



Dampak Bangkitan Lalu-Lintas Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Palu Terhadap Kinerja Perkerasan Jalan (Studi kasus Ruas Jalan Nasional Pantoloan-Tawaeli)

A.G. Hamid*, T. Bahar^a dan A. Setiawan ^{**}

^aProgram Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Jl. Soekarno-Hatta Km 9, Palu 94118, Indonesia

* Corresponding author's e-mail: asetiawan2025@gmail.com

Received: 21 November 2020; revised: 5 February 2021; accepted: 8 February 2021

Abstract: Palu City is designated as a Special Economic Zone for the development of the region's economic potential, as an integrated logistics center and mining processing industry in the Sulawesi economic corridor to encourage equity and increase and accelerate the economy. The performance of road pavements will decrease as the road service ages. The impact of the existence of Palu Special Economic zone resulted in the rise/pull of new traffic movements that burdened the National Pantoloan-Tawaeli road section, This research was conducted under the guidance of Pavement Design Manual 2017, where from the results of the research there was traffic loading due to the existence of the Palu Special Economic Zone amounted to 997, 761, 256 CESAL, resulting in a reduction in the life of road services by 10 years.

Keywords: *trip generation, special economic zone, vehicle load, remaining life.*

Abstrak: Kota Palu ditetapkan menjadi Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) bertujuan untuk pengembangan potensi ekonomi wilayah, sebagai pusat logistik terpadu dan industri pengolahan pertambangan di koridor ekonomi Sulawesi guna mendorong pemerataan dan peningkatan serta percepatan ekonomi. Kinerja perkerasan jalan akan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya umur layanan jalan, dampak dari keberadaan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Palu mengakibatkan bangkitan/tarikan pergerakan lalu-lintas baru yang membebani ruas jalan Nasional Pantoloan-Tawaeli. Penelitian ini dilakukan dengan panduan Manual Desain Perkerasan (MDP) Jalan Tahun 2017, dimana dari hasil penelitian terjadi pembebanan lalu-lintas akibat keberadaan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Palu sebesar 997.761.256 CESAL, sehingga mengakibatkan terjadinya pengurangan umur layanan jalan sebesar 10 tahun.

Kata kunci: *bangkitan pergerakan, kawasan ekonomi khusus (KEK), beban kendaraan, umur sisa.*

1. Pendahuluan

Suatu konstruksi jalan di desain untuk bisa memberikan pelayanan sesuai dengan umur rencana yang telah di rencanakan. Sihalohe dan Muna (2010), Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) kawasan tertentu dimana diberlakukan ketentuan khusus di bidang kepabeanan, perpajakan, perizinan, keimigrasian dan ketenagakerjaan [1-2].

Kondisi *existing* dan rencana pengembangan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Palu sudah ada 4 perusahaan yang telah beroperasi, yaitu PT. Asbuton Jaya Abadi, PT. Hongthai International, PT Tata Kokoh Abadi dan PT. Kaili Industri Rotan, berdasarkan rencana pengembangan ke depan beberapa investor juga sudah siap untuk segera berinvestasi [3].

Hal yang perlu untuk diantisipasi adalah aspek dampak bangkitan lalu-lintas dari pergerakan kendaraan-kendaraan berat yang melintasi ruas jalan Nasional Pantoloan-Tawaeli sebagai jalur distribusi barang berdasarkan data volume lalu-lintas saat ini dan yang akan datang, dimana beban sumbu kumulatif (CESAL) akan memberikan pengaruh terhadap kinerja perkerasan jalan baik itu untuk kondisi normal maupun untuk kondisi bangkitan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Palu [4-7].

Beberapa penelitian telah melakukan kajian dengan menggunakan metode bangkitan/tarikan pergerakan, Pada

Tahun 2017, Aqidawati dkk melakukan penelitian terhadap sistem transportasi distribusi barang dengan menganalisa bangkitan/tarikan pergerakan [8]. Kemudian Suriyadi melakukan penelitian terhadap bangkitan pergerakan lalu-lintas di Kawasan Lumpulo [9].

Selanjutnya Firdaus (2018), dengan data volume lalu-lintas melakukan penelitian tentang pengaruh beban kendaraan terhadap umur desain perkerasan [10], kemudian Mantiri (2019), melakukan penelitian tentang analisis tebal perkerasan lentur jalan baru dengan data volume kendaraan [11], Reffi dan Roza (2020), berdasarkan data volume lalu-lintas melakukan penelitian mengenai kelebihan beban muatan terhadap umur rencana perkerasan jalan [12].

Dari serangkaian analisis yang dilakukan oleh peneliti-peneliti tersebut, tidak satupun yang menganalisis tentang bangkitan pergerakan kendaraan berat dari kapasitas produksi suatu perusahaan yang membebani ruas jalan sebagai jalur distribusi, hal ini sangat penting mengingat jenis kendaraan berat memberikan dampak paling besar terhadap kinerja perkerasan jalan

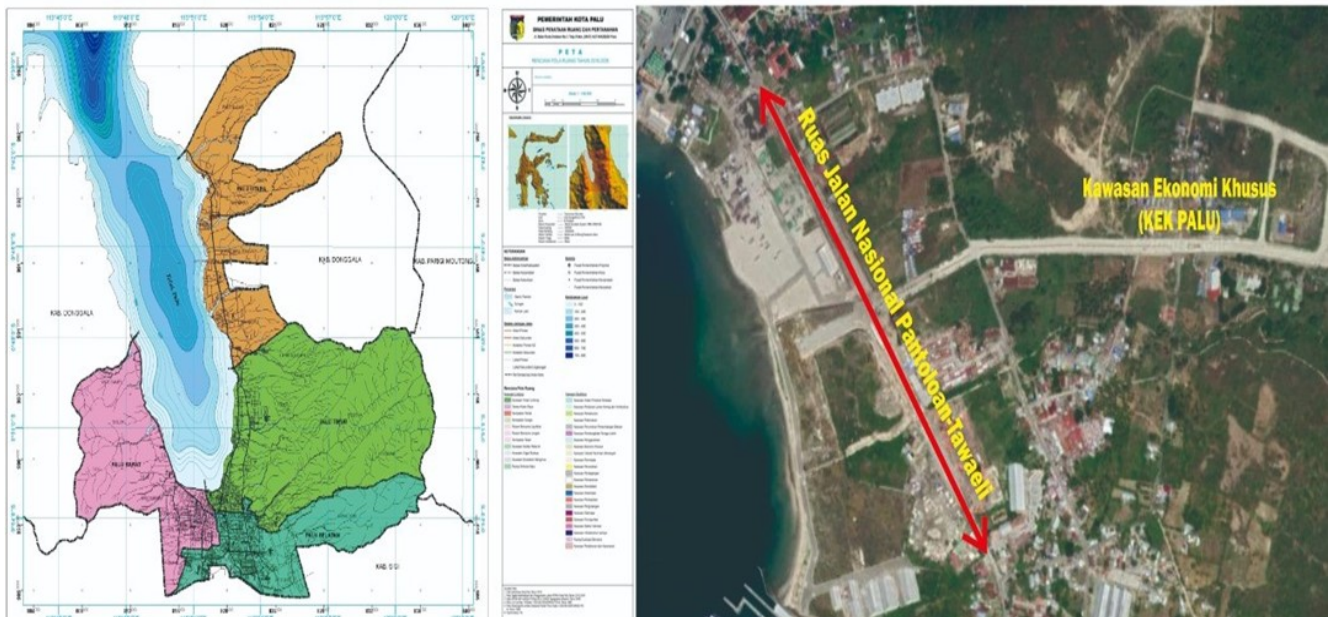
2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di ruas jalan Nasional Pantoloan-Tawaeli (Gambar 1), yang terletak di Kecamatan

Tawaeli Kotamadya Palu Propinsi Sulawesi Tengah. Ruas jalan Nasional Pantoloan-Tawaeli dengan panjang ± 5 Km yang merupakan jalur distribusi barang karena terdapat

Pelabuhan Pantoloan Palu dan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Palu



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2.2. Data

Bahan penelitian meliputi data kapasitas produksi perusahaan yang sudah beroperasi dan rencana kapasitas produksi perusahaan di tahun pengembangan yang di peroleh dari kantor Admistator KEK Palu, data pertumbuhan lalu-lintas, umur rencana, dan CBR tanah dasar serta data existing susunan struktur perkerasan yang di dapatkan dari Satker Wil.II Balai Pelaksana Jalan Nasional XIV Palu

Untuk menghitung *estimasi* bangkitan kendaraan perusahaan yang sudah beroperasi dan perusahaan rencana pengembangan dengan pendekatan berdasarkan kapasitas produksi dan mempertimbangkan jenis kendaraan angkut yang di gunakan [14] (Gambar 3).

2.2. Metode dan Tahapan Penelitian

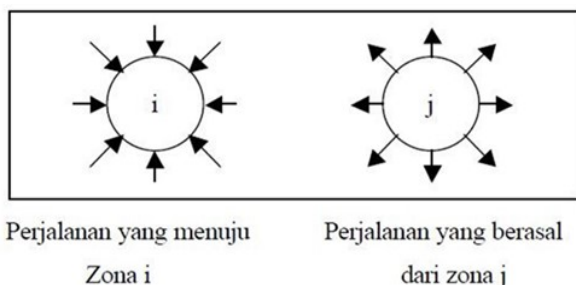
Penelitian ini diawali dengan menghitung bangkitan kendaraan *existing* dan rencana pengembangan, kemudian menghitung proyeksi volume lalu-lintas selama umur rencana setelah itu menghitung beban sumbu komulatif kendaraan kondisi normal dan bangkitan KEK Palu. penurunan umur layanan jalan.

$$\text{Jumlah kendaraan} = \frac{\text{total produksi (ton)/tahun}}{\text{jenis kend. angkut}} \quad (1)$$

Tamin (2000) mengungkapkan bahwa bangkitan/tarikan perjalanan dapat diartikan sebagai banyaknya jumlah perjalanan /pergerakan lalu-lintas yang di bangkitkan oleh suatu zona (kawasan) [13], seperti yang terlihat pada Gambar 2.

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	50% 50%
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	34% 66%
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	34% 66%
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	34% 66%
1,2,2 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	25% 75%
1,2+2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	18% 28% 27% 27%
1,2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	18% 41% 41%
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,183	18% 28% 27% 54%

Gambar 3. Konfigurasi beban sumbu kendaraan



Gambar 2. Bangkitan/tarikan pergerakan

Warpani (1993), data volume lalu-lintas selama satu minggu penuh pada dua kesempatan, selama 24 jam atau 16

jam penting (06.00-22.00) yang mencakup hampir 93% dari pada arus lalu lintas selama 24 jam [15].

Proyeksi volume lalu-lintas 20 tahun kedepan dengan persamaan :

$$LHR_n = LHR_o (1 + i)^n \quad (2)$$

dengan :

LHR_n = volume lalu lintas masa yang akan datang

LHR_o = volume lalu-lintas saat ini

i = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

n = tahun rencana

Dengan menggunakan panduan Manual Desain Perkerasan (MDP) Jalan revisi tahun 2017 [16], langkah langkah perhitungan dapat di uraikan sebagai berikut :

- 1) Nilai R (faktor pengali pertumbuhan lalu lintas), selama umur rencana (20 tahun) di hitung dengan persamaan :

$$R = \frac{(1+0.01 i)^{UR}-1}{0.01 i} \quad (3)$$

dengan :

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

i = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = umur rencana (tahun)

- 2) Beban sumbu standar kumulatif mengacu kepada nilai VDF masing-masing jenis kendaraan dan beban sumbu standar kumulatif, dengan persamaan:

$$ESA_{TH-1} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (4)$$

dengan :

ESA_{TH-1} = kumulatif lintasan sumbu standar ekivalen

LHR_{JK} = lintas tiap jenis kendaraan niaga

VDF_{JK} = Ekivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

DD = Faktor distribusi arah

DL = Faktor distribusi lajur

R = Pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif.

- 3) AASHTO (1993), merekomendasikan untuk menghitung Persentase sisa umur perkerasan jalan [17], dengan persamaan :

$$R_L = 100 [1 - (\frac{N_p}{N_{1,5}})] \quad (5)$$

dengan :

R_L = Umur sisa perkerasan dalam persen.

N_p = Total Lalu-lintas yang telah melewati perkerasan

N_{1,5} = Total Lalu-lintas pada kondisi perkerasan berakhir (hancur) (PSI = 1,5).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Bangkitan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Palu

Estimasi bangkitan kendaraan kondisi *existing*, rencana pengembangan tahun 2025 dan tahun 2030 dengan persamaan (1), untuk pembagian jalur distribusi dengan pendekatan persentase jalur distribusi yang di gunakan. PT. Asbuton Jaya Abadi menyiapkan total bangkitan kendaraan 4.040 kend/tahun, bahan baku di angkut dengan kapal laut, maka penggunaan jalur khusus KEK yaitu 4.040 x 15% = 606 kend/tahun, hasil produksi untuk pengaspalan di wilayah Sulawesi Tengah dan sekitarnya, sehingga penggunaan ruas Jalan Nasional Pantoloan-Tawaeli adalah 4.040 x 85 % = 3.434 kendaraan/tahun., Rekapitulasi perhitungan *estimasi* bangkitan kondisi *existing* Tabel 1, *estimasi* bangkitan kondisi pengembangan di tahun 2025 Tabel 2 dan *estimasi* bangkitan kondisi pengembangan di tahun 2030 Tabel 3.

Tabel 1. Estimasi bangkitan kendaraan kondisi *existing*

No	Perusahaan	Jenis Usaha	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)	Bangkitan Kendaraan (Tahun)	Jalur Distribusi	
					Jalan Nasional	Jalur khusus KEK
1	PT.Asbuton Jaya Abadi	Industri Aspal	24.240,50	4.040	3.434	606
2	PT.HongThai International	Pengolahan Getah Pinus	156	26	22	4
3	PT.Tata Kokoh Abadi	Industri Bata Ringan	598,75	98	93	5
4	PT.Kaili Rotan Industri	Pengolahan Rotan	127	21	18	3
Jumlah total				4.186	3.568	618

Tabel 2. Estimasi bangkitan kendaraan kondisi pengembangan Tahun 2025

No	Perusahaan	Jenis Usaha	Rencana Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)	Bangkitan Kendaraan (Tahun)	Jalur Distribusi	
					Jalan Nasional	Jalur khusus KEK
1	PT.Hashimoto Gemilang	Industri Wood Pellet	12.000	2.000	1.700	300
2	PT.Triwiharso Pilar Sukses	Industri Baja Ringan	1.000	167	142	25
3	PT.Makmur Jaya	Manufaktur industri bahan semen dan kapur	200	33	28	5
4	PT.Alfa Industri Mandiri	Pengolahan Karbon, Coco Feat Coco Fiber	120	20	17	3
5	PT.Wira Sukses Cemerlang	Industri Pengolahan Pengawetan Biota air	100	17	14	3
6	PT.Panca Sentosa	Pengolahan Rumput Laut	80	13	11	2
7	PT.Sofi Arga	Perdagangan arang, kopra, minyak kelapa,	60	10	8	2
Jumlah total				2.268	1.921	341

Tabel 3. Estimasi bangkitan kendaraan kondisi pengembangan Tahun 2030

No	Perusahaan	Jenis Usaha	Rencana Kapasitas Produksi Ton/tahun	Bangkitan Kendaraan (Tahun)	Jalur Distribusi	
					Jalan Nasional	Jalur Khusus KEK
1	PT.British Bullion	Industri Logam Dasar	1.200.000	200.000	170.000	30.000
2	PT.Sula Kor Energi	Pembangkit listrik 33 MW	132.000	22.000	-	22.000
3	PT.Indo Mangan	Smalter Mangan	84.000	14.000	-	14.000
4	PT.Wan Hong N.R.U	Pengolahan Tembaga	40.379	6.730	5.720	1.009
5	PT.Sarana Dwima Jaya	Industri Baja Ringan	5.400	900	765	135
6	PT.Harvard Cocopro Palu	Industri Tepung dan Pelet Kelapa	4.320	720	612	108
7	PT.British Minning	Perdagangan besar besi dan logam	500	83	-	83
8	PT.karya Sampaga Biru	Pengolahan Bahan Berbahaya dan Beracun	400	67	-	67
9	PT. Nasana Mitra	Real Estate dan Industri Kayu	150	25	21	4
10	PT.Sulawesi Global	Pertanian jagung untuk bahan minuman	50	8	7	1
Jumlah Total				246.117	177.126	69.001

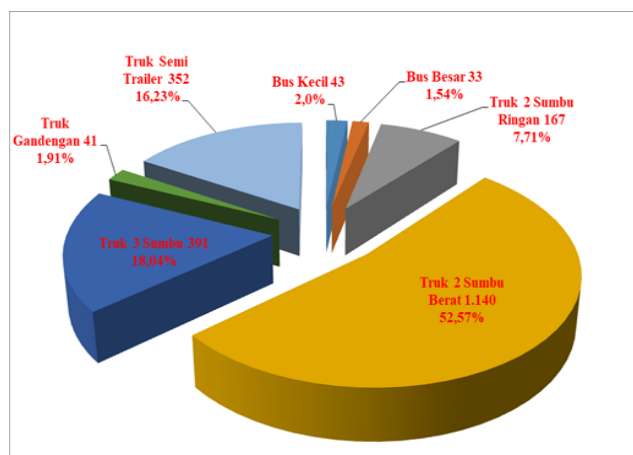
3.2. *Pembebanan Kondisi Normal*

Penelitian ini di fokuskan di lokasi pembangunan *Fly Over Pantoloan Palu* Gambar 4, dimana akses untuk keluar masuk kendaraan dari dan ke Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Palu. Data teknis pendukung untuk perhitungan pembebanan yaitu : Pertumbuhan lalu lintas 5%, umur rencana 20 tahun, CBR tanah dasar 5,3% [18]. Hasil survei volume lalu-lintas harian rata-rata dimana jumlah kendaraan berat dan persentasenya seperti yang di sajikan pada grafik Gambar 5.



Gambar 4. *Fly Over Pantoloan Palu.*

Keterangan
 Panjang : 916 m
 Perkerasan Jalan : Ac – Wc 4,0 Cm, Ac – Bc 6,0 Cm
 Ac Base 7,0 Cm, LPA Klas A 30,0 Cm



Gambar 5. Kurva persentase survei LHR .

Rekapitulasi proyeksi volume lalu-lintas harian rata-rata untuk kondisi normal pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi LHR kondisi normal

Tahun	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	Total
2020	45	35	175	1.197	411	44	370	2.227
2021	48	37	184	1.257	431	46	388	2.391
2022	50	39	193	1.320	453	48	408	2.511
2023	53	41	203	1.386	476	50	428	2.636
2024	55	43	213	1.455	499	53	449	2.768
2025	58	45	224	1.528	524	56	472	2.906
2026	61	47	235	1.604	551	58	495	3.052
2027	64	49	247	1.684	578	61	520	3.204
2028	67	52	259	1.769	607	64	546	3.365
2029	71	55	272	1.857	637	68	573	3.533
2030	74	57	286	1.950	669	71	602	3.709
2031	78	60	300	2.047	703	74	632	3.895
2032	82	63	315	2.150	738	78	664	4.090
2033	86	66	331	2.257	775	82	697	4.294
2034	90	70	347	2.370	813	86	732	4.509
2035	95	73	365	2.489	854	91	769	4.734
2036	99	77	383	2.613	897	95	807	4.971
2037	104	81	402	2.744	942	100	847	5.220
2038	109	85	422	2.881	989	105	890	5.480
2039	115	89	443	3.025	1.038	110	934	5.755

Perhitungan nilai R dengan menggunakan Persamaan 3, Tabel 5 menyajikan hasil perhitungan nilai R selama umur rencana.

Tabel 5. Nilai R selama umur rencana

Tahun	R
2020	1,0
2021	2,05
2022	3,15
2023	4,31
2024	5,33
2025	6,80
2026	8,14
2027	9,55
2028	11,03
2029	12,58
2030	14,21
2031	15,92
2032	17,71
2033	19,60
2034	21,58
2035	23,66
2036	25,84
2037	28,13
2038	30,54
2039	33,07

Faktor distribusi lajur (DL) 0,8 untuk lajur 2 arah, untuk nilai *Vehicle Damage Factor* tiap jenis kendaraan dapat di lihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai VDF masing-masing jenis kendaraan

Jenis Kendaraan	Golongan	VDF4	VDF5
Bus kecil	5a	0,3	0,2
Bus besar	5b	1	1
Truk 2 sumbu (4 roda)	6a	0,8	0,8
Truk 2 sumbu (6 roda)	6b	0,7	0,7
Truk 3 sumbu	7a	7,6	11,2
Truk gandeng	7b	36,9	90,4
Truk semi trailer	7c	13,6	24

Perhitungan Beban Sumbu Standar Kumulatif CESAL di hitung dengan menggunakan Persamaan 5, untuk contoh perhitungan dapat di lihat sebagai berikut :

CESAL 4

Golongan 5a

$$ESATH-2020 = (LHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R$$

$$= (45 \times 0,3) \times 365 \times 0,5 \times 0,8 \times 1,00$$

$$= 1.992$$

CESAL 5.

Golongan 5a

$$ESATH-2020 = (LHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R$$

$$= (45 \times 0,2) \times 365 \times 0,5 \times 0,8 \times 1,00$$

$$= 1.328$$

Untuk perhitungan CESAL kondisi normal di tahun 2020 dapat di lihat pada Tabel 7.

Tabel 7. CESAL kondisi normal 2020

Gol. Kend	LHR	VDF4	VDF5	ESA4	ESA5
(5a)	45	0,3	0,2	1.992	1.328
(5b)	35	1	1	5.134	5.134
(6a)	175	0,8	0,8	20.497	20.497
(6b)	1.197	0,7	0,7	122.343	122.343
(7a)	411	7,6	11,2	455.831	671.751
(7b)	44	36,9	90,4	234.613	574.769
(7c)	370	13,6	24	734.031	1.295.350
Total	2.277			1.574.440	2.691.171

Untuk rekapitulasi hasil perhitungan Beban Sumbu Standar Kumulatif (*CESAL*) pada kondisi normal dapat di lihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rekapitulasi CESAL kondisi normal

Tahun	Total LHR	CESA4	CESA5
2020	2.277	1.574.440	2.691.171
2021	2.391	3.388.983	5.792.745
2022	2.511	5.473.042	9.355.001
2023	2.636	7.855.456	13.427.231
2024	2.768	10.582.994	18.064.463
2025	2.906	13.664.119	23.355.904
2026	3.052	17.174.592	29.356.311
2027	3.204	21.157.030	36.163.441
2028	3.365	25.657.607	43.856.219
2029	3.533	30.726.322	52.520.108
2030	3.709	36.442.932	62.291.437
2031	3.895	42.869.813	73.276.823
2032	4.090	50.074.473	85.591.656
2033	4.294	58.189.309	99.462.240
2034	4.509	67.270.997	114.985.454
2035	4.734	78.563.754	132.371.809
2036	4.971	88.807.068	151.796.785
2037	5.220	101.511.222	173.511.832
2038	5.480	124.488.585	197.796.086
2039	5.755	131.570.073	223.963.575

3.3. Pembebanan Bangkitan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Palu

Cara yang sama perhitungan pembebanan pada kondisi normal, namun jumlah LHR (truk 2 sumbu 6a) di tambahkan dengan jumlah kendaraan bangkitan *existing*, kondisi pengembangan Tahun 2025 dan Tahun 2030.

$$LHR_n = LHR_{2030} \times (1 + i)^n + \text{bangkitan existing} + \text{Bangkitan 2025} + \text{bangkitan 2030}$$

$$= 167 \times (1 + 0,05)^{11} + (3.568 + 1.921 + 177.126)$$

$$= 182.900 \text{ kendaraan.}$$

Hasil rekapitulasi perhitungan proyeksi volume lalu-lintas bangkitan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Palu

dapat di lihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Rekapitulasi proyeksi volume lalu-lintas bangkitan KEK Palu

Tahun	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	Total
2020	45	35	3.743	1.197	411	44	370	5.845
2021	48	37	3.752	1.257	431	46	388	5.959
2022	50	39	3.761	1.320	453	48	408	6.078
2023	53	41	3.771	1.386	476	50	428	6.204
2024	55	43	3.781	1.455	499	53	449	6.336
2025	58	45	5.713	1.528	524	56	472	8.395
2026	61	47	5.724	1.604	551	58	495	8.540
2027	64	49	5.735	1.684	578	61	520	8.693
2028	67	52	5.748	1.769	607	64	546	8.853
2029	71	55	5.761	1.857	637	68	573	9.021
2030	74	57	182.900	1.950	669	71	602	186.324
2031	78	60	182.914	2.047	703	74	632	186.509
2032	82	63	182.929	2.150	738	78	664	186.704
2033	86	66	182.945	2.257	775	82	697	186.908
2034	90	70	182.962	2.370	813	86	732	187.123
2035	95	73	182.979	2.489	854	91	769	187.348
2036	99	77	182.997	2.613	897	95	807	187.585
2037	104	81	183.061	2.744	942	100	847	187.834
2038	109	85	183.037	2.881	989	105	890	188.095
2039	115	89	183.058	3.025	1.038	110	934	188.369

Khusus untuk perhitungan beban sumbu komulatif (*CESAL*) di tahun pengembangan 2030 dapat di lihat pada Tabel 10.

Tabel 10. CESAL bangkitan KEK Palu Tahun 2030

Gol Kend	LHR 2030	VDF4	VDF5	ESA4	ESA5
(5a)	74	0,3	0,2	46.112	30.742
(5b)	57	1	1	118.824	118.824
(6a)	182.900	0,8	0,8	303.564.377	303.564.377
(6b)	1.950	0,7	0,7	2.831.830	2.831.830
(7a)	669	7,6	11,2	10.550.931	15.548.740
(7b)	71	36,9	90,4	5.430.482	13.303.945
(7c)	602	13,6	24	16.990.328	29.982.931
Total	186.324			339.532.885	365.381.389

Rekapitulasi CESAL bangkitan KEK Palu dapat di lihat pada Tabel 11. Perhitungan sisa umur (*remaining life*) untuk kondisi normal yaitu :

$$R_L = 100 \left[1 - \left(\frac{N_p}{N_{1,5}} \right) \right]$$

$$= 100 \left[1 - \left(\frac{2.691.171}{223.963.575} \right) \right]$$

$$= 98,80 \%$$

Perhitungan sisa umur (*reamaning life*) untuk kondisi bangkitan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Palu yaitu :

$$R_L = 100 \left[1 - \left(\frac{N_p}{N_{1,5}} \right) \right]$$

$$= 100 \left[1 - \left(\frac{365.381.389}{223.963.575} \right) \right]$$

$$= - 63,14 \%$$

Tabel 11. Rekapitulasi CESAL bangkitan KEK Palu

Tahun	Total LHR	CESA4	CESA5
2020	5.845	1.991.129	3.107.860
2021	5.959	4.243.195	6.646.957
2022	6.078	6.786.862	10.668.820
2023	6.204	9.651.384	15.223.159
2024	6.336	12.887.283	20.393.665
2025	8.395	18.023.337	27.715.122
2026	8.540	22.392.832	34.574.551
2027	8.693	27.279.167	42.285.577
2028	8.853	32.728.514	50.927.126
2029	9.021	38.790.874	60.584.661
2030	186.324	339.532.885	365.381.389
2031	186.509	382.432.941	412.839.951
2032	186.704	427.817.124	463.334.306
2033	186.908	476.244.416	517.517.348
2034	187.123	527.558.202	575.272.659
2035	187.348	583.215.991	637.024.046
2036	187.585	639.957.271	702.946.988
2037	187.834	701.505.618	773.506.228
2028	188.095	767.116.574	849.194.198
2039	188.369	836.931.420	929.324.922

Untuk perbandingan sisa umur layanan jalan kondisi normal dengan kondisi bangkitan KEK Palu di sajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Perbandingan sisa umur (*remaining life*) kondisi normal dengan kondisi bangkitan KEK Palu

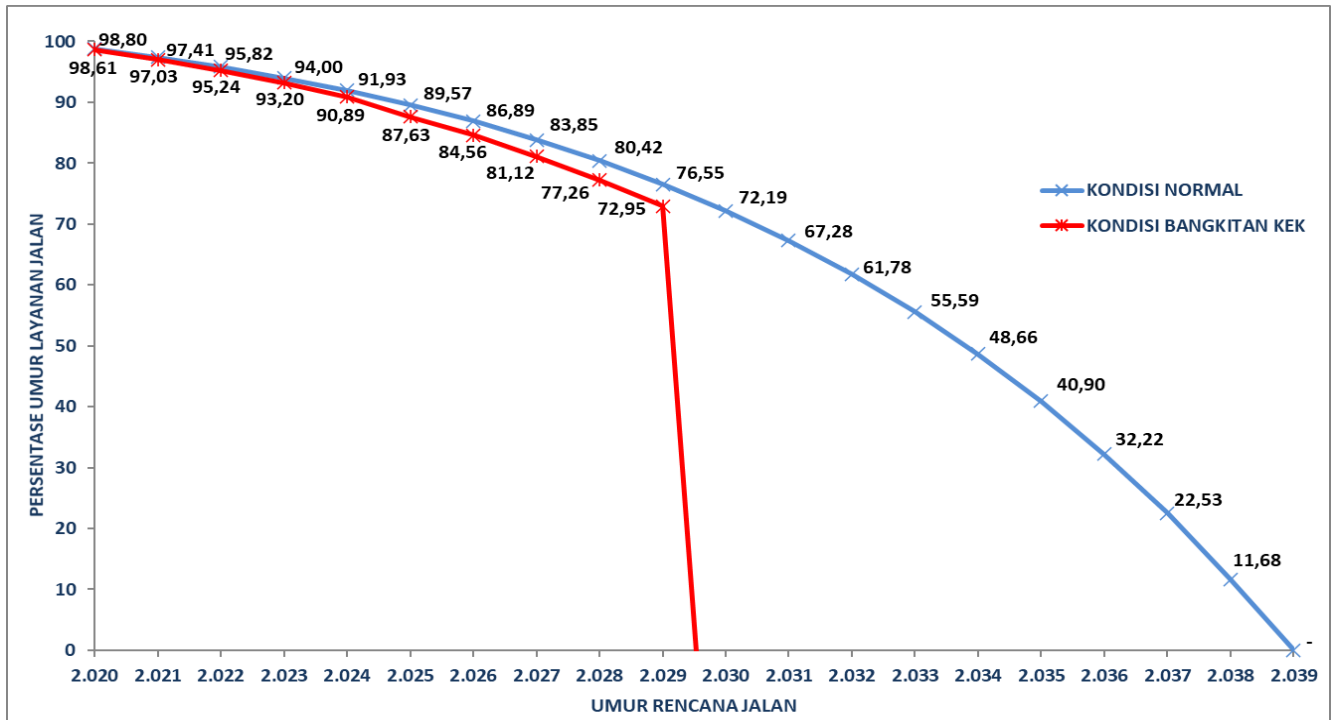
Tahun	CESAL Normal	RL (%)	CESAL Bangkitan KEK	RL (%)
2020	2.691.171	98,80	3.107.860	98,61
2021	5.792.745	97,41	6.646.957	97,03
2022	9.355.001	95,82	10.668.820	95,24
2023	13.427.231	94,00	15.223.159	93,20
2024	18.064.463	91,93	20.393.665	90,89
2025	23.355.904	89,57	27.715.122	87,63
2026	29.356.311	86,89	34.574.551	84,56
2027	36.163.441	83,85	42.285.577	81,12
2028	43.856.219	80,42	50.927.126	77,26
2029	52.520.108	76,55	60.584.661	72,95
2030	62.291.437	72,19	365.381.389	-63,14
2031	73.276.823	67,28	412.839.951	-84,33
2032	85.591.656	61,78	463.334.306	-106,88
2033	99.462.240	55,59	517.517.348	-131,07
2034	114.985.454	48,66	575.272.659	-156,86
2035	132.371.809	40,90	637.024.046	-184,43
2036	151.796.785	32,22	702.946.988	-213,87
2037	173.511.832	22,53	773.506.228	-245,37
2038	197.796.086	11,68	849.194.198	-279,17
2039	223.963.575	0	929.324.922	-314,94

Struktur pondasi jalan berdasarkan nilai CBR 5,3%, maka tidak di perlukan perbaikan tanah dasar sesuai dengan Bagan Desain-2 : Desain Fondasi Jalan Minimum, Manual Desain Perkerasan Jalan 2017.

Susunan struktur perkerasan jalan berdasarkan beban sumbu kumulatif untuk kondisi normal 223.963.575 *CESAL* dan kondisi Bangkitan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Palu 929.324.922 *CESAL*, Bagan Desain- 3. (Desain Perkerasan Lentur Opsi Biaya Minimum Dengan CTB¹) Manual Desain Perkerasan (MDP) Jalan 2017, (AC-WC =

5 Cm, AC-BC = 6 Cm, AC Base = 22 Cm, LPA kls A= 30 Cm.

Dari hasil perhitungan di ketahui terjadi penurunan umur rencana jalan 10 tahun lebih cepat di tahun pengembangan 2030 di saat semua perusahaan sudah beraktifitas secara penuh, untuk kurva perbandingan penurunan umur layanan jalan dapat di lihat seperti pada Gambar 5



Gambar 5. Kurva perbandingan penurunan umur layanan jalan

4. Kesimpulan

Estimasi total bangkitan kendaraan berat yang melintasi ruas jalan Nasional Pantoloan-Tawaeli sebagai jalur distribusi yaitu sebesar 182.614 kendaraan, sehingga ruas jalan Nasional Pantoloan-Tawaeli mengalami pembebanan dampak bangkitan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Palu sebesar 929.324.922 *CESAL*, untuk perhitungan sisa umur (*remaining life*) kondisi normal yaitu 98,80 % yang dapat diartikan bahwa jalan tersebut masih aman untuk 20 tahun kedepan, sedangkan untuk kondisi dampak bangkitan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Palu di ketahui umur sisa – 63,14 % di tahun pengembangan 2030, yang artinya terjadi penurunan umur rencana jalan 10 tahun lebih cepat.

Daftar Pustaka

- [1] T. Sihaloho and N. Muna, “Kajian Dampak Ekonomi Pembentukan Kawasan Ekonomi Khusus”, *Buletin Ilmiah Litbang Perdagangan*, vol. 4, no. 1, p. 75, 2010.
- [2] Undang Undang Republik Indonesia No 39, *Tentang Kawasan Ekonomi Khusus (KEK)*, Jakarta: Sekretariat Negara, 2009.
- [3] Tim Penyusun, *Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Palu*, Palu: Administrator KEK Palu, 2014.
- [4] Muchlisin, “Analisis Tarikan dan Bangkitan Perjalanan Akibat Pembangunan (*Mix-used Jogja One Park*) dengan Metode Perbandingan”, *Jurnal Ilmiah Siemesta Teknika*, vol. 19, no. 2, p. 98, 2016.
- [5] W. Wahab, “Analisis Nilai Pertumbuhan Lalu-lintas dan Perkiraan Volume Lalu-lintas Dimasa Mendatang Berdasarkan Volume lalu-lintas Harian Rata-rata”, *Jurnal JOM FTTEKNIK*, vol. 2, No. 1, p. 1, 2015.
- [6] E.S. Hariadi, “Pengaruh Jenis Pembebanan Dalam Analisis Struktur Perkerasan Lentur Terhadap Kinerja Perkerasan”, *Jurnal Rekayasa Sipil*, vol. 2, No.2, p. 49, 2013.
- [7] D.K. Sari, “Analisis Kondisi Fungsional Jalan Dengan Metodee PSI Dan RCI Serta Prediksi Sisa Umur Perkerasan Jalan Studi Kasus Jalan Milir-Sentolo”, *Jurnal Matriks Teknik Sipil*, vol. 6, No. 1, p. 120, 2018.
- [8] E.F. Aqidawati, N. Rahadian, Z. Haqqoni, Yuniaristanto, and W. Sutopo, “Optimasi Distribusi Semen PT.XYZ Dengan Modifikasi Model Transportasi”, *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri*, vol. 4 No. 2, p. 187, 2017.
- [9] Suriyadi, “Analisa Bangkitan Pergerakan Pada Kawasan Lampulo Kota banda Aceh”, *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 1, No. 1, p. 233, 2017.

- [10] D. Firdaus, “ Pengaruh Beban Kendaraan Terhadap Umur Desain Perkerasan (Studi Kasus Jalan Nasional Lamboro-Batas Pidie Provinsi Aceh), *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, vol. 1, No. 3, p. 10, 2018.
- [11] C. C. Mantiri, “Analisa Tebal Perkerasan Lentur Jalan Baru Dengan Metode Binamarga 2017 Dibandingkan Metode AASHTO 1993”, *Jurnal Sipil Statik*, vol. 7 No. 10, p. 1303, 2019.
- [12] A. Refi and A. Roza, “Dampak Kelebihan Muatan Terhadap Umur Rencana Perkerasan Jalan”, *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, vol. 17, No. 2, p. 121, 2020.
- [13] O.Z. Tamin, *Perencanaan dan Permodelan Transportasi*, Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2000.
- [14] Direktorat Jenderal Bina Marga, *Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan dengan Alat Bengkelman*, Jakarta: Departemen Pekerjaan umum, 1983.
- [15] W. Suwardjoko, *Rekayasa Lalu Lintas*, Jakarta: Brahtama Karya Aksara, 1993.
- [16] Direktorat Jenderal Bina Marga, *Manual Perkerasan Jalan (MDP) Revisi*, Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum dan perumahan Rakyat, 2017.
- [17] AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures*, Washington: American Association of State Higways and Transportation Officials, 1993.
- [18] Tim Penyusun, *Perkerasan Jalan Pantoloan-Palu*, Palu, Satuan Kerja Wilayah II Balai Pelaksana Jalan Nasional XIV Palu, 2018.