

EVALUASI DAMPAK TRANSPORTASI PADA PERTUMBUHAN EKONOMI DAN EVALUASI KINERJA INFRASTRUKTUR JALAN, STUDI KASUS JALAN JAMIN GINTING MULAI DARI PASAR PANCUR BATU S/D PASAR LAU CIH

Sheila Hani, Nirmadarningsih Hiya✉

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pembinaan Masyarakat Indonesia, Medan, Indonesia

Email: nirmadarningsih.hiya@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.46880/methoda.Vol13No3.pp351-364>

ABSTRACT

Medan, as the capital of North Sumatra, is experiencing rapid growth which increases demand for transportation infrastructure. This condition causes various problems, such as difficulties in spatial planning and transportation problems on main roads. Therefore, research was conducted to evaluate the volume, characteristics and performance of traffic on Jalan Jamin Ginting Km.12, Lau Cih Village to Jalan Jamin Ginting Km. 21 Namoriam Pancur Batu Village. Data collection methods involve direct surveys, including traffic volume, speed, and road capacity. From the survey results, it is clear that during the morning peak hours the traffic volume from the direction of Pancur - Lau Cih is greater than the opposite, in contrast to the non-peak hours of the afternoon and evening peak hours, it is known that the traffic volume from the direction of Pancur - Lau Cih is greater than that from Lau Tch - Pancur and the condition of the 4/2 D road with a capacity value of 5,474 pcu/hour can still accommodate traffic flow in the next 10 years. For peak hours (morning and afternoon) because the DS value is very close to service level category A, namely 0.07 at morning peak hours, and 0.14 at afternoon peak hours so that the road service level is included in category A ($DS < 0.54$) for morning and evening peak hours, category A ($DS < 0.35$) for afternoon non-peak hours. Jalan Jamin Ginting is still able to serve vehicle volumes as evidenced by the results of calculating the degree of saturation, namely $0.633 < 0.75$, which is a requirement for the maximum road performance limit. Even though the road is still able to accommodate the volume of vehicles, other problems such as the Pancur Batu market also affect the road's performance.

Keyword: Road Performance, Jalan Jamin Ginting, Degree of Saturation, Economic Impact.

ABSTRAK

Medan, sebagai ibukota Sumatera Utara, mengalami pertumbuhan pesat yang meningkatkan permintaan akan prasarana transportasi. Kondisi ini menyebabkan berbagai permasalahan, seperti kesulitan penataan ruang dan masalah transportasi di ruas jalan utama. Oleh karena itu, penelitian dilakukan untuk mengevaluasi volume, karakteristik, dan kinerja lalu lintas di Jalan Jamin Ginting Km.12 Kelurahan Lau Cih hingga Jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam Pancur Batu. Metode pengumpulan data melibatkan survei langsung, termasuk volume lalu lintas, kecepatan, dan kapasitas jalan. Dari hasil survey bahwa pada jam puncak pagi hari volume lalu lintas dari arah Pancur – Lau Cih lebih besar dibandingkan sebaliknya, berbanding terbalik pada jam non puncak siang dan jam puncak sore diketahui bahwa volume lalu lintas dari arah Pancur – Lau Cih lebih besar dibandingkan dari Lau Cih - Pancur dan kondisi jalan 4/2 D dengan nilai kapasitas yaitu 5.474 smp/jam masih dapat menampung arus lalu lintas pada 10 tahun yang akan datang. Untuk jam puncak (pagi dan sore) karena nilai DS sangat

mendekati kategori tingkat pelayanan A yaitu 0,07 pada jam puncak pagi, dan 0,14 pada jam puncak sore sehingga tingkat pelayanan jalan termasuk dalam kategori A ($DS < 0,54$) untuk jam jam puncak pagi dan sore, kategori A ($DS < 0,35$) untuk jam non puncak siang. Jalan Jamin Ginting masih mampu melayani volume kendaraan dibuktikan dengan hasil perhitungan nilai derajat kejenuhan, yaitu sebesar $0,633 < 0,75$ yang merupakan syarat dari batas maksimum kinerja jalan. Walaupun jalan masih mampu menampung volume kendaraan, namun masalah lain seperti pasar Pancur Batu juga mempengaruhi kinerja jalan.

Kata Kunci: Kinerja Jalan, Jalan Jamin Ginting, Derajat Kejenuhan, Dampak Ekonomi.

PENDAHULUAN

Kota Medan, ibukota Provinsi Sumatera Utara, tumbuh pesat dengan meningkatnya kebutuhan prasarana transportasi. Namun, ketidakseimbangan antara permintaan dan penyediaan infrastruktur menyebabkan masalah seperti kesulitan penataan ruang dan transportasi di jalan utama. Dalam perspektif Undang-Undang Nomor 13/1980, pembangunan transportasi jalan di perkotaan harus mendukung kepentingan nasional. Harapannya, jalan dapat melayani pergerakan lalu lintas dengan aman, lancar, nyaman, dan efisien, menghindari kemacetan seperti di jalan Pancur Batu Berastagi. Pertumbuhan kota yang cepat mengakibatkan perubahan guna lahan, memicu pergerakan dalam pemenuhan kebutuhan. Keseimbangan antara jaringan jalan dan kebutuhan pergerakan menjadi krusial, memengaruhi permasalahan lalu lintas di perkotaan.

Prasarana Transportasi memegang peranan penting dalam pertumbuhan perekonomian khususnya perkotaan. Hal tersebut dikarenakan transportasi berhubungan dengan kegiatan-kegiatan produksi, konsumsi, dan distribusi. Berbagai aktifitas terkait dengan pemenuhan kebutuhan dasar memerlukan ketersediaan infrastruktur yang baik, sekarang transportasi berperan penting dalam mengakomodasi aktifitas sosial dan ekonomi masyarakat. Peran lain pada tahap ini adalah sebagai fasilitas bagi sistem produksi dan investasi sehingga memberikan dampak positif pada kondisi ekonomi baik pada tingkat nasional maupun daerah. Pembangunan sarana dan prasarana transportasi dapat membuka aksesibilitas sehingga meningkatkan produksi

masyarakat yang berujung pada peningkatan daya beli masyarakat. Transportasi dalam ruang lingkup ekonomi transportasi sangat penting untuk memenuhi kebutuhan transportasi yang senantiasa meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi diperlukan pengembangan jalan, terminal, pelabuhan, pengaturan serta sarana untuk mendukung sistem transportasi yang efisien, aman dan lancar serta berwawasan lingkungan. Sistem transportasi yang efisien ini menggunakan pertimbangan ekonomi sebagai acuan dalam investasi sarana dan prasarana transportasi. Salah satu media transportasi adalah angkutan umum. Contohnya adalah bus dan kereta untuk angkutan darat, kapal untuk angkutan laut, pesawat untuk angkutan udara. Di dalam kota angkutan umum tidak dapat dipisahkan dari perencanaan dan pertumbuhan wilayah karena mempunyai peranan yang besar dalam mendukung aktivitas masyarakat. Dengan sistem yang baik, terencana, dan terkoordinasi akan meningkatkan efektivitas dan efisiensi sistem transportasi perkotaan. Infrastruktur transportasi merupakan prasyarat bagi pertumbuhan ekonomi. Keberadaan infrastruktur transportasi dapat menstimulasi aktivitas ekonomi dan akhirnya akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi wilayah.

Didasari dari latar belakang yang ada, maka dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini:

- Bagaimana kondisi dan karakteristik lalu lintas pada ruas jalan Jamin Ginting?
- Berapa nilai Derajat Kejenuhan untuk ruas jalan Jamin Ginting?

- Berapa nilai tingkat pelayanan (LoS) dari ruas jalan tersebut?

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka yang menjadi tujuan penelitian adalah:

- Menentukan volume lalu lintas pada ruas jalan
- Menentukan karakteristik jalan pada ruas jalan
- Menganalisa kinerja jalan pada ruas jalan

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Umum

Suatu jalur dapat diartikan sebagai hubungan antara dua lokasi yang tercermin dalam pergerakan barang, kendaraan, atau manusia. Jika dikaitkan dengan pertumbuhan suatu wilayah, kemajuan daerah tersebut ditentukan oleh tingkat sosial ekonomi, yang pada gilirannya dipengaruhi oleh perkembangan sektor-sektor yang membentuknya. Fungsi dan efisiensi suatu jaringan jalan diukur oleh tingkat arus lalu lintas yang melalui jalur tersebut. Data lalu lintas diperlukan untuk berbagai tujuan, seperti memperbaiki kinerja jalan yang terpengaruh oleh pertumbuhan kendaraan tanpa didukung oleh kemajuan sarana dan prasarana jalan. Kinerja jalan memainkan peran sentral dalam menjaga kelancaran dan efisiensi sistem transportasi suatu wilayah. Evaluasi kinerja jalan melibatkan sejumlah faktor yang mencakup volume lalu lintas, kecepatan, waktu perjalanan, dan kapasitas jalan. Tingkat kejenuhan dan derajat pelayanan menjadi indikator penting untuk menilai sejauh mana jalan dapat memenuhi kebutuhan pengguna. Melalui metode pengukuran langsung atau teknologi pemantauan lalu lintas, analisis kinerja jalan memberikan gambaran tentang seberapa baik atau buruknya suatu jalan dalam mendukung mobilitas masyarakat. Faktor-faktor seperti pertumbuhan populasi, perubahan tata guna lahan, dan perkembangan wilayah dapat mempengaruhi kinerja jalan. Hasil evaluasi ini seringkali menjadi dasar untuk rekomendasi perbaikan, seperti perluasan jalan, perubahan rancangan lalu lintas, atau optimalisasi infrastruktur, guna meningkatkan efisiensi dan keselamatan sistem jalan raya. Dengan

demikian, pemahaman mendalam terkait kinerja jalan menjadi kunci dalam upaya perencanaan dan manajemen transportasi yang berkelanjutan.

Arus Lalu Lintas

Analisis arus lalu lintas mencakup pemantauan dan pengumpulan data mengenai volume kendaraan pada waktu tertentu. Informasi ini sangat berharga dalam mengevaluasi tingkat layanan jalan, mengidentifikasi pola pergerakan, dan membuat keputusan perencanaan transportasi. Selain itu, data arus lalu lintas juga digunakan untuk menghitung kepadatan lalu lintas, waktu perjalanan, dan tingkat kejenuhan, yang semuanya berperan penting dalam menilai kinerja suatu jaringan jalan

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997:1-7) mendefinisikan arus lalu lintas (Q) sebagai jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu titik pada jalur per satuan waktu, yang diukur dalam kendaraan/jam (Q_{kend}), smp/jam (Q_{smp}), atau Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT). Jenis kendaraan yang diperhitungkan dalam arus lalu lintas mencakup:

- Kendaraan Ringan (Light Vehicle (LV))
- Kendaraan Berat (Heavy Vehicle (HV))
- Sepeda Motor (Motor Cycle (MC))
- Kendaraan tak bermotor (Unmotorized (UM))

Penting untuk memperhitungkan semua jenis kendaraan ini dalam analisis arus lalu lintas untuk mendapatkan gambaran yang komprehensif tentang kondisi lalu lintas di suatu lokasi atau ruas jalan.

Konsep Kapasitas

Kapasitas jalan adalah jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati suatu titik pada jalur per satuan waktu dengan kondisi lalu lintas yang masih dapat diakomodasi tanpa menimbulkan kemacetan atau penurunan kecepatan yang signifikan. Kapasitas ini biasanya diukur dalam kendaraan per jam (kendaraan/jam) atau satuan lainnya seperti smp/jam (sumbu per jam) atau Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT).

Faktor-faktor yang memengaruhi kapasitas jalan melibatkan karakteristik fisik dan

geometris jalan, sinyal lalu lintas, peraturan lalu lintas, dan perilaku pengemudi. Kapasitas jalan didefinisikan sebagai arus maksimum suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan persatuan jam pada kondisi yang tertentu. Untuk jalan 2 lajur 2 arah, kapasitas di tentukan untuk arus 2 arah (kombinasi dua arah). Sedangkan untuk jalan dengan banyak lajur arus dipisahkan per-arah perjalanan dan kapasitas ditentukan per-lajur.

Ruas jalan Medan-Berastagi merupakan jalan alternatif luar kota, yang kapasitas nya dapat di hitung dengan persamaan:

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

- C = Kapasitas (smp/jam)
- C_o = Kapasitas dasar untuk kondisi ideal (smp/jam)
- FC_w = Faktor penyesuaian lebar jalan
- FC_{SP} = Faktor penyesuaian akibat besar nya side friction (hambatan samping)
- FC_{CS} = Faktor penyesuaian akibat jumlah penduduk dalam kota (khusus jalan dalam kota).

Analisis kapasitas jalan penting dalam perencanaan dan manajemen lalu lintas. Dengan memahami kapasitas suatu jalan, dapat dirancang langkah-langkah perbaikan atau peningkatan infrastruktur yang diperlukan untuk mengoptimalkan efisiensi dan keamanan lalu lintas di suatu wilayah.

Infrastruktur Jalan

Infrastruktur jalan merupakan suatu prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas yang berada pada permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan/atau air, serta diatas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Adanya jalan yang baik merupakan persyaratan dasar yang harus dipenuhi untuk mendukung pertumbuhan suatu daerah perkotaan. Selain itu, jalan bertujuan untuk mendukung mobilitas barang dan penumpang kehidupan masyarakat yang semakin modern serta aktivitas-aktivitas Masyarakat yang semakin bertambah.

Hambatan Samping

Hambatan samping dalam konteks lalu lintas jalan merujuk pada segala macam gangguan atau kendala yang muncul di sekitar sisi jalan dan dapat mempengaruhi kelancaran pergerakan kendaraan. Hambatan samping dapat berasal dari berbagai sumber dan memiliki dampak negatif terhadap arus lalu lintas. Penelitian di Jalan Cihampelas Bandung menunjukkan hambatan samping dipengaruhi oleh beberapa aspek, diantaranya pengaruh lokasi wisata (Adriana, 2014) dan lokasi kuliner (Masuara et al., 2022).

Beberapa contoh hambatan samping melibatkan:

- Parkir Ilegal: Kendaraan yang diparkir secara ilegal di pinggir jalan dapat menjadi hambatan bagi arus lalu lintas. Hal ini dapat menyebabkan penyempitan lajur atau menghalangi pandangan pengemudi.
- Pedagang Kaki Lima: Aktivitas pedagang kaki lima yang menempati sisi jalan atau trotoar dapat menciptakan hambatan bagi pejalan kaki dan mengganggu aliran kendaraan.
- Tanaman atau Pohon: Tanaman atau pohon yang tumbuh terlalu dekat dengan jalan atau merambah ke jalur kendaraan dapat menghambat pandangan, membahayakan keamanan lalu lintas, atau bahkan merusak kendaraan.
- Rambu Lalu Lintas atau Papan Iklan yang Tidak Sesuai: Rambu lalu lintas atau papan iklan yang terletak terlalu rendah atau terlalu tinggi, yang rusak, atau yang tidak sesuai dapat menciptakan hambatan samping yang mengganggu pemahaman aturan lalu lintas.
- Bangunan yang Terlalu Dekat dengan Jalan: Bangunan yang dibangun terlalu dekat dengan pinggir jalan dapat mengurangi kapasitas jalan dan menciptakan kesempitan visual.

Penanganan hambatan samping melibatkan upaya untuk merencanakan dan mengelola ruang sisi jalan dengan cermat, menegakkan peraturan terkait parkir dan pedagang kaki lima, serta merancang infrastruktur jalan yang meminimalkan potensi hambatan. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan

keamanan, kelancaran, dan efisiensi lalu lintas di suatu wilayah.

Derajat Kejenuhan

Konsep derajat kejenuhan (DS) yang dihubungkan dengan kemacetan memang erat kaitannya dengan penilaian tingkat kinerja jalan dan simpang.

$$DS = Q/C$$

Di mana Q adalah arus lalu lintas aktual yang melewati suatu segmen jalan atau simpang, dan C adalah kapasitas jalan atau simpang, menunjukkan seberapa penuh kapasitas jalan atau simpang tersebut digunakan oleh arus lalu lintas. Ketika nilai DS mendekati atau mencapai nilai 1 (100%), itu menunjukkan bahwa kapasitas jalan atau simpang telah mencapai batas maksimumnya, dan kemacetan mungkin terjadi. Semakin tinggi nilai DS, semakin padat lalu lintasnya, dan ini dapat mengakibatkan penurunan kecepatan rata-rata kendaraan, peningkatan waktu tempuh, serta potensi terjadinya kemacetan.

Pemahaman DS sangat penting dalam merancang dan mengelola infrastruktur jalan untuk mengoptimalkan aliran lalu lintas. Dengan memantau dan menganalisis nilai DS, pihak berwenang dapat mengidentifikasi lokasi-lokasi yang rentan terhadap kemacetan dan mengambil langkah-langkah perbaikan, seperti perluasan jalan atau peningkatan kapasitas simpang, untuk meningkatkan kelancaran lalu lintas.

Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat pelayanan jalan adalah ukuran yang digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana suatu jalan atau segmen jalan mampu memberikan pelayanan yang memadai terhadap arus lalu lintas yang melewatinya. Penilaian tingkat pelayanan ini mempertimbangkan beberapa faktor, termasuk volume lalu lintas, kecepatan, kepadatan, dan kenyamanan pengguna jalan. Beberapa indikator umum yang digunakan untuk menentukan tingkat pelayanan jalan melibatkan:

- **Tingkat Pelayanan Kapasitas:** Menunjukkan seberapa baik kapasitas jalan mampu menampung arus lalu lintas. Kategori tingkat pelayanan kapasitas biasanya dikelompokkan menjadi A (sangat baik) hingga F (sangat buruk).
- **Derajat Kejenuhan (Degree of Saturation/ DS):** Menyatakan rasio antara arus lalu lintas aktual (Q) dan kapasitas jalan (C). DS mencerminkan sejauh mana kapasitas jalan digunakan dan dapat memberikan indikasi tingkat kemacetan.
- **Kecepatan Rata-rata:** Mengukur kecepatan kendaraan pada suatu jalan atau segmen jalan. Kecepatan yang rendah dapat menandakan tingkat pelayanan yang kurang baik.
- **Waktu Tempuh:** Menyatakan waktu yang diperlukan untuk melintasi suatu jalan atau segmen jalan. Waktu tempuh yang meningkat dapat menunjukkan penurunan tingkat pelayanan.
- **Kenyamanan Pengguna Jalan:** Faktor subjektif yang mencakup pengalaman pengguna jalan terkait kenyamanan perjalanan, keamanan, dan kemudahan akses.
- **Penilaian tingkat pelayanan jalan** membantu para perencana dan pengambil keputusan dalam merancang, mengelola, dan memperbaiki infrastruktur jalan untuk memenuhi kebutuhan lalu lintas yang semakin meningkat. Perbaikan yang tepat waktu dapat meningkatkan efisiensi, keamanan, dan kepuasan pengguna jalan serta mengurangi risiko terjadinya kemacetan

Tabel 1. Tingkat Pelayanan dan Karakteristik Operasi Terkait Pada Jalan Arteri Primer

Tingkat Pelayanan	Karakteristik Operasi Terkait
A	<ul style="list-style-type: none"> • Kecepatan arus lalu lintas > 100 km/jam • Volume lalu lintas sekitar 20% dari kapasitas (yaitu 400 smp/jam/2 arah)
B	<ul style="list-style-type: none"> • Awal dari kondisi arus stabil • Kecepatan lalu lintas sekitar \geq 80 km/jam • Volume lalu lintas tidak melebihi 45% dari kapasitas (yaitu

	900 smp/jam/2 arah)
C	<ul style="list-style-type: none"> • Arus masih stabil • Kecepatan lalu lintas ≥ 65 km/jam • Volume lalu lintas tidak melebihi 70% dari kapasitas (yaitu 1400 smp/jam/2 arah)
D	<ul style="list-style-type: none"> • Mendekati arus tidak stabil • Kecepatan lalu lintas turun sampai 60 km/jam • Volume lalu lintas sampai 85% dari kapasitas (yaitu 1700 smp/jam/2 arah)
E	<ul style="list-style-type: none"> • Arus pada tingkat kapasitas (yaitu 2000 smp/jam/2 arah) • Kecepatan lalu lintas pada umumnya sekitar 50 km/jam
F	<ul style="list-style-type: none"> • Arus tertahan • Kecepatan lalu lintas < 50 km/jam • Volume dibawah 2000 smp/jam

Sumber: Keputusan Menteri 14 tahun 2006 dan US-HCM (1985)

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian dirancang secara terperinci untuk memastikan ketelitian dan kelengkapan data dalam survei. Dengan demikian, dihindari kesalahan dan kekurangan data yang dapat mengakibatkan perluasan waktu penelitian. Rencana pengerjaan yang terstruktur

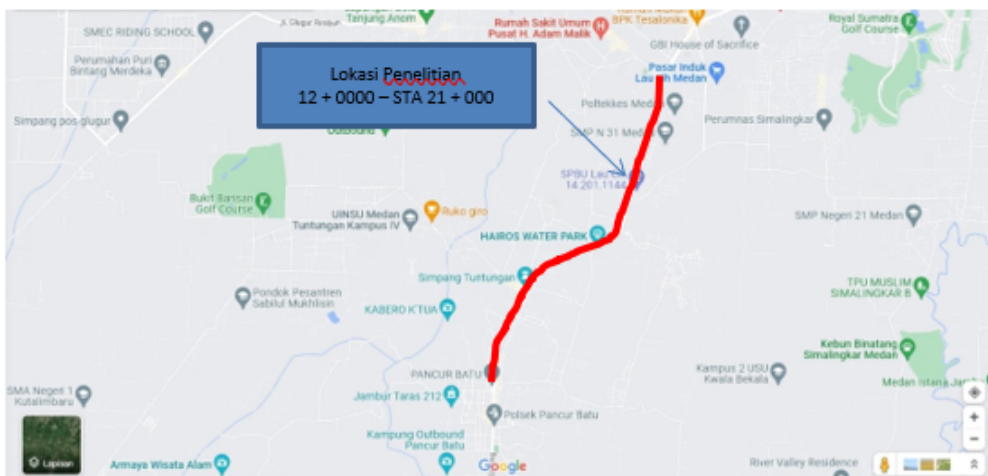
ditetapkan untuk mencapai parameter hasil akhir yang diinginkan dalam penelitian. Metodologi dalam penelitian ini mengadopsi penelitian di lokasi Jalan Pontianak, Kalimantan (Almout et al., 2016).

Hipotesa Masalah

Hipotesa penelitian awal merujuk pada asumsi dasar mengenai masalah pada ruas jalan yang menjadi fokus penelitian. Dalam konteks ini, hipotesa awal menyatakan bahwa kemacetan di Jalan Perintis Kemerdekaan disebabkan oleh tingginya arus lalu lintas. Objek penelitian, sesuai dengan judul penelitian, adalah Jalan Jamin Ginting, yang merupakan salah satu akses yang menghubungkan dua pasar utama di Kota Medan.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Jalan Jamin Ginting mulai dari Pasar Lau Cih sampai dengan Pasar Pancur Batu. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Teknik Pengumpulan Data

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari survey langsung di lokasi (Ruas Jalan Jamin Ginting), Data- data primer tersebut berupa data geometrik jalan, dan kondisi volume lalu lintas antara lain:

- Data Geometrik Jalan
- Data Volume Lalu Lintas
- Survey Perhitungan Lalu Lintas Setiap Jenis Kendaraan (Traffic Counting/TC).
- Data Hambatan Samping
- Data Kecepatan

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan gambaran umum tentang hal-hal yang berkaitan dengan objek dari penelitian. Data sekunder ini diperoleh dari instansi ataupun kantor yang terkait, dalam hal ini yaitu denah lokasi penelitian

3. Analisa Data

Data-data yang terkumpul kemudian dianalisis untuk mendapatkan performa dari ruas jalan dalam melayani lalu lintas yang ada. Analisis kinerja ruas jalan, meliputi :

- Kecepatan Arus Bebas
- Kapasitas Jalan
- Derajat Kejenuhan
- Kecepatan Tempuh

Adapun Rumus – rumus yang digunakan dalam perhitungan diambil dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia (Dirjen Bina Marga, 1997) adalah sebagai berikut:

Kecepatan Arus Bebas

$$FV = (FV0 + FVw) \times FFVsf \times FFVcs$$

Kapasitas Jalan

Dalam MKJI (1997), kapasitas ruas jalan dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut ini :

$$C = Co \times FCw \times FCsp \times FCsf \times FCcs$$

Derajat Kejenuhan

Rumus umum derajat kejenuhan:

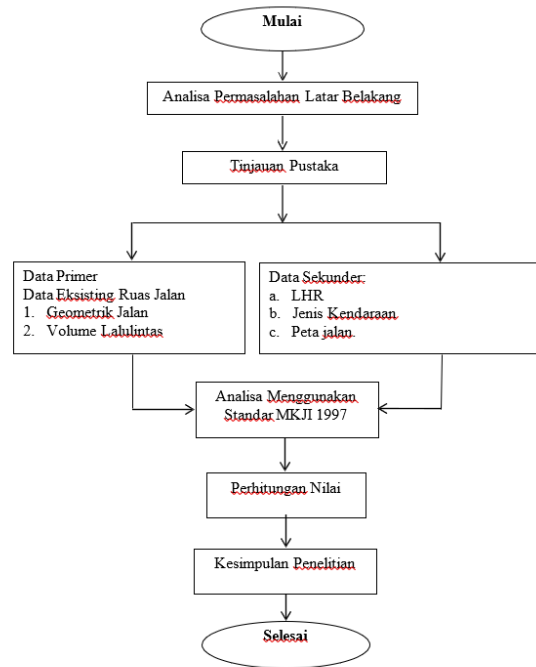
$$DS : Q/C$$

Kecepatan Tempuh

Rumus yang digunakan dalam menghitung waktu tempuh :

$$V = L / TT$$

Rangkaian kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir Gambar 2.



Gambar 2. Bagan alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Klasifikasi Jalan

Berdasarkan Peraturan Dirjen Bina Marga No. 13/1970, maka untuk ruas Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam dikategorikan sebagai jalan kolektor.

Karakteristik Jalan

4-lajur 2 arah terbagi (4/2 D)

Kondisi Geometrik

1. Lebar Jalan
 - Arah Lau Cih - Pancur = 5 meter
 - Arah Pancur Lau Cih = 5 meter
2. Lebar Bahu
 - Arah Utara – Selatan = 2.50 meter
 - Arah Selatan – Utara = 2.50 meter
3. Fasilitas Median = 0
4. Pemisah Arah Lalu Lintas = 50 – 50
5. Ukuran Kota = < 1.0 juta penduduk
6. Tipe Alinyemen = Bukit

Volume Lalu Lintas

1. Jam Puncak Pagi

Penelitian dilakukan pada pukul 07.00 – 09.00

Tabel 2. Volume Lalu Lintas Jam Puncak Pagi

Periode Waktu	MC		LV		HV		Total Volume Lalu Lintas (Kendaraan)
	L Cih - Pancur	Pancur - L Cih	L Cih - Pancur	Pancur - L Cih	L Cih - Pancur	Pancur - L Cih	
07.00 - 07.15	42	30	21	22	40	40	195
07.15 - 07.30	44	29	24	34	42	32	205
07.30 - 07.45	45	32	23	32	48	36	216
07.45 - 08.00	42	36	26	36	53	41	234
08.00 - 08.15	47	38	35	30	52	38	240
08.15 - 08.30	53	35	38	36	43	30	235
08.30 - 08.45	36	43	35	34	37	35	220
08.45 - 09.00	42	23	31	26	54	37	213
Jumlah	351	266	233	250	369	289	1758
Jumlah / Jam	175.5	133	116.5	125	184.5	144.5	879

$$Q = N/T$$

$$Q = 879 \text{ kend/jam}$$

2. Jam Puncak Siang

Penelitian dilakukan pada jam 11.00 – 13.00

Tabel 3. Volume Lalu Lintas Jam Puncak Siang

Periode Waktu	MC		LV		HV		Total Volume Lalu Lintas (Kendaraan)
	L Cih - Pancur	Pancur - L Cih	L Cih - Pancur	Pancur - L Cih	L Cih - Pancur	Pancur - L Cih	
11.00 - 11.15	53	29	19	29	41	35	206
11.15 - 11.30	49	27	25	33	43	32	209
11.30 - 11.45	47	33	30	37	38	40	225
11.45 - 12.00	52	36	28	35	46	41	238
12.00 - 12.15	49	27	23	38	37	36	210
12.15 - 12.30	45	34	29	31	30	34	203
12.30 - 12.45	34	44	26	30	37	28	199
12.45 - 13.00	53	28	30	29	40	33	213
Jumlah	382	258	210	262	312	279	1703
Jumlah / Jam	191	129	105	131	156	139.5	851.5

$$Q = N/T$$

$$Q = 852 \text{ kend/jam}$$

3. Jam Puncak Sore

Penelitian dilakukan pada jam 16.00 – 18.00

Tabel 4. Volume Lalu Lintas Jam Puncak Sore

Periode Waktu	MC		LV		HV		Total Volume Lalu Lintas (Kendaraan)
	L Cih - Pancur	Pancur - L Cih	L Cih - Pancur	Pancur - L Cih	L Cih - Pancur	Pancur - L Cih	
16.00 - 16.15	49	42	35	39	32	37	234
16.15 - 16.30	43	46	40	54	37	39	259
16.30 - 16.45	47	48	32	50	34	45	256
16.45 - 17.00	52	41	38	43	40	52	266
17.00 - 17.15	55	58	45	47	45	55	305
17.15 - 17.30	53	57	49	44	41	35	279
17.30 - 17.45	57	53	43	59	38	32	282
17.45 - 18.00	48	54	52	53	47	27	281
Jumlah	404	399	334	389	314	322	2162
Jumlah / Jam	202	199.5	167	194.5	157	161	1081

$$Q = N/T$$

$$Q = 1081 \text{ kend/jam}$$

Hambatan Samping

Hambatan samping yang diamati adalah yang terjadi pada lokasi dengan radius 200 (dua

ratus) meter dari pos pengamatan, dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 5. Hambatan Samping

Tipe Kejadian Hambatan Samping	Hari/Tanggal	Simbol	Faktor Bobot	Frekuensi Kejadian	Frekuensi Berbobot
Parkir, Kendaraan Berhenti	Senin/ 20 Juni 2022	PSV	1	52	52
	Sabtu / 25 Juni 2022			67	67
Kendaraan Masuk + Keluar	Senin/ 20 Juni 2022	EEV	0.7	63	44.1
	Sabtu / 25 Juni 2022			75	52.5
Kendaraan Lambat	Senin/ 20 Juni 2022	SMV	0.4	24	9.6
	Sabtu / 25 Juni 2022			26	10.4
Total :					235.6
Total Rata-Rata Perhari :					117.8

Dari tabel perhitungan diatas di dapat angka hambatan samping rata-rata perhari adalah 117,8. Sehingga berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) termasuk kategori Rendah

Kecepatan Lalu Lintas

Persamaan matematik sebagai berikut (MKJI,1997):

$$FV = (FV0 + FVW) \times FFVSF \times FFVCS$$

Diketahui :

FV = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada kondisi lapangan (km/jam)

FV0 = Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan pada jalan yang diamati (km/jam), berdasarkan tipe Jalan Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam yaitu 4 lajur 2 arah terbagi maka nilai FV0 adalah 51 km/jam.

FVW = Penyesuain kecepatan untuk lebar jalan(km/jam), pada Jalan Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam

dengan tipe jalan 4/2 D memiliki lebar jalur efektifnya 5 m perlajur maka nilai FVW nya adalah 4.

FFVSF = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu, berdasarkan kelas hambatan samping yang rendah dan dengan jarak penghalang 2,50 maka FFVSF nya adalah 1,01.

FFVCS = Faktor penyesuaian ukuran kota, berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kota Medan dan Kabupaten Deli Serdang jumlah penduduk Kec. Medan Tuntungan dan Kec. Pancur Batu tahun 2019 adalah 190.308 penduduk maka diperoleh FFVCS adalah 0,9.

Sehingga di dapat kecepatan arus bebas untuk Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam sebesar:

$$FV = (FV0 + FVw) \times FFVsf \times FFVcs$$

$$FV = (51 + 4) \times 1,01 \times 0,9$$

$$FV = 50 \text{ km/jam}$$

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui bahwa kecepatan kendaraan di Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d

jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam yaitu 50 km/jam. Hasil tersebut juga masih lebih rendah dari hasil survey primer di lapangan. Dengan menggunakan kendaraan sepeda motor (MC) pada jam puncak, kecepatan kendaraan rata – rata yaitu 60 km/jam.

Perhitungan Kapasitas Jalan

Besarnya kapasitas jalan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$$

Diketahui :

C = Kapasitas

C_o = Kapasitas dasar (smp/jam), berdasarkan tipe Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam yaitu 4 lajur – terbagi maka nilai C_o adalah 1650 per lajur, 4 lajur = 6600 smp/jam.

FC_w = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas pada Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam dengan tipe jalan 4/2 D memiliki lebar jalur efektifnya 5 m per lajur maka nilai FC_w nya adalah 1,08

FC_{sp} = Faktor penyesuaian pemisah arah, Diambil data volume kendaraan maksimum pada salah satu jam puncak.

Q jam puncak pagi hari = 366,47 smp/jam

Q jam puncak sore hari = 784,09 smp/jam

Q total = 366,47 + 784,09 = 1.150,56 smp/jam

$$\frac{784,09}{Q_{total}} \times 100\% = \frac{784,09}{1.150,56} \times 100\% = 68,14$$

% = 70 %

Sehingga SP : 70% - 30% Untuk tipe jalan 4 lajur 2 arah terbagi dengan SP 70% - 30% FC_{sp} nya adalah 0,94.

FC_{sf} = Faktor penyesuaian hambatan samping, berdasarkan kelas hambatan samping yang rendah dengan jumlah kejadian 500 – 899 per 200 meter per

jam, pembatas jalan 0,50, maka FC_{sf} nya adalah 0,95.

FC_{cs} = Faktor penyesuaian ukuran kota, berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kota Medan dan Kabupaten Deli Serdang jumlah penduduk Kec. Medan Tuntungan dan Kec. Pancur Batu tahun 2019 adalah 190.308 penduduk maka diperoleh FC_{cs} adalah 0,86.

Sehingga di dapat kapasitas Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam sebesar :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$$

$$C = 6.600,00 \times 1,08 \times 0,94 \times 0,95 \times 0,86$$

$$C = 5.474,16 = 5.474 \text{ smp/jam}$$

Berdasarkan perhitungan kapasitas ruas Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam adalah sebesar 366,47 smp/jam pada jam puncak pagi hari dan 784,09 smp/jam pada jam puncak sore hari. Jumlah ini menunjukkan bahwa jumlah maksimum yang masih dapat ditampung oleh koridor Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam adalah sebesar 5.474 smp/jam. Selain geometri jalan yang mempengaruhi kapasitas jalan, besar kecilnya nilai kapasitas banyak dipengaruhi oleh penggunaan lahan di sepanjang Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam. Semakin banyak ragamnya intensitas guna lahan di Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam mempengaruhi banyaknya hambatan samping dan bangkitan pergerakan yang ada di sepanjang Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam. Aktivitas guna lahan di Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam cenderung beorientasi pada aktivitas perdagangan dan pertanian.

Derajat Kejenuhan Jalan

Derajat kejenuhan (DS) adalah rasio jalan terhadap kapasitas, yang digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja jalan. Nilai derajat kejenuhan atau degree of saturation (DS) Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam sebagai berikut :

$$DS = \frac{Q}{C}$$

Diketahui:

Q = Arus lalu lintas (smp/jam), dari hasil perhitungan arus lalu lintas di Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan

Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam adalah:

Q jam puncak pagi hari = 366,47 smp/jam

Q jam non puncak = 470,70 smp/jam

Q jam puncak sore hari = 784,09 smp/jam

C = Kapasitas (smp/jam), dari hasil perhitungan kapasitas Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam adalah 5.474 smp/jam.

Sehingga di dapat derajat kejenuhan untuk Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam sebesar:

Tabel 6. Tingkat Pelayanan Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam Maksimum

Waktu	Volume (smp/jam)	Kapasitas (smp/jam)	V/C	Tingkat Pelayanan
16.00-18.00	784.09	5474	0.14	A
11.00-13.00	470.7	5474	0.09	A

Dengan tabel diatas maka dapat dikatakan kondisi lalu lintas pada jam puncak dan non puncak stabil, kecepatan operasi sesuai dengan batas kecepatan yang ditentukan.

Kecepatan dan Waktu Tempuh

Kecepatan tempuh didefinisikan sebagai kecepatan rata – rata ruang dari kendaraan ringan (LV) sepanjang segmen jalan.

Diketahui :

V = Kecepatan rata – rata ruang LV (km/jam)

L = Panjang Segmen (km)

TT = Waktu tempuh rata – rata LV sepanjang segmen (jam)

Dengan mengambil lokasi survey dimulai dari masuk Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam.

Jam Puncak Pagi

L = Panjang segmen = 9 km

Dengan mengambil lokasi survey dimulai dari masuk Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam.

TT = Waktu tempuh rata – rata LV sepanjang segmen = 8 menit 50 detik = 0,14 jam.

Sehingga kecepatan rata –rata ruang LV adalah:

$$V = L/TT$$

$$V = 9/0,14$$

$$V = 64,2 \text{ km/jam}$$

Jam Non Puncak Siang

L = Panjang segmen = 9 km

Dengan mengambil lokasi survey dimulai dari masuk Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam

TT = Waktu tempuh rata – rata LV sepanjang segmen = 6 menit 35 detik = 0,11 jam.

Sehingga kecepatan rata –rata ruang LV adalah:

$$V = L/TT$$

$$V = 9/0,11$$

$$V = 81,8 \text{ km/jam}$$

Jam Puncak Sore

L = Panjang segmen = 9 km

Dengan mengambil lokasi survey dimulai dari masuk Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam

TT = Waktu tempuh rata – rata LV sepanjang segmen = 8 menit 13 detik = 0,13 jam.

Sehingga kecepatan rata –rata ruang LV adalah :

$$V = L/TT$$

$$V = 9/0,13$$

$$V = 69,2 \text{ km/jam}$$

Tingkat Pelayanan Jalan

Analisis tingkat pelayanan adalah ukuran kuantitatif yang digunakan untuk mengetahui kualitas Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam dalam melayani arus lalu lintas yang

melewatinnya. Aspek – aspek penting dalam tingkat pelayanan jalan (Morlok, 1991 : 210) adalah waktu perjalanan (kecepatan), kenyamanan, keamanan dan biaya. Tingkatan pelayanan jalan terbagi dalam klasifikasi A, B, C, D, E dan F. Dimana F merupakan tingkatan terendah yang berarti pada kondisi F tingkat pelayanan jalan menurun, sedangkan volume lalu lintas tinggi. Tingkat pelayanan Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam pada jam puncak pagi, non puncak, dan jam puncak sore adalah rasio antara volume dengan kapasitas yang didapat dari perhitungan pada tabel berikut.

Tabel 7. Tingkat Pelayanan Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam Waktu Survei

Waktu	Volume (smp/jam)	Kapasitas (smp/jam)	V/C	Tingkat Pelayanan
16.00-18.00	784.09	5474	0.14	A
11.00-13.00	470.7	5474	0.09	A
07.00-09.00	366.47	5474	0.07	A

Dari hasil analisis menggunakan metode Edward K Morlok, diperoleh nilai V/C sebagai berikut:

Jam Puncak Pagi

Tingkat Pelayanan Jalan termasuk kategori A yang berarti kondisi arus lalu lintas bebas antara satu kendaraan dengan kendaraan lainnya ,besarnya kecepatan sepenuhnya ditentukan oleh keinginan pengemudi dan sesuai dengan batas kecepatan yang ditentukan.

Jam Puncak Siang

Tingkat Pelayanan Jalan termasuk kategori A yang berarti kondisi arus lalu lintas bebas antara satu kendaraan dengan kendaraan lainnya ,besarnya kecepatan sepenuhnya

ditentukan oleh keinginan pengemudi dan sesuai dengan batas kecepatan yang ditentukan.

Jam Puncak Sore

Tingkat Pelayanan Jalan termasuk kategori A yang berarti kondisi arus lalu lintas bebas antara satu kendaraan dengan kendaraan lainnya, besarnya kecepatan sepenuhnya ditentukan oleh keinginan pengemudi dan sesuai dengan batas kecepatan yang ditentukan.

KESIMPULAN

Dengan melihat dari hasil survei dan perhitungan yang sudah di lakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam memiliki volume

- kendaraan yang kecil, dari hasil survey bahwa pada jam puncak pagi hari volume lalu lintas dari arah Pancur – Lau Cih lebih besar dibandingkan dari Lau Cih - Pancur, sedangkan pada jam non puncak siang dan jam puncak sore diketahui bahwa volume lalu lintas dari arah Pancur – Lau Cih lebih besar dibandingkan dari Lau Cih - Pancur dan memiliki kondisi jalan yang ada sekarang (kondisi II 4/2 D) dengan nilai kapasitas yaitu 5.474 smp/jam masih dapat menampung arus lalu lintas pada 10 tahun yang akan datang. Untuk jam puncak (pagi dan sore) karena nilai DS sangat mendekati kategori tingkat pelayanan A yaitu 0,07 pada jam puncak pagi, dan 0,14 pada jam puncak sore sehingga tingkat pelayanan jalan termasuk dalam kategori A ($DS < 0,54$) untuk jam jam puncak pagi dan sore, kategori A ($DS < 0,35$) untuk jam non puncak siang. Pada penilaian kinerja jalan, bahwa Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam masih mampu melayani volume kendaraan dibuktikan dengan hasil perhitungan nilai derajat kejenuhan (Degree of Saturation) yaitu sebesar 0,633. Sedangkan syarat batas maksimum kinerja jalan yaitu memiliki nilai $DS < 0,75$. Salah satu penelitian jalan yang meberikan hasil $DS > 0,75$ adalah di satu arah kecamatan Semarang Tengah (Dewi et al., 2019). Namun permasalahan lain yang mempengaruhi kinerja jalan, adalah adanya pasar pancur batu.
2. Karakteristik Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam 4-lajur 2 –arah terbagi (4/2 D), maka untuk ruas Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam dikategorikan sebagai jalan kolektor.
 3. Analisa kinerja Penurunan atau peningkatan Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam ini disebabkan karena jalan ini merupakan jalan utama yang dipergunakan untuk menuju ke daerah wisata puncak berastagi. Selain itu, Jalan Jamin Ginting Km. 12 Kelurahan Lau Cih s/d jalan Jamin Ginting Km. 21 Kelurahan Namoriam digunakan untuk jalur transportasi penghubung antar Pasar Utama di Kota Medan.
 4. Sarana transportasi sangat penting bagi masyarakat, dengan adanya transportasi dapat memudahkan sektor perekonomian yang ada di daerah tersebut (Hendra Andy Mulia Panjaitan et al., 2020). Dimana sektor ekonomi masyarakat akan terbantu melalui berbagai cara, misalnya distribusi untuk menjual hasil panen yang masuk dari daerah selain itu perbaikan jalan juga perlu dilakukan guna memperlancar proses distribusi hasil panen dan juga mempermudah pedagang, masyarakat bahkan wisatawan untuk berkunjung ke daerah tersebut. Bantuan alat transportasi dapat mempermudah dalam mengangkut hasil panen, barang dagangan dan lain-lain. Infrastruktur transportasi merupakan prasyarat bagi pertumbuhan ekonomi. Keberadaan infrastruktur transportasi dapat menstimulasi aktivitas ekonomi dan akhirnya akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi wilayah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriana, R. (2014). *Evaluasi Kinerja Ruas Jalan Cihampelas Bandung*. Digilib ITB.
- Almaut, E. N., AS, S., & Kadarini, S. N. (2016). Analisa kapasitas dan kinerja ruas Jalan Perintis Kemerdekaan Pontianak. *Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Pontianak, 1*, 1–10.
- Dewi, A. P., Syafrudin, S., & Riyanto, B. (2019). Analisis Kinerja Jalan Satu Arah di Kecamatan Semarang Tengah, Kota Semarang. *Warta Penelitian Perhubungan, 31*(2), 55–66. <https://doi.org/10.25104/warlit.v31i2.1266>
- Dirjen Bina Marga. (1997). Manual Kapasitas Jalan Indonesia. In *departemen pekerjaan umum, "Manual Kapasitas Jalan Indonesia"* (pp. 1–573).
- Hendra Andy Mulia Panjaitan, Sri Mulatsih, & Wiwiek Rindayati. (2020). Analisis Dampak Pembangunan Infrastruktur Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Inklusif Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Ekonomi*

Dan Kebijakan Pembangunan, 8(1), 43–61.

<https://doi.org/10.29244/jekp.v8i1.29898>

Masuara, E. P., Kadir, Y., & Patuti, I. M.

(2022). Analisis Kinerja Ruas Jalan Terhadap Pusat Kuliner Kalimadu Kota Gorontalo. *REKONSTRUKSI*

TADULAKO: Civil Engineering Journal on Research and Development, 45–50.

<https://doi.org/10.22487/renstra.v3i2.435>