

**Studi Geometrik Jalan Dan Analisa Stabilitas Lereng**  
**(Studi Kasus : Ruas Jalan Kayu Enak – Argosari, Senduro, Lumajang)**  
*Geometric Study Of Roads And Analysis Of Slope Stability*  
*(Case Study : Jalan Kayu Enak – Argosari, Senduro, Lumajang)*

**Muhammad Afian Darmawan<sup>1</sup>, Adhitya Surya Manggala<sup>2</sup>, Arief Aliehudien<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember  
Email: [afiandarmawan66@gmail.com](mailto:afiandarmawan66@gmail.com)

<sup>2</sup>Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember  
Email: [m4ngg4la@gmail.com](mailto:m4ngg4la@gmail.com)

<sup>3</sup>Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember  
Email: [ariefalihudien@unmuhjember.ac.id](mailto:ariefalihudien@unmuhjember.ac.id)  
Jl. Karimata 49, Jember 68121, Indonesia

**Abstrak**

Sistem transportasi merupakan suatu sistem yang terdiri dari sarana dan prasarana yang memungkinkan arus mobilisasi barang dan jasa, sehingga dapat menjangkau seluruh wilayah. Sarana yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari manusia semakin lama semakin berkembang dan meningkat. Agar hal-hal yang tidak diinginkan tidak terjadi maka alinyemen jalan harus diperhatikan juga dengan menyesuaikan volume dan jenis kendaraan bermotor yang akan melewati jalan tersebut.

Fasilitas yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari semakin berkembang dan semakin baik. Salah satunya adalah pertumbuhan jenis kendaraan tertentu di jalan raya. Hal ini terlihat dari produk yang ditawarkan berbagai merek produsen kendaraan roda dua dan roda empat yang memproduksi berbagai jenis kendaraan. Oleh karena itu, pemeliharaan infrastruktur yang prima di jalur-jalur yang dilalui kendaraan bermotor ini perlu menjadi perhatian pemerintah. Disamping itu juga Ruas Jalan Kayu Enak – Argosari Senduro Lumajang ini butuh evaluasi untuk pengamanan jalan pada daerah rawan longsor utamanya. Pada Analisa geometrik jalan menggunakan TPGJAK, 1997. Dan untuk Analisa tanah menggunakan aplikasi *Plaxis 8.2* dengan pedoman buku Braja M, Das, 2002.

**Kata Kunci:** *Sistem Transportasi, TPGJAK 1997 Perencanaan Geometrik jalan, Plaxis 8.2, Braja M, Das 2002.*

**Abstract**

The transportation system is a system consisting of facilities and infrastructure that allows the flow of mobilization of goods and services, so that it can reach the entire region. The means used in human daily life are increasingly developing and increasing. So that unwanted things do not happen, road alinyemen must also be considered by adjusting the volume and type of motor vehicles that will pass through the road. The facilities used in everyday life are getting more and more developed and getting better. One of them is the growth of certain types of vehicles on the highway. This can be seen from the products offered by various brands of two-wheeled and four-wheeled vehicle manufacturers that produce various types of vehicles. Therefore, the maintenance of excellent infrastructure in the lanes traversed by motor vehicles needs to be the government's attention. In addition, the Kayu Enak – Argosari Senduro Lumajang Road Section also needs an evaluation for road security in landslide-prone areas. In geometric analysis of roads using TPGJAK, 1997. And for soil analysis using the *Plaxis 8.2* application with the book guidelines Braja M, Das, 2002.

**Keywords:** *Transport System, TPGJAK 1997 Geometric Road Planning, Plaxis 8.2, Braja M, Das 2002*

## 1. PENDAHULUAN

Sistem transportasi adalah jaringan bangunan dan infrastruktur lainnya yang memfasilitasi pergerakan barang dan jasa di semua wilayah. Pergerakan produk dan jasa tumbuh seiring dengan aktivitas ekonomi. Tentunya sangat menuntut tersedianya sarana dan prasarana transportasi yang memadai, semakin banyak penduduk yang harus bolak-balik ke berbagai lokasi di luar tempat tinggalnya untuk memenuhi kebutuhan hidup.

Fasilitas yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari semakin berkembang dan semakin baik. Salah satunya adalah pertumbuhan jenis kendaraan tertentu di jalan raya. Hal ini terlihat dari produk yang ditawarkan berbagai merek produsen kendaraan roda dua dan roda empat yang memproduksi berbagai jenis kendaraan. Oleh karena itu, pemeliharaan infrastruktur yang prima di jalur-jalur yang dilalui kendaraan bermotor ini perlu menjadi perhatian pemerintah. Pada dasarnya Ruas Jalan Kayu Enak – Argosari Senduro, Kabupaten Lumajang, Provinsi Jawa Timur, jalan yang dapat menyediakan transportasi dalam kabupaten dengan kecepatan sedang untuk persimpangan tanpa lalu lintas.

Berdasarkan informasi tersebut, maka perlu dilakukan penelitian pada daerah jalan dengan kelerengan terjal yang rawan longsor di Jalan Kayu Enak – Argosari Ruas Senduro. “Studi geometrik jalan dan analisa stabilitas lereng”.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Geometrik Jalan

Menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK, 1997) Geometri Jalan Terdiri dari :

- Alinyemen Horizontal

Adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal atau disebut trace jalan (situasi jalan). Alinemen horizontal terdiri dari bagian lurus yang dihubungkan dengan bagian lengkung (disebut juga tikungan), yang dimaksudkan untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan saat berjalan pada kecepatan rencana ( $V_r$ ).

- Alinyemen Vertikal

Alinemen Vertikal adalah perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan

perkerasan jalan melalui sumbu jalan atau proyeksi garis sumbu jalan pada bidang vertikal yang melalui sumbu jalan. Alinemen Vertikal seringkali disebut juga sebagai penampang memanjang jalan, terdiri atas bagian landai vertikal dan bagian lengkung vertikal.

- Koordinasi Alinyemen

Agar dihasilkan suatu bentuk jalan yang baik dalam arti memudahkan pengemudi mengemudikan kendaraannya dengan aman dan nyaman, bentuk kesatuan dari alinemen vertikal, alinemen horizontal dan potongan melintang jalan diharapkan dapat memberikan kesan atau petunjuk kepada pengemudi akan bentuk jalan yang akan dilalui di depannya agar pengemudi dapat melakukan antisipasi lebih awal.

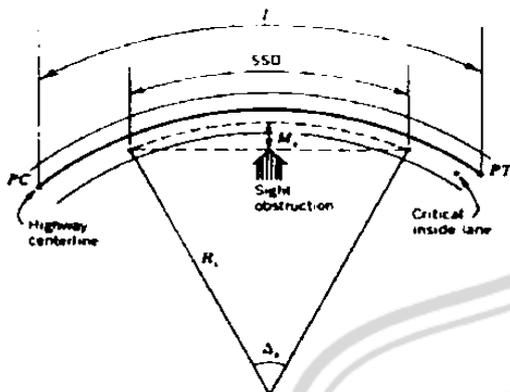
### B. Jarak Pandang

Jarak pandang adalah suatu jarak yang diperlukan untuk seseorang pengemudi pada saat mengemudi sedemikian rupa, sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan, pengemudi dapat melakukan sesuatu untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman.

Manfaat jarak pandang (Sukirman, 1997:50-51) adalah sebagai berikut :

- a. Menghindari terjadinya tabrakan yang dapat membahayakan kendaraan dan manusia akibat adanya benda yang berukuran cukup besar, kendaraan yang sedang berhenti, pejalan kaki ataupun hewan pada lajur jalan raya.
- b. Memberi kemungkinan untuk mendahului kendaraan lain yang bergerak dengan kecepatan lebih rendah dengan menggunakan lajur disebelahnya.
- c. Menambah efisiensi jalan tersebut, sehingga volume pelayanan dapat dicapai semaksimal mungkin.

**Gambar 1.** Jarak Pandang pada Lengkung Horizontal



Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik jalan Antar Kota 1997

**Bila Jarak Kebebasan Pandang Sama Atau Lebih kecil Dari Lngkung Horizontal  $J_h \leq L$ .**

**Tabel 1.** Tabel Jarak Pandang Henti Minimum

Kecepatan Rencana Km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
Jh min	250	175	120	75	55	40	27	16

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik jalan Antar Kota 1997

### C. Volume Lalu Lintas

Volume Lalu Lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pada jalur pergerakan dalam suatu periode pengamatan. Volume lalu lintas dapat dihitung dalam satuan kendaraan persatuan waktu.

Satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar lajur yaitu Volume Lalu Lintas Harian Rencana (VLHR) yang dinyatakan dalam smp/hari.

Karena VLHR merupakan volume lalu lintas dalam satu hari, maka untuk menghitung volume lalu lintas dalam satu jam perlu dikonversikan.

$$VJR = VLHR \times K$$

Keterangan :

VJR = Volume Jam Rencana (smp/jam).

VLHR = Volume Lalu Lintas Harian

K = Faktor Volume lalu lintas jam sibuk.

### D. Kecepatan

Kecepatan adalah besaran yang menunjukkan jarak yang ditempuh kendaraan dibagi waktu tempuh. Biasanya dinyatakan dalam km/jam. Umumnya kecepatan yang

dipilih pengemudi lebih rendah dari kemampuan kecepatan kendaraan. Kecepatan yang aman dapat diukur berdasarkan kemampuan untuk menyadari dan mengatasi situasi yang dapat mengakibatkan kecelakaan.

- **Kecepatan Rencana ( $V_r$ )**

Kecepatan rencana ( $V_r$ ) adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik suatu ruas jalan yang memungkinkan kendaraan-kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman.

**Tabel 2** Kecepatan Rencana ( $V_r$ ), Sesuai Klasifikasi Fungsi dan Medan Jalan

Fungsi	Kecepatan Rencana ( $V_r$ ) (km/jam)		
	atar	ukit	Pegunungan
Artteri	0-120	0-80	40-70
Kolektor	0-90	0-60	30-50
Lokal	0-70	0-50	20-30

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik jalan Antar Kota 1997

- **Kecepatan rata-rata**

Kecepatan rata-rata diperoleh membagi panjang segmen yang dilalui suatu jenis kendaraan dengan waktu yang dibutuhkan untuk melewati segmen tersebut. Kecepatan rata-rata dari suatu kendaraan dapat dihitung dengan rumus :

$$V = \frac{L}{T}$$

Keterangan :

V = Kecepatan rata-rata kendaraan (m/dt atau dikonversikan menjadi km/jam)

L = Panjang segmen.

T = Waktu tempuh rata-rata (dt)

### E. Sifat-Sifat Penting Tanah

a. Sifat – sifat penting untuk sebuah proyek tergantung pada jenis/fungsi proyek. Sesuai dengan sifat – sifatnya, penting untuk diketahui tipe proyek yang dilaksanakan. Adapun sifat – sifatnya antara lain :

- **Permeabilitas**

Sifat ini untuk mengukur/menentukan kemampuan tanah dilewati air melalui pori – porinya. Sifat ini penting dalam konstruksi bendung tanah urugan dan persoalan drainase.

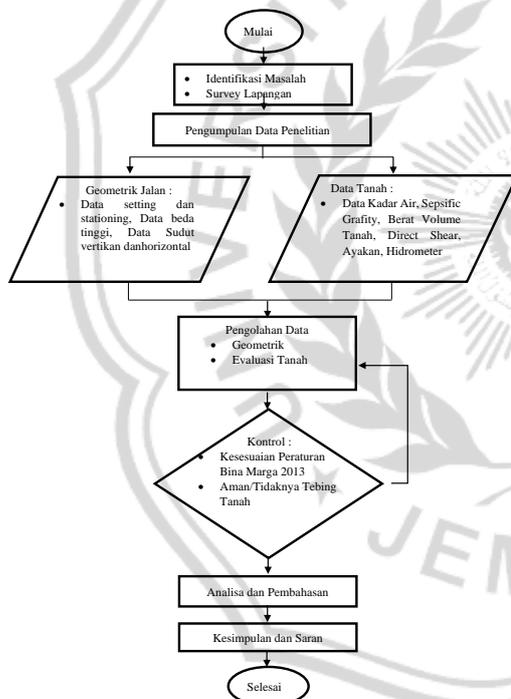
- **Konsolidasi**

Pada konsolidasi dihitung dari perubahan isi pori tanah akibat beban. Sifat ini dipergunakan untuk menghitung penurunan bangunan.

**b. Berat isi**

Berat Isi Tanah ( $\gamma$ ) didefinisikan sebagai perbandingan antara berat tanah basah dengan volumenya dalam gr/cm<sup>3</sup>. Cara menentukan berat isi tanah ialah dengan mengukur berat sejumlah tanah yang isinya diketahui. Untuk tanah asli biasanya dipakai sebuah silinder / ring yang dimasukan ke dalam tanah sampai terisi penuh, kemudian atas dan bawahnya diratakan dan ring serta tanahnya ditimbang. Apabila ukuran ring serta beratnya diketahui maka berat isi dapat langsung dihitung.

**3. METODOLOGI**



**Gambar 2.** Hasil Pemikiran

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. DATA HASIL SURVEY LALU LINTAS**

Data volume kendaraan (LHR) diambil dari pengamatan langsung di Jalan Raya Kayu Enak – Argosari, Senduro pada tanggal 23 Oktober 2022 pada pukul 06.<sup>00</sup> s/d 24.<sup>00</sup> WIB.

**Tabel 3.** Volume Kendaraan (LHR) Tahun 2022 Arah Kayu Enak – Argosari

Waktu	LV	MC	UM	HV	Total Arah Barat
06.00 - 07.00	15	40	0	4	59
07.00 - 08.00	10	50	0	5	65
08.00 - 09.00	11	33	0	1	45
09.00 - 10.00	4	24	0	0	28
10.00 - 11.00	4	25	0	2	31
11.00 - 12.00	8	34	0	1	43
12.00 - 13.00	5	28	0	3	36
13.00 - 14.00	7	30	0	2	39
14.00 - 15.00	7	37	0	1	45
15.00 - 16.00	3	29	0	1	14
16.00 - 17.00	8	34	0	1	43
17.00 - 18.00	5	17	0	1	23
18.00 - 19.00	2	15	0	2	19
19.00 - 20.00	3	8	0	2	13
20.00 - 21.00	1	6	0	0	7
21.00 - 22.00	1	5	0	1	7
22.00 - 23.00	0	3	0	0	3
23.00 - 24.00	0	2	0	0	2
24.00 - 01.00	1	0	0	0	1
01.00 - 02.00	1	2	0	1	4
02.00 - 03.00	3	2	0	1	6
03.00 - 04.00	5	18	0	3	26
04.00 - 05.00	6	24	0	2	32
05.00 - 06.00	7	35	0	1	43
<b>Total 24 Jam</b>	<b>117</b>	<b>501</b>	<b>0</b>	<b>35</b>	<b>634</b>

Sumber : Analisa data, 2022

Ditemukan 634 kendaraan pada pengamatan jumlah kendaraan bermotor dan tidak bermotor (arah barat). memperkirakan lalu lintas harian berat (LHR).

**Tabel 4.** Volume Kendaraan (LHR) Tahun 2022 Arah Argosari – Kayu Enak

Waktu	LV	MC	UM	HV	Total Arah Timur	Total per Jam
06.00 - 07.00	10	36	0	2	48	107
07.00 - 08.00	14	47	0	3	64	129
08.00 - 09.00	10	31	0	1	42	87
09.00 - 10.00	4	29	2	0	35	63
10.00 - 11.00	5	32	2	1	40	71
11.00 - 12.00	6	32	1	1	40	83
12.00 - 13.00	5	25	2	2	34	70
13.00 - 14.00	4	23	2	2	31	70
14.00 - 15.00	3	34	1	1	39	84
15.00 - 16.00	2	26	5	1	34	48
16.00 - 17.00	6	32	2	1	41	84
17.00 - 18.00	4	13	1	1	19	42
18.00 - 19.00	2	15	2	1	20	39
19.00 - 20.00	2	11	1	2	16	29
20.00 - 21.00	1	5	0	0	6	13
21.00 - 22.00	1	4	0	1	6	13
22.00 - 23.00	0	3	0	0	3	6
23.00 - 24.00	0	3	0	0	3	5
24.00 - 01.00	1	0	0	0	1	2
01.00 - 02.00	1	2	0	1	4	8
02.00 - 03.00	2	4	0	1	7	13
03.00 - 04.00	4	13	0	2	19	45
04.00 - 05.00	6	23	1	1	31	63
05.00 - 06.00	4	26	4	2	36	79
<b>Total 24 Jam</b>	<b>97</b>	<b>469</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>619</b>	<b>1253</b>

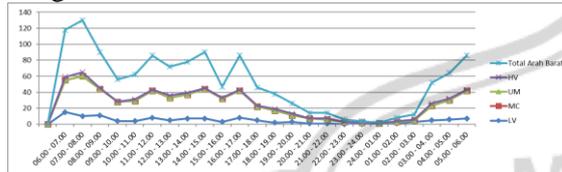
Sumber : Analisa data, 2022

Ditemukan 619 kendaraan berdasarkan pengamatan jumlah kendaraan bermotor dan tidak bermotor (arah timur). memperkirakan lalu lintas harian berat (LHR).

FCp	Dua lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat lajur 4/2	1,00	0,957	0,95	0,925	0,90

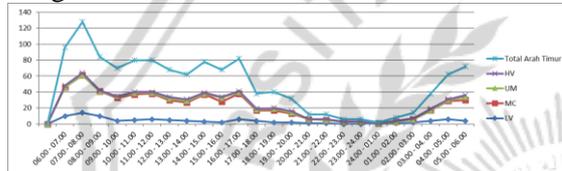
Sumber : Analisa data, 2022

**Gambar 3.** Grafik Arah Kendaraan Kayu Enak – Agrosari



Sumber: Pengolahan Data, 2022

**Gambar 4.** Grafik Arah Kendaraan Kayu Enak – Agrosari



Sumber : Pengolahan Data, 2022

**B. Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS)**

1. Data LHR Jam Sibuk (07.00 – 08.00 WIB)

Dimana :

Maka Nilai C :

**Tabel 5.** Nilai C

Co =	3000
FCw =	0,69
FCsp =	1
FCsf =	0,97
C =	2007,9

Sumber : Analisa data, 2022

**Tabel 6.** Nilai Co

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar Total Kedua Arah Empat Lajur Terbagi (smp/jam/lajur)	Kapasitas Dasar Total Kedua Arah Empat Lajur tak Terbagi (smp/jam/lajur)	Kapasitas Dasar Total Kedua Arah Dua Lajur tak Terbagi (smp/jam/lajur)
Datar	1900	1700	3100
Bukit	1850	1650	3000
Gurun	1800	1600	2900

Sumber : Analisa data, 2022

**Tabel 7.** Nilai FCsp

Pemisah SP %-%	Arah	50 - 50	55 - 45	60 - 40	5 - 35	70 - 30
----------------	------	---------	---------	---------	--------	---------

**Tabel 8.** Tabel FCw

Tipe Jalan	Lebar efektif Jalur Lalu Lintas (We), (m)	Fcw	
Empat Lajur Terbagi	Pelajur		
	3,00	0,91	
	3,25	0,96	
	3,50	1,00	
Enam Lajur Terbagi	3,75	1,03	
	Empat Lajur Tak Terbagi	Pelajur	
		3,00	0,91
		3,25	0,96
3,50		1,00	
Dua Lajur Tak Terbagi	3,75	1,03	
	Total kedua arah		
	5	0,69	
	6	0,91	
	7	1,00	
	8	1,08	
	9	1,15	
	10	1,21	
	11	1,27	

Sumber : Analisa data, 2022

**Tabel 9.** Nilai FCsf

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Sampung	Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Sampung (FCsf)			
		Lebar Bahu Efektif Ws (m)			
		≤ 0,5	1,0	1,5	≥ 2
4/2 D	VL	0,99	1,00	1,01	1,03
	L	0,96	0,97	0,99	1,01
	M	0,93	0,95	0,96	0,99
	H	0,90	0,92	0,95	0,97
	VH	0,88	0,90	0,93	0,96
2/2 UD 4/2 UD	VL	0,97	0,99	1,00	1,02
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,88	0,91	0,94	0,98
	H	0,84	0,87	0,91	0,95
	VH	0,83	0,83	0,88	0,93

Sumber : Analisa data, 2022

**Tabel 10.** Nilai Qsmp Tahun 2022

NO	JENIS KENDARAAN	JUMLAH 2022	EMP	Qamp 2022
1	IV	15	1	15
2	HV	4	1,3	5,2
3	MC	50	0,5	25
<b>Jumlah</b>				<b>45,2</b>

Sumber : Analisa data, 2022

**Maka DS tahun 2022**

$$\begin{aligned} \text{DS2022} &= \text{Qsmp 2022/C} \\ &= 45,2/ 2007,9 \\ &= 0,022511081 \text{ (katagori A).} \end{aligned}$$

**Tabel. 11** Perhitungan Usia Rencana Untuk perhitungan Usia Rencana (n) = 20 tahun dengan perkembangan lalu lintas (i) = 2,5 % = 0,025

Tingkat Pelayanan	Kriteria	Nilai
A	Kondisi arus dengan kecepatan tinggi dan volume lalu-lintas rendah. Pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkannya tanpa hambatan	0.00-0.19
B	Dalam zone harus stabil. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatannya	0.20-0.44
C	Dalam zone harus stabil pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatannya	0.45-0.74
D	Mendekati arus tidak stabil dimana hampir seluruh pengemudi akan dibatasi volume pelayanan berkaitan dengan kapasitas yang dapat ditolelir (diterima)	0.75-0.84
E	Volume arus lalu-lintas mendekati atau berada pada kapasitasnya arus adalah tidak stabil dengan kondisi yang sering berhenti	0.85-1.0
F	Arus yang sering dipaksakan atau macet pada kecepatan-kecepatan yang rendah. Antrian yang panjang dan terjadi hambatan-hambatan yang besar	Lebih besar dari 1.0

Sumber : Analisa data, 2022

**Tabel. 12** Perhitungan 2040

NO	JENIS KENDARAAN	JEMLAH KENDARAAN	$(1+0,025)^{20}$	EM P	Qsmp2042
1	LV	25	163,861,644	1	40,965,411
2	HV	6	163,861,644	1,3	127,812,082
3	MC	97	163,861,644	0,5	794,728,974
Jumlah					133,219,517

Sumber : Analisa data, 2022

Nilai C :

**Tabel 13.** Nilai C

Co	3000
FCw	0,69
FCsp	1
FCsf	0,97
C=	<b>2007,9</b>

Sumber : Analisa data, 2022

### C. GEOMETRIK JALAN

#### a. Data Jarak dan Hitungan

Pengukuran jarak (meter) penelitian Tugas akhir ini dilakukan secara langsung dilapangan menggunakan (*Theodolit Digital*). Adapun data jarak dan hasil pengukuran sebagai berikut



Sumber : Citra Satelit Google Maps, 2022

**Gambar. 5** Jarak Lokasi Penelitian I



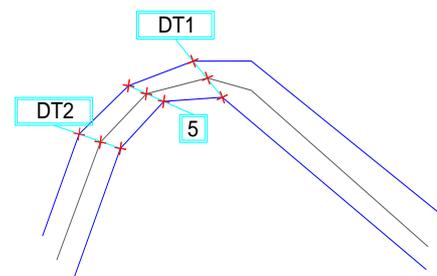
Sumber : Citra Satelit Google Maps, 2022

**Gambar. 6** Jarak Lokasi Penelitian II

#### b. Data Beda Tinggi

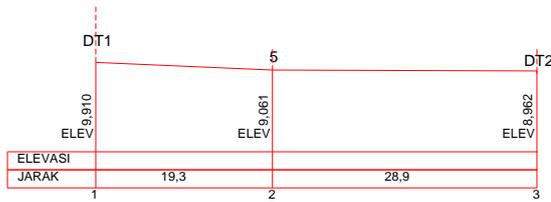
Pada pengukuran beda tinggi diambil dengan alat Theodolit. Adapun pengukurannya terdapat 2 pengukuran, yaitu *long section* dan *cross section*.

- Data Pengukuran *Long Section* dan *Cross Section* Lokasi Penelitian I :



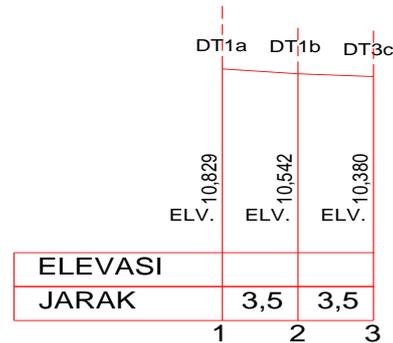
Sumber : Data Pengukuran, 2022

**Gambar 7.** Detail Lokasi Penelitian I



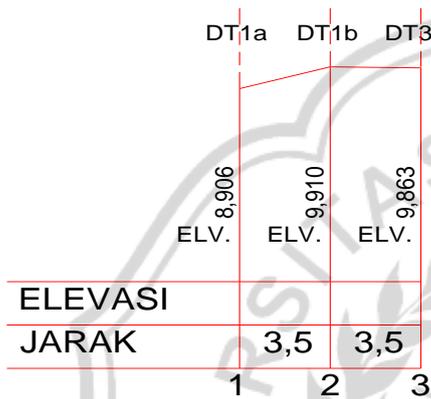
Sumber : Data Pengukuran, 2022

**Gambar 8.** Long Section DT 1- 5 - DT2



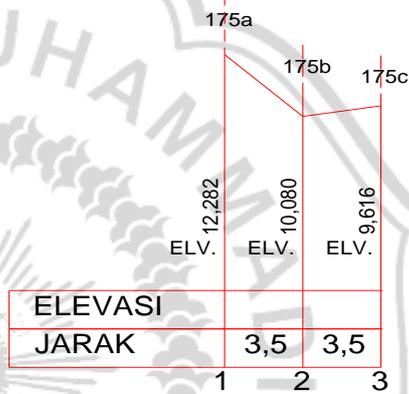
Sumber : Data Pengukuran, 2022

**Gambar 12** Cross Section DT1a – DT1c



Sumber : Data Pengukuran, 2022

**Gambar 9.** Cross Section DT1a – DT1c



Sumber : Data Pengukuran, 2022

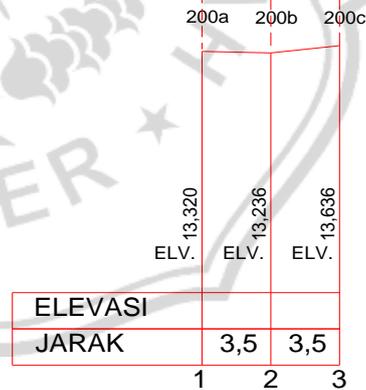
**Gambar 13** Cross Section 175a – 175c

- Data Pengukuran *Long Section* dan *Cross Section* Lokasi Penelitian II :



Sumber : Data Pengukuran, 2022

**Gambar 10.** Detail Lokasi Penelitian II



Sumber : Data Pengukuran, 2022

**Gambar 14** Cross Section 175a – 175c

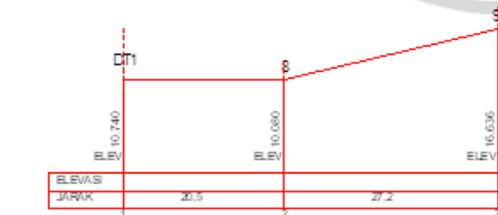
c. Perhitungan Geometrik (Kurve Horisontal)

Dalam Tugas akhir ini dilakukan perhitungan kurve (lengkungan) horisontal pada ke 2 (dua) lokasi penelitian (I-II).

Sumber : *PU Bina Marga, 1997*

$V = 20 - 30$  km/jam, diambil angka 30 km/jam (rencana kecepatan minimum)

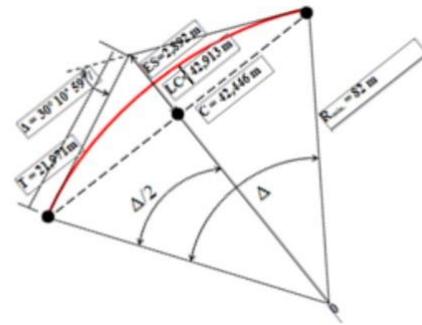
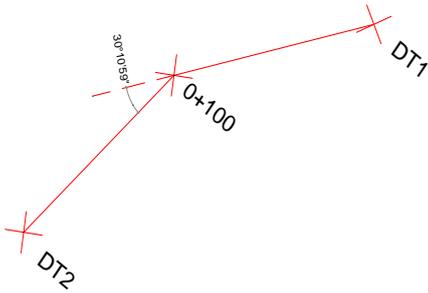
$$R = V^2/127 (e_{maks} + f_{maks})$$



Sumber : Data Pengukuran, 2022

**Gambar 11.** Long Section DT1 – 9

• **Kurve Horizontal (Lokasi Penelitian I)**



Sumber : Data Pengukuran, 2022

**Gambar 15** Sudut Horizontal Lokasi Penelitian I

Dimana :

$$\Delta_1 = 30^\circ 10' 59''$$

Maka:

$$\begin{aligned} LC_1 &= \pi R \Delta_1 / 180^\circ \\ &= \pi \times 82 \times 30^\circ 10' 59'' / 180^\circ \\ &= 42,9133 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_1 &= 2 R \sin (\Delta_1 / 2) \\ &= 2 \times 82 \sin (30^\circ 10' 59'' / 2) \\ &= 42,446 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_1 &= R \tan (\Delta_1 / 2) \\ &= 82 \times \tan (30^\circ 10' 59'' / 2) \\ &= 21,971 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ES_1 &= T \tan (\Delta_1 / 4) \\ &= 21,971 \times \tan (30^\circ 10' 59'' / 4) \\ &= 2,892 \text{ meter.} \end{aligned}$$

Hasil penelitian Kurve Horizontal : Data panjang (lengkungan dilapangan) LC lapangan = 33,245 meter, dan LC analisa = 42,933 meter, dikarenakan LC lapangan lebih kecil dari LC analisa maka perlu adanya perbaikan rute horizontalnya.



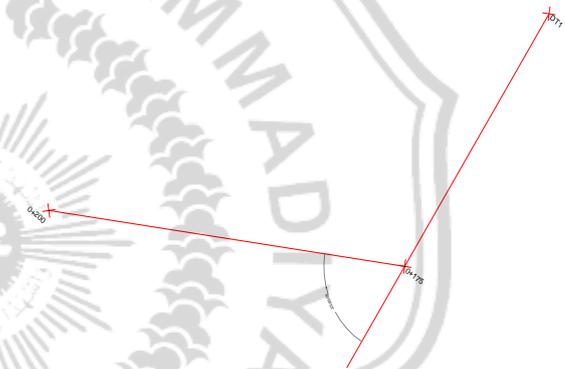
Sumber : Data Pengukuran, 2022

**Gambar 16** Desain Lengkungan Lokasi Penelitian I

Sumber : Data Pengukuran, 2022

**Gambar 17** Desain Lengkungan Lokasi Penelitian I

• **Kurve Horizontal (Lokasi Penelitian II)**



Sumber : Data Pengukuran, 2022

**Gambar 18** Sudut Horizontal Lokasi Penelitian II

Dimana :

$$\Delta_2 = 65^\circ 58' 53''$$

Maka:

$$\begin{aligned} LC_2 &= \pi R \Delta_2 / 180^\circ \\ &= \pi \times 82 \times 65^\circ 58' 53'' / 180^\circ \\ &= 94,409 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_2 &= 2 R \sin (\Delta_2 / 2) \\ &= 2 \times 82 \sin (65^\circ 58' 53'' / 2) \\ &= 89,320 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_2 &= R \tan (\Delta_2 / 2) \\ &= 82 \times \tan (65^\circ 58' 53'' / 2) \\ &= 53,251 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ES_2 &= T \tan (\Delta_2 / 4) \\ &= 53,251 \times \tan (65^\circ 58' 53'' / 4) \\ &= 15,773 \text{ meter} \end{aligned}$$

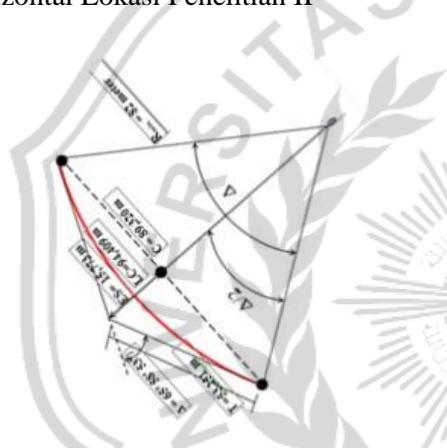
Hasil penelitian Kurve Horizontal : Data panjang (lengkungan dilapangan) LC lapangan = 30,157 meter, dan LC analisa = 94,409 meter, dikarenakan LC lapangan lebih pendek

dari LC analisis maka perlu adanya perbaikan rute horizontalnya.



Sumber : Data Pengukuran, 2022

**Gambar 19** Hasil Perhitungan Lengkungan Horizontal Lokasi Penelitian II



Sumber : Data Pengukuran, 2022

**Gambar 20.** Hasil Perhitungan Lengkungan Horizontal Lokasi Penelitian II

d. Perhitungan Geometrik (Kurve Vertikal)

Pada perhitungan kurve vertikal dari ke dua lokasi penelitian diambil lokasi penelitian I untuk dianalisa kurve vertikalnya karena memiliki kelandaian vertikal yang kurang memadai.

Data jarak, beda tinggi, kurve horizontal dan kurve vertikal pada lokasi penelitian I diukur dengan alat ukur Theodolite Digital : diukur pada tanggal 25 juni 2022.

**Tabel 14.** Data Jarak dilapangan (Lokasi Penelitian I)

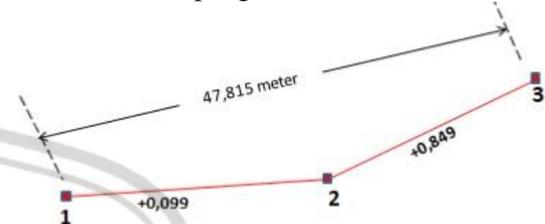
Titik	Panjang/Jarak (Meter)
1-2	20,565
2-3	27,256
Total	47,815

Sumber : Data Lapangan, 2022

**Tabel 15.** Data Pengukuran Beda Tinggi : Lokasi Penelitian I

No. Titik	X	Y	Z	Beda Tinggi	Notasi
13	297,544	-141,111	8,962		DT1
14	296,450	-142,853	9,061	+ 0,099	100
14	296,450	-142,853	9,061	+0,849	100
15	293,751	-142,246	9,910		DT2

Sumber : Data Lapangan, 2022



Sumber : Data Pengukuran, 2022

**Gambar 21.** Beda tinggi Lokasi Penelitian

$$g1(\%) = \frac{Elv.PVI - Elv.PLV}{\frac{1}{2}LV} \times 100$$

$$= \frac{(0,099/20,585)100}{1} = 0,480 \%$$

$$g2(\%) = \frac{Elv.PTV - Elv.PVI}{\frac{1}{2}LV} \times 100$$

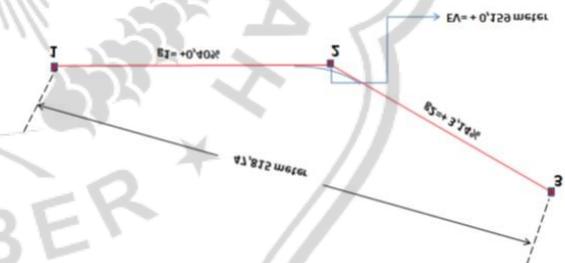
$$= \frac{(0,849/27,256)100}{1} = 3,114 \%$$

$$A = g2 - g1 = 3,114 - 0,480$$

$$= +2,664\% = +0,02664$$

$$EV = \frac{A}{8} LV = \frac{(0,02664/8)}{1} 47,815$$

$$= \mathbf{0,159 \text{ meter}}$$



Sumber : Data Pengukuran, 2022

**Gambar 22.** Penentuan EV Lokasi Penelitian

Hasil penelitian kurve vertikal : dari hasil perhitungan Pergeseran Vertikal (EV) sebesar + 0,159 meter (timbunan dititik 2)

**D. PERHITUNGAN TANAH**

a. Mencari Kadar Air

Kadar air dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara berat air yang dikandung dalam tanah dengan berat tanah kering yang dinyatakan dengan persen (%).

- Berat Cawan = .....gram (W<sub>1</sub>)
- Berat Cawan + Tanah Basah = .....gram (W<sub>2</sub>)

– Berat Cawan + Tanah Kering = .....gram  
 ( $W_3$ )

b. Pengujian Tegangan Geser

Uji tegangan geser memakai sebuah alat kotak geser (*Shear Box Test*). Tujuan penelitian untuk mengetahui kuat tegangan geser tanah pada lokasi penelitian terhadap beban. Dari hasil pengujian tegangan geser ini nantinya akan membentuk sebuah grafik dari tiga koordinat yang dinyatakan dengan tegangan normal ( $\sigma$ ) sebagai sumbu X dan tegangan geser maximal ( $\tau$ ) sebagai sumbu Y. Besar tegangan normal ( $\sigma$ ) dan tegangan geser maximal ( $\tau$ ) didapat dari tiga pengujian tegangan geser dengan beban yang berbeda.

- Berat Cincin = 132,3 gram
- D cincin = 6,5 cm
- Tinggi cincin = 2 cm
- $V = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot t$   
 $= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 6,5 \times 2 = 66,3325 \text{ cm}^3$

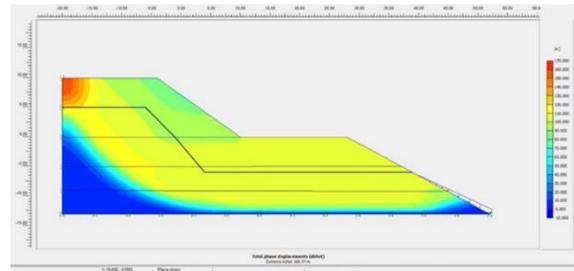
c. Tes Volumetri/Gravimetri

Tes Volumetri/Gravimetri berguna untuk mencari nilai *Spicific gravity* (Gs), Berat volume kering ( $\gamma_d$ ), Berat volume butir ( $\gamma_s$ ), Angka pori (e), Porositas (n), Derajat kejenuhan (Sr), dan yang terakhir adalah  $\gamma_{\text{sat}}$ . Tes ini akan dilakukan dua kali percobaan yang kemudian hasil perhitungannya dirata – rata.

d. Analisa Stabilitas Lereng dengan Software Plaxis 2D V20

Salah satu program yang dapat menganalisa stabilitas adalah program plaxis, pada tugas akhir ini digunakan plaxis 2D versi 20. Program ini dilakukan dengan tipe keruntuhan Mohr – Coulumb. Kondisi keruntuhan Mohr – Columb dapat di definisikan dengan fungsi keruntuhan tiga dimensi yang dirumuskan dalam bentuk hubungan tegangan – tegangan. Sebelum melakukan pemodelan geometri tubuh embung terlebih dahulu menentukan parameter – parameter yang akan di masukkan ke aplikasi plaxis.

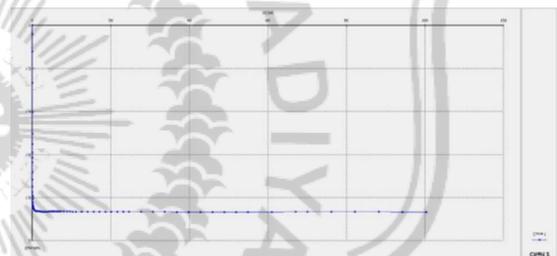
Pada studi kasus ini, ada 2 analisa menggunakan software Plaxis. Sehingga di ketahui angka keamanan pada masing.



Sumber Perhitungan Software Plaxis

**Gambar 23.** Total Displacement

Tanah pada lokasi penelitian termasuk tanah dengan tekstur lempung, yang memiliki berat volume tanah sebesar  $0,65 \text{ gr/cm}^3$  dengan kohesi  $0,22 \text{ gr/cm}^2$  dan sudut geser dalam  $11,41^\circ$ . Data di atas digunakan untuk perhitungan faktor keamanan suatu lereng. Dengan menggunakan software Plaxis, maka diketahui bidang longsor paling kritis yang menunjukkan nilai faktor keamanan (SF) . Berikut tabel dan gambarnya :



Sumber : Software Plaxis

**Gambar 24.** Grafik Safety Factor

Perhitungan :

$SF = 1,867 > 1$  (faktor keamanan dari dari 1 berarti lereng dalam keadaan aman dari longsor)

Dimana :

SF = Faktor keamanan lereng

Karena nilai faktor keamanannya lebih dari 1, maka pada lereng tersebut tidak membutuhkan pengamanan lereng.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil analisa geometrik dan pendukung keamanan konstruksi badan jalan pada daerah ruas Jalan Kayu Enak – Argosari, Senduro, Kabupaten Lumajang maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada Alinyamen horisontal Pada dua lokasi penelitian ditemukan perbedaan panjang lengkungan (LC), dimana LC lapangan lebih pendek dari LC analisa dan didesain

sesuai ketentuan yang benar. Adapun perhitungan LC dianalisa dengan metode Full circle (kurve sederhana) sebagai berikut:

- Lokasi I LC lapangan = 33,245 meter dan LC analisa = 42,933 meter maka selisih panjang LC = 9,776 meter.
  - Lokasi II LC lapangan = 30,157 meter dan LC analisa = 94,409 meter maka selisih panjang LC = 64,252 meter.
2. Dan pada Alinyamen vertikal pada kedua lokasi penelitian diperlukan Fill/urukan (eksternal vertical/EV) pada Lokasi I sebesar 0,159 meter
  3. Kondisi karakter tanah berdasarkan test di laboratorium ternyata tanah pada lokasi penelitian termasuk tanah lempung yang memiliki kohesi =  $0,22 \text{ gr/cm}^3$  dengan berat volume tanah =  $0,65 \text{ gr/cm}^3$  dan sudut geser =  $11,41^\circ$ . Tanah lereng pada lokasi penelitian merupakan tanah yang aman dari longsor karena pada analisa tanah menunjukkan bahwa nilai faktor keamanan (FS) lebih dari 1 yaitu = 1,867 sehingga tanah pada lokasi penelitian tersebut bisa dikatakan stabil.

## B. SARAN

Berdasarkan dari uraian beberapa kesimpulan di atas, maka dapat disarankan sebagai berikut :

- a. Jangka Pendek
  - Perlu adanya fill/urukan pada semua lokasi penelitian agar jarak pandang dari kedua arah Jalan Kayu Enak – Argosari, Senduro, layak dan aman.
  - Ruas jalan Jalan Kayu Enak – Argosari tidak perlu adanya pendukung keamanan konstruksi badan jalan pada titik-titik yang kritis.
- b. Jangka Panjang
  - Dengan adanya perubahan panjang lengkungan (LC) analisa dari data perhitungan, maka diperlukan redesain ataupun pendesainan ulang pada kedua lokasi penelitian. Pada saran jangka panjang dimungkinkan akan terjadi kendala pembebasan tanah untuk redesain jalan tersebut.

- Lalu-lintas untuk lima tahun mendatang, lebar jalan harus ada penambahan. Seiring meningkatnya jumlah kendaraan pada tahun 2022 maka tingkat pelayanan jalan semakin naik.
- Untuk penelitian selanjutnya, sebagai data dasar untuk prediksi kondisi beberapa tahun kedepan, sebaiknya menggunakan data beberapa tahun ke belakang.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk kondisi 10 – 50 tahun kedepan.

Berdasarkan dari uraian saran dan kesimpulan di atas, diharapkan Pemerintah Kabupaten Lumajang dapat merealisasi penelitian Tugas Akhir ini. Hal ini untuk kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan dan untuk mengurangi atau mencegah terjadinya kecelakaan lalu lintas pada ruas Jalan Kayu Enak – Argosari, Senduro, Kabupaten Lumajang.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Salim, Noor Ir, M.Eng, (2013) *Buku Diktat Perencanaan Jalan Raya I*, Jember: Universitas Muhammadiyah.
- Abadi, Taufan, ST, MT, (2005) *Route Surveying dan Photogrametry*, Jember: Universitas Muhammadiyah.
- Ir. Sunggono, K.H, (1984) *Mekanika Tanah*, Bandung: Nova.
- Karl Terzaghi, Raplh B. Peck, (1993) *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*, Jakarta: Erlangga.
- Hendarsin, Shierley L., *"Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya"*, Politeknik Negri Bandung, Bandung, 2000.
- Nakazama, Kazato, *"Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi"*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 2005.
- Sukirman Silvia, "Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan", Nova, Bandung, 1994.
- Sunggono, Kh, *Teknik sipil*, Nova, Bandung, 1999.

(1997) *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*  
( *MKJI* ), Jakarta: Direktorat  
Jenderal Bina Marga Departemen  
Pekerjaan Umum .

**”Peraturan Pemerintah Republik  
Indonesia Nomor 34 Tahun 2006  
tentang Jalan”**, Badan Penerbit  
Pekerjaan Umum, 2006

