

**ANALISIS HUBUNGAN BESARNYA KELANDAIAAN ALINYEMEN
VERTIKAL (G) DENGAN KECEPATAN OPERASIONAL (V85)
(STUDI KASUS JL. RAYA SEMARANG – SOLO
KM. 50+000 – KM. 86+000)**



Oleh:

ADITYA PAMUNGKAS

I 0106022

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2011

commit to user

ABSTRAK

Aditya Pamungkas. 2011. Analisis Hubungan Kelandaian Alinyemen Vertikal (G) dengan Kecepatan Operasional (V_{85}) (Studi Kasus Jalan Raya Semarang – Solo Km.50+000 – 86+000). Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta

Pemilihan besarnya tanjakan maupun turunan dalam perencanaan suatu alinyemen vertikal adalah salah satu keputusan desain yang utama. Perencanaan tersebut bertujuan untuk memastikan kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan. Perencanaan alinyemen vertikal harus memperhatikan jenis sarana transportasi, karena kenyataannya pada daerah tanjakan maupun turunan sering menimbulkan ketidaknyamanan bagi pengguna jalan atau bahkan kecelakaan yang disebabkan karena ketidaktepatan desain alinyemen vertikal. Kelandaian jalan mempengaruhi kecepatan kendaraan yang melaluinya. Semakin curam kelandaian suatu ruas jalan akan membuat suatu kendaraan semakin berat untuk melaluinya.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat model hubungan besarnya kelandaian alinyemen vertikal dengan besarnya kecepatan operasional kendaraan sehingga dapat mengetahui besarnya kecepatan operasional kendaraan saat melalui tanjakan maupun turunan. Data primer berupa data kecepatan operasional kendaraan. Data sekunder berupa data geometri kelandaian jalan. Data primer dan data sekunder dikumpulkan sebagai sampel dalam melakukan penelitian statistik hubungan variabel dependen (V_{85}) dan variabel independen (G) untuk memprediksi besarnya pengambilan kecepatan yang aman pada kelandaian tertentu. Dari analisis regresi diperoleh persamaan untuk kelandaian ($0\% \leq G \leq 5\%$) : $MC(V_{85} = 62.531 - 12.008 G + 2.897 G^2)$, $LV(V_{85} = 62.618 - 11.084 G + 2.338 G^2)$, $HV(V_{85} = 57.232 - 10.612 G + 1.601 G^2)$, untuk kelandaian ($5\% < G \leq 7\%$) : $MC(V_{85} = 260.33 - 62.949 G + 4.837 G^2)$, $LV(V_{85} = 422.4 - 115.67 G + 9.005 G^2)$, $HV(V_{85} = 274.33 - 68.27 G + 5.065 G^2)$, untuk kelandaian ($-5\% \leq G \leq 0\%$) : $MC(V_{85} = 56.892 + 1.991 G + 1.071 G^2)$, $LV(V_{85} = 59.002 + 1.507 G - 0.223 G^2)$, $HV(V_{85} = 61.425 + 13.661 G + 3.4 G^2)$, untuk kelandaian ($-7\% \leq G < -5\%$) : $MC(V_{85} = -185.75 - 78.44 G - 6.095 G^2)$, $LV(V_{85} = -42.44 - 29.332 G - 2.07 G^2)$, $HV(V_{85} = 630.39 + 182.2 G + 14.258 G^2)$.

Kesimpulannya adalah besarnya kelandaian(G) mempunyai hubungan yang berarti (erat) dengan kecepatan operasional (V_{85})

Kata kunci : alinyemen vertikal, kelandaian/grade, analisis regresi.

ABSTRACT

Aditya Pamungkas. 2011. The Relation Analysis of Grade (G) in Vertical Alignment with Operational Speed (V85) (Case Study The high Road Joint of Semarang – Solo Km.50+000 – 86+000). Sebelas Maret University of Civil Engineering.

Selection of the upgrades as well as the downgrades in the planning of a vertical alignment is one of the major design decisions. It aims to ensure the comfort and safety of road users. Vertical alignment planning must consider the type of transportation, because the reality on the upgrades as well as the downgrades often cause inconvenience for road users or even accidents which are caused by inaccuracies vertical alignment design. Gradient affects the speed of the vehicle path through it. Increasingly steep slope of a road section will create a heavier vehicle to pass through.

This research aims to create a model of relationship magnitude gradient vertical alignment with the operational speed of the vehicle so as to know the size of the operational speed of the vehicle when the ramp as well as derivatives. The primary data in the form of vehicle operating speed data. Secondary data in the form of path geometry gradient. Primary data and secondary data collected as samples in conducting statistical relationship research of dependent variable (V85) and independent variable (G) to predict the safe speed on a particular slope. From the regression analysis obtained by the equation for $(0 \% \leq G \leq 5 \%)$: $MC(V_{85} = 62.531 - 12.008 G + 2.897 G^2)$, $LV(V_{85} = 62.618 - 11.084 G + 2.338 G^2)$, $HV(V_{85} = 57.232 - 10.612 G + 1.601 G^2)$, for $(5 \% < G \leq 7 \%)$: $MC(V_{85} = 260.33 - 62.949 G + 4.837 G^2)$, $LV(V_{85} = 422.4 - 115.67 G + 9.005 G^2)$, $HV(V_{85} = 274.33 - 68.27 G + 5.065 G^2)$, for $(-5 \% \leq G \leq 0 \%)$: $MC(V_{85} = 56.892 + 1.991 G + 1.071 G^2)$, $LV(V_{85} = 59.002 + 1.507 G - 0.223 G^2)$, $HV(V_{85} = 61.425 + 13.661 G + 3.4 G^2)$, for $(-7 \% \leq G < -5 \%)$: $MC(V_{85} = -185.75 - 78.44 G - 6.095 G^2)$, $LV(V_{85} = -42.44 - 29.332 G - 2.07 G^2)$, $HV(V_{85} = 630.39 + 182.2 G + 14.258 G^2)$.

The conclusion is the large gradient (G) has a significant relationship (closely) with the operational speed (V85).

Keywords : alinyemen vertikal, kelandaian/grade, analisis regresi.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmaanirrohiim

Assalaamu‘alaikum Warokhmatullahi Wabarokaatuh

Segala puji bagi Allah SWT dan syukur atas limpahan karunia serta rahmat Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Penyusunan skripsi ini sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Era globalisasi semakin menuntut mahasiswa agar dapat memiliki andil dalam penyelesaian permasalahan yang timbul di tengah – tengah masyarakat. Studi mengenai analisis hubungan besarnya kelandaian alinyemen vertikal (G) dengan kecepatan operasional (V_{85}) dipilih sebagai wujud kepedulian terhadap semakin perlunya peningkatan kualitas jaringan jalan antar kota sehingga terwujud suatu jaringan jalan yang handal.

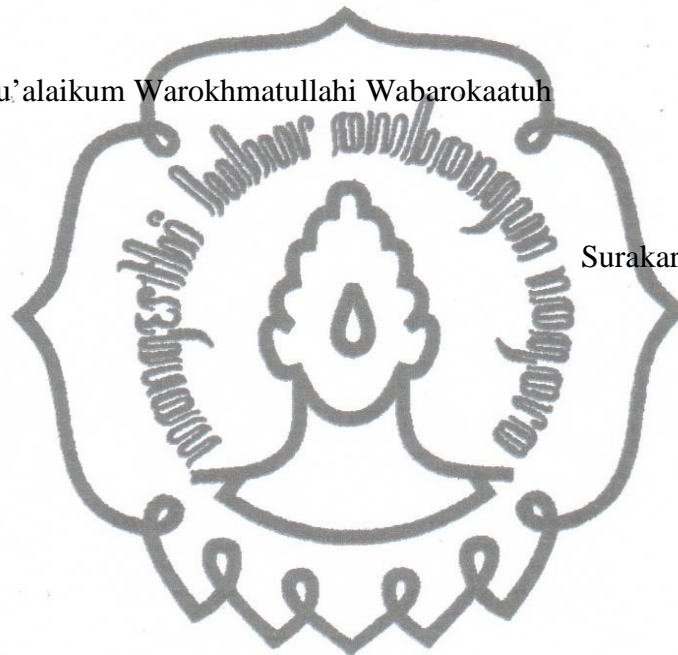
Penyusunan skripsi ini memerlukan data – data primer dari pengamatan langsung di lapangan maupun data – data sekunder dari instansi terkait. Permasalahan dalam penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan bantuan dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih kami haturkan kepada :

1. Ir. Mukahar, MSCE, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Ir. Noegroho Djarwanti, MT, selaku Pembantu Dekan I Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Ir. Bambang Santoso, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
4. Ir. Djoko Sarwono, MT, selaku Dosen Pembimbing Skripsi.
5. Ir. Djumari, MT, selaku Dosen Pembimbing Skripsi.
6. Ir. Agus Hari Wahyudi, MSc, selaku Dosen Pembimbing Akademik.

7. Dosen penguji yang telah memberikan segenap waktunya.
8. Skripsi team (Pradesa dan andjar) atas semua bantuannya.
9. Rekan – rekan yang telah membantu penyusunan skripsi ini khususnya angkatan 2006 dan rekan – rekan yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan yang ada. Saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan . Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi kami dan para pembaca. Amiin.

Wassalaamu'alaikum Warokhmatullahi Wabarokaatuh



Surakarta, Januari 2011

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR MOTTO	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB 2 LANDASAN TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Dasar Teori	6
2.2.1. Kecepatan	6
2.2.2. Alinyemen vertikal	9
2.2.2.1. Kelandaian Jalan	9
2.2.2.2. Bentuk Lengkung Vertikal	11
2.2.3. Jarak Pandang	14
2.2.4. Analisa Data	16
2.2.5. Pemilihan Model Regresi	16
2.2.6. Pengujian Data	17
2.2.7. Koefisien Korelasi (r)	18

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	Halaman
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	19
3.1.1. Lokasi Penelitian.....	19
3.1.2. Waktu Penelitian.....	20
3.2. Pengumpulan Data.....	20
3.3. Tahapan Penelitian.....	20
3.3.1. Survei Pendahuluan.....	21
3.3.2. Survei Pengambilan Data Primer.....	21
3.3.3. Peralatan yang Digunakan.....	22
3.4. Metode Pengolahan Data.....	24
3.4.1. Pengolahan Data Kecepatan Operasional.....	24
3.4.2. Pengolahan Data IUT.....	25
3.4.3. Pengolahan Data dengan Analisis Regresi.....	25
3.5. Diagram Alir Penelitian.....	26
BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1. Data Kecepatan Operasional.....	29
4.1.1. Data Hasil Penelitian.....	29
4.1.2. Rekapitulasi Data Kecepatan Operasional.....	32
4.2. Data Geometri Jalan.....	34
4.3. Analisis Regresi.....	35
4.3.1. Input Data.....	37
4.3.2. Analisis Data.....	37
4.3.2.1. Pengujian Asumsi Klasik.....	40
4.3.3. Pemilihan Model.....	43
4.3.3.1. Pengujian Hipotesis.....	46
4.3.3.2. Analisis Korelasi.....	50
4.3.3.3. Model Regresi.....	51
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan.....	53
5.2. Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN	

commit to user

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Kecepatan Rencana Sesuai Klasifikasi Fungsi dan Medan Jalan	7
Tabel 2.2. Kelandaian Maksimum yang Diiijinkan	10
Tabel 2.3. Panjang Kritis.....	10
Tabel 2.4. Interpretasi Terhadap Nilai r Hasil Analisis Korelasi.....	18
Tabel 4.1. Prosentase Komulatif Kecepatan Operasional MC Solo-Semarang (Ngancar 1) dengan Kelandaian (+) 0.778%	30
Tabel 4.2. Prosentase Komulatif Kecepatan Operasional LV Solo-Semarang (Ngancar 1) dengan Kelandaian (+) 0.778%	30
Tabel 4.3. Prosentase Komulatif Kecepatan Operasional HV Solo-Semarang (Ngancar 1) dengan Kelandaian (+) 0.778%	31
Tabel 4.4. Rekapitulasi Kecepatan Persentil 85% (km/jam) Lalulintas di 6 Lokasi.....	32
Tabel 4.5. Data Geometri Jalan.....	35
Tabel 4.6. Nilai t tabel dengan $\alpha = 5\%$, $\alpha = 2.5\%$, $\alpha = 2\%$, $\alpha = 1\%$	36
Tabel 4.7. Input MC Tanjakan ($0\% \leq G \leq 5\%$) dan Turunan ($-5\% \leq G \leq 0\%$).....	37
Tabel 4.8. Input MC Tanjakan ($5\% < G \leq 7\%$) dan Turunan ($-7\% \leq G < -5\%$).....	37
Tabel 4.9. Input LV Tanjakan ($0\% \leq G \leq 5\%$) dan Turunan ($-5\% \leq G \leq 0\%$)	38
Tabel 4.10. Input LV Tanjakan ($5\% < G \leq 7\%$) dan Turunan ($-7\% \leq G < -5\%$).....	38
Tabel 4.11. Input HV Tanjakan ($0\% \leq G \leq 5\%$) dan Turunan ($-5\% \leq G \leq 0\%$)	39
Tabel 4.12. Input HV Tanjakan ($5\% < G \leq 7\%$) dan Turunan ($-7\% \leq G < -5\%$).....	39
Tabel 4.13. Hasil Uji Normalitas Data.....	40
Tabel 4.14. Hasil Uji Homoskedasitas.....	41

commit to user

Tabel 4.15. Hubungan Kecepatan Operasional (V_{85}) dan Kelandaian Jalan (G)	43
Tabel 4.16. Koefisien Korelasi	51
Tabel 4.17. Hubungan V_{85} dengan G.....	52



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Lengkung Vertikal Cembung dengan $S < L$	11
Gambar 2.2. Lengkung Vertikal Cembung dengan $S > L$	12
Gambar 2.3. Lengkung Vertikal Cekung Berdasarkan Jarak Penyinaran Lampu $S < L$	13
Gambar 2.4. Lengkung Vertikal Cekung Berdasarkan Jarak Penyinaran Lampu $S > L$	13
Gambar 2.5. Jarak Pandang Mendahului	15
Gambar 3.1. Lokasi Penelitian	19
Gambar 3.2. Lokasi Surveyor	22
Gambar 3.3. Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 3.4. Diagram Alir Analisa Data	27
Gambar 4.1. Grafik Prosentase Komulatif dengan Kecepatan Operasional Arah Solo-Semarang (Ngancar 1) dengan Kelandaian (+) 0.778%	31

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A Data Kecepatan Operasional
- Lampiran B Analisis Kecepatan Persentil 85%
- Lampiran C Gambar Geometri Kelandaian Jalan
- Lampiran D Out Put Pemodelan dengan SPSS
- Lampiran E Surat-surat Skripsi

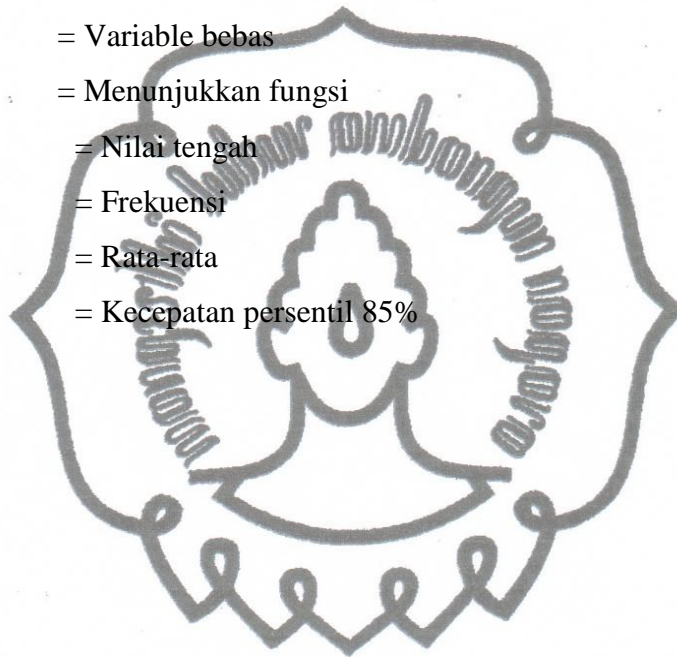


commit to user

DAFTAR NOTASI

L	= Panjang lengkung vertikal
S	= Jarak pandang henti
C	= Konstanta = 405
V_r	= Kecepatan rencana
G	= Kelandaian jalan
A	= Selisih kelandaian
S	= Jarak pandang
n	= Banyak data
R^2	= Koefisien determinasi
t	= t hitung (uji-t)
r	= Koefisien korelasi
d	= Jarak pandang henti minimum
f	= Koefisien gesekan antara ban dan muka jalan dalam arah memanjang jalan
Jh	= Jarak pandang henti
Jd	= Jarak pandang mendahului
d_1	= Jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m)
d_2	= Jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke lajur semula (m)
d_3	= Jarak antara kendaraan yang mendahului dengan kendaraan yang datang dari arah berlawanan setelah proses mendahului selesai (m)
d_4	= Jarak yang ditempuh kendaraan yang datang dari arah yang berlawanan
T_1	= Waktu reaksi yang besarnya tergantung pada kecepatan yang sesuai dengan persamaan $t_1 = 2.12 + 0.026V$.
T_2	= Waktu dimana kendaraan yangnng menyiap berada pada lajur kanan yang dapat ditentukan dengan mempergunakan korelasi $t_2 = 6.56 + 0.048V$.

m	= Perbedaan kecepatan antara kendaraan yang menyiap danyang disiap = 15km/jam.
a	= Percepatan rata-rata
e	= Bilangan alam = 2.714
H_0	= Sampel ditarik dari populasi dengan distribusi tertentu
H_1	= Sampel ditarik bukan dari populasi dengan distribusi tertentu
α	= Taraf signifikansi
DV	= Variable terikat
IV	= Variable bebas
F	= Menunjukkan fungsi
U_i	= Nilai tengah
F_i	= Frekuensi
\bar{U}	= Rata-rata
V_{85}	= Kecepatan persentil 85%



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Prasarana jaringan jalan masih merupakan kebutuhan pokok bagi pelayanan distribusi komoditi perdagangan dan industri sehingga sudah saatnya diletakkan pada posisi yang setara dalam perencanaan transportasi secara global. Jaringan jalan di provinsi Jawa Tengah mempunyai peranan yang sangat strategis. Hal ini disebabkan karena Jawa Tengah merupakan jalur penghubung antara Jawa bagian barat (DKI Jakarta, Jawa Barat, dan Provinsi Banten) dan Jawa bagian timur (Provinsi Jawa Timur). Oleh karena itu, sistem jaringan jalan di wilayah Jawa Tengah memerlukan peningkatan kualitas yang berkelanjutan agar terwujud sistem jaringan jalan yang handal.

Pemilihan besarnya tanjakan maupun turunan dalam perencanaan suatu alinyemen vertikal adalah salah satu keputusan desain yang utama. Perencanaan tersebut bertujuan untuk memastikan kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan. Perencanaan alinyemen vertikal harus memperhatikan jenis sarana transportasi, karena kenyataannya pada daerah tanjakan maupun turunan sering menimbulkan ketidaknyamanan bagi pengguna jalan atau bahkan kecelakaan yang disebabkan karena ketidaktepatan desain alinyemen vertikal. Keselamatan pada lengkung vertikal sebagian ditentukan oleh faktor internal (besar kelandaian, panjang lengkung vertikal, perbedaan elevasi, dll) dan sebagian lagi ditentukan oleh faktor eksternal (jarak pandang henti, jarak pandang menyiap, dll) yang mempengaruhi perjalanan pengemudi dalam mengambil kecepatan pada saat melalui tanjakan maupun turunan.

Jalan Semarang – Solo merupakan salah satu jaringan jalan antar kota di wilayah Jawa Tengah yang melintasi daerah perbukitan sehingga banyak sekali tanjakan dan turunan yang memiliki besar kelandaian yang berbeda-beda. Jaringan jalan ini

tergolong sangat padat karena merupakan jalur utama kendaraan-kendaraan besar yang ingin menuju ke pelabuhan di Semarang. Kelandaian jalan mempengaruhi kecepatan kendaraan yang melaluinya. Semakin curam kelandaian suatu ruas jalan akan membuat suatu kendaraan semakin berat untuk melaluinya. Pada saat survei pendahuluan penulis menghitung waktu tempuh kendaraan yang diperlukan untuk menempuk jarak 15 km/jam dari Sidomulyo sampai Tengaran yang seharusnya ditempuh dalam waktu 15 menit dengan V_R 60 km/jam tetapi dari hasil perhitungan waktu tempuh di lapangan sebesar 30 menit. Hal ini dikarenakan pada daerah tanjakan dan turunan sering terjadi tundaan yang diakibatkan banyak kendaraan besar berjalan dengan kecepatan di bawah kecepatan rencana sehingga hal tersebut juga berdampak pada penurunan kecepatan operasional jenis kendaraan lainnya karena terhalang oleh kendaraan besar tersebut dan secara otomatis waktu tempuh kendaraan akan meningkat. Penurunan kecepatan operasional kendaraan pada daerah tanjakan dan peningkatan kecepatan secara tiba-tiba juga bisa menyebabkan kecelakaan antar kendaraan jikalau jarak pandang henti ataupun jarak pandang menyiap tidak mencukupi. Dari uraian di atas mendorong penulis untuk melakukan penelitian mengenai hubungan kelandaian alinyemen vertikal dengan kecepatan operasional kendaraan yang belum banyak dilakukan di Indonesia pada umumnya dan di jalan Semarang – Solo pada khususnya sehingga diharapkan dalam penelitian ini dapat diketahui bagaimana hubungan besar kelandaian alinyemen vertikal dengan kecepatan operasional kendaraan (V_{85}) di ruas jalan Semarang - Solo km 50+000 sampai km 86+000.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan tersebut maka dapat diambil suatu rumusan masalah sebagai berikut :

Bagaimana bentuk pemodelan hubungan besarnya kelandaian alinyemen vertikal terhadap besarnya kecepatan operasional kendaraan.

1.3. Batasan Masalah

Mengingat luasnya lingkup permasalahan yang terkait, maka penelitian ini dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

- a. Wilayah kajian adalah tanjakan dan turunan pada beberapa ruas jalan Semarang – Solo km 50+000 sampai km 86+000.
- b. Data geometrik jalan diperoleh dari Pusat Pengembangan Jalan dan Jembatan (P2JJ) Semarang.
- c. Lokasi yang dipakai dalam penelitian adalah alinyemen vertikal yang memiliki karakteristik hampir sama satu dengan yang lain (misal untuk daerah tanjakan dan turunan yang memiliki 2 jalur 2 lajur dan tanpa median).
- d. Perbedaan panjang tanjakan maupun turunan diabaikan dan survei dilakukan pada tengah tanjakan maupun turunan.
- e. Jenis kendaraan yang diteliti adalah sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), dan kendaraan berat (HV).
- f. Survei data kecepatan operasional lalu lintas yang diteliti menggunakan metode pengambilan kecepatan jenis *spotspeed* yang menggunakan bantuan alat *speedgun* (Bushnell tipe 10-1900).
- g. Model yang digunakan adalah model matematik dan statistik dengan besar kelandaian alinyemen vertikal sebagai variabel bebas dan besar kecepatan operasional sebagai variabel terikat.
- h. Analisis data menggunakan bantuan paket program komputer *Statistical Product and Service Solution (SPSS)* versi 17.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah membuat model hubungan besarnya kelandaian alinyemen vertikal dengan besarnya kecepatan operasional kendaraan sehingga dapat mengetahui besarnya kecepatan operasional kendaraan saat melalui tanjakan maupun turunan.

1.5. Manfaat Penelitian

1.5.1. Manfaat Teoritis

Memperkaya studi empiris tentang bentuk model hubungan besarnya kelandaian alinyemen vertikal dengan besarnya kecepatan operasional kendaraan.

1.5.2. Manfaat Praktis

Memberikan informasi kepada institusi pengelola jalan raya Semarang - Solo tentang data kecepatan operasional kendaraan saat melintasi daerah tanjakan maupun turunan dan bentuk model hubungan besar kelandaian alinyemen vertikal dengan kecepatan operasional kendaraan sehingga dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan operasional jalan raya dalam upaya meningkatkan kualitas pelayanan jalan dan keselamatan pada masa yang akan datang.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini antara lain :

Webb (1961) meneliti kecepatan truk baik kosong maupun bermuatan pada beberapa tanjakan di California. Panjang dari tanjakan antara 2,4 km sd 9,9 km dan kemiringan tanjakan antara 2% - 7%. Menunjukkan adanya perbedaan perilaku antara truk di arah menurun yang panjang dan yang pendek. Pada tanjakan panjang truk yang diteliti kecepatannya bergerak perlahan sekali hingga tidak jauh dari bagian dasar tanjakan. Pada tanjakan pendek serta curam, kecepatan truk lebih lambat di dekat puncak tetapi kenaikannya akan merata pada arah menurun.

Abdul Wahab (2004) telah melakukan penelitian tentang kecepatan kendaraan saat melewati lajur pendakian pada jalan tol seksi A Semarang Sta 5+450 sd Sta 6+050 yang memiliki kelandaian 7,89 % sepanjang 600 meter mengemukakan bahwa kendaraan ringan mengalami penurunan kecepatan relatif kecil sebesar 0,76% saat di tengah lajur pendakian dan 1,78% saat di puncak pendakian atau kecepatan pada dasar lajur pendakian 69,47 km/jam pada tengah 68,94 km/jam dan pada puncak 68,23 km/jam, truk 2 as mengalami penurunan kecepatan cukup besar sebesar 4,55% saat di tengah lajur pendakian dan 17,85% saat di puncak pendakian atau kecepatan pada dasar lajur pendakian 63,32 km/jam pada tengah 60,44 km/jam dan pada puncak 52,02 km/jam, truk > 2 as mengalami penurunan kecepatan sebesar 3,59% saat di tengah lajur pendakian dan 23,76% saat di puncak pendakian atau kecepatan pada dasar lajur pendakian 56,61 km/jam pada tengah 54,58 km/jam dan pada puncak 43,16 km/jam, bus mengalami penurunan kecepatan sebesar 0,12% saat di tengah lajur pendakian dan 6,3% saat di puncak pendakian atau kecepatan pada dasar lajur pendakian 63,04 km/jam pada tengah

62,97 km/jam dan pada puncak 59,07 km/jam. Hal tersebut menunjukkan bahwa penurunan kecepatan kendaraan di puncak pendakian masih dibawah 10 mil/jam atau 15 km/jam sehingga dapat disimpulkan bahwa kinerja operasional dari lajur pendakian tersebut masih dalam kondisi baik.

Jian Xiong, Huasen Wan & Fengxiang Guo (2008), *Freeway design consistency evaluation – a case study on driving simulator in Yunnan mountainous area* mengadakan penelitian yang menggunakan kendaran simulator dan menghasilkan suatu bentuk model hubungan besar kelandaian jalan dengan besar kecepatan operasional kendaraan yaitu $V_{85} = 124 - 291.5 X$, dengan kecepatan rencana $V_R = 100$ km/jam dan besar $X(Grade)$ yaitu antara -3.5 % sampai dengan +3.9 % dan nilai $R^2 = 0.75$.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Kecepatan

Kualitas pelayanan jalan merupakan faktor penting dalam menciptakan rasa aman dan nyaman bagi pengguna jalan. Oleh karena itu diperlukan perencanaan yang matang dan akurat agar tercapai kualitas pelayanan jalan yang maksimal. Salah satu parameter arus lalu lintas yang merupakan faktor penting dalam perencanaan lalu lintas jalan adalah kecepatan. Berbagai macam jenis kecepatan pada MKJI 1997 yaitu:

- Kecepatan bintik (*spot speed*) adalah kecepatan sesaat kendaraan pada titik atau lokasi jalan tertentu.
- Kecepatan rata-rata ruang (*space mean speed*) adalah kecepatan rata-rata kendaraan di sepanjang jalan yang diamati.
- Kecepatan rata-rata waktu (*time mean speed*) adalah kecepatan rata-rata yang menggambarkan kecepatan rata-rata dari seluruh kendaraan yang melewati satu titik pengamatan pada waktu tertentu.
- Kecepatan rata-rata perjalanan (*average travel speed*) dan kecepatan jalan Waktu perjalanan adalah total waktu tempuh kendaraan untuk suatu segmen

- jalan yang ditentukan. Waktu jalan adalah total waktu ketika kendaraan dalam keadaan bergerak/berjalan untuk menempuh suatu segmen jalan tertentu.
- e. *Operating speed* dan *persentile speed* adalah kecepatan aman maksimum kendaraan yang dapat ditempuh kendaraan tanpa melampaui kecepatan rencana suatu segmen jalan.
 - f. 50 persentile speed adalah kecepatan dimana 50% kendaraan berjalan lebih cepat dan 50% kendaraan berjalan lebih lambat.
 - g. *85 persentile speed* adalah kecepatan kritis kendaraan dimana kendaraan yang melewati batas ini dianggap berada diluar batas aman.
 - h. *15 persentile speed* adalah batas kecepatan minimum suatu kendaraan dimana kendaraan yang berjalan dengan kecepatan lebih rendah dari ini cenderung menjadi hambatan pada arus lalu lintas dan dapat menyebabkan kecelakaan.

Kecepatan adalah laju perjalanan yang biasanya dinyatakan dalam kilometer per jam (km/jam). Kecepatan bergerak (*running speed*) adalah kecepatan kendaraan rata-rata pada suatu jalan pada saat kendaraan bergerak dan didapat dengan membagi panjang jalur dibagi dengan lama kendaraan bergerak menempuh jalur tersebut.

(F.D. Hobbs, 1995)

Kecepatan rencana (V_R) pada suatu ruas jalan adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan-kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lengang, dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti.

Tabel 2.1. Kecepatan Rencana (V_R) sesuai klasifikasi fungsi dan klasifikasi medan jalan.

Fungsi	Kecepatan Rencana, V_R Km/jam		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70 - 120	60 - 80	40 - 70
Kolektor	60 - 90	50 - 60	30 - 50
Lokal	40 - 70	30 - 50	20 - 30

(Sumber dari : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota 1997)

Spot speed dapat diterapkan untuk pembuatan tren pada kecepatan operasional dengan kumpulan data periodik. Selain itu juga dapat digunakan untuk analisis geometri jalan yaitu untuk menganalisis hubungan kecepatan dan parameter jalan. (Subhash C. Saxena, 1989)

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kecepatan kendaraan saat melintasi suatu ruas jalan yaitu:

a. Sikap masyarakat

Instansi pengelola jalan biasanya menerima usulan untuk melakukan pembatasan kecepatan yang berarti menunjukkan adanya suatu hal yang kurang benar pada suatu ruas jalan. Masyarakat, baik sebagai individu maupun kelompok akan mengusulkan batas kecepatan yang lebih rendah untuk jalan-jalan disekitar tempat tinggalnya.

b. Kecelakaan

Tingkat frekuensi kecelakaan dalam kaitannya dengan kecepatan, berbagai program keselamatan lalu lintas dilakukan untuk meyakinkan bahwa kecepatan adalah penyebab utama suatu kecelakaan lalu lintas.

c. Lingkungan

Penentuan batas kecepatan tidaklah sama pada semua tempat tetapi sangat tergantung sekali pada situasi dan kondisi daerah atau lingkungan setempat.

d. Jenis dan kondisi jalan

Kepadatan yang tinggi relatif aman pada jalan dengan desain yang tinggi seperti pada jalan arteri dimana lajur yang lebar, tidak ada tikungan yang tajam, jarak pandang yang cukup dan adanya pembatasan jalan akses. Disamping itu, kondisi permukaan jalan juga merupakan faktor yang menentukan kecepatan aman, khususnya karakteristik permukaan jalan yang menjadi licin pada kondisi basah.

e. Tata guna lahan

Kecepatan yang aman juga sangat dipengaruhi oleh adanya persimpangan dan kegiatan sepanjang koridor jalan, kecepatan pada jalan-jalan perkotaan umumnya lebih rendah dibanding jalan luar kota, karena adanya kegiatan sepanjang jalan tersebut.

f. Kondisi cuaca

Cuaca merupakan faktor utama yang mempengaruhi kecepatan
(<http://hubdat.web.id/bstp/kbu/BAB41-1.HTM>)

2.2.2. Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah bagian dari suatu segmen jalan yang berfungsi untuk menghubungkan dua segmen jalan yang memiliki kelandaian yang berbeda dan terdiri atas bagian landai vertikal dan bagian lengkung vertikal. Ditinjau dari titik awal perencanaan, bagian landai vertikal dapat berupa landai positif (tanjakan), atau landai negatif (turunan), atau landai nol (datar). Bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung.

Alinyemen vertikal atau biasa juga disebut penampang melintang jalan didefinisikan sebagai perpotongan antara potongan bidang vertikal dengan badan jalan arah memanjang (Sukirman, 1994).

Pada lengkung vertikal ini mempunyai dua pengaruh, makin berbukit jalannya, makin lambat kendaraan bergerak di tanjakan (ini biasanya tidak diimbangi di turunan) dan juga pundak bukit mengurangi jarak pandang. Kedua pengaruh ini mengurangi kapasitas dan kinerja pada arus tertentu.

(Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997)

2.2.2.1. Kelandaian Jalan

Landai jalan adalah suatu besaran untuk menunjukkan besarnya kenaikan dan penurunan vertikal dalam satuan jarak horizontal (mendatar) dan dinyatakan dalam prosen (%). Pada umumnya gambar rencana dibaca dari kiri ke sebelah kanan, maka diadakan perjanjian tanda terhadap landai dari kiri ke kanan bila merupakan pendakian diberi tanda (+) dan penurunan diberi tanda (-).

1. Landai minimum

Kelandaian jalan merupakan faktor yang perlu diperhatikan dalam perencanaan alinemen vertikal. Kelandaian yang bagus bagi kendaraan tentunya adalah kelandaian yang tidak menimbulkan kesulitan dalam mengoperasikan kendaraan yaitu kelandaian 0% (datar). Namun, untuk keperluan drainase justru kelandaian yang tidak datar-lah yang lebih disukai.

2. Landai maksimum

Selain memiliki batasan minimum, kelandaian juga memiliki batasan maksimum yang diijinkan. Lihat Tabel 2.2 untuk kelandaian maksimum yang diijinkan.

Tabel 2.2. Kelandaian maksimum yang diijinkan

Kecepatan Rencana (km/j)	Jalan Arteri Luar Kota (AASHTO '90)			Jalan Luar Kota (Bina Marga)	
	Datar	Perbukitan	Pegunungan	Maks Standar (%)	Maks Mutlak (%)
40				7	11
50				6	10
64	5	6	8		
60				5	9
80	4	5	7	4	8
96	3	4	6		
113	3	4	5		

(Sumber dari : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota 1997)

3. Panjang Kritis Kelandaian

Kelandaian maksimum standar yang ditunjukkan pada Tabel 2.2 masih mungkin untuk dilampaui jika panjang ruas dengan sesuatu nilai gradien tidak melebihi panjang kritis yang diijinkan. Artinya, landai maksimum masih diperbolehkan sampai landai maksimum absolut asalkan panjangnya tidak melebihi nilai tertentu. Besarnya panjang kritis dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut :

Tabel 2.3. Panjang Kritis (m)

Kecepatan pada awal tanjakan km/jam	Kelandaian (%)						
	4	5	6	7	8	9	10
80	630	460	360	270	230	230	200
60	320	210	160	120	110	90	80

(Sumber dari : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota 1997)

2.2.2.2. Bentuk Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal adalah lengkung yang dipakai untuk mengadakan peralihan secara berangsur-angsur dari suatu landai ke landai berikutnya. Lengkung vertikal harus disediakan pada setiap lokasi dimana kelandaian berubah.

Rumus yang digunakan untuk lengkung vertikal :

$$E_v = \frac{AL}{800} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$x = \frac{L \times g_1}{g_1 - g_2} = \frac{L \times g_1}{A} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$y = \frac{L \times g_1^2}{2(g_1 - g_2)} = \frac{L \times g_1^2}{2A} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

x = jarak dari titik P ke titik yang ditinjau pada Sta (m)

y = perbedaan elevasi antara titik P dan titik yang ditinjau pada Sta (m)

L = panjang lengkung vertikal parabola, yang merupakan jarak proyeksi dari titik P dan Q (m)

g1 = kelandaian tangen dari titik P, (%)

g2 = kelandaian tangen dari titik Q, (%)

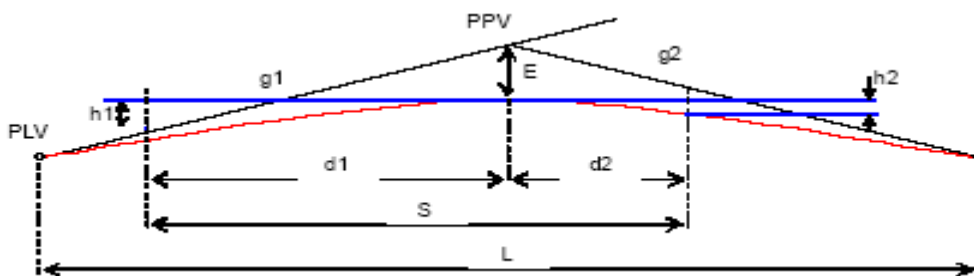
A = perbedaan aljabar kelandaian, (%)

Menurut bentuknya lengkung *vertikal* terdiri dari 2 macam yaitu :

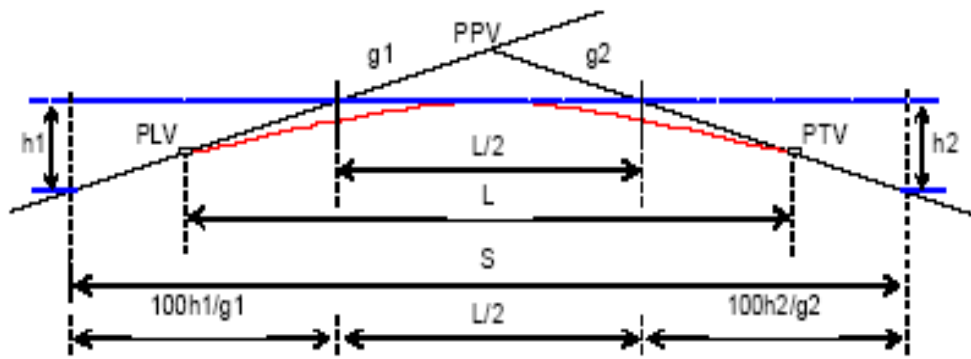
A. Lengkung Vertikal Cembung

Perencanaan lengkung vertikal cembung didasarkan pada dua kondisi, yaitu :

1. Jarak Pandangan berada di dalam daerah lengkung (S<L)
2. Lengkung berada di dalam jarak pandangan (S>L)



Gambar 2.1. Lengkung Vertikal Cembung dengan S < L



Gambar 2.2. Lengkung Vertikal Cembung dengan $S > L$

(Sumber dari: Modul Rekayasa Jalan Raya, ITS, 2006)

Perhitungan panjang lengkung (L) :

a. Untuk $S < L$

$$L = \frac{AS^2}{C} \dots\dots\dots (2.4)$$

b. Untuk $S > L$

$$L = 2S \frac{C}{A} \dots\dots\dots (2.5)$$

c. Berdasarkan syarat drainase

$$L \leq 50 \times A \dots\dots\dots (2.6)$$

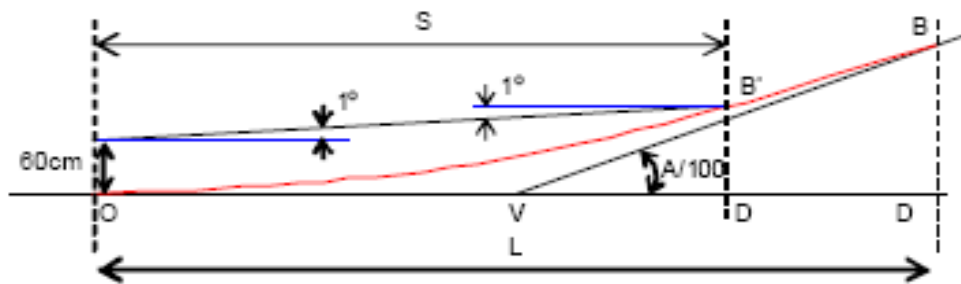
d. Syarat kenyamanan

$$L_{\min} = V \times t_{(3dt)} \times \frac{1000}{3600} \dots\dots\dots (2.7)$$

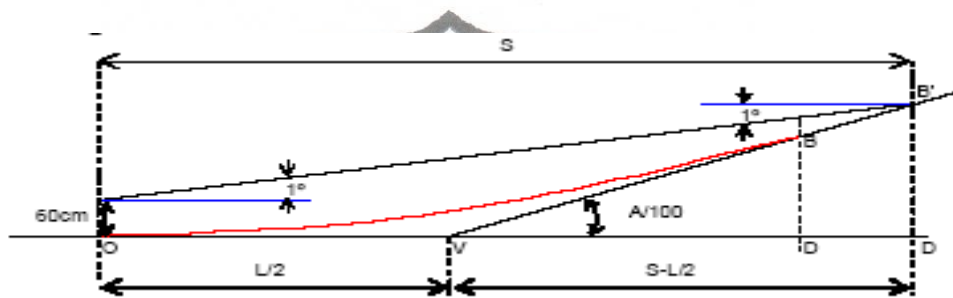
B. Lengkung Vertikal Cekung

Secara umum, lengkung vertikal cekung dibagi menjadi dua macam, yaitu :

1. Berdasarkan penyinaran lampu kendaraan
2. Jarak pandangan bebas di bawah jembatan



Gambar 2.3. Lengkung Vertikal Cekung Berdasarkan Jarak Penyinaran Lampu
 $S < L$



Gambar 2.4. Lengkung Vertikal Cekung Berdasarkan Jarak Penyinaran Lampu
 $S > L$

(Sumber dari: Modul Rekayasa Jalan Raya, ITS, 2006)

Perhitungan panjang lengkung (L) :

a. Untuk $S < L$

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3.5S} \dots\dots\dots (2.8)$$

b. Untuk $S > L$

$$L = 2S - \frac{120 + 3.5S}{A} \dots\dots\dots (2.9)$$

c. Berdasarkan bentuk visual

$$L \geq \frac{AV^2}{380} \dots\dots\dots (2.10)$$

d. Syarat kenyamanan

$$L_{\min} = V \times t_{(3\text{dt})} \times \frac{1000}{3600} \dots\dots\dots \text{commit to user} \dots\dots\dots (2.11)$$

2.2.3. Jarak Pandang

Didalam perencanaan yang diperhitungkan adalah Jarak Pandang Henti (JPH) dan Jarak Pandang Menyiap (JPM)

A. Jarak Pandang Henti (JPH)

Jarak pandang henti (JPH) adalah jarak minimum yang diperlukan oleh setiap pengemudi untuk menghentikan kendaraannya dengan aman begitu melihat adanya halangan di depan. Untuk jalan dengan kelandaian, besarnya jarak pandang henti minimum adalah sebagai berikut:

$$d = 0.278V \times t + \frac{V^2}{254(f \pm L)} \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana :

d = jarak pandangan henti minimum

V = kecepatan kendaraan (km/jam)

t = waktu reaksi = 2,5 detik

f = koefisien gesekan antara ban dan muka jalan dalam arah memanjang jalan

L = besarnya landai jalan dalam desimal

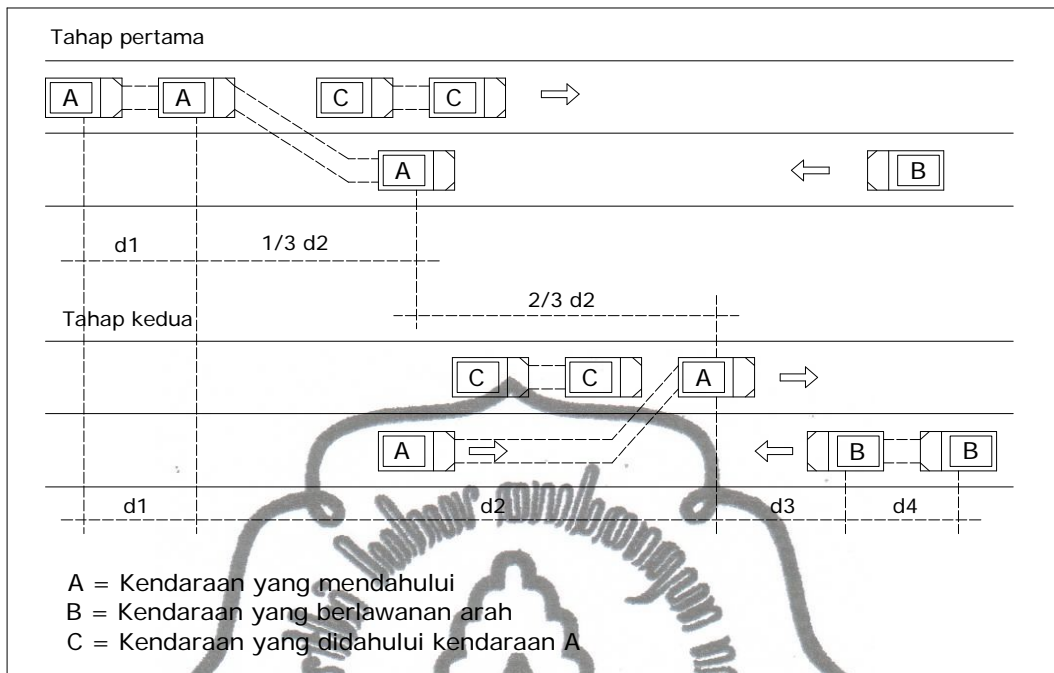
+ = untuk pendakian

- = untuk penurunan

(Sumber dari : Sukirman, 1994)

B. Jarak Pandang Menyiap (JPM)

Jarak pandang mendahului (JPM) adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain di depannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula. Besarnya jarak menyiap standar adalah sebagai berikut :



Gambar 2.5. Jarak Pandang Mendahului

Jarak pandang mendahului dapat diukur dengan rumus sebagai berikut:

$$J_a = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \dots\dots\dots (2.13)$$

$$d_1 = 0.278T_1 \left(V_r - m + \frac{a \cdot T_1}{2} \right) \dots\dots\dots (2.14)$$

$$d_2 = 0.278 V_r T_2 \dots\dots\dots (2.15)$$

$$d_3 = \text{antara } 30 \text{ m sampai } 100 \text{ m} \dots\dots\dots (2.16)$$

$$d_4 = \frac{2}{3} d_2 \dots\dots\dots (2.17)$$

Dimana :

d_1 = jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m)

d_2 = jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke lajur semula (m)

d_3 = jarak antara kendaraan yang mendahului dengan kendaraan yang datang dari arah berlawanan setelah proses mendahului selesai (m)

d_4 = jarak yang ditempuh kendaraan yang datang dari arah yang berlawanan

T_1 = waktu reaksi yang besarnya tergantung pada kecepatan yang sesuai dengan persamaan $t_1 = 2.12 + 0.026V$.

T_2 = waktu dimana kendaraan yang menyiap berada pada lajur kanan yang dapat ditentukan dengan mempergunakan korelasi $t_2 = 6.56 + 0.048V$.

m = perbedaan kecepatan antara kendaraan yang menyiap dan yang disiap = 15km/jam.

a = percepatan rata-rata yang besarnya tergantung pada kecepatan rata-rata kendaraan yang menyiap yang dapat ditentukan dengan mempergunakan korelasi $a = 2.052 + 0.0036V$.

2.2.4. Analisis Data

Model matematika dan statistik adalah model yang berbentuk hubungan fungsional secara terukur (kuantitatif) seperti rumus (formulasi matematis), fungsi-fungsi dan lain-lain.

$DV = f(IV)$

Dimana : DV = variable terikat

IV = variable bebas

F = menunjukkan fungsi (bahwa DV merupakan fungsi dari IV)

(Fidel Miro, S.E, MS, 2002)

Dalam penelitian ini di gunakan software SPSS 17 untuk meregresi data kecepatan operasional dan prosentase kelandaian, sehingga dapat diketahui hubungan antara keduanya.

2.2.5. Pemilihan Model Regresi

Untuk melihat model regresi yang paling baik untuk data, regresi sering menggunakan criteria R^2 . R^2 adjusted, dan S. R^2 adalah koefisien determinasi dan S merupakan standar deviasi model. Semakin besar R^2 atau R^2 adjusted suatu model, maka model semakin baik. Sebaliknya, semakin kecil S suatu model, maka model dapat dikatakan lebih baik dari model lainnya.

Nilai R^2 mempunyai interval 0 sampai dengan 1 ($0 \leq R^2 \leq 1$). Jika nilai R^2 semakin mendekati 1, maka variabel independen secara keseluruhan semakin besar menjelaskan variabel dependen dan sebaliknya semakin mendekati 0, maka variabel independen secara keseluruhan tidak dapat menjelaskan variabel dependen.

(Wahid Sulaiman, 2004)

2.2.6. Pengujian Data

Meski model telah diperoleh, model masih perlu diuji untuk memenuhi criteria BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator*). Adapun persyaratannya adalah :

1. Homoskedasitas (kesamaan varians)

Apabila data yang diuji signifikan secara statistic maka dikatakan bahwa dalam data tersebut terjadi heteroskedasitas. Namun apabila tidak signifikan, maka dikatakan data tersebut terjadi homoskedasitas.

2. Normalitas

Salah satu cara mengecek kenormalitasan adalah dengan uji sample Kolmogorov-Smirnov untuk uji keberangkatan (asal) data dari normalitas. Metode ini dirancang untuk menguji keselarasan pada data yang kontinyu. Karenanya, skala pengukuran yang digunakan minimal ordinal.

Uji 1 sampel Kolmogorov-Smirnov digunakan untuk menentukan seberapa baik sebuah sampel random data menjajagi distribusi teoritis tertentu (normal, uniform, poisson, eksponensial). Uji ini didasarkan pada perbandingan fungsi distribusi komulatif sample dengan fungsi distribusi komulatif hipotesis. Tujuan dari uji 1 sampel Kolmogorov-Smirnov adalah untuk memastikan apakah kita dapat berkesimpulan bahwa $F(x) = F_0(x)$ untuk semua x cocok dengan fungsi diastribusi sampel $\{S(x)\}$ yang teramati atau fungsi distribusi empiris.

Hipotesis :

H_0 : Sampel ditarik dari populasi dengan distribusi tertentu

H_1 : Sampel ditarik bukan dari populasi dengan distribusi tertentu

Pengambilan kesimpulan pada pengujian hipotesis dilakukan sebagai berikut :

Asymp. Sig. < taraf signifikansi (α) \rightarrow Tolak H_0

Asymp. Sig. > taraf signifikansi (α) \rightarrow Terima H_0

(Wahid Sulaiman, 2004)

2.2.7. Koefisien Korelasi (r)

Koefisien korelasi adalah besaran yang dapat menunjukkan kekuatan hubungan antara dua variable dan dapat diketahui berdasarkan nilai r hasil analisis korelasi. Selanjutnya besar nilai r dapat diinterpretasikan untuk memperkirakan kekuatan hubungan korelasi, seperti ditampilkan pada Tabel 2.4.

Koefisien korelasi memiliki tiga ketentuan penting, yaitu sebagai berikut :

1. Koefisien korelasi dapat bernilai positif atau negative, tetapi tanda tersebut khusus menunjukkan arah hubungan, bukan kekuatan hubungan.
2. Range koefisien korelasi dimulai dari 0 sampai ± 1 atau dapat dinotasikan $-1 \leq r \leq 1$.
3. Nilai koefisien korelasi dapat diinterpretasikan secara simetris.

Koefisien korelasi antara variable X dengan Y adalah sama dengan koefisien korelasi antara variable Y dengan X.

Tabel 2.4. Interpretasi Terhadap Nilai r Hasil Analisis Korelasi

Interval Nilai r	Interpretasi
0.001 – 0.200	Korelasi sangat lemah
0.201 – 0.400	Korelasi lemah
0.401 – 0.600	Korelasi cukup kuat
0.601 – 0.800	Korelasi kuat
0.801 – 1.000	Korelasi sangat kuat

(Triton PB, 2006)

commit to user

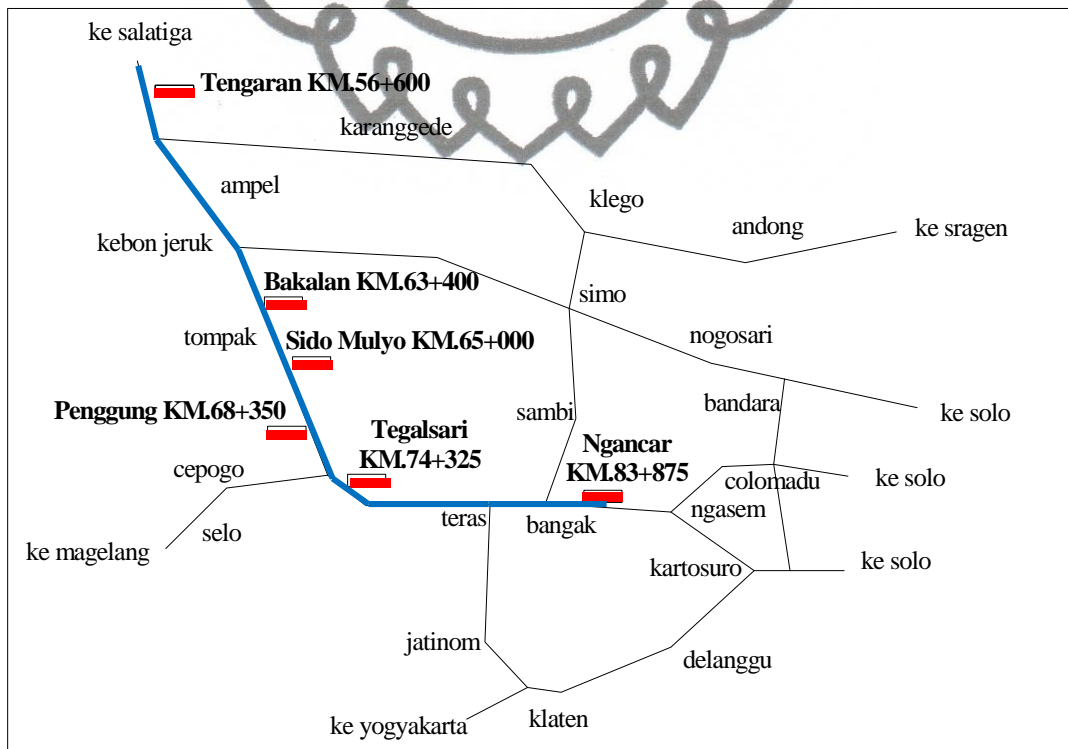
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

3.1.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah pada alinyemen vertikal (tanjakan maupun turunan) pada ruas jalan jalan Semarang – Solo km 59+000 sd 86+000. Jalan tersebut memiliki beberapa tanjakan maupun turunan menarik untuk diteliti pengaruh besar kelandaian jalan terhadap pengambilan kecepatan operasional yang berbeda-beda pada tanjakan maupun turunan yang mempunyai karakteristik geometrik yang hampir sama.



Gambar 3.1.Lokasi Penelitian

commit to user

3.1.2. Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan pada pagi hari yaitu mulai (jam 08.30 WIB - Selesai) pada hari rabu dan kamis selama 6 hari dengan pertimbangan hari tersebut mempunyai jumlah arus yang seragam dan juga mempunyai persamaan karakteristik cuaca yang hampir sama.

3.2. Pengumpulan Data

Data-data yang dibutuhkan untuk analisa meliputi data sekunder dan data primer. Data-data tersebut antara lain :

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari lapangan. Data tersebut meliputi :

- a. Kecepatan operasional kendaraan saat melewati tanjakan maupun turunan pada alinyemen vertikal yang telah ditentukan. Metode yang digunakan untuk pengambilan data kecepatan menggunakan metode *spot speed* dan menggunakan alat *speed gun* (alat pengukur kecepatan).
- b. Data tata guna lahan di sekitar lokasi penelitian.

2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari instansi yang terkait yang berada di wilayah penelitian. Data tersebut meliputi:

- a. Peta wilayah kota Boyolali dan sekitarnya.
- b. Data geometri jaringan jalan dari P2JJ Kabupaten Semarang.

3.3. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini berupa tahap-tahap yang harus dilakukan sebelum dan selama pelaksanaan penelitian agar tidak terjadi kesalahan dalam pengumpulan data di lapangan.

3.3.1. Survei Pendahuluan

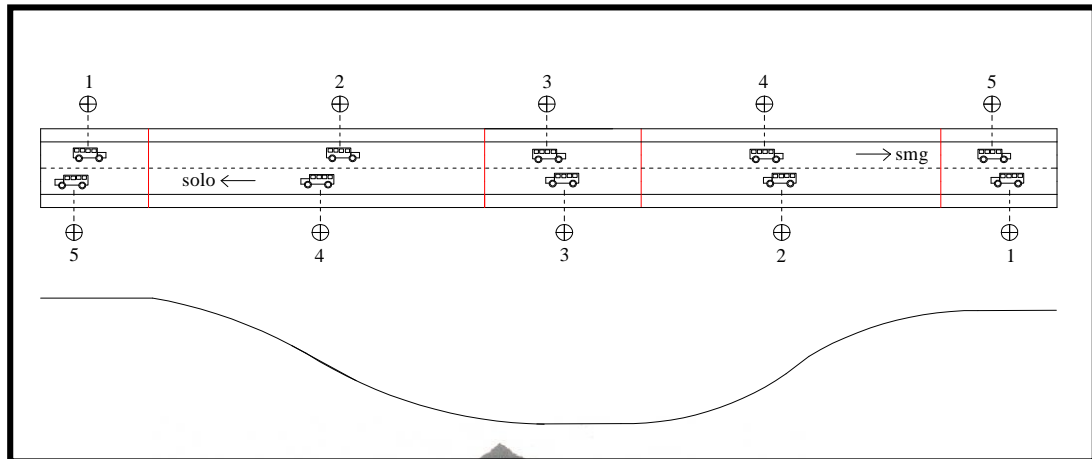
Sebelum dilakukan pengumpulan data, perlu diadakan survei pendahuluan untuk mengetahui karakteristik daerah yang akan dilakukan survei. Survei pendahuluan dilakukan untuk :

1. Memilih tanjakan dan turunan untuk menentukan para petugas survei berada dan menentukan letak penempatan alat survei, sehingga pencatatan dapat dilakukan dengan baik. Dari survei pendahuluan diperoleh 5 titik alinyemen vertikal yang memiliki karakteristik yang hampir sama, yaitu: Ngancar, Tegal Sari, Penggung, Sido Mulyo, Bakalan. Kelima tempat tersebut mempunyai kesamaan karakteristik berupa :
 - a. Tanjakan maupun turunan dua lajur dua arah (2/2) tanpa median
 - b. Hanya dibatasi marka
 - c. Lokasi sekitar berupa pemukiman dan lahan kosong
2. Menentukan waktu survei. Penentuan waktu penelitian berdasarkan kebutuhan untuk mendapatkan data kecepatan operasional yang maksimal di jalan raya.
3. Menyiapkan peralatan survei yang diperlukan.

3.3.2. Survei Pengambilan Data Primer

Setelah melakukan survei pendahuluan maka langkah selanjutnya adalah melakukan survei pengambilan data primer yang meliputi :

1. Pengambilan data kecepatan operasional kendaraan dengan metode *spot speed* menggunakan *speed gun* pada posisi yang telah ditentukan saat survei pendahuluan dan mengisi formulir kecepatan yang telah disediakan. Posisi surveyor pada saat survei ditunjukkan pada gambar 3.2. Peneliti menempatkan surveyor pada posisi sebelum memasuki tanjakan maupun turunan, pada saat di tengah tanjakan maupun turunan, dan setelah tanjakan maupun turunan.
2. Pengukuran jalan raya dilakukan dengan menggunakan IUT
Apabila data geometri tidak diperoleh maka dapat dilakukan pengukuran langsung geodesi dengan teodolit pada tanjakan dan turunan yang ditinjau.



Gambar 3.2. Lokasi Surveyor

3.3.3. Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan dalam pengambilan data di lapangan adalah :

1. Speed Gun

Speed gun merupakan alat yang membantu mengetahui kecepatan benda yang meluncur (mobil, bola, dll), didukung dengan teknologi digital (*digital speed technology*) yang menjamin tingkat akurasi yang tinggi. Cara penggunaannya, begitu ada kendaraan yang melaju kencang akan dibidik dan pada alat tersebut akan timbul gelombang elektro yang diterima oleh *speed gun*, kemudian alat ini keluar angka kecepatan kendaraan yang dibidik.

2. Formulir isian kecepatan operasional

Formulir isian kecepatan operasional diisi sesuai dengan hasil pengukuran kecepatan operasional suatu kendaraan dengan menggunakan *speed gun* yang melalui ruas jalan yang diamati. Form tersebut diklasifikasikan berdasarkan jenis kendaraan yaitu sepeda motor (MC), angkutan umum, mobil pribadi, mobil *box/pick up* (LV), bus kecil, bus besar, truk, truk gandeng, dan tronton (HV).

3. Alat tulis untuk mencatat

4. Meteran dan kapur tulis

Sedangkan peralatan lunak (*software*) yang digunakan dalam menganalisis data adalah :

1. *Microsoft Excel*

Digunakan untuk melakukan perhitungan sederhana, seperti :

- Menghitung rata-rata kecepatan operasional dari hasil survei.
- Mengolah data rata-rata kecepatan operasional menjadi grafik prosentase kumulatif

2. *AutoCad 2006*

Program komputer ini digunakan untuk menggambar sketsa kasar jalan yang diamati, memindahkan data IUT dari *Microsoft Excel* menjadi sebuah gambar berdasarkan data-data yang telah dihitung sebelumnya untuk kemudian dicari besarnya kelandaian jalan.

3. *SPSS 17*

Program computer ini digunakan untuk menyelesaikan berbagai analisis statistic sehingga diperoleh model regresi yang terbaik. Analisa-analisa yang dapat dilakukan dengan program SPSS adalah :

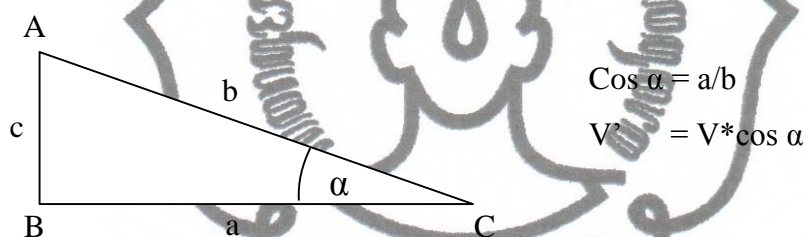
- *Chi Square*, kegunaan utamanya adalah :
 - *Test Independensi*, yaitu uji untuk menentukan apakah ada hubungan antara dua faktor.
 - *Test Proporsi*, yaitu uji untuk satu faktor.
 - *Test 'goodness of fit'*, yaitu uji untuk melihat apakah ada kesesuaian antara distribusi data suatu sampel dengan distribusi teoritis tertentu.
- *Stepwise Regression*. Pada tahap *stepwise regression* (regresi bertahap) setiap variabel X yang ada dianalisa dan dihitung secara bertahap mulai dari variabel X yang memiliki hubungan paling kuat dengan variabel Y.
- *Pearson Correlation Statistic*. Fungsi tahap ini adalah untuk menunjukkan variable-variable X yang dapat ditempatkan dalam satu model yang sama. Korelasi antara variable X dengan variabel X yang lain harus tidak memiliki korelasi yang kuat, ditandai dengan $p\text{-value} > 0.05$ dan korelasi antara variable X dan Y harus memiliki korelasi yang kuat yang ditandai dengan $p\text{-value} < 0.05$, sehingga perubahan pada salah satu variabel tidak mempengaruhi variable lainnya.

- Regression Analysis. Pada tahap ini semua model yang memenuhi syarat dari pengecekan pada *stepwise regression* di cek konstantanya. Konstanta setiap model harus memiliki $p\text{-value} < 0.05$. Selain pengecekan konstanta ada juga pengecekan $p\text{-value}$ untuk model persamaan, dimana $p\text{-value}$ untuk model tersebut harus ≤ 0.05 .

3.4. Metode Pengolahan Data

3.4.1. Pengolahan Data Kecepatan Operasional

Data kecepatan operasional diambil menggunakan speed gun dari arah yang tidak tegak lurus, sehingga dari data yang diperoleh diperlukan analisa dengan operasi geometri.



Dimana :

A = kendaraan yang dibidik

C = lokasi speed gun

a,b,c = jarak (m)

V = kecepatan kendaraan saat dibidik

V' = kecepatan kendaraan setelah dianalisa dengan operasi geometri

Pada penggunaan alat harus dilakukan kalibrasi terlebih dahulu untuk mengetahui tingkat ketelitian alat dalam mengambil kecepatan di lapangan. Data kecepatan operasional diolah dan dianalisa menggunakan Microsoft Excel untuk kemudian dibuat grafik prosentase kumulatif dengan kecepatan operasional masing-masing tanjakan dan turunan kemudian diketahui *85 percentile speed* (V85). Hasil yang diperoleh tersebut dijadikan sebagai variabel dependen

commit to user

3.4.2. Pengolahan Data IUT

Pengukuran langsung menggunakan IUT dilakukan jika data geometri jalan yang diamati tidak ada. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran IUT diolah dan dihitung menggunakan program *excel*. Setelah semua titik pancaran situasi dihitung, kemudian dilakukan pemindahan data koordinat X dan koordinat Y menggunakan program *AutoCad* sehingga didapat gambar proyeksi tanjakan maupun turunan. Besarnya prosentase kelandaian didapat dari rumus yang telah ada sesuai gambar proyeksi tanjakan maupun turunan.

3.4.3. Pengolahan Data Dengan Analisa Regresi

Salah satu tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperkirakan hubungan besar kelandaian alinyemen vertikal dengan kecepatan operasional kendaraan. Untuk itu, dari kedua data tersebut akan dibuat suatu hubungan menggunakan analisis regresi dengan kecepatan operasional sebagai variabel terikat (y) dan besar kelandaian sebagai variabel bebas (x). Analisis regresi dilakukan menggunakan *software* SPSS. Hubungan antara kedua variabel akan diinterpretasikan dalam tiga persamaan fungsi, yaitu:

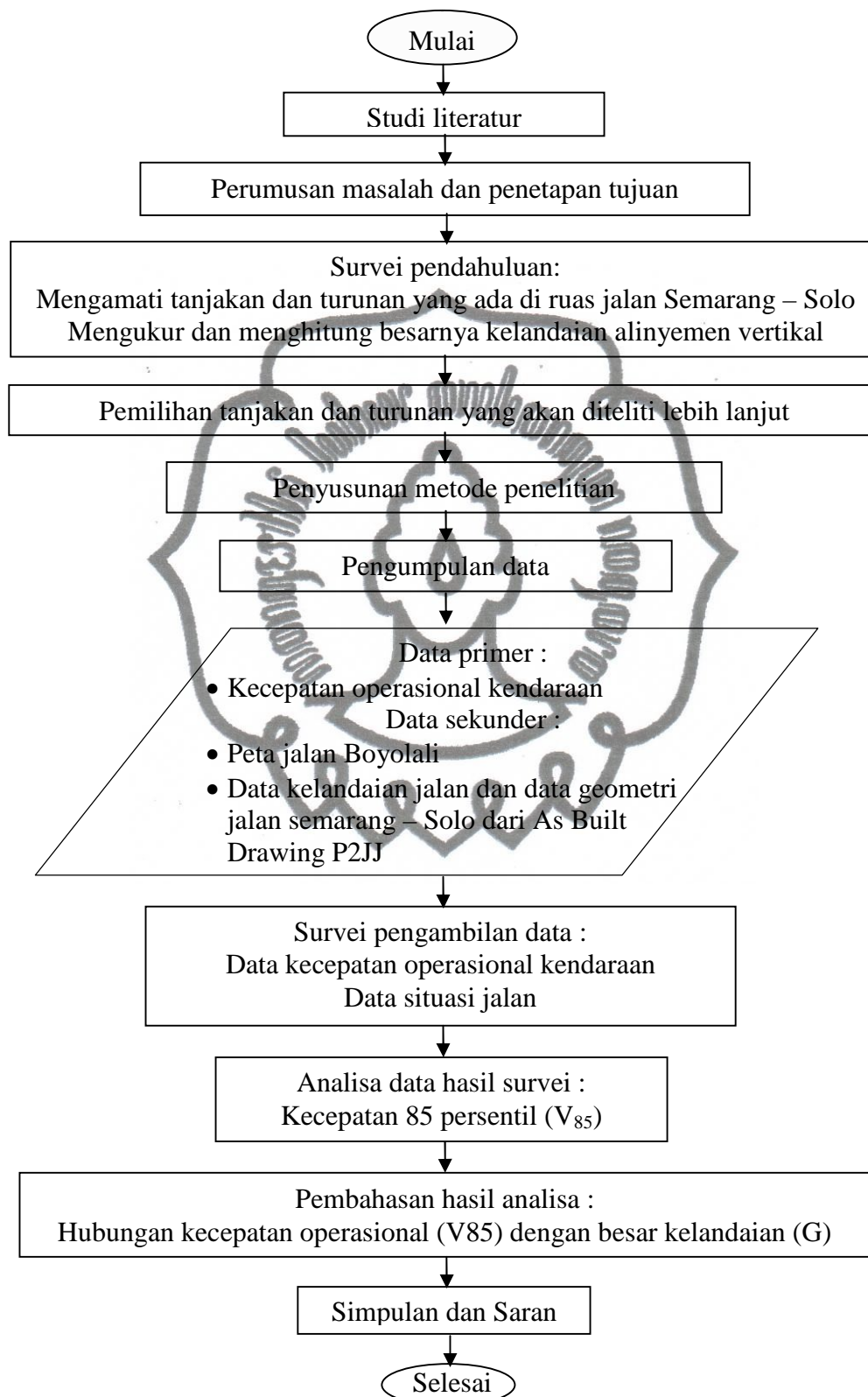
- a. Linier $y = a + bx$
- b. *Quadratic* $y = a + bx + cx^2$
- c. *Exponential* $y = a(e^{bx})$

Keterangan :

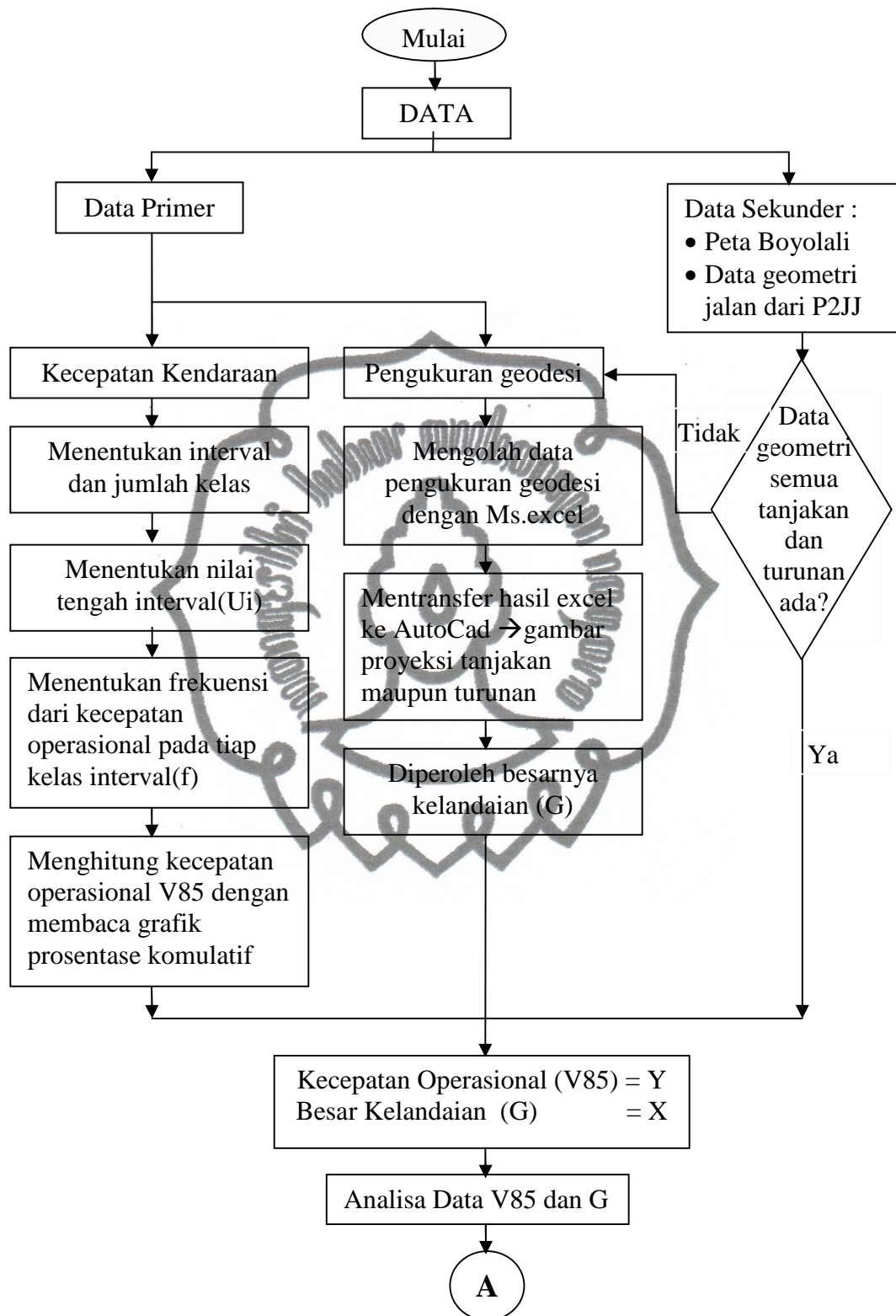
- a = konstanta regresi
- b, c = koefisien regresi
- y = variabel dependen
- x = variabel independen
- e = bilangan alam = 2.714

Data sebelumnya dianalisa dengan pengujian asumsi klasik yang kemudian dalam penentuan hubungan yang terbaik akan dilihat dari besarnya nilai koefisien determinasi (R^2). Setelah model dipilih selanjutnya diadakan pengujian hipotesis, dan koefisien korelasi (r).

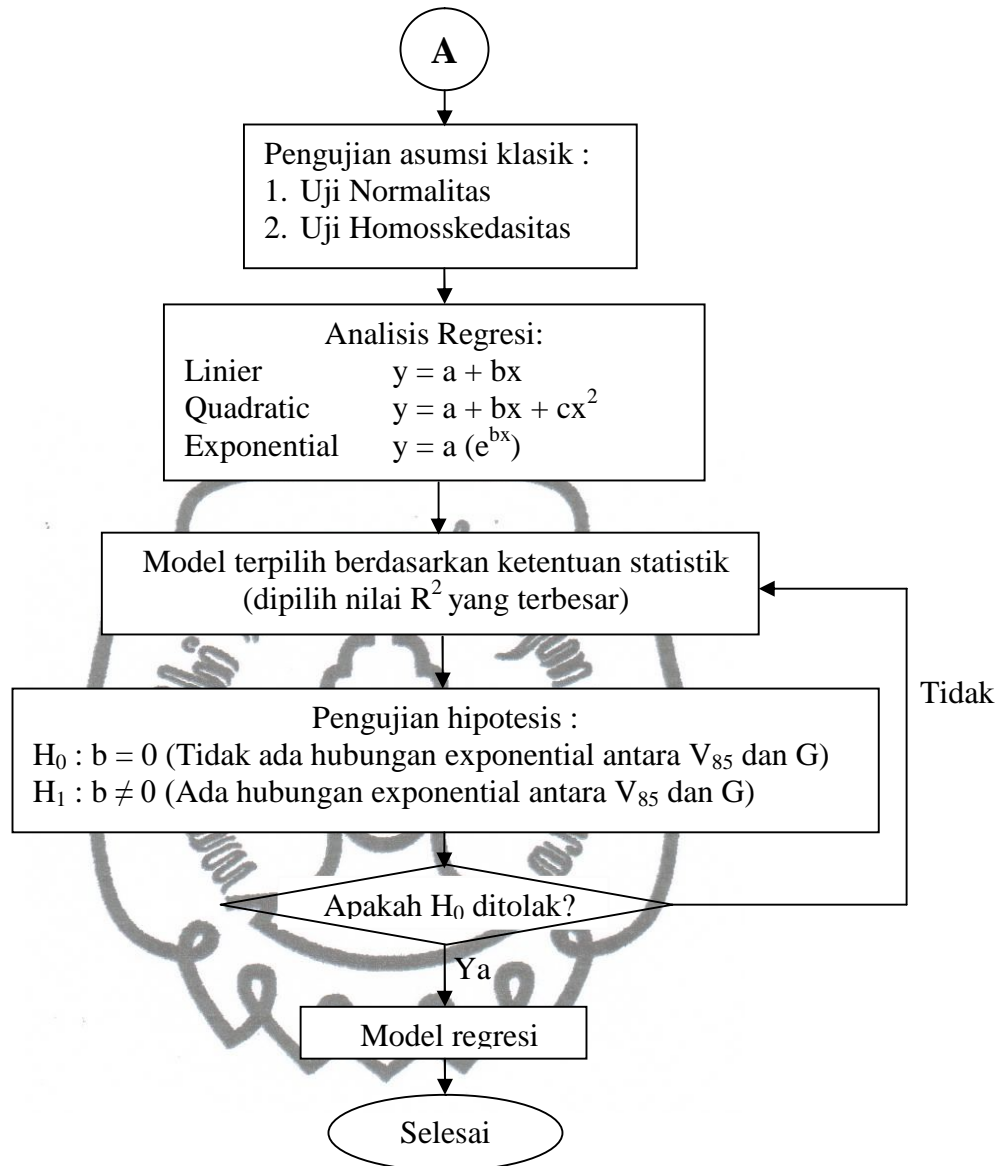
3.5. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.3. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.4. Diagram Alir Analisa Data



Gambar 3.4. Diagram Alir Analisa Data (Lanjutan)

BAB 4

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Kecepatan Operasional

Penelitian ini dilakukan pada alinyemen vertikal (tanjakan maupun turunan) pada ruas jalan jalan Semarang – Solo km 50+000 sampai dengan km 86+000 Kabupaten Boyolali menggunakan metode pengambilan kecepatan *Spot Speed* dengan alat *Speed Gun*. Berdasarkan pengujian kalibrasi/konfersi alat, untuk penggunaan *Speed Gun* dengan pengambilan kecepatan dari arah yang membentuk sudut, maka ketelitian alat adalah (+) 5. Jadi dari hasil pengambilan kecepatan, agar sesuai dengan kenyataan maka hasilnya harus ditambah 5 km/jam. Data hasil konfersi kemudian dihitung prosentase komulatif kecepatan operasional pada masing-masing lokasi penelitian sehingga dihasilkan kecepatan persentil 85 % (V_{85}).

4.1.1. Data Hasil Penelitian

Kecepatan operasional diambil 50 sampel tiap jenis kendaraan yang berjalan pada 1 arah untuk dianalisis menggunakan metode *aritmatik mean speed*, untuk masing-masing jenis kendaraan. Analisa data kecepatan operasional arah Solo – Semarang pada alinyemen vertikal Ngancar titik 1 dengan kelandaian (+) 0.778 % disajikan pada Tabel 4.1 sampai dengan Tabel 4.3. Hasil analisa tersebut kemudian dibuat grafik yang menghubungkan antara prosentase komulatif dengan rentang skala kecepatan. Grafik yang terbentuk pada Gambar 4.1. dapat dilihat kecepatan pada saat prosentase komulatif 85%, yang merupakan kecepatan operasional V_{85} . Analisa data yang lain dapat dilihat di lampiran B.

Tabel 4.1. Prosentase Kumulatif Kecepatan Operasional MC Solo – Semarang
(Ngancar Titik 1) dengan Kelandaian (+) 0.778 %

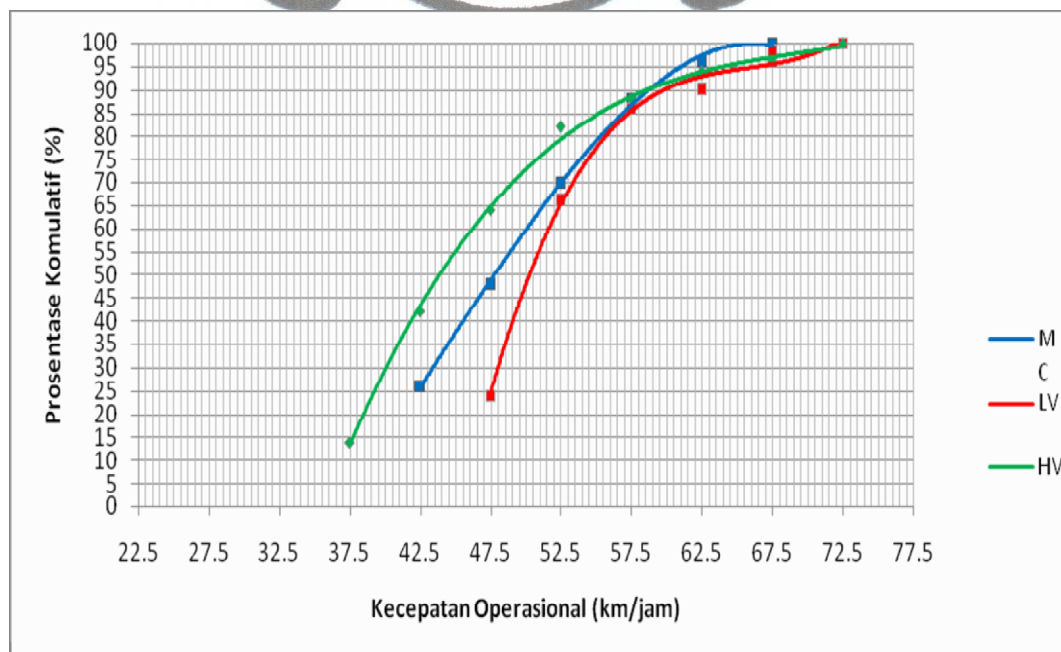
No	Kelas Kecepatan	nilai tengah U_i	Frekuensi F_i	$F_i \times U_i$	Prosentase	Prosentase Kumulatif	$F(U_i - \bar{u})^2$
1	20 - 24.99	22.5		0	0	0	0
2	25 - 29.99	27.5		0	0	0	0
3	30 - 34.99	32.5		0	0	0	0
4	35 - 39.99	37.5		0	0	0	0
5	40 - 44.99	42.5	13	552.5	26	26	961.48
6	45 - 49.99	47.5	11	522.5	22	48	142.56
7	50 - 54.99	52.5	11	577.5	22	70	21.56
8	55 - 59.99	57.5	9	517.5	18	88	368.64
9	60 - 64.99	62.5	4	250	8	96	519.84
10	65 - 69.99	67.5	2	135	4	100	537.92
11	70 - 74.99	72.5		0	0	100	0
12	75 - 79.99	77.5		0	0	100	0
13	80 - 84.99	82.5		0	0	100	0
	Jumlah		50	2555	100		2552
	Rata-rata(\bar{u})	51.1					

Tabel 4.2. Prosentase Kumulatif Kecepatan Operasional LV Solo – Semarang
(Ngancar Titik 1) dengan Kelandaian (+) 0.778 %

No	Kelas Kecepatan	nilai tengah U_i	Frekuensi F_i	$F_i \times U_i$	Prosentase	Prosentase Kumulatif	$F(U_i - \bar{u})^2$
1	20 - 24.99	22.5		0	0	0	0
2	25 - 29.99	27.5		0	0	0	0
3	30 - 34.99	32.5		0	0	0	0
4	35 - 39.99	37.5		0	0	0	0
5	40 - 44.99	42.5		0	0	0	0
6	45 - 49.99	47.5	12	570	24	24	554.88
7	50 - 54.99	52.5	21	1102.5	42	66	68.04
8	55 - 59.99	57.5	10	575	20	86	102.4
9	60 - 64.99	62.5	2	125	4	90	134.48
10	65 - 69.99	67.5	4	270	8	98	696.96
11	70 - 74.99	72.5	1	72.5	2	100	331.24
12	75 - 79.99	77.5		0	0	100	0
13	80 - 84.99	82.5		0	0	100	0
	Jumlah		50	2715	100		1888
	Rata-rata(\bar{u})	54.3					

Tabel 4.3. Prosentase Komulatif Kecepatan Operasional HV Solo – Semarang (Ngancar Titik 1) dengan Kelandaian (+) 0.778 %

No	Kelas Kecepatan	nilai tengah U_i	Frekuensi F_i	$F_i \times U_i$	Prosentase	Prosentase Komulatif	$F(U_i - \bar{u})^2$
1	20 - 24.99	22.5		0	0	0	0
2	25 - 29.99	27.5		0	0	0	0
3	30 - 34.99	32.5		0	0	0	0
4	35 - 39.99	37.5	7	262.5	14	14	847
5	40 - 44.99	42.5	14	595	28	42	504
6	45 - 49.99	47.5	11	522.5	22	64	11
7	50 - 54.99	52.5	9	472.5	18	82	144
8	55 - 59.99	57.5	3	172.5	6	88	243
9	60 - 64.99	62.5	3	187.5	6	94	588
10	65 - 69.99	67.5	1	67.5	2	96	361
11	70 - 74.99	72.5	2	145	4	100	1152
12	75 - 79.99	77.5		0	0	100	0
13	80 - 84.99	82.5		0	0	100	0
	Jumlah		50	2425	100		3850
	Rata-rata(\bar{u})	48.5					



Gambar 4.1. Grafik Prosentase Komulatif dengan Kecepatan Operasional Arah Solo – Semarang (Ngancar Titik 1) dengan Kelandaian (+) 0.778 %.

Besarnya V_{85} yang ditunjukkan Gambar 4.1. untuk masing-masing kendaraan arah Solo Semarang pada alinyemen vertikal Ngancar titik 1 dengan kelandaian (+) 0.778 %. adalah :

$$V_{85} \text{ MC} = 57.00 \text{ km/jam}$$

$$V_{85} \text{ LV} = 57.50 \text{ km/jam}$$

$$V_{85} \text{ HV} = 55.50 \text{ km/jam}$$

4.1.2. Rekapitulasi Data Kecepatan Operasional

Data kecepatan persentil 85% masing-masing tanjakan maupun turunan dengan 2 arah yang berbeda yang diperoleh dengan cara perhitungan seperti dalam Tabel 4.1. sampai Tabel 4.3. dan dari masing-masing grafik yang dapat dilihat pada lampiran B dapat diolah menjadi data kecepatan persentil 85% ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Rekapitulasi Kecepatan Persentil 85% (km/jam) Lalulintas di 6 Lokasi

Nama Tempat	Jenis Kendaraan	Besar & Panjang kelandaian	Solo – Semarang (km/jam)	Besar & Panjang kelandaian	Semarang – Solo (km/jam)
Ngancar	MC	(+) 0.778% sepanjang 600 meter	57.00	(-) 0.778% sepanjang 600 meter	53.20
	LV		57.50		61.00
	HV		55.50		54.75
	MC	(+) 1.48 % sepanjang 450 meter	52.80	(-) 1.48 % sepanjang 450 meter	56.75
	LV		61.00		59.70
	HV		54.10		57.20
	MC	(+) 0.433 % sepanjang 150 meter	60.50	(-) 0.433 % sepanjang 150 meter	49.90
	LV		58.50		54.75
	HV		49.50		47.75
Tegalsari	MC	(+) 2.644 % sepanjang 250 meter	60.40	(-) 2.644 % sepanjang 250 meter	58.75
	LV		52.30		57.50
	HV				
	MC	(+) 3.365 % sepanjang 300 meter	54.80	(-) 3.365 % sepanjang 300 meter	63.25
	LV		53.40		51.70
	HV				
	MC	(+) 3.293 % sepanjang 200 meter	56.40	(-) 3.293 % sepanjang 200 meter	59.25
	LV		52.50		51.10
	HV				

Tabel 4.4. Rekapitulasi Kecepatan Persentil 85% (km/jam) Lalulintas di 6 Lokasi
(lanjutan)

Nama Tempat	Jenis Kendaraan	Besar & Panjang kelandaian	Solo – Semarang (km/jam)	Besar & Panjang kelandaian	Semarang – Solo (km/jam)
Penggung	MC	(+) 1.95 % sepanjang 300 meter	45.30	(-) 1.95 % sepanjang 300 meter	57.20
	LV		44.40		52.25
	HV		36.80		45.75
	MC	(-) 1.12 % sepanjang 125 meter	57.20	(+) 1.12 % sepanjang 125 meter	48.30
	LV		55.75		48.00
	HV		48.00		42.50
	MC	(+) 0.36 % sepanjang 85 meter	53.20	(-) 0.36 % sepanjang 85 meter	52.75
	LV		54.20		55.30
	HV		46.70		54.80
	MC	(+) 3.06 % sepanjang 115 meter	42.70	(-) 3.06 % sepanjang 115 meter	60.60
	LV		43.70		49.60
	HV		36.20		47.50
	MC	(-) 0.63 % sepanjang 100 meter	54.25	(+) 0.63 % sepanjang 100 meter	50.50
	LV		55.20		48.20
	HV		46.30		42.90
Sidomulyo	MC	(+) 0.36 % sepanjang 210 meter	61.90	(-) 0.36 % sepanjang 210 meter	59.70
	LV		62.00		62.30
	HV		55.50		58.00
	MC	(+) 2.29 % sepanjang 140 meter	56.10	(-) 2.29 % sepanjang 140 meter	62.50
	LV		54.25		55.25
	HV		49.50		54.20
	MC	0.00% sepanjang 75 meter	64.50	0.00% sepanjang 75 meter	59.10
	LV		63.40		59.25
	HV		58.50		59.20
	MC	(-) 7.00 % sepanjang 300 meter	66.00	(+) 7.00 % sepanjang 300 meter	57.00
	LV		59.70		51.25
	HV		53.25		42.50
	MC	0.00% sepanjang 35 meter	59.10	0.00% sepanjang 35 meter	64.10
	LV		69.25		63.10
	HV		73.30		65.80
	MC	(+) 7.00 % sepanjang 165 meter	58.25	(-) 7.00 % sepanjang 165 meter	65.80
	LV		52.25		61.00
	HV		42.90		53.75

Tabel 4.4. Rekapitulasi Kecepatan Persentil 85% (km/jam) Lalulintas di 6 Lokasi
(lanjutan)

Nama Tempat	Jenis Kendaraan	Besar & Panjang kelandaian	Solo - Semarang (km/jam)	Besar & Panjang kelandaian	Semarang - Solo (km/jam)
Bakalan	MC	(+) 7.00 %	58.25	(-) 7.00 %	65.30
	LV	sepanjang 300 meter	50.30	sepanjang 300 meter	59.20
	HV		43.60		54.20
	MC	(+) 0.01 %	61.25	(-) 0.01 %	55.80
	LV	sepanjang 100 meter	63.70	sepanjang 100 meter	54.25
	HV		56.75		64.20
	MC	(+) 6.9 %	51.10	(-) 6.9 %	62.80
	LV	sepanjang 225 meter	61.20	sepanjang 225 meter	66.00
	HV		48.60		50.70
	MC	(+) 0.23 %	61.25	(-) 0.23 %	60.30
	LV	sepanjang 90 meter	63.25	sepanjang 90 meter	54.00
	HV		53.60		54.90
Tengaran	MC	(-) 5.45 %	59.90	(+) 5.45 %	61.70
	LV	sepanjang 100 meter	58.60	sepanjang 100 meter	57.75
	HV		52.75		51.70
	MC	(-) 5.75 %	67.50	(+) 5.75 %	56.50
	LV	sepanjang 120 meter	54.50	sepanjang 120 meter	54.25
	HV		54.70		52.25
	MC	(+) 6.39 %	58.75	(-) 6.39 %	63.80
	LV	sepanjang 240 meter	52.90	sepanjang 240 meter	61.90
	HV		46.75		50.60
	MC	(+) 5.07 %	66.50	(-) 5.07 %	54.50
	LV	sepanjang 150 meter	71.40	sepanjang 150 meter	54.10
	HV		66.00		72.50
	MC	(-) 5.30%	58.75	(+) 5.30%	61.25
	LV	sepanjang 150 meter	52.90	sepanjang 150 meter	58.75
	HV		72.25		43.90

Sumber : Survei kecepatan dengan *speed gun*

4.2. Data Geometri Jalan

Data geometrik jalan diperoleh dari P2JJ Semarang serta data dari pengukuran langsung dengan menggunakan rol meter dan theodolit jika dirasa data kurang lengkap. Data yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.5.

commit to user

Situasi jalan pada tanjakan maupun turunan dapat berpengaruh pada pengambilan kecepatan kendaraan bagi pengemudi. Waktu penelitian dilakukan pada jam lengang atau tidak sibuk dimana hambatan samping yang mempengaruhi kecepatan pengemudi belum terlalu besar sehingga pengambilan kecepatan dapat maksimal.

Tabel 4.5. Data Geometri Jalan

Karakteristik	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3	Lokasi 4	Lokasi 5	Lokasi 6
1.Nama ¹⁾	Jl.Smg-Solo	Jl.Smg-Solo	Jl.Smg-Solo	Jl.Smg-Solo	Jl.Smg-Solo	Jl.Smg-Solo
2.Segmen ¹⁾	Ngancar	Tegalsari	Penggung	Sidomulyo	Bakalan	Tengaran
3.Fungsi	Arteri primer	Arteri primer	Arteri primer	Arteri primer	Arteri primer	Arteri primer
4.Lebar jalan	7.0 m	7.0 m	7.0 m	7.0 m	7.0 m	7.0 m
5.Kecepatan rencana(VR)	60 km/jam	60 km/jam	60 km/jam	60 km/jam	60 km/jam	60 km/jam
6.Median	-	-	-	-	-	-
7.Jumlah & lebar lajur	2x3.5m	2x3.5m	2x3.5m	2x3.5m	2x3.5m	2x3.5m
8.Situasi sisi jalan ¹⁾	Persawahan, Pemukiman	Pusat bisnis	Pemukiman	Hutan	Pemukiman	Pemukiman
9.Survei ¹⁾	27-11-2010	27-11-2010	2-11-2010	3-11-2010	26-11-2010	6-01-2010

Sumber : P2JJ Semarang

¹⁾ Hasil survei langsung pada lokasi

4.3. Analisis Regresi

Besarnya pengaruh kelandaian terhadap kecepatan operasional akan dianalisis dengan 3 macam analisis regresi, yaitu *linier*, *quadratic*, dan *exponential*, untuk nantinya akan dipilih model terbaik dari 3 model tersebut. Dalam penelitian ini tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95%, sehingga nilai *p-value* pada uji

statistik f akan signifikan bila kurang dari 5% atau 0,05. nilai derajat bebas dan level toleransi (α) 5% dapat diperoleh nilai t tabel dengan menggunakan bantuan program *software SPSS 17* sehingga menghasilkan suatu nilai t tabel sebagai berikut :

Tabel 4.6. Nilai t tabel dengan $\alpha = 5\%$, $\alpha = 2.5\%$, $\alpha = 2\%$, $\alpha = 1\%$

	t tabel	t tabel	t tabel	t tabel
df	($\alpha = 5\%$)	($\alpha = 2.5\%$)	($\alpha = 2\%$)	($\alpha = 1\%$)
1	6.314	12.706	15.895	31.821
2	2.92	4.303	4.849	6.965
3	2.353	3.182	3.482	4.541
4	2.132	2.776	2.999	3.747
5	2.015	2.571	2.757	3.365
6	1.943	2.447	2.612	3.143
7	1.895	2.365	2.517	2.998
8	1.86	2.306	2.449	2.896
9	1.833	2.262	2.398	2.821
10	1.812	2.228	2.359	2.764
11	1.796	2.201	2.328	2.718
12	1.782	2.179	2.303	2.681
13	1.771	2.16	2.282	2.65
14	1.761	2.145	2.264	2.624
15	1.753	2.131	2.249	2.602
16	1.746	2.12	2.235	2.583
17	1.74	2.11	2.224	2.567
18	1.734	2.101	2.214	2.552
19	1.729	2.093	2.205	2.539
20	1.725	2.086	2.197	2.528
21	1.721	2.08	2.189	2.518

Sumber : Output data *SPSS 17*

Nilai t akan signifikan apabila $t_{hitung} \geq t_{tabel} (\alpha = 5\%)$

4.3.1. Input Data

Input data disajikan pada Tabel 4.7 sampai dengan Tabel 4.12.

Tabel 4.7. Input MC Tanjakan ($0\% \leq G \leq 5\%$) dan Turunan ($-5\% \leq G \leq 0\%$)

No.	Tanjakan ($0\% \leq G \leq 5\%$)		Turunan ($-5\% \leq G \leq 0\%$)	
	V85(km/jam)	G(%)	V85(km/jam)	G(%)
1	57.00	0.778	53.20	-0.778
2	52.80	1.480	56.75	-1.480
3	60.50	0.433	49.90	-0.433
4	60.40	2.644	58.75	-2.644
5	54.80	3.365	63.25	-3.365
6	56.40	3.293	59.25	-3.293
7	45.30	1.950	57.20	-1.950
8	48.30	1.120	57.20	-1.120
9	53.20	0.360	52.75	-0.360
10	42.70	3.060	60.60	-3.060
11	50.50	0.630	54.25	-0.630
12	61.90	-0.360	59.70	-0.360
13	56.10	2.290	62.50	-2.290
14	64.50	0.000	59.10	0.000
15	64.10	0.000	59.10	0.000
16	61.25	0.010	55.80	-0.010
17	61.20	0.230	60.30	-0.230

Tabel 4.8. Input MC Tanjakan ($5\% < G \leq 7\%$) dan Turunan ($-7\% \leq G < -5\%$)

No.	Tanjakan ($5\% < G \leq 7\%$)		Turunan ($-7\% \leq G < -5\%$)	
	V85(km/jam)	G(%)	V85(km/jam)	G(%)
1	57.00	7.000	66.00	-7.000
2	58.25	7.000	65.80	-7.000
3	58.25	7.000	65.30	-7.000
4	51.10	6.900	62.80	-6.900
5	61.70	5.450	59.90	-5.450
6	56.50	5.750	67.50	-5.750
7	58.75	6.390	63.80	-6.390
8	66.50	5.070	54.50	-5.070
9	61.25	5.300	58.75	-5.300

Tabel 4.9. Input LV Tanjakan ($0\% \leq G \leq 5\%$) dan Turunan ($-5\% \leq G \leq 0\%$)

No.	Tanjakan ($0\% \leq G \leq 5\%$)		Turunan ($-5\% \leq G \leq 0\%$)	
	V85(km/jam)	G(%)	V85(km/jam)	G(%)
1	57.50	0.778	61.00	-0.778
2	61.00	1.480	59.70	-1.480
3	58.50	0.433	54.75	-0.433
4	52.30	2.644	57.50	-2.644
5	53.40	3.365	51.70	-3.365
6	52.50	3.293	51.10	-3.293
7	44.40	1.950	52.25	-1.950
8	48.00	1.120	55.75	-1.120
9	54.20	0.360	55.30	-0.360
10	43.70	3.060	49.60	-3.060
11	48.20	0.630	55.20	-0.630
12	62.00	0.360	62.30	-0.360
13	54.25	2.290	55.25	-2.290
14	63.40	0.000	59.25	0.000
15	63.10	0.000	69.25	0.000
16	63.70	0.010	54.25	-0.010
17	63.25	0.230	54.00	-0.230

Tabel 4.10. Input LV Tanjakan ($5\% < G \leq 7\%$) dan Turunan ($-7\% \leq G < -5\%$)

No.	Tanjakan ($5\% < G \leq 7\%$)		Turunan ($-7\% \leq G < -5\%$)	
	V85(km/jam)	G(%)	V85(km/jam)	G(%)
1	51.25	7.000	59.70	-7.000
2	52.25	7.000	61.00	-7.000
3	50.30	7.000	59.20	-7.000
4	61.20	6.900	66.00	-6.900
5	57.75	5.450	58.60	-5.450
6	54.25	5.750	54.50	-5.750
7	52.90	6.390	61.90	-6.390
8	71.40	5.070	54.10	-5.070
9	58.75	5.300	52.90	-5.300

Tabel 4.11. Input HV Tanjakan ($0\% \leq G \leq 5\%$) dan Turunan ($-5\% \leq G \leq 0\%$)

No.	Tanjakan ($0\% \leq G \leq 5\%$)		Turunan ($-5\% \leq G \leq 0\%$)	
	V85(km/jam)	G(%)	V85(km/jam)	G(%)
1	55.50	0.778	54.75	-0.778
2	54.10	1.480	57.20	-1.480
3	49.50	0.433	47.75	-0.433
4	36.80	1.950	45.75	-1.950
5	42.50	1.120	48.00	-1.120
6	46.70	0.360	54.80	-0.360
7	36.20	3.060	47.50	-3.060
8	42.90	0.630	46.30	-0.630
9	55.50	0.360	58.00	-0.360
10	49.50	2.290	54.20	-2.290
11	58.50	0.000	59.20	0.000
12	65.80	0.000	73.30	0.000
13	56.75	0.010	64.20	-0.010
14	53.60	0.230	54.90	-0.230

Tabel 4.12. Input HV Tanjakan ($5\% < G \leq 7\%$) dan Turunan ($-7\% \leq G < -5\%$)

No.	Tanjakan ($5\% < G \leq 7\%$)		Turunan ($-7\% \leq G < -5\%$)	
	V85(km/jam)	G(%)	V85(km/jam)	G(%)
1	42.50	7.000	53.25	-7.000
2	42.90	7.000	53.75	-7.000
3	43.60	7.000	54.20	-7.000
4	48.60	6.900	50.70	-6.900
5	51.70	5.450	52.75	-5.450
6	52.25	5.750	54.70	-5.750
7	46.75	6.390	50.60	-6.390
8	66.00	5.070	72.50	-5.070
9	43.90	5.300	72.25	-5.300

4.3.2. Analisis Data

4.3.2.1. Pengujian asumsi klasik

A. Uji Normalitas

Uji normalitas dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui apakah data memiliki sebaran yang normal. Untuk menguji normalitas data dalam penelitian ini digunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Kemudian untuk menerima atau menolak hipotesis dengan cara membandingkan *p-value* dengan taraf signifikansi (α) sebesar 0.05. Jika *p-value* > 0.05 maka data berdistribusi normal. Hasil pengujian normalitas dari *Kolmogorav-Smirnov* dapat dilihat pada Lampiran D dan secara ringkas ditunjukkan dalam Tabel 4.13. berikut :

Tabel 4.13. Hasil Uji Normalitas Data

Variabel		<i>Kolmogorov-Smirnov</i>	<i>p-value</i>	Keterangan Sebaran data
Kecepatan Operasional	MC ($0 \leq G \leq 5$)	0.688	0.732	Normal
	MC ($5 < G \leq 7$)	0.542	0.931	Normal
	MC ($-5 \leq G \leq 0$)	0.633	0.818	Normal
	MC ($-7 \leq G < -5$)	0.527	0.944	Normal
	LV ($0 \leq G \leq 5$)	0.598	0.866	Normal
	LV ($5 < G \leq 7$)	0.594	0.872	Normal
	LV ($-5 \leq G \leq 0$)	0.814	0.521	Normal
	LV ($-7 \leq G < -5$)	0.513	0.955	Normal
	HV ($0 \leq G \leq 5$)	0.569	0.902	Normal
	HV ($5 < G \leq 7$)	0.617	0.841	Normal
	HV ($-5 \leq G \leq 0$)	0.619	0.839	Normal
	HV ($-7 \leq G < -5$)	1.170	0.129	Normal
Kelandaian	17 macam	0.794	0.554	Normal
	14 macam	0.736	0.651	Normal
	9 macam	0.742	0.641	Normal

Dari hasil perhitungan uji Kolmogorov-Smirnov, dapat diketahui bahwa *p-value* dari variabel-variabel diatas lebih besar dari α ($p > 0.05$), sehingga keseluruhan data tersebut dinyatakan memiliki distribusi normal atau memiliki sebaran data yang normal.

B. Uji Homoskedasitas

Uji homoskedasitas digunakan untuk mengetahui apakah dalam model regresi terjadi kesamaan varians dari residual satu ke pengamatan lain. Jika asumsi ini tidak dipenuhi, maka terjadi heterokedasitas. Dari hasil uji homoskesasitas diperoleh hasil seperti ditunjukkan dalam Tabel 4.14.

Tabel 4.14. Hasil Uji Homoskedasitas

Variable Data	Model	t_{hitung}	$t_{tabel (\alpha=2.5\%)}$	Sig.	Interpretasi
MC ($0 \leq G \leq 5$)	Linier	-2.209	2.131	0.043	Terjadi heteroskedasitas
	Quadratic	-2.819	2.145	0.014	Terjadi heteroskedasitas
		2.275	2.145	0.036	Terjadi heteroskedasitas
	Exponential	-2.154	2.131	0.048	Terjadi heteroskedasitas
MC ($5 < G \leq 7$)	Linier	-2.748	2.365	0.029	Terjadi heteroskedasitas
	Quadratic	-1.686	2.447	0.143	Terjadi homoskedasitas
		1.587	2.447	0.164	Terjadi homoskedasitas
	Exponential	-2.654	2.365	0.033	Terjadi heteroskedasitas
MC ($-5 \leq G \leq 0$)	Linier	-2.298	2.131	0.036	Terjadi heteroskedasitas
	Quadratic	0.782	2.145	0.447	Terjadi homoskedasitas
		1.408	2.145	0.181	Terjadi homoskedasitas
	Exponential	-2.251	2.131	0.040	Terjadi heteroskedasitas
MC ($-7 \leq G < -5$)	Linier	-2.888	2.365	0.023	Terjadi heteroskedasitas
	Quadratic	-2.547	2.447	0.044	Terjadi heteroskedasitas
		-2.424	2.447	0.052	Terjadi homoskedasitas
	Exponential	-2.939	2.365	0.022	Terjadi heteroskedasitas

Tabel 4.14. Hasil uji homoskedasitas (lanjutan)

Variable Data	Model	t_{hitung}	$t_{tabel} (\alpha=2.5\%)$	Sig.	Interpretasi
LV ($0 \leq G \leq 5$)	Linier	-3.180	2.131	0.006	Terjadi heteroskedasitas
	Quadratic	-2.674	2.145	0.018	Terjadi heteroskedasitas
		1.887	2.145	0.080	Terjadi homoskedasitas
	Exponential	-3.061	2.131	0.008	Terjadi heteroskedasitas
LV ($5 < G \leq 7$)	Linier	-2.358	2.365	0.051	Terjadi homoskedasitas
	Quadratic	-1.912	2.447	0.104	Terjadi homoskedasitas
		1.823	2.447	0.118	Terjadi homoskedasitas
	Exponential	-2.428	2.365	0.046	Terjadi heteroskedasitas
LV ($-5 \leq G \leq 0$)	Linier	2.665	2.131	0.018	Terjadi heteroskedasitas
	Quadratic	0.428	2.145	0.675	Terjadi homoskedasitas
		-0.212	2.145	0.835	Terjadi homoskedasitas
	Exponential	2.778	2.131	0.014	Terjadi heteroskedasitas
LV ($-7 \leq G < -5$)	Linier	-3.188	2.365	0.015	Terjadi heteroskedasitas
	Quadratic	-0.739	2.447	0.448	Terjadi homoskedasitas
		-0.639	2.447	0.546	Terjadi homoskedasitas
	Exponential	-3.276	2.365	0.014	Terjadi heteroskedasitas
HV ($0 \leq G \leq 5$)	Linier	-3.382	2.131	0.005	Terjadi heteroskedasitas
	Quadratic	-1.688	2.145	0.119	Terjadi homoskedasitas
		0.731	2.145	0.480	Terjadi homoskedasitas
	Exponential	-3.539	2.131	0.014	Terjadi heteroskedasitas
HV ($5 < G \leq 7$)	Linier	-2.474	2.365	0.043	Terjadi heteroskedasitas
	Quadratic	-0.864	2.447	0.421	Terjadi homoskedasitas
		0.785	2.447	0.462	Terjadi homoskedasitas
	Exponential	-2.523	2.365	0.040	Terjadi heteroskedasitas
HV ($-5 \leq G \leq 0$)	Linier	2.213	2.131	0.047	Terjadi heteroskedasitas
	Quadratic	2.204	2.145	0.050	Terjadi heteroskedasitas
		1.575	2.145	0.143	Terjadi homoskedasitas
	Exponential	2.244	2.131	0.044	Terjadi heteroskedasitas
HV ($-7 \leq G < -5$)	Linier	-2.690	2.365	0.031	Terjadi heteroskedasitas
	Quadratic	3.044	2.447	0.023	Terjadi heteroskedasitas
		2.918	2.447	0.027	Terjadi heteroskedasitas
	Exponential	2.675	2.365	0.032	Terjadi heteroskedasitas

4.3.3. Pemilihan Model

Model hubungan antara variable kecepatan operasional (V_{85}) untuk setiap jenis kendaraan dan kelandaian jalan (g) pada tanjakan maupun turunan diperoleh dari hasil *output* data yang diolah menggunakan *software SPSS 17*. Model hubungan yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 4.15. dan *output* data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran D

Tabel 4.15. Hubungan Kecepatan Operasional (V_{85}) dan Kelandaian Jalan (G)

Variabel Data	Model	Persamaan	R^2	F
MC ($0 \leq G \leq 5$)	Linier	$Y = 59.32 - 2.613X$	24.5%	0.043
	Quadratic	$Y = 62.531 - 12.008X + 2.897X^2$	44.9%	0.015
	Exponential	$Y = 59.117(e^{-0.048X})$	23.6%	0.048
MC ($5 < G \leq 7$)	Linier	$Y = 81.963 - 3.731X$	51.9%	0.029
	Quadratic	$Y = 260.33 - 62.949X + 4.837X^2$	66.1%	0.039
	Exponential	$Y = 86.589(e^{-0.063X})$	50.1%	0.033
MC ($-5 \leq G \leq 0$)	Linier	$Y = 55.705 - 1.482X$	26.0%	0.036
	Quadratic	$Y = 56.892 + 1.991X + 1.071X^2$	35.2%	0.048
	Exponential	$Y = 55.628(e^{-0.026X})$	25.2%	0.040
MC ($-7 \leq G < -5$)	Linier	$Y = 38.993 - 3.821X$	54.4%	0.023
	Quadratic	$Y = -185.75 - 78.44X - 6.095X^2$	76.9%	0.012
	Exponential	$Y = 42.276(e^{-0.063X})$	55.2%	0.022
LV ($0 \leq G \leq 5$)	Linier	$Y = 60.026 - 3.501X$	40.3%	0.006
	Quadratic	$Y = 62.618 - 11.084X + 2.338X^2$	52.4%	0.006
	Exponential	$Y = 59.808(e^{-0.063X})$	38.5%	0.008
LV ($5 < G \leq 7$)	Linier	$Y = 90.357 - 5.427X$	44.3%	0.051
	Quadratic	$Y = 422.4 - 115.67X + 9.005X^2$	64.1%	0.046
	Exponential	$Y = 99.79(e^{-0.092X})$	45.7%	0.046
LV ($-5 \leq G \leq 0$)	Linier	$Y = 59.25 + 2.231X$	32.1%	0.018
	Quadratic	$Y = 59.002 + 1.507X - 0.223X^2$	34.4%	0.065
	Exponential	$Y = 59.108(e^{0.039X})$	34.0%	0.014

Tabel 4.15. Hubungan Kecepatan Operasional (V_{85}) dan kelandaian jalan (G)
(lanjutan)

Variabel Data	Model	Persamaan	R^2	F
LV ($-7 \leq G < -5$)	Linier	$Y = 33.884 - 3.991X$	59.2%	0.015
	Quadratic	$Y = -42.44 - 29.332X - 2.07X^2$	61.8%	0.056
	Exponential	$Y = 38.208(e^{-0.069X})$	60.5%	0.014
HV ($0 \leq G \leq 5$)	Linier	$Y = 55.922 - 6.224X$	48.8%	0.005
	Quadratic	$Y = 57.232 - 10.612X + 1.601X^2$	51.2%	0.019
	Exponential	$Y = 55.863(e^{-0.132X})$	51.1%	0.004
HV ($5 < G \leq 7$)	Linier	$Y = 87.582 - 6.266X$	46.7%	0.043
	Quadratic	$Y = 274.33 - 68.27X + 5.065X^2$	51.6%	0.113
	Exponential	$Y = 101.396(e^{-0.12X})$	47.6%	0.040
HV ($-5 \leq G \leq 0$)	Linier	$Y = 58.642 + 4.341X$	29.0%	0.047
	Quadratic	$Y = 61.425 + 13.661X + 3.4X^2$	42.1%	0.050
	Exponential	$Y = 58.153(e^{0.077X})$	29.6%	0.044
HV ($-7 \leq G < -5$)	Linier	$Y = -104.633 + 7.644X$	50.8%	0.031
	Quadratic	$Y = 630.39 + 182.2X + 14.258X^2$	79.7%	0.008
	Exponential	$Y = 121.973(e^{0.124X})$	50.6%	0.032

Pemilihan model didapatkan dari nilai koefisien determinasi (R^2) terbesar. Berdasarkan ketentuan-ketentuan yang ada pada metode-metode statistik bahwa nilai R^2 yang semakin besar, maka variabel independen akan semakin besar menjelaskan variabel dependen dan sebaliknya semakin kecil nilai R^2 , maka variabel independen semakin kecil dalam menjelaskan variabel dependen.

Dari nilai koefisien determinasi (R^2) analisis regresi di atas maka dapat dipilih model terbaik untuk masing-masing jenis kendaraan yang menggambarkan pengaruh kecepatan operasional (V_{85}) terhadap kelandaian jalan (G), sebagai berikut :

1. Sepeda motor (MC) di tanjakan ($0 \leq G \leq 5$)
Quadratic $\rightarrow Y = 62.531 - 12.008X + 2.897X^2$
2. Sepeda motor (MC) di tanjakan ($5 < G \leq 7$)
Quadratic $\rightarrow Y = 260.33 - 62.949X + 4.837X^2$
3. Sepeda motor (MC) di turunan ($-5 \leq G \leq 0$)
Quadratic $\rightarrow Y = 56.892 + 1.991X + 1.071X^2$
4. Sepeda motor (MC) di turunan ($-7 \leq G < -5$)
Quadratic $\rightarrow Y = -185.75 - 78.44X - 6.095X^2$
5. Kendaraan ringan (LV) di tanjakan ($0 \leq G \leq 5$)
Quadratic $\rightarrow Y = 62.618 - 11.084X + 2.338X^2$
6. Kendaraan ringan (LV) di tanjakan ($5 < G \leq 7$)
Quadratic $\rightarrow Y = 422.4 - 115.67X + 9.005X^2$
7. Kendaraan ringan (LV) di turunan ($-5 \leq G \leq 0$)
Quadratic $\rightarrow Y = 59.002 + 1.507X - 0.223X^2$
8. Kendaraan ringan (LV) di turunan ($-7 \leq G < -5$)
Quadratic $\rightarrow Y = -42.44 - 29.332X - 2.07X^2$
9. Kendaraan berat (HV) di tanjakan ($0 \leq G \leq 5$)
Quadratic $\rightarrow Y = 57.232 - 10.612X + 1.601X^2$
10. Kendaraan berat (HV) di tanjakan ($5 < G \leq 7$)
Quadratic $\rightarrow Y = 274.33 - 68.27X + 5.065X^2$
11. Kendaraan berat (HV) di turunan ($-5 \leq G \leq 0$)
Quadratic $\rightarrow Y = 61.425 + 13.661X + 3.4X^2$
12. Kendaraan berat (HV) di turunan ($-7 \leq G < -5$)
Quadratic $\rightarrow Y = 630.39 + 182.2X + 14.258X^2$

4.3.3.1. Pengujian Hipotesis

Hasil model di atas selanjutnya dapat kita pakai untuk uji hipotesis yang menyatakan model yang didapat bentuknya exponential atau tidak.

Hipotesis :

$H_0 : b = 0$ (Tidak ada hubungan quadratic antara kecepatan operasional dan kelandaian jalan)

$H_1 : b \neq 0$ (Ada hubungan quadratic antara kecepatan operasional dan kelandaian jalan)

A. Hipotesis MC di Tanjakan ($0\% \leq G \leq 5\%$)

Dalam tabel ANOVA, terbaca nilai Sig. = 0.015. Nilai Sig. tersebut dibandingkan dengan taraf signifikansi (α) sebesar 0.05 diperoleh $0.015 < 0.05$. Karena nilai Sig. $< \alpha$ maka dapat disimpulkan bahwa kita menolak H_0 , yang artinya antara kecepatan operasional dan kelandaian jalan ada hubungan quadratic.

Pada tabel model Summary diperoleh nilai $R^2 = 0.449$. Artinya variabel kelandaian jalan dapat menerangkan variabilitas sebesar 44.9% dari variabel kecepatan operasional, sedangkan sisanya diterangkan oleh variabel lain diluar model regresi (dengan nilai R^2 merupakan koefisien determinasi).

B. Hipotesis MC di Tanjakan ($5\% < G \leq 7\%$)

Dalam tabel ANOVA, terbaca nilai Sig. = 0.039. Nilai Sig. tersebut dibandingkan dengan taraf signifikansi (α) sebesar 0.05 diperoleh $0.039 < 0.05$. Karena nilai Sig. $< \alpha$ maka dapat disimpulkan bahwa kita menolak H_0 , yang artinya antara kecepatan operasional dan kelandaian jalan ada hubungan quadratic.

Pada tabel model Summary diperoleh nilai $R^2 = 0.661$. Artinya variabel kelandaian jalan dapat menerangkan variabilitas sebesar 66.1% dari variabel

kecepatan operasional, sedangkan sisanya diterangkan oleh variabel lain diluar model regresi (dengan nilai R^2 merupakan koefisien determinasi).

C. Hipotesis MC di Turunan ($-5\% \leq G \leq 0\%$)

Dalam tabel ANOVA, terbaca nilai Sig. = 0.048. Nilai Sig. tersebut dibandingkan dengan taraf signifikansi (α) sebesar 0.05 diperoleh $0.048 < 0.05$. Karena nilai Sig. $< \alpha$ maka dapat disimpulkan bahwa kita menolak H_0 , yang artinya antara kecepatan operasional dan kelandaian jalan ada hubungan quadratic.

Pada tabel model Summary diperoleh nilai $R^2 = 0.352$. Artinya variabel kelandaian jalan dapat menerangkan variabilitas sebesar 35.2% dari variabel kecepatan operasional, sedangkan sisanya diterangkan oleh variabel lain diluar model regresi (dengan nilai R^2 merupakan koefisien determinasi).

D. Hipotesis MC di Turunan ($-7\% \leq G < -5\%$)

Dalam tabel ANOVA, terbaca nilai Sig. = 0.012. Nilai Sig. tersebut dibandingkan dengan taraf signifikansi (α) sebesar 0.05 diperoleh $0.012 < 0.05$. Karena nilai Sig. $< \alpha$ maka dapat disimpulkan bahwa kita menolak H_0 , yang artinya antara kecepatan operasional dan kelandaian jalan ada hubungan quadratic.

Pada tabel model Summary diperoleh nilai $R^2 = 0.769$. Artinya variabel kelandaian jalan dapat menerangkan variabilitas sebesar 76.9% dari variabel kecepatan operasional, sedangkan sisanya diterangkan oleh variabel lain diluar model regresi (dengan nilai R^2 merupakan koefisien determinasi).

E. Hipotesis LV di Tanjakan ($0\% \leq G \leq 5\%$)

Dalam tabel ANOVA, terbaca nilai Sig. = 0.006. Nilai Sig. tersebut dibandingkan dengan taraf signifikansi (α) sebesar 0.05 diperoleh $0.006 < 0.05$. Karena nilai

Sig. $< \alpha$ maka dapat disimpulkan bahwa kita menolak H_0 , yang artinya antara kecepatan operasional dan kelandaian jalan ada hubungan quadratic.

Pada tabel model Summary diperoleh nilai $R^2 = 0.524$. Artinya variabel kelandaian jalan dapat menerangkan variabilitas sebesar 52.4% dari variabel kecepatan operasional, sedangkan sisanya diterangkan oleh variabel lain diluar model regresi (dengan nilai R^2 merupakan koefisien determinasi).

F. Hipotesis LV di Tanjakan ($5\% < G \leq 7\%$)

Dalam tabel ANOVA, terbaca nilai Sig. = 0.046. Nilai Sig. tersebut dibandingkan dengan taraf signifikansi (α) sebesar 0.05 diperoleh $0.046 < 0.05$. Karena nilai Sig. $< \alpha$ maka dapat disimpulkan bahwa kita menolak H_0 , yang artinya antara kecepatan operasional dan kelandaian jalan ada hubungan quadratic.

Pada tabel model Summary diperoleh nilai $R^2 = 0.641$. Artinya variabel kelandaian jalan dapat menerangkan variabilitas sebesar 64.1% dari variabel kecepatan operasional, sedangkan sisanya diterangkan oleh variabel lain diluar model regresi (dengan nilai R^2 merupakan koefisien determinasi).

G. Hipotesis LV di Turunan ($-5\% \leq G \leq 0\%$)

Dalam tabel ANOVA, terbaca nilai Sig. = 0.018. Nilai Sig. tersebut dibandingkan dengan taraf signifikansi (α) sebesar 0.05 diperoleh $0.018 < 0.05$. Karena nilai Sig. $< \alpha$ maka dapat disimpulkan bahwa kita menolak H_0 , yang artinya antara kecepatan operasional dan kelandaian jalan ada hubungan quadratic.

Pada tabel model Summary diperoleh nilai $R^2 = 0.344$. Artinya variabel kelandaian jalan dapat menerangkan variabilitas sebesar 34.4% dari variabel kecepatan operasional, sedangkan sisanya diterangkan oleh variabel lain diluar model regresi (dengan nilai R^2 merupakan koefisien determinasi).

H. Hipotesis LV di Turunan ($-7\% \leq G < -5\%$)

Dalam tabel ANOVA, terbaca nilai Sig. = 0.015. Nilai Sig. tersebut dibandingkan dengan taraf signifikansi (α) sebesar 0.05 diperoleh $0.015 < 0.05$. Karena nilai Sig. $< \alpha$ maka dapat disimpulkan bahwa kita menolak H_0 , yang artinya antara kecepatan operasional dan kelandaian jalan ada hubungan quadratic.

Pada tabel model Summary diperoleh nilai $R^2 = 0.618$. Artinya variabel kelandaian jalan dapat menerangkan variabilitas sebesar 61.8% dari variabel kecepatan operasional, sedangkan sisanya diterangkan oleh variabel lain diluar model regresi (dengan nilai R^2 merupakan koefisien determinasi).

I. Hipotesis HV di Tanjakan ($0\% \leq G \leq 5\%$)

Dalam tabel ANOVA, terbaca nilai Sig. = 0.019. Nilai Sig. tersebut dibandingkan dengan taraf signifikansi (α) sebesar 0.05 diperoleh $0.019 < 0.05$. Karena nilai Sig. $< \alpha$ maka dapat disimpulkan bahwa kita menolak H_0 , yang artinya antara kecepatan operasional dan kelandaian jalan ada hubungan quadratic.

Pada tabel model Summary diperoleh nilai $R^2 = 0.512$. Artinya variabel kelandaian jalan dapat menerangkan variabilitas sebesar 51.2% dari variabel kecepatan operasional, sedangkan sisanya diterangkan oleh variabel lain diluar model regresi (dengan nilai R^2 merupakan koefisien determinasi).

J. Hipotesis HV di Tanjakan ($5\% < G \leq 7\%$)

Dalam tabel ANOVA, terbaca nilai Sig. = 0.043. Nilai Sig. tersebut dibandingkan dengan taraf signifikansi (α) sebesar 0.05 diperoleh $0.043 < 0.05$. Karena nilai Sig. $< \alpha$ maka dapat disimpulkan bahwa kita menolak H_0 , yang artinya antara kecepatan operasional dan kelandaian jalan ada hubungan quadratic.

Pada tabel model Summary diperoleh nilai $R^2 = 0.516$. Artinya variabel kelandaian jalan dapat menerangkan variabilitas sebesar 51.6% dari variabel kecepatan operasional, sedangkan sisanya diterangkan oleh variabel lain diluar model regresi (dengan nilai R^2 merupakan koefisien determinasi).

K. Hipotesis HV di Turunan ($-5\% \leq G \leq 0\%$)

Dalam tabel ANOVA, terbaca nilai Sig. = 0.047. Nilai Sig. tersebut dibandingkan dengan taraf signifikansi (α) sebesar 0.05 diperoleh $0.047 < 0.05$. Karena nilai Sig. $< \alpha$ maka dapat disimpulkan bahwa kita menolak H_0 , yang artinya antara kecepatan operasional dan kelandaian jalan ada hubungan quadratic.

Pada tabel model Summary diperoleh nilai $R^2 = 0.421$. Artinya variabel kelandaian jalan dapat menerangkan variabilitas sebesar 42.1% dari variabel kecepatan operasional, sedangkan sisanya diterangkan oleh variabel lain diluar model regresi (dengan nilai R^2 merupakan koefisien determinasi).

L. Hipotesis HV di Turunan ($-7\% \leq G < -5\%$)

Dalam tabel ANOVA, terbaca nilai Sig. = 0.008. Nilai Sig. tersebut dibandingkan dengan taraf signifikansi (α) sebesar 0.05 diperoleh $0.008 < 0.05$. Karena nilai Sig. $< \alpha$ maka dapat disimpulkan bahwa kita menolak H_0 , yang artinya antara kecepatan operasional dan kelandaian jalan ada hubungan quadratic.

Pada tabel model Summary diperoleh nilai $R^2 = 0.797$. Artinya variabel kelandaian jalan dapat menerangkan variabilitas sebesar 79.7% dari variabel kecepatan operasional, sedangkan sisanya diterangkan oleh variabel lain diluar model regresi (dengan nilai R^2 merupakan koefisien determinasi).

4.3.3.2. Analisis Korelasi

Kekuatan hubungan antara dua variable dapat diketahui pula dengan analisis korelasi yang ditunjukkan oleh koefisien korelasi (r) dalam tabel 4.16. Dalam

penelitian ini, analisa korelasi yang digunakan adalah korelasi pearson. Koefisien korelasi antara kecepatan operasional dan kelandaian jalan/grade (G) dihitung untuk setiap jenis kendaraan dan jenis kelandaian (tanjakan dan turunan).

Tanda negatif di depan angka koefisien korelasi menunjukkan bahwa korelasi memiliki pola negatif. Hal ini menunjukkan adanya pola kenaikan yang berbanding terbalik antara kecepatan operasional kendaraan dan kelandaian jalan, yaitu semakin tinggi nilai kecepatan operasional kendaraan, maka justru semakin kecil nilai kelandaian jalan, dan sebaliknya, semakin rendah nilai kecepatan operasional kendaraan, maka justru semakin besar nilai kelandaian jalan.

Tabel 4.16. Koefisien Korelasi

No	Jenis Kendaraan	<i>Pearson Correlation</i>	Interpretasi Korelasi
1	MC ($0 \leq G \leq 5$)	-0.495	Cukup kuat
2	MC ($5 < G \leq 7$)	-0.720	Kuat
3	MC ($-5 \leq G \leq 0$)	-0.510	Cukup kuat
4	MC ($-7 \leq G < -5$)	-0.737	Kuat
5	LV ($0 \leq G \leq 5$)	-0.635	Kuat
6	LV ($5 < G \leq 7$)	-0.669	Kuat
7	LV ($-5 \leq G \leq 0$)	0.567	Cukup kuat
8	LV ($-7 \leq G < -5$)	-0.770	Kuat
9	HV ($0 \leq G \leq 5$)	-0.699	Kuat
10	HV ($5 < G \leq 7$)	-0.683	Kuat
11	HV ($-5 \leq G \leq 0$)	0.538	Cukup kuat
12	HV ($-7 \leq G < -5$)	-0.713	Kuat

4.3.3.3. Model Regresi

Dari hasil pengujian hipotesis diatas dapat disimpulkan bahwa antara kecepatan operasional dan kelandaian jalan terdapat hubungan yang ditunjukkan pada Tabel 4.17. Keduabelas model tersebut adalah model yang memiliki nilai R^2 terbesar sehingga dapat mewakili kondisi tanjakan dan turunan di jalan Semarang - Solo.

Tabel 4.17. Hubungan Kecepatan Operasional (V_{85}) dengan Kelandaian (G)

No	G	Jenis Kendaraan	Persamaan	R ²
1	$0 \% \leq G \leq 5 \%$	MC	$V_{85} = 62.531 - 12.008 G + 2.897 G^2$	44.9%
		LV	$V_{85} = 62.618 - 11.084 G + 2.338 G^2$	52.4%
		HV	$V_{85} = 57.232 - 10.612 G + 1.601 G^2$	51.2%
2	$5 \% < G \leq 7 \%$	MC	$V_{85} = 260.33 - 62.949 G + 4.837 G^2$	66.1%
		LV	$V_{85} = 422.4 - 115.67 G + 9.005 G^2$	64.1%
		HV	$V_{85} = 274.33 - 68.27 G + 5.065 G^2$	51.6%
3	$-5 \% \leq G \leq 0 \%$	MC	$V_{85} = 56.892 + 1.991 G + 1.071 G^2$	35.2%
		LV	$V_{85} = 59.002 + 1.507 G - 0.223 G^2$	34.4%
		HV	$V_{85} = 61.425 + 13.661 G + 3.4 G^2$	42.1%
4	$-7 \% \leq G < -5 \%$	MC	$V_{85} = -185.75 - 78.44 G - 6.095 G^2$	76.9%
		LV	$V_{85} = -42.44 - 29.332 G - 2.07 G^2$	61.8%
		HV	$V_{85} = 630.39 + 182.2 G + 14.258 G^2$	79.7%

Model tersebut di atas setelah diuji coba dengan memasukkan nilai besar kelandaianya menunjukkan bahwa nilai dari V_{85} untuk jenis kendaraan berat(HV) dan kendaraan ringan(LV) kurang dari kecepatan rencana(V_R). Hal tersebut kebanyakan terjadi di daerah tanjakan dan sebagian turunan. Pada bagian turunan kendaraan berat dan ringan berjalan di bawah kecepatan rencana jalan dikarenakan kendaraan tersebut melakukan pengereman supaya dapat mengontrol laju kendaraan. Pada bagian turunan kendaraan laju kendaraan cenderung naik diakibatkan efek dari gravitasi maka jika kendaraan tidak dapat mengontrol laju kendaraan kemungkinan terjadi tabrakan dengan kendaraan didepannya semakin besar.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- Ada hubungan antara kecepatan operasional (V_{85}) dan kelandaian jalan/grade (G) yang ditunjukkan oleh model/persamaan di bawah ini :

No	G	Jenis Kendaraan	Persamaan	R ²
1	$0 \% \leq G \leq 5 \%$	MC	$V_{85} = 62.531 - 12.008 G + 2.897 G^2$	44.9%
		LV	$V_{85} = 62.618 - 11.084 G + 2.338 G^2$	52.4%
		HV	$V_{85} = 57.232 - 10.612 G + 1.601 G^2$	51.2%
2	$5 \% < G \leq 7 \%$	MC	$V_{85} = 260.33 - 62.949 G + 4.837 G^2$	66.1%
		LV	$V_{85} = 422.4 - 115.67 G + 9.005 G^2$	64.1%
		HV	$V_{85} = 274.33 - 68.27 G + 5.065 G^2$	51.6%
3	$-5 \% \leq G \leq 0 \%$	MC	$V_{85} = 56.892 + 1.991 G + 1.071 G^2$	35.2%
		LV	$V_{85} = 59.002 + 1.507 G - 0.223 G^2$	34.4%
		HV	$V_{85} = 61.425 + 13.661 G + 3.4 G^2$	42.1%
4	$-7 \% \leq G < -5 \%$	MC	$V_{85} = -185.75 - 78.44 G - 6.095 G^2$	76.9%
		LV	$V_{85} = -42.44 - 29.332 G - 2.07 G^2$	61.8%
		HV	$V_{85} = 630.39 + 182.2 G + 14.258 G^2$	79.7%

- Jenis kendaraan HV dan LV melaju dengan kecepatan V_{85} dibawah kecepatan rencana ruas jalan tersebut sehingga menghambat laju jenis kendaraan lainnya. Hal tersebut di atas mengakibatkan waktu tempuh kendaraan meningkat.

5.2. Saran

Dari hasil penelitian ini, dapat disampaikan beberapa saran, yaitu :

1. Model yang dihasilkan dapat dijadikan pedoman dalam perencanaan geometri jalan antar kota terhadap pengambilan kecepatan pengemudi di jalan.
2. Secara keseluruhan kinerja jalan Semarang – Solo khususnya pada km.50+000 - km.86+000 kurang baik hal ini di sebabkan karena dengan fungsi jalan arteri primer dan kondisi LHR saat ini sudah mencapai lebih dari 25.000 smp/hari sedangkan lebar jalur hanya 2 x 3,5 m. Oleh karena itu diperlukan langkah-langkah penanganan sebagai berikut :
 - Pelebaran jalan menjadi 2 x 3,75 m.
 - Perbaikan kualitas bahu jalan sehingga dapat bermanfaat secara optimal.
 - Pemarkaan tepi jalan dan penambahan rambu.
 - Membuat climbing line dan emergency ramp khususnya pada kelandaian yang > 5%.
 - Mengacu pada kondisi LHR saat ini yang lebih dari 25.000 smp/hari seharusnya menurut TPGJAK dilakukan pelebaran jalan menjadi 2 x (2 x 3,5 m).
3. Untuk penelitian kedepannya, pengambilan kecepatan pada tanjakan maupun turunan dapat dikaji lebih dalam, dengan meninjau lebih banyak lagi aspek yang mempengaruhi pengambilan kecepatan, misalnya panjang tanjakan maupun turunan, hambatan samping, jarak pandang henti, jarak pandang menyiap, dan lain-lain.