

Analisis sisa umur rencana Jalan Baturinggit di wilayah Kubu Karangasem akibat adanya beban berlebih

Kadek Yoga Praba Desa¹, Anak Agung Gede Sumanjaya^{1,*}, Cokorda Agung Yujana¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Warmadewa, Denpasar, Bali, Indonesia

*Corresponding authors: agung.suman31@warmadewa.ac.id

Submitted: 7 August 2024, Revised: 24 December 2024, Accepted: 24 December 2024

ABSTRACT: Baturinggit Road is one of the main routes for shipping goods/materials involving overloaded vehicles. The more vehicles that pass, the greater the load that passes through the road, resulting in road damage. The purpose of this study was to analyze the remaining life of the road design caused by overloaded vehicles. The study was conducted for 3 days, starting from April 15, 2024 - April 17, 2024 at 08.00 WITA - 18.00 WITA on the Baturinggit Road section, Kubu District, Karangasem Regency, Bali Province. Based on the results of the study, it is known that the cumulative Vehicle Damage Factor (VDF) of normal loads during the 10-year Remaining Life (RL) is 10,658,570 ESAL while the cumulative VDF of excess loads during the 10-year RL is 28,727,670 ESAL. Based on calculations using the AASHTO 1993 method, the magnitude of the RL decrease that occurred was 291%, meaning that there was a decrease in RL of 7.45 years so that the percentage of cumulative VDF increase due to overloading was 169.53%. The percentage of vehicles with overloading that caused damage on the Baturinggit Road section included pickup trucks of 30%, light trucks of 59.80%, medium trucks of 119.52%, heavy trucks of 10% and 1.2-2 trailer trucks of 19.08%. The conclusion from the calculation results of the AASHTO 1993 method was a decrease in RL of 291% or equivalent to a loss of road life of 7.45 years from the initial design life. The impact of overloading on medium trucks is the focus of attention because of its very significant contribution to road damage.

KEYWORDS: AASHTO 1993; VDF; remaining road life.

ABSTRAK: Jalan Baturinggit merupakan salah satu jalur utama pengiriman barang/material yang melibatkan kendaraan muatan berlebih. Semakin banyak kendaraan yang melintas maka semakin besar beban yang melewati jalan tersebut sehingga mengakibatkan kerusakan jalan. Tujuan dilaksanakan penelitian ini yaitu untuk menganalisis sisa umur rencana jalan yang diakibatkan oleh adanya kendaraan yang bermuatan berlebih. Penelitian dilaksanakan selama 3 hari, mulai dari 15 April 2024 – 17 April 2024 pada pukul 08.00 Wita – 18.00 Wita di ruas jalan Baturinggit, Kecamatan Kubu, Kabupaten Karangasem, Provinsi Bali. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa besarnya Vehicle Damage Factor (VDF) kumulatif muatan normal selama Remaining Life (RL) 10 tahun adalah 10,658,570 ESAL sedangkan VDF kumulatif muatan berlebih selama RL 10 tahun adalah 28.727.670 ESAL. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan metode AASHTO 1993, besarnya penurunan RL yang terjadi yaitu 291%, artinya terjadi penurunan RL sebesar 7.45 tahun sehingga diperoleh persentase peningkatan VDF kumulatif akibat muatan berlebih sebesar 169.53%. Persentase kendaraan dengan muatan berlebih yang menyebabkan kerusakan di ruas Jalan Baturinggit meliputi mobil pickup sebesar 30%, truk ringan sebesar 59.80%, truk sedang sebesar 119.52%, truk berat sebesar 10% dan truk trailer 1.2-2 sebesar 19.08%. Kesimpulan dari hasil perhitungan metode AASHTO 1993 terjadi penurunan RL sebesar 291% atau setara dengan kehilangan masa pakai jalan sebesar 7.45 tahun dari umur rencana awal. Dampak muatan berlebih pada truk sedang menjadi fokus perhatian karena kontribusinya yang sangat signifikan terhadap kerusakan jalan.

KATA KUNCI: AASHTO 1993; VDF; sisa umur jalan.

© The Author(s) 2024. This article is distributed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International license.

1. PENDAHULUAN

Menurut UU No. 38 Tahun 2004, jalan didefinisikan sebagai prasarana transportasi darat yang meliputi seluruh bagian jalan, termasuk bangunan penunjang serta perlengkapan yang diperlukan bagi lalu lintas, yang letaknya di atas dan/atau bawah permukaan tanah dan/atau air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (Peraturan Presiden RI, 2004). Ruas jalan sering kali mengalami kerusakan yang disebabkan oleh beberapa faktor utama yang

meliputi: material konstruksi, lalu lintas, serta iklim. Secara fisik permukaan jalan yang mengalami keruakan berupa retakan, penurunan elevasi, serta lubang, dapat disebabkan akibat bertambahnya arus lalu lintas dan berkurangnya usia layanan jalan (Ariawan, Thanaya, et al., 2024). Kinerja perkerasan jalan pada penurunan elevasi/ *rutting* disebabkan akibat pembebahan lalu lintas serta retak akibat kondisi pembebahan berulang yang menyebabkan *fatigue* dari faktor material maupun beban (Ariawan, Wedagama,

et al., 2024; Thanaya et al., 2023). Tingginya Tingkat pertumbuhan lalu lintas menyebabkan jumlah kendaraan yang bermuatan melebihi batas yang diizinkan (*overload*) sehingga mempengaruhi kondisi infrastruktur jalan (Najib et al., 2022; Safitri et al., 2019; Sutrisno et al., 2022). Penurunan kualitas infrastruktur jalan sebagian besar disebabkan oleh kendaraan yang membawa muatan melebihi kapasitas dan menyebabkan kerusakan jalan (Laterissa et al., 2023; Safitri et al., 2021; Setyawan et al., 2023).

Jalan Baturinggit merupakan jalur utama pengiriman barang atau material dengan melibatkan kendaraan muatan berlebih sehingga semakin banyak kendaraan yang melintas maka semakin besar beban yang diterima. Seiring berjalannya waktu, Ruas Jalan Baturinggit, Kecamatan Kubu, Kabupaten Karangasem terindikasi mengalami kerusakan seperti jalan berlubang, retak pinggir, serta retak buaya. Kerusakan jalan diduga terjadi akibat besarnya volume lalu lintas dan kapasitas muatan terutama pada kendaraan yang melebihi kapasitas muatan izin besar yakni ≥ 8.16 ton. Besarnya pengaruh suatu beban sumbu kendaraan terhadap terjadinya kerusakan disebut dengan faktor perusak jalan/*Vehicle Damage Factor* (VDF) (Widodo, 2018). Beban berlebih pada kendaraan berpengaruh signifikan terhadap pengurangan masa layanan jalan dari umur rencana, karena nilai faktor VDF meningkat (Refi et al., 2021; Safitri et al., 2019; Wandi et al., 2016). Kerusakan jalan akibat beban berlebih sebelum akhir masa layanan dapat memperpendek durasi penggunaan jalan sesuai umur rencana, sehingga perlu dilakukan studi pada Ruas Jalan Baturinggit, Kecamatan Kubu, Kabupaten Karangasem.

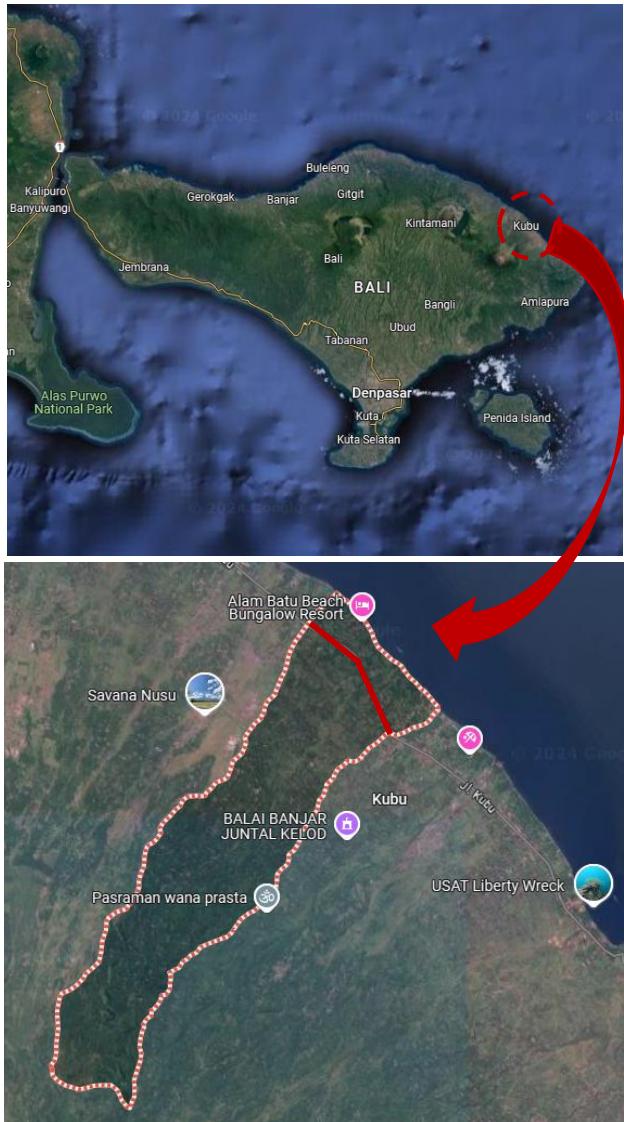
Beberapa studi terdahulu berkaitan kerusakan jalan karena beban berlebih dan berpengaruh pada umur rencana jalan sudah dilakukan. Penelitian dilakukan pada ruas jalan nasional yaitu JalanRaya Ahmad Yani yang terletak di Narmada, Kabupaten Lombok Barat, hasil analisis menunjukkan terjadi peningkatan nilai VDF kumulatif, kendaraan angkutan barang sebesar 67.01%, akibat muatan berlebih aktual serta dampak beban berlebih aktual, menyebabkan penurunan umur rencana, sebesar 30.65% atau selama 3.1 tahun (Karyawan et al., 2021). Penelitian pada perubahan volume lalu lintas pada ruas Jalan Ahmad Yani, jalan RTA Milono, Jalan Tjilik Riwut dan Jalan Yos Sudarso di kota Palangka Raya memberikan dampak terhadap kondisi jalan dan umur jalan (Putra et al., 2021). Perubahan volume lalu lintas pada ruas jalan Rajawali di kota Palangka Raya memberikan dampak terhadap kondisi jalan dan umur jalan, hasil analisis sisa umur rencana jalan, pada Ruas Jalan Rajawali dari arah Segmen (Simpang 4 Tinggang – Rajawali) mempunyai sisa umur yaitu 66.95 % dan dari jalan Rajawali dari arah Segmen (Simpang 4 Badak – Rajawali) mempunyai sisa umur yaitu 71.86 % (Bagaskara et al., 2022). Penelitian pada Ruas Jalan Manado – Bitung, hasil diperoleh persentase peningkatan nilai VDF kumulatif akibat muatan

berlebih sebesar 59.483%. Nilai *traffic design* diperkirakan akan berakhir pada tahun ke 7 atau terjadi pengurangan umur sekitar 2.8 tahun dari umur rencana 10 tahun (Safitri et al., 2019). Penelitian pada perkerasan lentur Jalan Kamarullah Kota Padang Panjang menunjukkan hasil jika umur Ruas Jalan Kamarullah telah berkurang 2.581 tahun, ESAL kumulatif rencana tersebut ialah 10,625,289.3 dan ESAL kumulatif untuk biaya berlebih ialah 16,906,251.7 (Hazifa et al., 2022). Perbedaan studi saat ini dari studi penelitian yang dipaparkan ialah terletak pada objek penelitian yaitu pada penelitian dilakukan pada Ruas Jalan Baturinggit, Kecamatan Kubu, Kabupaten Karangasem.

Kerusakan jalan yang terjadi sebelum masa layan habis dengan kondisi yang semakin memburuk akan memperpendek umur pakai jalan pada umur rencana. Banyaknya kendaraan yang melintas dan jalan terindikasi mengalami kerusakan pada Ruas Jalan Baturinggit, Kecamatan Kubu, Kabupaten Karangasem sehingga perlu dilakukan penelitian terkait beban berlebih yang berpengaruh pada umur rencana jalan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis sisa umur rencana jalan yang diakibatkan oleh adanya kendaraan yang bermuatan berlebih pada Ruas Jalan Baturinggit, Kecamatan Kubu, Kabupaten Karangasem. Studi ini dapat dijadikan referensi oleh badan pengelola jalan dalam merencanakan penanganan kerusakan jalan serta mengambil tindakan pemeliharaan dini untuk menjaga umur layanan jalan sehingga kerusakan jalan dapat segera diatasi, memastikan kenyamanan berlalu lintas. Studi ini juga memberikan wawasan penting tentang faktor-faktor yang memengaruhi kerusakan jalan secara langsung pada beban lalu lintas, dengan memahami faktor tersebut badan pengelola jalan dapat merancang solusi yang lebih efektif dan tepat sasaran untuk mengatasi masalah kerusakan jalan.

2. METODE

Studi ini dilakukan di Ruas Jalan Baturinggit, Kecamatan Kubu, Kabupaten Karangasem seperti ditampilkan pada Gambar 1. Fokus studi adalah menganalisis menganalisis sisa umur rencana jalan yang diakibatkan oleh adanya kendaraan yang bermuatan berlebih yang melintasi Ruas Jalan Baturinggit, Kecamatan Kubu, Kabupaten Karangasem, yang memiliki potensi memperpendek umur rencana ruas jalan. Untuk mendukung analisis, data lalu lintas harian rata-rata (LHR) dan jenis kendaraan yang melintas dikumpulkan melalui survei lalu lintas yang dilakukan selama periode tertentu. Data ini kemudian digunakan untuk menghitung beban sumbu ekivalen sebagai dasar dalam menganalisis penurunan sisa umur rencana jalan. Hasil analisis diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif tentang dampak muatan berlebih terhadap umur layanan jalan pada Ruas Jalan Baturinggit.



Gambar 1. Lokasi penelitian di Ruas Jalan Baturinggit, Kecamatan Kubu, Kabupaten Karangasem

2.1 Pengumpulan Data Studi

Rancangan penelitian yang digunakan pada analisis sisa umur rencana jalan dampak dari adanya beban berlebih yang berlokasi di ruas Jalan Baturinggit, Kecamatan Kubu, Kabupaten Karangasem, Provinsi Bali yaitu diawali dengan menentukan posisi *surveyor*, menghitung jumlah target penelitian dalam hal ini kendaraan yang melintasi Jalan Baturinggit menggunakan *trafficcounter* serta mencatat, mendokumentasikan dan menghitung hasil survei LHR kendaraan. Berdasarkan sumbernya, teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini ada dua yaitu data primer yang diperoleh melalui kegiatan survei dan data sekunder yang diperoleh dari literatur terkait. Data primer yang diperoleh berupa LHR di Jalan Baturinggit. Data sekunder yang diperoleh meliputi umur rencana jalan, beban kendaraan, berat muatan berlebih dan jumlah kendaraan dengan muatan berlebih.

2.2 Pengolahan dan Analisis Data Studi

Proses pengolahan dan analisis data mengikuti langkah-langkah yang digunakan untuk menganalisis sisa umur perkerasan lantai akibat beban berlebih sebagai berikut:

1. Menghitung total volume kendaraan yang melintas

Langkah pertama dalam analisis adalah menghitung volume lalu lintas berdasarkan jumlah kendaraan yang melintas di ruas jalan yang menjadi objek penelitian. Jumlah kendaraan dihitung untuk menentukan volume harian kendaraan yang lewat, yang dikenal dengan istilah Volume Lalu Lintas Harian/ LHR. Lalu lintas harian rata-rata merujuk pada jumlah kendaraan yang melewati suatu titik dalam satu hari, baik dari arah yang berbeda (Kementerian PUPR Dirjen Bina Marga, 2023). Proses menghitung LHR, diperlukan data jumlah kendaraan yang melintas setiap tahun, sehingga satuan LHR bisa digunakan untuk diolah lebih lanjut.

2. Menghitung volume kendaraan pada jam puncak (VJP)

Volume kendaraan pada waktu puncak dihitung untuk mengetahui beban puncak yang diterima oleh jalan. VJP merupakan volume kendaraan yang melintas dalam waktu tertentu pada saat arus lalu lintas mencapai nilai tertinggi, seperti jam sibuk pagi atau sore hari. Nilai VJP dapat dihitung dengan pendekatan menggunakan Persamaan 1.

$$LHR = \left(\frac{VJP}{k} \right) \quad (1)$$

dimana LHR adalah lalu lintas harian rata-rata, VJP adalah volume jam perencana, k adalah faktor pengali.

3. Menghitung perkembangan lalu lintas berdasarkan data LHR

Lahngkah selanjutnya dilakukan perhitungan perkembangan lalu lintas dengan menggunakan data LHR dari tahun dasar hingga tahun yang dituju/ tahun rencana. Penghitungan ini memungkinkan kita untuk mengetahui tren peningkatan jumlah kendaraan dari tahun ke tahun. Perkembangan lalu lintas dicari dengan Persamaan 2.

$$i = \left(\sqrt[n]{\frac{LHR_n}{LHR_0}} \right) - 1 \quad (2)$$

Dimana i adalah nilai perkembangan lalu lintas, LHR_n adalah nilai LHR tahun saat ini, LHR₀ adalah nilai LHR pada tahun ke-0.

4. Menghitung faktor ekuivalen beban kendaraan/ VDF

Angka ekuivalen setiap jenis kendaraan dihitung berdasarkan beban sumbu kendaraan.

Penghitungan ini dilakukan memungkinkan kita untuk mengetahui dampak setiap jenis kendaraan terhadap perkerasan jalan. Setiap jenis kendaraan memiliki beban yang berbeda pada jalan, dan perhitungan angka ekuivalen ini digunakan untuk mengonversi beban kendaraan menjadi satuan yang sama. Angka ekuivalen beban sumbu kendaraan menggambarkan perbandingan antara tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu atau lebih sumbu kendaraan dengan kerusakan yang dihasilkan oleh beban sumbu tunggal standar yang berbobot 8.16 ton (18,000 lb) (Nurkholis, 2018). Nilai ekuivalen untuk setiap kendaraan tertentu dihitung dengan menggunakan Persamaan 3 dan Persamaan 4.

a. Angka ekivalen sumbu Tunggal

$$E = 1 \times \left(\frac{L}{8160} \right)^4 \quad (3)$$

b. Angka ekivalen sumbu ganda

$$E = 0.086 \times \left(\frac{L}{8160} \right)^4 \quad (4)$$

dimana E adalah angka ekivalen sumbu, L adalah beban sumbu kendaraan.

5. Menghitung nilai kumulatif ESAL

ESAL atau beban sumbu tunggal ekivalen kumulatif ialah total akumulasi beban sumbu lalu lintas selama masa rencana (Kementerian PUPR Dirjen Bina Marga, 2024). ESAL akan dipakai sebagai indikator utama dalam desain perkerasan jalan, karena menunjukkan tingkat kerusakan yang dapat dihasilkan oleh kendaraan yang melintas. Perhitungan kumulatif ESAL menggunakan Persamaan 5 dan Persamaan 6.

$$ESA = (\sum_{\text{jenis kendaraan}} LHR \times VDF \times DL) \quad (5)$$

$$ESAL = ESA \times 365 \times i \quad (6)$$

Dimana ESA adalah ekivalen sumbu standar lintasan untuk satu hari, ESAL adalah kumulatif beban sumbu tunggal sepanjang usia rencana, LHR adalah lalu lintas harian rata-rata untuk jenis kendaraan tertentu, VDF adalah faktor ekivalen beban, DL adalah faktor distribusi lajur, i adalah nilai perkembangan lalu lintas.

6. Menghitung pengaruh beban berlebih terhadap umur layanan jalan

Setelah menghitung nilai ESAL untuk semua jenis kendaraan, langkah selanjutnya adalah mencari perbedaan antara nilai kumulatif ESAL. Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana beban yang diterima oleh perkerasan jalan berbeda antara kendaraan dengan muatan berlebih dan kendaraan standar. Langkah akhir ialah menghitung seberapa cepat masa layanan jalan berkurang akibat beban berlebih. Dalam

langkah ini, perbandingan antara nilai ESAL rencana dan ESAL *overload* dilakukan untuk menentukan persentase penurunan masa pakai jalan. Perhitungan persentase muatan yang melanggar pada setiap kendaraan menggunakan Persamaan 7. Perhitungan nilai persentase peningkatan VDF kumulatif akibat muatan berlebih menggunakan Persamaan 8. Perhitungan persentase sisa umur rencana menggunakan Persamaan 9.

$$\% \text{ Muatan berlebih} = \frac{HP - JBI}{JBI} \times 100\% \quad (7)$$

$$\% \text{ Peningkatan VDF} = \frac{P \text{ VDF}}{\text{Tot. VDFn}} \times 100\% \quad (8)$$

$$RL = 100 \left[1 - \left(\frac{N_p}{N_{1.5}} \right) \right] \quad (9)$$

Dimana HP adalah hasil penimbangan, JBL adalah berat muatan normal, P VDF adalah peningkatan VDF, Tot. VDFn adalah total VDF kumulatif normal, RL adalah persentase sisa umur rencana, Np adalah kumulatif ESAL per tahun, N_{1.5} adalah kumulatif ESAL tahun terakhir umur rencana.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jalan Baturinggit, Kecamatan Kubu, Kabupaten Karangasem memiliki panjang 2.65 km dan lebar 6 m dengan tipe lapisan perkerasan AC-WC. Jalan tersebut memiliki tipe jalan satu jalur, dua lajur, dua arah tak terbagi (2/2TT). Berdasarkan fungsinya, jalan Baturinggit disebut sebagai jalan kolektor dalam kategori IIIA yang dilintasi oleh angkutan pengumpul yang memiliki perjalanan jarak sedang dan kecepatan rata-rata sedang dengan batas maksimum muatan sumbu sebesar 8 ton. Analisis sisa umur rencana jalan dampak dari adanya kendaraan dengan muatan berlebih diawali dengan perhitungan volume lalu lintas Jalan Baturinggit.

3.1 Volume Lalu Lintas

Perhitungan volume lalu lintas yang umum digunakan yaitu LHR. Ruas jalan Baturinggit termasuk kedalam tipe 2/2UD sehingga faktor ekuivalen mobil penumpang (emp) yang digunakan untuk jenis kendaraan HV adalah 1,3 dan LV adalah 1 serta MC adalah 0,4. Penelitian dilakukan selama 12 jam dalam 1 hari dengan interval waktu 15 menit dan jam puncak yakni 1 jam. Berdasarkan hasil analisis volume kendaraan, nilai SMP/jam tertinggi sebesar 1,052.2 terjadi pada hari ke-1 dengan volume kendaraan jam puncak pada pukul 12.45 – 13.45 WITA dengan arus jam puncak sebanyak 17,911 kendaraan/hari pada 11,691 SMP/jam. Perhitungan volume lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisa volume jam puncak kendaraan

		Jenis Kendaraan								Total
		MC	LV			HV				
Interval Waktu 15 Menit		Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Pick Up	Truk Ringan	Bus	Truk Sedang	Truk Berat	Truk 1.2-2	
12:45:00 - 13:00:00		221	75	43	21	0	4	3	2	369
13:00:00 - 13:15:00		274	96	54	33	0	5	3	2	467
13:15:00 - 13:30:00		259	88	52	19	0	6	4	0	428
13:30:00 - 13:45:00		201	67	55	10	0	8	4	3	348
Jumlah		382	326	955	326	204	83	0	23	14

Tabel 1. Volume jumlah setiap jenis kendaraan (SMP)

		Jenis Kendaraan								Total
		MC	LV			HV				
Interval Waktu 15 Menit		Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Pick Up	Truk Ringan	Bus	Truk Sedang	Truk Berat	Truk 1.2-2	
12:45:00 - 13:00:00		88.4	75	43	21	0	5.2	3.9	2.6	239.1
13:00:00 - 13:15:00		109.6	96	54	33	0	6.5	3.9	2.6	305.6
13:15:00 - 13:30:00		103.6	88	52	19	0	7.8	5.2	0	275.6
13:30:00 - 13:45:00		80.4	67	55	10	0	10.4	5.2	3.9	231.9
Jumlah		382	326	204	83	0	29.9	18.2	9.1	

Tabel 2. LHR tahun 2024 Jalan Baturinggit

No	Jenis kendaraan	VJP			k	LHR		Volume Lalu Lintas di Tahun 2024	
		Kendaraan	SMP			Kendaraan	SMP	Kendaraan	SMP
1	Sepeda Motor	955	382	0.09	10611.11	4244.44	3873056	1549222	
2	Mobil Pribadi	326	326	0.09	3622.22	3622.22	1322111	1322111	
3	Pick Up	204	204	0.09	2266.67	2266.67	827333	827333	
4	Truk Ringan	83	83	0.09	922.22	922.22	336611	336611	
5	Bus	0	0	0.09	0.00	0.00	0	0	
6	Truk Sedang	23	29.9	0.09	255.56	332.22	93278	121261	
7	Truk Berat	14	18.2	0.09	155.56	202.22	56778	73811	
8	Truk 1.2-2	7	9.1	0.09	77.78	101.11	28389	36906	
	Total	1612	1052.2		17911	11691	6537556	4267256	

3.2 Beban Kendaraan

Berdasarkan analisis, diketahui bahwa terdapat berbagai jenis kendaraan dengan muatan berlebih melintasi ruas jalan Baturinggit yang diduga mengakibatkan kerusakan. Persentase muatan berlebih pada setiap kendaraan tersebut. Berat muatan kendaraan dapat dilihat pada Tabel 4. Jumlah kendaraan muatan berlebih dilihat pada Tabel 5. Persentase muatan berlebih pada setiap kendaraan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 3. Berat muatan kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Berat Muatan Normal (kg)	Berat Muatan Berlebih (kg)
1	Pick Up	2,100	2,730
2	Truk Ringan	5,100	8,150
3	Truk Sedang	8,300	18,220
4	Truk Besar	25,000	27,500
5	Truk Trailer 1.2-2	26,200	31,200

Tabel 4. Jumlah kendaraan muatan berlebih

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan dengan Muatan Berlebih per-Hari	Jumlah Kendaraan dengan Muatan Berlebih per-Tahun
1	Pick Up	112	40,880
2	Truk Ringan	265	96,725
3	Truk Sedang	270	95,550
4	Truk Besar	231	84,315
5	Truk Trailer 1.2-2	36	13,140

Tabel 5. Persentase muatan berlebih pada setiap kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Muatan Berlebih (%)
1	Pick Up	30
2	Truk Ringan	59.80
3	Truk Sedang	119.52
4	Truk Besar	10
5	Truk Trailer 1.2-2	19.08

3.3 Vehicle Damage Factor (VDF)

VDF didefinisikan sebagai besarnya massa sumbu kendaraan yang mengakibatkan terjadinya kerusakan. Berdasarkan analisis, diketahui bahwa VDF kumulatif muatan normal selama RL 10 tahun yaitu 10,658,570 ESAL dan VDF kumulatif muatan berlebih selama RL 10 tahun yaitu 28,727,670 ESAL. Sehingga, besarnya persentase peningkatan VDF kumulatif yang dihasilkan akibat adanya muatan berlebih aktual yaitu 169.53%.

3.4 Penurunan Umur Rencana

Berdasarkan data LHR tahun 2024-2033 maka dapat dihitung nilai Np (ESAL) dan N_{1,5} (ESAL) selama tahun 2024-2033 yang digunakan untuk menentukan persentase penurunan umur rencana (RL). Berdasarkan analisis, besarnya persentase penurunan RL pada kendaraan dengan muatan normal yaitu diringkas pada Tabel 7. Berdasarkan data LHR tahun 2024-2033 yang maka dapat dihitung nilai Np (ESAL) dan N_{1,5} (ESAL) selama tahun 2024-2033 yang digunakan untuk menentukan persentase penurunan RL pada muatan berlebih. Berdasarkan analisis, persentase penurunan RL pada kendaraan dengan muatan berlebih yaitu diringkas pada Tabel 8.

Tabel 6. Persentase penurunan umur rencana pada muatan normal

No	Tahun	Np (ESAL)	N _{1,5} (ESAL)	RL (%)
1	2024	2920.158	8507.768	65.68%
2	2025	3038.132	8507.768	64.29%
3	2026	3224.091	8507.768	62.10%
4	2027	3489.859	8507.768	58.98%
5	2028	3853.087	8507.768	54.71%
6	2029	4339.201	8507.768	49.00%
7	2030	4984.378	8507.768	41.41%
8	2031	5839.994	8507.768	31.36%
9	2032	6979.333	8507.768	17.97%
10	2033	8507.768	8507.768	0.00%

Tabel 7. Persentase penurunan umur rencana pada muatan berlebih

No	Tahun	Np (ESAL)	N _{1,5} (ESAL)	RI (%)
1	2024	7912.088	8507.768	7.00%
2	2025	8231.737	8507.768	3.24%
3	2026	8735.585	8507.768	-2.68%
4	2027	9455.678	8507.768	-11.14%
5	2028	10439.83	8507.768	-22.71%
6	2029	11756.95	8507.768	-38.19%
7	2030	13505.04	8507.768	-58.74%
8	2031	15823.3	8507.768	-85.99%
9	2032	18910.31	8507.768	-122.27%
10	2033	23051.56	8507.768	-170.95%

Berdasarkan Tabel diatas diketahui bahwa pada muatan berlebih, nilai RI pada saat persentase RI adalah 0% terjadi pada tahun ke-2 dan ke-3. Persentase RI pada tahun ke-2 adalah 3.24% dan tahun ke-3 adalah -2.68%. Sehingga, nilai penurunan RI yang dihitung menggunakan metode AASHTO 1993 yaitu 7.45 tahun dengan persentase penurunan sebesar 291%

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa besarnya VDF kumulatif muatan normal selama RI 10 tahun adalah 10,658,570 ESAL sedangkan VDF kumulatif muatan berlebih selama RL 10 tahun adalah 28,727,670 ESAL. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan metode AASHTO 1993 penurunan RL yang terjadi yaitu sebesar 291%, artinya terjadi penurunan RL sebesar 7.45 tahun sehingga diperoleh persentase peningkatan VDF kumulatif akibat muatan berlebih sebesar 169.53%. Persentase kendaraan

dengan muatan berlebih yang menyebabkan kerusakan meliputi mobil *pickup* sebesar 30%, truk ringan sebesar 59.80%, truk sedang sebesar 119.52%, truk berat sebesar 10% dan truk trailer 1.2-2 sebesar 19.08%.

Saran yang dapat disampaikan pada penelitian ini yaitu untuk penelitian lebih lanjut dapat difokuskan pada pengembangan model yang lebih akurat untuk memprediksi pengaruh beban berlebih terhadap penurunan RL, dengan mempertimbangkan variasi tipe kendaraan, intensitas lalu lintas, dan kondisi lingkungan lokal di wilayah Karangasem. Penelitian kebijakan dapat dilakukan untuk menganalisis efektivitas regulasi beban kendaraan khususnya di Kabupaten Karangasem, Provinsi Bali, dan mengusulkan kebijakan baru yang lebih efektif berdasarkan data empiris.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariawan, I. M. A., Thanaya, I. N. A., Wibawa, I. P. C., & Dewi, N. S. P. S. (2024). Penilaian Kondisi Perkerasan Jalan Dengan Metode SDI Dan IRI Menggunakan Aplikasi RoadLabPro. *KoNTekS Ke-18 Kupang*, 24 – 26 Oktober 2024.
- Ariawan, I. M. A., Wedagama, D. M. P., Elizar, Genta Putra, K. A., & Wibawa, I. P. C. (2024). Mechanistic Characteristics of HRS-WC Mixture Using Tabas Stone Waste Coated With Plastic Waste As Aggregate. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 9(3), 363–371. <https://doi.org/10.25299/jgeet.2024.9.3.14701>
- Bagaskara, R., Riani, D., & Murniati, M. (2022). Kinerja Sisa Umur Rencana Jalan Berdasarkan Pertumbuhan Lalu Lintas Di Kota Palangka Raya. *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 4(2), 194. <https://doi.org/10.31602/jk.v4i2.6426>
- Hazifa, Nurdin, A., & Kumalasari, D. (2022). Analisa Dampak Beban Kendaraan terhadap Kerusakan serta Umur Rencana Jalan (Studi Kasus Perkerasan Lentur Jl. Kamarullah Kota Padang Panjang). *Jurnal Teknik*, 16(2).
- Karyawan, I. D. M. A., Hasyim, & Faqih, K. (2021). Penurunan Masa Pelayanan Jalan Akibat Kendaraan Dengan Beban Berlebih. *Paduraksa: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 10(1), 56–69. <https://doi.org/10.22225/pd.10.1.2292.56-69>
- Kementerian PUPR Dirjen Bina Marga. (2023). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)*.
- Kementerian PUPR Dirjen Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan 2024*.
- Laterissa, D. I., Walsen, S., & Istia, P. (2023). Analisis Kerusakan Jalan Dan Pengaruhnya Terhadap Umur Rencana Serta Penanggulangannya Pada Jalan Halulu Kecamatan Tehoru Maluku Tengah. *Jurnal Simetrik*, 12(2), 561–567. <https://doi.org/10.31959/js.v12i2.840>
- Najib, M. H., Rosdiyani, T., & Sari, F. A. (2022). Analisa Volume Beban Berlebih Kendaraan Terhadap Penurunan Umur Rencana Jalan. *Journal of Sustainable Civil Engineering (JOSCE)*, 4(02). <https://doi.org/10.47080/josce.v4i02.2141>
- Putra, N. M., Sitonga, S. P., & Robby, R. (2021). Analisis Sisa Umur Rencana Jalan Berdasarkan Pertumbuhan Lalu Lintas Di Kota Palangka Raya. *Jurnal Teknika: Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Keteknikan*, 4(2), 155–164. <https://doi.org/10.52868/jt.v4i2.2729>
- Nurkholis, H. (2018). *Analisis Beban Berlebih Kendaraan pada Perkerasan Lentur terhadap Penurunan Umur Rencana Perkerasan Jalan* [Skripsi]. Universitas Islam Indonesia.
- Peraturan Presiden RI. (2004). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan*.
- Refi, A., Roza, A., JF, A. P., Salsabila, K. N., & Rusli, A. M. (2021). Analisa Pengaruh Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan dan Umur Rencana Jalan. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 18(1), 27–40. <https://doi.org/10.30630/jirs.v18i1.521>
- Safitra, P. A., Sendow, T. K., & Pandey, S. V. P. (2019). Analisa Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Umur Rencana Jalan (Studi Kasus: Ruas Jalan Manado - Bitung). *Jurnal Sipil Statik*, 7(3), 319–328.
- Safitri, A., Najimuddin, D., & Padusung. (2021). Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Jalan Lintas Plampang-Labangka. *Jurnal Sainteka*, 2(1), 1–7. <https://doi.org/10.5840/sainteka.v2i1.330>
- Setyawan, A., Febriviani, O., & Handayani, F. S. (2023). Evaluasi Nilai Kondisi Perkerasan Jalan Nasional Dengan Metode Pavement Condition Index (PCI) (Studi Kasus : Ruas Jalan Lingkar Demak, Jalan Losari (Batas Prov. Jawa Barat)-Pejagan, dan Jalan Batas Kota Rembang-Bulu (batas Prov. Jawa Timur)). *Matriks Teknik Sipil*, 11(1), 16. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v1i1.64685>
- Sutrisno, W., Beti, K. D., Wowa, P. R., & Sulistyorini, D. (2022). Analisis dampak beban berlebih (overload) kendaraan terhadap umur rencana perkerasan jalan menggunakan metode Aashto (Studi kasus: Jalan Yogyakarta-Prambanan). *Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat 2022*, 852–862.
- Thanaya, I. N. A., Ariawan, I. M. A., & Wibawa, I. P. C. (2023). Analisis Karakteristik Campuran Laston Menggunakan Material Perkerasan Jalan Lama Dengan Peremaja Limbah Minyak Goreng. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 28(2), 230–240. <https://doi.org/10.14710/mkts.v28i2.48137>
- Wandi, A., Saleh, S. M., & Isya, M. (2016). Analisis Kerusakan Jalan Akibat Beban Berlebih (Studi Kasus Jalan Banda Aceh-Meulaboh KM. 69 S/D KM. 150). *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala*, 5(3), 317–328.
- Widodo, A. D. (2018). *Evaluasi Kondisi Perkerasan Dan Prediksi Sisa Umur Perkerasan Lentur Dengan Metode Pavement Condition Index, Bina Marga Dan Metode Mekanistik- Empirik Dengan Program Kenpave* (Studi kasus Ruas Jalan Magelang – Yogyakarta Sta 11±000 – Sta 12±000) [Tesis]. Universitas Islam Indonesia.