

EVALUASI KINERJA RUAS JALAN YANG DILALUI ANGKUTAN BARANG DI KOTA BANJAR

EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF ROADS PASSED BY FREIGHT TRANSPORTATION IN BANJAR CITY

Maulia Putri Nabilla Yasin Muis*, Veronica, dan Mega Suryandari

^{1,2,3}Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD

Jl. Raya Setu, No. 89, Bekasi, 17520

*E-mail: aulianabilla1006@gmail.com, vcsimanjuntak@gmail.com, suryandarimega@gmail.com

ABSTRACT - The city of Banjar is known to be a distribution route for goods on the border of West Java and Central Java. The city of Banjar has the largest movement of goods transportation, namely vehicles from outside the city heading to other cities that only pass through the urban area of Banjar (External-External) with a proportion of 56%. Based on the results of the survey of existing conditions in the study area, there was a decline in road performance in the CBD (Central Business District) area due to the presence of large truck-type goods transport vehicles that passed, namely on the independence pioneer road with a saturation degree of 0.50 with a speed of 25.14 km/h. This study aims to analyze the performance of the road sections passed by the transportation of goods of medium trucks and large trucks in the city of Banjar today and provide proposals in the form of route determination. After conducting the analysis, the results of measuring the performance of the road section were obtained on the Pioneer of Independence road with a saturation degree of 0.50, a speed of 25.14 km/h and a density of 47.02 smp/km. After the proposal was made for the transportation of goods of medium trucks and large trucks, the results of measuring the performance of the road section were obtained, namely on the Pioneer of Independence road with a decrease in the Degree of Saturation by 14%, an increase in the percentage of speed by 32% and a decrease in density by 35%.

Keywords: Traffic, Road Sections, Freight Transportation, Indonesia Road Capacity Guidelines

ABSTRAKSI - Kota Banjar diketahui merupakan jalur pendistribusian barang pada perbatasan Jawa Barat dan Jawa Tengah. Kota Banjar memiliki pergerakan angkutan barang terbesar yaitu kendaraan dari luar kota yang menuju ke kota lain yang hanya melintas daerah perkotaan Banjar (Eksternal-Eksternal) dengan proporsi 56%. Berdasarkan hasil survei kondisi eksisting di wilayah studi, terjadinya penurunan kinerja jalan pada Kawasan CBD (Central Business District) akibat adanya kendaraan angkutan barang jenis truk besar yang melintas yaitu pada jalan perintis kemerdekaan dengan Derajat kejenuhan 0,50 dengan kecepatan 25,14 km/jam. penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja ruas jalan yang dilalui angkutan barang jenis truk sedang dan truk besar di Kota Banjar saat ini dan memberikan usulan berupa penentuan rute. setelah melakukan analisis diperoleh hasil pengukuran kinerja ruas jalan yaitu pada jalan Perintis Kemerdekaan dengan derajat kejenuhan 0,50, kecepatan 25,14 km/jam dan kepadatan 47,02 smp/km. Setelah dilakukan usulan untuk angkutan barang jenis truk sedang dan truk besar diperoleh Diperoleh hasil pengukuran kinerja ruas jalan yaitu pada jalan

Perintis Kemerdekaan dengan penurunan Derajat Kejenuhan sebesar 14%, kenaikan persentase kecepatan sebesar 32% serta penurunan kepadatan sebesar 35%.

Kata Kunci: *Lalu lintas, Ruas Jalan, Angkutan Barang, Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*

PENDAHULUAN

Perencanaan transportasi adalah suatu proses yang memiliki tujuan untuk mengembangkan sistem transportasi yang memungkinkan manusia dan barang bergerak atau berpindah tempat dengan aman dan murah. Peran angkutan barang sangat besar dalam menunjang mobilitas barang di Kota Banjar. Berdasarkan data hasil survei Kota Banjar diketahui bahwa pergerakan angkutan barang jenis truk besar terbesar yaitu kendaraan dari luar kota yang menuju ke kota lain yang hanya melintas daerah perkotaan Banjar (Eksternal-Eksternal) dengan proporsi 56%.

Kota Banjar diketahui merupakan jalur pendistribusian barang pada perbatasan Jawa Barat dan Jawa Tengah. Sedangkan, proporsi terbesar kedua yaitu kendaraan yang dari luar kota ke dalam wilayah Kota Banjar (Eksternal-Internal) dengan proporsi 23,3% dan kendaraan yang dari dalam kota menuju luar Kota Banjar (Internal-Eksternal) yaitu 20,6%. Berdasarkan hasil survei kondisi eksisting di wilayah studi, terjadinya penurunan kinerja jalan pada Kawasan CBD (*Central Business District*) akibat adanya kendaraan angkutan barang jenis truk besar yang melintas yaitu pada jalan perintis kemerdekaan dengan Derajat kejenuhan 0,50 dengan kecepatan 25,14 km/jam.

METODE PENELITIAN

Arus Lalu Lintas

Diperoleh dari hasil survey pemcacaan lalu lintas terkalsifikasi (*Traffic Counting*) untuk mengetahui jumlah kendaraan yang melintas di ruas jalan tersebut. Arus lalu lintas yang didapatkan dapat digunakan untuk mengetahui derajat kejenuhan, kecepatan, dan kepadatan.

Kapasitas Ruas Jalan

Kapasitas jalan merupakan arus lalu lintas maksimum yang dapat didukung pada ruas jalan dalam keadaan tertentu (geometri, distribusi, lalu lintas, dan faktor lingkungan). Kapasitas secara umum dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK}$$

(1)

Sumber : *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023*

Keterangan:

- C : kapasitas segmen jalan yang sedang diamati, dengan satuan SMP/jam.
- C₀ : kapasitas dasar kondisi segmen jalan yang ideal, dengan satuan SMP/jam
- FC_{LJ} : faktor koreksi kapasitas akibat perbedaan lebar lajur atau jalur lalu lintas dari kondisinya
- FC_{PA} : faktor koreksi kapasitas akibat Pemisahan Arah lalu lintas
- FC_{HS} : faktor koreksi kapasitas hambatan samping
- FC_{UK} : faktor koreksi kapasitas ukuran kota

Derajat Kejenuhan

Derajat Kejenuhan adalah rasio antara arus lalu lintas terhadap kapasitas ruas.

(2)

$$D_J = \frac{q}{C}$$

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023

Keterangan :

D_J : derajat kejenuhan

C : kapasitas segmen jalan (SMP/jam)

q : volume lalu lintas (SMP/jam)

Kecepatan perjalanan

Kecepatan perjalanan merupakan kecepatan rata-rata kendaraan per jam yang melintasi ruas jalan, didapatkan dari survei *Moving Car Observation* (MCO). Analisis tersebut digunakan untuk mengetahui kecepatan rata-rata kendaraan yang melintasi jalan yang dilalui oleh angkutan barang. Semakin tinggi nilai kecepatan kendaraan rata-rata yang melintasi ruas jalan maka kinerja lalu lintas ruas jalan semakin baik.

Kecepatan Arus Bebas

V_B untuk jenis MP ditetapkan sebagai kriteria untuk menetapkan kinerja segmen jalan. V_B dihitung dengan rumus:

(3)

$$V_B = (V_{BD} + V_{BL}) \times FV_{BHS} \times FV_{BUK}$$

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023

Keterangan:

V_B : kecepatan arus bebas untuk MP (km/jam)

V_{BD} : kecepatan arus bebas dasar untuk MP

V_{BL} : Nilai Koreksi kecepatan akibat lebar jalur atau lajur jalan (km/jam)

V_{BL} : Faktor koreksi kecepatan arus bebas akibat hambatan samping pada jalan yang memiliki bahu atau jalan yang dilengkap kereb/trotoar

Kepadatan Ruas Jalan

Kepadatan ruas jalan digunakan untuk mengetahui tingkat kepadatan arus lalu lintas kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut. Kepadatan ruas jalan diukur dengan volume lalu lintas dibagi dengan kecepatan perjalanan yang telah didapat. Semakin rendah tingkat kepadatan ruas jalan, maka kinerja lalu lintas ruas jalan tersebut semakin baik. Persamaan untuk penentuan kepadatan adalah sebagai berikut:

(4)

$$K = \frac{Q}{US}$$

Sumber: Tamim (2008), Perencanaan, Permodelan, dan Rekayasa Transportasi

Keterangan:

Q : Volume lalu lintas (Kendaraan/jam atau SMP/jam)

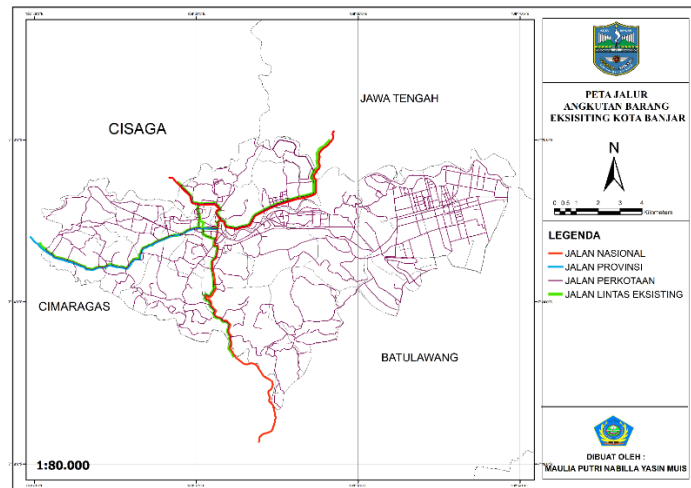
K : Kepadatan lalu lintas (Kendaraan/km atau SMP/km)

Us : Kecepatan (km/jam)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting

Kinerja ruas jalan menggambarkan kondisi lalu lintas di ruas jalan kajian, indikator yang digunakan untuk menilai unjuk kerja ruas jalan seperti derajat kejenuhan (Dj), kecepatan dan kepadatan. Dalam analisis ini, kinerja lalu lintas yang dinilai berdasarkan data yang dikumpulkan dari hasil survei inventaris dan pencacahan lalu lintas.



Sumber : Hasil Analisis, 2024

Kapasitas Ruas Jalan

Kapasitas dapat didefinisikan sebagai tingkat arus maksimum dimana kendaraan dapat diharapkan untuk melalui suatu potongan jalan pada waktu tertentu dan dalam kondisi yang berlaku. Besarnya kapasitas tiap-tiap ruas jalan tidak sama, hal ini disebabkan terdapatnya faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas total dari jalan tersebut. Bahwasanya dalam penentuan kapasitas jalan kita harus terlebih dahulu mengetahui kapasitas dasar berdasarkan fungsi dan kelas jalan.

Pada contoh perhitungan kapasitas, akan dilakukan pada ruas jalan Brigjen M. Isa 1:

- Kapasitas Dasar (C_0)
Diketahui dari data inventaris Jalan Brigjen M. Isa memiliki tipe jalan 2/2 TT sehingga disesuaikan dengan Tabel II.3 maka kapasitas dasar ruas Jalan Brigjen M. Isa adalah 2800 smp/jam.
- Faktor Koreksi Lebar Jalur Lalu Lintas (FCLJ)
Ruas jalan Brigjen M. Isa memiliki lebar 10,4 sehingga sesuai dengan Tabel III.6 faktor koreksi lebar jalur lalu lintas sebesar 1,29.
- Faktor Koreksi Kapasitas Pemisah Arah (FCPA)
Didapat split arah ruas jalan tersebut 50-50. Maka sesuai dengan Tabel III.7 nilai factor koreksi kapasitas pemisah arah sebesar 1.
- Faktor Koreksi Hambatan Samping (FCHS)
Ruas Jalan Brigjen M. Isa memiliki hambatan samping kelas rendah (R) dan memiliki tipe jalan 2/2 TT. Berdasarkan perhitungan factor penyesuaian lebar bahu jalan, maka sesuai dengan Tabel III. 8 faktor koreksi hambatan samping adalah 0,92.
- Factor Koreksi Kapasitas Ukuran Kota (FCUK)

Wilayah studi Kota Banjar memiliki jumlah penduduk sebesar 207.510 jiwa (antara 0,1 – 0,5 juta jiwa) sehingga sesuai dengan Tabel III. 10 faktor koreksi kapasitas ukuran kota adalah 0,90.

f) Kapasitas (C)

Perhitungan kapasitas ruas Jalan Brigjen M. Isa yaitu dengan memasukkan nilai-nilai yang didapat pada tahap sebelumnya, maka didapatkan:

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times F_{CLJ} \times F_{CPA} \times F_{CHS} \times F_{CUK} \\ &= 2800 \times 1,29 \times 1 \times 0,92 \times 0,90 \\ &= 2990,74 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Tabel 1. Kapasitas Ruas Jalan yang dilalui Angkutan Barang saat ini

NAMA JALAN	C0	FCLJ	FCPA	FCHS	FCUK	Kapasitas Jalan (C)
Jl . Brigjen M. Isa, Sh I	2800	1,29	1	0,92	0,90	2990,74
Jl . Brigjen M. Isa, Sh Ii	2800	1,29	1	0,92	0,90	2990,74
Jl . Brigjen M. Isa, Sh Iii	2800	1,29	1	0,92	0,90	2990,74
Jl. Siliwangi I	2800	1,29	1	0,94	0,90	3055,75
Jl. Siliwangi Ii	2800	1,14	1	0,94	0,90	2700,43
Jl. Siliwangi Iii	2800	1,14	1	0,94	0,90	2700,43
Jl. Siliwangi Iv	2800	1,14	1	0,94	0,90	2700,43
Jl. Letjen Suwanto I	6800	1	1	0,95	0,90	5814,00
Jl. Letjen Suwanto Iv	6800	1	1	0,92	0,90	5630,40
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) I	6800	0,92	1	0,94	0,90	5292,58
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) Ii	6800	0,91	1	0,94	0,90	5235,05
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) Iii	2800	1	1	1,01	0,90	2545,20
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) Iv	2800	1	1	1	0,90	2520,00
Jl. Perintis Kemerdekaan I	2800	1,14	1	0,82	0,90	2355,70
Jl. Perintis Kemerdekaan Ii	2800	1	1	0,89	0,90	2242,80
Jl. Dr. Husein Kartasasmita I	2800	1,14	1	0,89	0,90	2556,79
Jl. Dr. Husein Kartasasmita Ii	2800	1,14	1	0,89	0,90	2556,79
Jl. Dr. Husein Kartasasmita Iii	2800	1,14	1	0,89	0,90	2556,79
Jl. Dr. Husein Kartasasmita Iv	2800	1,14	1	0,92	0,90	2642,98
Jl. Dr. Husein Kartasasmita V	2800	0,87	1	0,92	0,90	2017,01
Jl. Dr. Husein Kartasasmita Vi	2800	0,87	1	0,92	0,90	2017,01
Jl. Dr. Husein Kartasasmita Vii	2800	0,87	1	1	0,90	2192,40
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita I Masuk	3400	1	1	1,02	0,90	3121,20

Jl. Mayjen Didi Kartasasmita I Keluar	3400	1	1	1,02	0,90	3121,20
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita Ii Masuk	3400	0,92	1	0,94	0,90	2646,29
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita Ii Keluar	3400	0,92	1	0,94	0,90	2646,29
Jl. Kapten Jamhur I	2800	1,25	1	0,92	0,90	2898,00
Jl. Hoegeng I	2800	1,25	1	0,92	0,90	2898,00
Jl. Hoegeng Ii	2800	1,25	1	0,92	0,90	2898,00
Jl. R.A Dewi Sartika I	2800	0,87	1	0,92	0,90	2017,01

Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas pada ruas jalan yang dilalui angkutan barang didapatkan dari hasil survei pencacahan volume lalu lintas terklasifikasi dan dihasilkan volume lalu lintas pada jam tersibuk. Data volume lalu lintas dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Volume Kendaraan/jam di Ruas Jalan Eksisiting

NAMA RUAS JALAN	SM	MP	KS	TB	VOLUME (kend/jam)
Jl. Brigjen M. Isa, Sh I	2133	599	37	14	2783
Jl. Brigjen M. Isa, Sh II	1890	294	12	7	2203
Jl. Brigjen M. Isa, Sh III	1956	314	11	8	2289
Jl. Siliwangi I	1712	298	6	8	2024
Jl. Siliwangi II	1128	358	25	9	1520
Jl. Siliwangi III	763	216	12	4	995
Jl. Siliwangi IV	692	133	8	3	836
Jl. Letjen Suwanto I	2658	739	32	12	3441
Jl. Letjen Suwanto IV	2257	468	9	4	2738
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) I	1081	385	26	4	1496
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) II	1062	346	25	4	1437
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) III	1037	298	29	7	1371
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) IV	1183	85	14	8	1290
Jl. Perintis Kemerdekaan I	2577	465	38	11	3091
Jl. Perintis Kemerdekaan II	2096	275	38	11	2420
Jl. Dr. Husein Kartasasmita I	2889	387	20	4	3300
Jl. Dr. Husein Kartasasmita II	2876	494	14	2	3386
Jl. Dr. Husein Kartasasmita III	1653	634	16	3	2306
Jl. Dr. Husein Kartasasmita IV	1245	477	11	6	1739
Jl. Dr. Husein Kartasasmita V	1085	457	12	8	1562
Jl. Dr. Husein Kartasasmita VI	1173	286	8	5	1472

Jl. Dr. Husein Kartasasmita VII	1216	194	2	5	1417
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita I Masuk	880	170	11	4	1065
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita I Keluar	684	243	25	3	955
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita II Masuk	453	238	10	2	703
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita II Keluar	576	209	15	1	801
Jl. Kapten Jamhur I	1031	312	7	2	1352
Jl. Hoegeng I	1096	476	13	1	1586
Jl. Hoegeng II	2078	342	20	4	2444
Jl. R.A Dewi Sartika I	1882	259	3	1	2145

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui kinerja ruas jalan eksisting, volume dalam kendaraan/jam tertinggi terdapat pada Jl. Letjen Suwanto I dengan nilai 3441 kend/jam. Setelah itu arus lalu lintas dalam kend/jam dikonversi menjadi satuan SMP/jam menggunakan nilai EMP yang sesuai dengan masing-masing nilainya dengan contoh perhitungan pada jalan Brigjen M. Isa I sebagai berikut:

a) Sepeda Motor

$$\begin{aligned}
 V_{SM} \text{ (smp/jam)} &= V_{SM} \text{ (Kend/jam)} \times EMP_{SM} \\
 &= 2133 \times 0,25 \\
 &= 533,25
 \end{aligned}$$

b) Mobil penumpang

$$\begin{aligned}
 V_{MP} \text{ (smp/jam)} &= V_{MP} \text{ (Kend/jam)} \times EMP_{MP} \\
 &= 599 \times 1 \\
 &= 599
 \end{aligned}$$

c) Kendaraan Sedang

$$\begin{aligned}
 V_{KS} \text{ (smp/jam)} &= V_{KS} \text{ (Kend/jam)} \times EMP_{KS} \\
 &= 37 \times 1,2 \\
 &= 44,4
 \end{aligned}$$

d) Truk Besar

$$\begin{aligned}
 V_{TB} \text{ (smp/jam)} &= V_{TB} \text{ (Kend/jam)} \times EMP_{TB} \\
 &= 14 \times 2,5 \\
 &= 35
 \end{aligned}$$

Tabel 3. Volume Smp/jam di Ruas Jalan Eksisting

RUAS JALAN	SM	MP	KS	TB	VOLUME (smp/jam)
Jl. Brigjen M. Isa, Sh I	533,25	599	44,4	35	1212
Jl. Brigjen M. Isa, Sh II	472,5	294	14,4	17,5	798
Jl. Brigjen M. Isa, Sh III	489	314	13,2	20	836
Jl. Siliwangi I	428	298	7,2	20	753
Jl. Siliwangi II	282	358	30	22,5	693
Jl. Siliwangi III	190,75	216	14,4	10	431
Jl. Siliwangi IV	173	133	9,6	7,5	323
Jl. Letjen Suwanto I	1063,2	739	41,6	30	1874

Jl. Letjen Suwanto IV	902,8	468	11,7	10	1393
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) I	432,4	385	33,8	10	861
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) II	424,8	346	32,5	10	813
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) III	414,8	298	37,7	17,5	768
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) IV	473,2	85	18,2	20	596
Jl. Perintis Kemerdekaan I	554,25	465	45,6	27,5	1182
Jl. Perintis Kemerdekaan II	514	275	45,6	27,5	872
Jl. Dr. Husein Kartasasmita I	722,25	387	24	10	1143
Jl. Dr. Husein Kartasasmita II	719	494	16,8	5	1235
Jl. Dr. Husein Kartasasmita III	413,25	634	19,2	7,5	1074
Jl. Dr. Husein Kartasasmita IV	311,25	477	13,2	15	816
Jl. Dr. Husein Kartasasmita V	271,25	457	14,4	20	763
Jl. Dr. Husein Kartasasmita VI	293,25	286	9,6	12,5	601
Jl. Dr. Husein Kartasasmita VII	304	194	2,4	12,5	513
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita I Masuk	452	170	13,2	10	633
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita I Keluar	352	243	30	7,5	623
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita II Masuk	236	238	12	5	482
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita II Keluar	298	209	18	2,5	518
Jl. Kapten Jamhur I	515,5	312	8,4	5	841
Jl. Hoegeng I	274	476	16,9	2,5	769
Jl. Hoegeng II	519,5	342	26	10	898
Jl. R.A Dewi Sartika I	470,5	259	3,9	1,3	735

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Derajat Kejenuhan, Kecepatan dan Kepadatan Lalu Lintas

- Derajat Kejenuhan
Perhitungan derajat kejenuhan didapatkan dari perhitungan arus lalu lintas dibagi dengan kapasitas jalan. Berikut merupakan contoh perhitungan derajat kejenuhan pada Jalan Brigjen M. Isa, Sh I:

$$D_j = q/C$$

$$= 1212/2990,74$$

$$= 0,41$$
 Untuk perhitungan derajat kejenuhan lebih lanjut dapat dilihat pada tabel dibawah ini:
- Kecepatan
Data kecepatan ruas jalan didapatkan dari survei kecepatan ruas jalan menggunakan Survei *Moving Car Observer* (MCO). Survey ini dilakukan pada saat jam sibuk.
- Kepadatan
Kepadatan ruas jalan diperoleh dari hasil bagi antar volume lalu lintas dan kecepatan. Berikut contoh perhitungan Kepadatan ruas jalan pada jalan Brigjen M. Isa I:

$$K = q/U_s$$

$$= 1212/60,2$$

$$= 20,13 \text{ (smp/km)}$$

Untuk perhitungan derajat kejenuhan lebih lanjut dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. Kinerja Ruas jalan Eksisiting

RUAS JALAN	VOLUME (smp/jam) (a)	KAPASITAS (b)	DJ (c=a/b)	KECEPATAN (km/jam) (d)	KEPADATAN (smp/km) (e=a/d)
Jl. Brigjen M. Isa, Sh I	1212	2990,74	0,41	60,2	20,13
Jl. Brigjen M. Isa, Sh II	798	2990,74	0,27	45,42	17,57
Jl. Brigjen M. Isa, Sh III	836	2990,74	0,28	44,25	18,89
Jl. Siliwangi I	753	3055,75	0,25	60,49	12,45
Jl. Siliwangi II	1520	2700,43	0,26	69,11	10,03
Jl. Siliwangi III	995	2700,43	0,16	61,72	6,98
Jl. Siliwangi IV	836	2700,43	0,12	67,1	4,81
Jl. Letjen Suwarta I	3441	5814,00	0,32	34,21	54,78
Jl. Letjen Suwarta IV	2738	5630,40	0,25	43,05	32,36
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) I	1496	5292,58	0,16	44,31	19,43
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) II	1437	5235,05	0,16	47,23	17,21
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) III	1371	2545,20	0,30	51,61	14,88
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) IV	1290	2520,00	0,24	51,55	11,56
Jl. Perintis Kemerdekaan I	3091	2355,70	0,50	25,14	47,02
Jl. Perintis Kemerdekaan II	2420	2242,80	0,39	26,42	33,01
Jl. Dr. Husein Kartasasmita I	3300	2556,79	0,45	41,34	27,65
Jl. Dr. Husein Kartasasmita II	3386	2556,79	0,48	39,15	31,55
Jl. Dr. Husein Kartasasmita III	2306	2556,79	0,42	38,36	28,00
Jl. Dr. Husein Kartasasmita IV	1739	2642,98	0,31	43,41	18,80
Jl. Dr. Husein Kartasasmita V	1562	2017,01	0,38	45,55	16,75
Jl. Dr. Husein Kartasasmita VI	1472	2017,01	0,30	42,65	14,09
Jl. Dr. Husein Kartasasmita VII	1417	2192,40	0,23	45,71	11,22
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita I Masuk	1065	3121,20	0,20	57,4	11,03

Jl. Mayjen Didi Kartasasmita I Keluar	955	3121,20	0,20	57,2	10,89
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita II Masuk	703	2646,29	0,18	50,7	9,51
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita II Keluar	801	2646,29	0,20	52,3	9,90
Jl. Kapten Jamhur I	1352	2898,00	0,29	35,43	23,74
Jl. Hoegeng I	1586	2898,00	0,27	43,17	17,81
Jl. Hoegeng II	2444	2898,00	0,31	43,25	20,76
Jl. R.A Dewi Sartika I	2145	2017,01	0,36	36,25	20,28

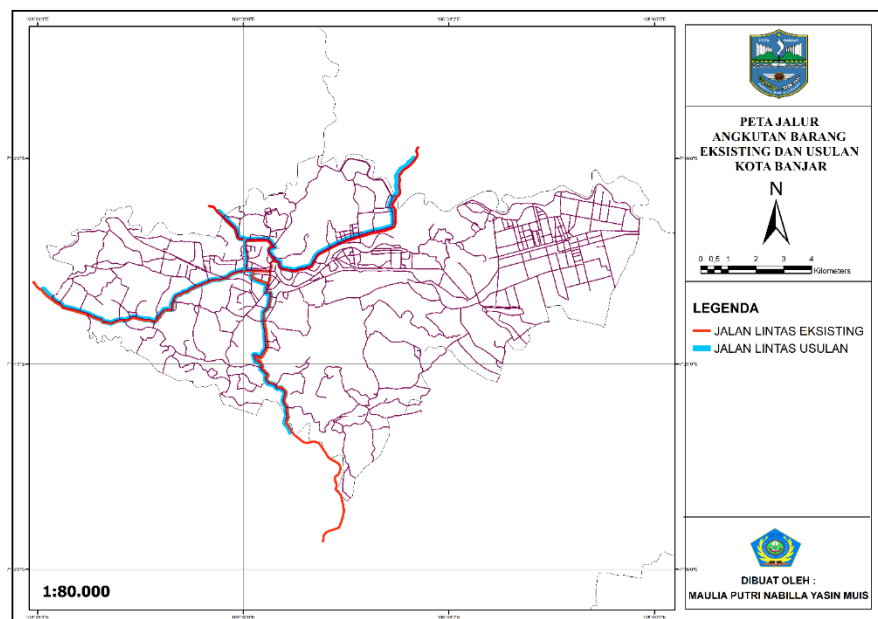
Sumber : Hasil Analisis, 2024

Analisis Kinerja Ruas Jalan Yang Dilalui Angkutan Barang Usulan

Penetapan Rute

Rute jalan yang dilalui angkutan barang pada saat ini adalah Jl. Brigjen M. Isa, Jl. Siliwangi, Jl. Letjen Suwanto, Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran), Jl. Perintis Kemerdekaan, Jl. Dr. Husein Kartasasmita, Jl. Mayjen Didi Kartasasmita, Jl. Kapten Jamhur, Jl. Hoegeng.

Penetapan rute angkutan barang usulan yaitu dengan mempertimbangkan Derajat kejenuhan yang tinggi, jenis muatan kendaraan, dimensi kendaraan pada jalur angkutan barang saat ini yang berada pada ruas jalan Jl. Perintis Kemerdekaan dengan Derajat kejenuhan 0,50, sehingga pada rute usulan angkutan barang tidak melewati ruas Jl. Dewi Sartika I, Jl. Suwanto I, Jl. Perintis Kemerdekaan I dan Jl. Perintis Kemerdekaan II. Berikut merupakan ruas jalan usulan yang dapat dilalui oleh angkutan barang jenis truk sedang dan truk besar berdasarkan kinerja jalan yang baik.



Sumber : Hasil Analisis, 2024

Gambar V. 1 Peta Jalur Angkutan Barang Eksisting dan Usulan

Tabel 5. Volume Kendaraan/jam di Ruas Jalan Usulan

NAMA RUAS JALAN	SM	MP	KS	TB	VOLUME (kend/jam)
Jl. Brigjen M. Isa, Sh I	2133	599	37	14	2783
Jl. Brigjen M. Isa, Sh II	1890	294	26	18	2228
Jl. Brigjen M. Isa, Sh III	1956	314	26	19	2315
Jl. Siliwangi I	1712	298	6	8	2024
Jl. Siliwangi II	1128	358	25	9	1520
Jl. Siliwangi III	763	216	12	4	995
Jl. Siliwangi IV	692	133	8	3	836
Jl. Letjen Suwarto I	2658	739	0	0	3397
Jl. Letjen Suwarto IV	2257	468	9	4	2738
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) I	1081	385	26	4	1496
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) II	1062	346	25	4	1437
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) III	1037	298	29	7	1371
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) IV	1183	85	14	8	1290
Jl. Perintis Kemerdekaan I	2577	465	0	0	3042
Jl. Perintis Kemerdekaan II	2096	275	0	0	2371
Jl. Dr. Husein Kartasasmita I	2889	387	20	4	3300
Jl. Dr. Husein Kartasasmita II	2876	494	14	2	3386
Jl. Dr. Husein Kartasasmita III	1653	634	16	3	2306
Jl. Dr. Husein Kartasasmita IV	1245	477	11	6	1739
Jl. Dr. Husein Kartasasmita V	1085	457	12	8	1562
Jl. Dr. Husein Kartasasmita VI	1173	286	8	5	1472
Jl. Dr. Husein Kartasasmita VII	1216	194	2	5	1417
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita I Masuk	880	170	25	9	1084
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita I Keluar	684	243	45	9	981
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita II Masuk	453	238	24	9	724
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita II Keluar	576	209	45	7	837
Jl. Kapten Jamhur I	1031	312	7	2	1352
Jl. Hoegeng I	1096	476	13	1	1586
Jl. Hoegeng II	2078	342	20	4	2444
Jl. R.A Dewi Sartika I	1882	259	3	1	2145

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Pada Tabel 5 merupakan jalan usulan yang dapat dilalui oleh angkutan barang jenis truk sedang dan truk besar berdasarkan kinerja jalan dimana angkutan barang jenis truk besar dapat melintasi 30 ruas jalan tersebut karena dapat menampung trus besar sesuai dengan dimensi dan muatannya. Setelah itu arus lalu lintas dalam kend/jam dikonversi menjadi satuan SMP/jam

menggunakan nilai EMP yang sesuai dengan masing-masing nilainya dengan contoh perhitungan pada jalan Perintis Kemerdekaan I sebagai berikut:

a) Sepeda Motor

$$\begin{aligned} V_{SM} (\text{smp/jam}) &= V_{SM} (\text{Kend/jam}) \times EMP_{SM} \\ &= 2577 \times 0,25 \\ &= 554,25 \end{aligned}$$

b) Mobil penumpang

$$\begin{aligned} V_{MP} (\text{smp/jam}) &= V_{MP} (\text{Kend/jam}) \times EMP_{MP} \\ &= 465 \times 1 \\ &= 465 \end{aligned}$$

Tabel 1. Volume Smp/jam di Ruas Jalan Usulan

RUAS JALAN	SM	MP	KS	TB	VOLUME (smp/jam)
Jl. Brigjen M. Isa, Sh I	533,25	599	44,4	35	1211,65
Jl. Brigjen M. Isa, Sh Ii	472,5	294	31,2	45	842,7
Jl. Brigjen M. Isa, Sh Iii	519	314	31,2	47,5	911,7
Jl. Siliwangi I	428	298	7,2	20	753,2
Jl. Siliwangi II	282	358	30	22,5	692,5
Jl. Siliwangi III	190,75	216	14,4	10	431,15
Jl. Siliwangi IV	173	133	9,6	7,5	323,1
Jl. Letjen Suwarta I	964	739	0	0	1703
Jl. Letjen Suwarta Iv	902,8	468	11,7	10	1392,5
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) I	432,4	385	33,8	10	861,2
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) Ii	424,8	346	32,5	10	813,3
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) Iii	414,8	298	37,7	17,5	768
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) Iv	473,2	85	18,2	20	596,4
Jl. Perintis Kemerdekaan I	554,25	465	0	0	1019,25
Jl. Perintis Kemerdekaan Ii	514	275	0	0	789
Jl. Dr. Husein Kartasasmita I	722,25	387	24	10	1143,25
Jl. Dr. Husein Kartasasmita Ii	719	494	16,8	5	1234,8
Jl. Dr. Husein Kartasasmita Iii	413,25	634	19,2	7,5	1073,95
Jl. Dr. Husein Kartasasmita Iv	311,25	477	13,2	15	816,45
Jl. Dr. Husein Kartasasmita V	271,25	457	14,4	20	762,65
Jl. Dr. Husein Kartasasmita Vi	293,25	286	9,6	12,5	601,35
Jl. Dr. Husein Kartasasmita Vii	304	194	2,4	12,5	512,9
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita I Masuk	452	170	30	22,5	674,5
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita I Keluar	352	243	54	22,5	671,5

Jl. Mayjen Didi Kartasasmita Ii Masuk	236	238	28,8	22,5	525,3
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita Ii Keluar	298	209	54	17,5	578,5
Jl. Kapten Jamhur I	257,75	312	8,4	5	583,15
Jl. Hoegeng I	274	476	16,9	2,5	769,4
Jl. Hoegeng II	519,5	342	26	10	897,5
Jl. R.A Dewi Sartika I	470,5	259	3,9	1,3	734,7

Pada Tabel 6 merupakan jalan usulan yang dapat dilalui oleh angkutan barang jenis truk sedang dan truk besar berdasarkan kinerja jalan dimana angkutan barang jenis truk besar dapat melintasi 30 ruas jalan tersebut karena dapat menampung trus besar sesuai dengan dimensi dan muatannya.

Kinerja Ruas Jalan Usulan

Output yang keluar dari software ini berupa volume, kecepatan dan waktu tempuh. Berikut merupakan peta pembebanan kendaraan angkutan barang setelah dilakukan usulan dengan membebaskan kendaraan angkutan barang ke ruas jalan yang dijadikan rute kendaraan angkutan barang.

Tabel 7. Kinerja ruas jalan usulan

RUAS JALAN	VOLUME (smp/jam) (a)	KAPASITAS (b)	DJ (c=a/b)	KECEPATAN (km/jam) (d)	KEPADATAN (smp/km) (e=a/d)
Jl. Brigjen M. Isa, Sh I	1211,65	2990,74	0,41	60,2	20,13
Jl. Brigjen M. Isa, Sh II	842,7	2990,74	0,28	41	20,55
Jl. Brigjen M. Isa, Sh III	911,7	2990,74	0,30	40	22,79
Jl. Siliwangi I	753,2	3055,75	0,25	60,49	12,45
Jl. Siliwangi II	692,5	2700,43	0,26	69,11	10,02
Jl. Siliwangi III	431,15	2700,43	0,16	61,72	6,99
Jl. Siliwangi IV	323,1	2700,43	0,12	67,1	4,82
Jl. Letjen Suwanto I	1703	5814,00	0,29	40,8	41,74
Jl. Letjen Suwanto IV	1392,5	5630,40	0,25	43,05	32,35
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) I	861,2	5292,58	0,16	44,31	19,44
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) II	813,3	5235,05	0,16	47,23	17,22
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) III	768	2545,20	0,30	51,61	14,88
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) IV	596,4	2520,00	0,24	51,55	11,57
Jl. Perintis Kemerdekaan I	1019,25	2355,70	0,43	33,30	30,61

Jl. Perintis Kemerdekaan II	789	2242,80	0,35	33,8	23,34
Jl. Dr. Husein Kartasasmita I	1143,25	2556,79	0,45	41,34	27,65
Jl. Dr. Husein Kartasasmita II	1234,8	2556,79	0,48	39,15	31,54
Jl. Dr. Husein Kartasasmita III	1073,95	2556,79	0,42	38,36	28,00
Jl. Dr. Husein Kartasasmita IV	816,45	2642,98	0,31	43,41	18,81
Jl. Dr. Husein Kartasasmita V	762,65	2017,01	0,38	45,55	16,74
Jl. Dr. Husein Kartasasmita VI	601,35	2017,01	0,30	42,65	14,10
Jl. Dr. Husein Kartasasmita VII	512,9	2192,40	0,23	45,71	11,22
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita I Masuk	674,5	3121,20	0,22	54,6	12,35
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita I Keluar	671,5	3121,20	0,22	54,6	12,30
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita II Masuk	525,3	2646,29	0,20	48,9	10,74
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita II Keluar	578,5	2646,29	0,22	50,1	11,55
Jl. Kapten Jamhur I	583,15	2898,00	0,20	35,43	16,46
Jl. Hoegeng I	769,4	2898,00	0,27	43,17	17,82
Jl. Hoegeng II	897,5	2898,00	0,31	43,25	20,75
Jl. R.A Dewi Sartika I	734,7	2017,01	0,36	36,25	20,27

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Dari hasil pembebanan pada Tabel 7 dapat dilihat pembebanan ruas terhadap volume kendaraan pada jaringan jalan Kota Banjar, dapat dilihat pada ruas jalan Jl. Perintis Kemerdekaan yang semula derajat kejenuhannya 0,50 setelah diberlakukannya usulan pembebanan pada ruas jalan tersebut menjadi menurun, hal ini dikarenakan volume yang sudah terbagi dengan rute usulan angkutan barang.

Perbandingan Kinerja Ruas Jalan Eksisting dan Usulan

Perbandingan kinerja jaringan jalan dilakukan pada 30 ruas jalan yang terdapat 4 ruas jalan yang terdampak oleh pengalihan rute lintas angkutan barang, yaitu pada ruas jalan Mayjen Didi Kartasasmita dan ruas jalan Brigjen M. Isa. Terdapat 2 ruas jalan yang mengalami penurunan derajat kejenuhan yaitu pada ruas jalan Perintis kemerdekaan dan Jalan Letjen Suwanto I.

Tabel 2. Perbandingan Kinerja Ruas Eksisting dan Usulan

Ruas Jalan	Eksisting			Usulan			Persentase Dj	Persentase Kecepatan	Persentase Kepadatan
	Dj	Kecepatan (km/jam)	Kepadatan (spm/km)	Dj	Kecepatan (km/jam)	Kepadatan (spm/km)			
Jl. Brigjen M. Isa, Sh I	0,41	60,20	20,13	0,41	60,20	20,13	0%	0%	0%
Jl. Brigjen M. Isa, Sh II	0,27	45,42	17,57	0,28	41,00	20,55	6%	10%	17%
Jl. Brigjen M. Isa, Sh III	0,28	44,25	18,89	0,30	40,00	22,79	9%	10%	21%
Jl. Siliwangi I	0,25	60,49	12,45	0,25	60,49	12,45	0%	0%	0%
Jl. Siliwangi II	0,26	69,11	10,03	0,26	69,11	10,02	0%	0%	0%
Jl. Siliwangi III	0,16	61,72	6,98	0,16	61,72	6,99	0%	0%	0%
Jl. Siliwangi IV	0,12	67,10	4,81	0,12	67,10	4,82	0%	0%	0%
Jl. Letjen Suwarta I	0,32	34,21	54,78	0,29	40,80	41,74	9%	19%	24%
Jl. Letjen Suwarta IV	0,25	43,05	32,36	0,25	43,05	32,35	0%	0%	0%
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) I	0,16	44,31	19,43	0,16	44,31	19,44	0%	0%	0%
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) II	0,16	47,23	17,21	0,16	47,23	17,22	0%	0%	0%
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) III	0,30	51,61	14,88	0,30	51,61	14,88	0%	0%	0%
Jl. Raya Batulawang (Banjar-Pangandaran) IV	0,24	51,55	11,56	0,24	51,55	11,57	0%	0%	0%
Jl. Perintis Kemerdekaan I	0,50	25,14	47,02	0,43	33,30	30,61	14%	32%	35%
Jl. Perintis Kemerdekaan II	0,39	26,42	33,01	0,35	33,80	23,34	10%	28%	29%
Jl. Dr. Husein Kartasasmita I	0,45	41,34	27,65	0,45	41,34	27,65	0%	0%	0%
Jl. Dr. Husein Kartasasmita II	0,48	39,15	31,55	0,48	39,15	31,54	0%	0%	0%
Jl. Dr. Husein Kartasasmita III	0,42	38,36	28,00	0,42	38,36	28,00	0%	0%	0%
Jl. Dr. Husein Kartasasmita IV	0,31	43,41	18,80	0,31	43,41	18,81	0%	0%	0%
Jl. Dr. Husein Kartasasmita V	0,38	45,55	16,75	0,38	45,55	16,74	0%	0%	0%

Ruas Jalan	Eksisting			Usulan			Persentase Dj	Persentase Kecepatan	Persentase Kepadatan
	Dj	Kecepatan (km/jam)	Kepadatan (spm/km)	Dj	Kecepatan (km/jam)	Kepadatan (spm/km)			
Jl. Dr. Husein Kartasasmita VI	0,30	42,65	14,09	0,30	42,65	14,10	0%	0%	0%
Jl. Dr. Husein Kartasasmita VII	0,23	45,71	11,22	0,23	45,71	11,22	0%	0%	0%
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita I Masuk	0,20	57,40	11,03	0,22	54,60	12,35	7%	5%	12%
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita I Keluar	0,20	57,20	10,89	0,22	54,60	12,30	8%	5%	13%
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita II Masuk	0,18	50,70	9,51	0,20	48,90	10,74	9%	4%	13%
Jl. Mayjen Didi Kartasasmita II Keluar	0,20	52,30	9,90	0,22	50,10	11,55	12%	4%	17%
Jl. Kapten Jamhur I	0,29	35,43	23,74	0,29	35,43	23,74	0%	0%	0%
Jl. Hoegeng I	0,27	43,17	17,81	0,27	43,17	17,82	0%	0%	0%
Jl. Hoegeng II	0,31	43,25	20,76	0,31	43,25	20,75	0%	0%	0%
Jl. R.A Dewi Sartika I	0,36	36,25	20,28	0,36	36,25	20,27	0%	0%	0%

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Berdasarkan Tabel 8 dapat diketahui bahwa perbandingan kinerja jalan antara ruas jalan eksisting dan dengan usulan mengalami perubahan. Keadaan tersebut terjadi karena volume kendaraan barang berpindah ke ruas jalan jalan Brigjen M. Isa dan ruas jalan Mayjen Didi Kartasmita. Dapat diketahui pada ruas jalan Perintis Kemerdekaan yang merupakan tingkat Derajat Kejenuhan tertinggi mengalami penurunan sebesar 14 % diikuti dengan kenaikan persentase kecepatan sebesar 32% serta penurunan kepadatan sebesar 35%. Angkutan barang jenis truk sedang dan truk besar tetap dapat melintasi ruas jalan yang biasa dilalui atau eksisting namun dilakukan usulan di beberapa ruas jalan sehingga kendaraan besar tidak dapat melintasi ruas jalan yang tidak sesuai dengan klasifikasi kelas jalannya atau kinerja jalan yang cukup ramai.

Kesimpulan

1. Pergerakan barang pada saat ini masih tercampur dengan angkutan penumpang, dan lintasan angkutan barang masih dipilih secara acak oleh pengemudi, sehingga membuat kinerja ruas jalan menurun. Setelah melakukan analisis kinerja jalan eksisting diperoleh hasil pengukuran kinerja ruas jalan yaitu pada jalan Perintis Kemerdekaan dengan derajat kejenuhan 0,50, kecepatan 25,14 km/jam dan kepadatan 47,02 smp/km.
2. Dari hasil analisis kinerja lalu lintas usulan yang meliputi 4 ruas jalan Arteri dan 2 ruas jalan Kolektor. Dari hasil analisis usulan kinerja ruas jalan pada jalan Perintis Kemerdekaan didapatkan kinerja ruas jalan usulan dengan derajat kejenuhan 0,43, kecepatan 33,3 km/jam, dan kepadatan 30,61 smp/jam.
3. Setelah dilakukan usulan untuk angkutan barang jenis truk sedang dan truk besar diperoleh Diperoleh hasil pengukuran kinerja ruas jalan yaitu pada jalan Perintis Kemerdekaan dengan penurunan Derajat Kejenuhan sebesar 14%, kenaikan persentase kecepatan sebesar 32% serta penurunan kepadatan sebesar 35%.

Saran

Untuk mendukung agar terciptanya penerapan yang lebih baik terkait rute lintas angkutan barang di Kota Banjar, terdapat beberapa saran yang sekiranya dapat dilakukan untuk mendukung terkait penerapan rute lintas angkutan barang, yakni:

1. Pergerakan angkutan barang secara acak akan mempengaruhi kinerja jaringan, hal ini dilihat dengan perbandingan kinerja kondisi eksisting. Sehingga lebih baik pergerakan lalu lintas angkutan barang dipusatkan di beberapa ruas, dan membuat kinerja jaringan jalan lebih baik.
2. Dalam penetapan kebijakan angkutan barang di Kota banjar perlu meninjau Kembali terkait prasarana yang dilalui oleh angkutan barang pada saat ini.
3. Pemerintah Kota Banjar perlu meninjau atau mempertimbangkan kembali jalan yang dilalui oleh jaringan angkutan barang usulan.
4. Perlu diadakan sosialisasi dan pemberitahuan kepada masyarakat dan perusahaan-perusahaan yang terkait mengenai jaringan lintas yang akan ditetapkan sehingga pengguna jalan dapat menerapkan dengan baik.
5. Perlu adanya penambahan rambu larangan untuk ruas jalan yang tidak boleh di lewati oleh truk besar.

DAFTAR PUSTAKA

2009. Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Jakarta.
2019. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 60 Tahun 2019 tentang Penyelenggaraan Angkutan Barang dan Kendaraan Bermotor Dijalan. Jakarta.

2015. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan, Jakarta
2014. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 13 Tahun 2014 tentang Rambu Lalu Lintas. Jakarta.
2014. Peraturan Pemerintah Nomor 74 Tahun 2014 tentang Angkutan Jalan. Jakarta.
2013. Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2013 tentang Jalinan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Jakarta.
2011. Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2011 tentang Manajemen dan Rekayasa analisis dampak, serta Manajemen Kebutuhan lalu lintas. Jakarta.
1993. Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan. Jakarta.
2024. Laporan Umum Praktek Kerja Lapangan Kota Banjar, Pola Umum Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Kota Banjar 2024. Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD. Bekasi.
- Badan Pusat Statistik Kota Banjar. (2024). *Kota Banjar dalam angka 2024*. Banjar: BPS Kota Banjar.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia* (Issue 021).
- Tamin, O. Z. (2000). *Perencanaan dan pemodelan transportasi*. Penerbit ITB
- Nasution H.M.N. (1996). *Manajemen Transportasi*.
- ASHFAHANI, F., DESSY ANGGA AFRIANTI, & RACHMAT SADILI. (2020). *Perencanaan Jaringan Lintas Angkutan Barang Di Kota Cilegon*.
- Dhista Ayunia, A., Made Adnyana. *Sektor Transportasi Angkutan Barang dan Pertumbuhan*. (2020). Freight Transportation Sector and Indonesian Economic Growth. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik*, 07 (03).
- Panjaitan, A. M., & Muis, Z. A. (n.d.). *Kajian Sistem Jaringan Jalan Di Wilayah Kota Pekanbaru*.
- Raharjo, N., & Lestari, A. (2024). *Analisis Jaringan Jalan dan Penentuan Rute Terbaik Berbasis Sistem Informasi Geografis*.