

BAB V

HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

5.1 Hasil Inventarisasi Data

Data yang diperoleh merupakan data primer maupun data sekunder. Data primer yang merupakan data yang berhubungan langsung dengan masalah lalu-lintas dan diperoleh dari pengumpulan data secara langsung di lapangan. Data sekunder yang merupakan data penunjang, baik yang berhubungan langsung atau tidak langsung diperoleh dari pengumpulan data dari instansi yang terkait.

Tabel 5.1 Data segmen jalan.

1. Nama segmen jalan	Secang – Pringsurat Sta. 9+100 – Sta. 12+00 Kabupaten Magelang Jawa Tengah
1. Kelandaian rata – rata	
a. Segmen I.	2,1 %
b. Segmen II	4 % (Kelandaian khusus)
2. Panjang jalan	
a. Segmen I	Sta. 9+100 – Sta.11+200 2,1 Km.
b. Segmen II	Sta. 11+200 – Sta.12+00 0,8 Km.
3. Tipe jalan	Dua lajur dua arah tak terbagi 2/2 UD
4. Kelas jalan	Nasional/ Arteri
5. Kelas jarak pandang	B
6. Tipe alinyemen	Bukit
7. Pengembangan samping jalan	0 %
8. Median	Tidak ada
9. Lebar bahu	1 m
11. Lebar jalur lalu lintas	7 m
12. Karakteristik bahu	Tidak diperkeras

Sumber : Pengolahan data primer dan data sekunder.

5.2 Hasil Survey Lalu – Lintas

Survey lalu-lintas yang merupakan data primer didapat langsung di lapangan dan dilakukan selama tiga hari yaitu Minggu, 15 April 2001, Senin, 16 April 2001, Selasa, 17 April 2001 selama tiga jam pada jam sibuk anggapan yaitu pagi pukul 06.00-09.00 WIB, siang pukul 11.00-14.00 WIB, dan sore pukul 15.30-18.30 WIB meliputi :

1. Kendaraan Ringan (LV) yaitu kendaraan beroda empat, dengan dua gandar berjarak 2,0 – 3,0 m yang meliputi sedan, mikro bus, jeep, station (mobil penumpang), dan pick up (mobil angkutan barang).
2. Kendaraan Berat Menengah (MHV) yaitu kendaraan bermotor dengan dua gandar berjarak 3,5 – 5,0 m yang meliputi bus kecil, truk dua as enam roda.
3. Truk Besar (LT) meliputi truk tiga gandar dan truk kombinasi dengan jarak antara gandar pertama ke gandar kedua $< 3,5$ m .
4. Bis Besar (LB) meliputi bis dengan dua atau tiga gandar.
5. Sepeda Motor (MC) meliputi sepeda motor roda dua atau tiga.

Kendaraan tidak bermotor (UM) berupa andong, becak, gerobak, dan sepeda (kendaraan bertenaga manusia atau hewan diatas roda) tidak dianggap sebagai unsur lalu-lintas tetapi sebagai unsur hambatan samping, sehingga kendaraan tidak bermotor tersebut dimasukkan dalam survey hambatan samping. Untuk menentukan jam puncak dengan cara menjumlahkan arus kedua arah sehingga didapat arus total kedua arah dalam kend/jam. Arus total kedua arah (kend/jam) tiap 15 menit tersebut dijumlahkan menjadi satu jam, sehingga diketahui arus total kedua arah (kend/jam) setiap satu jam dan dicari arus total kedua arah (kend/jam) yang paling besar untuk menentukan jam puncak yang merupakan dasar perhitungan untuk setiap segmen. Hasil survey lalu-lintas dapat dilihat di lampiran.

Tabel 5.2 Hasil survey arus lalu-lintas segmen I pada jam puncak, Senin, 16 April 2001, pukul 17.15-18.15.

Arah	LV (Kend/jam)	MHV (Kend/jam)	LB (Kend/jam)	LT (Kend/jam)	MC (Kend/jam)	Total (Kend/jam)
Jogja-Semarang	433	68	37	20	133	691
Semarang-Jogja	386	61	37	21	147	652
Total kedua arah	819	129	74	41	280	1343

Sumber : Hasil pengamatan di lapangan

Tabel 5.3 Hasil survey arus lalu-lintas segmen II pada jam puncak, Senin, 16 April 2001, pukul 11.15-12.15.

Arah	LV (Kend/jam)	MHV (Kend/jam)	LB (Kend/jam)	LT (Kend/jam)	MC (Kend/jam)	Total (Kend/jam)
Jogja-Semarang	343	66	28	19	158	614
Semarang-Jogja	379	51	48	62	159	699
Total kedua arah	722	117	76	81	317	1313

Sumber : Hasil pengamatan di lapangan

Keterangan : a. LV = Kendaraan Ringan. d. LT = Truk Besar.
 b. MHV = Kendaraan Berat Menengah. e. MC = Sepeda Motor.
 c. LB = Bus Besar.

5.3 Hambatan Samping.

Survey hambatan samping dilakukan bersamaan dengan survey lalu-lintas pada waktu yang sama. Hasil pengamatan tipe kejadian hambatan samping dan frekwensi kejadian meliputi :

1. **Pejalan kaki (PED)** yaitu meliputi jumlah pejalan kaki yang berjalan sepanjang atau menyeberang jalan.
2. **Parkir dan kendaraan berhenti (PSV)** yaitu meliputi jumlah penghentian dan gerakan parkir.
3. **Kendaraan keluar dan masuk (EEV)** yaitu meliputi jumlah kendaraan bermotor yang masuk ke / keluar dari lahan samping jalan dan jalan samping.
4. **Kendaraan lambat (SMV)** yaitu arus total kendaraan lambat (kend/jam) sepeda, becak, delman, pedati, dan sebagainya.

Hambatan samping pada jam puncak mengikuti jam puncak survey lalu-lintas. Hasil survey hambatan samping dapat dilihat pada tabel – tabel di lampiran.

Tabel 5.4 Hasil survey hambatan samping pada jam puncak.

Segmen	Hari/Tanggal	Jam	PED	PSV	EEV	SMV	TOTAL
Segmen I	Senin, 16 April 2001	17.15-18.15	0	21	0	0	21
Segmen II	Senin, 16 April 2001	11.15-12.15	0	48	171	0	219

Sumber : Hasil pengamatan di lapangan.

Keterangan : a. PED = Pejalan Kaki.

d. SMV = Kendaraan lambat.

b. PSV = Parkir dan Kendaraan Berhenti.

c. EEV = Kendaraan Keluar + Masuk.

5.4 Analisis Penelitian.

Analisis penelitian dilakukan ketika data primer dan data sekunder telah terkumpul sehingga data primer dan data sekunder dapat berfungsi saling melengkapi. Analisis dan

perhitungan berdasarkan urutan pengerjaan menggunakan prosedur Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997.

5.4.1 Langkah A : Data Masukan.

Langkah A : Data Masukan ini dimasukkan dalam formulir IR-1 untuk memperlihatkan kondisi umum dan geometrik jalan yang diteliti dan terdiri :

1. Langkah A - 1 : Data Umum.

- a. Penentuan segmen : Ruas jalan Secang – Pringsurat Sta.9+100 – Sta.12+00 Kabupaten Magelang Jawa Tengah ini dibagi menjadi segmen I , tipe jalan dua-jalur dua-lajur tak terbagi mulai Sta. 9+100 – Sta. 11+200 panjang jalan 2,1 km, merupakan alinyemen bukit dan segmen II , jalan dua-jalur dua-lajur tak terbagi mulai Sta. 11+200 – Sta. 12+00 panjang jalan 0,8 km dengan kelandaian rata-rata 4 % yang merupakan kelandaian khusus, alinyemen bukit (MKJI, 1997).
- b. Data pengenalan segmen I dan segmen II ini dimasukkan dalam bagian atas dari formulir IR-1 dan dapat dilihat di lampiran.

2. Langkah A - 2 : Kondisi Geometrik.

Kondisi Geometrik ruas jalan ini meliputi :

- a. Alinyemen horisontal dan pengembangan di samping jalan : Kedua segmen mempunyai pengembangan samping jalan 0 % dan langkah ini dimasukkan dalam formulir IR-1 dan dapat dilihat di lampiran.
- b. Kelas jarak pandang : Kelas jarak pandang untuk masing – masing segmen yaitu kelas jarak pandang B.
- c. Alinyemen vertikal : Segmen I mempunyai kelandaian rata – rata 2,1 % dan Segmen II mempunyai kelandaian rata – rata 4 %.

- d. Tipe alinyemen : Berdasarkan Spesifikasi Bina Marga dalam Spesifikasi Standar Untuk Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota 1990, maka segmen I dengan kemiringan melintang rata-rata 14,9 % termasuk medan bukit, sedangkan segmen II dengan kemiringan melintang rata-rata 10,1 % termasuk medan bukit.
- e. Penampang melintang jalan : kedua segmen mempunyai penampang melintang dengan lebar 7 m, lereng melintang normal 2 %, bahu jalan rata - rata 1 m.
- f. Kondisi permukaan jalan : Kedua segmen mempunyai jenis permukaan perkerasan lentur, kondisi permukaan baik, bahu jalan berupa tipe permukaan kerikil, beda tinggi dengan jalan 0,0 cm, dan penggunaan bahu sebagai parkir.
- g. Kondisi pengaturan lalu-lintas : terdapat rambu – rambu pengatur lalu-lintas yang cukup baik dan lengkap.

3. Langkah A - 3 : Kondisi Lalu-Lintas.

Langkah ini untuk menentukan arus dan komposisi lalu-lintas dalam satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan cara arus lalu lintas pada jam puncak (kend/jam) dikalikan dengan ekivalen mobil penumpang (emp) tiap-tiap komposisi kendaraan. Nilai arus lalu-lintas total kedua arah jam rencana (Q_{DH}) dalam kend/jam untuk setiap tipe kendaraan dan jurusan dimasukkan ke dalam Kolom 2, 4, 6, 8 dan 10 Baris 3, 4 dan 5 Formulir IR-2. Nilai emp untuk setiap tipe kendaraan dimasukkan ke dalam Formulir IR-2 Baris 1.1 dan 1.2. Untuk kelandaian khusus nilai arus lalu-lintas untuk arah 1 (mendaki) dan arah 2 (menurun). Nilai arus lalu – lintas dalam smp/jam dimasukkan pada Kolom 3, 5, 7, 9 dan 11; Baris 3 dan 4 Formulir IR-2. Arus total dalam smp/jam merupakan hasil penjumlahan Baris 3 dan 4 yang merupakan arus total arah 1+2 dalam smp/jam dan hasilnya dimasukkan

pada Baris 5. Untuk segmen I dengan tipe jalan 2/2 UD dengan menggunakan tabel 3.5, emp Kendaraan Berat Menengah (MHV), Bus Besar (LB), Truk Besar (LT), Sepeda Motor (MC) sesuai dengan arus total (kend/jam) dan tipe alinyemen dan dengan interpolasi arus lalu-lintasnya. Emp Kendaraan Ringan (LV) selalu 1,0. Emp Sepeda Motor (MC) tergantung juga kepada lebar jalur lalu-lintas. Nilai emp setiap komposisi lalu-lintas dimasukkan kedalam Formulir IR – 2 Tabel penggolongan arus lalu-lintas perjam. Baris 1.1 dan 1.2. Emp untuk jalan tidak terbagi mempunyai nilai yang sama untuk kedua jurusan.

Tabel 5.5 Ekuivalen mobil Penumpang (emp) segmen I.

Tipe Alinyemen	Arus Total (Kend/jam)	Emp				
		LV	MHV	LB	LT	MC dengan lebar jalur 7 m
Bukit	1343	1,00	1,85	1,85	3,61	0,5

Sumber : Hasil perhitungan.

Untuk segmen II dengan kelandaian khusus mempunyai emp yang berbeda untuk setiap arah. Emp untuk arah mendaki (arah 1) pada kelandaian khusus yaitu :

1. Emp Kendaraan Ringan (LV) selalu 1,0.
2. Emp Bus Besar (LB) adalah 2,5 untuk arus lebih kecil dari 1.000 kend/jam dan 2,0 untuk keadaan lainnya.
3. Emp Kendaraan Berat Menengah (MHV) dan Truk Besar (LT) dapat dilihat pada tabel 3.2, jika arus lalu-lintas dua arah lebih besar dari 1.000 kend/jam nilai tersebut dikalikan dengan 0,7.
4. Emp Sepeda Motor (MC) adalah 0,7 untuk arus lebih kecil dari 1.000 kend/jam dan 0,4 untuk keadaan lainnya.

Tabel 5.6 Ekuivalen mobil penumpang (emp) segmen II kelandaian khusus arah mendaki.

Tipe Alinyemen	Arus Total (Kend/jam)	Emp				
		LV	MHV	LB	LT	MC
Bukit	1313	1,00	$3,34 \times 0,7 = 2,34$	2,0	$6,04 \times 0,7 = 4,23$	0,4

Sumber : Hasil perhitungan.

Emp untuk arah menurun (arah 2) sesuai dengan tabel 3.1 dengan anggapan sama seperti untuk alinyemen datar dengan tipe jalan dua-lajur dua-arah tak terbagi.

Tabel 5.7 Ekuivalen mobil penumpang (emp) segmen II kelandaian khusus arah menurun.

Tipe Alinyemen	Arus Total (Kend/jam)	Emp				
		LV	MHV	LB	LT	MC
Datar	1313	1,00	1,52	1,61	2,51	0,73

Sumber : Hasil perhitungan.

Nilai arus lalu – lintas setiap tipe kendaraan dalam smp/jam merupakan hasil perkalian antara arus lalu-lintas setiap tipe kendaraan dalam kend/jam dengan emp tiap – tiap tipe kendaraan. Nilai smp segmen I sama kedua arah dengan tipe jalan 2/2 UD, pemisahan arah 50 % -50 % dan emp yang sama untuk kedua arah, segmen II dengan kelandaian khusus mempunyai nilai smp yang berbeda untuk setiap arah dengan arus lalu-lintas dan emp yang berbeda untuk setiap arah .

Tabel 5.8 Satuan mobil penumpang arus lalu-lintas segmen I.

Arah	LV (smp/jam)	MHV (smp/jam)	LB (smp/jam)	LT (smp/jam)	MC (smp/jam)	Total (smp/jam)
Total kedua arah	819	239	136	148	141	1483

Sumber : Hasil perhitungan.

Tabel 5.9 Satuan mobil penumpang (smp) segmen II.

Arah	LV (smp/jam)	MHV (smp/jam)	LB (smp/jam)	LT (smp/jam)	MC (smp/jam)	Total (smp/jam)
Jogja-Semarang (arah 1 mendaki)	343	154	55	80	63	697
Semarang-Jogja (arah 2 menurun)	379	78	77	156	117	806
Total kedua arah	722	232	132	236	180	1502

Sumber : Hasil perhitungan.

4. Langkah A – 4 : Hambatan Samping

Untuk menentukan kelas hambatan samping perlu diketahui frekwensi berbobot dari kejadian (tabel 3.4) dengan cara mengalikan hasil pengamatan mengenai frekwensi kejadian hambatan samping per jam per 200 m pada kedua sisi segmen yang dipelajari, (Formulir IR-2, Kolom 23) dengan faktor bobot relatif (tabel 3.3) dari jenis kejadian tersebut (Kolom 22) kemudian hasilnya dimasukkan ke Kolom 24 Formulir IR-2 dan melingkari kelas yang sesuai dengan tabel 3.4.

Tabel 5.10 Analisa Hambatan Samping Pada Jam Puncak Segmen I, Senin, 16 April 2001
Pukul 17.15-18.15

Tipe kejadian hambatan samping	Simbol	Faktor Bobot	Frekwensi kejadian	Frekwensi Berbobot	Kelas Hambatan Samping
Pejalan kaki	PED	0.6	0 /jam,200m	0	VL Sangat rendah
Parkir,kendaraan berhenti	PSV	0.8	21 /jam,200m	17	
Kendaraan keluar + masuk	EEV	1.0	0 /jam,200m	0	
Kendaraan lambat	SMV	0.4	0 /jam	0	
Total:				17	

Sumber : Hasil Perhitungan.

Tabel 5.11 Analisa Hambatan Samping Pada Jam Puncak Segmen II, Senin, 16 April 2001

Pukul 11.15-12.15

Tipe kejadian hambatan samping	Simbol	Faktor Bobot	Frekwensi kejadian	Frekwensi Berbobot	Kelas Hambatan Samping
Pejalan kaki	PED	0,6	0 /jam,200m	0	M Sedang
Parkir,kendaraan berhenti	PSV	0,8	48 /jam,200m	38	
Kendaraan keluar + masuk	EEV	1,0	171/jam,200m	171	
Kendaraan lambat	SMV	0,4	0 /jam	0	
Total:				209	

Sumber : Hasil Perhitungan.

5.4.2 Langkah B : Kecepatan Arus Bebas

Untuk jalan tak-terbagi alinyemen biasa, semua analisis dilakukan pada kedua arah, dengan data masukan dari Langkah A menggunakan formulir IR - 3 terdiri langkah B-1 sampai B-5, sedangkan untuk kelandaian khusus langsung ke langkah B-6 dengan menggunakan Formulir IR-3 SPEC.

1. Langkah B-1 = Kecepatan Arus Bebas Dasar.

Segmen I dengan tipe jalan dua-lajur dua arah tak terbagi 2/2 UD dan tipe alinyemen bukit (Tabel 3.6) mempunyai kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan $FV_0 = 61$ km/jam dan dimasukkan ke Formulir IR-3 Kolom 2.

2. Langkah B-2 = Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Lebar Jalur Lalu-Lintas.

Penyesuaian kecepatan arus bebas akibat lebar jalur lalu lintas untuk tipe jalan 2/2UD dengan lebar efektif jalur lalu-lintas 7 m, tipe alinyemen bukit (Tabel 3.7) didapat $FV_w = 0$ km/jam dan dimasukkan ke Formulir IR-3 Kolom 3.

2. Langkah B-3 : Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Hambatan Samping.

Segmen I mempunyai lebar efektif bahu 1,00 m dan tipe jalan 2/2 UD. Kelas hambatan samping sangat rendah (Tabel 3.8) didapat $FFV_{SF} = 1,00$ dan hasilnya dimasukkan ke Kolom 5 Formulir IR-3.

4. Langkah B-4 = Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Kelas Fungsional Jalan (FFV_{RC})

Segmen I merupakan tipe jalan 2/2 UD dengan kelas fungsional jalan arteri dan mempunyai pengembangan samping jalan 0 % sehingga $FFV_{RC} = 1,00$ dan hasilnya dimasukkan ke Kolom 6 Formulir IR-3.

5. Langkah B-5 = Penentuan Kecepatan Arus Bebas Pada Kondisi Lapangan.

Kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada kondisi lapangan untuk segmen I dihitung dengan rumus : $FV = (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{RC}$, sehingga didapat $FV = (61 + 0) \times 1,00 \times 1,00 = 61,00$ km/jam dan dimasukkan ke Kolom 7.

6. Langkah B-6 = Kecepatan Arus Bebas Pada Kelandaian Khusus, 2/2 UD.

a. Kelandaian rata-rata = 4 % dan panjang kelandaian = 0,8 km dan dimasukkan pada Formulir IR-1.

b. Menentukan kecepatan arus bebas dasar FV_O kendaraan ringan untuk kondisi datar yaitu dengan menggunakan tabel 3.6, dengan anggapan $SDC = B$. Sehingga FV_O kendaraan ringan = 65 km/jam dan FV_O truk besar = 55 km/jam, dan hasilnya dimasukkan ke Kolom 2 arah 0 Formulir IR-3 SPEC.

c. Menentukan faktor penyesuaian yang diuraikan pada langkah B-2 sampai B-4 dan hasilnya dimasukkan ke Formulir IR-3 SPEC kolom 3 sampai 6.



- d. **Faktor penyesuaian untuk segmen II dengan kelandaian khusus** sesuai dengan langkah B-2 sampai B-4 yaitu :
1. **Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas akibat lebar jalur lalu-lintas** dengan tipe jalan 2/2 UD, lebar efektif jalan 7 m, SDC B (tabel 3.7) didapat $FV_w = 0$ km/jam.
 2. **Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas akibat hambatan samping** dengan tipe jalan 2/2 UD, kelas hambatan samping sedang, lebar bahu efektif 1,0 m (tabel 3.8) didapat $FFV_{SF} = 0,92$.
 3. **Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas akibat kelas fungsional jalan** dengan tipe jalan 2/2 UD, kelas fungsional jalan arteri, pengembangan samping jalan 0 % (tabel 3.9) didapat $FFV_{RC} = 1,00$.
- e. Kecepatan arus bebas kendaraan ringan untuk dihitung dengan menggunakan rumus $FV = (FV_o + FV_w) \times FFV_{SF} \times FFV_{RC}$, sehingga didapat $FV = (65+0) \times 0,92 \times 1,00 = 59,8$ km/jam.
- f. Menentukan kecepatan arus bebas dasar mendaki $FV_{UH,O}$ dan kecepatan arus bebas dasar menurun $FV_{DH,O}$ untuk kendaraan ringan pada kelandaian khusus, tipe jalan 2/2 UD (tabel 3.10) dengan besar tanjakan 4 % dan panjang kelandaian 0,8 km didapat $FV_{UH,O} = 64,9$ km/jam dan $FV_{DH,O} = 68$ km/jam dan hasilnya dimasukkan ke Kolom 2 pada baris untuk arah 1 (mendaki) dan baris arah 2 (menurun) Formulir IR-3 SPEC.
- g. Menentukan kecepatan mendaki FV_{UH} dengan membandingkan antara kecepatan arus bebas dasar untuk kondisi datar pada Kolom 7 dengan kecepatan mendaki dasar pada Kolom 2 Formulir IR-3 SPEC sebagai berikut :

1. Jika $FV_{\text{DATAR}} \leq FV_{\text{UH},O}$ maka $FV_{\text{UH}} = FV_{\text{DATAR}}$.

2. Jika $FV_{\text{DATAR}} > FV_{\text{UH},O}$, maka menggunakan rumus $FV_{\text{UH}} = FV_{\text{UH},O} - (68 -$

$$FV_{\text{DATAR}}) \times \frac{10 - \text{Kemiringan}}{10} \times \frac{0,62}{L}$$

$FV_{\text{DATAR}} = 59,8 \text{ km/jam} < FV_{\text{UH},O} = 64,9 \text{ km/jam}$, maka $FV_{\text{UH}} = FV_{\text{DATAR}}$

sehingga $FV_{\text{UH}} = 59,8 \text{ km/jam}$ dan hasilnya dimasukkan ke Kolom 7.

h. Menentukan kecepatan menurun FV_{DH} dengan kecepatan arus bebas sesungguhnya untuk kondisi datar pada Kolom 7 dengan kecepatan menurun dasar pada Kolom 2 sebagai berikut :

1. Jika $FV_{\text{DATAR}} \leq FV_{\text{DH},O}$, maka $FV_{\text{DH}} = FV_{\text{DATAR}}$.

2. Jika $FV_{\text{DATAR}} > FV_{\text{DH},O}$, maka $FV_{\text{DH}} = FV_{\text{DH},O}$.

$FV_{\text{DATAR}} = 59,8 \text{ km/jam} < FV_{\text{DH},O} = 68 \text{ km/jam}$, maka $FV_{\text{DH}} = FV_{\text{DATAR}}$

sehingga $FV_{\text{DH}} = 59,8 \text{ km/jam}$.

i. Menentukan kecepatan arus bebas rata-rata untuk kedua arah FV sebagai

berikut :
$$FV = \frac{Q_{LV1}}{\frac{Q_{LV1}}{FV_{UH}} + \frac{Q_{LV2}}{FV_{DH}}} \cdot FV = \frac{722}{\frac{343}{59,8} + \frac{379}{59,8}} = 60,2 \text{ km/jam}$$

j. Menentukan kecepatan arus bebas datar truk besar dengan kelandaian khusus

$$FLT_{\text{LT,FLAT}} = FV_{\text{LT},O} - FFV \times FV_{\text{LT},O} / FV_O, \text{ dengan } FFV = FV_O - FV. FV_{\text{LT},O}$$

didapat dari tabel 3.6 dengan tipe jalan 2/2 UD, tipe medan datar SDC B maka

$$FV_{\text{LT},O} = 55 \text{ km/jam}, FLT_{\text{LT,FLAT}} = 55 - (65 - 59,8) \times 55 / 65 = 50,6 \text{ km/jam}$$

k. Menentukan kecepatan arus bebas dasar mendaki truk besar yang disesuaikan

$$FLT_{\text{UH}} = FLT_{\text{UH},O} - (58 - FLT_{\text{DATAR}}) \frac{8 - \text{Kemiringan}}{8} \times \frac{0,6}{L}. FLT_{\text{UH},O} \text{ didapat}$$

dari tabel 3.10 dengan kemiringan 4 % dan panjang 0,8 km. sehingga diperoleh

$$FLT_{UHL0} = 42,54. FLT_{UH} = 42,54 - (58 - 50,6) \frac{8-4}{8} \times \frac{0,6}{0,8} = 39,8 \text{ km/jam.}$$

5.4.3 Langkah C : Analisa Kapasitas

Langkah C : Analisa Kapasitas ini menggunakan formulir IR-3 untuk alinyemen biasa dan Formulir IR-3 SPEC untuk kelandaian khusus terdiri dari :

1. Langkah C-1 : Kapasitas dasar.

Kapasitas dasar untuk segmen I dengan tipe jalan 2/2 UD, tipe alinyemen Bukit (tabel 3.12) mempunyai kapasitas dasar $C_0 = 3.000$ smp/jam/lajur dan hasilnya dimasukkan ke Kolom 11 Formulir IR-3.

2. Langkah C-2 : Faktor Penyesuaian Untuk Lebar Jalur Lalu-Lintas.

Tipe jalan segmen I 2/2 UD , lebar efektif jalur lalu-lintas 7 m didapat $FC_W = 1,00$ (tabel 3.13) dan hasilnya dimasukkan ke Formulir IR-3, Kolom 12.

3. Langkah C-3 : Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah

Segmen I dengan tipe jalan dua lajur 2/2 dan pemisahan arah 50 % - 50 % mempunyai $FC_{SP} = 1,00$ (tabel 3.14) dan di masukkan ke Kolom 13 Formulir IR-3.

4. Langkah C-4 : Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping.

Segmen I dengan tipe jalan 2/2 UD, kelas hambatan samping sangat rendah, dan lebar bahu efektif 1 m (tabel 3.15) mempunyai $FC_{SF} = 0,99$ dan hasilnya dimasukkan ke Kolom 14, Formulir IR-3.

5. Langkah C-5 : Kapasitas Pada Kondisi Lapangan.

Kapasitas segmen jalan pada kondisi lapangan dihitung dengan menggunakan rumus $C = C_0 \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF}$ dan hasilnya dimasukkan ke Formulir IR-3, Kolom 15. $C = 3.000 \times 1 \times 1 \times 0,99 = 2.970$ smp/jam.

6. Langkah C-6 : Kapasitas Pada Kelandaian Khusus.

Kapasitas pada kelandaian khusus pada prinsipnya dihitung seperti dengan alinyemen umum dengan perbedaan pada kapasitas dasar dan beberapa faktor penyesuaiannya dan menggunakan Formulir IR-3 SPEC.

- a. Menentukan kapasitas dasar C_0 dengan menggunakan tabel 3.16 dengan panjang jalan 0,8 km dan kelandaian 4 % diperoleh $C_0 = 2.900$ smp/jam dan hasilnya dimasukkan ke Kolom 11, Formulir IR-3 SPEC.
- b. Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu – lintas (FC_w) dengan lebar efektif jalur lalu–lintas 7 m, tipe jalan 2/2 UD (tabel 3.13) diperoleh $FC_w = 1,00$ dan hasilnya dimasukkan ke Kolom 12, Formulir IR-3 SPEC.
- c. Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah FC_{SP} didasarkan pada presentase lalu-lintas pada arah mendaki SP = 46,76 % (arah 1, Formulir IR-2 Kolom 13) dan dengan menggunakan tabel 3.17 diperoleh $FC_{SP} = 1,02$ dan hasilnya dimasukkan ke Kolom 13, Formulir IR-3 SPEC.
- d. Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping FC_{SF} dengan tipe jalan 2/2 UD, kelas hambatan samping sedang, lebar bahu efektif 1,0 m (tabel 3.15) didapat $FC_{SF} = 0,91$ dan dimasukkan ke Kolom 14, Formulir IR-3 SPEC.
- e. Kapasitas kelandaian khusus pada kondisi sesungguhnya dihitung dengan rumus $C = C_0 \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF}$ dengan nilai - nilai dari Kolom 11 – 14, Formulir

IR-3 SPEC. $C = 2.900 \times 1,00 \times 1,02 \times 0,91 = 2692$ smp/jam dan hasilnya dimasukkan ke Kolom 15, Formulir IR-3 SPEC.

5.4.4 Langkah D : Perilaku Lalu-Lintas.

Langkah D : Perilaku Lalu-Lintas ini menggunakan Formulir IR-3 untuk alinyemen umum dan Formulir IR-3 SPEC untuk alinyemen dengan kelandaian khusus.

1. Langkah D-1 : Derajat Kejenuhan.

Derajat kejenuhan didapat dengan menghitung rasio antara Q dan C ($D_s = Q/C$).

Nilai arus total lalu-lintas Q (smp/jam) segmen I = 1483 smp/jam dan nilai kapasitas C = 2970 smp/jam sehingga didapat Derajat Kejenuhan $D_s = 1483 / 2970 = 0,5$ dan nilainya dimasukkan ke Kolom 22, Formulir IR-3.

2. Langkah D-2 : Kecepatan Dan Waktu Tempuh.

a. Untuk menentukan kecepatan dan waktu tempuh dengan menggunakan bantuan gambar 3.1 dan dengan cara sebagai berikut :

1. Memasukkan nilai Derajat Kejenuhan $D_s = 0,5$ (dari Kolom 22) pada sumbu horisontal (x) pada bagian bawah gambar.
2. Membuat garis sejajar dengan sumbu vertikal (Y) dari titik ini sampai memotong tingkatan kecepatan arus bebas $FV = 61$ km/jam (dari Kolom 7).
3. Membuat garis horisontal sejajar dengan sumbu (X) sampai memotong sumbu vertikal (Y) pada bagian sebelah kiri gambar dan dibaca nilai untuk kecepatan kendaraan ringan $V_{LV} = 46$ km/jam untuk kendaraan ringan pada kondisi yang dianalisis dan dimasukkan ke Kolom 23, Formulir IR - 3.

b. Memasukkan panjang segmen $L = 2,1$ km pada Kolom 24 (Formulir IR-3).

- c. Menghitung waktu tempuh rata-rata kendaraan ringan yang dianalisis segmen I,
 $TT = L / V$, $L = 2,1 / 46 = 0,0457$ jam (164,52 detik) dan hasilnya dimasukkan ke Kolom 25, Formulir IR-3.
3. Langkah D-3 : Hanya Untuk 2/2 UD : Derajat Iringan.
 Menentukan derajat iringan berdasarkan derajat kejenuhan pada Kolom 22, Formulir IR-3 dan dengan menggunakan gambar 3.2 sehingga diperoleh derajat iringan = 0,73 dan hasilnya dimasukkan ke Kolom 31, Formulir IR-3.
4. Langkah D-4 : Kecepatan Dan Waktu Tempuh Pada Kelandaian Khusus.
 Untuk kelandaian khusus menggunakan Formulir IR-3 SPEC.
- a. Menghitung Derajat Kejenuhan $DS = Q/C$ dengan arus total $Q = 1503$ smp/jam dan kapasitas $C = 2692$ smp/jam sehingga didapat $DS = 1503 / 2692 = 0,56$ dan dimasukkan ke Kolom 22, Formulir IR-3 SPEC.
- b. Menentukan kecepatan mendaki pada kapasitas V_{UHC} (km/jam) berdasarkan kecepatan mendaki arus bebas dari langkah B - 6 dan menggunakan gambar 3.1 dengan cara sebagai berikut :
1. Memasukkan $DS = 1$ pada sumbu horisontal (x) pada bagian bawah gambar.
 2. Membuat garis sejajar sumbu vertikal (y) dari titik ini sampai memotong tingkatan kecepatan arus bebas dari langkah B - 6 $FV_{UH} = 59,8$ km/km.
 3. Membuat garis horisontal sejajar dengan sumbu (x) sampai memotong sumbu vertikal (y) pada bagian sebelah kiri gambar dan diperoleh kecepatan kendaraan ringan pada kondisi yang dianalisa $V_{LV} = 26,5$ km/jam dan hasilnya dimasukkan ke Kolom 23, Formulir IR-3 SPEC.

- c. Menghitung perbedaan kecepatan arus bebas mendaki V_{UH} pada Kolom 7, Baris 1, Formulir IR-3 SPEC dan kecepatan mendaki pada kapasitas V_{UHC} Kolom 23 Formulir IR-3 SPEC ($FV_{UH} - V_{UHC}$). Diperoleh $59,8 - 26,5 = 33,3$ dan hasilnya dimasukkan ke Kolom 24 Formulir IR-3 SPEC.
- d. Menghitung kecepatan mendaki kendaraan ringan V_{UH} dengan menggunakan rumus $V_{UH} = FV_{UH} - DS(FV_{UH} - V_{UHC})$ dan hasilnya dimasukkan ke Kolom 25 Formulir IR - 3 SPEC. $V_{UH} = 59,8 - 0,56(59,8 - 26,5) = 41,2$ km/jam.
- e. Menghitung waktu tempuh rata-rata $TT = L / V$. $TT = 0,8 / 41,2 = 0,0194$ jam (69,91 detik) dan dimasukkan ke Kolom 27 Formulir IR - 3 SPEC.
- f. Menentukan kecepatan truk besar pada kondisi lapangan $V_{LT,UH}$ dengan menggunakan rumus $V_{LT,UH} = FV_{LT,UH} - DS \times (FV_{LT,UH} - V_{UHC})$ dan diperoleh $V_{LT,UH} = 39,8 - 0,56 \times (39,8 - 26,5) = 32,4$ km/jam dan dimasukkan ke Kolom 25 Formulir IR - 3 SPEC.

5.5 Pembahasan.

Ruas jalan Secang – Pringsurat Sta. 9 + 100 – Sta. 12 + 00 Kabupaten Magelang Jawa Tengah dibagi menjadi dua segmen yaitu segmen I, Sta. 9 + 100 – Sta 11 + 200 dengan panjang jalan 2,1 km, kelandaian rata – rata 2,1 % dan segmen II, Sta. 11 + 200 – Sta. 12 + 00 dengan panjang jalan 0,8 km, kelandaian rata – rata 4 %. Kedua segmen merupakan tipe jalan 2/2 UD, tipe medan bukit, lebar efektif jalan 7 m, lebar efektif bahu 1 m dengan fungsi bahu untuk parkir. Menurut MKJI, 1997 untuk menentukan kelandaian khusus adalah apabila terdapat satu atau lebih kelandaian menerus sepanjang jalan yang menyebabkan masalah kapasitas atau kinerja yang berat. Kelandaian khusus harus merupakan tanjakan menerus yaitu tanpa bagian datar atau menurun, dan harus mempunyai

kelandaian paling sedikit rata-rata 3 % untuk seluruh segmen dan mempunyai panjang tidak kurang dari 400 m. Segmen I dianalisis dengan prosedur biasa untuk alinyemen bukit, sedangkan segmen II dianalisis dengan prosedur untuk kelandaian khusus.

5.5.1 Analisis Operasional Segmen I.

Segmen I dengan jam puncak Senin sore, 16 April 2001 pukul 17.15-18.15 WIB mempunyai arus total kendaraan kedua arah $Q = 1343$ kend/jam atau $Q = 1483$ smp/jam kelas hambatan samping sangat rendah (VL). Kecepatan arus bebas $FV = 61$ km/jam, dan kapasitas $C = 2970$ smp/jam. Derajat kejenuhan $DS = 0,5$ dan derajat iringan = 0,73. Kecepatan kendaraan ringan $V_{LV} = 46$ km/jam dan waktu tempuh $TT = 0,0457$ jam (164,52 detik). MKJI 1997 menyebutkan derajat kejenuhan tidak melebihi nilai 0,75 ($DS < 0,75$). Segmen I mempunyai nilai derajat kejenuhan $DS = 0,5$ kurang dari 0,75 ($DS = 0,5 < 0,75$) sehingga segmen ini dikatakan tidak mempunyai masalah.

5.5.2 Analisis Operasional Segmen II Dengan Kelandaian Khusus.

Segmen II dengan jam puncak Senin siang, 16 April 2001 pukul 11.15-12.15 mempunyai arus total $Q = 1313$ kend/jam atau $Q = 1503$ smp/jam. Kecepatan arus bebas arah mendatar kendaraan ringan $FV_{LV} = 59,8$ km/jam dan truk besar $FV_{LT} = 50,6$ km/jam. Kecepatan arus bebas arah menanjak kendaraan ringan $FV_{UH,LV} = 59,8$ km/jam dan untuk truk besar $FLT_{UH} = 39,8$ km/jam. Kecepatan arus bebas arah menurun untuk kendaraan ringan $FV_{DH,LV} = 59,8$ km/jam. Segmen II mempunyai kapasitas $C = 2692$ smp/jam dan derajat kejenuhan $DS = 0,56$ km/jam. Kecepatan menanjak kendaraan ringan $V_{UH} = 41,2$ km/jam, dengan waktu tempuh sepanjang 0,8 km $TT = 0,8 / 41,2 = 0,0194$ jam (69,91 detik), dan kecepatan menanjak truk besar $V_{LT,UH} = 32,4$ km/jam, dengan waktu tempuh $TT = 0,8 / 32,4 = 0,0247$ jam (88,92 detik). Segmen II dengan derajat kejenuhan $DS = 0,56$ (DS

= 0,56 < 0,75) bisa dikatakan tidak mempunyai masalah tetapi untuk truk besar dengan kecepatan menanjak $V_{LT} = 32,4$ km/jam merupakan masalah sendiri karena kecepatannya berkurang sebesar 58,33 % dari kecepatan rencana sebesar 80 km/jam. Menurut Spesifikasi Standar Untuk Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota 1990 Sub Direktorat Perencanaan Teknis Jalan Bipran Bina Marga menentukan bahwa dengan kecepatan rencana 80 km/jam dan kelandaian maksimum 4 % truk yang bermuatan penuh dapat mendaki jarak yang panjang pada suatu kelandaian dengan kecepatan lebih dari separuh dari kecepatan rencana (80 km/jam) dengan kata lain kendaraan berat mempunyai kecepatan pada suatu kelandaian minimal 45 km/jam. Dalam hal ini kecepatan truk untuk segmen II dengan kelandaian sebesar 4 % dan kecepatan rencana 80 km/jam berkurang lebih dari separuh dari kecepatan rencana (berkurang sebesar 58,33 %) yaitu kecepatan menanjak truk $V_{LT} = 32,4$ km/jam sehingga melampaui batas minimal kecepatan yang disyaratkan untuk truk sehingga perlu adanya penambahan lajur khusus untuk mengakomodasikan truk yaitu dengan penambahan lajur pendakian. Lebar jalur pendakian ini menurut Spesifikasi Standar Untuk Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota 1990 Sub Direktorat Perencanaan Teknis Jalan Bipran Bina Marga sebesar lajur utama yaitu 3,5 m dan bahu 1 m.

5.5.3 Analisis Penambahan Lajur Pendakian.

Menurut MKJI 1997 jika suatu kelandaian mempunyai lajur pendakian, maka dianggap arah mendaki sebagai satu arah dari jalan empat-lajur tak-terbagi 4/2 UD pada alinyemen gunung. Prosedur perhitungan menurut MKJI 1997 adalah sebagai berikut :

1. Menganggap arus lalu-lintas (Q smp/jam) adalah sama seperti untuk keadaan tanpa lajur pendakian.

2. Menentukan kapasitas dasar C_0 sebesar 3 kali dari kapasitas dasar pada jalan empat-lajur tak-terbagi, alinyemen gunung, hasilnya dimasukkan ke Kolom 11 Formulir IR-3 SPEC sehingga didapat $C_0 = 3 \times 1600 = 4800$ smp/jam/lajur.
3. Menentukan penyesuain untuk kapasitas akibat lebar jalur lalu-lintas (FC_w) dan hambatan samping (FC_{SF}) dengan menganggap jalan adalah empat-lajur tak-terbagi dengan lebar lajur sama dengan lebar jalur lalu-lintas dibagi tiga ($CW/3$) dan hasilnya dimasukkan ke Kolom 12 dan 14, Formulir IR-3 SPEC sehingga lebar lajur adalah $(7+3,5)/3 = 3,5$ m dan didapat $FC_w = 1,00$ dan $FC_{SF} = 0,91$.
4. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah FC_{SP} dengan anggapan jalan adalah dua-lajur tak-terbagi 2/2 UD dan hasilnya dimasukkan ke Kolom 13 Formulir IR-3 SPEC. Pemisahan arah 55 %-45 % sehingga diperoleh $FC_{SP} = 0,97$.
5. Menghitung kapasitas $C = C_0 \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF}$ dan mengitung derajat kejenuhan $DS = Q / C$ dan hasilnya dimasukkan ke Kolom 15 dan 22 Formulir IR 3 SPEC. Kapasitas $C = 4.800 \times 1,00 \times 0,97 \times 0,91 = 4237$ smp/jam/lajur derajat kejenuhan $DS = 1503 / 4237 = 0,35$.
6. Menentukan kecepatan pada arah mendaki $V_{LV,UH}$ dengan menggunakan gambar 3.1 dan menganggap kecepatan arus bebas mendaki sama dengan kecepatan mendaki arus bebas dasar ($FV_{UH,O}$) pada keadaan tanpa lajur pendakian (Kolom 2 Baris 1). $DS = 0,35$ dan $FV_{UH,O} = 64,9$ km/jam didapat kecepatan pada arah mendaki $V_{LV,UH} = 54$ km/jam dan hasilnya dimasukkan ke Kolom 25 Formulir IR-3 SPEC.

7. Menentukan kecepatan mendaki Truk Besar $V_{LT,UH}$ sama seperti menentukan nilai kecepatan arus bebas dasar mendaki Truk Besar $V_{LT,UH,0}$ untuk situasi tanpa lajur pendakian (Kolom 2 Baris 1), kecepatan arus bebas dasar mendaki Truk Besar $V_{LT,UH,0} = 42,54$ km/jam. Jika $V_{LT,UH} > V_{UH}$ maka $V_{LT,UH} = V_{UH}$ (V_{UH} dari langkah 6 diatas) dan dimasukkan ke Kolom 25 Formulir IR-3 SPEC.
- $V_{LT,UH} = 42,54$ km/jam $< V_{UH} = 53$ km/jam sehingga $V_{LT,UH} = 42,54$ km/jam.

5.5.4 Pembahasan Penambahan Lajur Pendakian.

Dari hasil perhitungan diatas didapat perbedaan akibat adanya penambahan lajur pendakian seperti pada tabel berikut.

Tabel 5.12 Perbedaan sebelum dan sesudah penambahan lajur pendakian.

	Arus lalu-lintas Q smp/jam	Kapasitas C smp/jam/ lajur	Derajat Kejenuhan n DS	Kecepatan menanjak V_{UH} km/jam		Panjang segmen jalan L km	Waktu Tempuh Menanjak (jam)	
				LV	LT		LV	LT
Sebelum penambahan lajur pendakian	1503	2692	0,55	41,2	32,4	0,8	0,01942 (69,9 “)	0,02469 (88,9 “)
Sesudah penambahan lajur pendakian	1503	4237	0,35	54	42,54	0,8	0,01481 (53,3 “)	0,01881 (67,7 “)

Sumber : Hasil Perhitungan.

Dari tabel diatas dapat dilihat perbedaan yang cukup signifikan antara sebelum dan sesudah penambahan lajur pendakian. Kapasitas meningkat 36,5 %, derajat kejenuhan berkurang menjadi 0,35 ($DS = 0,35 < 0,75$). Kecepatan menanjak untuk kendaraan ringan $V_{UH} = 54$ km/jam sehingga waktu tempuhnya menjadi 53,3 detik. Truk besar kecepatannya menjadi 42,54 km/jam dan untuk menempuh sepanjang 0,8 km waktu tempuhnya menjadi

67,7 detik. Kecepatan truk besar setelah adanya penambahan lajur pendakian mendekati persyaratan yang ditentukan oleh Spesifikasi Standar Untuk Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota 1990 Sub Direktorat Perencanaan Teknis Jalan Bipran Bina Marga yaitu sebesar 45 km/jam.

