

ANALISA VOLUME BEBAN BERLEBIH KENDARAAN Terhadap PENURUNAN UMUR RENCANA JALAN

Mafahirunnajib¹, Telly Rosdiyani², Fitri Aida Sari³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Banten Jaya, Jl. Raya Ciwaru II No.73 Kota Serang, Banten

Email: mafahirunnajib98@gmail.com

Email: tellyrosdiyani004@gmail.com

Email: fitriaidasari@unbaja.ac.id

ABSTRAK

Jalan merupakan prasarana transportasi yang sangat berarti bagi masyarakat untuk memindahkan manusia ataupun barang. Jalan Raya Bojonegara merupakan jalan beton (*Rigid Pavement*) dengan kondisi jalan sering terjadi kerusakan akibat kelebihan beban kendaraan. Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui angka beban ESAL kendaraan, untuk mengetahui jenis kerusakan jalan dan untuk mengetahui persentase penurunan umur perkerasan jalan. Metode perhitungan yang digunakan yaitu metode AASHTO 1993 sedangkan metode pencarian data lapangan menggunakan metode kualitatif yaitu mencari data primer dan sekunder dengan berupa data lalu-lintas harian rata-rata dan jenis kerusakan jalan. Berdasarkan hasil survei lapangan dengan pengambilan data primer dan sekunder didapat 9.732 kendaraan dan berdasarkan hasil survei kerusakan jalan terdapat jenis kerusakan seperti retak pumping, retak sudut, retak melintang, retak berlubang dan retak remek. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode AASHTO 1993 dengan rumus *reaming life*, persentase penurunan umur perkerasan jalan yang direncanakan pada tahun 2016 sampai akhir umur rencana pada tahun 2035 mendapatkan persentase penurunan sebesar 81,44 % dan mengalami penurunan masa pelayanan di tahun ke 8 dari awal tahun pembuatan jalan.

Kata Kunci: Beban berlebih kendaraan, Penurunan umur rencana.

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi yang sangat berarti bagi masyarakat untuk memindahkan manusia atau barang dari suatu lokasi ke lokasi lain dengan cara aman dan harga yang wajar. Susunan perkerasan jalan dibedakan menjadi 2, yaitu susunan perkerasan lentur serta susunan perkerasan kaku. Perkerasan lentur yakni perkerasan memakai aspal sebagai bahan pengikat pasir serta split. Perkerasan kaku ialah perkerasan yang memakai bahan pengikat semen *portland* untuk struktur utama serta susunan permukaan yang biasa disebut perkerasan beton semen (*Rigid Pavement*) (Agustyawan & Hartantyo, 2016). Perkerasan kaku bahan yang dipakai semen sebagai pengikat perkerasan beton ini tidak fleksibel serta mempunyai modulus elastisitas yang berlebihan dalam arah tertentu (Sentosa & Roza, 2012). Seiring dengan tingkat kepadatan volume lalu lintas yang melintas di jalan beton, tentunya terdapat permasalahan yang sering muncul di jalan tersebut, diantaranya kerusakan pada bagian konstruksi jalan, salah satu penyebab dari kerusakan tersebut adalah kendaraan yang melebihi dari batas kapasitas. Secara definisi beban berlebih adalah suatu kondisi beban ganda kendaraan melebihi beban standar yang digunakan pada asumsi desain perkerasan jalan atau jumlah lintasan operasional, sedangkan umur rencana perkerasan jalan adalah jumlah beban kendaraan lalu lintas *Ekivalen Single Axle Load* (ESAL). Kecepatan rencana (VR) ialah kecepatan yang ditunjuk sebagai dasar untuk penyusunan geometrik jalan yang membolehkan kendaraan bergerak dengan nyaman serta aman (Sukirman, 1999). Kendaraan rencana merupakan suatu ukuran kendaraan guna keperluan perencanaan geometrik jalan (Badan Standarisasi Nasional, 2004). Jalan Raya Bojonegara merupakan jalan beton (*Rigid Pavement*) dengan kelas jalan arteri dengan kondisi jalan yang mengalami kerusakan. Jalan Raya Bojonegara merupakan akses jalan utama yang di lalui oleh jenis kendaraan, dengan volume kendaraan yang tinggi samapai kendaran yang rendah, seperti kendaraan pengangkut barang dari berukuran besar sampai berukuran kecil, akibat dari kendaraan tersebut umur rencana jalan mengalami penurunan. Kerusakan pada Jalan Raya Bojonegara disebabkan oleh banyaknya

kendaraan dengan muatan berlebihan (*overloading*) yang mengakibatkan beberapa kerusakan jalan seperti retak pumping, retak sudut, retak berlubang, dan retak remek.

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui seberapa besar angka beban kumulatif ESAL pada Jalan Raya Bojonegara.
2. Untuk mengetahui jenis kerusakan apa saja yang terjadi pada Jalan Raya Bojonegara.
3. Untuk mengetahui berapa persentase penurunan umur perkerasan jalan pada Jalan Raya Bojonegara.

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambahkan wawasan serta penjelasan dalam bidang Teknik Sipil, terutama tentang analisa volume beban berlebih kendaraan terhadap penurunan umur rencana jalan.
2. Memberikan bahan referensi tentang analisa volume beban berlebih kendaraan terhadap penuguran usia rencana jalan kepada mahasiswa teknik sipil dan mahasiswa lainnya.
3. Menjadi acuan desain pembuatan jalan sehingga memberikan kenyamanan kepada pengendara jalan raya selama umur rencana.

2. METODOLOGI

Dalam penelitian ini berlokasi di Jalan Raya Bojonegara Kabupaten Serang Provinsi Banten. tahap pertama pada penelitian ini adalah tahap persiapan, sebelum dilakukan pengumpulan dan pengolahan data tentunya diperlukan tahap persiapan. Adapun tahapan yang diperlukan dalam metode penelitian yaitu: Menentukan lokasi perhitungan jenis kendaraan. Lokasi perhitungan kendaraan tepat pada samping *Indomart* berdekatan dengan SPBU Jalan Raya Bojonegara, sedangkan untuk lokasi meninjau jenis kerusakan jalan tepat pada titik awal pasar bojonegara sampai titik akhir yaitu SPBU Bojonegara dengan panjang segmen yang diteliti 2 km.

Waktu penelitian untuk mencari data lalu lintas harian rata-rata (LHR) yaitu 3 hari, senin, kamis dan sabtu, hari senin dan kamis mewakili hari kerja dan hari sabtu mewakili hari libur/*weekend* dengan durasi masing-masing 12 jam dimulai dari jam 06:00 WIB sampai jam 18:00 WIB, jam 06:00 mewakili jam puncak pagi sedangkan jam 18:00 jam puncak pulang kerja dan menjelang malam. Sedangkan untuk mencari data jenis kerusakan jalan diambil 1 hari yaitu hari kamis. Untuk standar keamanan pengukuran jenis kerusakan yaitu ada 2 orang 1 orang untuk memastikan kendaraan serta mendokumentasi dan 1 orang untuk mengukur kerusakan jalan, pengukuran kerusakan jalan menunggu kendaraan tidak begitu banyak sehingga bisa mengukur kondisi jalan. Untuk perhitungan lalu lintas harian rata-rata standar keamanan yaitu berada di tepi jalan agar tidak terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan. Surveyor yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu ada 4 orang, surveyor pertama bertugas mengukur jenis kerusakan jalan, surveyor kedua menghitung jenis kendaraan, surveyor ke tiga bertugas sebagai dokumentasi dan surveyor ke empat bertugas sebagai pergantian dan memastikan formulir survei agar tidak terjadinya kekurangan.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif. Kualitatif deskriptif yaitu penelitian dengan berupa data fakta yang ada di lapangan. Metode yang digunakan untuk analisa data yaitu menggunakan metode *American Association Of State Highway And Transportation Officials* (AASHTO 1993). Pelaksanaan penelitian dilakukan secara langsung di lapangan. Adapun kebutuhan data dalam penelitian ini yaitu memerlukan data primer dan sekunder. Data primer yaitu data yang didapat dari lokasi penelitian dengan melakukan survei langsung dilokasi penelitian dengan berupa perhitungan lalu lintas harian rata-rata (LHR) dan meninjau jenis kerusakan jalan. Sedangkan data sekunder yaitu data didapat dari Dinas Pekerjaan Umum Perencanaan Jalan Nasional Banten (P2JN) berupa data lalu lintas harian rata-rata tahun awal pembangunan yaitu tahun 2016. Setelah data terkumpul selanjutnya menganalisa data tersebut dengan menghitung angka kumulatif beban ESAL kendaraan dan meninjau jenis kerusakan jalan dan menghitung persentase penurunan umur rencana jalan.

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: Format data perhitungan kendaraan dan format kerusakan Jalan, alat yang digunakan: buku, pensil, kamera untuk dokumentasi, kalkulator, meteran.

Untuk mencari nilai kumulatif ESAL menggunakan rumus 1 sebagai berikut:

$$W_{18} = \text{ESAL} \times D_D \times D_L \times 365 \quad (1)$$

Untuk menghitung sisa umur jalan menggunakan rumus 2 *Reaming Life* sebagai berikut:

$$RL = 100 \left[1 - \left(\frac{NP}{N_{1,5}} \right) \right] \quad (2)$$

3. DATA DAN ANALISA

Berdasarkan data primer dan sekunder diperoleh dari hasil survei langsung di lokasi Jalan Raya Bojonegara serta data sekunder yang didapat dari Perencanaan Jalan Nasional Banten (P2JN), maka selanjutnya dapat menganalisa:

- Perhitungan angka beban kumulatif ESAL
- Meninjau jenis kerusakan jalan
- Menghitung persentase penurunan umur rencana jalan

a. Perhitungan Angka Beban Kumulatif ESAL

Berdasarkan data lalu lintas pada Perencanaan Jalan Nasional wilayah Kabupaten Serang di ruas Jalan Raya Bojonegara diperoleh dari hasil survei volume lalu lintas kendaraan dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1 Volume Lalu Lintas Kendaraan (LHR) pada Lokasi Jalan Raya Bojonegara Tahun 2016

No.	Jenis Kendaraan	Golongan Kendaraan	LHR
1	Sedan, Jeep, St.wagon	2	825
2	Pick Up, Combi	3	658
3	Truck 2 as mobil hantaran	4	650
4	Bus Kecil	5a	18
5	Bus Besar	5b	16
6	Truck 2 as	6	300
7	Truck 3 as	7a	1.164
8	Truck 4 as, truck gandengan	7b	2
9	Truck S. (Trailer)	7c	80

(Sumber: P2JN 2016)

Tabel 2 Nilai ESAL Jalan Raya Bojonegara 2016

No.	Jenis Kendaraan	LHR	Angka Ekvivalen (AE)	ESAL
1	Sedan, Jeep, St.wagon	825	0,0005	0,4125
2	Pick Up, Combi	658	0,2174	143,0492
3	Truck 2 as mobil hantaran	650	0,2174	141,31
4	Bus Kecil	18	0,2174	3,9132
5	Bus Besar	16	0,3006	4,8096
6	Truck 2 as	300	2,4159	724,77
7	Truck 3 as	1.164	2,7416	3.191,2224
8	Truck 4 as, truck gandeng	2	3,9083	7,8166
9	Truck S. (Trailer)	80	4,1718	333,744
Total				4.551,047

(Sumber: Hasil Analisa, 2016)

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat di atas hasil survei jalan Raya Bojonegara Kabupaten Serang tahun 2016 tabel 1 digunakan untuk mengetahui angka beban ESAL pada tahun awal pembuatan jalan, nilai LHR yang paling tinggi yaitu *Truck 3* sumbu sebesar 1.164 kendaraan dan nilai yang terkecil yaitu *truck 4* sumbu sebesar 2 kendaraan.

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat nilai jumlah total keseluruhan beban ESAL kendaraan dengan total keseluruhan 4.551,047 SAL, selanjutnya menghitung nilai kumulatif ESAL dengan menggunakan rumus 1 perhitungan kumulatif ESAL sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 W_{18} &= \text{ESAL} \times D_D \times D_L \times 365 \\
 &= 4.551,047 \times 0,5 \times 0,9 \times 365 \\
 &= 747.509,469 \text{ CESAL}
 \end{aligned}$$

Diperoleh dari perhitungan W_{18} diatas didapat nilai beban kumulatif ESAL untuk Jalan Raya Bojonegara pada Tahun 2016 senilai 747.509,469 CESAL.

Tabel 3 Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata Kendaraan (LHR) pada Lokasi Jalan Raya Bojonegara Tahun 2022

No.	Jenis Kendaraan	Golongan Kendaraan	LHR
1	Sedan, <i>Jeep</i> , <i>St.wagon</i>	2	3.573
2	<i>Pick Up</i> , <i>Combi</i>	3	828
3	<i>Truck</i> 2 as mobil hantaran (blkng 2 ban)	4	1.735
4	Bus Kecil	5a	34
5	Bus Besar	5b	60
6	<i>Truck</i> 2 as (blkng 4 ban)	6	464
7	<i>Truck</i> 3 as	7a	2.720
8	<i>Truck</i> 4 as, <i>truck</i> gandengam	7b	178
9	<i>Truck</i> S. (Trailer)	7c	140

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat diatas menerangkan hasil survei lalu lintas harian LHR didapat nilai dari masing-masing kendaraan tahun 2022 dengan jenis kendaraan tertinggi yaitu kendaraan sedan jeep, St wagon sebanyak 3.573 kendaraan, kendaraan yang sedang truck 3 sumbu sebanyak 2.720 kendaraan, dan nilai terendah yaitu bus kecil sebanyak 34 kendaraan.

Tabel 4 Nilai ESAL Jalan Raya Bojonegara 2022

No.	Jenis Kendaraan	LHR	Angka Ekvivalen (AE)	ESAL
1	Sedan, <i>Jeep</i> , <i>St.wagon</i>	3.573	0,0005	1,7865
2	<i>Pick Up</i> , <i>Combi</i>	825	0,2174	179,355
3	<i>Truck</i> 2 as mobil hantaran	1.735	0,2174	377,189
4	Bus Kecil	34	0,2174	7,3916
5	Bus Besar	60	0,3006	18,036
6	<i>Truck</i> 2 as	464	2,4159	1.120,9776
7	<i>Truck</i> 3 as	2.720	2,7416	7.457,152
8	<i>Truck</i> 4 as, <i>truck</i> gandeng	178	3,9083	695,6774
9	<i>Truck</i> S. (Trailer)	140	4,1718	584,052
Total				10.441,617

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat di atas nilai jumlah total keseluruhan beban ESAL kendaraan hasil dari lalu lintas harian dikalikan dengan angka ekivalensi kendaraan (*Vehice damage factor*) dengan total keseluruhan 10.441,617 selanjutnya menghitung nilai kumulatif ESAL sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 W_{18} &= \text{ESAL} \times D_D \times D_L \times 365 \\
 &= 10.441,617 \times 0,5 \times 0,9 \times 365 \\
 &= 1.715.035,592 \text{ CESAL}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan W_{18} didapat nilai beban kumulatif ESAL untuk Jalan Raya Bojonegara pada Tahun 2022 senilai 1.715.035,592 CESAL.

b. Jenis Kerusakan pada Jalan Raya Bojonegara

Berdasarkan hasil pengamatan survei di lapangan serta berdasarkan perhitungan beban kumulatif ESAL dari tahun 2016 dan tahun 2022 mengalami peningkatan, dengan nilai kumulatif ESAL tahun 2016 sebesar 747.509,469 CESAL dan nilai kumulatif ESAL tahun 2022 sebesar 1.715.035,592 CESAL akibat tingginya nilai kumulatif ESAL dari lalu lintas kendaraan berlebih, sehingga mengakibatkan beberapa macam kerusakan jalan beton, data kerusakan jalan dapat dilihat pada Tabel 5 jenis kerusakan jalan Raya Bojonegara dibawah ini:

Tabel 5 Jenis Kerusakan Jalan Raya Bojonegara

No	Jenis Kerusakan	Panjang	Lebar
1	Retak Sudut	1,00 m	50 cm
2	Retak Melintang	2,00 m	1,50 m
3	Retak Pumping	2,40 m	64 cm
4	Retak Memanjang	6,20 m	1,20 m
5	Retak berlubang	1,2 m	40 cm
6	Remek	1,6 m	1,5 m

1. Retak Sudut

Retak sudut didapat di lokasi penelitian di bagian tengah jalan Raya Bojonegara dengan panjang 1,00 m dan lebar 50 cm hal ini disebabkan besarnya tingkat kendaraan berlebih seperti kendaraan truck 3 sumbu dengan berat 25 ton dan Truck S Trailer 42 ton.



Gambar 1 Retak Sudut

2. Retak Melintang

Retak melintang didapat di lokasi penelitian di bagian tepi jalan Raya Bojonegara dengan panjang 2,00 m dan lebar 1,50 m hal ini disebabkan besarnya tingkat kendaraan berlebih serta adanya *rocking* (gerakan vertikal pada retakan diakibatkan oleh beban lalu lintas).



Gambar 2 Retak Melintang

3. Retak Pumping

Retak pumping didapat di lokasi penelitian di bagian tepi jalan Raya Bojonegara dengan panjang 2,40 m dan lebar 64 cm hal ini disebabkan besarnya tingkat kendaraan berlebih serta adanya gerakan lendutan vertikal plat beton beban lalu lintas serta kurangnya pemadatan dari tanah dasar.



Gambar 3 Retak Pumping

4. Retak Memanjang

Retak memanjang didapat di lokasi penelitian di bagian tengah jalan Raya Bojonegara dengan panjang 6,20 m dan lebar 1,20 cm hal ini disebabkan besarnya tingkat kendaraan berlebih seperti truck 3 sumbu dengan berat 25 ton dan truck S trailer, 42 ton dan truck 2 sumbu dengan berat 18,20 ton.



Gambar 4 Retak Memanjang

5. Berlubang

Retak berlubang didapat di lokasi penelitian di bagian tengah jalan Raya Bojonegara, dengan panjang 1,2 m dan lebar 40 cm, hal ini disebabkan besarnya tingkat kendaraan berlebih seperti truck 3 sumbu, akibat dari truck tersebut terjadi kerusakan dini seperti gompal kecil yang tidak segera diperbaiki sehingga terbuntuknya retak berlubang yang semakin membesar.



Gambar 5 Retak Berlubang

6. Remek

Retak remek didapat di lokasi penelitian di bagian tengah jalan Raya Bojonegara, dengan panjang 1,60 m dan lebar 1,5 m, hal ini disebabkan besarnya volume kendaraan berlebih seperti truck 3 sumbu, dan truck 2 sumbu, akibat dari truck tersebut terjadi kerusakan pecah menjadi beberapa bagian yang relatif kecil.



Gambar 6 Retak Remek

c. Perhitungan Penurunan Umur Rencana Jalan

Pada perhitungan persentase penurunan umur rencana jalan terlebih dahulu harus mengetahui pertumbuhan lalu lintas harian rata-rata (LHR) untuk 20 tahun kedepan, karena umur rencana jalan Bojonegara yang direncanakan 20 tahun, nilai pertumbuhan lalu lintas sebesar 4,8% angka ini diambil berdasarkan pertumbuhan lalu lintas di pulau jawa (Direktorat Jendral Bina Marga, 2017).

Tabel 6 Nilai ESAL pada Jalan Raya Bojonegara Tahun 2017

No.	Jenis Kendaraan	LHR	Angka Ekvivalen (AE)	ESAL
1	Sedan, Jeep, St.wagon	1.280	0,0005	0,64
2	Pick Up, Combi	670	0,2174	145,658
3	Truck 2 as mobil hantaran	830	0,2174	180,442
4	Bus Kecil	20	0,2174	4,348
5	Bus Besar	19	0,3006	5,7114
6	Truck 2 as	325	2,4159	785,1675
7	Truck 3 as	1.417	2,7416	3.884,8472
8	Truck 4 as, truck gandeng	26	3,9083	101,6158
9	Truck S. (Trailer)	88	4,1718	367,1184
Total				5.475,5483

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat diatas nilai beban ESAL kendaraan yang tertinggi yaitu kendaraan *truck* 3 sumbu dengan nilai 3.884,8472 SAL dan nilai yang terendah yaitu kendaraan Sedan, Jeep, St.wagon dengan nilai 0,64 dengan total keseluruhan 5.475,5483 SAL, setelah didapat nilai beban keseluruhan maka nilai kumulatif beban ESAL kendaraan didapatkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 (\text{ESAL}) W_{18} &= \text{ESAL} \times D_D \times D_L \times 365 \\
 &= 5.475,5483 \times 0,5 \times 0,9 \times 365 \\
 &= 899.358,8082 \text{ CESAL}
 \end{aligned}$$

Pada hitungan ESAL W_{18} didapat senilai 899.358,8082 CESAL, selanjutnya menghitung tahun setelahnya ditambahkan nilai W_{18} sebelumnya dengan perhitungan dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 (\text{ESAL}) W_{18} &= 899.358,8082 + 747.509,469 \\
 &= 1.646.868,277 \text{ CESAL}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas hasil ESAL W_{18} sebelumnya ditambah dengan ESAL W_{18} setelahnya mendapatkan nilai 1.646.868,277 CESAL.

Tabel 7 Nilai ESAL pada Jalan Raya Bojonegara Tahun 2018

No.	Jenis Kendaraan	LHR	Angka Ekvivalen (AE)	ESAL
1	Sedan, <i>Jeep</i> , <i>St.wagon</i>	1.735	0,0005	0,8675
2	<i>Pick Up</i> , <i>Combi</i>	685	0,2174	148,919
3	<i>Truck</i> 2 as mobil hantaran	1.011	0,2174	219,7914
4	Bus Kecil	22	0,2174	4,7828
5	Bus Besar	24	0,3006	7,2144
6	<i>Truck</i> 2 as	351	2,4159	847,9809
7	<i>Truck</i> 3 as	1.671	2,7416	4.581,2136
8	<i>Truck</i> 4 as, <i>truck</i> gandeng	51	3,9083	199,3233
9	<i>Truck</i> S. (Trailer)	102	4,1718	425,5236
Total				6.435,616

Berdasarkan Tabel 7 dapat dilihat di atas nilai beban ESAL kendaraan yang tertinggi yaitu kendaraan truck 3 sumbu dengan nilai 4.581,2136 SAL dan nilai yang terendah yaitu kendaraan Sedan, Jeep, St.wagon dengan nilai 0,8675 SAL dengan total keseluruhan 6.435,616 SAL.

setelah didapat nilai beban keseluruhan maka nilai kumulatif beban ESAL kendaraan didapatkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 (\text{ESAL}) W_{18} &= \text{ESAL} \times D_D \times D_L \times 365 \\
 &= 6.435,616 \times 0,5 \times 0,9 \times 365 \\
 &= 1.057.049,928 \text{ CESAL}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan ESAL W_{18} didapat senilai 1.057.049,928 CESAL, selanjutnya menghitung tahun setelahnya ditambahkan nilai W_{18} sebelumnya dengan perhitungan dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 (\text{ESAL}) W_{18} &= 1.057.049,928 + 1.646.868,277 \\
 &= 2.703.918,205 \text{ CESAL}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan ESAL W_{18} sebelumnya ditambah dengan ESAL W_{18} setelahnya mendapatkan nilai 2.703.918,205 CESAL.

Tabel 8 Nilai ESAL pada Jalan Raya Bojonegara Tahun 2019

No.	Jenis Kendaraan	LHR	Angka Ekvivalen (AE)	ESAL
1	Sedan, <i>Jeep</i> , <i>St.wagon</i>	2.195	0,0005	1,0975
2	<i>Pick Up</i> , <i>Combi</i>	706	0,2174	153,4844
3	<i>Truck</i> 2 as mobil hantaran	1.193	0,2174	259,3582
4	Bus Kecil	24	0,2174	5,2176
5	Bus Besar	30	0,3006	9,018
6	<i>Truck</i> 2 as	378	2,4159	913,2102
7	<i>Truck</i> 3 as	1.926	2,7416	5.280,3216
8	<i>Truck</i> 4 as, <i>truck</i> gandeng	77	3,9083	300,9391
9	<i>Truck</i> S. (Trailer)	110	4,1718	458,898
Total				7.381,544

Berdasarkan Tabel 8 dapat dilihat di atas nilai beban ESAL kendaraan yang tertinggi yaitu kendaraan truck 3 sumbu dengan nilai 5.280,3216 SAL dan nilai yang terendah yaitu kendaraan Sedan, Jeep, St.wagon dengan nilai 1,0975 dengan total keseluruhan 7.381,544 SAL.

setelah didapat nilai beban keseluruhan maka nilai kumulatif beban ESAL kendaraan didapatkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 (\text{ESAL}) W_{18} &= \text{ESAL} \times D_D \times D_L \times 365 \\
 &= 7.381,544 \times 0,5 \times 0,9 \times 365
 \end{aligned}$$

$$= 1.212.418,602 \text{ CESAL}$$

Berdasarkan perhitungan ESAL W_{18} mendapatkan nilai 1.212.418,602 CESAL, selanjutnya menghitung tahun setelahnya ditambahkan nilai ESAL W_{18} tahun sebelumnya di bawah ini :

$$\begin{aligned} (\text{ESAL}) W_{18} &= 1.212.418,602 + 2.703.918,205 \\ &= 3.916.336,807 \text{ CESAL} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan ESAL W_{18} sebelumnya ditambah dengan ESAL W_{18} setelahnya mendapatkan nilai 3.916.336,807 CESAL.

Tabel 9 Nilai ESAL pada Jalan Raya Bojonegara Tahun 2020

No.	Jenis Kendaraan	LHR	Angka Ekvivalen (AE)	ESAL
1	Sedan, Jeep, St.wagon	2.650	0,0005	1,325
2	Pick Up, Combi	736	0,2174	160,0064
3	Truck 2 as mobil hantaran	1.376	0,2174	299,1424
4	Bus Kecil	27	0,2174	5,8698
5	Bus Besar	38	0,3006	11,4228
6	Truck 2 as	406	2,4159	980,8554
7	Truck 3 as	2.189	2,7416	6.001,3624
8	Truck 4 as, truck gandeng	104	3,9083	406,4632
9	Truck S. (Trailer)	121	4,1718	504,7878
Total				8.371,235

Berdasarkan Tabel 9 dapat dilihat di atas nilai beban ESAL kendaraan tertinggi yaitu kendaraan *truck* 3 sumbu senilai 6.001,3624 SAL dan nilai yang terendah yaitu kendaraan Sedan, Jeep, St.wagon dengan nilai 1,325 dengan total keseluruhan 8.371,235 SAL, setelah didapat nilai beban keseluruhan maka nilai kumulatif beban ESAL kendaraan didapatkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} (\text{ESAL}) W_{18} &= \text{ESAL} \times D_D \times D_L \times 365 \\ &= 8.371,235 \times 0,5 \times 0,9 \times 365 \\ &= 1.374.975,348 \text{ CESAL} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan ESAL W_{18} mendapatkan nilai 1.374.975,348 CESAL, selanjutnya menghitung tahun setelahnya ditambahkan nilai W_{18} sebelumnya dibawah ini:

$$\begin{aligned} (\text{ESAL}) W_{18} &= 1.374.975,348 + 3.916.336,807 \\ &= 5.291.312,155 \text{ CESAL} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan ESAL W_{18} mendapatkan nilai 5.291.312,155 CESAL.

Tabel 4.10 Nilai ESAL pada Jalan Raya Bojonegara Tahun 2021

No.	Jenis Kendaraan	LHR	Angka Ekvivalen (AE)	ESAL
1	Sedan, Jeep, St.wagon	3.105	0,0005	1,5525
2	Pick Up, Combi	784	0,2174	170,4416
3	Truck 2 as mobil hantaran	1.560	0,2174	339,144
4	Bus Kecil	30	0,2174	6,522
5	Bus Besar	48	0,3006	14,4288
6	Truck 2 as	435	2,4159	1.050,9165
7	Truck 3 as	2.452	2,7416	6.722,4032
8	Truck 4 as, truck gandeng	132	3,9083	515,8956
9	Truck S. (Trailer)	130	4,1718	542,334
Total				9.363,668

Berdasarkan Tabel 4.10 dapat dilihat di atas nilai beban ESAL kendaraan tertinggi yaitu kendaraan truck 3 sumbu senilai 6.722,4032 SAL dan nilai yang terendah yaitu kendaraan Sedan, Jeep, St.wagon dengan nilai 1,5525 SAL dengan total keseluruhan 9.363,668 SAL, setelah didapat nilai beban keseluruhan maka nilai kumulatif beban ESAL kendaraan didapatkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}(\text{ESAL}) W_{18} &= \text{ESAL} \times D_D \times D_L \times 365 \\ &= 9.363,668 \times 0,5 \times 0,9 \times 365 \\ &= 1.537.982,469 \text{ CESAL}\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan ESAL W_{18} mendapatkan nilai 1.537.982,469 CESAL, selanjutnya menghitung tahun setelahnya ditambahkan nilai W_{18} tahun sebelumnya dibawah ini

$$\begin{aligned}(\text{ESAL}) W_{18} &= 1.537.982,469 + 5.291.312,155 \\ &= 6.829.292,624 \text{ CESAL}\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan ESAL W_{18} mendapatkan nilai 6.829.292,624 CESAL.

Tabel 4.11 Nilai Kumulatif ESAL pada Jalan Raya Bojonegara

No.	Tahun	Kumulatif ESAL
1	2016	747.509,469
2	2017	1.646.868,277
3	2018	2.703.918,205
4	2019	3.916.336,807
5	2020	5.291.312,155
6	2021	6.829.292,624
7	2022	8.544.328,216
8	2023	10.429.221,467
9	2024	12.484.166,357
10	2025	14.618.521,358
11	2026	16.830.800,173
12	2027	19.072.892,991
13	2028	21.442.925,226
14	2029	23.894.284,863
15	2030	26.424.338,481
16	2031	29.033.736,84
17	2032	31.723.350,792
18	2033	34.493.907,966
19	2034	37.346.006,067
20	2035	40.283.319,203
Total		347.757.037,537

Berdasarkan Tabel 4.11 dapat dilihat di atas nilai Kumulatif ESAL pada Jalan Raya Bojonegara diperoleh nilai kumulatif ESAL dari tahun 2016 -2035 dengan nilai total 347.757.037,537 CESAL.

Setelah mendapatkan nilai ESAL maka untuk menghitung persentase penurunan umur rencana jalan dengan menggunakan rumus 2 perhitungan persentase penurunan umur rencana jalan, dengan keterangan. N_p merupakan total aktivitas yang melewati awal perkerasan dibagi $N_{1,5}$ merupakan data kumulatif ESAL tahun terakhir umur rencana. Berikut untuk menghitung persentase penurunan umur rencana jalan:

$$\begin{aligned}\text{RL} &= 100 \left(1 - \left(\frac{N_p}{N_{1,5}} \right) \right) \\ &= 100 \left(1 - \left(\frac{7.475.094,69}{40.283.319,203} \right) \right) \\ &= 81,44 \%\end{aligned}$$

Berdasarkan hitungan dengan rumus 2 diatas mendapatkan hasil dengan umur rencana 20 tahun dimulai dari tahun 2016 sampai tahun 2035 mendapatkan nilai persentase penurunan umur rencana jalan sebesar 81,44 %. hasil analisa yang telah diperoleh dengan umur rencana 20 tahun dan terjadi penurunan pada tahun ke 8 awal pembuatan jalan. Jalan Raya Bojonegara mengalami banyak jenis kerusakan jalan akibat kelebihan beban kendaraan dampak dari kelebihan beban tersebut perlu adanya perbaikan jalan dan pemeliharaan yang rutin.

d. KESIMPULAN

Nilai beban kumulatif ESAL kendaraan dengan Perkerasan didesain umur rencana 20 tahun didapat nilai kumulatif ESAL kendaraan sebesar 347.757.037,537 CESAL, akibat tingginya nilai CESAL kendaraan sehingga menimbulkan Kerusakan yang terjadi pada Jalan Raya Bojonegara sehingga terjadi kerusakan jalan seperti retak sudut, retak melintang, retak pumping, retak memanjang, retak berlubang dan retak remek. Jika dihitung menggunakan persamaan *Remaining life* dari AASHTO 1993, persentase penurunan umur perkerasan pada Jalan Raya Bojonegara diperoleh untuk perkerasan yang melewati dari umur rencana 20 tahun sebesar 81,44 % dan terjadi penurunan pada tahun ke 8 awal pembuatan, dampak pembebanan pada perkerasan jalan akibat kelebihan muatan kendaraan dari jenis angkutan *truck* 3 sumbu pengangkut hasil pertambangan dan hasil industri, akibatnya mengalami jenis kerusakan yang terjadi dan perlu adanya perbaikan jalan dan pemeliharaan yang rutin.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustyan, P. E., & Hartantyo, S. D. (2016). Identification of Concrete Road Damage Seen From the Damage Type. *Jurnal Civilla*, 1(2).
- Aulia, M. D. (2011). Analisis Kebutuhan Jalan Di Kawasan Kota Baru Tegalluar Kabupaten Bandung. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(1), 41–56.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. (2004). RSNI-Geometri Jalan Perkotaan. In *Badan Standar Nasional: Jakarta* (pp. 285–287).
- Direktorat Jendral Bina Marga. (2017). Manual Desain Perkerasan Jalan Revisi 2017. In *Badan Standar Nasional: Jakarta*.
- Handayasari, I., & Cahyani, R. D. (2016). Perkerasan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Soekarno Hatta Palembang). *Jurnal Teknik Sipil*.
- Morisca, W. (2014). Evaluasi Beban Kendaraan Terhadap Derajat Kerusakan Dan Umur Sisa Jalan (Studi Kasus : Ppt. Simpang Nibung Dan Ppt. Merapi Sumatera Selatan). *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(4), 692–699.
- Munggarani, N. A., & Wibowo, A. (2017). Kajian faktor-faktor penyebab kerusakan dini perkerasan. *Jurnal Infrastruktur*, 3(01), 9–18.
- Pemukiman, D., & Wilayah, P. (2003). Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, Pedoman Konstruksi Bangunan. In *Direktorat Jendral Bina marga: Jakarta*.
- PP No.43. (1993). Peraturan pemerintah Republik Indonesia nomor 43 Tahun 1993 tentang prasarana dan lalu lintas jalan. In *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia* (p. 78).
- Sentosa, L., & Roza, A. A. (2012). 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*, 19(2), 161. <https://doi.org/10.5614/jts.2012.19.2.7>
- Shahi, P. B., & Nepali, B. B. (2020). *Impact of Overloaded Vehicles on Flexible Pavement : Case Study of Belhiya-Butwal Road in Nepal*. 17(5), 49–61. <https://doi.org/10.9790/1684-1705034961>
- Sukirman, S. (1999). Dasar-dasar Perencanaan Geometrik. In *Bandung:Penerbit NOVA*.
- Sulih, K. (2012). Analisis Penurunan Umur Rencana Jalan Akibat Volume Kendaraan Dan Kelebihan Muatan (Studi Kasus Ruas Jalan Sukoharjo – Wonogiri Km 23 + 000 – 29 + 000). *Foreign Affairs*, 91(5), 1689–1699.
- Suryawan, A. (2020). *Perkerasan Jalan Beton Portland (Rigid Pavement) Perencanaan Metode AASHTO 1993 (ke-4)*. Yogyakarta.