



ANALISIS KERUSAKAN DINI PERKERASAN LENTUR AKIBAT BEBAN BERLEBIH (OVERLOAD) PADA RUAS JALAN POROS PINRANG – POLEWALI MANDAR

Imam Fadly¹, Hendro Widarto²

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

Informasi Artikel

ABSTRACT

The Pinrang - Polewali Mandar road section where the condition is currently experiencing damage at several points caused by the growth of passing vehicles is quite high with excess excess. Based on this incident, the purpose of this study was to determine the proportion of the effect of VDF caused by excess to the effect on the Pinrang - Polewali Mandar axis road. The data used using secondary data in the form of actual vehicle weight data from the Paku weighbridge and LHR. then the proportion of the VDF value is excess by using the Bina Marga method (1990). The time was carried out in May 2022. The results showed that the damage capacity of vehicles crossing the Pinrang - Polewali Mandar axis due to excess overload or VDF overload was 202,497,876 VDF and the actual VDF value in the field was 10.21%, meaning that the excess overload on heavy vehicles can affect the value of VDF. This is because the increase in charge increases, the total of the additions causes an increase in the value of VDF. So it can be the cause of road damage.

Keywords:

VDF, Overload, Highway 1990.

ABSTRAK

Ruas jalan Pinrang - Polewali Mandar dimana kondisinya saat ini mengalami kerusakan di beberapa titik disebabkan pertumbuhan kendaraan yang melintas cukup tinggi dengan muatan berlebih. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui persentase pengaruh VDF kumulatif akibat muatan berlebih terhadap pengaruh kerusakan pada ruas jalan poros Pinrang - Polewali Mandar. Data yang digunakan menggunakan data sekunder berupa data berat kendaraan aktual dari jembatan timbang Paku dan LHR. kemudian perhitungan persentase nilai VDF akibat muatan berlebih dengan menggunakan metode Bina Marga (1990). Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan mei 2022. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya rusak kendaraan overload yang melintasi jalan poros Pinrang - Polewali Mandar disebabkan adanya beban berlebih atau VDF overload yaitu sebesar 202.497,876 VDF serta hasil nilai VDF kumulatif, diperoleh peningkatan VDF kumulatif akibat muatan berlebih aktual di lapangan sebesar 10,21% artinya bahwa muatan berlebih pada kendaraan berat dapat berpengaruh terhadap nilai VDF kumulatif. Hal tersebut diakibatkan karena semakin muatan bertambah maka berat total dari kendaraan bertambah yang menyebabkan terjadi peningkatan pada nilai VDF. Sehingga dapat menjadi penyebab terjadinya kerusakan jalan.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



I. PENDAHULUAN

Jalan merupakan infrastruktur pendukung perekonomian yang harus dikembangkan dan dipelihara. Untuk menjamin tidak adanya hambatan dalam pergerakan barang dan jasa, maka kondisi infrastruktur jalan harus tetap dipertahankan dalam kondisi yang baik. Salah satu tantangan dalam mempertahankan kondisi perkerasan dalam kondisi baik adalah tingginya tingkat pertumbuhan lalu lintas baik jumlah kendaraan maupun beban kendaraan sehingga melebihi batas yang diizinkan (overload) [1].

Ruas jalan Pinrang - Polewali Mandar merupakan jalan arteri primer yang menghubungkan antara kota Pinrang - Polewali Mandar. Pada jalur ini banyak ditemukan kerusakan jalan karena adanya kendaraan yang melintas yang bermuatan lebih contohnya kendaraan Dump truck, Tronton, Pick up dan lain sebagainya. Ruas jalan Pinrang - Polewali Mandar termasuk jalan nasional dengan Lebar 7 m dimana kondisinya saat ini mengalami kerusakan di beberapa titik di sebabkan pertumbuhan kendaraan yang melintas cukup tinggi dengan muatan berlebih dan cuaca serta bangunan pelengkap seperti drainase di beberapa titik kondisi buruk dan ada belum tersedia. Kejadian kendaraan mengalami overloading mayoritas disebabkan karena tidak semua kendaraan masuk ke jembatan timbang, terutama truk - truk pasir, dump truck, tronton yang cenderung menghindari jembatan karena tidak ingin terkena denda. Berdasarkan kejadian tersebut maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa jauh pengaruh beban berlebih (overload) terhadap jalan pada perkerasan lentur (flexible pavement) di ruas jalan Pinrang - Polewali Mandar.

A. Definisi Jalan

Jalan merupakan sebagai bagian sistem transportasi nasional mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung bidang ekonomi, sosial dan budaya serta lingkungan dan dikembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah, membentuk dan memperkuat kesatuan nasional untuk memantapkan pertahanan dan keamanan nasional, serta membentuk struktur ruang dalam rangka mewujudkan sasaran pembangunan nasional. (Undang-undang Republik Indonesia No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan) Tujuan utama pembuatan struktur perkerasan jalan adalah untuk mengurangi tegangan atau tekanan akibat beban atau muatan kendaraan sehingga nilai

tekanan atau tegangan yang diterima oleh tanah dasar semakin berkurang [2].

B. Kerusakan Jalan

Adapun Jenis Dan Tingkat Kerusakan Jalan sebagai berikut :

1) *Keriting (Corruigation)* : Penyebab keriting (*corruigation*) suatu permukaan jalan seperti, rendahnya stabilitas campuran yang dapat berasal dari tingginya kadar aspal, aspal yang dipakai mempunyai penetrasi yang tinggi, banyaknya menggunakan agregat halus, dan lalu lintas dibuka sebelum perkerasan mantap [3].

2) *Alur (Rutting)* : Deformasi permukaan perkerasan aspal dalam bentuk turunnya perkerasan ke arah memanjang pada lintasan roda kendaraan. Kemungkinan penyebab rutting seperti, pemadatan lapis permukaan dan pondasi kurang, sehingga berakibat beban lalu lintas lapis pondasi memadat lagi [3].

3) *Ambblas (Depression)* : Penurunan perkerasan yang terjadi pada area terbatas yang mungkin dapat diikuti dengan retakan penurunan ditandai dengan adanya genangan air pada permukaan perkerasan yang membahayakan lalu lintas yang lewat [3].

4) *Sungkur (Shoving)* : Perpindahan permanen secara lokal dan memanjang dari permukaan perkerasan yang disebabkan oleh beban lalu lintas. Ketika lalu lintas mendorong perkerasan, maka akan timbul gelombang dipermukaannya [3].

5) *Retak Memanjang (Longitudinal Crack)* : Retak berbentuk memanjang pada perkerasan jalan dapat terjadi dalam bentuk tunggal atau berderet yang sejajar. Retakan ini disebabkan oleh beban dan bukan beban [3].

6) *Retak Kulit Buaya (Alligator Cracks)* : Lebar celah retak ≥ 3 mm dan saling berangkai membentuk serangkaian kotak-kotak kecil yang menyerupai kulit buaya atau kawat untuk kandang ayam. Umumnya daerah dimana terjadi retak kulit buaya tidak luas. Jika daerah terjadi retak kulit buaya luas, mungkin hal ini disebabkan oleh repetisi beban lalu lintas yang melampaui beban yang dapat dipikul oleh lapisan permukaan tersebut [3].

7) *Retak sambungan jalan (lane joint crack)* : Retakan sambung ini merupakan retak yang terjadi pada sambungan dua jalur lalu lintas dan berbentuk retak memanjang (longitudinal cracks), Kemungkinan

penyebabnya adalah ikatan sambungan kedua jalur yang kurang baik. Akibat dari kerusakan tersebut merupakan kerusakan menyeluruh atau setempat pada perkerasan jalan dan akan mengganggu kenyamanan berkedaraan dan lepasnya butir pada tepi retak dan bertambah lebar. lama tidak diperbaiki secara benar sebelum pekerjaan pelapisan ulang (overlay) dilakukan.

8) *Retak Pinggir (Edge Cracking)*: Retak ini disebut juga dengan retak garis (lane cracks) dimana terjadi pada sisi tepi perkerasan dekat bahu dan berbentuk retak memanjang (longitudinal cracks) dengan atau tanpa cabang yang mengarah ke bahu. Retak ini dapat terdiri atas beberapa celah yang saling sejajar [3].

9) *Kegemukan (Bleeding/Flushing)*: Kegemukan merupakan hasil dari aspal pengikat yang berlebihan, yang bermigrasi ke atas permukaan perkerasan. Kelebihan atau kekurangan kadar aspal juga bisa mengakibatkan kegemukan jalan [3].

10) *Lubang (Potholes)*: Lekukan permukaan perkerasan akibat hilangnya lapisan aus dan material lapis pondasi (base). Kerusakan lubang berbentuk kecil biasanya berdiameter 0,9 m dan berbentuk mangkuk yang dapat berhubungan atau tidak berhubungan dengan kerusakan permukaan lainnya [3].

11) *Tambalan (patching and utility cut patching)*: Penambalan merupakan pertimbangan kerusakan yang diganti dengan material yang lebih baru dan lebih baik untuk memperbaiki perkerasan yang lama. Salah satu faktor adanya penambalan pada perkerasan jalan yaitu perbaikan yang dilakukan pada kerusakan yang terjadi dipermukaan perkerasan [3].

12) *Pelepasan butiran (weathering/raveling)*: Pelepasan butiran disebabkan lapisan perkerasan yang kehilangan aspal, campuran yang kurang baik dan tercabutnya partikel-partikel agregat [3].

C. Metode Binamarga 1990

Metode Bina Marga 1990 merupakan metode yang ada di Indonesia yang mempunyai hasil akhir yaitu urutan prioritas serta bentuk program pemeliharaan sesuai nilai yang di dapat dari urutan prioritas. Pada metode Bina Marga ini jenis kerusakan yang perlu diperhatikan saat melakukan survei visual adalah kekasaran permukaan, lubang, tambalan, retak, alur, dan amblas.

Penentuan nilai kondisi jalan dilakukan dengan menjumlahkan setiap angka dan nilai untuk masing-masing keadaan kerusakan [4].

1) *Kelas LHR*: Lalulintas Harian Rata-Rata (LHR) adalah perkiraan volume lalulintas pada akhir tahun rencana lalulintas dinyatakan dalam smp atau hari.

2) *Satuan Mobil Penumpang (smp)* : Satuan arus lalu lintas, dimana arus dari berbagai tipe kendaraan telah diubah menjadi tipe kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan emp.

3) *Ekuivalensi Mobil Penumpang (emp)*: Faktor konversi berbagai jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang atau kendaraan ringan lainnya sehubungan dengan dampaknya terhadap perilaku lalulintas (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan (LV) emp = 1,0, Kendaraan berat (HV) emp = 1.3, Kendaraan Motor (MC) emp = 0.4, Kendaraan tak bermotor (UM) emp = 0.8). [5].

LHR = Jumlah Lalu lintas Selama Pengamatan/Lama Pengamatan

Tabel 1. Kelas Lalu Lintas Untuk Pekerjaan Pemeliharaan (Sumber: Bina Marga 1990)

Kelas Lalu Lintas	LHR (Lalulintas Harian Rata-rata)
0	< 20
1	20 - 50
2	50 - 200
3	200 - 500
4	500 - 2000
5	2000 - 5000
6	5000 - 20000
7	20000 - 50000
8	> 50000

4) *Penilaian Kondisi Jalan*

Penentuan angka dan nilai untuk masing-masing keadaan dapat dilihat pada tabel di bawah ini. Dengan menjumlahkan nilai-nilai keseluruhan keadaan sesuai dengan jenis kerusakan maka didapatkan nilai kondisi jalan.

Tabel 3. Penilaian Kondisi (Sumber: Bina Marga 1990)

Penilaian Kondisi	
Angka	Nilai
26 - 29	9
22 - 25	8
19 - 21	7
16 - 18	6
13 - 15	5

10 - 12	4
7 - 9	3
4 - 6	2
0 - 3	1

Tabel 4. Retak Retak (Sumber: Bina Marga 1990)

Retak-Retak	
Tipe	Angka
E. Buaya	5
D. Acak	4
C. Melintang	3
B. Memanjang	2
A. Tidak ada	1
Lebar	Angka
D. > 2 mm	3
C. 1 - 2 mm	2
B. < 1	1
A. Tidak ada	0
Luas	Angka
D. < 30%	3
C. 10 - 30%	2
B. < 10%	1
A. 0	0

Tabel 5. Alur (Sumber: Bina Marga 1990)

Alur	
Kedalaman	Angka
E. > 20 mm	7
D. 11 - 20 mm	5
C. 6 - 10 mm	3
B. 0 - 5 mm	1
A. Tidak ada	0

Tabel 6. Tambalan dan Lubang (Sumber: Bina Marga 1990)

Tambalan dan Lubang	
Luas	Angka
D. > 30%	3
C. 20- 30 %	2
B. 10 - 20%	1
A. < 10%	0

Tabel 7. Kekerasan Permukaan (Sumber: Bina Marga 1990)

Kekasaran Permukaan	
Jenis	Angka
E. Disintegration	4
D. Pelepasan Butir	3
C. Rough (Hungry)	2
B. Fatty	1
A. Close Texture	0

Tabel 8. Amblas (Sumber: Bina Marga 1990)

Amblas	
Kedalaman	Angka
E. > 5/100 m	4

D. 2 - 5/100 m	2
C. 0 - 2 m	3
A. Tidak ada	0

5) *Perhitungan Urutan Prioritas (UP)*: Perhitungan urutan prioritas (UP) kondisi jalan merupakan fungsi dari kelas LHR (Lalulintas Harian Rata-rata) dan nilai kondisi jalannya, yang secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut: [6].

$$UP = 17 - (\text{Kelas LHR} + \text{Nilai Kondisi Jalan})$$

Dimana :

- Urutan Prioritas 0 - 3 : Jalan-jalan yang terletak pada urutan prioritas ini dimasukkan ke dalam program Peningkatan.
- Urutan Prioritas 4 - 6 : Jalan-jalan yang berada pada urutan prioritas ini dimasukkan ke dalam program Pemeliharaan Berkala
- Urutan Prioritas > 7 : Jalan yang berada pada urutan prioritas ini dimasukkan ke dalam program Pemeliharaan rutin

D. Muatan Berlebih (Overload)

Menurut Kamus Istilah Bidang Pekerjaan Umum 2008, Hal 57, muatan lebih adalah muatan sumbu kendaraan yang melebihi dari ketentuan seperti yang tercantum pada peraturan yang berlaku (PP 43 Tahun 1993) jumlah berat yang diizinkan disingkat JBI adalah berat maksimum kendaraan bermotor berikut muatannya yang diizinkan berdasarkan kelas jalan yang dilalui. Jumlah berat yang diizinkan semakin besar kalau jumlah sumbu kendaraan semakin banyak. JBI ditetapkan oleh Pemerintah dengan pertimbangan daya dukung kelas jalan terendah yang dilalui, kekuatan ban, kekuatan rancangan sumbu sebagai upaya peningkatan umur jalan dan kendaraan serta aspek keselamatan di jalan. Sementara itu Jumlah Berat Bruto (JBB) ditetapkan oleh pabrikan sesuai dengan kekuatan rancangan sumbu, sehingga konsekuensi logisnya JBI tidak melebihi JBB [7].

E. Beban Sumbu Kendaraan

Setelah mendapatkan nilai pertumbuhan lalu lintas per tahun, selanjutnya menghitung angka ekuivalen kendaraan. Angka ekuivalen dari suatu beban sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu

lintasan beban sumbu tunggal seberat 8,16 ton 18000 lb. Angka ekivalen masing-masing golongan beban sumbu untuk setiap sumbu kendaraan ditentukan dengan rumus di bawah ini [7].

1) *Angka ekivalen sumbu roda tunggal:* Adapun rumus sebagai berikut :

$$VDF = \left(\frac{\text{Beban Sumbu (t)}}{5,40}\right)^4$$

2) *Angka ekivalen sumbu roda ganda:* Adapun rumus sebagai berikut :

$$VDF = \left(\frac{\text{Beban Sumbu (t)}}{8,16}\right)^4$$

3) *Angka ekivalen sumbu dua roda ganda:* Adapun rumus sebagai berikut :

$$VDF = 8,16 \times \left(\frac{\text{Beban Sumbu (t)}}{8,16}\right)^4$$









4) *Angka ekivalen sumbu triple roda ganda:* Adapun rumus sebagai berikut :

$$VDF = 0,053 \times \left(\frac{\text{Beban Sumbu (t)}}{8,16}\right)^4$$

Keterangan :

- ESTRT = Angka ekivalen untuk jenis sumbu tunggal roda tunggal.
- ESTRG = Angka ekivalen untuk jenis sumbu tunggal roda ganda.
- ESDRG = Angka ekivalen untuk jenis sumbu dual roda ganda.
- ESTRG = Angka ekivalen untuk jenis sumbu triple roda ganda.

Perhitungan di atas juga digunakan untuk mendapatkan nilai Vehicle Damage Factor (VDF), yang nantinya akan digunakan untuk melakukan perbandingan terhadap besarnya daya rusak dari kendaraan yang mengalami overload. Konfigurasi roda kendaraan dan angka ekivalen 8,16

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	
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1,22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	
1,2+2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	
1,2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,183	

Gambar 1. Pembagian Sumbu Kendaraan

F. Beban Sumbu Standar Kumulatif

Didalam manual desain perkerasan jalan Nomor 02/M/BM/2013, beban sumbu standar kumulatif atau Cumulative Equivalent Single Axle Load (W18) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas pada lajur desain selama umur rencana, yang ditentukan sebagai berikut [8].

$$ESA = (\sum \text{Jenis Kendaraan} \times VDF \times DL)$$

$$W_{18} = ESA \times 365 \times i$$

Keterangan :

- W18 = Kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana.
- ESA = Lintasan sumbu standar ekivalen (equivalent standard axle) untuk 1 (satu) hari.
- LHRT = Lintas harian rata - rata tahunan untuk jenis kendaraan tertentu.
- VDF = Vehicle Damage Factor (Perkiraan Faktor Ekivalen Beban).
- DL = Faktor Distribusi Lajur
- i = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas.

G. Penelitian Terdahulu

1) *Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Jalan Lintas Plampang-Labangka:* Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi kepadatan kendaraan

yang melintas di ruas jalan Plampang-Labangka mencapai rata-rata 300 kendaraan per jam dengan bobot kendaraan yang berbeda, mulai dari beban ringan sampai beban berlebih (overload). Sedangkan kendaraan terpadat terjadi pada hari Kamis dengan volume sepeda motor tertinggi sebanyak 353 kendaraan dan beban kendaraan sebesar 12,425 ton, volume kendaraan ringan sebanyak 45 dengan beban kendaraan 69300 ton [1].

2) *Analisis Kondisi Fungsional Jalan Dengan Metode Psi Dan Rci Serta Prediksi Sisa Umur Perkerasan Jalan Studi Kasus : Jalan Milir – Sentolo*: Hasil analisis menunjukkan fungsi pelayanan jalan Milir – Sentolo adalah kurang dengan nilai PSI rata-rata 1,41. Kondisi permukaan jalan bernilai rata-rata 6,93 yang berarti kondisi permukaan baik. Hasil perhitungan prediksi sisa umur jalan menunjukkan bahwa jalan mengalami penurunan umur rencana akibat lalu lintas kendaraan sebesar 6,14% pada tahun 2017. Ruas jalan Milir – Sentolo direncanakan dengan umur rencana 10 tahun (2015 -2025). Karena faktor lalu lintas yang berlebihan mengakibatkan jalan mengalami overload, maka jalan akan berakhir pada tahun ke 8 yaitu tahun 2023 sehingga umur jalan mengalami penurunan umur 2 tahun dari umur rencana awal [2].

3) *Analisa Beban Kendaraan Terhadap Derajat Kerusakan Jalan Dan Umur Sisa*: Pada perhitungan ini akan didapat perhitungan umur sisa pelayanan pada ruas jalan, menganalisis umur rencana perkerasan berdasarkan hasil kumulatif ESAL pada masing-masing beban kendaraan, dan menghitung derajat kerusakan jalan. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa kendaraan yang melanggar Muatan Sumbu Terberat (MST) banyak terjadi. Pada golongan 4 banyaknya kendaraan yang melanggar kelebihan muatan 25% - 60% sebanyak 16 kendaraan/tahun. Pada golongan 6b banyaknya kendaraan yang melanggar kelebihan muatan 25% - >60% sebanyak 28 kendaraan/tahun. Pada golongan 7a banyaknya kendaraan yang melanggar kelebihan muatan 25%-60% sebanyak 29 kendaraan/tahun. Sedangkan untuk golongan 7c hanya 1 kendaraan yang melanggar/tahun. Dari hasil perhitungan nilai derajat kerusakan jalan pada kendaraan overloading didapatkan bahwa truk 2 as yang memiliki beban >20 ton hampir sama 2 - 3 as tunggal yang lewat, truk 2 as yang memiliki beban >30 ton hampir sama dengan 30-31 as tunggal yang lewat, dan truk 3 as yang memiliki beban >40 ton hampir sama dengan 12-13 ton 2 as tunggal yang lewat. Dari hasil

perhitungan umur sisa (remaining life) diketahui bahwa dalam keadaan normal dengan n selama 10 tahun didapat umur sisa 99,955% yang dapat diartikan bahwa jalan tersebut masih aman untuk 10 tahun kedepan. Sedangkan dalam keadaan kendaraan yang kelebihan muatan sesuai dengan aslinya didapat umur sisa 48,393% yang dapat diartikan bahwa jalan tersebut masih aman untuk 10 tahun kedepan [3].

4) *Analisis Pengaruh Muatan Lebih (Overloading) Terhadap Kinerja Jalan Dan Umur Rencana Perkerasan Lentur (Studi Kasus Ruas Jalan Raya Pringsurat, Ambarawa-Magelang)*: Dari hasil pengamatan, volume lalu lintas pada ruas Bawen – Pringsurat tahun 2014 adalah sebesar 1.462,60 smp/jam dengan nilai DS 0,49. Hasil prediksi pada tahun 2024 diperkirakan menjadi 2.332,97 smp/jam, sehingga diperoleh nilai DS sebesar 0,78. Analisis perkerasan eksisting menggunakan dua jenis beban, yaitu beban standar (dengan mengacu pada jumlah beban yang diijinkan atau JBI) dan beban faktual (hasil survei). Beban kendaraan standar tersebut mempunyai kelas jalan MST 10 ton sedangkan untuk beban faktual di Jembatan Timbang mencapai MST 12 ton. Hasil analisis menunjukkan struktur perkerasan eksisting hanya dapat menahan beban overload selama 5,6 tahun dari umur rencana 10 tahun. Perhitungan menunjukkan bahwa ruas jalan Bawen – Pringsurat membutuhkan tebal lapis tambah sebesar 2,9 cm (untuk beban standar) dan 5,6 cm (untuk beban faktual). Berdasarkan hasil analisis beban faktual di lapangan maka disarankan sebaiknya kendaraan masuk menjadi 2 arah di Jembatan Timbang Pringsurat [5].

5) *Pengaruh Volume Kendaraan Terhadap Tingkat Kerusakan Jalan Pada Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)*: Berdasarkan hasil analisis maka diperoleh besar volume kendaraan pada ruas Jalan Simpang Talang Jambe sebesar 4581 kendaraan/hari/2 arah. Dan persentase kerusakan jalan sebesar 30,03% dengan perhitungan tebal perkerasan lapisan tambahan (Overlay) dengan umur rencana 5 tahun sebesar 14 cm dan untuk umur rencana 10 tahun sebesar 17 cm [6].

II. METODOLOGI PENELITIAN

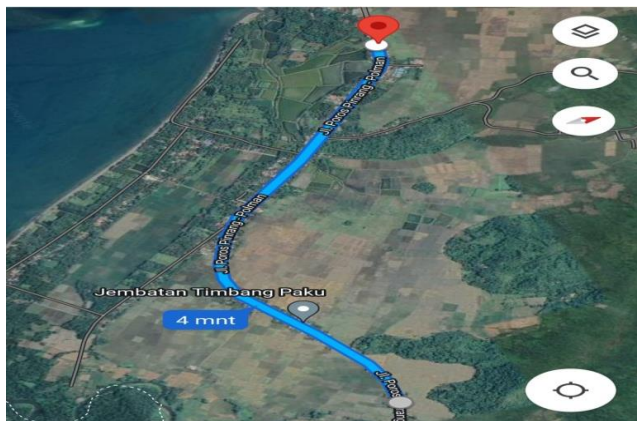
A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penyusunan hasil penelitian ini adalah penelitian kuantitatif yang merupakan metode penelitian survei, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilan dari hasilnya disertai gambar, tabel,

atau tampilan lainnya. Strategi penelitian ini menggunakan strategi penelitian dengan survei pengumpulan data untuk mengetahui bagaimana kondisi jalan dan tingkat kerusakan yang terjadi di lokasi penelitian [8].

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada ruas jalan kabupaten Pinrang - Polewali Mandar sepanjang ± 3 km dengan titik koordinat $3^{\circ}29'10''S$ $119^{\circ}29'08''E$ Denah lokasi penelitian serta waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Mei 2022.



Gambar 2. Lokasi Penelitian Pada Ruas Jalan Pinrang - Polewali Mandar.

C. Alat dan Bahan

Adapun peralatan yang digunakan dalam melakukan penelitian yaitu: Alat tulis digunakan untuk mencatat setelah pengukuran. Meteran Roll digunakan untuk mengukur tiap kerusakan yang ada pada disetiap segmen. Penggaris digunakan untuk mengukur kedalaman kerusakan. Kamera digunakan untuk dokumentasi selama penelitian. Pilo sebagai pembatas digunakan untuk menandai jarak per segmen.

D. Teknik Pengumpulan Data

Adapun teknik pengumpulan data yang akan dilakukan, yaitu:

1) *Data Primer*: adalah data yang diperoleh dari hasil survei langsung di lapangan. Data primer didapat dari pengamatan atau responden secara langsung. Data tersebut diperoleh dengan cara pengamatan secara langsung kemudian dicatat dalam lembar kertas yang telah disiapkan dengan tujuan mendapatkan informasi dan pengetahuan secara langsung tentang penggolongan kendaraan dan jumlah kendaraan yang melanggar. Data primer lain dalam penelitian ini yaitu pengumpulan foto yang diambil langsung di lapangan

yang terdiri dari foto kondisi jalan Pinrang - Polewali Mandar.

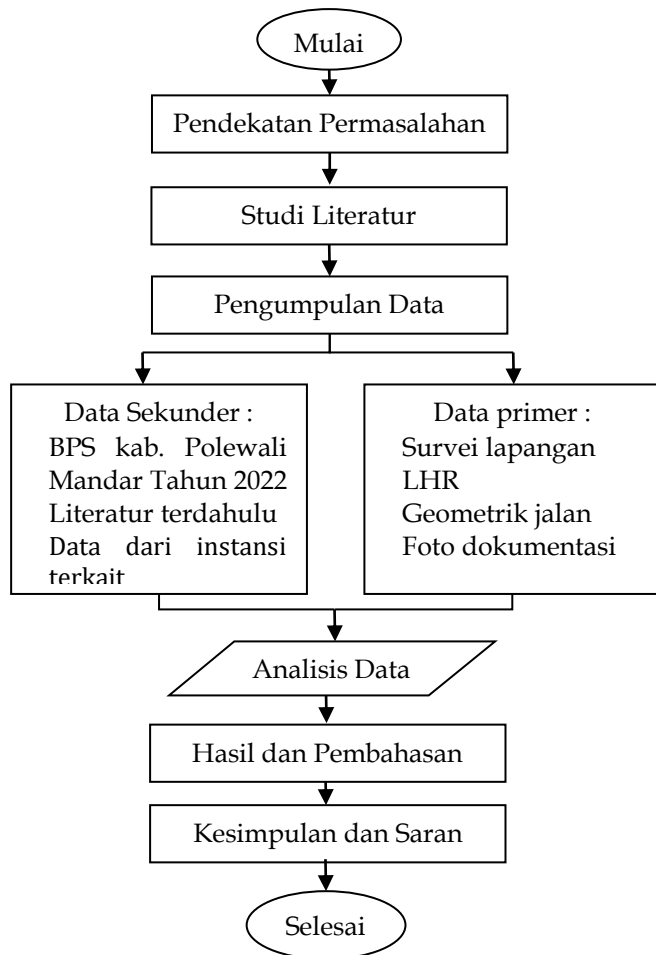
2) *Data Sekunder*: adalah data atau informasi yang sudah tersedia yang dapat berupa publikasi maupun brosur melalui badan atau instansi-instansi yang berkaitan dengan penelitian. Data diperoleh dengan mendatangi langsung badan/instansi tersebut, dalam hal ini yaitu Kantor Unit Pelayanan Perhubungan Wilayah Polewali Mandar dan Kantor Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Provinsi Sulawesi Barat. Langkah selanjutnya yaitu meminta data yang diperlukan dengan mengajukan surat permohonan permintaan data. Data tersebut biasanya berisi tentang hal - hal yang sulit didapatkan di lapangan, misal jumlah kendaraan dengan beban berlebih yang melewati jalan ruas tersebut dan data - data teknis ruas jalan kab. Pinrang - Polewali Mandar, Sulawesi Barat [10].

E. Teknik Analisis Data

Analisis data yang digunakan penulis untuk memperkuat hasil penelitian yaitu metode kuantitatif yang mana memberikan interpretasi terhadap data-data yang diperoleh baik data primer maupun data sekunder. Metode analisis data yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada Guide for Design of Pavement, yang dikeluarkan oleh AASHTO tahun 1993. Berikut langkah - langkah perhitungan pada penelitian ini [11].

- 1) *Angka Ekuivalen*: Untuk Mengidentifikasi Beban Berlebih Kendaraan Dilakukan Dengan Mencari Angka Ekuivalen Masing - Masing Jenis Kendaraan.
- 2) *Jembatan Timbang*: Survei Jembatan Timbang Untuk Mengetahui Besaran Muatan Berlebih Kendaraan.
- 3) *Data LHR*: Dari Kantor Perencanaan Dan Pengawasan Jalan Nasional Provinsi Sulawesi Barat.
- 4) *Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas*: Nilai Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas Dengan Data LHR Yang Didapat.
- 5) *Mencari nilai VDF*: nilai vehicle damage factor (VDF) akibat overloading.
- 6) *Angka Ekuivalen (E)*: Tiap Kendaraan Akibat Adanya Kenaikan Beban (Beban Berlebih) Menggunakan Nilai Vehicle Damage Factor (VDF) Yang Baru. .
- 7) *Kesimpulan*: Dari Hasil Perhitungan Akan Diambil Sebuah Kesimpulan.

F. Bagan Alir Penelitian

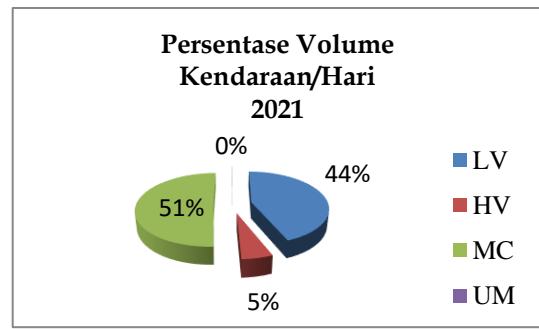


Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

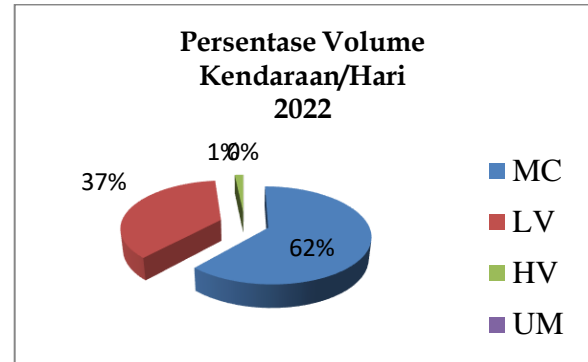
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Volume Lalu Lintas Harian dan Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Volume lalu lintas harian menggunakan data pada tahun 2021 dan data pada tahun 2022 yang diperoleh dari Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional (P2JN) Provinsi Sulawesi Barat. Volume lalu lintas harian pada tahun 2021 dan volume lalu lintas harian pada tahun 2022 dapat dilihat pada tabel 9, gambar 3 dan Gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 4. Lokasi Penelitian Pada Ruas Jalan Pinrang - Polewali Mandar.



Gambar 5. Lokasi Penelitian Pada Ruas Jalan Pinrang - Polewali Mandar.

Tabel 9. Volume LHR Kendaraan

No	Golongan Kendaraan	LHR 2021	LHR 2022	LHRT 2021	LHRT 2022
1	Golongan 1	2070	4515	755550	1647975
2	Golongan 2	1200	2233	438000	815045
3	Golongan 3	391	418	142715	152570
4	Golongan 4	204	31	74460	11315
5	Golongan 5a	44	3	16060	1095
6	Golongan 5b	50	3	18250	1095
7	Golongan 6	124	100	45260	36500
8	Golongan 7a	2	10	730	3650
9	Golongan 7b	4	2	1460	730
10	Golongan 7c	0	1	0	365
11	Golongan 8	2	2	730	730
	Total	4091	7317	1493215	2671070

Faktor pertumbuhan lalu lintas dihitung menggunakan metode persentase rata-rata, faktor pertumbuhan lalu lintas dapat diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Faktor per. lalu lintas} &= \frac{\text{LHR 2022} - \text{LHR 2021}}{\text{LHR 2021}} \times 100 \\ &= \frac{7317 - 4091}{4091} \times 100 \\ &= 78,86\% \end{aligned}$$

Maka pertumbuhan lalu lintas meningkat dari tahun 2021 sampai dengan 2022 yaitu sebesar 78,86%.

B. Metode Binamarga

1) *Nilai Prioritas* : Penentuan angka dan nilai untuk masing-masing keadaan dapat dilihat pada Tabel 1 Penilaian Kondisi. Dengan menjumlahkan nilai-nilai keseluruhan keadaan (dapat dilihat pada tabel 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 sesuai dengan jenis kerusakan maka didapatkan nilai kondisi jalan. Contoh :

Tabel 10. Segmen 1 Jalan Poros Pinrang – Polman.

Retak (Cracking)		Tambalan	
Tipe	Angka	Luas	Angka
Buaya	5	< 10 %	0
Tepi/Acak	4		
		Lubang	
Lebar	Angka	Luas	Angka
< 1 mm	1	< 10 %	0
1 - 2 mm	2		
		Kekerasan Permukaan	
Luas	Angka	Jenis	Angka
< 10 %	1	Pelepasan Butir	3
< 10 %	1		
	Jumlah		17

Diketahui :

- Kelas LHR = 6
- Nilai Kondisi Jalan = 6

Ditanyakan :

- Nilai Prioritas = ...?

$$\begin{aligned} \text{Nilai Prioritas} &= 17 - (\text{Kelas LHR} + \text{Nilai Kondisi Jalan}) \\ &= 17 - (6+6) \\ &= 5 \end{aligned}$$

2) *Nilai Urutan Prioritas* : urutan prioritas (UP) kondisi jalan merupakan fungsi dari kelas LHR (Lalulintas Harian Rata-rata) dan nilai kondisi jalannya.

Tabel 11. Rekapitulasi Nilai Urutan Prioritas

Segmen	STA	Urutan Prioritas
1	0 + 100	5
2	0 + 200	5
3	0 + 300	5
4	0 + 400	5
5	0 + 500	5
6	0 + 600	5
7	0 + 700	5
8	0 + 800	4
9	0 + 900	6
10	1 + 000	6

C. Data Berat Kendaraan

Data berat kendaraan diperoleh dari jembatan timbang Paku, Kabupaten Polewali Mandar, Sulawesi Barat. Pada jembatan timbang Paku penimbangan hanya dilakukan pada 5 golongan, yaitu golongan 3, golongan 4, golongan 6, golongan 7a dan golongan 7b. Data berat kendaraan dapat dilihat pada Lampiran 1. Untuk jumlah kendaraan yang Overload pada jembatan timbang Paku dapat dilihat pada Tabel 12 sebagai berikut.

Tabel 12. Kendaraan Overload (Sumber : Jembatan Paku (2022))

No	Kendaraan	Total overload perhari (2022)	Total overload pertahun (2022)
1	Gol 3	3	1095
2	Gol 4	2	730
3	Gol 6	11	4015
4	Gol 7a	2	730
5	Gol 7b	4	1460
	Total	22	8.030

D. Persentase Muatan Berlebih Tiap Golongan Kendaraan

Penggolongan kendaraan pada jembatan timbang Paku berbeda dengan penggolongan kendaraan menurut Bina Marga (2004). Pada jembatan timbang Paku penggolongan hanya dibagi menjadi 5 golongan kendaraan saja, penggolongan tersebut berdasarkan jenis kendaraan berat, untuk memudahkan sehingga penamaannya menjadi golongan 1 sampai golongan 5. Pada penelitian ini penggolongan pada jembatan timbang Paku disesuaikan dengan penggolongan kendaraan menurut Bina Marga (2004) dengan melihat pendekatan berat kendaraan golongan.

1) *Golongan 3* : Golongan 1 pada jembatan timbang digolongkan menjadi golongan 3 berdasarkan Bina Marga (2004), perhitungan persentase muatan berlebih untuk kendaraan golongan 3 adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Persentase Overload} &= \frac{\text{Hasil Penimbangan} - \text{JBI}}{\text{JBI}} \times 100 \\ &= \frac{2492 - 2100}{2100} \times 100 \\ &= 18,67\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas diperoleh persentase rata-rata muatan berlebih kendaraan tiap golongan, persentase rata-rata tersebut yang akan digunakan untuk perhitungan selanjutnya. Persentase rata-rata muatan berlebih aktual kendaraan tiap golongan dapat dilihat pada Tabel 13 sebagai berikut.

Tabel 13. Persentase Kendaraan Overload

No	Golongan kendaraan	JBK	Muatan Berlebih	Persentase (%)
1	Golongan 3	2100	2492	18,67
2	Golongan 4	7500	10160	35,47
3	Golongan 6	8000	13760	72,00
4	Golongan 7a	21000	29200	39,05
5	Golongan 7b	23500	36840	56,77
Rata - Rata Kelebihan Beban Kendaraan				44,39

Berdasarkan Tabel 13 kendaraan dinyatakan merusak jika memiliki nilai rata - rata kelebihan beban kendaraan terhadap jalan sebesar 44,39%.

E. VDF Tiap Golongan Kendaraan

1) *VDF tiap golongan kendaraan pada kondisi normal* : Perhitungan VDF tiap golongan kendaraan pada kondisi normal adalah sebagai berikut.

- Golongan 3

$$\begin{aligned} \text{Sumbu As-1} &= \left(\frac{\text{Beban Sumbu Tunggal Dalam Kg}}{8160} \right)^4 \\ &= \left(\frac{2820}{8160} \right)^4 \\ &= 0,0014 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sumbu As-2} &= \left(\frac{\text{Beban Sumbu Tunggal Dalam Kg}}{8160} \right)^4 \\ &= \left(\frac{5480}{8160} \right)^4 \end{aligned}$$

$$\text{VDF} = 0,217 \text{ VDF}$$

Berikut merupakan rekapitulasi hasil perhitungan VDF tiap golongan dapat dilihat pada Tabel 14 di halaman berikut.

Tabel 14. Rekapitulasi VDF Kondisi Normal

No	Tipe kendaraan	Berat total (ton)	VDF
1	G. 3	1,2	0,2177
2	G. 4	1.2L	0,2177
3	G. 6	1.2H	2,2554
4	G. 7a	1.2.2	2,0901
5	G. 7b	1.2+2.2	1,5762
Total VDF kondisi Normal			6,3571

2) *Vehicle damage factor tiap golongan kendaraan akibat muatan berlebih aktual* : Perhitungan vehicle damage factor tiap golongan kendaraan akibat muatan berlebih aktual sama seperti perhitungan vehicle damage factor tiap golongan kendaraan pada kondisi normal, tetapi menggunakan berat total akibat muatan berlebih aktual.

Tabel 15. Rekapitulasi VDF Akibat Muatan Berlebih Aktual

No	Tipe kendaraan	Berat total (ton)	VDF
1	3	1,2	0,7863
2	4	1.2L	1,278
3	6	1.2H	16,186
4	7a	1.2.2	9,795
5	7b	1.2+2.2	10,32
Total VDF akibat muatan berlebih aktual			7,67306

F. VDF Komulatif

1) *Vehicle damage factor kumulatif kondisi normal* : Perhitungan vehicle damage factor kumulatif kondisi normal adalah sebagai berikut.

- Golongan 3

$$\begin{aligned} \text{VDF Komulatif G.3} &= \text{Jumlah kendaraan golongan} \\ &\quad \text{3/tahun} \times \text{VDF normal} \\ &\quad \text{golongan} \\ &= 142715 \times 0,2177 \\ &= 31.069,0555 \text{ VDF} \end{aligned}$$

Rekapitulasi perhitungan VDF kumulatif kondisi normal dapat dilihat pada Tabel 16 sebagai berikut.

Tabel 16. Rekapitulasi VDF Komulatif Kondisi Normal

No	Kendaraan	Jumlah kendaraan pertahun	VDF normal	VDF kumulatif normal
1	Gol 2	438000	0,00045	19.386
2	Gol 3	142715	0,2177	31.069,0555
3	Gol 4	74460	0,2177	16.209,942
4	Gol 5a	16060	0,2177	3.496,942
5	Gol 5b	18250	0,2177	3.496,262
6	Gol 6	45260	2,2554	102.079,404
7	Gol 7a	730	2,0901	1.525,773
8	Gol 7b	1460	1,5762	2.301,252
9	Gol 7c	1	4,173	4,173
Total VDF Kumulatif				183.737,631

2) *Vehicle damage factor kumulatif kondisi akibat muatan berlebih aktual* : Perhitungan vehicle damage factor kumulatif kondisi akibat muatan berlebih aktual adalah sebagai berikut.

- Golongan 3

$$\begin{aligned} \text{VDF Komulatif G.3} &= [(\text{jumlah kendaraan golongan} \\ &\quad \text{3/tahun} - \text{jumlah kendaraan} \\ &\quad \text{golongan 3 overload/tahun}) \times \\ &\quad \text{VDF normal golongan 3}] + [\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{jumlah kendaraan golongan 3} \\ & \text{overload/tahun} \times \text{VDF overload} \\ & \text{golongan 3]} \\ & = [(152570 - 1095) \times 0,2177] + [\\ & 1095 \times 0,7863] \\ & = 33.837,106 \text{ VDF} \end{aligned}$$

- Golongan 4

$$\begin{aligned} \text{VDF Kumulatif G.4} & = [(\text{jumlah kendaraan golongan} \\ & \text{4/tahun} - \text{jumlah kendaraan} \\ & \text{golongan 4 overload/tahun)} \times \\ & \text{VDF normal golongan 4}] + [\\ & \text{jumlah kendaraan golongan 4} \\ & \text{overload/tahun} \times \text{VDF overload} \\ & \text{golongan 4} \\ & = [(11315 - 730) \times 0,2177] + [730 \\ & \times 1,278] \\ & = 3.237,2945 \text{ VDF} \end{aligned}$$

Tabel 17. Rekapitulasi VDF Kumulatif Kondisi akibat Muatan Berlebih Aktual

No	Kendaraan	VDF akibat muatan berlebih aktual	VDF kumulatif akibat muatan berlebih aktual
1	Gol 3	0,7863	33.837,106
2	Gol 4	1,278	3.237,2945
3	Gol 6	16,186	138.253,459
4	Gol 7a	9,795	13.253,442
5	Gol 7b	10,320	13.916,574
Total			202.497,876

Total VDF Kumulatif total akibat beban muatan berlebih aktual adalah 202.497,876 VDF. Dari perhitungan sebelumnya diperoleh hasil sebagai berikut.

- VDF kumulatif kondisi normal = 183.737,631
- VDF kumulatif kondisi akibat muatan berlebih aktual = 202.497,876

Maka diperoleh peningkatan VDF sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Peningkatan VDF} & = \text{Total VDF kumulatif overload} \\ & - \text{Total VDF kumulatif normal} \\ & = 202.497,876 - 183.737,631 \\ & = 18.760,245 \text{ VDF} \end{aligned}$$

Jadi total peningkatan VDF dari VDF normal ke VDF Overload naik dari 183.737,631 VDF ke 202.497,876 VDF

sehingga nilai peningkatan VDF akibat muatan berlebih aktual sebesar 18.760,245 VDF

3) *Persentase Peningkatan VDF Kumulatif Akibat Muatan Berlebih* : Dari hasil analisa VDF komulatif akibat muatan berlebih di peroleh persentase VDF kumulatif akibat muatan berlebih aktual adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Persentase VDF kumulatif} & = \frac{\text{Peningkatan VDF}}{t.\text{Kumulatif VDF normal}} \times 100 \\ & = \frac{18.760,245}{183.737,631} \times 100\% \\ & = 10,21 \text{ \%} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh persentase peningkatan VDF kumulatif akibat muatan berlebih aktual sebesar 10,21 %, artinya bahwa muatan berlebih pada kendaraan berat dapat berpengaruh terhadap VDF kumulatif. Hal tersebut diakibatkan karena semakin muatan bertambah maka berat total dari kendaraan bertambah yang menyebabkan terjadi peningkatan pada nilai VDF. Sehingga dapat menjadi penyebab terjadinya kerusakan jalan.

IV. SIMPULAN

Daya rusak kendaraan overload yang melitasi jalan poros Pinrang – Polewali Mandar disebabkan adanya faktor cuaca, struktur jalan, drainase, dan faktor pertumbuhan lalu lintas meningkat dari tahun 2021 sampai dengan 2022 yaitu sebesar 78,86% serta beban berlebih atau VDF overload yaitu sebesar 202.497,876 VDF. Nilai VDF kumulatif, diperoleh peningkatan VDF kumulatif akibat muatan berlebih aktual di lapangan sebesar 10,21 % artinya bahwa muatan berlebih pada kendaraan berat dapat berpengaruh terhadap nilai VDF kumulatif. Hal tersebut diakibatkan karena semakin muatan bertambah maka berat total dari kendaraan bertambah yang menyebabkan terjadi peningkatan pada nilai VDF. Sehingga dapat menjadi penyebab terjadinya kerusakan jalan.

REFERENSI

- [1] A. Safitri, D. Najimuddin dan Padusung. "Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Jalan Lintas Plampang-Labangka." *Jurnal SainTekA*, Vol. 2, No. 1, hlm . 3, Februari 2021. ISSN : 2808 - 1056. <https://e-journalppmunsu.ac.id/index.php/sainteka/article/view/330>
- [2] D. K. Sari, A. Setyawan dan Suryoto. "Analisis Kondisi Fungsional Jalan Dengan Metode Psi Dan Rci Serta Prediksi Sisa Umur Perkerasan Jalan Studi Kasus : Jalan Milir – Sentolo." *e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*, Vol. 6, No. 1, hlm. 120, Maret 2018. ISSN : 2723 - 4223. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v6i1.36603>

-
- [3] D. N. Sari. "Analisa Beban Kendaraan Terhadap Derajat Kerusakan Jalan Dan Umur Sisa." *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, Vol. 2, No. 4, hlm. 615, Desember 2020. ISSN : 2355-374X.
<https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jtsl/article/view/1869>
- [4] Direktorat Jenderal Bina Marga. "Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)". Jakarta, Indonesia: Departemen Pekerjaan Umum, 1997.
- [5] G. I. Simanjuntak, A. Pramusetyo, B. Riyanto dan Supriyono. "Analisis Pengaruh Muatan Lebih (Overloading) Terhadap Kinerja Jalan Dan Umur Rencana Perkerasan Lentur (Studi Kasus Ruas Jalan Raya Pringsurat, Ambarawa-Magelang)," *Jurnal Karya Teknik Sipil*, Vol 3, no. 3, hlm. 539, Januari 2019.
<http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts>
- [6] H. A. Faritzie, B. Djohan dan B. Wijaya. "Pengaruh Volume Kendaraan Terhadap Tingkatkerusakan Jalan Pada Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)." *Jurnal Teknik Sipil UNPAL*, Vol. 9, No. 2, hlm. 100, Nopember 2019. ISSN.2089-2942.
<https://doi.org/10.36546/tekniksipil.v9i2.298>
- [7] I. D. M. A. Karyawan, Hasyim, dan K. Faqihi. "Penurunan Masa Pelayanan Jalan Akibat Kendaraan Dengan Beban Berlebih." *Paduraksa*, Vol. 10, N. 1, hlm. 57, Juni 2021. ISSN: 2581-2939.
<https://doi.org/10.22225/pd.10.1>
- [8] I. Handayasari dan R. D. Cahyani. "Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Umur Rencana Perkerasan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Soekarno Hatta Palembang)." *Jurnal Kilat*, Vol. 5, No. 1, hlm. 25, Oktober 2019. ISSN : 2089 - 1245.
<https://doi.org/10.33322/kilat.v5i1.676>
- [9] K. Theo, Sendow dan V. Sisca. Pandey. "Analisa Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Umur Rencana Jalan (Studi Kasus: Ruas Jalan Manado - Bitung)." *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 7, No.3, , hlm. 319, Maret 2019. ISSN : 2337-6732.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/2338>
[2](#)
- [10] R. Anggista, I. V. T. Haris dan Winayati. "Analisis Beban Kendaraan Terhadap Derajat Kerusakan Dan Umur Sisa Perkerasan (Studi Kasu : Jalan Lintas Sumatera Kecamatan Payung Sekaki)." *Jurnal Teknik Visitor History*, Vol. 1, No. 2, hlm. 66, Oktober 2018. ISSN : 1858-4217.
<https://doi.org/10.31849/teknik.v12i1.1794>
- [11] S. R. Hidayat. "Kajian Tingkat Kerusakan Menggunakan Metode PCI Pada Ruas Jalan Ir. Sutami Kota Probolinggo." *Ge-STRAM Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil*, Vol. 01, No. 02, hlm. 65, September 2018. ISSN : 2615-7195.
<http://repository.unitomo.ac.id/id/eprint/1361>