

ANALISIS PENGARUH BEBAN LEBIH TERHADAP UMUR PERKERASAN JALAN PADA RUAS JALAN KAPTEN TENDEAN KOTA KEDIRI

Bisma Arbiansha Putra^{1*}, Aji Suraji¹, Taufikkurrahman², Lila Kurnia Wardani², Agus Tugas Sudjianto¹

¹ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Widya Gama Malang, Jl. Borobudur No. 35 Kota Malang 65142, Indonesia

² Program Studi Teknik Sipil, Universitas Wisnuwardhana, Jl. Danau Sentani No. 99 Kota Malang 65139, Indonesia

E-mail Penulis korespondensi: bismaarbiansha@gmail.com

ABSTRAK

Selama ini, hampir 90 % aktivitas lalu lintas dan angkutan barang bertumpu pada poros jalan raya. Cepatnya mobilitas daripada moda lain dan murah biaya menjadi alasan. Namun tidak sedikit kendaraan yang membawa muatan berlebih. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengurangan umur perkerasan jalan yang sudah direncanakan dari tahun 2021 menuju 10 tahun ke depan. Metode pengumpulan data adalah hasil survei golongan kendaraan yang kemudian dianalisis sehingga mendapat CESA normal dan overload serta dapat diketahui sisa usia perkerasan jalan akibat muatan berlebih. Kebutuhan jalan di Indonesia didominasi oleh jalan daerah sehingga harus memberikan terbaik bagi pengguna jalan. Sementara kondisi perkerasan jalan di Provinsi Jawa Timur tahun 2021 bahwa kondisi perkerasan jalan sedang 21,06 %, kondisi rusak ringan 5,76 %, dan kondisi rusak berat 2,12 %. Hasil analisis *damage factor* dari setiap jenis kendaraan yang melintas, dapat diketahui perhitungan muatan normal dan muatan berlebih (*overload*), juga dapat mengetahui umur rencana jalan. Hasil analisis yaitu kumulatif daya rusak semua jenis kendaraan kondisi normal sebesar 13,425.724 ESAL sedangkan pada kondisi overload sebesar 22,680.203 ESAL. Ruas Jalan Kapten Tendean Kota Kediri yang seharusnya 10 tahun pada awal perencanaan, menjadi lebih singkat yaitu 6,8 tahun karena mengalami penurunan usia perkerasan sebesar 3,2 tahun.

Kata Kunci : Jalan Raya, Umur Perkerasan, Muatan Berlebih, Faktor Kerusakan, Sisa Usia Perkerasan

ABSTRACT

So far, almost 90% of traffic and goods transport activities have relied on the axis of the highway. Fast mobility than other modes and low cost are the reasons. But not a few vehicles that carry excess loads. The purpose of this study was to determine the reduction in the age of the planned pavement that have been planned from 2021 to the next 10 years. The method of data collection is from the results of a survey of vehicle classes which are then analyzed so that they get a normal CESA and an overload CESA and can know the remaining age of the pavement due to [U1] overload. Road needs in Indonesia are dominated by regional roads so that they must provide the best for road users. Meanwhile, the condition of road pavements in East Java Province, according to 2021 data, shows that the condition of the road pavement is 21.06%, lightly damaged 5.76%, and heavily damaged 2.12%. The results of the damage factor analysis of each type of vehicle that pass, it can be seen the calculation of normal load and overload, can also know the age of the road plan. The results of the analysis are that the cumulative destructive power of all types of vehicles in normal conditions is 13,425,724 ESAL while in overload conditions it is 22,680,203 ESAL. The Jalan Captain Tendean, Kediri City, which should have been 10 years at the beginning of planning, has become shorter at 6.8 years due to a decrease in pavement age of 3.2 years.

Keywords: Highway, Pavement Life, Overload, Damage Factor, Remaining Pavement Life

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan media pengangkutan yang berada di darat dengan aspek seluruh bagian jalan seperti peralatan dan bangunan jalan yang dimaksudkan untuk peruntukan transportasi dengan cakupan yang relatif luas dengan pengecualian jalan kabel, kereta api, dan lori [1]. Mengembangkan potensi wilayah serta peluang terciptanya pembangunan ekonomi dan peranannya untuk mewujudkan ketertiban, kelancaran, keamanan, keselamatan berlalu lintas serta mengoptimalkan aksesibilitas sebagai faktor dari kerangka mekanisme transportasi berskala nasional yang unggul [2].

Penyediaan infrastruktur jalan menjadi tulang punggung penghubung antar wilayah sehingga dapat menjadi sebab bertumbuhnya ekonomi berskala nasional untuk memberikan stimulus positif terhadap semangat pemerintah dalam melakukan perbaikan kualitas infrastruktur jalan yang mempengaruhi mobilitas dan aksesibilitas terhadap pengembangan suatu daerah [3,4]. Dengan

demikian dibutuhkan sistem perencanaan jalan yang memenuhi syarat teknis konstruksi seperti halnya volume, sifat lalu lintas, fungsi lalu lintas dengan harapan bisa mempercepat dan mendayagunakan pembangunan daerah sekitarnya secara maksimal [5,6].

Menurut Suraji [7] Kendaraan berat yang melewati ruas jalan memiliki persyaratan pembebanan yang berbeda. Secara umum, pembedaan kondisi muatan kendaraan berat pada suatu kendaraan dibagi menjadi keadaan tidak bermuatan dan keadaan bermuatan. Dalam kegiatan faktual di lapangan terjadi kondisi ketika kendaraan berisi muatan yang mempunyai tugas untuk mengangkut barang ke suatu kawasan kemudian kembali menuju pangkalan dalam kondisi tanpa muatan. Adanya kondisi tersebut adalah sebuah kondisi logis, namun mempunyai keterkaitan terhadap dugaan beban sumbu riil yang bermacam-macam. Peraturan lebih lanjut pada Permen No. 03/PRT/M/2012, tentang Pedoman Penetapan Fungsi Jalan dan Status Jalan [8].

Sifat normalnya adalah seiring bertambahnya usia jalan, kualitas strukturnya menjadi semakin menurun, terutama ketika kendaraan berat melewati jalan dan tidak mengindahkan aturan yang ada tentang batas muatan kendaraan yang diizinkan[9,10]. Kerusakan jalan raya juga mengalami kerusakan yang semakin singkat dari perencanaan awal saat jalan akan dibuat, bahkan jalan yang sudah mengalami perbaikan (*overlay*) [11,12]. Hasil penelitian yang sudah dilakukan, penyebab dari kerusakan tersebut berasal dari banyaknya faktor, seperti sistem drainase jalan kurang maksimal, kualitas pelaksanaan yang buruk, dan yang paling utama adalah beban kendaraan yang melebihi aturan (*overloading*) [13].

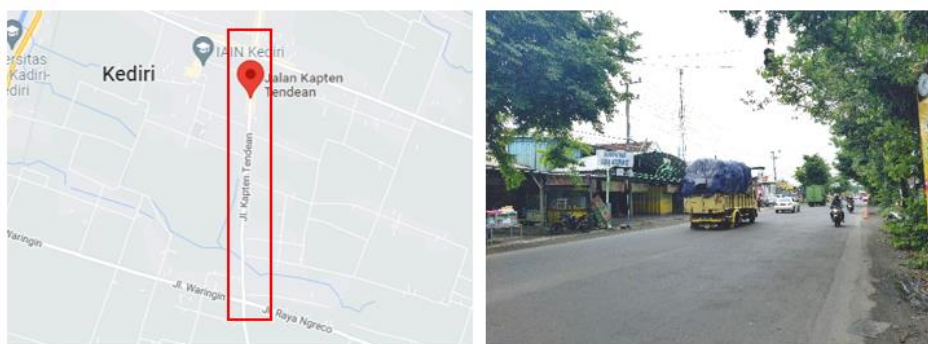
Kerusakan yang ditunjukkan dengan perubahan geometri permukaan jalan dapat diakibatkan oleh pelanggaran peraturan pemerintah yang telah ditetapkan sehingga menyebabkan kerusakan struktural pada jalan lokal [14]. Beban muatan kendaraan yang tidak sesuai standar (*overloading*) juga bisa mengakibatkan kerusakan secara structural [15,16]. Kendaraan yang bermuatan lebih juga menjadi dampak buruk bagi keselamatan berkendara, rusaknya onderdil kendaraan menjadi lebih cepat, serta adanya potensi menimbulkan kemacetan [17]. Akumulasi dari beberapa faktor tersebut saling berkenaan perihal kerusakan perkerasan jalan [18].

Ruas Jalan Kapten Tendean setiap harinya sibuk dilewati oleh aktifitas kendaraan pengangkut barang yang juga tidak mengindahkan aturan untuk membawa muatan secara normal. Ruas yang hanya berukuran panjang 3,95 km dan lebar 7,0 m menjadi dominasi kendaraan berat yang melebihi muatan ketika melewati ruas jalan, sehingga akan sangat memungkinkan menurunnya usia perkerasan jalan sebelum waktunya. Berdasarkan permasalahan yang terjadi, tujuan penulis adalah ingin melaksanakan penelitian pengurangan umur rencana jalan akibat beban lebih kendaraan (studi kasus: Ruas Jalan Kapten Tendean Kota Kediri).

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

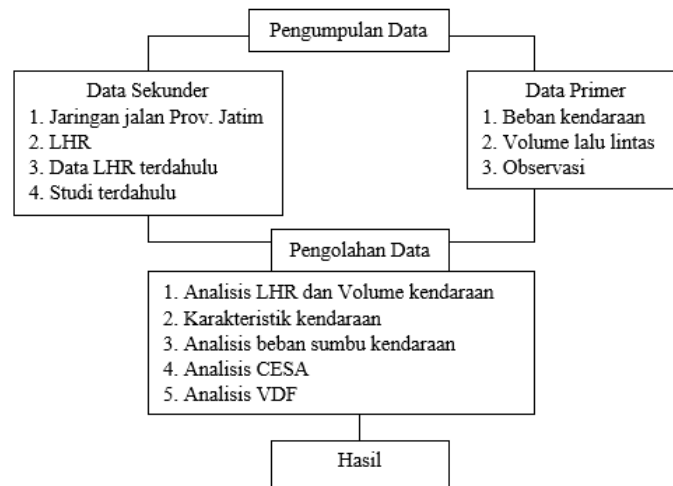
Ruas jalan yang disurvei adalah ruas jalan Kapten Tendean Kota Kediri, yang mana dalam hal ini spesifikasi jalan dengan panjang 3,95 km dan memiliki lebar 7,0 m. Dari segi alat bantu, menggunakan *Weight in Motion* (WIM). Pengamatan di lapangan sebagai data analisis serta data historis sebagai pendukung dari dinas pekerjaan umum bina marga dan informasi masyarakat di sekitar lokasi penelitian. Gambar lokasi penelitian dan gambar fenomena kendaraan yang memuat melebihi aturan di Jalan Kapten Tendean Kota Kediri pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian dan kendaraan bermuatan lebih di jalan Kapten Tendean Kota Kediri

2.2. Metode Pengumpulan Data

Secara garis besar, data pendukung studi masalah ini dapat diklasifikasikan dengan data utama dan data tambahan. Prosedur peneliti untuk menganalisis kerusakan jalan akibat beban berlebih sejalan dengan *flow chart* pada Gambar 2. Data hasil pengamatan di lapangan dan melakukan pencacahan sesuai dengan pedoman Pd.T 19-2004-b yang dikeluarkan oleh Kementerian PUPR. Untuk lebih detail dari penjelasan setiap golongan kendaraan, dapat dilihat Tabel 1.



Gambar 2. Kerangka konseptual penelitian

Tabel 1. Penggolongan Jenis Kendaraan

Golongan Kendaraan	Keterangan
1	Sepeda motor bermesin 75 cc.
2	Kendaraan yang memiliki roda 4 dan bermesin, yaitu sedan, wagon station, dan jeep.
3	Kendaraan penumpang seperti mikrolet, minibus, pick up, angkot
4	Sumbu bagian belakang maksimal berbeban 3,5 ton untuk bagian belakang sumbu tunggal roda tunggal, yaitu micro truk dan mobil hantaran untuk kendaraan barang.
5a	Bus kecil dengan kapasitas dudukan antara 16 s/d 26 buah, seperti metromini, elf (bus kecil)
5b	Kendaraan penumpang untuk spot duduk antara 30 s/d 50 buah, misalnya bus antar kota, bus malan, atau bus kota ukuran 12 m (±) dan bus besar
6a	Kendaraan truk berukuran kecil dengan berat ringan dan memiliki 2 sumbu. (truk kecil 2 sumbu)
6b	Kendaraan truk dengan ukuran dan berat sedang dan memiliki 2 sumbu. (truk sedang 2 sumbu)
7a	Kendaraan barang 3 sumbu STRT dan SGRG (truk 3 sumbu)
7b	Kendaraan golongan 6 dan 7 yang diberi gandengan bak truk atau Full Trailer Truck. (truk gandengan)
7c	Kendaraan yang terdiri dari kepala truk yang dihubungkan dengan pelat dan rangka bak yang beroda belakang yang mempunyai 2/3 sumbu. (truk kontainer)
8	Kendaraan tak bermesin seperti sepeda kumbang, becak dan dokar.

2.3. Metode Pengolahan Data dan Analisis

Melakukan prediksi kerusakan jalan sangat penting dilakukan untuk mengetahui kapan terjadinya tahun kritis, terutama apabila beban yang diterima oleh jalan tidak sesuai dengan perencanaan. Pada ruas ini dilakukan pengamatan pada tahun 2021 dengan jangka waktu perhitungan selama 10 tahun ke depan, yaitu di tahun 2031. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan formulir survei yang sudah dirancang sedemikian rupa sehingga hasil dari perhitungan lalu lintas tersebut dapat diolah dan diketahui jam puncak seluruh kendaraan pada ruas tersebut. Selain itu, dapat diketahui juga jam puncak dari kendaraan niaga (Golongan 6 dan 7) yang memiliki potensi *overload* [19].

Analisis lalu lintas dihitung menggunakan satuan kendaraan per jam atau satuan mobil penumpang per jam (smp/jam). Untuk itu disusun sebuah formulasi untuk mengetahui perbandingan antara daya rusak kendaraan oleh muatan sumbu terhadap daya rusak beban sumbu standar. Perbandingan perhitungan ini tidak linier, melainkan eksponensial [20]. Nilai VDF dan LHR yang telah didapatkan dari data lapangan akan diolah menjadi nilai total lintasan sumbu standar ekuivalen atau *Equivalent Standard Axle* (ESA). Besaran nilai ESA menurut Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017 dipengaruhi oleh besarnya LHR, faktor distribusi lajur, VDF, faktor distribusi arah, dan pertumbuhan lalu lintas sesuai persamaan 1. Dengan menggunakan laju pertumbuhan lalu lintas tahunan sebesar 3,5% nilai R dapat ditentukan. Dengan demikian, faktor pertumbuhan kumulatif (R) lalu lintas selama usia perencanaan jalan dapat dihitung menggunakan Persamaan 2. Perhitungan ESA dilakukan untuk setiap jenis kendaraan dari golongan 5B sampai 7C karena golongan di bawah 5B tidak memberi dampak yang besar terhadap perkerasan jalan dan tidak berpotensi *overloading*.

$$ESA_{TH-i} = (LHR \times VDF) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (1)$$

$$R = \frac{(1+0,01 \times i)^{UR} - 1}{0,01 \times i} \quad (2)$$

Dalam Persamaan 1 dan 2, ESA_{TH-I} adalah kumulatif ESA pada tahun ke-I, LHR adalah lalu lintas harian rata-rata tiap jenis kendaraan, VDF adalah faktor ekuivalen beban (*Vehicle Damage Factor*), DD untuk faktor distribusi arah, DL untuk faktor distribusi lajur, R adalah faktor pengali pertumbuhan lalu lintas, i adalah laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%) dan UR adalah umur rencana (tahun)

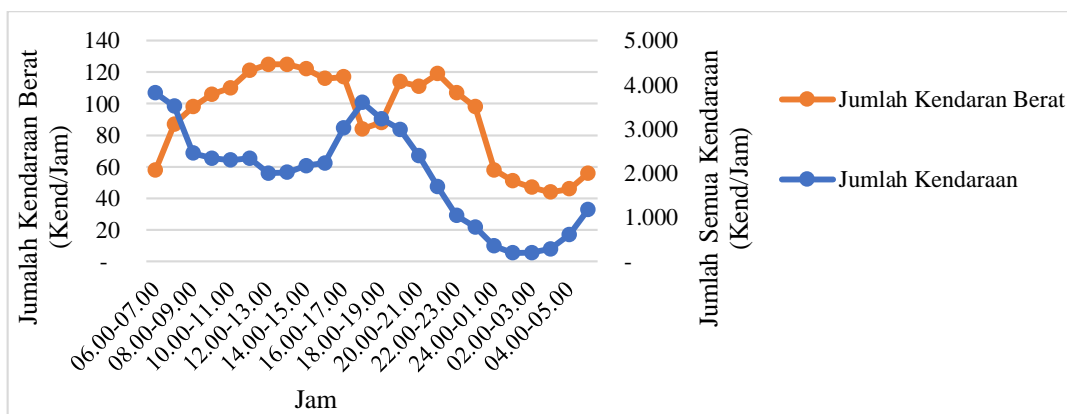
3. HASIL PEMBAHASAN

3.1 Analisis Hasil Survei Lalu Lintas

Setelah dilaksanakan pengamatan di lapangan, dikerucutkanlah menjadi perbandingan yang hanya terfokus pada kendaraan berat yang terdapat pada Tabel 2. Terdapat pula pola grafik yang bisa dilakukan analisis lebih lanjut, grafik bisa dilihat pada Gambar 3.

Tabel 2. Hasil Pengamatan Jumlah Kendaraan dan Jumlah Kendaraan Berat

No	Pukul		Jumlah Semua Kendaraan	Jumlah Kendaraan Berat
	Mulai	Selesai	Kendaraan/Jam	Kendaraan/Jam
1	06.00	07.00	3813	58
2	07.00	08.00	3515	87
3	09.00	10.00	2451	98
4	10.00	11.00	2335	106
5	11.00	12.00	2297	110
6	12.00	13.00	2334	121
7	13.00	14.00	1997	125
8	14.00	15.00	2019	125
9	15.00	16.00	2165	122
10	16.00	17.00	2228	116
11	17.00	18.00	3024	117
12	18.00	19.00	3600	84
13	19.00	20.00	3230	88
14	20.00	21.00	2988	114
15	21.00	22.00	2388	111
16	22.00	23.00	1691	119
17	23.00	24.00	1041	107
18	24.00	01.00	777	98
19	01.00	02.00	352	58
20	02.00	03.00	196	51
21	03.00	04.00	200	47
22	04.00	05.00	285	44
23	05.00	06.00	609	46
24	06.00	07.00	1175	56



Gambar 3. Pola Grafik Antara Kendaraan Berat dan Kendaraan Overload

Dari hasil perhitungan Tabel 2 dapat dilihat terjadi peningkatan saat siang hari di sisi lain pada malam hari kendaraan relatif sepi. Jam kulminasi kendaraan total terjadi pada pukul 06.00 – 07.00 berjumlah 3.813 kendaraan per jam dan pada pukul 17.00 – 18.00 dengan jumlah kendaraan 3600 kendaraan per jam. Sedangkan untuk lalulintas kendaraan berat jam kulminasi terjadi di pukul 09.00 sampai pukul 22.00 dengan jumlah kendaraan berat maksimal sebesar 125 kendaraan per jam pada pukul 12.00-14.00.

Selain menganalisis LHR, juga dilakukan perhitungan volume kendaraan yang melintas pada ruas jalan ini. Dalam melakukan perhitungan volume lalu lintas maka data survei yang dipakai adalah data survei selama 24 jam. Dari data survei tersebut dihitung volume lalu lintas untuk setiap jam. Hasil perhitungan volume lalu lintas akan ditampilkan hasil perhitungan volume maksimal, volume rata – rata dan volume minimal dari waktu survei 24 jam tersebut. Perhitungan volume lalu lintas maksimal, minimal, dan rata-rata pada ruas jalan bisa dilihat pada Tabel 3. Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa pada ruas Jalan Kapt. Tendean Kota Kediri memiliki volume lalu lintas maksimal sebesar 2003 smp/jam dan volume rata-rata sebesar 1024 smp/jam, serta volume lalu lintas minimal sebesar 139 smp/jam.

Tabel 3. Rekapitulasi Volume Maksimal, Rata-rata, dan Minimal

Parameter	Volume Lalu Lintas	Satuan
Volume Maks	2003	smp/Jam
Volume Rata-Rata	1024	smp/Jam
Volume Min	139	smp/Jam

3.2 Analisis Pembebanan

Data yang didapatkan hasil survei LHR dan pembebanan kendaraan pada studi sebelumnya untuk ruas Jalan Kapt. Tendean telah diolah dan dianalisis. Jumlah kendaraan tiap golongan pada golongan 5B, 6A, 6B, 7A, 7B, dan 7C akan dihitung LHR-nya (kend/hari), lalu dikalikan dengan persentase kendaraan yang *overloading* untuk mencari berapa banyak kendaraan yang overload pada ruas ini dalam satu hari. Hasil pengolahan data kendaraan yang overload pada ruas Jalan Kapt. Tendean dapat dilihat pada Tabel 4. Sesuai kalkulasi pada Tabel 4 dapat diamati bahwa persentase overload kendaraan golongan 6B memiliki nilai paling besar yaitu mencapai 47% disusul golongan kendaraan 7A sebesar 43%. Selain itu, jumlah kendaraan golongan 7A yang overload mencapai 11 kendaraan dan golongan 6B mencapai 643 kendaraan.

Tabel 4. Jumlah Kendaraan Overload Dan Tidak Overload

Gol. Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Persentase Overload	Kendaraan Tidak Overload	Kendaraan Overload
5B	67	-	67	-
6A	1452	10%	1307	145
6B	243	47%	129	114
7A	277	43%	158	119
7B	152	11%	135	17
7C	84	29%	60	24

Selanjutnya akan ditentukan nilai VDF dan dihitung besarnya ESA untuk setiap golongan. Perhitungan ini dihitung pada 2 kondisi, yaitu pada kondisi kendaraan overload diperhitungkan (kondisi overload) dan saat kondisi kendaraan diasumsikan tidak overload atau sesuai desain (kondisi normal). Pada kondisi overload, banyaknya kendaraan dan nilai VDF untuk kendaraan yang tidak overload dan overload telah dibedakan. Pertumbuhan kendaraan ditetapkan sebesar 3,5% selama umur rencana 10 tahun. Data teknis yang digunakan adalah sebagaimana pada Tabel 5.

Tabel 5. Data teknis Jalan Kapt. Tendean Kota Kediri

Kriteria	Keterangan
Tipe jalan	2 lajur 2 arah
Tahun awal	Tahun 2021
Usia rencana	10 tahun
Pertumbuhan lalu lintas, i	3,5 %/tahun
Lingkungan	Jalan Kolektor di Jawa (VDF 4)
Distribusi Arah (DD)	0,5
Distribusi lajur (DL)	100%

Diasumsikan pada 3 tahun pertama kondisi lalu lintas masih bertambah sesuai dengan pertumbuhan kendaraan karena Rasio Volume Kendaraan, $RVK < 0,85$. Setelah 3 tahun, pada 7 tahun setelahnya ketika $RVK > 0,85$ faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif berubah. Kalkulasi ESA dan CESA ketika kondisi normal dan overload dimuat pada tampilan Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Perhitungan CESA Normal

Golongan Kendaraan	LHR 2021 (kend/hari)	LHR 2024 (kend/hari)	LHR 2031 (kend/hari)	VDF 4	ESA 4 (1)	ESA 4 (2)	CESA
5B	67	74	95	1,0	42.111	131.211	173.322
6A	1452	1610	2048	0,6	501.933	1.563.961	2.065.894
6B	243	269	343	4,0	610.918	1.903.543	2.514.462
7A	277	307	391	4,7	818.266	2.549.612	3.367.878
7B	152	169	214	9,4	898.025	2.798.130	3.696.155
7C	84	93	118	7,4	390.686	1.217.328	1.608.014
CESA Total							13.425.724

Tabel 7. Perhitungan CESA Overload

Golongan Kendaraan	LHR 2021 (kend/hari)	LHR 2024 (kend/hari)	LHR 2031 (kend/hari)	VDF 4	ESA 4 (1)	ESA 4 (2)	CESA
5B	67	74	95	1,0	42.111	131.211	173.322
6A	1307	1449	1843	0,6	451.740	1.407.565	1.859.305
6A OL	145	161	205	0,8	73.009	227.485	300.494
6B	129	143	182	4,0	323.787	1.008.878	1.332.665
6B OL	114	127	161	7,3	524.015	1.632.764	2.156.779
7A	158	175	223	4,7	466.412	1.453.279	1.919.691
7A OL	119	132	168	28,1	2.103.640	6.554.673	8.658.313
7B	135	150	191	9,4	799.242	2.490.336	3.289.578
7B OL	17	19	24	10,4	109.292	340.538	449.830
7C	60	66	84	11,4	427.326	1.331.493	1.758.819
7C OL	24	27	34	12,4	189.852	591.555	781.408
CESA Total Overload							22.680.203

Hasil CESA yang didapatkan untuk umur rencana 10 tahun pada kondisi normal sebesar 13.425.724, sedangkan ketika kondisi overload sebesar 22.680.203. Terdapat kenaikan CESA hingga 69% dari kondisi normal akibat kendaraan yang overload. Menggunakan patokan nilai CESA normal sebesar 13.425.724, akan diolah sedemikian rupa menggunakan data LHR dan VDF kondisi overload, sehingga dapat diketahui berapa umur rencana akibat kendaraan yang overload menggunakan persamaan 3. Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan umur rencana yang semula 10 tahun dari dimulainya perkerasan di tahun 2021, berubah menjadi 6,8 tahun akibat kendaraan yang overload. Terdapat pengurangan umur rencana sebesar 3,2 tahun.

$$TPUR = \frac{TEOL - TEN \times UR}{TEN} \quad (3)$$

Pada persamaan 3, TPUR menunjukkan total penurunan umur rencana, TEOL untuk Total ESAL overload, TEN adalah Total ESAL normal dan UR umur rencana.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa total CESA normal selama usia rencana pada ruas jalan Kapten Tendean Kota Kediri Jawa Timur sebesar 13.425.724 yang itu terdeteksi pada kendaraan golongan kendaraan berat 5B, 6A, 6B, 7A, 7B, 7C. Selanjutnya, total CESA Overload pada ruas jalan Kapten Tendean Kota Kediri Jawa Timur sebesar 22.680.203 yang itu

terdeteksi mengalami kelebihan muatan pada kendaraan golongan kendaraan berat 5B, 6A, 6B, 7A, 7B, 7C. Pada tahun 2021, perkerasan jalan di Jalan Kapt. Tendean Kota Kediri direncanakan untuk memiliki usia layan 10 tahun. Namun, pada ruas jalan ini terjadi pengurangan umur rencana sebesar 3,2 tahun. Itu artinya terdapat sebesar 6,8 tahun saja usia perkerasan akibat kendaraan *overload*. Hal ini menunjukkan bahwa dampak kendaraan berat yang *overload* sangat serius jika tidak mengikuti peraturan yang ada, sehingga penurunan usia jalan akan lebih cepat dari yang direncanakan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan teruntuk pihak Arwana Studio Engineering Consultant Malang yang sudah berbagi data dan pengalaman sehingga penulis bisa belajar lebih banyak mengenai penelitian pembebanan kendaraan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Almufid, "Perencanaan Geometerik Jalan Agar Mencapai Kenyamanan dan Keamanan Bagi Penggunaan Jalan Sesuai Undang -Undang No.38 tahun 2012 Tentang Jalan," *Jurnal Dinamika UMT*, vol. 1, no. 2, 2016, Doi: 10.31000/dinamika.v1i2.576.
- [2] A. Suraji, A. T. Sudjianto, C. Aditya, and R. Riman, "Karakteristik Arus Lalu Lintas pada Ruas Jalan Caruban-Ngawi dan Proporsi Kendaraan Berat Selama 24 Jam Pengamatan," in *APTW*, 2017, no. August, pp. 1–8, [Online]. Available: <https://atpw.wordpress.com/makalah-seminar/prosiding-atpw-2013/%0A%0A>.
- [3] R. Martina, S. M. Saleh, and M. Isya, "Kajian beban aktual kendaraan pada konstruksi jalan menggunakan weigh in motion (WIM)," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 1, no. 3, pp. 701–714, 2018, Doi: 10.24815/jts.v1i3.10029.
- [4] B. Dwindra, A. Mudianto, and H. Purwanti, "Pengaruh beban berlebih terhadap umur rencana jalan (studi kasus Ruas Jalan Simpang Pematang Mesuji Lampung)," *Journal Online Mahasiswa Bidang Teknik Sipil*, vol. 1, no. 1, pp. 1–13, 2018, [Online]. Available: <https://jom.unpak.ac.id/index.php/tekniksipil/article/view/1216>.
- [5] K. S. Anwar, O. Z. Tamin, and Najid, "Analisis Pengaruh Kendaraan *Over Dimension Overload* (Odol) Terhadap Perkerasan Jalan," in *FSTPT ITERA*, 2020, pp. 461–467, [Online]. Available: <https://ojs.fstpt.info/index.php/ProsFSTPT/article/view/677>.
- [6] I. Iskahar, S. Anjarwati, and L. O. Rejeki, "Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Umur Rencana Perkerasan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Jenderal Soedirman Sokaraja)," *CIVeng: Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 2, no. 2, pp. 75–86, 2021, Doi: 10.30595/civeng.v2i2.11059.
- [7] A. Suraji, A. T. Sujianto, and R. Riman, "Analisis Perbandingan Nilai Cesa Kendaraan Berat," in *Ciastech*, 2018, pp. 530–537, [Online]. Available: <https://publishing-widyagama.ac.id/ejournal-v2/index.php/ciastech/article/view/662/614>.
- [8] I Dewa Made Alit Karyawan, Hasyim, and K. Faqihi, "Penurunan Masa Pelayanan Jalan Akibat Kendaraan Dengan Beban Berlebih," *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, vol. 10, no. 1, pp. 56–69, 2021, Doi: 10.22225/pd.10.1.2292.56-69.
- [9] O. J. Hendra, V. T. Haris, and H. Rahmat, "Analisis Kerusakan Perkerasan Jalan Menurut Bina Marga Dan Alternatif Penanganannya (Studi Kasus Ruas Jalan Utama Bunsur – Mengkapan)," *Jurnal Teknik*, vol. 16, no. 1, pp. 58–66, 2022, Doi: <https://doi.org/10.31849/teknik.v16i1.9380>.
- [10] A. A. Rahman, A. Suraji, and M. Cakrawala, "Analisis Perbedaan Struktur Perkerasan Jalan Menggunakan Beban Sumbu Standar Dan Beban Sumbu Riil," *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan BOWPLANK*, vol. 1, no. 1, pp. 1–14, 2021.
- [11] A. Refi, A. Roza, and D. D. Murni, "Dampak Kelebihan Muatan Terhadap Umur Rencana Perkerasan Jalan," *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, vol. 17, no. 2, pp. 121–133, 2020.
- [12] P. A. Safitra, T. K. Sendow, and S. V Pandey, "Analisa Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Umur Rencana Jalan (Studi Kasus: Ruas Jalan Manado - Bitung)," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 7, no. 3, pp. 319–328, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/23382/23074>.
- [13] J. M. Ximenes, A. Suraji, and A. T. Sudjianto, "Analisis Faktor Beban Sumbu Kendaraan Berat Truk Pengangkut Pasir Dengan Quarry Di Lumajang," in *The 4th Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH 2021)*, 2021, no. Ciastech, pp. 463–472, [Online]. Available: <http://publishing-widyagama.ac.id/ejournal-v2/index.php/ciastech/article/view/3342%0D%0A>.
- [14] M. Khoironi, "Analisa Pengaruh Beban Muatan Kendaraan Berlebih Terhadap Umur Perkerasan Jalan Gusig–Sp3 Blusuh," *Kurva S Jurnal Mahasiswa*, vol. 1, no. 1, pp. 1–15, 2020, [Online]. Available: <http://ejournal.untag-smd.ac.id/index.php/TEK/article/view/4456/4323>.
- [15] W. Jaya, D Despa, and S Waluyo, "Pengaruh Kendaraan Bermuatan Lebih (Overloading) Terhadap Umur Rencana Jalan," in *Prosiding Seminar Nasional Keinsinyuran*, 2021, vol. 1, no. 1, pp. 1–12, [Online]. Available: snip.eng.unila.ac.id.
- [16] F. Yudaningrum and I. Ikhwanudin, "Identifikasi Jenis Kerusakan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Kedungmundu-Meteseh)," *Teknika*, vol. 12, no. 2, pp. 16–23, 2017, Doi: 10.26623/teknika.v12i2.638.
- [17] I. Wirnanda, R. Anggraini, and M. Isya, "Analisis Tingkat Kerusakan Jalan Dan Pengaruhnya Terhadap Kecepatan Kendaraan (Studi Kasus: Jalan Blang Bintang Lama Dan Jalan Teungku Hasan Dibakoi)," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 1, no. 3, pp. 617–626, 2018, [Online]. Available: <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JTS/article/view/10000/7892>.

- [18] A. Suraji, A. T. Sudjianto, R. Riman, and C. Aditya, "Pengaruh Beban Lebih (Overload) Kendaraan Berat Terhadap Faktor Ekuivalen Beban (VDF) Pada Ruas Jalan Caruban-Ngawi," in *Seminar Nasional II Teknik Sipil*, 2016, no. 2011, pp. 104–113.
- [19] I. Handayasari and R. D. Cahyani, "Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Umur Rencana Perkerasan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Soekarno Hatta Palembang)," *KILAT*, vol. 5, no. 1, pp. 25–32, 2016, Doi: 10.33322/kilat.v5i1.676.
- [20] O. Trindade, A. Suraji, and M. Cakrawala, "Analisis Pengaruh Beban Sumbu Kendaraan Niaga Pada Kondisi Beban Normal Terhadap Perkerasan Di Ruas Jalan Malang-Surabaya," in *Ciastech*, 2020, pp. 929–936, [Online]. Available: <https://publishing-widyagama.ac.id/ejournal-v2/index.php/ciastech/article/view/1991>.