,1 km (Franzese, 2011). Kondisi pertama menghasilkan 2,91 km/liter dan kondisi kedua sebesar 1,93 km/liter.

4. Kesimpulan

Kondisi geometrik jalan yang terwakili oleh faktor tanjakan merupakan penentu signifikan sebagai indikator utama kongesti. Posisi penentu ini tidak berubah dari hasil survei tahun 2013 dan tahun 2019 walaupun terjadi penurunan waktu tempuh di tahun 2019. Variabel kecepatan dan *length of segment*, merupakan variabel yang berpengaruh dalam menentukan waktu tempuh di tanjakan, terutama fluktuasi nilai *slope*. Analisis Weight In Motion (WIM) dengan pengolahan persamaan regresi deskriptif dan uji model dengan *software* Minitab 18 menunjukkan bahwa indikator tanjakan memberikan kontribusi kongesti sebesar 34,36% dibandingkan indikator lainnya sedangkan variabel yang mempengaruhi faktor tanjakan adalah kecepatan truk dan *length of segment*. Nilai perlambatan kecepatan tempuh yang terjadi sebesar 21,59 km/jam dengan konsumsi bahan bakar minyak sebesar 1,9 km per liter. Nilai koefisien negatif 27,81 pada variabel kecepatan merupakan indikator yang menunjukkan pentingnya kinerja truk dalam menentukan capaian besaran kecepatan kendaraan sehingga mampu menurunkan kongesti di tanjakan. Kongesti yang rendah nantinya berdampak dalam keekonomisan produksi barang sebagai bagian yang menjadi harapan positif pada rangkaian *supply chain* sistem logistik.



Gambar 4. Komparasi Pola Antara Rerata Kecepatan, *Slope* Dan Jarak Pengamatan Hasil Survei Tahun 2019

Daftar Pustaka

- Arnott, R. J. (2001). *The Economic Theory of Urban Traffic Congestion: A Microscopic Research Agenda*. <http://ideas.repec.org/p/boc/bocoec/502.html>
- Basuki, I., & Siswadi. (2008). Biaya Kemacetan Ruas Jalan Kota Yogyakarta. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, 9(1), 71–80.
- Bhoraskar, A. (2019). *Prediction of Fuel Consumption of Long Haul Heavy Duty Trucks Using Machine Learning and Comparison of the Performance of Various Learning Techniques*. 9(1). https://www.victorknoop.eu/research/theses/thesis_bhoraskar.pdf
- Boarnet, M. G., Kim, E. J., & Parkany, E. (1998). *Measuring Traffic Congestion*.
- Boyce, D. (2004). *Forecasting Travel on Congested Urban Transportation Networks: Review and Prospects for Network Equilibrium Models*. The Fifth Triennial Symposium on Transportation Analysis.
- Direktorat Bina Teknik. (1997). *Biaya Operasi Kendaraan (BOK) Untuk Jalan Perkotaan di Indonesia*.
- Franzese, O. (2011). *Effect of Weight and Roadway Grade on the Fuel Economy of Class-8 Freight Trucks*. http://cta.ornl.gov/cta/Publications/Reports/ORNL_TM_2011_471.pdf
- Google. (2019). *Google Earth*.
- Jinca, M. Y. (2001). *Antisipasi Perkembangan Teknologi*

- Petikemas Terhadap Prasarana dan Sarana Transportasi Multimoda*. Universitas Hasanuddin.
- Lumba, P. (2009). Analisis Kinerja Jaringan Jalan Kota Bandung Setelah Beroperasinya Flyover Pasupati dan Flyover Kiaracandong. *Analisis Kinerja Jaringan Jalan Kota Bandung*, 1(50–59).
- Morlok, E. K. (1995). *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. McGraw Hill Inc.
- Napitupulu, E. D. P., Jinca, M. Y., & Riyanto, B. (2022). The Congestion Factors of Container Truck Travel from Tanjung Emas Port to the Hinterland Region. *Civil Engineering and Architecture*, 10(6), 2706–2712. <https://doi.org/10.13189/cea.2022.100634>
- Napitupulu, E. D. P. (2022). *Pengaruh Sistemik Kongesti Transportasi Petikemas Terhadap Biaya Transportasi Pada Jaringan Jalan Kota Semarang*. Universitas Diponegoro.
- Okamura, H., Watanabe, S., & Watanabe, T. (2009). An Empirical Study on the Capacity of Bottlenecks on the Basic Suburban Expressway Sections in Japan. *Proceedings of the 4th International Symposium on Highway Capacity*, 120–129.
- Straus, S. H., & Semmens, J. (2006). *Estimating the Cost of Overweight Vehicle Travel on Arizona Highways*.
- UNCTAD. (2010). *Review Of Marine Transpotation*. United Nations.
- UNCTAD. (2020). Review of Maritime Transport 2020. In *Journal of Chemical Information and Modeling*. United Nations. https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2020_en.pdf
- Wheeler, N., & Figliozzi, M. (2011). Multicriteria freeway performance measures for trucking in congested corridors. *Transportation Research Record*, 2224, 82–93. <https://doi.org/10.3141/2224-10>