

**EVALUASI KINERJA RUAS JALAN RAYA DIENG KM. 09 KABUPATEN  
WONOSOBO  
(STUDI KASUS : RUAS JALAN DEPAN PASAR GARUNG)**

**Herlina Susilowati, ST.,M.Eng, Nur Hasanah, M.Kom**

Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer, Universitas Sains Al-Qur'an (UNSIQ) Wonosobo  
Jl. Kalibeber Km. 3 Wonosobo, 56351 Telp (0286) 321 873  
Email : nurh.unsiq@gmail.com

**ABSTRAK**

*Jalan Raya Dieng Km. 09 Depan pasar Garung merupakan jalan utama yang dilewati berbagai jenis kendaraan sehingga pada jam sibuk arus lalu lintas di depan Pasar Garung terjadi kemacetan. Di sekitar jalan tersebut merupakan daerah dengan tingkat kesibukan tinggi karena di sepanjang jalan tersebut terdapat sarana perdagangan, sarana pendidikan dan pertokoan serta merupakan jalur wisata sehingga sering terjadi konflik dari bergeraknya arus lalu lintas yang menyebabkan kemacetan pada hari libur atau akhir pekan. Kemacetan ini muncul karena adanya pedagang kaki lima yang berjualan di tepi jalan, tidak tersedianya tempat proses naik turun penumpang angkutan umum, lokasi terminal pasar berubah fungsi menjadi tempat berdagang yang menggunakan mobil terbuka yang tentunya hal-hal tersebut akan mengurangi kapasitas ruas jalan dan menurunkan kecepatan bagi kendaraan yang melintas*

*Metode pengambilan data dilakukan dua tahap, yaitu pengumpulan data primer dilakukan melalui survey lapangan secara langsung dan pengumpulan data yang kedua secara sekunder yaitu didapat dari instansi pemerintah yang terkait dengan permasalahan yang dibahas. Proses pengolahan dan analisis data menggunakan pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997).*

*Berdasarkan penelitian, kinerja ruas jalan Raya Dieng km. 09 depan pasar Garung untuk tahun 2017 pada kondisi eksisting sudah tidak memenuhi standar kelayakan lalu lintas, dengan nilai kapasitas sebesar 1389,17 dan arus lalu lintas sebesar 893,25 smp/jam didapat derajat kejenuhan 0,643 dan tingkat pelayanan kelas C, sedangkan pada kondisi pengoptimalan nilai kapasitas sebesar 2253,039 dan arus lalu lintas sebesar 893,25 smp/jam didapat derajat kejenuhan 0,396 dan tingkat pelayanan kelas B. Untuk kinerja 15 tahun yang akan datang baik kondisi eksisting maupun pengoptimalan sudah tidak memenuhi standar kelayakan karena derajat kejenuhan sudah melebihi 0,75. Pemecahan masalah yang dilakukan, yaitu dengan perencanaan jalan lingkar/jalan satu arah melalui derah pemukiman belakang pasar. Arus lalu lintas dari arah utara dialihkan ke jalan lingkar belakang pasar sedangkan arus lalu lintas dari arah selatan tetap melewati jalan depan pasar Garung. Selain itu juga disarankan untuk menyediakan lahan parkir didekat pasar agar dapat mempertahankan kelayakan kinerja ruas jalan tersebut.*

**(Kata kunci:** kinerja, tingkat pelayanan, pengoptimalan.)

## 1. Latar Belakang

Jalan Raya Dieng Km. 09 Depan pasar Garung merupakan jalan utama yang dilewati berbagai jenis kendaraan sehingga pada jam sibuk arus lalu lintas di depan Pasar Garung terjadi kemacetan. Di sekitar jalan tersebut merupakan daerah dengan tingkat kesibukan tinggi karena di sepanjang jalan tersebut terdapat sarana perdagangan, sarana pendidikan dan pertokoan serta merupakan jalur wisata sehingga sering terjadi konflik dari bergeraknya arus lalu lintas yang menyebabkan kemacetan pada hari libur atau akhir pekan. Kemacetan ini muncul karena adanya pedagang kaki lima yang berjualan di tepi jalan, tidak tersedianya tempat proses naik turun penumpang angkutan umum, lokasi terminal pasar berubah fungsi menjadi tempat berdagang yang menggunakan mobil terbuka yang tentunya hal-hal tersebut akan mengurangi kapasitas ruas jalan dan menurunkan kecepatan bagi kendaraan yang melintas. Dengan didasarkan pada semua hal tersebut di atas maka pada Laporan Tugas Akhir ini membahas tentang Evaluasi Kinerja Ruas Jalan Raya Dieng Km. 09 Kabupaten Wonosobo (Studi Kasus: Ruas Jalan Depan Pasar Garung).

## 2. Kajian Pustaka

- **Kinerja Ruas Jalan Perkotaan Berdasarkan MKJI 1997**

Tingkat kinerja jalan berdasarkan MKJI 1997 adalah ukuran kuantitatif yang menerangkan kondisi operasional. Nilai kuantitatif dinyatakan dalam kapasitas, derajat kejenuhan, derajat iringan, kecepatan rata-rata, waktu tempuh, tundaan, dan rasio kendaraan berhenti. Ukuran kualitatif yang menerangkan kondisi operasional dalam arus lalu lintas dan persepsi pengemudi tentang kualitas berkendara dinyatakan dengan tingkat pelayanan jalan.

- **Analisa Perhitungan Data Masukan**

1. **Kondisi geometri**

Berisi data geometrik segmen jalan yang menggambarkan kondisi segmen jalan yang diamati. Dalam hal ini kondisi geometrik jalan meliputi lebar jalur, lebar bahu efektif, penampang jalan dan tipe alinemen.

## 2. Kondisi lalu lintas

Situasi lalu lintas untuk tahun yang dianalisa menurut arus jam rencana atau Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT) dengan faktor yang sesuai untuk konversi dari LHRT menjadi arus per jam.

Penggolongan tipe kendaraan untuk jalan dalam kota berdasarkan MKJI 1997 adalah sebagai berikut:

a. Kendaraan ringan / *Light Vehicle* (LV).

Kendaraan bermotor beroda empat, dengan dua gandar berjarak 2,0–3,0m (termasuk kendaraan penumpang, opelet, mikro bis, angkot, pick-up, dan truk kecil).

b. Kendaraan berat / *Heavy Vehicle* (HV).

Kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,50 m, biasanya beroda lebih dari empat, (meliputi : bis, truk dua as, truk tiga as dan truk kombinasi sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

c. Sepeda motor / *Motor Cycle* (MC)

d. Kendaraan bermotor dengan dua atau tiga roda (termasuk sepeda motor, kendaraan roda tiga sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

Kendaraan tak bermotor / *Unmotorised* (UM)

## 3. Metodologi

- **Obyek Penelitian**

Obyek pada penelitian ini adalah ruas jalan depan Pasar Garung diambil dengan titik awal pertigaan menuju PLTA Garung sampai dengan depan Taman Garung.

- **Metode Pengumpulan Data**

Usaha untuk mengumpulkan data sebagai latar belakang umum dilakukan dua tahap kegiatan utama, yang pertama yaitu pengumpulan data primer dilakukan melalui survey lapangan secara langsung dan pengumpulan data yang kedua secara sekunder yaitu didapat dari instansi pemerintah yang terkait dengan permasalahan yang dibahas.

1. **Data Primer**

Data primer merupakan data-data yang diperoleh langsung dari survey lapangan. Data-data tersebut dicari dan dikumpulkan oleh peneliti ke

obyek penelitiannya dengan cara melakukan wawancara secara langsung, atau menggunakan alat bantu yang sudah dipersiapkan seperti angket, daftar isian lain atau dengan formulir survey.

Data untuk kinerja ruas jalan meliputi :

1. Data geometrik jalan.
2. Arus lalu lintas.
3. Kondisi hambatan samping.
4. Volume arus lalu lintas.

## 2. **Data Sekunder**

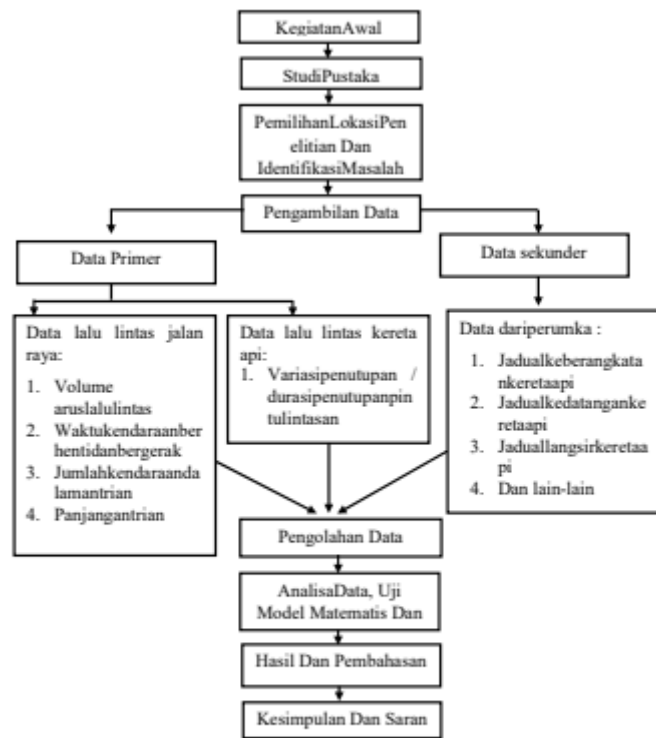
Data sekunder yaitu informasi dari instansi pemerintah maupun swasta terkait ataupun buku rujukan baik yang berupa studi literatur ataupun hasil studi atau penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian ini. Data sekunder meliputi :

1. Jumlah penduduk.
2. Peta topografi/kontur.
3. CBR tanah

### • **Proses Analisa Data**

1. Menentukan nilai kapasitas  $C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$ .
2. Menentukan nilai derajat kejenuhan  $DS = Q/C$ .
3. Menentukan kecepatan arus bebas  $FV = (FV_o + FV_w) \cdot FFV_{SF} \cdot FFV_{CS}$ .
4. Menentukan kecepatan dan waktu tempuh  $V = L / TT ; TT = L / V$
5. Menentukan upaya pengoptimalan kinerja ruas jalan yang diteliti.

### • **Diagram Alir**



Gambar 3.2  
 Diagram Alur Penelitian

#### 4. Hasil Dan Pembahasan

- Data geometrik jalan

Data identifikasi segmen jalan dan data geometrik jalan	
a. Propinsi	: Jawa Tengah
b. Nama Kota	: Wonosobo
c. Ukuran Kota	: 0,5-1 juta jiwa (sedang)
d. Nama Jalan	: Jalan Raya Dieng Km. 09
e. Segmen antara	: Taman Garung - Pertigaan PLTA Garung
f. Tipe daerah	: Komersial
g. Tipe alinyemen	: Datar
h. Panjang segmen	: 150 m
i. Periode waktu analisa	: 2017
j. Tipe jalan	: 2/2 UD
k. Lebar jalur	: 6 m
l. Jarak kereb-penghalang	: 1,5 m
m. Lebar trotoar	: 1,5 m
n. Lebar bahu	: 0,3 m
o. Median	: Tidak ada
p. Marka jalan	: Ada

q. Rambu lalu lintas	: Ada
r. Jenis perkerasan	: Perkerasan lentur (Asphalt)

• **Data Arus Lalu Lintas**

Data arus lalu lintas merupakan data yang sangat penting dalam perhitungan suatu penelitian kinerja suatu jalan, karena dari data arus lalu lintas kinerja suatu ruas jalan bisa diketahui. Data arus lalu lintas diperoleh dengan cara survey langsung di lapangan. Data arus lalu lintas (Q) pada jam puncak:

Satuan Kendaraan	Arah ke selatan				Jumlah	Arah ke utara				Jumlah	Jumlah total
	LV	HV	MC	UM		LV	HV	MC	UM		
kendaraan/jam	201	17	825	8	1051	179	10	1061	3	1253	2304
emp	x 1,0	x 1,2	x 0,25	x 0,85		x 1,0	x 1,2	x 0,25	x 0,85		
smp/jam	201	20.4	206	6.8	434.5	179	12	265	2.55	458.8	893.25

• **Data Hambatan Samping**

Data hambatan samping adalah data tentang aktivitas samping jalan yang bisa menimbulkan konflik yang berpengaruh terhadap arus lalu lintas. Hambatan samping tersebut digunakan untuk faktor penyesuaian kapasitas jalan. Hasil survey hambatan samping pada jam puncak kondisi eksisting:

	PED (kej)	PSV (kej)	EEV (kej)	SMV (kej)	Total
Dalam kejadian	70	184	305	11	570
Bobot	x 0,5	x 1,0	x 0,7	x 0,4	
Dalam bobot	35	184	213,5	4,4	436,9

Dari nilai hambatan samping pada tabel diatas sebesar 436,9dimana pada tabel kelas hambatan samping, hambatan samping dengan nilai bobot 300-499 merupakan kelas hambatan samping sedang (M).

Hasil survey hambatan samping pada jam puncak tanpa parkir:

	PED (kej)	EEV (kej)	SMV (kej)	Total
Dalam kejadian	70	305	11	386
Bobot	x 0,5	x 0,7	x 0,4	
Dalam bobot	35	213,5	4,4	252,9

Dari nilai hambatan samping pada tabel diatas sebesar 252,9dimana pada tabel kelas hambatan samping, hambatan samping dengan nilai bobot 100-299 merupakan kelas hambatan samping rendah (L).

• **Analisa data**

**1. Kecepatan arus bebas**

Kondisi	FVo	FVw	FFVSF	FFVcs	FV
	km/jam	km/jam	km/jam	km/jam	km/jam
Eksisting	44	-10	0.92	0.95	29.716
Tanpa parkir	44	-3	0.96	0.95	37.392
Jalan satu arah	57	-4	0.96	0.95	48.336

**2. Kapasitas**

Kondisi	Co	FCw	FCsp	FCsF	FCcs	C
Eksisting	2900	0.56	1	0.91	0.94	1389.17
Tanpa parkir	2900	0.87	1	0.95	0.94	2253.04
Jalan satu arah	1650	0.92	1	0.95	0.94	1355.57

**3. Derajat kejenuhan (DS)**

Kondisi	Arus Kendaraan	Kapasitas	Derajat Kejenuhan
	(Q)	(C)	(DS)
Eksisting	893.25	1389.1696	0.643
Tanpa parkir	893.25	2253.039	0.396
Jalan satu arah	458.8	1355.574	0.338

**4. Kecepatan ( V ) dan waktu tempuh (TT)**

Kondisi	FV	DS	V
Eksisting	29.716	0.643	25
Tanpa parkir	37.392	0.396	37
Jalan satu arah	48.336	0.338	46

Kondisi	Kecepatan	Panjang segmen	Waktu Tempuh
	( V )	( L )	( TT )
Eksisting	25	0.150	21.60
Tanpa parkir	37	0.150	14.59
Jalan satu arah	46	0.150	11.74

**5. Tingkat pelayanan (LOS)**

Kondisi	Tingkat Pelayanan (LOS)	Keterangan

Eksisting	C	<p>arus stabil tetapi kecepatan dan pergerakan kendaraan dikendalikan oleh volume lalu lintas yang lebih tinggi, kepadatan lalu lintas dan hambatan internal meningkat, pengemudi memiliki keterbatasan untuk memilih kecepatan, pindah lajur atau mendahului</p>
Tanpa parkir	B	<p>arus stabil dengan volume lalu lintas sedang dan kecepatan mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas, kepadatan lalu lintas rendah karena hambatan internal lalu lintas belum memengaruhi kecepatan, pengemudi masih punya kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatan dan jalur yang akan digunakan</p>
Jalan satu arah	A	<p>kondisi arus bebas dengan volume lalu lintas rendah dan kecepatan tinggi, kepadatan lalu lintas sangat rendah dengan kecepatan yang dapat dikendalikan oleh pengemudi dan kondisi fisik jalan, pengemudi dapat mempertahankan kecepatan yang diinginkan dengan sedikit tundaan</p>

***Kinerja dan tingkat pelayanan untuk 15 tahun yang akan datang***

Berdasarkan analisis perhitungan, untuk kinerja dan tingkat pelayanan untuk lima belas tahun yang akan datang ruas jalan depan pasar Garung pada kondisi eksisting sudah tidak memenuhi standar dengan nilai derajat kejenuhan mencapai  $2,491 \geq 0,75$ . Sedangkan untuk kondisi pengoptimalan kapasitas ruas jalan untuk lima belas tahun yang akan datang juga sudah tidak memenuhi syarat kelayakan, dimana nilai derajat kejenuhan mencapai  $1,24 \geq 0,75$ .

**Upaya-upaya pengoptimalan kinerja ruas jalan depan pasar Garung untuk masa yang akan datang**

**1. Perencanaan jalan lingkar/jalan satu arah**

Upaya yang paling efektif untuk meningkatkan kinerja jalan Raya Dieng km.09 yaitu dengan perencanaan jalan lingkar/jalan satu arah. Perencanaan jalan lingkar/satu arah melewati jalan pemukiman belakang pasar



yang sudah ada dan memerlukan pembebasan lahan pemukiman agar didapat lebar jalan yang dapat dilalui semua jenis kendaraan. Pada perencanaan jalan ini meliputi perencanaan tebal perkerasan jalan dan perencanaan drainase jalan.

Rencana perkerasan jalan.

a. Studi kelayakan tahun 2017 menunjukkan data kendaraan sebagai berikut:

- Kendaraan tak bermotor = 17 kendaraan/hari
- Sepeda motor = 6901 kendaraan/hari
- Kendaraan ringan = 1246 kendaraan/hari
- Bus = 567 kendaraan/hari
- Truk 2 as = 173 kendaraan/hari
- Truk 3 as = 3 kendaraan/hari
- Jumlah jalur rencana = 1
- Umur rencana = 10 tahun
- Lebar perkerasan = 5,00 m (tabel 2.22)
- LL i (2016-2017) = 8% (tabel 4.18)
- CBR subgrade = 5,7%

Bahan perkerasan

- Laston (MS 590)
- Batu pecah (CBR 100)
- Sirtu (CBR 50)

b. LHR tahun 2017 (Awal umur rencana)  $(1+i)^n$

$$\text{LHR tahun 2017}(1+0,08)^1$$

c. LHR tahun ke-10 (Akhir umur rencana)  $(1+i)^n$

$$\text{LHR tahun 2017}(1+0,08)^{10}$$

d. Menghitung angka ekuivalen (E) (tabel 2.26)

- Kendaraan ringan  $(1+1) = 0,0002 + 0,0002 = 0,0004$
- Bus  $(3+5) = 0,0183 + 0,1410 = 0,1593$
- Truk 2 as  $(5+8) = 0,1410 + 0,9238 = 1,0648$
- Truk 3 as  $(6+2.7) = 0,2923 + 0,7452 = 1,0375$

e. Mengitung lintas ekuivalen permulaan (LEP)

$$\text{LEP} = \sum_{j=mp}^n \text{LHR}_{pj} \times C \times E \rightarrow \text{nilai C (tabel 2.23)}$$

$$\text{LEP} = 300,396$$

f. Mengitung lintas ekuivalen akhir (LEA)

$$\text{LEA} = \sum_{j=mp}^n \text{LHR}_{Aj} \times C \times E$$

$$\text{LEA} = 648,532$$

g. Mengitung lintas ekuivalen rencana (LER)

$$\text{LER} = \text{LET} \times Fp$$

$$Fp = \frac{n_2}{10} = \frac{10}{10} = 1$$

$$\text{LER}_{10} = 474,464 \times 1 = 474,464$$

h. Mencari ITP

- CBR subgrade = 5,7 → DDT = 4,9 (gambar 2.14)

- IP = 1,5 (tabel 2.24)

- FR = 2,0 (tabel 2.28)

- LER = 474,464

- IP<sub>0</sub> = 3,9-3,5 (tabel 2.25)

- ITP<sub>10</sub> = 9,2 (nomogram 5)

i. Menentukan tebal perkerasan

- Laston (MS 590) = a<sub>1</sub> = 0,35; D<sub>1</sub> = 8 cm

- Batu pecah (CBR 100) = a<sub>2</sub> = 0,14; D<sub>2</sub> = 20 cm

- Sirtu (CBR 100) = a<sub>3</sub> = 0,12

- ITP = a<sub>1</sub>D<sub>1</sub> + a<sub>2</sub>D<sub>2</sub> + a<sub>3</sub>D<sub>3</sub> (rumus 59)

$$9,2 = 0,35 \cdot 8 + 0,14 \cdot 20 + 0,12 \cdot D_3$$

$$D_3 = 30 \text{ cm}$$

j. Susunan perkerasan

- Laston (MS 590) = 8 cm

- Batu pecah (CBR 100) = 20 cm

- Sirtu (CBR 50) = 30 cm

## 2. Perencanaan drainase jalan

Menghitung kemiringan rata-rata daerah

a. aliran (S)

$$S_A = \frac{H}{L} = \frac{1022.79 - 1017.79}{150} = 0.033$$

b. Menghitung waktu konsentrasi ( $t_c$ )

$$T_c = 0.0195 \left[ \frac{L}{\sqrt{S}} \right]^{0.77}$$

$$t_{cA} = 0.0195 \left[ \frac{150}{\sqrt{0.033}} \right]^{0.77} = 3.422 \text{ Menit}$$

$$= 0.057 \text{ Jam}$$

c. Menghitung intensitas hujan (I)

$$I = \frac{R}{24} \times \left[ \frac{24}{T_c} \right]^{2/3}$$

$$I_A = \frac{264.765}{24} \times \left[ \frac{24}{0.057} \right]^{2/3} = 619.460 \text{ mm/jam}$$

$$= 0.0001721 \text{ m/det}$$

d. Menghitung debit (Q)

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A$$

$$Q_A = 0.278 \times 0.4 \times 0.0001721 \times 13520$$

$$= 0.259$$

e. Menghitung dimensi saluran

Bentuk saluran persegi

- Saluran A

$$Q = 0.274$$

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0.274}{1.5} = 0.182$$

$$I = \frac{1022.79 - 1017.79}{65} = 0.077$$

$$H = \sqrt{\frac{0.182}{2}} = 0.302 \text{ M}$$

$$B = 2 \times 0.302 = 0.604 \text{ M}$$

$$F = \sqrt{\frac{0.302}{2}} = 0.389 \text{ M}$$

- Saluran B

$$Q = 0.221$$

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0.221}{0.9} = 0.246$$

$$I = \frac{1022.79 - 1017.79}{65} = 0.026$$

$$\begin{aligned}
 & \frac{190}{\phantom{H}} \\
 H &= \sqrt{\frac{0.246}{2}} = 0.351 \quad M \\
 B &= 2 \times 0.351 = 0.701 \quad M \\
 F &= \sqrt{\frac{0.351}{2}} = 0.419 \quad M \\
 & \text{- Saluran C} \\
 Q &= 0.140 \\
 A &= \frac{Q}{V} = \frac{0.140}{1.5} = 0.094 \\
 I &= \frac{1017.79 - 1009.16}{120} = 0.072 \\
 H &= \sqrt{\frac{0.094}{2}} = 0.216 \quad M \\
 B &= 2 \times 0.216 = 0.433 \quad M \\
 F &= \sqrt{\frac{0.216}{2}} = 0.329 \quad M
 \end{aligned}$$

## 5. Kesimpulan

1. Berdasarkan analisis perhitungan, kinerja ruas jalan Raya Dieng km. 09 depan pasar Garung untuk saat ini sudah tidak memenuhi standar kelayakan lalu lintas pada saat kondisi eksisting, yaitu kondisi dimana kinerja jalan terpengaruhi oleh kegiatan parkir dan kegiatan yang termasuk hambatan samping di sepanjang badan jalan depan pasar Garung. Sedangkan untuk kondisi pengoptimalan kapasitas ruas jalan, yaitu dengan menghilangkan hambatan kendaraan parkir jalan yang diteliti masih memenuhi standar kelayakan lalu lintas.
2. Tingkat pelayanan jalan atau level of service (LOS) untuk saat ini dalam kondisi eksisting atau terpengaruh kegiatan parkir masuk dalam klarifikasi tingkat pelayanan (LOS) C, sedangkan pengoptimalan kinerja ruas jalan tanpa parkir masuk dalam klarifikasi tingkat pelayanan (LOS) B dan pengoptimalan dengan jalan satu arah masuk dalam klarifikasi tingkat pelayanan (LOS) A.
3. Upaya mengoptimalkan kinerja ruas jalan depan pasar Garung untuk masa sekarang yaitu dengan penertiban parkir di badan jalan, penertiban pedagang kaki lima, menyediakan tempat naik turun penumpang. Upaya yang dilakukan

untuk meningkatkan kinerja jalan Raya Dieng km.09 untuk masa yang akan datang yaitu dengan perencanaan jalan lingkaran/jalan satu arah.

## 6. Daftar Pustaka

\_\_\_\_\_.(1997).“*Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*”,DirektoratJendral Bina MargaDirektorat, Jakarta Selatan.

\_\_\_\_\_. (1987). “*Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen (SKBI-2.3.26.1987)*”.Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU.

Bisa, Fakhli. 2017. “*Tinggi Jagaan Atau Freeboard Pada Saluran Drainase*”.

<http://www.kumpulengineer.com/2015/01/tinggi-jagaan-atau-freeboard-pada.html> (diakses pada 21 November 2017 jam 10:35)

Nasmar, Ir. H. A. Ralim, MT. “*Drainasi Perkotaan*”. UII Press.

T, Ir. Gunawan. 1990. “*Diktat Soal dan Penyelesaian Hidrolika Seri H*”. Jakarta: Delta Teknik Group.