

The Influence of Vehicle Volume on Road Damage Level in Flexible Pavement Using Regression Method

Pengaruh Volume Kendaraan Terhadap Tingkat Kerusakan Jalan Pada Perkerasan Flexible Pavement Menggunakan Metode Regresi

Irma Mamang¹, Hamdani Kubangun^{2*}, Sjaid S. Fais Assagaf³

^{1,3}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Iqra Buru

²Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Muhammadiyah Maluku

e-mail : [1irmamamang@gmail.com](mailto:irmamamang@gmail.com), [2d4n1koe@gmail.com](mailto:d4n1koe@gmail.com), [3sjaid.f.assagaf@gmail.com](mailto:sjaid.f.assagaf@gmail.com)

Abstract

This research aims to determine the number of vehicles that impact road damage on the Tugu Tani - Simpang Lima road section, identify the types and levels of damages that occur on the damaged road pavement surface, and explain alternative approaches to handling road damage. The study utilizes regression method to observe the influence of vehicle volume on the road damage level and employs various approaches to calculate the road damage value. The results of the research indicate that the road damage on the Tugu Tani and Simpang Lima road sections in Kota Namlea fall into the categories of "very few" and "few" with traffic volumes of 266 smp/hour and 434.6 smp/hour, respectively

Keyword : *Flexible Pavement, Road Damage, Volume of Vehicles.*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah kendaraan yang berdampak pada kerusakan jalan pada ruas jalan Tugu Tani - Simpang Lima, mengetahui jenis-jenis dan tingkat kerusakan yang terjadi pada permukaan perkerasan jalan rusak dan untuk menjelaskan alternatif penanganan kerusakan yang terjadi pada perkerasan jalan. Pada penelitian ini menggunakan metode regresi untuk melihat pengaruh volume kendaraan terhadap tingkat kerusakan jalan. Serta menggunakan beberapa pendekatan untuk menghitung nilai kerusakan jalan. Dari hasil penelitian kerusakan ruas jalan tugu tani dan simpang lima di Kota Namlea termasuk katagori sedikit sekali dan sedikit 50;2 dan 55;3 dengan volume lalu lintas 266 smp/jam dan 434.6 smp/jam

Kata Kunci : *Flexible Pavement, Kerusakan Jalan, Volume Kendaraan.*

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi yang sangat berpengaruh terhadap perkembangan sosial dan ekonomi masyarakat, sehingga desain perkerasan jalan yang baik adalah suatu kewajiban (Wira, 2016). Selain untuk menghubungkan dari suatu tempat ke tempat lain, perkerasan jalan yang baik juga dapat memberikan rasa aman dan nyaman dalam perjalanan. Maka dari itu menurut Saodang (2005) sudah kewajiban kita mengetahui mulai dari penyebab kerusakan dan cara pemeliharaan jalan tersebut. Dengan jumlah populasi yang semakin bertambah setiap tahunnya dan kebutuhan penduduk akan jenis transportasi semakin meningkat di kota Namlea, maka kebutuhan sarana transportasi jalan raya sangatlah besar. Oleh sebab itu di perlukan perencanaan konstruksi jalan yang optimal dan memenuhi syarat teknis menurut fungsi, volume maupun sifat lalu lintas sehingga pembangunan tersebut dapat digunakan secara maksimal bagi perkembangan masyarakat di kota Namlea

Secara teknis, kerusakan jalan menunjukkan suatu kondisi dimana struktural dan fungsional jalan sudah tidak mampu memberikan pelayanan optimal terhadap lalu lintas yang melintasi jalan tersebut (Marga, 2010). Kondisi lalu lintas dan jenis kendaraan yang akan melintasi suatu jalan sangat berpengaruh pada desain perencanaan konstruksi dan perkerasan jalan yang dibuat (Hardiyatmo, 2009). Sama dengan bangunan gedung, dimana konstruksinya direncanakan berdasarkan dengan beban-beban yang nantinya bekerja sesuai pada fungsi bangunan gedung itu sendiri (Hardiyatmo, 2015).

Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) adalah volume lalu lintas yang dua arah yang melalui suatu titik rata-rata dalam satu hari, biasanya dihitung sepanjang tahun (Huan, 2005). LHR adalah istilah yang baku digunakan dalam menghitung beban lalu lintas pada suatu ruas jalan dan merupakan dasar dalam proses perencanaan transportasi ataupun dalam pengukuran polusi yang diakibatkan oleh arus lalu lintas pada suatu ruas jalan (Sari, 2017).

Konstruksi jalan harus direncanakan mampu menahan beban lalu lintas di atasnya tanpa mengalami kegagalan. Menurut Sukarman (2003) umumnya kerusakan jalan banyak disebabkan oleh perilaku pengguna jalan, kesalahan perencanaan dan pelaksanaan, serta pemeliharaan jalan yang tidak memadai. Akhir-akhir ini, perilaku penggunaan jalan banyak memberikan andil dalam kerusakan jalan. Setiap jalan mempunyai kelas masing-masing sesuai dengan konstruksi dan beban kendaraan yang dapat melewatinya. Misalnya, jalan kelas III tentunya akan rusak apabila harus menahan kendaraan jenis truk besar atau tronton, atau harus menahan beban muatan yang melewati batas tonase muatan kemampuan jalan (Saodang, 2005). Disinilah sebenarnya arti penting jembatan timbang, dimana mempunyai fungsi sebagai pengontrol beban muatan kendaraan agar tidak melebihi dengan kemampuan beban kelas jalan dan jembatan yang akan dilaluinya, serta kapasitas muatan kendaraan itu sendiri. Fondasi jalan harus tetap stabil, karena merupakan dasar penopang seluruh beban yang bekerja pada jalan.

Konstruksi jalan (perkerasan) secara umum terdiri atas 3 lapisan utama yakni lapisan fondasi bawah (*subbase course*), lapisan fondasi atas (*base course*) dan lapisan permukaan (*surface course*). Sehingga, jenis kerusakan yang terjadi pada suatu jalan dapat dikaji berdasarkan lapisan-lapisan konstruksi perkerasan jalan ini. Lapisan permukaan perkerasan jalan merupakan lapisan yang langsung berhubungan

dengan aktifitas kendaraan lalu lintas, dan di Indonesia sekitar 80% ruas jalan masih menggunakan lapisan permukaan lentur yang terbuat dari material aspal.

Pada penelitian ini fokus penelitian hanya pada jalan-jalan di Kabupaten Buru pada ruua jalan Tugu Tani-Simpang Lima Kota Namlea, yang merupakan jalan-jalan utama masyarakat untuk pindah dari satu tempat ke tempat lain. Mayoritas kendaraan-kendaraan yang lewat merupakan kendaraan-kendaraan dengan muatan/tonase yang besar, yang terdiri dari angkutan barang dan angkutan manusia. Tentunya ini akan sangat berdampak pada kerusakan jalan yang dilintasi oleh beban transportasi darat.

2. METODE PENELITIAN

Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengambil data di lapangan adalah sebagai berikut :

- a) Meter rol : untuk mengukur panjang dan luas kerusakan serta panjang persegmen penelitian.
- b) Penggaris : untuk mengukur kedalaman kerusakan alur, lubang, amblas, dan lain sebagainya.
- c) Formulir survey : yang digunakan untuk mencatat hasil dari mensurvei kondisi kerusakan jalan.
- d) Cat semprot : untuk menulis setiap segmen sta.
- e) Kamera digital : untuk mengambil foto dokumentasi

Teknik Pengolahan Data

Pada penelitian ini pengolahan data menggunakan metode regresi. Regresi adalah studi statistik untuk menjelaskan hubungan dua variabel atau lebih yang dinyatakan dalam bentuk persamaan.

$$y_i = \alpha + \beta x_i + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

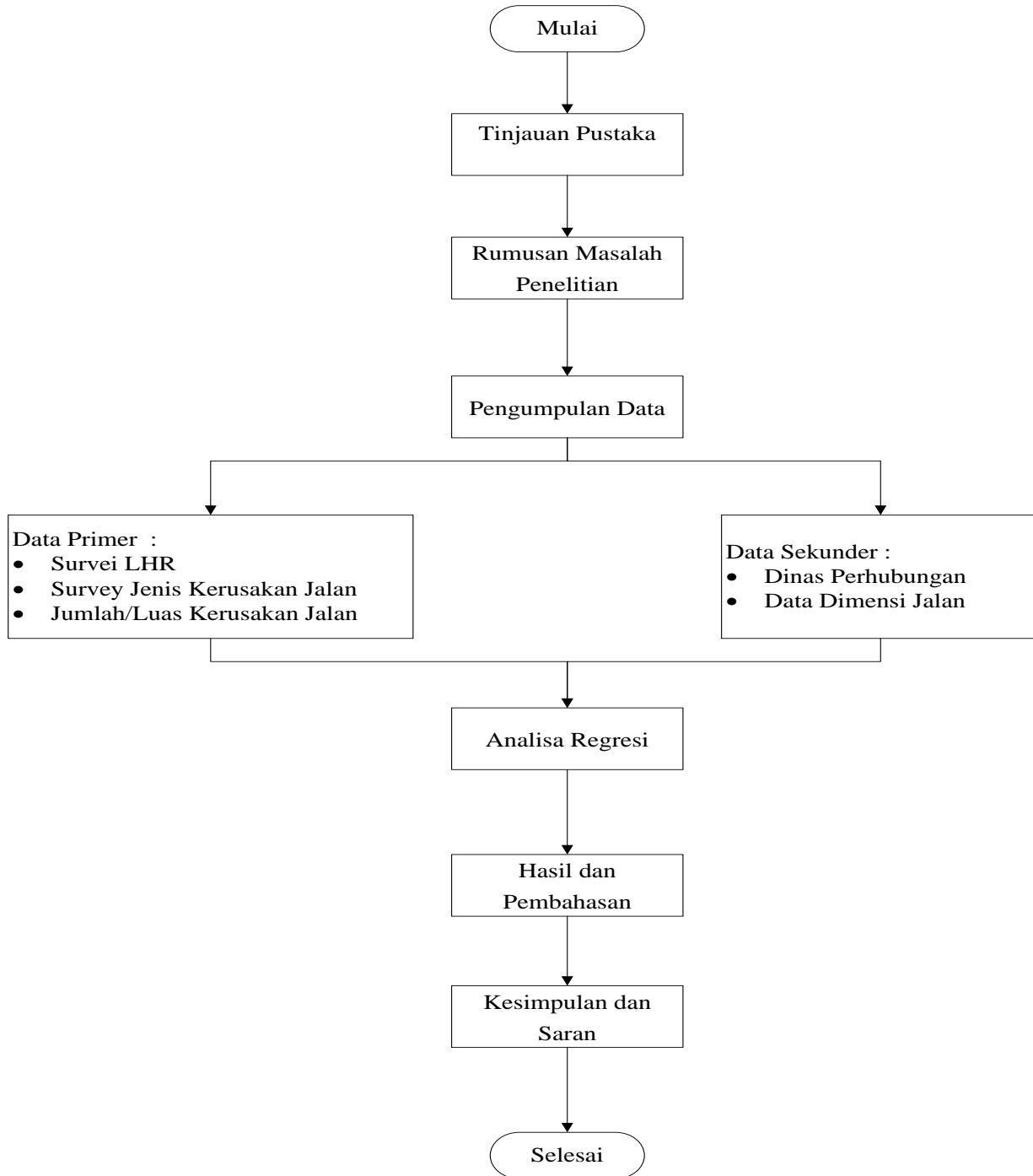
Salah satu variabel merupakan variabel dependen sedangkan variabel semua yang lain merupakan variabel independen

- a) Variabel dependen yang biasanya dinyatakan dengan simbol y disebut juga variabel kriteria, yaitu variabel tidak bebas karena nilainya di pengaruhi oleh nilai variabel-variabel yang lain.
- b) Variabel independen yang biasanya di nyatakan dengan simbol x , atau x_1, x_2, \dots, x_n , disebut juga variabel prediktor, yaitu variabel bebas karena nilainya tidak di pengaruhi oleh nilai variabel-variabel yang lain.

Langkah-langkah penelitian

Penelitian ini dilakukan sesuai tahapan yang terdiri atas tinjauan pustaka, rumusan masalah penelitian, pengumpulan data yang terdiri atas data primer dan sekunder. Untuk data primer dimulai dengan survei LHR, berikutnya survei jenis kerusakan jalan, kemudian survei jumlah kerusakan jalan. Sedangkan data sekunder terdiri atas data yang diperoleh dari Dinas Perhubungan Kabupaten Buru dan data dimensi

jalan . berikutnya dilakukan analisis regresi yang akan melihat pengaruh dari variabel dependent dan independent, kemudian dilakukan interpretasi data dari hasil analisis regresi.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Lalu Lintas Harian Rata – Rata (LHR)

Untuk Mengambil sampel Lalulintas Harian Rata-Rata (LHR). Di lakukan survey pada tiga titik di hari yang berbeda yaitu pada hari sibuk (Senin), hari pendek (Jum'at) dan pada hari libur (Minggu). Dari data survey yang dilakukan sejak pukul 07.00-18.00 jumlah kendaraan yang melewati ruas jalan Tugu Tani-Simpang Lima rata-rata setiap 1-2 menit perkendaraan untuk waktu sibuk (Senin), sedangkan survey untuk waktu pendek (Jum'at) biasanya 1-3 menit per kendaraan, dan pada waktu libur (Minggu) biasanya 1-3 menit per kendaraan.

Jika di lihat dari survey yang dilakukan maka setiap kendaraan yang melewati ruas jalan Tugu Tani- Simpang Lima sehingga dapat berpengaruh terhadap salah satu faktor kerusakan jalan. Adapun tujuan data volume lalulintas ini adalah untuk menentukan kelas LHR jalan sehinggadapat dicari urutan prioritas untuk menentukan jenis pemeliharaan jalan yang sesuai untuk ruas jalan tersebut.

Dalam perhitungan vukume Lalulintas Harian Rata-Rata (LHR), terdapat tiga tipe kendaraan yang akan di survey anantara lain:

1. Kendaraan ringan (LV): mobil pribadi, mikrobis, oplet, pick-up, truk kecil, angkutan penumpang dengan jumlah penumpang maksimal 10 orang termasuk pengemudi.
2. Kendaraan berat (HV): bus, truk 2 as, truk 3 as, dan truk kombinasi sesuai sistem klasifikasi Regresi, angkutan penumpang dengan jumlah tempat duduk 20 buah termasuk pengemudi.
3. Sepeda motor (CV): sepeda motor dan kendaraan beroda tiga sesuai sistem klasifikasi Regresi.

Untuk data survey dari penjelasan di atas dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. LHR Ruas dan Volume Kendaraan/Jam Jalan Tugu Tani – Simpang Lima

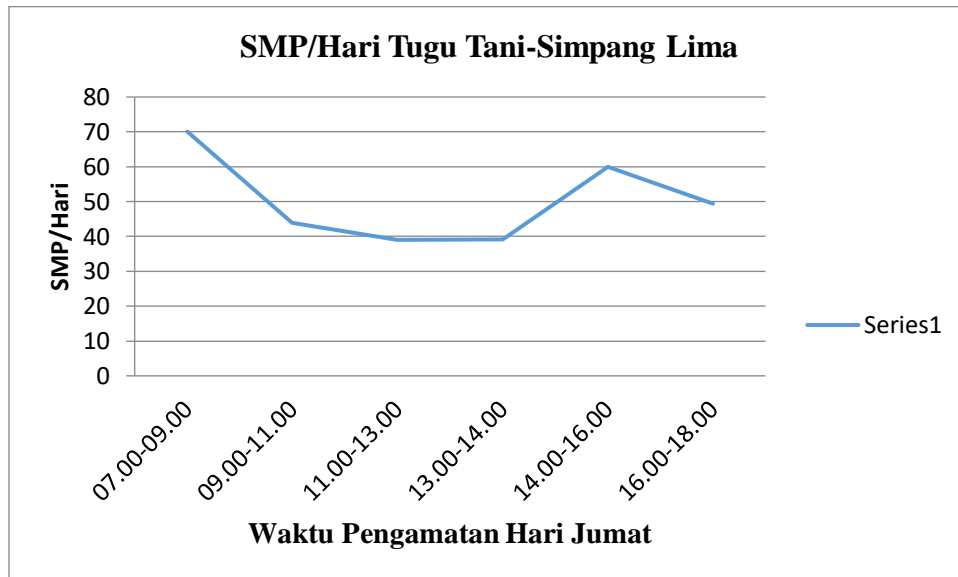
HARI PENGAMATAN	Periode Waktu	MC 0.5	LV 1	HV 1.3	Total Volume Lalu-lintas	Volume (LHR/jam)
JUM'AT	07.00-09.00	38	40	15	93	46.5
	09.00-11.00	22	21	12	55	27.5
	11.00-13.00	15	20	10	45	22.5
	13.00-14.00	11	19	11	41	20.5
	14.00-16.00	27	23	20	70	35
	16.00-18.00	32	20	15	67	33.5
	Jumlah		145	143	83	371

Sumber : Data diolah

Tabel 2. Volume SMP/Hari

HARI PENGAMATAN	Periode Waktu	MC 0.5	LV 1	HV 1.3	Volume Kendaraan SMP/Hari	
JUM'AT	07.00-09.00	38	40	15	78.5	
	09.00-11.00	22	21	12	47.6	
	11.00-13.00	15	20	10	40.5	
	13.00-14.00	11	19	11	38.8	
	14.00-16.00	27	23	20	62.5	
	16.00-18.00	32	20	15	55.5	
	Jumlah		145	143	83	323.4

Sumber : Data diolah



Gambar.1. Grafik SMP/Hari Jumat

Pada Tabel 4 di atas terlihat bahwa smp hasil pengamatan lalu lintas di hari Jum'at pada ruas jalan Tugu Tani – Simpang Lima smp/hari tertinggi adalah 78,50 pada jam puncak pagi 07:00-09:00 wit.

Tabel 3. LHR Ruas dan Volume Kendaraan/Jam Jalan Tugu Tani – Simpang Lima

HARI PENGAMATAN	Periode Waktu	MC 0.5	LV 1	HV 1.3	Total Volume Lalu-lintas	Volume (LHR/jam)
MINGGU	07.00-09.00	42	29	24	95	47.5
	09.00-11.00	56	42	19	117	58.5
	11.00-13.00	38	37	13	88	44
	13.00-14.00	30	27	11	68	34
	14.00-16.00	47	23	18	88	44
	16.00-18.00	40	24	12	76	38
	Jumlah		253	182	97	532

Sumber : Data diolah

Tabel 4. Volume SMP/Hari

HARI PENGAMATAN	Periode Waktu	MC 0.5	LV 1	HV 1.3	Volume Kendaraan SMP/Hari
MINGGU	07.00-09.00	42	29	24	81.2
	09.00-11.00	56	42	19	94.7
	11.00-13.00	38	37	13	72.9
	13.00-14.00	30	27	11	56.3
	14.00-16.00	47	23	18	69.9
	16.00-18.00	40	24	12	59.6
	Jumlah		253	182	97

Sumber : Data diolah



Gambar 2. Grafik SMP/Hari Minggu

Pada Tabel 5 di atas terlihat bahwa smp/hari hasil pengamatan lalu lintas di hari Minggu pada ruas jalan Tugu Tani – Simpang Lima smp/hari tertinggi 94.7 adalah pada jam puncak pagi 09:00-11:00 wit.

Tabel 5. LHR Ruas Jalan Tugu Tani – Simpang Lima (Senin 24 Mei 2021)

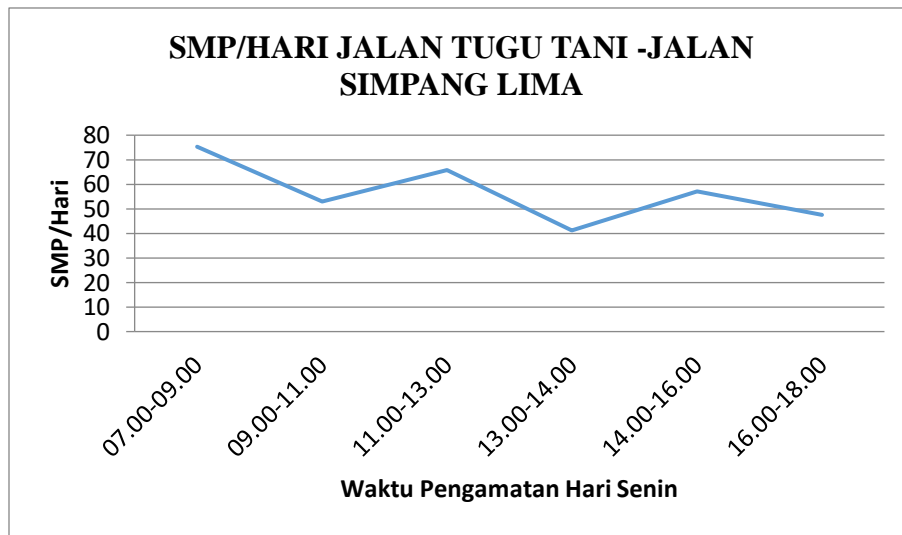
HARI PENGAMATAN	Periode Waktu	MC 0.5	LV 1	HV 1.3	Total Volume Lalu-lintas	Volume (LHR/jam)
SENIN	07.00-09.00	39	35	16	90	45
	09.00-11.00	22	25	13	60	30
	11.00-13.00	31	27	18	76	38
	13.00-14.00	23	18	9	50	25
	14.00-16.00	35	24	12	71	35.5
	16.00-18.00	29	20	10	59	29.5
	Jumlah		179	149	78	406

Sumber : Data diolah

Tabel 6. Volume SMP/Hari

HARI PENGAMATAN	Periode Waktu	MC 0.5	LV 1	HV 1.3	Volume Kendaraan SMP/Hari
SENIN	07.00-09.00	39	35	16	75.3
	09.00-11.00	22	25	13	52.9
	11.00-13.00	31	27	18	65.9
	13.00-14.00	23	18	9	41.2
	14.00-16.00	35	24	12	57.1
	16.00-18.00	29	20	10	47.5
	Jumlah		179	149	78

Sumber : Data diolah



Gambar 3. Grafik SMP/Hari Senin

Pada Tabel 6 di atas terlihat bahwa smp hasil pengamatan lalu lintas di hari Senin pada ruas jalan Tugu Tani – Simpang Lima smp/hari tertinggi adalah 75,3 smp/hari pada jam puncak pagi 07:00-09:00 wit.

Data-data yang perlu disajikan dalam penelitian ini meliputi data hasil pengukuran suhu bening dan warna. Data-data hasil penelitian disajikan pada tabel berikut :

Pembahasan Tingkat dan Jenis Kerusakan Perkerasan Lentur

Pada penelitian ini untuk mengetahui tingkat kerusakan jalan maka perlu mengambil sampel dari LHR guna mengetahui apakah LHR mempunyai pengaruh atau dampak yang signifikan terhadap kerusakan pada ruas jalan Tugu Tani – Simpang Lima dan dari hasil pengamatan terlihat bahwa pada ruas jalan Tugu Tani diketahui nilai LHR/Jam tertinggi yaitu 58.5 dan nilai SMP/Hari tertinggi yaitu 69,00.

Sedangkan ruas Simpang Lima diketahui nilai LHR/Jam tertinggi yaitu 8,61 dan nilai SMP/Hari tertinggi yaitu 70,7.

Untuk mempermudah melihat data – data jalan pada daerah penelitian, maka sudah dilakukan survei inventori yang hasilnya adalah sebagai berikut :

Tabel .7. Data Teknis Jalan Daerah Penelitian

Data Inventori	Nama Jalan	
	Ruas Jalan Tugu Tani	Simpang Lima
Panjang Ruas (km)	500 m	500 m
Jumlah Jalur	1	1
Lebar Jalur	8 m	8 m
Jenis Konstruksi	Aspal	Aspal

Sumber : Hasil Data Survei

Data Kerusakan Jalan

Data kerusakan jalan diperoleh dari data primer, yaitu mensurvei langsung di lapangan. Berisi data dimensi dan luas kerusakan jalan berdasarkan klasifikasi kerusakan jalan, yaitu berupa tambalan, retak, dan lubang. Nilai kerusakan jalan (N_r) ini merupakan jumlah total dari setiap nilai jumlah kerusakan pada suatu ruas jalan. Cara perhitungannya dimulai dari data dimensi kerusakan jalan tersebut dihitung menjadi satuan luas yang kemudian dibandingkan dengan luas jalan yang ditinjau. Kemudian dari hasil perbandingan tersebut akan muncul hasil berupa prosentase. Hasil prosentase ini disebut dengan nilai prosentase kerusakan (N_p), dari nilai prosentase kerusakan ini maka akan dibagi menjadi 4 (empat) kategori tingkat kerusakan, yaitu : jika $< 5\%$ maka nilainya adalah 2; $5\% - 20\%$ maka nilainya adalah 3; $20\% - 40\%$ maka nilainya 5 dan jika $> 40\%$ maka nilainya 7. Setelah didapatkan nilai N_p , maka langkah selanjutnya adalah memasukkan bobot nilai kerusakan jalan (N_j), bobot nilai ini sudah ditentukan oleh Dinas Bina Marga.

Tabel .8. Bobot Nilai Kerusakan Jalan (N_j)

No	Jenis Kerusakan	N_j
1	Retak Halus	2
2	Retak Buaya	2
3	Retak Pinggiran	2
4	Lubang	2
5	Tambal	2

Sumber : Data Bina Marga

Kemudian jika sudah didapatkan nilai N_p dan N_j , selanjutnya menghitung nilai N_q , yaitu nilai jumlah kerusakan. Besarnya nilai jumlah kerusakan (N_q) diperoleh dari perkalian antara nilai N_p dengan nilai N_j .

Data dimensi kerusakan setiap jenis kerusakan jalan dan data nilai kerusakan jalan (Nr) yang diperoleh dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel.9.

Tabel .9. Perhitungan Nilai Kerusakan Jalan (Nr)
 Simpang Lima

No	Jenis Kerusakan	Luas Jalan Rusak m2	NP%	NP	Nj	Nq	Kategori Kerusakan
1	Retak Halus	2	0.4	2	5	10	Sedikit Sekali
2	Retak Buaya	20	4		5	10	Sedikit Sekali
3	Retak Pinggiran	8	1.6	2	5	10	Sedikit Sekali
4	Lubang	1.8	0.36	2	6	12	Sedikit Sekali
5	Tambalan	0.54	0.108	2	4	8	Sedikit Sekali
Nr						50	

Sumber : Data diolah

Tabel 10. Perhitungan Nilai Kerusakan Jalan (Nr)
 Jalan Tugu Tani

No	Jenis Kerusakan	Luas Jalan Rusak m2	NP%	NP	Nj	Nq	Kategori Kerusakan
1	Retak Halus	0.55	0.11	2	5	10	Sedikit Sekali
2	Retak Buaya	25	4.6	3	5	15	Sedikit Sekali
3	Retak Pinggiran	3	0.6	2	5	10	Sedikit Sekali
4	Lubang	1.4	0.28	2	6	12	Sedikit Sekali
5	Tambalan	2	0.4	2	4	8	Sedikit Sekali
Nr						55	

Sumber : Data diolah

Dari hasil perhitungan Nr pada Tabel 4.10. hasil Nr yang didapatkan yaitu pada jalan simpang lima hal ini dikarenakan adanya angka yang berada dalam satu range atau batas nilai yang sama, tetapi jika dilihat berdasarkan nilai prosentase kerusakan (Np) kedua jalan tersebut sangat berbeda. Dengan hal ini maka, jika analisa kerusakan jalan ini digabungkan dengan analisa volume kendaraan dan analisa waktu,

hasil persamaan yang terjadi bisa diterima, karena analisa volume kendaraan dan analisa waktu di kedua jalan sama-sama berbeda.

Data Volume Lalu Lintas

Data volume lalu lintas jalan pada penelitian ini terdiri dari 2 (dua) sumber data, yaitu data sekunder dan data primer. Data sekunder yang didapatkan merupakan data yang bersumber dari Dinas Perhubungan Kabupaten Buru. Data ini meliputi data volume lalu lintas per 30 menit dengan rekap per jam selama 24 jam pada hari – hari kerja, kemudian data gambar berupa grafik prosentase jumlah kendaraan yang melewati jalan – jalan pada daerah penelitian di Kabupaten Buru, dan grafik jam puncak volume lalu lintas

Data primer yang digunakan dalam analisa pengaruh jumlah kendaraan terhadap kerusakan jalan dalam penelitian ini yaitu data angka jumlah volume kendaraan pada jam puncak dalam satuan smp/jam. Rekap volume lalu lintas dalam satuan kendaraan/jam dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Volume Lalu Lintas Pada Jam Puncak (kend/jam)

No	Nama Jalan	Volume Lalu lintas (kend/jam)
1	Jalan Tugu Tani	70,7
2	Jalan Simpang Lima	65.55

Sumber : Data diolah

Hubungan Analisa Data

Dari semua analisa data yang telah dilakukan, kemudian menghitung hasil perhitungan hubungan antara volume lalu lintas dengan nilai kerusakan jalan dan waktu. Perhitungan ini dianalisis dengan regresi non linear, Volume lalu lintas dan waktu sebagai variabel x, yang masing-masing adalah x_1 dan x_2 , sedangkan kerusakan jalan sebagai variabel y. Pada hasil persamaan yang digunakan adalah persamaan $y = ax_1 + ax_2 + c$, karena terdapat 2 (dua) variabel x, yaitu volume lalu lintas dan waktu, karena waktu merupakan salah faktor yang sangat berpengaruh dalam kerusakan jalan, dan 1 (satu) variabel y, yaitu nilai kerusakan jalan. Rekapitulasi antara variabel x dan y dapat dilihat pada Tabel 11.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Nilai kerusakan jalan (Nr) di jalan tugu tani dan jalan Simpang lima berturut-turut adalah 50; 2 dan 55;3. Nilai kerusakan dari kedua jalan tersebut termasuk dalam kategori sedikit sekali dan sedikit, namun tetap harus dilakukan penindakan terhadap kerusakan yang ada pada jalan tersebut yakni perbaikan guna meminimalisir kerusakan agar tidak semakin parah serta dapat menekan biaya perbaikan.
2. Volume lalu lintas pada jam puncak berdasarkan satuan mobil penumpang (smp)/jam di jalan tugu tani dan jalan simpang lima 266 smp/jam dan 434.6 smp/jam.

3. Hasil persamaan dari analisa volume lalu lintas, nilai kerusakan jalan dan waktu adalah $y = 2.283 \cdot x_1 + 2.991 \cdot x_2 - 152.94$, dengan regresi linier berganda (R^2) atau korelasi antara variabel x dengan y yaitu $R^2 = 1.00$ yang menunjukkan besarnya pengaruh variabel X terhadap variabel Y dengan prosentase sebesar 100 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Hardiyatmo, H. C. (2009). *Pemeliharaan Jalan Raya*. Gadjah Mada University Press
- Hardiyatmo, H. C. (2015). *Pemeliharaan Jalan Raya Edisi ke-2*. Gadjah Mada University Press.
- Huan, C. (2005). *Evaluation Of Finite Element Software For Pavement Stress Analysis*. Department Of Civil Engineering. Ryerson University, Toronto, Ontario, Canada.
- Marga, B. (2010). *Spesifikasi umum 2018*. Direktorat Jendral Bina Marga. Departemen Pekerjaan Umum.
- Saodang, H. (2005). *Perancangan perkerasan jalan raya*. Bandung: Nova.
- Saodang, H. (2005). *Konstruksi Jalan Raya. Perancangan Perkerasan Jalan Raya. Buku 2. Cet. 1*. Bandung : Nova
- Sari, R. R. (2017). *Pengaruh Pemberlakuan Rekayasa Lalulintas Terhadap Derajat Kejenuhan Pada Simpang Jalan Pajajaran dan Jalan Pasirkaliki*. *Potensi: Jurnal Sipil Politeknik*, 19(2).
- Sukarman, S. (2003). *Beton aspal campuran panas*. Yayasan Obor Indonesia.
- Wira Utama, A. K. (2016). *Analisis Perkerasan Jalan Dengan Metode Analisa Komponen Ruas Jalan Magelang Km 10-12* (Doctoral Dissertation, Uajy).