

Analisis Distribusi Beban pada Kendaraan Angkutan Barang Sesuai dengan Konfigurasi *Axle*

Arbie Sianipar

Puslitbang Transportasi Jalan dan Perkeretaapian, Badan Litbang Perhubungan

Jl. Medan Merdeka Timur No. 5, Jakarta Pusat 10110, Indonesia

E-mail: arbie_245busted@yahoo.com.au

Diterima: 21 Januari 2019, disetujui: 29 Januari 2020, diterbitkan *online*: 30 Juni 2020

Abstrak

Salah satu penyebab terjadinya penurunan umur rencana konstruksi jalan adalah muatan berlebih (*overload*) pada kendaraan angkutan barang. *Overload* adalah kondisi berat total kendaraan lebih besar daripada jumlah berat yang diizinkan. Besaran berat angkutan barang yang diizinkan oleh pemerintah sesuai dengan surat edaran Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor SE.02/AJ.208/DRJD/2008. Tujuan penelitian ini ialah menganalisis distribusi beban pada kendaraan angkutan barang dengan beberapa jenis konfigurasi *axle* (sumbu) dan memberikan rekomendasi teknis kepada pihak terkait dalam rangka pengendalian muatan berlebih pada kendaraan angkutan barang. Berdasarkan wawancara dengan Kasatpel UPPKB Losarang dan pengamatan langsung kendaraan yang kelebihan muatan, serta hasil pencatatan pelanggaran di UPPKB Losarang pada November 2018, analisis dengan penghitungan *Vehicle Damage Factor* (VDF) menghasilkan angka di atas toleransi, 3,89. Namun, setelah penambahan sumbu dengan roda ganda angka VDF pada beberapa kendaraan berkurang menjadi < 3,89. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan sumbu (*multi-axle*) mampu mengurangi tingkat kerusakan jalan walaupun terdapat batas maksimum yang ditetapkan Agen Tunggal Pemegang Merek (APTM). Selain dapat mengurangi tingkat kerusakan jalan, batasan tersebut juga dapat menjamin keselamatan perjalanan.

Kata kunci: Distribusi beban, angkutan barang, UPPKB Losarang.

Abstract

Analysis of Load Distribution in Freight Vehicles According to Axle Configurations: A reason for the decline in the age of road construction plans is the overloading of freight vehicles. *Overload* is a condition where the total weight of a vehicle is greater than the amount of weight allowed. The legally accepted weight of freight vehicles is according to the circular letter issued by the General Directorate of Land Transportation No. SE.02/AJ.208/DRJD/2008. This study was designed to analyze the load distribution in freight vehicles with several types of axle configurations and to provide technical recommendations to related parties in the context of overloading control. Based on an interview with UPPKB Losarang Kasatpel and direct observation of overloaded vehicles—whose results were consistent with the violation listing obtained from UPPKB Losarang in November 2018, the calculated *Vehicle Damage Factor* (VDF) exceeded the upper threshold, i.e., 3.89. However, after adding the axis with double wheels, the VDF of some of the vehicles observed decreased to <3.89. This result indicates that the addition of axis (*multi-axle*) up to the maximum limit set by the Sole Trademark Holder Agent (APTM) can reduce the level of damage that freight vehicles cause to the road and, at the same time, ensure travel safety.

Keywords: Load distribution, freight transportation, UPPKB Losarang.

1. Pendahuluan

Salah satu upaya pemerintah untuk mencegah terjadinya *overload* adalah membangun jembatan timbang yang dikelola oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Darat melalui Unit Pelaksana Penimbangan Kendaraan Bermotor (UPPKB). Proses penimbangan di UPPKB dilakukan dengan menghitung beban kendaraan bermotor secara keseluruhan di atas suatu landasan. Besaran beban yang tercatat ialah beban total kendaraan dan muatan, sedangkan beban untuk tiap-tiap sumbu (*axle*) tidak tercatat. Berdasarkan ilustrasi di atas, dapat disimpulkan bahwa daya dukung suatu jalan disesuaikan dengan Muatan Sumbu Terberat (MST) kendaraan yang dilayani. Idealnya untuk menentukan suatu kendaraan bermotor dalam

kondisi *overload* atau tidak ialah dengan menimbang masing-masing sumbu sesuai acuan MST yang telah dikeluarkan oleh Kementerian Perhubungan melalui surat edaran Dirjen Perhubungan Darat Nomor SE.02/AJ.208/DRJD/2008. Oleh karena itu, diperlukan analisis terhadap distribusi beban pada kendaraan angkutan barang sesuai dengan konfigurasi *axle*.

Rumusan pada penelitian ini adalah bagaimana kondisi aktual distribusi beban pada kendaraan angkutan barang menurut konfigurasi sumbu (*axle*) yang dimiliki dan bagaimana dampak dari kelebihan beban muatan pada masing-masing *axle* terhadap daya dukung jalan? Tujuan dari penelitian ini ialah menganalisis distribusi beban pada kendaraan angkutan barang dengan beberapa jenis konfigurasi *axle* (sumbu) dan memberikan rekomendasi teknis

kepada pihak terkait dalam rangka pengendalian muatan berlebih pada kendaraan angkutan barang, sehingga mendukung terwujudnya angkutan barang yang aman, efektif, dan efisien di Indonesia. Oleh karena itu, diperlukan analisis terhadap distribusi beban pada kendaraan angkutan barang menurut konfigurasi ax/e .

Penelitian sejenis mengenai distribusi beban angkutan barang, yang berjudul Analisa Beban Kendaraan terhadap Derajat Kerusakan Jalan dan Umur Sisa, menunjukkan bahwa dalam keadaan normal dengan n selama 10 tahun menghasilkan umur sisa 99,95% yang berarti jalan tersebut masih aman untuk 10 tahun ke depan. Adapun dalam keadaan kendaraan yang kelebihan muatan menghasilkan umur sisa 48,393% yang berarti jalan tersebut masih aman untuk 10 tahun ke depan. Hal ini dikemukakan dalam tulisan Dian Novita Sari [1].

Distribusi beban gandar pada angkutan barang dengan berat muatan berlebih memiliki pengaruh terhadap kerusakan struktur perkerasan jalan. Penambahan muatan berlebih hingga 30% akan mengurangi umur rencana perkerasan hingga 48%. Namun, apabila terjadi pengalihan truk 2as menjadi truk yang memiliki jumlah sumbu lebih banyak, hal ini akan memperlambat terjadinya kerusakan [2].

Terjadinya *overload* pada kendaraan jenis truk 2 sumbu dan 3 sumbu sehingga pemeliharaan jalan diarahkan pada pemeliharaan rutin yang telah disesuaikan dengan arahan kebijakan pemerintah. Nilai *International Roughness Index* (IRI) berada pada kategori baik (4-8), tepatnya dengan nilai 4,01. Adapun nilai *Surface Distress Index* (SDI) lebih kurang dari 50 m/km, yakni 35,85 m/km [3].

Fungsi pengawasan angkutan barang oleh Dinas Perhubungan Provinsi Lampung adalah sebagai berikut: pengawasan secara langsung dilakukan dengan mengoperasikan jembatan timbang dan melaksanakan pemeriksaan kendaraan angkutan barang berupa pemeriksaan persyaratan teknis dan laik jalan serta pemeriksaan tanda bukti lulus uji, surat tanda bukti pendaftaran/surat tanda coba kendaraan bermotor, dan surat izin mengemudi. Dari aspek manajemen pemerintahan, pengawasan angkutan barang oleh Dinas Perhubungan masih sangat lemah karena tidak ada penerapan sanksi terhadap angkutan barang yang mengalami kelebihan muatan. Selain itu, sistem pengawasan tidak efektif karena kewenangan disalahgunakan untuk tujuan atau kepentingan mencari keuntungan oleh oknum-oknum pejabat atau pelaksana di lapangan [4].

Persentase beban sumbu untuk jenis sumbu ganda roda ganda dengan konfigurasi 1.22-22 memiliki persentase distribusi beban pada sumbu 1 sebesar 10%, sumbu 2 sebesar 22,5%, sumbu 3 sebesar 22,5%, sumbu 4 sebesar 22,5%, dan sumbu 5 sebesar

22,5%. Jenis sumbu tripel roda ganda dengan konfigurasi 1.22-222 memiliki persentase distribusi beban pada sumbu 1 sebesar 9%, sumbu 2 sebesar 18,5%, sumbu 3 sebesar 18,5%, sumbu 4 sebesar 18%, sumbu 5 sebesar 18%, dan sumbu 6 sebesar 18%. Hasil uji hipotesis menggunakan analisis variansi menghasilkan nilai persentase distribusi beban sumbu untuk konfigurasi 1.22-22 dan 1.22-222 yang sama dengan nilai persentase yang dikeluarkan oleh beberapa pedoman yang ada [5].

Penelitian lain membandingkan antara nilai parameter perancangan yang dikontribusi lalu lintas operasional dengan parameter yang terdapat pada pedoman yang ada. Hasil penelitian tersebut mengindikasikan adanya perbedaan signifikan, terutama pada kendaraan jenis truk dengan tiga sumbu [6].

Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa sumbu beban kendaraan lebih dari 17,98% atau telah melebihi beban gandar maksimum. Jika dihitung dalam kondisi *overload* maka terjadi penurunan umur layan sebesar 8 tahun dari 20 tahun umur rencana. Jika dihitung menggunakan persamaan *remaining life* dari AASHTO 1993, terjadi pengurangan umur layan sebesar 25,94% [7].

Penelitian lainnya menunjukkan penghitungan menggunakan metode AASHTO 1993 pada tahun ke-10 menghasilkan nilai W18 rencana sebesar 51452422.66 ESA dan nilai W18 *overload* pada tahun ke-10 sebesar 65550232.46 ESA. Pemicu kerusakan perkerasan pada ruas jalan *Jogja-Solo* salah satunya ialah kendaraan golongan VIa karena memiliki rasio nilai VDF rencana dengan nilai VDF *overload* terbesar, yaitu pada angka 117,8377% sampai 2008,0736 %. Sisa masa layan dari perkerasan ruas jalan *Jogja-Solo* mengalami penurunan sebesar 26,30% dengan nilai *remaining life* rencana berada pada angka 84,62% dan nilai *remaining life overload* berada pada angka 58,35% [8].

Penelitian lain diawali penghitungan dengan mengasumsikan kendaraan tersebut tidak mengalami kelebihan atau dengan kata lain beban dalam keadaan normal. Selanjutnya, kelebihan dihitung berdasarkan data dari PPT. Dari hasil analisis, pengaruh besarnya beban kendaraan terhadap penurunan umur diketahui dalam keadaan normal dengan sisa umur perkerasan sebesar 68,21 % pada PPT. Simpang Nibung dan 44,92% pada PPT. Merapi, yang artinya jalan tersebut mengalami penurunan layanan pada 10 tahun ke depan. Adapun setelah mensubstitusikan data beban standar dengan data beban dari PPT, hasil penghitungan menunjukkan bahwa PPT. Merapi mempunyai sisa umur perkerasan sebesar 44,75% dan PPT. Simpang Nibung sebesar 68,10%. Apabila dibandingkan dengan data beban dalam keadaan normal, beban pada keadaan sebenarnya di lapangan lebih besar pengaruhnya terhadap perkerasan jalan [9].

Hasil penelitian lain di empat ruas jalan mengindikasikan bahwa ketebalan *overlay course* berdasarkan beban aktual lebih besar daripada ketebalan *overlay course* berdasarkan pada beban standar. Perbedaan yang lebih besar terletak pada beban jalan Tanah Badantung–Kiliran Jao dengan ketebalan lapisan *overlay* yang dihasilkan oleh beban aktual 56,4% lebih besar daripada ketebalan *overlay* yang dihasilkan oleh beban standar. Semakin besar beban lalu lintas, semakin berkurang pula umur layanan perkerasan. Kelebihan beban mengakibatkan masa pakai jalan Tanah Badantung–Kiliran Jao berkurang 56,8% dari masa pakai 5 tahun (2 tahun 10 bulan) [10].

Berdasarkan penelitian lain, hasil penghitungan dapat disimpulkan bahwa kelebihan beban kendaraan (*overload*) memengaruhi pengurangan umur rencana perkerasan jalan. Pengurangan umur rencana untuk kondisi *fatigue* dan deformasi untuk beban 5%, 10%, 15%, dan 20% lebih dari beban gandar standar masing-masing, yaitu 19,10%, 33,84%, 45,48%, 54,79%, dan 14,31%, 26,24%, 36,12%, 44,51% [11].

Hasil penelitian lain menunjukkan perbedaan antara metode Bina Marga 1989 dan metode Bina Marga 2002. Faktor-faktor pembedanya antara lain Faktor Kerusakan Vehicle, berat kendaraan, *Equivalent Standart Axle Load* (ESAL), dan jenis lapisan perkerasan. Ketebalan trotoar yang kaku pada titik ini membutuhkan tambahan 7% dari rencana awal yang tebal. Pada penelitian ini, sisa umur rencana yang dihasilkan sebesar 85,64% [12].

Dari hasil penelitian lainnya, penghitungan umur sisa, diperoleh 7,94% untukn selama 10 tahun, yang berarti di ruas jalan tersebut sudah tidak aman atau tidak layak dalam kurun waktu 10 tahun tersebut. Adapun penghitungan nilai derajat kerusakan jalan pada kendaraan dengan beban normal menghasilkan *truck colt* diesel 2 as dengan beban 5,15 ton untuk roda bagian depan 0,0009 dan roda bagian belakang 0,0133; *truck fuso* 2 as dengan beban 7 ton untuk roda bagian depan 0,0032 dan roda bagian belakang 0,0456; serta *dump truck* (tronton) 3 as dengan beban 24 ton untuk roda bagian depan 0,1296 dan roda bagian belakang 0,9028. Hal ini dapat disimpulkan bahwa beban normal tidak terlalu berpengaruh pada derajat kerusakan jalan [13].

Beberapa penelitian lain tersebut hanya fokus pada umur teknis perkerasan jalan dan faktor kerusakan jalan. Sementara itu, penelitian ini akan membahas hingga mensimulasikan penambahan satu buah sumbu dan pengaruh yang ditimbulkannya.

2. Metodologi

Tahap awal dari penelitian ini ialah melakukan studi pustaka yang relevan dan dapat dijadikan sebagai acuan dalam proses analisis, serta

mengidentifikasi hal-hal terkait data yang akan dikumpulkan pada waktu survei.

2.1 Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan untuk data primer dan sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan melalui survei di lokasi penelitian, UPPKB Losarang Indramayu, Jawa Barat. Survei yang akan dilakukan ialah pengukuran beban pada kendaraan angkutan barang untuk tiap-tiap sumbu (*axle*) dan pengamatan visual terhadap kendaraan barang, terutama yang *overload*.

Data sekunder yang diperlukan antara lain: data jumlah kendaraan angkutan barang di UPPKB Losarang, data jenis kendaraan angkutan barang di UPPKB Losarang berdasarkan konfigurasi *axle* yang dimiliki, dan data pelanggaran kelebihan muatan. Data-data tersebut diambil dari data UPPKB Losarang.

2.2 Penggolongan Lalu-lintas Terdapat Empat Versi

UU No 22 Tahun 2009 tentang LLAJ Pasal 265 (1) Pemeriksaan Kendaraan Bermotor di Jalan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 264 meliputi pemeriksaan: Surat Izin Mengemudi, Surat Tanda Nomor Kendaraan Bermotor, Surat Tanda Coba Kendaraan Bermotor, Tanda Nomor Kendaraan Bermotor, atau Tanda Coba Kendaraan Bermotor; tanda bukti lulus uji bagi kendaraan wajib uji; fisik Kendaraan Bermotor; daya angkut dan/atau cara pengangkutan barang; dan/atau izin penyelenggaraan angkutan [14].

UU No 38 Tahun 2004 tentang Jalan Pasal 10 (1) Untuk pengaturan penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas, jalan dibagi dalam beberapa kelas jalan. (2) Pembagian kelas jalan diatur sesuai dengan ketentuan peraturan perundangan-undangan di bidang lalu lintas dan angkutan jalan. (3) Pengaturan kelas jalan berdasarkan spesifikasi penyediaan prasarana jalan dikelompokkan atas jalan bebas hambatan, jalan raya, jalan sedang, dan jalan kecil [15].

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, dengan klasifikasi golongan kendaraan disajikan pada Tabel 1 [18].

Tabel 1. Penggolongan kendaraan menurut MKJI

No.	Tipe kendaraan	Golongan
1.	Sedan, <i>jeep</i> , <i>st. wagon</i>	2
2.	<i>Pick-up</i> , <i>combi</i>	3
3.	<i>Truck</i> 2 as (L), <i>micro truck</i> , mobil hantaran	4
4.	Bus kecil	5a
5.	Bus besar	5b
6.	<i>Truck</i> 2 as (H)	6
7.	<i>Truck</i> 3 as	7a
8.	<i>Trailer</i> 4 as, <i>truck</i> gandingan	7b
9.	<i>Truck s. trailer</i>	7c

Sumber: [18].

Direktorat Jenderal Perhubungan Darat: Panduan batasan maksimum perhitungan JBI (Jumlah berat yang diizinkan) dan JBKI (Jumlah berat kombinasi yang diizinkan) untuk mobil barang, kendaraan khusus, dan kendaraan penarik berikut kereta tempelan/kereta gandengan Nomor SE.02/AJ.108/DHUD/2008 tanggal 7 Mei 2008 (Tabel 3.). Jenis serta golongan kendaraan berdasarkan PD.T-19-2004-B dapat dilihat pada Tabel 2 [19].

Berdasarkan keempat versi penggolongan tersebut, Tabel 4 menunjukkan bahwa penelitian ini melakukan pengkajian *Vehicle Damage Factor* (VDF) dengan perbedaan standar sistem penggolongan tersebut.

Daya rusak jalan atau lebih dikenal dengan *Vehicle Damage Factor*, selanjutnya disebut VDF, merupakan salah satu parameter yang dapat menentukan tebal perkerasan dengan cukup signifikan. Semakin berat kendaraan (khususnya kendaraan jenis *truck*) apalagi dengan beban *overload*, maka nilai VDF secara nyata akan membesar dan nilai *Equivalent Single Axle Load* akan membesar pula.

Tabel 2. Penggolongan kendaraan menurut PD.T-19-2004-B

No.	Jenis kendaraan	Golongan
1.	Sedan, <i>jeep</i> , dan <i>Station Wagon</i>	2
2.	Opelet, <i>Pick-up</i> opelet, <i>Sub-urban</i> , <i>Combi</i> , Minibus	3
3.	<i>Pick-up</i> , <i>Micro Truck</i> dan Mobil hantaran atau <i>Pick-up Box</i>	4
4.	Bus Kecil	5a
5.	Bus Besar	5b
6.	Truk ringan 2 sumbu	6a
7.	Truk sedang 2 sumbu	6b
8.	Truk 3 sumbu	7a
9.	Truk Gandengan	7b
10.	Truk Semi <i>Trailer</i>	7c

Sumber: [16].

Tabel 3. Penggolongan kendaraan menurut Perhubungan Darat

No.	Tipe kendaraan & golongan	Konfigurasi Sumbu
1.	Mobil barang ringan	1.1
2.	<i>Truck</i> 2 as	1.2
3.	<i>Truck</i> 3 as	11.2
4.	<i>Truck</i> 3 as	1.22
5.	<i>Truck</i> 4 as	1.1.22
6.	<i>Truck</i> 4 as	1.222
7.	<i>Truck</i> 4 as	1.2.22
8.	<i>Truck</i> 4 as	1.2+2.2
9.	<i>Truck</i> 5 as	1.1.222
10.	<i>Truck</i> 5 as	1.22+22
11.	<i>Truck</i> 6 as	1.22+22

Sumber: [17].

Tabel 4. Penggolongan kendaraan menurut PT. Jasa Marga (Persero).

No.	Golongan kendaraan
1	Golongan 1
2	Golongan 1 au
3	Golongan 2 a
4	Golongan 2 a au
5	Golongan 2 b

Sumber: [19]

Beban konstruksi perkerasan jalan mempunyai ciri-ciri khusus, yakni perbedaan prinsip dengan beban pada konstruksi lain di luar konstruksi jalan. Pemahaman atas ciri-ciri khusus beban konstruksi perkerasan jalan tersebut sangatlah penting untuk memperoleh pemahaman lebih jauh, khususnya yang berkaitan dengan desain konstruksi perkerasan, kapasitas konstruksi perkerasan, dan proses kerusakan konstruksi yang bersangkutan.

2.3 Formula *Vehicle Damage Factor* VDF

Kemampuan jalan terbesar untuk Muatan Sumbu Terberat (MST) di Indonesia misalnya untuk Jalan Tol Jagorawi atau Cikampek hanya 10 Ton. Lebih dari itu akan menyebabkan kerusakan jalan karena umur teknis jalan berkurang yang didefinisikan sebagai *Vehicle Damage Factor* (VDF). Formula dalam aturan ini digunakan untuk menghitung VDF jika terjadi *overload* pada kendaraan jenis truk [20].

Angka ekuivalen beban sumbu kendaraan ialah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal/ganda kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb). Angka Ekuivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus (1,2,3).

$$STRT = \left(\frac{\text{Beban satu sumbu tunggal dalam Kg}}{8160} \right)^4 \quad (1)$$

$$SGRD = 0,086 \left(\frac{\text{Beban satu sumbu tunggal dalam Kg}}{8160} \right)^4 \quad (2)$$

$$STrRG = 0,053 \left(\frac{\text{Beban satu sumbu tunggal dalam Kg}}{8160} \right)^4 \quad (3)$$

Di mana STRT adalah Sumbu Tunggal Roda Tunggal, SGRG adalah Sumbu Ganda Roda Ganda, dan STrRG adalah Sumbu Triple Roda Ganda. Konfigurasi beban sumbu pada berbagai jenis kendaraan beserta angka ekuivalen kendaraan dalam keadaan kosong (minimal) dan dalam keadaan bermuatan (maksimal) berdasarkan Manual No. 01/MN/BM/83 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Konfigurasi beban sumbu

Konfigurasi Sumbu & Tipe	Berat Kosong (ton)	Beban Muatan Maksimum (ton)	Berat Total Maksimum (ton)	Ue 18 Ksal Kosong	Ue 18 Ksal Maksimum
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005
1,2 Bus	3	6	9	0,0037	0,3006
1,2 L Truk	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174
1,2 H Truk	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264
1,22 Truk	5	20	25	0,0044	2,7416
1,2+2,2 <i>Trailer</i>	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083
1,2-2 <i>Trailer</i>	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179
1,2-2,2 <i>Trailer</i>	10	32	42	0,0327	10,1830

Sumber: [20].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengamatan di Lapangan

Pengamatan di UPPKB Losarang pada 13 Desember 2018, ditemukan beberapa kendaraan barang dengan muatan lebih yang sangat berpotensi menimbulkan kerusakan jalan dan kecelakaan. Gambar kendaraan barang yang dimaksud disajikan pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan masih banyak pelanggaran muatan di atas 100%. Para pelanggar muatan tersebut langsung ditindak oleh petugas UPPKB Losarang untuk menurunkan muatannya karena dapat mengakibatkan kerusakan jalan dan mengancam keselamatan perjalanan. Pengelola UPPKB Losarang masih terkendala pada masalah peralatan untuk pembongkaran muatan berlebih dan keterbatasan lapangan untuk menumpuk muatan sementara. Oleh karena itu, perlu penambahan peralatan dan SDM penguji untuk menindak pelanggaran muatan tersebut.

Gambar 2 memperlihatkan pengusaha angkutan barang yang memanjangkan dan/atau meninggikan bak muatan barang pada kendaraannya. Hal ini dapat

menyebabkan kelebihan muatan dan menurunkan performa kendaraan sehingga berpotensi menimbulkan kecelakaan.

3.2 Kondisi Pelanggaran Muatan

Singginya permintaan angkutan barang di Indonesia, khususnya pulau Jawa, berpotensi untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Namun, apabila pendistribusian barang terhambat akibat kemacetan bahkan kecelakaan, pertumbuhan ekonomi akan terhambat pula. Angkutan barang masih menjadi primadona bagi pengusaha untuk mendistribusikan barang produksinya. Namun, kemampuan jalan yang tidak mendukung menyebabkan tingkat pelanggaran muatan di UPPKB, khususnya UPPKB Losarang, cukup tinggi. Berikut data pelanggaran muatan di UPPKB Losarang.

Tingkat pelanggaran muatan berlebih di UPPKB Losarang pada November 2018 sangat tinggi, yaitu antara 101,66%-148,80% (Tabel 6). Kondisi ini menunjukkan tingkat kesadaran pengusaha terhadap keselamatan perjalanan angkutan barang sangat kurang. Di samping itu, dampak terhadap kerusakan jalan akan sangat signifikan. Sebelum adanya Tol



Gambar 1. Kendaraan Angkutan Barang Kelebihan Muatan



Gambar 2. Kendaraan Angkutan Barang Dimensi (Over Dimensi)

Cipali, kerusakan Jalan Pantura sangat tinggi. Setiap tahun Kementerian PUPR melakukan perbaikan jalan di Pantura. Oleh karena itu, perlu langkah strategis untuk memecahkan permasalahan muatan berlebih pada angkutan barang agar muatan tetap diangkut dengan kendaraan yang sama tetapi tidak menyebabkan kerusakan jalan dan tetap mengutamakan keselamatan perjalanan. Cara untuk mengetahui dampak kerusakan jalan yang diakibatkan oleh kendaraan angkutan barang dapat dihitung menggunakan rumus *Vehicle Damage Factor* (VDF) yang dibuat oleh KemenPUPERA.

3.3 Penghitungan *Vehicle Damage Factor* (VDF)

Tingkat kerusakan jalan dapat dianalisis dari data kelebihan muatan pada November 2018 di atas dapat dengan rumus *Vehicle Damage Factor* (VDF) untuk beberapa konfigurasi angkutan barang sebagai berikut:

Truk nomor 1 memiliki konfigurasi 1.22, JBI 19.040 ton, dan muatan konkrit 39.180 ton, maka penghitungan muatan per sumbunya adalah:

sumbu 1 (STRT) : $0,25 \times 39.180 \text{ ton} = 9.795 \text{ ton}$

sumbu 2 (STRG): $(0,75 \times 39.180 \text{ ton})/2 = 14.693 \text{ ton}$

sumbu 2 (STRG): $(0,75 \times 39.180 \text{ ton})/2 = 14.693 \text{ ton}$

Tabel 6. Rekapitulasi Data Kendaraan Angkutan Barang Melebihi 100% di UPPKB Losarang November 2018

No	Nomor Kendaraan	Konfigurasi Axle	Penimbangan			
			Hasil Timbang	JBI	Lebih Muatan	(%)
1.	G 1857 BF	1.22	39.180	19.040	20.140	105,78%
2.	B 9270 TXT	1.2	28.280	13.350	14.930	111,84%
3.	T 9098 DD	1.1	15.120	7.480	7.640	102,14%
4.	H 1945 ES	1.22	44.920	21.000	23.920	113,90%
5.	B 9602 NYT	1.2	23.520	11.663	11.857	101,66%
6.	E 9322 AB	1.22	58.460	25.880	32.580	125,89%
7.	E 9287 HA	1.22	49.180	20.980	28.200	134,41%
8.	L 9531 A	1.22	45.440	22.320	23.120	103,58%
9.	G 1796 EF	1.22	43.560	20.910	22.650	108,32%
10.	P 8492 UX	1.22	52.280	23.410	28.870	123,32%
11.	T 9897 AA	1.1	15.400	7.330	8.070	110,10%
12.	BE 9377 CV	1.2	29.980	12.050	17.930	148,80%
13.	B 9201 UIS	1.2	29.760	12.660	17.100	135,07%
14.	L 9340 UZ	1.22	43.760	21.500	22.260	103,53%
15.	E 9793 V	1.1	16.240	7.480	8.760	117,11%
16.	B 9670 CQB	1.1	15.700	7.480	8.220	109,89%
17.	E 9923 XY	1.1	15.660	7.480	8.180	109,36%
18.	B 9080 DY	1.22	51.620	25.800	25.820	100,08%
19.	D 9628 YA	1.1	14.600	7.090	7.510	105,92%
20.	BE 9037 BG	1.2	27.640	11.815	15.825	133,94%
21.	H 1504 KY	1.22	45.540	21.350	24.190	113,30%
22.	L 8399 UU	1.22	44.240	21.000	23.240	110,67%
23.	D 9410 AG	1.22	41.780	20.480	21.300	104,00%
24.	E 9413 AA	1.22	40.600	19.380	21.220	109,49%
25.	E 8851 AO	1.22	48.420	20.780	27.640	133,01%
26.	B 9112 BXS	1.2	26.900	13.300	13.600	102,26%
27.	BE 9456 AV	1.2	30.820	14.430	16.390	113,58%
28.	G 1794 BP	1.22	45.860	21.000	24.860	118,38%
29.	L 9713 GF	1.22	49.580	24.000	25.580	106,58%
30.	H 1760 AY	1.22	45.580	20.930	24.650	117,77%
31.	BE 8583 LV	1.2	30.520	14.030	16.490	117,53%
32.	F 9668 FC	1.22	44.680	21.000	23.680	112,76%
33.	BE 8550 LY	1.2	28.320	14.030	14.290	101,85%
34.	B 9521 TXT	1.2	28.540	13.350	15.190	113,78%
35.	AG 9579 UT	1.22	52.320	23.600	28.720	121,69%
36.	A 8530 KA	1.22	56.360	25.050	31.310	124,99%
37.	K 1953 EK	1.22	48.360	20.890	27.470	131,50%
38.	E 9344 D	1.22	56.520	24.180	32.340	133,75%
39.	E 9072 D	1.22	59.360	24.280	35.080	144,48%
40.	E 8497 AZ	1.22	45.300	21.200	24.100	113,68%

Sumber: [21].

Penghitungan VDF adalah sebagai berikut:

$$\text{VDF STRT} = \left(\frac{9.795}{5400} \right)^4 = 10,83$$

$$\text{VDF SGRG} = 0,086 \left(\frac{14.693 \times 2}{8160} \right)^4 = 14,46$$

Jadi, total VDF = 10,83 + 14,46 = 25,29

Truk nomor 2 memiliki konfigurasi 1.2, JBI 13.350 ton, dan muatan konkrit 28.280 ton, maka penghitungan muatan per sumbunya adalah:

$$\begin{aligned} \text{sumbu 1 (STRT)} &: 0,35 \times 28.280 \text{ ton} = 9.898 \text{ ton} \\ \text{sumbu 2 (STRG)} &: 0,65 \times 28.280 \text{ ton} = 18.382 \text{ ton} \end{aligned}$$

Penghitungan nilai VDF adalah sebagai berikut:

$$\text{VDF STRT} = \left(\frac{9.898}{5400} \right)^4 = 11,29$$

$$\text{VDF STRG} = \left(\frac{18.382}{8160} \right)^4 = 25,75$$

Jadi, total VDF = 11,29 + 25,75 = 37,04

Truk nomor 3 memiliki konfigurasi 1.1, JBI 7.480 ton, dan muatan konkrit 15.120 ton, maka penghitungan muatan per sumbunya adalah:

$$\begin{aligned} \text{sumbu 1 (STRT)} &: 0,45 \times 15.120 \text{ ton} = 6.804 \text{ ton} \\ \text{sumbu 2 (STRT)} &: 0,55 \times 15.120 \text{ ton} = 8.316 \text{ ton} \end{aligned}$$

Penghitungan VDF adalah sebagai berikut:

$$\text{VDF STRT} = \left(\frac{6.804}{5400} \right)^4 = 2,52$$

$$\text{VDF STRT} = \left(\frac{8.316}{5400} \right)^4 = 5,62$$

Jadi, total VDF = 2,52 + 5,62 = 8,14

Ketiga kendaraan angkutan barang dengan konfigurasi *axle* yang berbeda tersebut menunjukkan contoh proses penghitungan VDF. Hasil penghitungan VDF untuk keseluruhan kendaraan angkutan barang yang melanggar muatan lebih 100% dapat dilihat pada Tabel 7.

Hasil penghitungan menunjukkan bahwa angka VDF untuk keseluruhan kendaraan angkutan barang di atas berkisar antara 7,08 dan 133,24, sedangkan angka normal VDF toleransi hanya 3,89. Oleh karena itu, penambahan *axle* diyakini dapat mengurangi angka VDF secara signifikan. Berikut ini disajikan contoh penghitungan simulasi penambahan Sumbu Ganda Roda Ganda.

Penghitungan VDF dari beberapa konfigurasi angkutan barang yang melebihi muatan dengan simulasi penambahan satu sumbu (*axle*):

Truk nomor 1 memiliki konfigurasi semula 1.22 menjadi 1.222, maka penghitungan muatan per sumbunya adalah:

$$\begin{aligned} \text{sumbu 1 (STRT)} &: 0,25 \times 39.180 \text{ ton} = 9.795 \text{ ton} \\ \text{sumbu 2 (STRG)} &: (0,75 \times 39.180 \text{ ton})/3 = 9.795 \text{ ton} \\ \text{sumbu 2 (STRG)} &: (0,75 \times 39.180 \text{ ton})/3 = 9.795 \text{ ton} \\ \text{sumbu 2 (STRG)} &: (0,75 \times 39.180 \text{ ton})/3 = 9.795 \text{ ton} \end{aligned}$$

Penghitungan VDF adalah sebagai berikut:

$$\text{VDF STRT} = \left(\frac{9.795}{5400} \right)^4 = 10,83$$

$$\text{VDF STrRG} = 0,053 \left(\frac{9.795 \times 3}{8160} \right)^4 = 8,91$$

Jadi, total VDF = 10,83 + 8,91 = 19,74

Truk nomor 2 memiliki konfigurasi semula 1.2 menjadi 1.22, maka penghitungan muatan per sumbunya adalah:

$$\begin{aligned} \text{sumbu 1 (STRT)} &: 0,25 \times 28.280 \text{ ton} = 7.070 \text{ ton} \\ \text{sumbu 2 (STRG)} &: (0,75 \times 28.280 \text{ ton})/2 = 10.605 \text{ ton} \\ \text{sumbu 2 (STRG)} &: (0,75 \times 28.280 \text{ ton})/2 = 10.605 \text{ ton} \end{aligned}$$

Penghitungan VDF adalah sebagai berikut:

$$\text{VDF STRT} = \left(\frac{7.070}{5400} \right)^4 = 2,94$$

$$\text{VDF SGRG} = 0,086 \left(\frac{10.605 \times 2}{8160} \right)^4 = 3,93$$

Jadi, total VDF = 2,94 + 3,93 = 6,86

Truk nomor 3 memiliki konfigurasi semula 1.1 menjadi 1.22, maka penghitungan muatan per sumbunya adalah:

$$\begin{aligned} \text{sumbu 1 (STRT)} &: 0,25 \times 15.120 \text{ ton} = 3.780 \text{ ton} \\ \text{sumbu 2 (STRG)} &: (0,75 \times 15.120 \text{ ton})/2 = 5.670 \text{ ton} \\ \text{sumbu 2 (STRG)} &: (0,75 \times 15.120 \text{ ton})/2 = 5.670 \text{ ton} \end{aligned}$$

dan penghitungan VDF-nya sebagai berikut:

$$\text{VDF STRT} = \left(\frac{3.780}{5400} \right)^4 = 0,24$$

$$\text{VDF SGRG} = 0,086 \left(\frac{5.670 \times 2}{8160} \right)^4 = 0,32$$

Jadi, total VDF = 0,24 + 0,32 = 0,56

Ketiga kendaraan angkutan barang dengan konfigurasi *axle* yang berbeda tersebut menunjukkan contoh proses penghitungan VDF. Hasil penghitungan VDF untuk seluruh kendaraan angkutan barang yang melanggar muatan lebih 100% dapat dilihat pada tabel 8.

Pada tabel penghitungan simulasi penambahan satu sumbu dapat diketahui seberapa besar pengaruhnya terhadap nilai VDF. Penambahan sumbu dapat berpengaruh secara signifikan terhadap nilai VDF yang semula 7,08-133,24 menjadi 0,49 sampai dengan 104. Dengan kata lain, VDF (*Vehicle Damage Factor*) berkurang sekitar 22-93 %. Pada beberapa kendaraan, komposisi distribusi beban muatan di tiap sumbu kendaraan dan nilai VDF total tiap jenis dan golongan kendaraan masih belum mencapai $\leq 3,89$. Dengan demikian, perlu dilakukan penambahan sumbu sebanyak *n* kali sesuai penghitungan iterasi VDF. Namun, penambahan sumbu tersebut harus mempertimbangkan kemampuan kendaraan, mulai dari *performance* mesin, kemampuan rem, dan lain-lain.

Tabel 7. Analisis Data Kendaraan Angkutan Barang Melebihi 100% di UPPKB Losarang November 2018

Analisa									Dampak kerusakan jalan VDF		
Sumbu Disign JBI (ton)			Sumbu Konkrit (ton)			Lebih JBI (ton)			STRT	STRT / STRG / SGRG	Total
STRT	STRG	STRG	STRT	STRG	STRG	STRT	STRG	STRG			
4.760	7.140	7.140	9.795	14.693	14.693	5.035	7.553	7.553	10,83	14,46	25,29
4.673	8.678		9.898	18.382		5.226	9.705	-	11,29	25,75	37,04
3.366	4.114		6.804	8.316		3.438	4.202	-	2,52	5,62	8,14
5.250	7.875	7.875	11.230	16.845	16.845	5.980	8.970	8.970	18,70	24,99	43,69
4.082	7.581		8.232	15.288		4.150	7.707	-	5,40	12,32	17,72
6.470	9.705	9.705	14.615	21.923	21.923	8.145	12.218	12.218	53,66	71,68	125,34
5.245	7.868	7.868	12.295	18.443	18.443	7.050	10.575	10.575	26,87	35,90	62,78
5.580	8.370	8.370	11.360	17.040	17.040	5.780	8.670	8.670	19,59	26,17	45,75
5.228	7.841	7.841	10.890	16.335	16.335	5.663	8.494	8.494	16,54	22,10	38,64
5.853	8.779	8.779	13.070	19.605	19.605	7.218	10.826	10.826	34,32	45,85	80,17
3.299	4.032		6.930	8.470		3.632	4.439	-	2,71	6,05	8,77
4.218	7.833		10.493	19.487		6.276	11.655	-	14,26	32,53	46,78
4.431	8.229		10.416	19.344		5.985	11.115	-	13,84	31,58	45,42
5.375	8.063	8.063	10.940	16.410	16.410	5.565	8.348	8.348	16,85	22,51	39,35
3.366	4.114		7.308	8.932		3.942	4.818	-	3,35	7,49	10,84
3.366	4.114		7.065	8.635		3.699	4.521	-	2,93	6,54	9,47
3.366	4.114		7.047	8.613		3.681	4.499	-	2,90	6,47	9,37
6.450	9.675	9.675	12.905	19.358	19.358	6.455	9.683	9.683	32,62	43,58	76,19
3.191	3.900		6.570	8.030		3.380	4.131	-	2,19	4,89	7,08
4.135	7.680		9.674	17.966		5.539	10.286	-	10,30	23,50	33,80
5.338	8.006	8.006	11.385	17.078	17.078	6.048	9.071	9.071	19,76	26,40	46,16
5.250	7.875	7.875	11.060	16.590	16.590	5.810	8.715	8.715	17,60	23,51	41,11
5.120	7.680	7.680	10.445	15.668	15.668	5.325	7.988	7.988	14,00	18,70	32,70
4.845	7.268	7.268	10.150	15.225	15.225	5.305	7.958	7.958	12,48	16,68	29,16
5.195	7.793	7.793	12.105	18.158	18.158	6.910	10.365	10.365	25,25	33,74	58,99
4.655	8.645		9.415	17.485		4.760	8.840	-	9,24	21,08	30,32
5.051	9.380		10.787	20.033		5.737	10.654	-	15,92	36,33	52,25
5.250	7.875	7.875	11.465	17.198	17.198	6.215	9.323	9.323	20,32	27,15	47,47
6.000	9.000	9.000	12.395	18.593	18.593	6.395	9.593	9.593	27,76	37,09	64,85
5.233	7.849	7.849	11.395	17.093	17.093	6.163	9.244	9.244	19,83	26,49	46,32
4.911	9.120		10.682	19.838		5.772	10.719	-	15,31	34,93	50,24
5.250	7.875	7.875	11.170	16.755	16.755	5.920	8.880	8.880	18,31	24,46	42,77
4.911	9.120		9.912	18.408		5.002	9.289	-	11,35	25,90	37,25
4.673	8.678		9.989	18.551		5.317	9.874	-	11,71	26,71	38,42
5.900	8.850	8.850	13.080	19.620	19.620	7.180	10.770	10.770	34,42	45,99	80,41
6.263	9.394	9.394	14.090	21.135	21.135	7.828	11.741	11.741	46,35	61,93	108,28
5.223	7.834	7.834	12.090	18.135	18.135	6.868	10.301	10.301	25,13	33,57	58,69
6.045	9.068	9.068	14.130	21.195	21.195	8.085	12.128	12.128	46,88	62,63	109,51
6.070	9.105	9.105	14.840	22.260	22.260	8.770	13.155	13.155	57,04	76,20	133,24
5.300	7.950	7.950	11.325	16.988	16.988	6.025	9.038	9.038	19,35	25,84	45,19

Sumber: Hasil Analisa, 2018

*Keterangan:

STRT : Sumbu Tunggal Roda Tunggal

STRG : Sumbu Tunggal Roda Ganda

SGRG : Sumbu Ganda Roda Ganda

STrRG : Sumbu Triple/ Tiga Roda Ganda

Tabel 8. Analisis Simulasi Penambahan 1 Sumbu/ Axle Pada Kendaraan Barang Bermuatan Lebih di UPPKB Losarang November 2018

Analisa Setelah Tambah 1 Sumbu dan Ban												Dampak Kerusakan Jalan VDF			
Sumbu Disign JBI (ton)				Sumbu Konkrit (ton)				Lebih JBI (ton)				STRT	SGRG/ STrRG	Total VDF	Penurunan VDF
STRT	STRG	STRG	STRG	STRT	STRG	STRG	STRG	STRT	STRG	STRG	STRG				
4.760	4.760	4.760	4.760	9.795	9.795	9.795	9.795	5.035	5.035	5.035	5.035	10,83	8,91	19,74	-22%
3.338	5.006	5.006		7.070	10.605	10.605		3.733	5.599	5.599	-	2,94	3,93	6,86	-81%
1.870	2.805	2.805		3.780	5.670	5.670		1.910	2.865	2.865		0,24	0,32	0,56	-93%
5.250	5.250	5.250	5.250	11.230	11.230	11.230	11.230	5.980	5.980	5.980	5.980	18,70	15,40	34,10	-22%
2.916	4.374	4.374		5.880	8.820	8.820		2.964	4.446	4.446		1,41	1,88	3,28	-81%
6.470	6.470	6.470	6.470	14.615	14.615	14.615	14.615	8.145	8.145	8.145	8.145	53,66	44,18	97,83	-22%
5.245	5.245	5.245	5.245	12.295	12.295	12.295	12.295	7.050	7.050	7.050	7.050	26,87	22,13	49,00	-22%
5.580	5.580	5.580	5.580	11.360	11.360	11.360	11.360	5.780	5.780	5.780	5.780	19,59	16,13	35,71	-22%
5.228	5.228	5.228	5.228	10.890	10.890	10.890	10.890	5.663	5.663	5.663	5.663	16,54	13,62	30,16	-22%
5.853	5.853	5.853	5.853	13.070	13.070	13.070	13.070	7.218	7.218	7.218	7.218	34,32	28,26	62,57	-22%
1.833	2.749	2.749		3.850	5.775	5.775		2.018	3.026	3.026		0,26	0,35	0,60	-93%
3.013	4.519	4.519		7.495	11.243	11.243		4.483	6.724	6.724		3,71	4,96	8,67	-81%
3.165	4.748	4.748		7.440	11.160	11.160		4.275	6.413	6.413		3,60	4,81	8,42	-81%
5.375	5.375	5.375	5.375	10.940	10.940	10.940	10.940	5.565	5.565	5.565	5.565	16,85	13,87	30,72	-22%
1.870	2.805	2.805		4.060	6.090	6.090		2.190	3.285	3.285		0,32	0,43	0,75	-93%
1.870	2.805	2.805		3.925	5.888	5.888		2.055	3.083	3.083		0,28	0,37	0,65	-93%
1.870	2.805	2.805		3.915	5.873	5.873		2.045	3.068	3.068		0,28	0,37	0,65	-93%
6.450	6.450	6.450	6.450	12.905	12.905	12.905	12.905	6.455	6.455	6.455	6.455	32,62	26,86	59,47	-22%
1.773	2.659	2.659		3.650	5.475	5.475		1.878	2.816	2.816		0,21	0,28	0,49	-93%
2.954	4.431	4.431		6.910	10.365	10.365		3.956	5.934	5.934		2,68	3,58	6,26	-81%
5.338	5.338	5.338	5.338	11.385	11.385	11.385	11.385	6.048	6.048	6.048	6.048	19,76	16,27	36,03	-22%
5.250	5.250	5.250	5.250	11.060	11.060	11.060	11.060	5.810	5.810	5.810	5.810	17,60	14,49	32,09	-22%
5.120	5.120	5.120	5.120	10.445	10.445	10.445	10.445	5.325	5.325	5.325	5.325	14,00	11,52	25,52	-22%
4.845	4.845	4.845	4.845	10.150	10.150	10.150	10.150	5.305	5.305	5.305	5.305	12,48	10,28	22,76	-22%
5.195	5.195	5.195	5.195	12.105	12.105	12.105	12.105	6.910	6.910	6.910	6.910	25,25	20,79	46,04	-22%
3.325	4.988	4.988		6.725	10.088	10.088		3.400	5.100	5.100		2,41	3,21	5,62	-81%
3.608	5.411	5.411		7.705	11.558	11.558		4.098	6.146	6.146		4,14	5,54	9,68	-81%
5.250	5.250	5.250	5.250	11.465	11.465	11.465	11.465	6.215	6.215	6.215	6.215	20,32	16,73	37,05	-22%
6.000	6.000	6.000	6.000	12.395	12.395	12.395	12.395	6.395	6.395	6.395	6.395	27,76	22,86	50,61	-22%
5.233	5.233	5.233	5.233	11.395	11.395	11.395	11.395	6.163	6.163	6.163	6.163	19,83	16,33	36,15	-22%
3.508	5.261	5.261		7.630	11.445	11.445		4.123	6.184	6.184		3,99	5,33	9,31	-81%
5.250	5.250	5.250	5.250	11.170	11.170	11.170	11.170	5.920	5.920	5.920	5.920	18,31	15,07	33,38	-22%
3.508	5.261	5.261		7.080	10.620	10.620		3.573	5.359	5.359		2,96	3,95	6,90	-81%
3.338	5.006	5.006		7.135	10.703	10.703		3.798	5.696	5.696		3,05	4,07	7,12	-81%
5.900	5.900	5.900	5.900	13.080	13.080	13.080	13.080	7.180	7.180	7.180	7.180	34,42	28,34	62,77	-22%
6.263	6.263	6.263	6.263	14.090	14.090	14.090	14.090	7.828	7.828	7.828	7.828	46,35	38,16	84,52	-22%
5.223	5.223	5.223	5.223	12.090	12.090	12.090	12.090	6.868	6.868	6.868	6.868	25,13	20,69	45,81	-22%
6.045	6.045	6.045	6.045	14.130	14.130	14.130	14.130	8.085	8.085	8.085	8.085	46,88	38,60	85,48	-22%
6.070	6.070	6.070	6.070	14.840	14.840	14.840	14.840	8.770	8.770	8.770	8.770	57,04	46,96	104,00	-22%
5.300	5.300	5.300	5.300	11.325	11.325	11.325	11.325	6.025	6.025	6.025	6.025	19,35	15,93	35,27	-22%

Sumber: Hasil Analisa, 2018

*Keterangan:

STRT : Sumbu Tunggal Roda Tunggal

STRG : Sumbu Tunggal Roda Ganda

SGRG : Sumbu Gandal Roda Ganda

STrRG : Sumbu Triple/ Tiga Roda Ganda

4. Kesimpulan

Analisis penghitungan VDF truk dengan konfigurasi 1.22; 1.2; dan 1.1 menghasilkan angka di atas toleransi, 3,89. Setelah penambahan satu buah sumbu dengan roda ganda, beberapa kendaraan mengalami pengurangan nilai VDF menjadi <3,89. Penambahan sumbu (*multi-axle*) sangat berpengaruh dalam mengurangi tingkat kerusakan jalan. Walau demikian, penambahan sumbu tetap memiliki batas maksimum dari APTM, sehingga pengurangan tingkat kerusakan jalan maksimum yang dihasilkan adalah 22%-92%. Dengan batasan ini, angkutan barang dapat menambah kecepatan dengan syarat tetap menjamin keselamatan selama perjalanan dan beban yang diangkut sesuai (tidak menambah ruang lagi pada bakunya dengan maksud untuk menambah muatan karena dapat meningkatkan nilai VDF-nya). Dengan demikian, tidak perlu menambah armada lagi untuk mengangkut muatan berlebih agar tidak berdampak pada peningkatan volume lalu lintas. Kementerian Perindustrian perlu membuat batasan kepada APTM agar dalam memproduksi angkutan barang sebaiknya memperbanyak sumbu kendaraan disertai dengan *performance* mesin yang sesuai sehingga kendaraan dapat menampung muatan lebih banyak tetapi tidak merusak jalan dan keselamatan selama di perjalanan terjamin. Melihat kebutuhan angkutan barang yang terus meningkat dan hasil penghitungan kelebihan muatan di UPPKB Losarang di atas, sebaiknya Kementerian PU segera meningkatkan *performance* jalan di Pantura dari MST 8 ton menjadi >10 ton (11 ton). Hal ini untuk meningkatkan umur teknis jalan dan kapasitas angkutan barang di pulau Jawa pada khususnya. Pengaruh tekanan ban dan suspensi terhadap JBI perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih saya panjatkan kepada Tuhan YME yang telah mengilhami saya menulis, terima kasih juga saya sampaikan kepada Kepala Puslitbang Transportasi Jalan dan Perkeretaapian serta Pembimbing, Kepala UPPKB Losarang, dan seluruh tim yang mendukung dan membantu saya dalam menyelesaikan tulisan ini.

Daftar Pustaka

- [1] Dian Novita Sari, "Analisa Beban Kendaraan Terhadap Derajat Kerusakan Jalan dan Umur Sisa," *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 2, no. 4, pp. 615-620, 2014.
- [2] Garlina Sri Rahayu, "Library Universitas Indonesia," Januari 2011. [Online]. Available: <http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/20290880-S955-Analisis%20distribusi.pdf>. [Accessed Februari 2019].
- [3] Rita Martina, Sofyan M. Saleh dan Muhammad Isya, "Kajian Beban Aktual Kendaraan Pada Konstruksi Jalan Menggunakan Weigh In Motion (WIM)," *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala*, vol. 1, no. 3, pp. 701-714, 2018.
- [4] Irfan Saputra, "Digital Library University of Lampung," 13 Juni 2017. [Online]. Available: <http://digilib.unila.ac.id/26858/3/TESIS%20TANPA%20BAB%20PEMBAHASAN.pdf>. [Accessed 2019].
- [5] Septian Anggoro, "Maranatha Repository System : Universitas Kristen Maranatha," 7 Februari 2012. [Online]. Available: <https://repository.maranatha.edu/130/>.
- [6] Erwin Kusnandar, "Karakteristik Beban Kendaraan Operasional," *Jurnal Jalan Jembatan*, vol. 25, no. 2, 2008.
- [7] Leo Sentosa dan Asri Awal Roza, "Analisis Dampak Beban Overloading Kendaraan pada Struktur Rigid Pavement Terhadap Umur Rencana Perkerasan (Studi Kasus Ruas Jalan Simp Lago – Sorek Km 77 S/D 78)," *Jurnal Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung*, vol. 19, no. 2, p. 161, 2012.
- [8] Waskito Yudo Pratomo, "Repository University Of Indonesia," 24 April 2018. [Online]. Available: [https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/7123/TUGAS%20AKHIR%20WASKITO%20YUDO%20P%20\(12511224\).pdf?sequence=1](https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/7123/TUGAS%20AKHIR%20WASKITO%20YUDO%20P%20(12511224).pdf?sequence=1).
- [9] Wily Morisca, "Evaluasi Beban Kendaraan Terhadap Derajat Kerusakan dan Umur Sisa Jalan," *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 2, no. 4, pp. 692-699, 2014.
- [10] Suriyatno, Purnawan dan Elsa Eka Putri, "Analisis Tebal Lapis Tambah dan Umur Sisa Perkerasan Akibat Beban Berlebih Kendaraan (Studi Kasus Ruas Jalan Nasional di Provinsi Sumatera Barat)," in *ACES (Annual Civil Engineering- ejournal.unri.ac.id)*, Riau, 2015.
- [11] "Eprints Repository of Universitas Muhammadiyah Surakarta," 12 September 2012. [Online]. Available: http://eprints.ums.ac.id/20231/20/2._Naskah_Publikasi_Ilmiiah.pdf. [Accessed 2019].
- [12] Wita Meutia dan Leo Sentosa, "Repository of Riau University," 14 Januari 2013. [Online]. Available: <https://repository.unri.ac.id/handle/123456789/1347>. [Accessed 2019].
- [13] Randi Anggista, Virgo Trisep Haris dan Winayati Winayati, "Analisis Beban Kendaraan Terhadap Derajat Kerusakan dan Umur Sisa Perkeras
- [14] Kementerian Perhubungan, "Undang-Undang No 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan," Direktur Jenderal Perhubungan Darat, Jakarta, 2009.
- [15] "Undang-Undang No 38 Tahun 2004 tentang Jalan," Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta, 2004.
- [16] Kementerian Perhubungan, "PD.T-19-2004-B," Kementerian Perhubungan, Jakarta, 2004.
- [17] Kementerian Perhubungan, "Surat Edaran Dirjen Perhubungan Darat No. SE.02/AJ.108/DRJD/2008 tentang Panduan Batasan Maksimum Perhitungan JBI, JBKI untuk Mobil Barang, Kendaraan Khusus, Kendaraan Penarik Berikut Kereta Tempelan/Kereta Gandengan," Dirjen Perhubungan Darat, Jakarta, 2004.
- [18] Kementerian Pekerjaan Umum, "Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)," Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta, 1997.
- [19] Jasa Marga, "Golongan Kendaraan di Tol," Jasa Marga, Jakarta, 1987.
- [20] Kementerian Pekerjaan Umum, "Manual Perkerasan Jalan dengan alat Benkelman beam No. 01/MN/BM/83," Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta, 1983.
- [21] Kementerian Perhubungan, "Database UPPKB Losarang November 2018," Kementerian Perhubungan, Jawa Barat, 2018