

BAB V

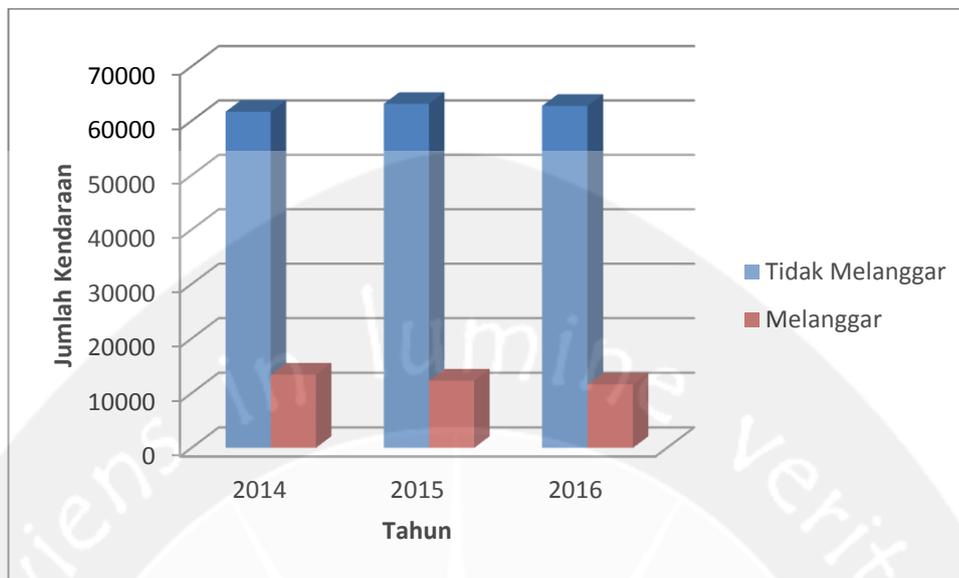
PEMBAHASAN DAN ANALISIS

5.1 Perhitungan Jumlah Kendaraan Rencana Terkoreksi (asumsi pada kendaraan yang melanggar dan kendaraan tidak melanggar)

Kendaraan rencana dengan asumsi pada kendaraan yang melanggar dan kendaraan tidak melanggar dihitung berdasarkan total rerata pelanggaran angkutan barang. Pada Tabel 5.1 dan Gambar 5.1 ditampilkan rerata pelanggaran yang terjadi di jembatan timbang Kulwaru selama kurun waktu 3 tahun. Keterbatasan data yang ada maka dalam satu tahun diambil 4 bulan pertama yang hasilnya diperoleh dari lampiran.

Tabel 5.1 Data Rerata Kendaraan Tidak Melanggar dan Melanggar (Januari – April)

Tahun	Jumlah kendaraan di timbang	Tidak melanggar	Melanggar
2014	75.039	61.661	13.378
2015	75.413	63.126	12.287
2016	74.331	62.754	11577
Total	224.783	187.541	37.242
Rerata		0,834	0,166



Gambar 5.1 Diagram Kendaraan Melanggar dan Tidak Melanggar

Pada Tabel 5.1 menunjukkan kendaraan angkutan barang yang melanggar dan tidak melanggar pada tahun 2014, 2015 dan 2016 yang setiap tahunnya diwakili 4 bulan pertama yaitu pada bulan Januari sampai dengan bulan April. Melalui tabel dapat dilihat bahwa jumlah kendaraan angkutan barang yang melewati jembatan timbang pada tahun 2014 sebanyak 75.039 kendaraan dan mengalami kenaikan pada tahun 2015 yaitu sebanyak 75.413 kendaraan. Pada tahun 2016 mengalami penurunan jumlah kendaraan yang lewat yaitu 74.331 kendaraan. Jika ditarik sebuah kesimpulan dari data tabel maka hasilnya adalah terjadi peningkatan kebutuhan terhadap suatu barang pada daerah di tahun 2015. Rerata jumlah kendaraan yang melanggar dan tidak melanggar selama 3 tahun yang diambil selama 4 bulan pertama dalam tiap tahunnya adalah 0,166 kendaraan yang melanggar dan 0,834 kendaraan yang tidak melanggar. Untuk mengetahui

perbandingan jumlah kendaraan rencana melanggar dan tidak melanggar dapat menggunakan Tabel 5.2 yaitu tabel data kendaraan rencana terkoreksi tahun 2014.

**Tabel 5.2 Data Jumlah Kendaraan Rencana Terkoreksi 2014
(Asumsi Melanggar dan Tidak Melanggar)**

Jenis Kendaraan	Kendaraan Rencana (smp)	Kendaraan Rencana Terkoreksi	
		TM*	M**
Kendaraan Ringan (2 ton)	40.211	35.284	4.927
Truk 2 as (8 ton)	4.854	3.910	944
Truk 2 as (14 ton)	4.120	3.753	367
Truk 3 as (21 ton)	3.953	3.561	391

Keterangan *Tidak Melanggar, **Melanggar, *Sumber: Dir. Perhubungan Darat*

Untuk mengetahui tingkat pelanggaran terhadap Jumlah Berat yang Diijinkan yang selanjutnya disingkat dengan JBI menurut golongan kendaraan dapat dilihat pada Tabel 5.2 dibawah ini.

Tabel 5.3 Rekapitulasi Tingkat Pelanggaran Terhadap JBI

Gol. Kend. Tahun	Pelanggaran Terhadap JBI							
	I (2ton – 8 ton)		II (8 ton – 14 ton)		III (14 ton – 21 ton)		IV (> 21 ton)	
	>5%- 15%	>16%- 25%	>5%- 15%	>16%- 25%	>5%- 15%	>16%- 25%	>5%- 15%	>16%- 25%
2014	764	1696	2773	1153	1454	488	4725	34
2015	1568	2343	3273	784	1293	621	2093	29
2016	1720	3181	2965	823	2173	648	3210	16
Jumlah	4052	7220	9011	2760	4920	1757	10028	79

5.2 Perhitungan Nilai Ekivalen (asumsi melanggar dan tidak melanggar)

5.2.1 Nilai ekivalen tidak melanggar

Nilai ekivalen kendaraan tidak melanggar adalah besarnya nilai kerusakan yang disebabkan oleh beban kendaraan yang sesuai dengan berat kendaraan yang diijinkan menurut beban yang terdapat dalam perencanaan suatu jalan. Rumus untuk perhitungan angka ekivalen (E) adalah:

$$\begin{aligned} E \text{ sumbu tunggal} &= \left(\frac{\text{beban sumbu tunggal kg}}{8160} \right)^4 \\ E \text{ sumbu ganda} &= \left(\frac{\text{beban sumbu ganda kg}}{8160} \right)^4 \times 0,086 \\ E \text{ Kendaraan} &= E \text{ sumbu depan} + E \text{ sumbu belakang} \end{aligned}$$

Kendaraan ringan 2 ton (2000 kg), dengan distribusi beban adalah 1 ton sumbu depan dan 1 ton sumbu belakang maka:

$$\begin{aligned} E \text{ sumbu depan} &= \left(\frac{1000}{8160} \right)^4 = 0,0002 \\ E \text{ sumbu belakang} &= \left(\frac{1000}{8160} \right)^4 = 0,0002 \\ E \text{ kendaraan} &= 0,0002 + 0,0002 = 0,0004 \end{aligned}$$

Pada Tabel 5.3 dapat dilihat perhitungan nilai ekivalen kendaraan rencana, tabel tersebut menunjukkan angka ekivalen masing-masing jenis kendaraan angkutan barang.

Tabel 5.4 Angka Ekuivalen Kendaraan Tidak Melanggar

Uraian	Kendaraan Ringan		Truk 2 as		Truk 2 as – 3 as		Truk 3 as – 4 as	
Total Berat (ton)	2		8		14		21	
Sumbu	Depan	Belakang	Depan	Belakang	Depan	Belakang	Depan	Belakang
Konfigurasi Sumbu	Tunggal	Tunggal	Tunggal	Tunggal	Tunggal	Tunggal	Tunggal	Ganda
% Distribusi beban	50	50	37,3	62,5	38,5	61,5	30	70
Distribusi beban (ton)	1	1	3	5	5	8	6	14
E beban sumbu	0,0002	0,0002	0,018	0,141	0,141	0,924	0,292	0,745
E kendaraan	0,0004		0,159		1,065		1,037	

Sumber: DirjenPerhubungan Darat

5.2.2 Nilai ekuivalen kendaraan melanggar

Nilai ekuivalen kendaraan melanggar adalah besarnya kerusakan yang disebabkan tidak sesuai/melebihi dari berat kendaraan yang diijinkan sesuai dengan standar perencanaan jalan. Nilai ekuivalen kendaraan melanggar dihitung dari rerata beban kendaraan yang melebihi beban standar perencanaan jalan. Pada Tabel 5.4 menunjukkan rerata beban kendaraan melanggar (kendaraan ringan, truk 2 as dan truk 3 as) yang hasilnya diperoleh dari lampiran.

Tabel 5.5 Data Hasil Angka Ekuivalen Kendaraan Melanggar

Uraian	Kendaraan Ringan JBI 2 ton – 8 ton		Truk JBI 8 ton – 14 ton		Truk JBI 14 ton – 21 ton		Truk JBI >21 ton	
	(diambil JBI 2,5 ton)		(diambil JBI 8,5 ton)		(diambil JBI 15 ton)		(diambil JBI 23 ton)	
Total Berat (ton)	2,721		9,207		16,523		25,146	
Sumbu	Depan	Belakang	Depan	Belakang	Depan	Belakang	Depan	Belakang
Konfigurasi Sumbu	Tunggal	Tunggal	Tunggal	Tunggal	Tunggal	Tunggal	Tunggal	Ganda
% Distribusi beban	50	50	37,3	62,5	38,5	61,5	30	70
Distribusi beban (ton)	1,361	1,361	3,434	5,754	6,361	10,162	7,544	17,602
E beban sumbu	0,0007	0,0007	0,032	0,250	0,369	2,405	0,737	1,879
E kendaraan	0,0014		0,282		2,774		2,615	

Tabel di atas diketahui beban kendaraan melanggar untuk kendaraan ringan dengan JBI 2,5 ton sebesar 2,721 ton, truk dengan JBI 8,5 ton sebesar 9,207 ton, truk dengan JBI 15 ton sebesar 16,523 ton dan untuk truk dengan JBI 23 ton sebesar 25,146 ton. Tampak semakin besar beban kendaraan yang melanggar maka semakin besar pula nilai ekuivalen kendaraan. Ini menunjukkan semakin besar pula angka kerusakan yang ditimbulkan oleh kendaraan yang melanggar terhadap jalan.

Berdasarkan pengrauh tentang daya rusak jalan (dinyatakan dalam angka ekuivalen sumbu kendaraan, E), dari rumus sumbu tunggal (koefisien 1 dan eksponen 4) pada rumus sebagai berikut:

$$E_{\text{as tunggal}} = 1,00 \times \frac{P}{8,16}^4$$

Dari rumus dapat ditarik kesimpulan tentang beban aktual yang terjadi:

1. Pada kendaraan ringan dengan JBI 2,5 ton terjadi penyimpangan beban sebesar 2,721 ton atau sebesar $(1,347)^4$. Ini menunjukkan bahwa pelanggaran ketentuan batas muatan hingga 1,347 pangkat empatnya atau 134,7% akan berakibat peningkatan daya rusak sebesar 3,292 (atau $1,347^4$).
2. Pada kendaraan dengan JBI 8,5 ton terjadi penyimpangan beban sebesar 9,207 ton atau sebesar $(1,083)^4$. Ini menunjukkan bahwa pelanggaran ketentuan batas muatan hingga 1,083 pangkat empatnya atau 108,3% akan berakibat peningkatan daya rusak sebesar 1,375 (atau $1,083^4$).
3. Pada kendaraan dengan JBI 15 ton terjadi penyimpangan beban sebesar 16,523 ton atau sebesar $(1,102)^4$. Ini menunjukkan bahwa pelanggaran ketentuan batas muatan hingga 1,102 pangkat empatnya atau 110,2% akan berakibat peningkatan daya rusak sebesar 1,475 (atau $1,102^4$).
4. Pada kendaraan dengan JBI 23 ton terjadi penyimpangan beban sebesar 25,146 ton atau sebesar $(1,093)^4$. Ini menunjukkan bahwa pelanggaran ketentuan batas muatan hingga 1,093 pangkat empatnya atau 109,3% akan berakibat peningkatan daya rusak sebesar 1,427 (atau $1,093^4$).

Setiap penambahan beban di atas menunjukkan kerusakan berpangkat 4 terhadap beban sumbu tunggal seberat 8,16 ton. Dengan nilai kerusakan yang sama besar 1 untuk sekalinya lewat. Kerusakan yang terjadi merupakan perkalian bilangan berpangkat empat yang menyebabkan setiap penambahan beban akan berakibat nilai daya perusakannya bertambah besar.

Data beban dengan masing-masing JBI diambil selama 7 hari dan mewakili data selama satu bulan. Hasil perhitungan dari penyimpangan beban dapat dilihat pada lampiran.

5.3 Perhitungan LER (Lintas Ekuivalen Rencana)

5.3.1 Perhitungan LER rencana

LER rencana adalah jumlah repetisi beban sumbu standar (sumbu tunggal roda ganda) yang diperkirakan akan terjadi selama umur rencana. Pada perencanaan jalan, direncanakan umur rencana 5 tahun dan dilakukan perbaikan aspal jalan pada tahun 2014 dengan pertumbuhan (i) selama masa pelaksanaan adalah sebesar 5% dengan asumsi pembangunan selama 1 tahun. Perhitungan LER rencana dapat dilihat pada Tabel 5.6. Tampak bahwa jumlah total lalu lintas kendaraan rerata dengan pertumbuhan 5% pada tahun 2015 adalah 67819,05 kendaraan/hari/2 arah. Perkiraan jumlah kumulatif repetisi beban sumbu standar kendaraan selama umur rencana 5 tahun adalah 1842,54. Angka ini menunjukkan batas kemampuan konstruksi jalan untuk mendukung sejumlah pengulangan beban standar yang telah direncanakan selama 5 tahun. Jika terjadi penyimpangan beban, maka yang terjadi adalah kondisi jalan yang masih baik tetapi umur pelayannya sudah berkurang. Berikut adalah contoh perhitungan LER rencana untuk jenis kendaraan ringan.

1. Perhitungan LER rencana pada tahun 2014 – 2020:

UR = 5 tahun ($n = 5$), dengan pembangunan selama 1 tahun pada tahun 2014

Pertumbuhan lalu lintas pada saat pelaksanaan ($i\%$) = 5

Pertumbuhan lalu lintas ($r\%$),

$$r = \frac{(1+0,01 \cdot i)^{UR} - 1}{0,01 \cdot i} = \frac{(1+0,01 \cdot 0,05)^5 - 1}{0,01 \cdot 0,05} = 5$$

2. Data LHR tahun survei 2014 untuk kendaraan ringan adalah 40.211

$$\begin{aligned} \text{LHR 2015} &= \text{LHR 2014} \times (1 + i)^n \\ &= 40.211 \times (1 + 0,05)^1 \\ &= 42221,55 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LEP} &= \text{LHR 2015} \times C \times E \\ &= 42221,55 \times 0,5 \times 0,0004 \\ &= 8,444 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LEA} &= \text{LEP} \times (1 + r)^n \\ &= 8,444 \times (1 + 0,05)^5 \\ &= 10,777 \end{aligned}$$

Tabel 5.6 Hasil Perhitungan LER Rencana

No	Uraian	Kend. Ringan JBI 2 ton – 8 ton	Kend. dengan JBI 8 ton – 14 ton	Kend. dengan JBI 14 ton – 21 ton	Kend. dengan JBI >21 ton	Total
1	Umur Rencana (UR)	5	5	5	5	
2	(i) Masa pelaksanaan %	5	5	5	5	
3	(r) Perkembangan Lalu Lintas %	5	5	5	5	
4	LHR Tahun Survei 2014	40.211	4.854	4.120	3.953	
5	LHR 2015 (LHR 2014 (1+i) ⁿ)	42221,55	5096,7	4326	4150,65	67819,05
6	Angka Ekvivalen (E)	0,0004	0,159	1,065	1,037	
7	Koefisien Distribusi Kendaraan (C)	0,5	0,5	0,5	0,5	
8	LEP (LHR 2015 × C × E)	8,444	405,188	2303,595	2152,112	4869,339
9	LEA (LEP × (1+r) ⁿ)	10,777	517,134	2940,036	2746,701	6214,648
10	LET [(LEP + LEA) / 2]	9,611	461,161	2621,815	2449,406	5541,993
11	Faktor Penyesuaian (FP) _[ln/10]	0,5	0,5	0,5	0,5	
12	LER [LET × FP]	4,805	230,580	1310,908	1224,703	2770,997

5.3.2 Perhitungan LER aktual

Perhitungan LER aktual merupakan nilai koreksi terhadap LER rencana yang terjadi akibat adanya pelanggaran kelebihan muatan di jalan. Koreksi tersebut dilakukan dengan asumsi kendaraan melanggar dan tidak melanggar. Pada perhitungan jumlah kendaraan rencana dihitung dari presentase kendaraan melanggar dan tidak melanggar yang terjadi di jembatan timbang. Hasil perhitungan LER aktual dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Berikut contoh perhitungan LER rencana untuk jenis kendaraan adalah kendaraan ringan tidak melanggar.

1. Perhitungan LER rencana pada tahun 2014 – 2020

UR = 5 tahun (n=5), dengan pembangunan 1 tahun pada tahun 2014

Pertumbuhan lalu lintas pada saat pelaksanaan (i%) = 5

Pertumbuhan lalu lintas (r%),

$$r = \frac{(1+0,01 \cdot i)^{UR} - 1}{0,01 \cdot i} = \frac{(1+0,01 \cdot 0,05)^5 - 1}{0,01 \cdot 0,05} = 5$$

2. Data LHR tahun survei 2014, kendaraan ringan tidak melanggar adalah

35.284

$$\begin{aligned} \text{LHR 2015} &= \text{LHR 2014} \times (1 + i)^n \\ &= 35.284 \times (1 + 0,05)^1 \\ &= 37048,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LEP} &= \text{LHR 2014} \times C \times E \\ &= 37048,2 \times 0,5 \times 0,0004 \\ &= 7,409 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LEA} &= \text{LEP} \times (1 + r)^n \\ &= 7,409 \times (1 + 0,05)^5 \\ &= 9,456 \end{aligned}$$

Tabel 5.7 Hasil Perhitungan LER Aktual

No	Uraian	Kend. Ringan JBI 2 ton – 8 ton		Kend. JBI 8 ton – 14 ton		Kend. JBI 14 ton – 21 ton		Kend. JBI >21 ton		Total
		TM*	M**	TM*	M**	TM*	M**	TM*	M**	
		1	Umur rencana (UR)	5	5	5	5	5	5	
2	(i) Masa pelaksanaan %	5	5	5	5	5	5	5	5	
3	(r) Perkembangan lalu lintas %	5	5	5	5	5	5	5	5	
4	LHR rencana	40.211		4.854		4.120		3.953		
5	Proporsi	0,75	0,25	0,75	0,25	0,75	0,25	0,75	0,25	
6	LHR tahun survei 2014	35.284	4.927	3.910	944	3.753	367	3.561	391	
7	LHR 2015 (LHR 2014 $\times (1+i)^n$)	37048,2	5173,35	4105,5	991,2	3940,65	385,35	3739,05	410,55	
8	Angka Ekuivalen (E)	0,0004	0,0014	0,159	0,282	1,065	2,774	1,037	2,615	
9	Koef. Distribusi Kend. (C)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
10	LEP (LHR 2015 $\times C \times E$)	7,410	3,621	326,387	139,759	2098,396	534,480	1938,697	536,794	5585,546
11	LEA (LEP $\times (1+r)^n$)	7,597	3,713	334,629	143,288	2151,383	547,977	1987,652	550,349	5726,588
12	LET [(LEP+LEA)/2]	7,503	3,667	330,508	141,524	2124,890	541,229	1963,175	543,571	5656,067
13	Faktor penyesuaian (FP)[n/10]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
14	LER [LET \times FP]	3,752	1,834	165,254	70,762	1062,445	270,614	981,587	271,786	2828,033

Berdasarkan perhitungan diketahui jumlah LER aktual sebesar 2828,033 lintasan dan besarnya LER ini melebihi dari yang telah direncanakan (LER rencana) yaitu 2770,997 lintasan. Hal ini terjadi karena adanya jumlah pelanggaran lalu lintas kendaraan besar sebesar 14% dan besarnya beban pada masing-masing jenis kendaraan. Besarnya sejumlah LER aktual menunjukkan bahwa batas kapasitas konstruksi jalan akan melampaui pada umur rencana tertentu. Berarti terjadi pengurangan umur rencana dari yang telah direncanakan. Perhitungan pengurangan umur rencana dapat dilihat pada sub bab berikutnya.

5.4 Pengurangan Umur Rencana Jalan

Pada perhitungan pengurangan umur rencana jalan didapatkan dari penurunan umur rencana jalan akibat sejumlah repetisi bahan melebihi dari jumlah beban standar yang telah direncanakan. Penurunan umur rencana jalan dicari dengan menghitung indeks tebal perkerasan yang telah direncanakan (ITP rencana), nilai ITP ini dihitung dari $W_{rencana}$ yang telah diketahui. Perhitungannya seperti berikut:

Perhitungan nilai ITP rencana tahun pertama

Diketahui LER rencana 2770,997 lintasan sumbu standar.

$$W_{rencana} = 2770,997 \times 365 \times 1 = 1011413,9 = 1,0114 \cdot 10^6$$

$$IP_0 = 3,9 \text{ (lihat Tabel 3.6)} ; IP_1 = 2,5 \text{ (lihat Tabel 3.5)}$$

$$L_t = 18 \text{ kips} ; L_1 = 1 \text{ (kode sumbu tunggal)}$$

Persamaan dasar:

$$\text{Log } (Wt) = 5,93 + 9,36 \text{ Log } (ITP + 1) - 4,79 \text{ Log } (L_1 + L_2) + 4,33 \text{ Log } (L_2) +$$

$$\frac{\text{Log } \frac{IP_0 - IP_1}{IP_0 - 1,5}}{3,23} \\ 0,40 + \frac{0,081}{ITP + 1} \frac{L_1 + L_2}{5,19 \times L_2} \frac{3,23}{3,23}$$

$$\text{Log } (1842,54) = 5,93 + 9,36 \text{ Log } (ITP + 1) - 4,79 \text{ Log } (18 + 1) + 4,33 \text{ Log } (1) +$$

$$\frac{\text{Log } \frac{3,9 - 2,5}{3,9 - 1,5}}{3,23} \\ 0,40 + \frac{0,081}{ITP + 1} \frac{18 + 1}{5,19 \times 1} \frac{3,23}{3,23}$$

$$3,265 = 5,93 + 9,36 \text{ Log (ITP + 1)} - 4,79 \text{ Log (19)} + 4,33 \text{ Log (1)} + \frac{\text{Log } \frac{1,4}{2,4}}{0,40 + \frac{1094}{\text{ITP}+1} 5,19}$$

Nilai Indeks Tebal Perkerasan dihitung dengan uji *trial and error*.

Didapatkan nilai ITP = 1,352.

Perhitungan penurunan umur rencana mengacu pada nilai ITP tiap tahunnya kemudian $W_{t_{rencana}}$ dan dihitung pula jumlah lintasan sumbu standar. Cara perhitungannya dengan merencanakan atau memperkirakan nilai indeks permukaan awal dan akhir yang terjadi pada awal sampai akhir umur rencana (ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik). Cara perhitungan nilai $W_{t_{rencana}}$ sebagai berikut.

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{ITP} &= 1,352 \\ W_{t_{rencana}} &= 1,0114 \cdot 10^6 \\ \text{Umur} &= \text{tahun ke 1} \\ \text{Rencana Ipo} &= 3,9 ; \text{IPt} = 1,352 \\ L_1 &= 18 ; L_2 = 1 \end{aligned}$$

Nilai IPt atau indeks permukaan jalan akhir umur rencana adalah 1,352. Untuk menghitung penurunan nilai indeks permukaan yang terjadi selama umur rencana digunakan rumus:

$$\frac{IP_1 - IP_0}{\text{Umur Rencana}} = \frac{3,9 - 2,5}{5} = 0,28$$

Jadi, berdasarkan perhitungan diatas penurunan nilai indeks permukaan yang terjadi selama umur rencana adalah 0,28. Kemudian pada tahun 1 perkiraan IPT yang terjadi merupakan hasil dari: $IP_0 - 0,28 = 2,5 - 0,28 = 2,22$. Memasuki tahun ke II IPT adalah $2,22 - 0,28 = 1,94$ dan seterusnya.

1. Perhitungan $W_{t_{rencana}}$:

Persamaan telah disederhanakan menjadi:

$$\text{Log } W_{t_{rencana}} = 9,36 \log (ITP + 1) - 0,20 + \frac{\text{Log } \frac{IP_0 - IPT}{IP_0 - 1,5}}{0,40 + \frac{1094}{ITP + 1} \cdot 5,19}$$

$$\text{Log } W_{t_{rencana} \text{ tahun 1}} = 9,36 \log (2,22 + 1) - 0,20 + \frac{\text{Log } \frac{3,9 - 1,352}{3,9 - 1,5}}{0,40 + \frac{1094}{2,2 + 1} \cdot 5,19}$$

$$\text{Log } W_{t_{rencana} \text{ tahun 1}} = 9,36 \log (3,22) - 0,20 + \frac{0,025}{0,40 + 2,613}$$

$$\text{Log } W_{t_{rencana} \text{ tahun 1}} = 4,753 - 0,208$$

$$\text{Log } W_{t_{rencana} \text{ tahun 1}} = 4,544$$

$$\text{Log } W_{t_{rencana} \text{ tahun 1}} = 10^{4,544} = 35051,178$$

Untuk perhitungan $W_{t_{rencana}}$ tahun berikutnya dapat dilihat pada tabel 5.8 dan perhitungan selanjutnya adalah menghitung penurunan sejumlah lintasan akibat beban aktual melalui perbandingan antara $W_{t_{rencana}}$ dengan $W_{t_{aktual}}$ dalam kondisi nilai ITP tiap tahunnya pada persamaan dasar. Penurunan ini didapatkan dengan mengacu pada perbandingan berapa kalinya kelebihan sejumlah lintasan akibat beban aktual terhadap sejumlah lintasan rencana.

2. Perhitungan Wt_{aktual}

Diketahui LER aktual = 2828,033 lintasan sumbu standar.

$$Wt_{aktual} = 2828,033 \times 365 \times 1 = 1032232,045 = 1,032 \cdot 10^6$$

$$Wt_{rencana} = 2770,997 \times 365 \times 1 = 1011413,9 = 1,011 \cdot 10^6$$

$$\frac{Wt_{aktual}}{Wt_{rencana}} = \frac{1,032 \times 10^6}{1,011 \times 10^6} = 1,020$$

Dari hasil perhitungan diatas menunjukkan bahwa Wt_{aktual} mempunyai nilai 1,020 kalinya terhadap sejumlah lintasan rencana. Perhitungan selanjutnya adalah memasukkan nilai Wt_{aktual} kedalam persamaan dasar.

Diketahui:

$$Wt_{aktual} = 1,020 \times Wt_{rencana}$$

$$Wt_{rencana} = \frac{Wt_{aktual}}{1,020}$$

Umur = tahun ke 1

Rencana IPo = 3,9 ; IPt = 1,352

$L_1 = 18$; $L_2 = 1$

3. Perhitungan Wt_{aktual} :

Persamaan telah disederhanakan menjadi,

$$\begin{aligned} \text{Log}(Wt) &= 5,93 + 9,36 \text{ Log} (ITP+1) - 4,79 \text{ Log} (L_1+L_2) + 4,33 \text{ Log} (L_2) + \\ &\frac{\text{Log} \frac{IPo-IP1}{IPo-1,5}}{3,23} \\ &0,40 + \frac{0,081 L_1 + L_2}{ITP+1} \frac{5,19 \times L_2}{3,23} \end{aligned}$$

$$\text{Log } (W_{t_{\text{aktual}}}) = 9,36 \text{ Log } (ITP+1) - 0,20 + \frac{\text{Log } \frac{IP_0 - IP_1}{IP_0 - 1,5}}{3,23} \\ 0,40 + \frac{0,081}{ITP+1} \frac{L_1 + L_2}{5,19 \times L_2} \frac{3,23}{3,23}$$

Persamaan pada ruas kiri di atas merupakan persamaan sejumlah lintasan sumbu standar pada nilai IP dan ITP tertentu yang diakibatkan oleh beban aktual. Pada tahun 1 sejumlah lintasan akibat beban rencana dapat dihitung menggunakan persamaan tersebut dengan persamaan seperti dibawah ini.

$$\text{Log } W_{t_{\text{aktual}}} = (9,36 \text{ Log } (1,352+1) - 0,20 + \frac{\text{Log } \frac{3,9 - 1,352}{3,9 - 1,5}}{3,23} \\ 0,40 + \frac{1094}{1,352+1} \frac{5,19}{5,19})$$

$$\text{Log } W_{t_{\text{aktual}}} = (9,36 \text{ Log } (2,352) - 0,20 + \frac{0,025}{0,40 + 12,919})$$

$$\text{Log } W_{t_{\text{aktual}}} = (9,36 \text{ Log } (2,352) - 0,20 + \frac{0,025}{0,40 + 12,919})$$

$$\text{Log } W_{t_{\text{aktual}}} = (9,36 \times 0,371 - 0,20 + (1,876 \times 10^3))$$

$$\text{Log } W_{t_{\text{aktual}}} = 3,643$$

$$\text{Log } W_{t_{\text{rencana}}} = \frac{3,643}{1,020}$$

$$\text{Log } W_{t_{\text{rencana}}} = 3,571$$

$$W_{t_{\text{rencana tahun 1}}} = 10^{3,571} = 3728,796 \text{ lintasan.}$$

Untuk perhitungan $W_{t_{\text{aktual}}}$ tahun berikutnya selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.8. Setelah jumlah lintasan sumbu tunggal selama umur rencana ($W_{t_{\text{rencana}}}$ dan $W_{t_{\text{aktual}}}$ terkoreksi) diketahui. Penurunan umur rencana dihitung dengan rumus:

$$UP = (W_{t_{\text{aktual}}}/W_{t_{\text{rencana}}}) \times UR$$

$$UP = (15162603,097/369376057,788) \times 5 = 0,205 \text{ tahun.}$$

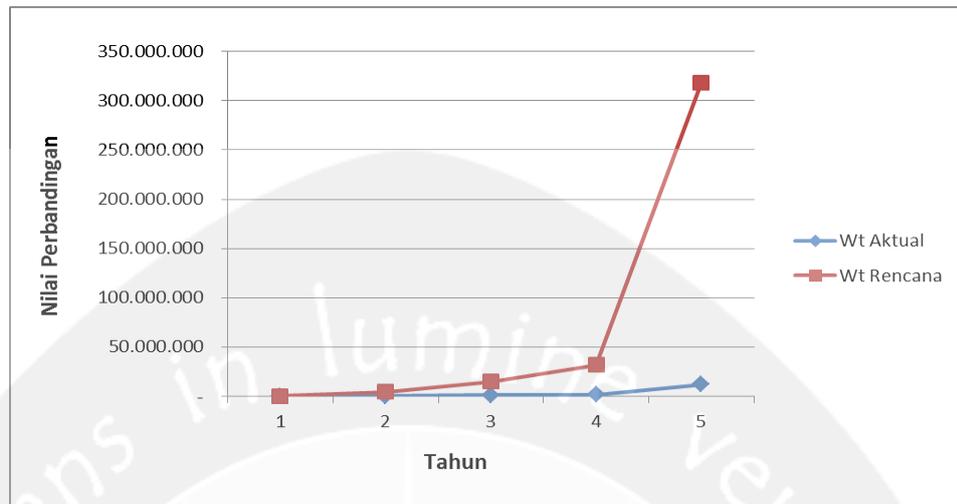
Pengurangan umur perbaikan jalan = 0,205 tahun.

Maka umur rencana jalan dari 5 tahun menjadi 4,795, karena telah direncanakan umur jalan yaitu 5 tahun dikurangi dengan 0,205 tahun menjadi 4,795 tahun.

Tabel 5.8 Hasil Perhitungan Nilai $W_{t_{\text{rencana}}}$ dan $W_{t_{\text{aktual}}}$

Jenis sumbu	: Tunggal								
L_2 (jenis sumbu)	: 1								
L_1 (beban kendaraan)	: 18								
$W_{t_{\text{rencana}}}$: $1,032 \cdot 10^6$								
$W_{t_{\text{aktual}}}$: $1,011 \cdot 10^6$								
IP_o	: 3,9								
IP_t	: 1,352								
UR	: 5								
Persamaan lintasan:									
$\text{Log}(W_t) = 5,93 + 9,36 \text{Log}(ITP+1) - 4,79 \text{Log}(L_1+L_2) + 4,33 \text{Log}(L_2) + \frac{Gt}{\beta}$									
UR	IP_o	IP_t	ITP	GT	β	Log $W_{t_{\text{rencana}}}$	Log $W_{t_{\text{aktual}}}$	$W_{t_{\text{rencana}}}$	$W_{t_{\text{aktual}}}$
1	3,9	1,352	1,352	0,026	13,426	4,085	3,403	12168,417	2529,298
2	3,9	1,072	2,971	0,071	1,264	6,641	5,532	4375789,507	340408,19
3	3,9	0,792	3,424	0,112	0,894	7,168	5,971	14725404,28	935405,674
4	3,9	0,512	3,738	0,15	0,746	7,503	6,25	31842063,24	1778279,41
5	3,9	0,232	4,816	0,184	0,52	8,503	7,083	318420632,4	12105981,34
Total								369376057,8	15162603,91

Gambar diatas menunjukkan bahwa suatu perkerasan direncanakan untuk mendukung sejumlah repetisi beban kendaraan sumbu standar pada indeks tebal perkerasan (ITP) dan pada indeks permukaan (IP) yang telah ditentukan selama umur rencana. Jika terjadi kelebihan beban maka dapat mempercepat penurunan nilai indeks permukaan yang mengakibatkan berkurangnya umur pelayanan yang mampu didukung oleh perkerasan.



Gambar 5.2 Grafik Perbandingan $Wt_{rencana}$ dan Wt_{aktual}

Grafik diatas menjelaskan bahwa pada nilai indeks tebal perkerasan (ITP) tertentu, semakin besar beban lalu lintas yang melewati perkerasan jalan maka semakin sedikit jumlah repetisi beban yang dapat ditampung oleh perkerasan tersebut.

5.5 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa telah terjadi penyimpangan beban kendaraan angkutan barang terhadap beban rencana. Penurunan umur rencana jalan dari 5 tahun menjadi 4,798 tahun dengan besar penyimpangan beban kendaraan aktual sebagai berikut:

1. Kendaraan ringan JBI 2,5 ton menjadi 2,721 ton.
2. Truk dengan JBI 8,5 ton menjadi 9,207 ton.
3. Truk dengan JBI 15 ton menjadi 16,523 ton.
4. Truk dengan JBI 23 ton menjadi 25,146 ton.

Jika tidak ada kendaraan angkutan barang yang melebihi muatan yang melewati atau muatannya sesuai dengan JBI maka umur rencana perbaikan jalan dari 5 tahun menjadi 5 tahun lebih 6 bulan. Pengaruh kerusakan yang ditimbulkan oleh tiap kendaraan muatan lebih (*overloading*) memberikan dampak merusak lebih besar daripada kendaraan yang tidak melebihi muatan. Hal ini akan mengurangi umur jalan dari umur rencana 5 tahun menjadi 4,795 tahun. Karena jalan Toyan – Karangnongko – Krendetan merupakan jalan Nasional maka volume lalu lintasnya padat dan jenis kendaraan yang lewat lebih banyak truk-truk bermuatan berat sehingga berpengaruh pada kerusakan aspal dan penurunan tanah.



Gambar 5.3 Truk Gandeng yang Melewati Toyan – Karangnongko – Krendetan Dari Arah Wates Menuju Purworejo



Gambar 5.4 Truk Gandeng yang Melewati Krendetan – Karangnongko – Toyan Dari Arah Purworejo Menuju Wates



Gambar 5.5 Lalu Lintas Kendaraan Angkutan Barang

Terlihat jelas pada gambar lalu lintas kendaraan angkutan barang yang melewati jalan Toyan – Karangnongko – Krendetan dan sebaliknya. Dengan lalu lintas seperti itu maka akan membebani jalan dan tanah dibawahnya. Berdasarkan hitungan beban yang ditanggung oleh jalan sebesar pangkat empatnya dari beban yang diijinkan. Faktor lain yang dapat menyebabkan kerusakan pada jalan adalah perbedaan penurunan. Perbedaan penurunan bisa juga diakibatkan oleh konsolidasi primer yang belum tuntas terjadi dan konsolidasi sekunder pada tanah asli. Konsolidasi yang terjadi akibat dari tanah yang belum sempurna mengalami pemadatan dan menerima beban dari kendaraan yang lewat. Konsolidasi primer yang telah selesai selama periode prapembebanan, dampak dari konsolidasi sekunder dapat menyebabkan terjadinya retak pada aspal dan kualitas berkendara yang buruk. Di bawah ini adalah gambar dari kerusakan aspal yang terjadi di lokasi penelitian.



Gambar 5.6 Kerusakan Jalan Berupa Lubang



Gambar 5.7 Kerusakan Jalan Berupa Retakan Buaya dan Lubang



Gambar 5.8 Air yang Menggenang Akibat Lubang



Gambar 5.9 Kerusakan Akibat Penurunan Tanah (Distorsi)

Fungsi jembatan timbang untuk mengatur dan mengawasi lalu lintas kendaraan angkutan barang dapat mengurangi dampak dari kerusakan yang diakibatkan oleh muatan lebih kendaraan angkutan barang dengan cara menurunkan barang-barang dari truk atau memberikan sanksi kembali bagi truk yang melanggar/truk tidak boleh lewat. Sanksi denda yang diberikan tentu tidak dapat untuk biaya perbaikan jalan yang rusak akibat muatan yang berlebihan pada kendaraan angkutan barang. Sanksi yang efektif adalah penurunan muatan dan aturan tidak boleh melewati.