

## PENENTUAN KAPASITAS JALAN DUA LAJUR DUA ARAH TIDAK TERBAGI DENGAN METODE MKJI, KONSEP PKJI, DAN SURVEI

Louis Lowenta<sup>1</sup> dan Najid<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta  
Email: jlowenta@gmail.com

<sup>2</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta  
Email: najid@ft.untar.ac.id

### ABSTRAK

Kapasitas jalan merupakan kemampuan suatu ruas jalan untuk dapat menampung arus atau volume lalu lintas yang terjadi dalam waktu satu jam (kend/jam). Dalam penelitian ini diambil 3 buah *sample* jalan yaitu Jalan Meruya Selatan, Jalan Sacna, Sunter, dan Jalan Kebon Pedes, Bogor yang akan dijadikan sebagai wilayah studi untuk mendapatkan nilai kapasitas pada jalan tersebut, sehingga nilai kapasitas tersebut dapat dibandingkan dengan nilai kapasitas dari MKJI yang selama ini menjadi acuan. Digunakan 3 buah jalan yaitu untuk melakukan 2 buah perbandingan yaitu dengan 2 jalan di Jakarta untuk membandingkan faktor dari hambatan samping sedangkan jalan antara di Jakarta dan Bogor untuk membandingkan faktor ukuran kota. MKJI itu sendiri sudah dijadikan sebagai acuan dan sudah dibuat sejak dibuat pada 1997, karena dianggap sudah tidak relevan dengan keadaan saat ini dan sudah sangat lama maka muncullah konsep PKJI yang diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan yang baru untuk menggantikan MKJI yang sudah lama. Hasil dari penelitian ini adalah untuk jalan dua lajur dua arah tidak terbagi dengan hambatan samping sangat tinggi, hasil dari nilai kapasitas yang diperoleh ternyata melewati hasil rencana dari MKJI sedangkan untuk jalan dengan hambatan samping sedang maka hasil kapasitas masih belum melewati MKJI. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa MKJI perlu diadakan pengkajian ulang.

Kata kunci: Kapasitas Jalan, MKJI, Konsep PKJI,

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Kapasitas jalan merupakan kemampuan dari suatu jalan untuk bisa menampung volume lalu lintas dalam suatu waktu tertentu. Ketika arus rendah maka kecepatan dari kendaraan yang melintas tidak akan mengalami gangguan dari kendaraan lain, semakin banyak kendaraan yang melewati suatu jalan tersebut, maka kecepatan akan semakin turun dan melambat sampai suatu saat volume lalu lintas tidak bisa lagi bertambah, di sinilah kapasitas terjadi. Setelah itu arus akan berkurang terus dalam kondisi arus yang dipaksakan sampai suatu saat kondisi macet total, arus tidak bergerak dan kepadatan tinggi. Salah satu penyebab padatnya kapasitas jalan adalah karena pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin meningkat tiap tahunnya, sehingga memicu terjadinya penambahan kendaraan bermotor. Pada suatu daerah yang jumlah penduduknya padat maka akan diimbangi dengan penggunaan kendaraan bermotor yang banyak pula. Hal ini berakibat pada meningkatnya volume kendaraan pada suatu daerah. Meningkatnya volume kendaraan menyebabkan kapasitas jalan yang tersedia tidak cukup, akibatnya terjadilah kemacetan. Kemacetan lalu lintas terjadi akibat volume lalu lintas hampir mendekati kapasitas jalan yang tersedia. Penyebab lain dari padatnya kapasitas pada suatu jalan adalah karena hambatan samping. Hambatan samping merupakan salah satu hal yang paling berpengaruh terhadap penuhnya kapasitas suatu jalan. Tingginya aktivitas di samping jalan sangat berpengaruh terhadap kapasitas dan kinerja jalan pada suatu wilayah perkotaan. Diantaranya seperti PKL, pejalan kaki, penyebrang jalan, kendaraan yang berhenti sembarangan (angkutan kota, bus dalam kota), kendaraan yang parkir di bahu jalan, kendaraan yang berjalan lambat (becak, sepeda), dan kendaraan yang keluar masuk pada aktivitas guna lahan sisi jalan. Tujuan dalam penelitian ini antara lain adalah untuk menganalisis perhitungan kapasitas jalan dengan metode MKJI, PKJI, dan mendapatkan model dari hasil survei, kemudian membandingkan nilai kapasitas jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi antara jalan di Jakarta dan di Bogor dari hasil survei dengan hasil perhitungan dengan metode MKJI.

### Kapasitas Jalan

Menurut (MKJI 1997), kapasitas jalan adalah arus maksimum melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan jam pada kondisi tertentu. Menurut Peraturan Menteri Perhubungan No: KM 14 Tahun 2006, "Kapasitas jalan adalah kemampuan ruas jalan untuk menampung volume lalu lintas ideal per satuan waktu, dinyatakan dalam

kendaraan/jam atau satuan mobil penumpang (smp)/jam.” Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas jalan antara lain:

1. Kondisi Geometri
2. Kondisi Lalu Lintas
3. Kondisi Lingkungan

Persamaan dasar untuk menentukan kapasitas adalah sebagai berikut :

$$C = C_0 \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \dots\dots\dots(1)$$

Dengan :

- C = Kapasitas (smp/jam)
- C<sub>0</sub> = Kapasitas dasar (smp/jam)
- FC<sub>w</sub> = Faktor penyesuaian lebar jalan
- FC<sub>sp</sub> = Faktor penyesuaian pemisahan arah (hanya untuk jalan tak terbagi)
- FC<sub>sf</sub> = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan/kereb
- FC<sub>cs</sub> = Faktor penyesuaian ukuran kota

Menurut PKJI Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan per satuan jam yang melewati suatu segmen jalan dalam kondisi yang ada. Untuk jalan 2/2TT, kapasitas didefinisikan untuk arus dua arah, tetapi untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per arah perjalanan dan kapasitas didefinisikan per lajur. Karakteristik utama segmen jalan yang mempengaruhi kapasitas jalan ada lima, yaitu geometrik jalan, komposisi arus lalu lintas dan pemisah arah, pengaturan lalu lintas, aktivitas samping jalan, dan perilaku pengemudi. Kapasitas segmen dapat dihitung menggunakan persamaan di bawah.

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan :

- C = Kapasitas (skr/jam)
- C<sub>0</sub> = Kapasitas dasar (skr/jam)
- FC<sub>LJ</sub> = Faktor penyesuaian kapasitas terkait lebar jalur atau jalur lalu lintas
- FC<sub>PA</sub> = Faktor penyesuaian kapasitas terkait pemisahan arah, hanya pada jalan tak terbagi
- FC<sub>HS</sub> = Faktor penyesuaian kapasitas terkait KHS pada jalan berbahu atau berkereb
- FC<sub>UK</sub> = Faktor penyesuaian kapasitas terkait ukuran kota

**Hambatan Samping**

Menurut MKJI Hambatan samping yaitu aktivitas samping jalan yang dapat menimbulkan konflik dan berpengaruh terhadap pergerakan arus lalu lintas serta menurunkan fungsi kinerja jalan. Tipe hambatan samping terbagi menjadi:

1. Pejalan kaki
2. Kendaraan berhenti atau parkir
3. Kendaraan yang masuk dan keluar dari lahan samping jalan
4. Kendaraan lambat (MKJI,1997)

Tingkatan hambatan samping dikelompokkan menjadi lima kelas, yaitu dari kelas sangat rendah sampai kelas sangat tinggi sebagai fungsi dan kejadian hambatan samping disepanjang jalan yang diamati dalam satu jam. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada faktor penentuan hambatan samping dalam menentukan suatu tingkat pelayanan jalan raya dapat dibaca pada Tabel 1.

Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai kelas hambatan samping dengan frekuensi bobot kejadian per 200 m dari segmen jalan yang diamati ppada kedua sisi jalan, seperti yang dijelaskan pada Tabel 2.

Menurut PKJI Hambatan samping adalah kegiatan di samping segmen jalan yang berpengaruh terhadap kinerja lalu lintas (PKJI 2014). Hambatan samping ini terbagi menjadi 4 kategori berbeda dengan bobot yang berbeda seperti pada Tabel 3.

Tingkatan hambatan samping setelah dikalikan dengan bobot diatas dibagi menjadi lima kelas. Kelas tersebut akan mempengaruhi kapasitas jalan dan juga akan mempengaruhi kecepatan arus bebas suatu jalan. Pada Tabel 4 akan menunjukan kelas-kelas hambatan samping.

Tabel 1. Nilai kelas hambatan samping (sumber:MKJI 1997)

Kelas Hambatan Samping (SCF)	Kode	Jumlah kejadian per 200m per jam	Kondisi daerah
Sangat Rendah	VL	<100	Daerah pemukiman; hampir tidak ada kegiatan
Rendah	L	100-299	Daerah pemukiman; berupa angkutan umum dan sebagainya
Sedang	M	300-499	Daerah industri; beberapa toko di sisi jalan
Tinggi	H	500-899	Daerah komersial; aktivitas sisi jalan yang sangat tinggi
Sangat tinggi	VH	>900	Daerah komersial; aktivitas pasar disamping jalan

Tabel 2. Penentuan tipe frekuensi kejadian hambatan samping. (Sumber:MKJI 1997)

Tipe kejadian hambatan samping	Simbol	Faktor bobot
Pejalan kaki	PED	0.5
Kendaraan parker	PSV	1.0
Kendaraan masuk dan keluar sisi jalan	EEV	0.7
Kendaraan lambat	SMV	0.4

Tabel 3. Pembobotan Hambatan Samping (Sumber:PKJI 2014)

Jenis hambatan samping	Faktor bobot
Pejalan kaki di badan jalan dan yang menyebrang	0.5
Kendaraan umum dan kendaraan lainnya yang berhenti	1.0
Kendaraan keluar/masuk sisi atau lahan samping jalan	0.7
Arus kendaraan lambat (kendaraan tak bermotor)	0.4

Tabel 4. Kriteria Kelas Hambatan Samping (sumber:PKJI 2014)

Kelas Hambatan Samping	Kode	Jumlah kejadian per 200m per jam	Kondisi daerah
Sangat Rendah	SR	<100	Daerah pemukiman, tersedia jalan lingkungan
Rendah	R	100-299	Daerah pemukiman, ada beberapa angkutan umum
Sedang	S	300-499	Daerah industry, ada beberapa toko di sepanjang sisi jalan
Tinggi	T	500-899	Daerah komersial, ada aktivitas sisi jalan yang tinggi
Sangat tinggi	ST	>900	Daerah komersial; ada aktivitas pasar sisi jalan

### Kecepatan Arus Bebas

Menurut MKJI 1997, kecepatan arus bebas (FV) didefinisikan sebagai kecepatan paada tingkat arus nol, yaitu kecepatan yang akan dipilih pengemudi jika mengendarai kendaraan bermotor tanpa dipengaruhi oleh kendaraan bermotor lain di jalan. Kecepatan arus bebas dapat dihitung dengan persamaan matematis yang terdapat pada MKJI (1997) dengan mempertimbangkan data geometrik serta kondisi lingkungan jalan. Untuk menghitung kecepatan arus bebas.

Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$FV = (FVo + FVw) \times FFVsf \times FFVcs \dots \dots \dots (3)$$

Dengan :

- FV = Kecepatan arus bebas untuk kendaraan ringan dalam kondisi aktual
- FVo = kecepatan dasar arus bebas untuk kendaraan ringan (km/jam)
- FVw = faktor penyesuaian kecepatan untuk lebar jalan (km/jam)
- FFVsf = faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan bahu atau kereb jalan
- FFVcs = faktor penyesuaian kecepatan untuk ukuran kota

Menurut PKJI kecepatan arus bebas ( $V_B$ ) untuk jenis kendaraan ringan ditetapkan sebagai kriteria dasar untuk kinerja segmen jalan, nilai  $V_B$  untuk KB dan SM ditetapkan hanya sebagai referensi.  $V_B$  untuk KR berkisar antara 10-15% lebih besar dari jenis kendaraan lain.  $V_B$  dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$V_B = (V_{BD} + V_{BL}) \times FV_{BHS} \times FV_{BUK} \dots \dots \dots (4)$$

Dengan :

- $V_B$  = Kecepatan arus bebas untuk kendaraan ringan dalam kondisi aktual
- $V_{BD}$  = kecepatan dasar arus bebas untuk kendaraan ringan (km/jam)
- $V_{BL}$  = faktor penyesuaian kecepatan untuk lebar jalan (km/jam)
- $FV_{BHS}$  = faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan bahu atau kereb jalan
- $FV_{BUK}$  = faktor penyesuaian kecepatan untuk ukuran kota

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Sistematika proses penelitian merupakan tahapan penelitian yang harus dilakukan secara beruntun agar tujuan penelitian dapat dicapai sesuai yang diharapkan. Tahapan penelitian yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

- Tahap I : Menentukan tujuan penelitian, tinjauan pustaka dan metodologi penelitian
- Tahap II : Melakukan survei awal dan membuat formulir survei
- Tahap III : Melakukan pengumpulan data dengan survei
- Tahap IV : Melakukan analisis data
- Tahap V : Melakukan analisis data survei kapasitas menurut MKJI dan PKJI
- Tahap VI : Melakukan perbandingan analisis menurut MKJI, PKJI dan hasil survei
- Tahap VII : Kesimpulan dan saran

### Kompilasi data

Data-data yang didapat terdiri dari:

1. Volume lalu lintas
2. Kecepatan lalu lintas
3. hambatan samping

## 3. ANALISIS DATA

Pada analisis ini akan dilakukan analisis mengenai volume lalu lintas, kecepatan lalu lintas, kapasitas, kecepatan arus bebas dan hambatan samping. Dari hasil analisis yang akan didapatkan kemudian akan dibandingkan berdasarkan perbedaan hambatan samping dan perbedaan ukuran kota.

### Volume Lalu-Lintas

Volume lalu lintas Jalan Meruya Selatan pada hari kamis dengan tipe jalan adalah dua lajur dua arah tak terbagi (2/2 UD), arus lalu lintas dua arah  $\geq 1800$  (kend/jam) dan lebar jalur 6 m, maka *Heavy Vehicle* (HV) dikalikan 1.2 dan *Motorcycle* (MC) dikalikan 0.25. Volume lalu lintas pada Jalan Meruya Selatan di pagi hari dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5. Volume Lalu Lintas Jalan Meruya Selatan

Jalan	:Jalan Meruya Selatan			
Waktu	:			
Tata Guna Lahan Kiri	: Kampus			
Tata Guna Lahan Kanan	: Tempat makan			
Hari	:Kamis			
Jam	Volume Lalu Lintas (kend/jam)			Q(Volume Lalu Lintas) (smp/jam)
	Sepeda Motor	Mobil	Truk/ Bus	
06.00-07.00	3560	399	0	1289
06.15-07.15	4159	426	0	1465,75
06.30-07.30	4668	445	0	1612
06.45-07.45	5019	466	0	1620,75
07.00-08.00	4810	458	0	1660,5
11.00-12.00	3460	670	1	1536,2
11.15-12.15	3828	676	1	1634,2
11.30-12.30	3961	620	1	1611,45
11.45-12.45	3873	594	0	1562,25
12.00-13.00	3536	611	1	1496,2
17.00-18.00	3719	540	1	1520,95
17.15-18.15	3892	582	1	1556,2
17.30-18.30	3247	624	0	1435,75
17.45-18.45	2895	643	0	1366,75
18.00-19.00	2665	640	0	1306,25

### Klasifikasi Hambatan Samping

Data Hambatan samping yang diperoleh pada jalan yang telah di survei terdapat beberapa perbedaan. Perbedaan yang ada pada hambatan samping akan berpengaruh pada perhitungan kapasitas dan kecepatan arus bebas. Data hambatan samping dalam satu jam pada Jalan Meruya Selatan yang sudah dikalikan dengan koefisiennya dapat dilihat pada Tabel 6

Tabel 6. Nilai Hambatan Samping Jalan Meruya Selatan

Jalan	Jalan Meruya Selatan		
Tata Guna Lahan Kiri	Kampus		
Tata Guna Lahan Kanan	Tempat Makan		
	MKJI	PKJI	Klasifikasi
06.00-07.00	918,7	918,7	VH
06.15-07.15	907,3	907,3	VH
06.30-07.30	1349	1349	VH
06.45-07.45	1731,4	1731,4	VH
07.00-08.00	1982,8	1982,8	VH
11.00-12.00	969,7	969,7	VH
11.15-12.15	920	920	VH
11.30-12.30	970,7	970,7	VH
11.45-12.45	984,8	984,8	VH
12.00-13.00	942,1	942,1	VH
17.00-18.00	1863,1	1863,1	VH
17.15-18.15	1544,7	1544,7	VH
17.30-18.30	1284,2	1284,2	VH
17.45-18.45	1028,8	1028,8	VH
18.00-19.00	933,6	933,6	VH

### Kecepatan Arus Bebas

Tipe Jalan Meruya Selatan adalah dua lajur dua arah tidak terbagi (2/2UD) dengan lebar lajur 3.00 m dan lebar kerb 1.00 m dan memiliki 10.374.200 penduduk. Hasil perhitungan kecepatan arus bebas untuk Jalan Meruya Selatan pada hari kamis dapat dilihat pada Tabel 7

Tabel 7. Kecepatan Arus Bebas Jalan Meruya Selatan (Sumber: MKJI dan hasil analisis data)

Kecepatan Arus Bebas						
Jam	Fvo	FVw	Fvo + FVw	FFVsf	FFVcs	FV
06.00-07.00	42	-3	39	0.72	1.03	28.92
06.15-07.15	42	-3	39	0.72	1.03	28.92
06.30-07.30	42	-3	39	0.72	1.03	28.92
06.45-07.45	42	-3	39	0.72	1.03	28.92
07.00-08.00	42	-3	39	0.72	1.03	28.92
11.00-12.00	42	-3	39	0.72	1.03	28.92
11.15-12.15	42	-3	39	0.72	1.03	28.92
11.30-12.30	42	-3	39	0.72	1.03	28.92
11.45-12.45	42	-3	39	0.72	1.03	28.92
12.00-13.00	42	-3	39	0.72	1.03	28.92
17.00-18.00	42	-3	39	0.72	1.03	28.92
17.15-18.15	42	-3	39	0.72	1.03	28.92
17.30-18.30	42	-3	39	0.72	1.03	28.92
17.45-18.45	42	-3	39	0.72	1.03	28.92
18.00-19.00	42	-3	39	0.72	1.03	28.92

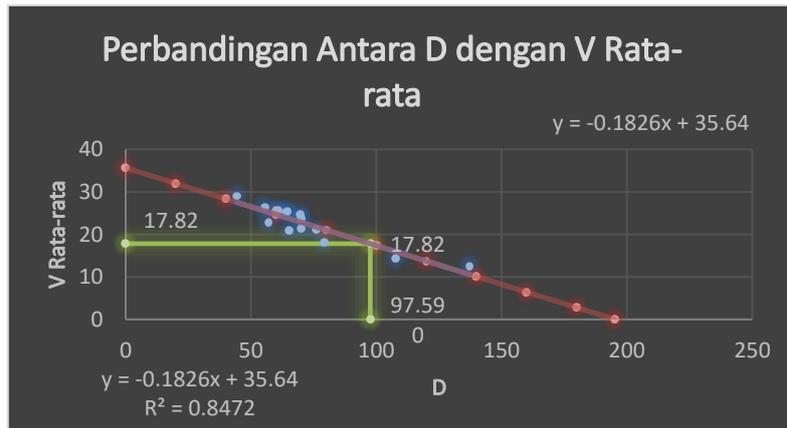
### Derajat Kejenuhan (Q/C) dan Kepadatan Lalu Lintas (D)

Derajat kejenuhan didapat dengan membagi volume lalu lintas dengan kapasitas jalan (Q/C), sedangkan kepadatan lalu lintas diperoleh dengan membagi volume lalu lintas dengan kecepatan rata-rata (Q/Vrata-rata).

Performa dan kepadatan lalu lintas pada semua jalan raya dapat dilihat pada tabel 8

Tabel 8. Performa dan Kepadatan Lalu Lintas Jalan Meruya Selatan

Jam	C	Q	V rata-rata	FV	Q/C	D
06.00-07.00	1662.52	1289	29	28.92	0.775	44.45
06.15-07.15	1662.52	1465.75	26.41	28.92	0.882	55.50
06.30-07.30	1662.52	1612	25.25	28.92	0.969	63.84
06.45-07.45	1662.52	1620.75	24.71	28.92	0.975	69.64
07.00-08.00	1662.52	1660.5	23.72	28.92	0.998	70.00
11.00-12.00	1889.22	1536.2	25.55	28.92	0.813	60.13
11.15-12.15	1889.22	1634.2	253	28.92	0.865	64.59
11.30-12.30	1889.22	1611.45	21.16	28.92	0.853	76.16
11.45-12.45	1889.22	1562.25	25.62	28.92	0.827	60.98
12.00-13.00	1889.22	1496.2	21.32	28.92	0.792	70.18
17.00-18.00	1662.52	1520.95	12.54	28.92	0.915	137.24
17.15-18.15	1662.52	1556.2	14.45	28.92	0.936	107.70
17.30-18.30	1662.52	1435.75	18.11	28.92	0.864	79.28
17.45-18.45	1662.52	1366,75	20,95	28.92	0.822	65,24
18.00-19.00	1662.52	1306,25	22,89	28.92	0.786	57,07



Gambar 1. Perbandingan Antara D dengan V Rata-rata

Dari Grafik diatas didapatkan persamaan  $y = -0,1826x + 35,64$

Dari persamaan y diatas maka didapatkan kapasitas untuk Jalan Meruya Selatan menurut hasil survei yaitu sebesar 1739.06

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai dari kapasitas jalan untuk dua lajur dua arah tidak terbagi dengan faktor ukuran kota sebagai pembanding maka didapat nilai kapasitas untuk Jalan Sacna, Sunter yaitu 1349.66 kend/jam (Jakarta dengan ukuran kota 10 juta) dan untuk Jalan Kebon Pedes yaitu 1258.96 kend/jam (Bogor dengan ukuran kota 1 juta). Sedangkan untuk hambatan samping sebagai pembanding maka didapat kapasitas untuk Jalan Meruya Selatan yaitu 1739.06 (hambatan samping tinggi) dan untuk Jalan Sacna, Sunter yaitu 1349.66 (hambatan samping rendah).
2. Pada jalan dua lajur dua arah tidak terbagi, nilai FCcs survei (1.28) lebih besar dibandingkan nilai FCcs MKJI (1.22).
3. Pada jalan dua lajur dua arah tidak terbagi, nilai FCsf survei (1,289) lebih besar dibandingkan dengan nilai FCsf MKJI (0.818)
4. Menurut hasil analisis pada jalan dua lajur dua arah tidak terbagi, model *Greenshield* dapat dimodelkan untuk mengetahui kapasitas jalan menurut survey karena nilai koefisien determinasinya ( $R^2$ ) hamper mencapai
5. Pada jalan dua lajur dua arah tak terbagi, MKJI dan PKJI memiliki kesamaan pada nilai-nilai dari setiap faktor yang digunakan untuk melakukan perhitungan kapasitas jalan dan juga kecepatan arus bebas. Selain itu, rumus-rumus yang digunakan pun sama dalam perhitungan kapasitas jalan dan juga kecepatan arus bebas. Namun hanya ada sedikit perbedaan saja antara MKJI dan PKJI ini yaitu perbedaan pada variabel variabel dari setiap faktor. Ada juga perbedaan pada jenis kendaraan, pada MKJI hanya ada 3 jenis kendaraan sedangkan pada PKJI terdapat 4 jenis kendaraan. Selain itu pada PKJI untuk jalan empat lajur dua arah tidak terbagi tidak dibahas lebih lanjut

## DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Jalan Kota. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2014). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)*.
- Lalenoh, R.H. (2015). *Analisa Kapasitas Ruas Jalan Sam Ratulangi Dengan Metode MKJI 1997 dan PKJI 2014*. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado. Manado.
- Najid. (2015). *Evaluasi Penentuan Kapasitas Jalan Berdasarkan Metode MKJI*. FT. Teknik Sipil Universitas Tarumanagara. Jakarta.
- Najid. (2016). *Evaluasi dan Penentuan Nilai Satuan Mobil Penumpang Pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. FT. Teknik Sipil Universitas Tarumanagara. Jakarta.

