

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar Perencanaan Geometri Jalan

Perencanaan geometri jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang dititik beratkan pada perencanaan bentuk fisik sehingga dapat memenuhi fungsi dasar dari jalan yaitu memberikan pelayanan yang optimum pada arus lalu lintas. Dalam lingkup perencanaan geometri tidak termasuk perencanaan tebal perkerasan jalan, walaupun dimensi dari tebal perkerasan jalan merupakan bagian dari perencanaan geometri sebagai bagian dari perencanaan jalan seutuhnya. Jadi tujuan dari perencanaan geometri jalan adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu lintas, dan memaksimalkan rasio tingkat penggunaan atau biaya pelaksanaan.

Dasar dari perencanaan geometri adalah sifat gerakan dan ukuran kendaraan, sifat pengemudi dalam mengendalikan gerak kendaraannya, dan karakteristik arus lalu lintas. Hal-hal tersebut menjadi bahan pertimbangan perencanaan sehingga dihasilkan bentuk dan ukuran jalan, serta ruang gerak kendaraan yang memenuhi tingkat kenyamanan dan keamanan yang diharapkan (Sukirman, S., 1999:17).

Geometri jalan *logging* merupakan suatu bentuk yang dapat memenuhi fungsi dasar dari jalan. Fungsinya yaitu untuk menunjang kelancaran operasi pemanfaatan hasil hutan terutama dalam kegiatan pengangkutan. Medan berat mungkin terdapat di sepanjang rute jalan *logging* yang harus diatasi dengan mengubah rancangan bentuk jalan untuk meningkatkan aspek manfaat dan keselamatan kerja.

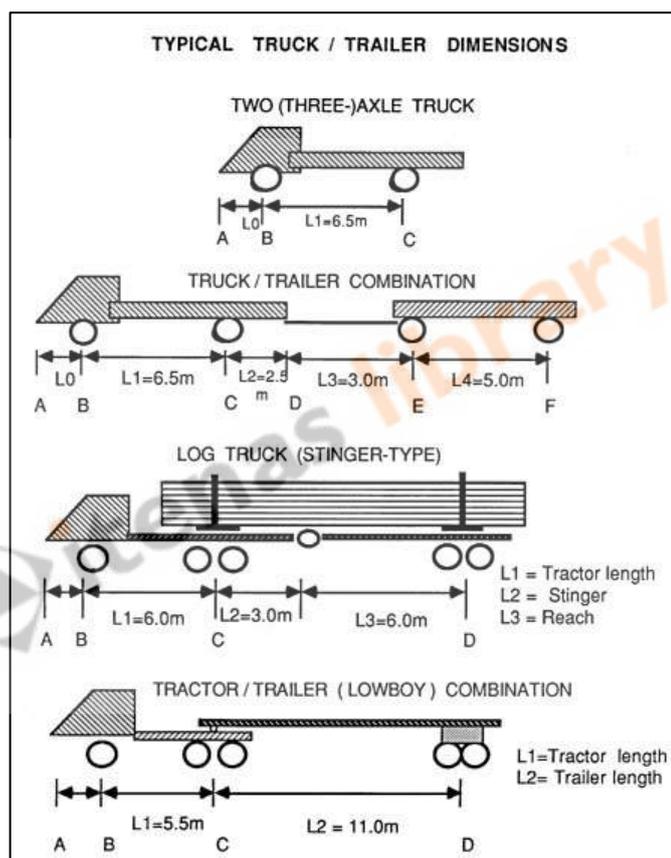
Alat angkut atau truk-truk pada jalan *logging* umumnya memiliki dimensi lebih besar, panjang, dan lebih berat, oleh sebab itu geometri jalan *logging* harus sesuai dengan dimensi alat angkut yang akan melewatinya agar alat tersebut dapat bergerak leluasa pada kecepatan normal dan aman.

2.2 Parameter Perencanaan

Parameter perencanaan yang digunakan dalam desain geometri jalan *logging* antara lain kendaraan rencana dan kecepatan rencana.

2.2.1 Kendaraan Rencana

Kendaraan rencana adalah kendaraan yang merupakan wakil dari kelompoknya yang digunakan untuk merencanakan bagian-bagian dari jalan. Dalam perencanaan geometri jalan, ukuran lebar kendaraan rencana akan memengaruhi lebar lajur yang dibutuhkan. Sifat membelok kendaraan akan memengaruhi perencanaan tikungan dan lebar median dimana mobil diperkenankan untuk memutar (*U turn*). Gambar 2.1 menggambarkan dimensi kendaraan rencana pada jalan angkut yang diberikan oleh *New Zealand Forest Road Engineering Manual*, 2012.



Sumber: www.fao.org

Gambar 2.1 Jenis Kendaraan Rencana

2.2.2 Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana merupakan kecepatan kendaraan yang akan dijadikan acuan dalam perencanaan geometri jalan. Kecepatan rencana dapat dicapai apabila kendaraan dapat berjalan tanpa ada gangguan dan aman.

Pertimbangan yang digunakan dalam penetapan kecepatan rencana ditentukan oleh biaya pembangunan jalan, medan yang dilalui, fungsi jalan, besarnya perkiraan

arus lalu lintas, keselamatan, dan penggunaan energi. Semakin tinggi kecepatan rencana yang dipilih akan semakin mahal biaya untuk pembangunan jalan

Kondisi medan yang memengaruhi pemilihan besarnya kecepatan rencana dibedakan atas medan datar, berbukit, atau pegunungan. Medan dikatakan datar jika kecepatan kendaraan truk sama atau mendekati kecepatan mobil penumpang, dikatakan daerah perbukitan jika kecepatan kendaraan truk berkurang sampai di bawah kecepatan mobil penumpang, tetapi belum merangkak, sedangkan dikatakan pegunungan jika kecepatan kendaraan truk berkurang banyak sehingga truk tersebut merangkak melewati jalan tersebut dengan frekuensi yang sering.

2.3 Jarak Pandang

Dalam desain geometri jalan luas pandang yang dapat dilihat oleh pengemudi ditentukan berdasarkan jarak pandang, yaitu panjang jalan di depan kendaraan yang dapat dilihat dengan jelas diukur dari titik kedudukan pengemudi.

Jarak pandang henti (*stopping sight distance*) yaitu jarak yang ditempuh pengemudi untuk menghentikan kendaraannya dengan aman segera setelah melihat adanya rintangan pada lajur jalan.

Komponen jarak pandang henti (S) terdiri dari dua komponen, yaitu sebagai berikut:

1. Jarak tanggap, disebut juga jarak reaksi pengereman (*brake reaction time*) yaitu jarak yang ditempuh kendaraan sejak pengemudi sadar adanya rintangan, kendaraan perlu dihentikan, dan pengemudi segera menginjak rem. Waktu tanggap yang digunakan dalam penentuan jarak pandang henti berdasarkan standar *New Zealand Forest Road Engineering Manual*, 2012 diasumsikan sebesar 2,0 detik..
2. Jarak pengereman adalah jarak yang ditempuh kendaraan saat pengemudi menginjak pedal rem sampai kendaraan itu berhenti.

Jarak pandang henti (S), dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.1.

$$S = 0,278 V_R \cdot t + 0,039 \frac{V_R^2}{a} \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan:

S = jarak pandang henti, m

V_R = kecepatan rencana, km/jam

t = waktu tanggap untuk mengerem, ditetapkan 2,0 detik

a = perlambatan kendaraan, m/detik²

Selain menggunakan persamaan di atas, penentuan nilai jarak pandang henti juga dapat menggunakan tabel berdasarkan kecepatan, seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jarak Pandang Henti

<i>Initial Speed</i> (km/jam)	<i>Deceleration</i> ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$)	<i>Stopping Distance</i> (m)	<i>Two-way on One Lane Roads</i> (<i>Stopping Distance is Doubled</i>) (m)
10	0,62 g	6	13
20	0,62 g	14	28
30	0,62 g	23	47
40	0,62 g	34	69
50	0,62 g	47	93
60	0,48 g	63	126
70	0,46 g	82	163
80	0,43 g	103	206
90	0,41 g	128	266
100	0,39 g	166	313

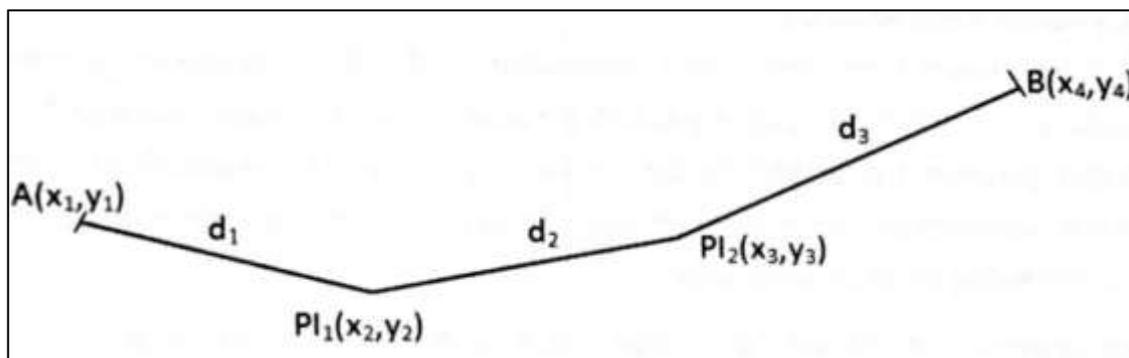
Sumber: NZ Forest Owner Association, 2012

2.4 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal. Alinyemen horizontal disebut juga sebagai situasi jalan atau trase jalan, terdiri dari garis lurus yang dihubungkan dengan garis lengkung. Garis lurus sebagai penunjuk jalan lurus disebut tangen horizontal, dan garis lengkung sebagai penunjuk belok disebut lengkung horizontal. Lengkung horizontal terdiri dari busur lingkaran dengan atau tanpa lengkung peralihan, atau lengkung peralihan saja.

2.4.1 Jarak Antara Dua Titik Potong Tangen Horizontal

Titik perpotongan kedua tangen diberi nama PI (*Point of Intersection*). Jarak antara dua titik PI ditentukan berdasarkan koordinat titik PI, sebagai contoh seperti pada Gambar 2.2.



Sumber: Sukirman S., 2015

Gambar 2.2 Contoh Rencana Garis Sumbu Jalan

Titik A pada Gambar 2.2 merupakan awal dari alinyemen horizontal dan titik B adalah akhir dari alinyemen horizontal. Titik PI₁ dan PI₂ merupakan titik perpotongan dua bagian lurus jalan. Koordinat titik A, PI₁, PI₂, dan B ditentukan dari koordinat yang ada pada peta. Jarak yang harus dihitung setelah penentuan koordinat adalah d₁ merupakan jarak dari titik A ke titik PI₁, d₂ merupakan jarak dari titik PI₁ ke titik PI₂, dan d₃ merupakan jarak dari titik PI₂ ke titik B. Jarak masing-masing bagian lurus dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan 2.2.

$$d_1 = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan:

d₁ = jarak antara dua titik potong tangen horizontal, m

x₁ = koordinat titik 1 pada sumbu x

x₂ = koordinat titik 2 pada sumbu x

y₁ = koordinat titik 1 pada sumbu y

y₂ = koordinat titik 2 pada sumbu y

2.4.2 Sudut Peubah Jurusan

Dalam perencanaan geometri jalan perubahan arah jalan dinyatakan dengan sudut jurusan (α) dan sudut peubah jurusan (Δ), seperti pada Gambar 2.3. Sudut jurusan (α) adalah sudut azimuth, yaitu sudut berdasarkan arah utara, sedangkan sudut peubah jurusan (Δ) disebut juga sudut *bearing*, adalah sudut peubah arah jalan. Sudut jurusan (α) dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.3.

$$\alpha_1 = \text{arc tg} \frac{(x_2 - x_1)}{(y_2 - y_1)} \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan:

α_1 = sudut jurusan titik 1, °

x_1 = koordinat titik 1 pada sumbu x

x_2 = koordinat titik 2 pada sumbu x

y_1 = koordinat titik 1 pada sumbu y

y_2 = koordinat titik 2 pada sumbu y

Sudut peubah jurusan dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.4.

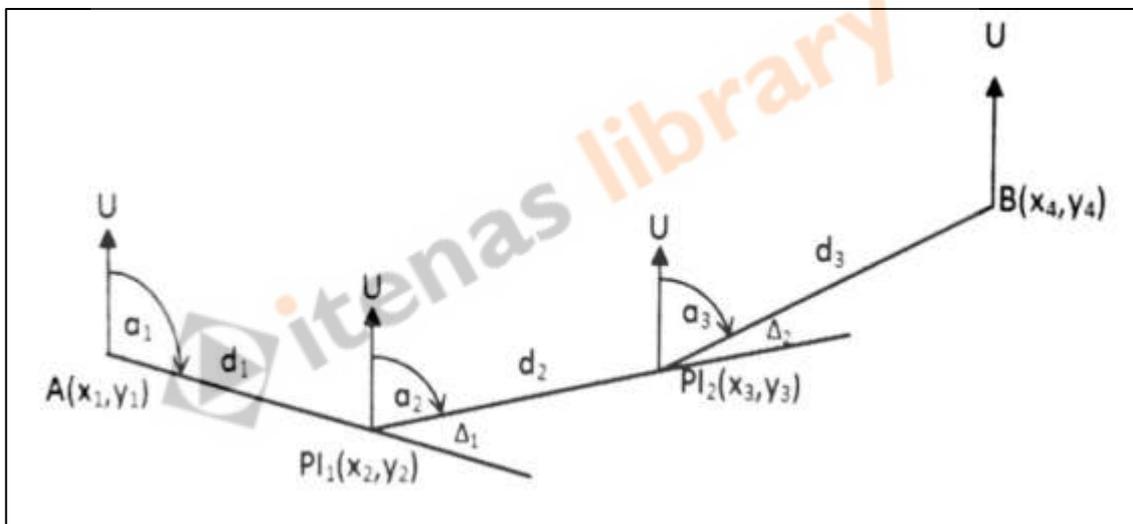
$$\Delta_1 = \alpha_1 - \alpha_2 \dots\dots\dots (2.4)$$

dengan:

Δ_1 = sudut peubah jurusan titik 1, °

α_1 = sudut jurusan titik 1, °

α_2 = sudut jurusan titik 2, °



Sumber: Sukirman S., 2015

Gambar 2.3 Sudut Jurusan dan Sudut Peubah Jurusan

2.4.3 Kemiringan Melintang di Jalan Lurus

Pada jalan lurus kemiringan melintang jalan harus dibuat sedemikian rupa sehingga air hujan yang jatuh pada bagian jalan tidak menggenang. Genangan air yang terdapat pada jalan akan mengakibatkan gesekan antara ban kendaraan dengan perkerasan berkurang sehingga kendaraan akan mengalami slip, selain itu air hujan juga akan mempercepat kerusakan muka jalan terutama pada perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Oleh karena itu jalan dibuat memiliki kemiringan melintang berbentuk *crow*n, yang disebut kemiringan melintang normal, e_n .

Besarnya kemiringan melintang normal disesuaikan dengan sifat kedap air dari lapis permukaan yang dipilih. Berdasarkan standar *New Zealand Forest Road Engineering Manual*, 2012 kemiringan melintang normal pada perkerasan jalan tanpa pengikat sebesar 3%.

2.4.4 Gaya Sentrifugal

Apabila suatu kendaraan bergerak dengan kecepatan tetap pada bidang datar atau miring dengan lintasan berbentuk suatu lengkung seperti lingkaran, maka akan timbul suatu gaya yang tegak lurus dengan arah kecepatan dan menjauhi pusat lingkaran, gaya tersebut merupakan gaya sentrifugal.

Agar dapat mempertahankan gerak kendaraan tetap pada sumbu lajur jalannya, dibutuhkan gaya untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang berasal dari gaya gesek melintang antara ban kendaraan dengan permukaan jalan dan komponen berat kendaraan akibat kemiringan melintang permukaan jalan. Kemiringan melintang jalan di lengkung horizontal disebut superelevasi (e). Persamaan umum untuk lengkung horizontal seperti pada Persamaan 2.5.

$$0,01 e + f = \frac{V_R^2}{gR} \dots\dots\dots (2.5)$$

dengan:

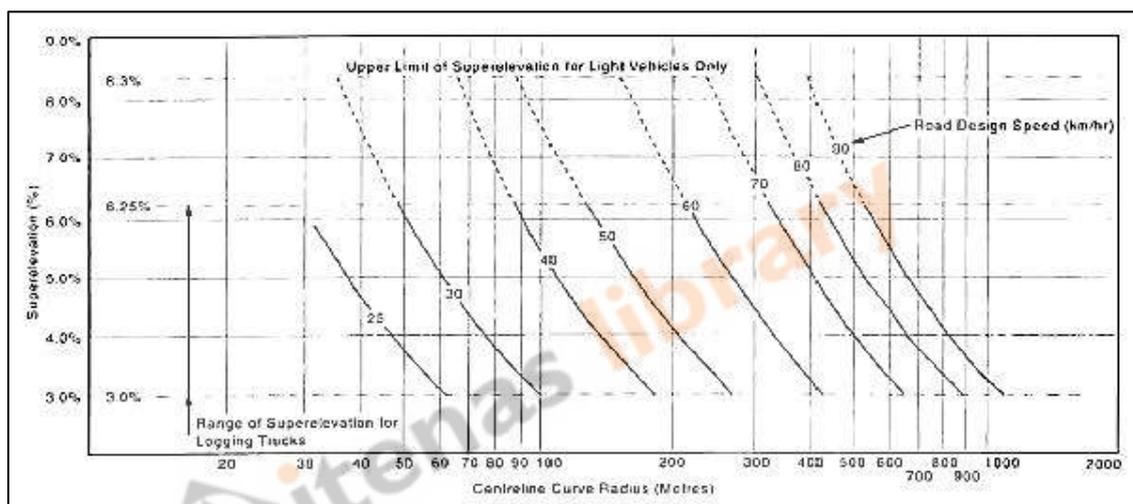
- e = superelevasi
- f = koefisien gesek melintang
- V_R = kecepatan rencana, km/jam
- g = gaya gravitasi, ditetapkan sebesar $9,81 \text{ m/s}^2$
- R = radius lengkung, m

1. Gaya Gesek Melintang

Gaya gesek melintang (F_s) adalah gaya gesek arah melintang antara ban dan muka jalan yang terjadi jika kendaraan mengalami gaya sentrifugal. Koefisien gesek melintang adalah perbandingan antara gaya gesek melintang dan gaya normal pada muka jalan akibat adanya berat kendaraan. Berdasarkan standar *New Zealand Forest Road Engineering Manual*, 2012 nilai koefisien gesek melintang ditentukan sebesar 0,08 untuk jalan kerikil.

2. Superelevasi

Superelevasi adalah kemiringan melintang jalan pada lengkung horizontal yang fungsinya untuk mengimbangi gaya sentrifugal kendaraan yang melewati tikungan. Berdasarkan standar *New Zealand Forest Road Engineering Manual*, 2012 nilai superelevasi untuk jalan *logging* dibatasi maksimum 6,26%. Truk dengan kecepatan kurang dari 26 km/jam tidak diperlukan superelevasi dan menggunakan kemiringan melintang normal. Penentuan nilai superelevasi menggunakan grafik hubungan antara radius lengkung, kecepatan rencana, dan superelevasi seperti pada Gambar 2.4.



Sumber: *NZ Forest Owners Association*, 2012

Gambar 2.4 Grafik Hubungan Radius Lengkung, Superelevasi, dan Kecepatan Rencana

3. Radius Minimum

Lengkung dengan radius minimum adalah lengkung yang mempunyai superelevasi maksimum dan koefisien gesek maksimum. Lengkung tersebut dinamakan lengkung tertajam yang dapat direncanakan untuk satu nilai kecepatan rencana yang dipilih pada satu nilai superelevasi maksimum. Radius minimum ditentukan dengan menggunakan Persamaan 2.6.

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(0,01e_{\max} + f_{\max})} \dots \dots \dots (2.6)$$

dengan:

R_{\min} = radius minimum untuk satu kecepatan rencana dan superelevasi maksimum tertentu, m

V = kecepatan rencana, km/jam

e_{maks} = superelevasi maksimum

f_{maks} = koefisien gesek melintang maksimum

Nilai radius minimum untuk truk (pada kecepatan sangat rendah) tidak boleh kurang dari 18 m.

2.4.5 Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan merupakan peralihan dari radius tak berhingga (keadaan normal) ke radius sebesar R_c (keadaan superelevasi penuh) pada busur lingkaran atau dari radius sebesar R_c pada busur lingkaran beralih ke radius sebesar tak berhingga di jalan lurus.

Berdasarkan standar Austroads, 2016 nilai lengkung peralihan untuk lengkung berbentuk lingkaran sederhana ditentukan berdasarkan lama perjalanan selama 2 detik, menggunakan Persamaan 2.7.

$$L_s = 0,278 V.t \dots\dots\dots (2.7)$$

dengan:

L_s = panjang lengkung peralihan, m

V = kecepatan rencana, km/jam

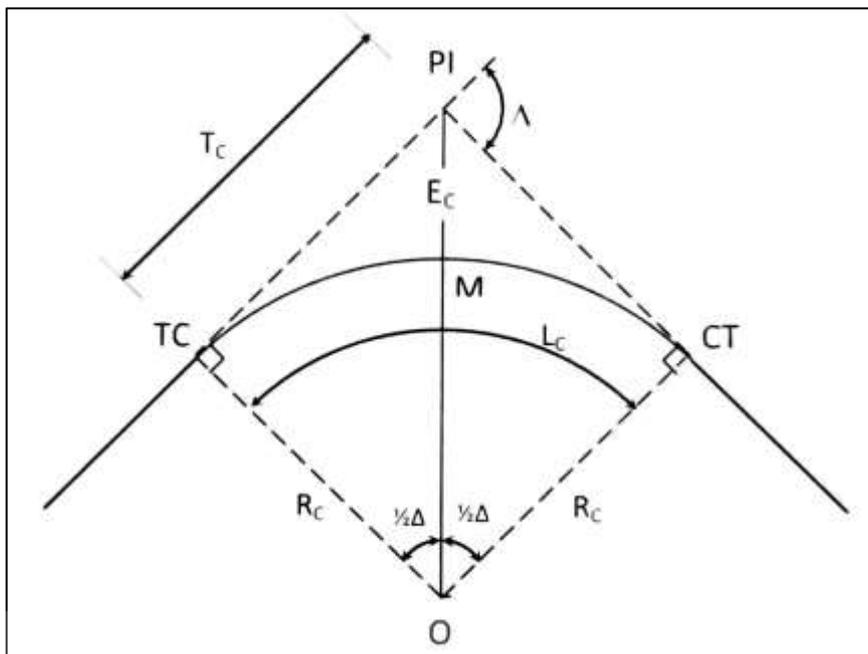
t = waktu tempuh pada lengkung peralihan, ditetapkan 2 detik

2.4.6 Diagram Superelevasi

Diagram superelevasi adalah diagram yang menggambarkan pencapaian superelevasi dari keadaan normal ke superelevasi penuh, sehingga dengan menggunakan diagram superelevasi dapat ditentukan bentuk penampang melintang pada setiap titik di lengkung horizontal yang telah direncanakan.

2.4.7 Desain Lengkung Horizontal

Lengkung horizontal adalah lengkung yang digunakan untuk menghubungkan dua bagian tangen pada alinyemen horizontal. Pada standar *New Zealand Forest Road Engineering Manual*, 2012 bentuk lengkung horizontal yang digunakan adalah lengkung lingkaran sederhana (*Full Circle / FC*). Lengkung lingkaran sederhana yaitu lengkung horizontal berbentuk busur lingkaran, dengan memiliki satu titik pusat lingkaran dengan radius tertentu. Bentuk lengkung *Full Circle* seperti pada Gambar 2.5.



Sumber: Sukirman, S., 2015

Gambar 2.5 Lengkung Full Circle

Bagian di kiri titik TC atau di kanan titik CT dinamakan tangen horizontal. Titik TC adalah titik peralihan dari bentuk tangen horizontal ke bentuk busur lingkaran (*circle*) dan titik CT adalah titik peralihan dari bentuk busur lingkaran (*circle*) ke bentuk tangen horizontal.

Lengkung *Full Circle* dirancang berbentuk simetris sehingga komponen dari lengkung horizontal berbentuk *Full Circle* dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.8 sampai dengan 2.10.

$$T_c = R_c \operatorname{tg} \frac{1}{2}\Delta \dots\dots\dots (2.8)$$

$$E_c = \frac{R_c}{\cos \frac{1}{2}\Delta} - R_c \dots\dots\dots (2.9)$$

$$L_c = 0,01745 \Delta R_c \dots\dots\dots (2.10)$$

dengan:

T_c = jarak antara TC-PI atau CT-PI, m

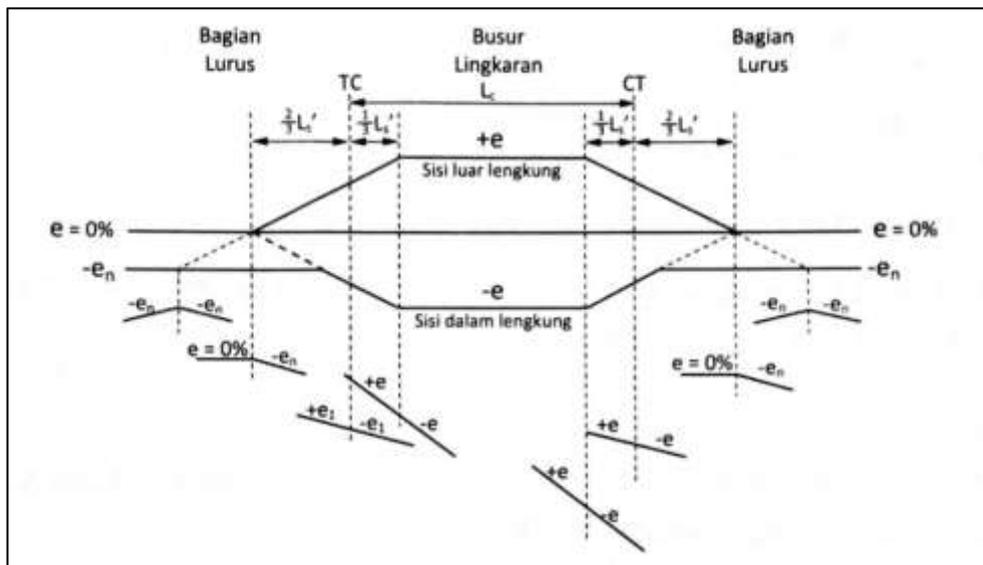
R_c = radius busur lingkaran, m

Δ = sudut peubah jurusan, °

E_c = jarak antara titik PI ke busur lingkaran, m

L_c = panjang busur lingkaran, m

Diagram superelevasi untuk lengkung *Full Circle* ditunjukkan pada Gambar 2.6.



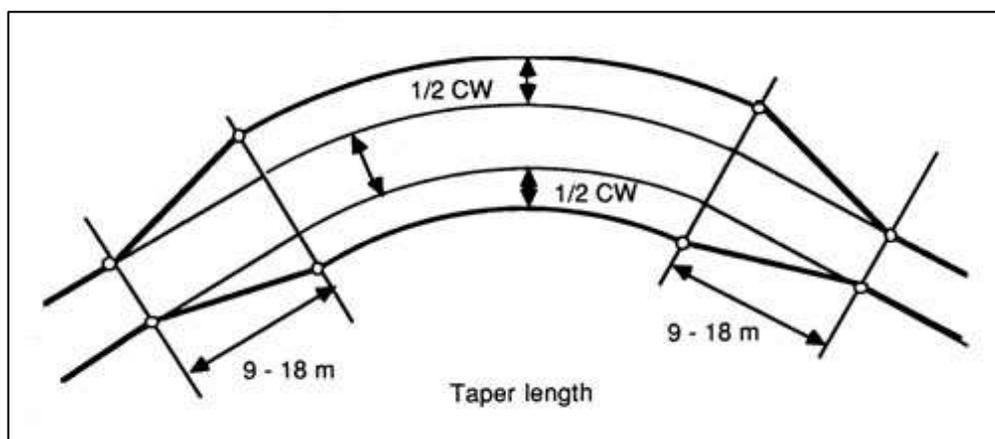
Sumber: Sukirman, S., 2015

Gambar 2.6 Diagram Superelevasi Lengkung *Full Circle*

2.4.8 Pelebaran Perkerasan di Tikungan

Lebar perkerasan di tikungan perlu diperlebar untuk menyesuaikan lintasan lengkung yang dilewati oleh kendaraan rencana. Besarnya pelebaran perkerasan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti radius lengkung, kecepatan kendaraan, jenis dan ukuran kendaraan rencana yang digunakan.

Lebar total perkerasan di lengkung horizontal merupakan jumlah dari lebar kendaraan rencana, kebebasan samping di antara masing-masing kendaraan rencana, tambahan lebar perkerasan akibat perbedaan jejak roda dan bumper kendaraan, dan kesukaran mengemudi di lengkung horizontal. Pada Gambar 2.7 terdapat pelebaran perkerasan (CW).



Sumber: *Forest Owner Association*, 2012

Gambar 2.7 Pelebaran Perkerasan di Tikungan

Penentuan besarnya pelebaran perkerasan pada lengkung horizontal untuk jenis kendaraan truk trailer berdasarkan standar *New Zealand Forest Engineering Manual*, 2012 seperti pada Persamaan 2.11.

$$CW = 26/R \quad \dots\dots\dots (2.11)$$

dengan:

CW = pelebaran perkerasan, m

R = radius lengkung, m

2.4.9 Daerah Bebas Samping di Tikungan

Sebagai usaha memberikan keselamatan bagi pengguna jalan, perlu memperhatikan daerah bebas samping di bagian dalam tikungan. Daerah bebas samping di tikungan dipengaruhi oleh jarak pandang henti, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.8. Daerah bebas samping dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.12.

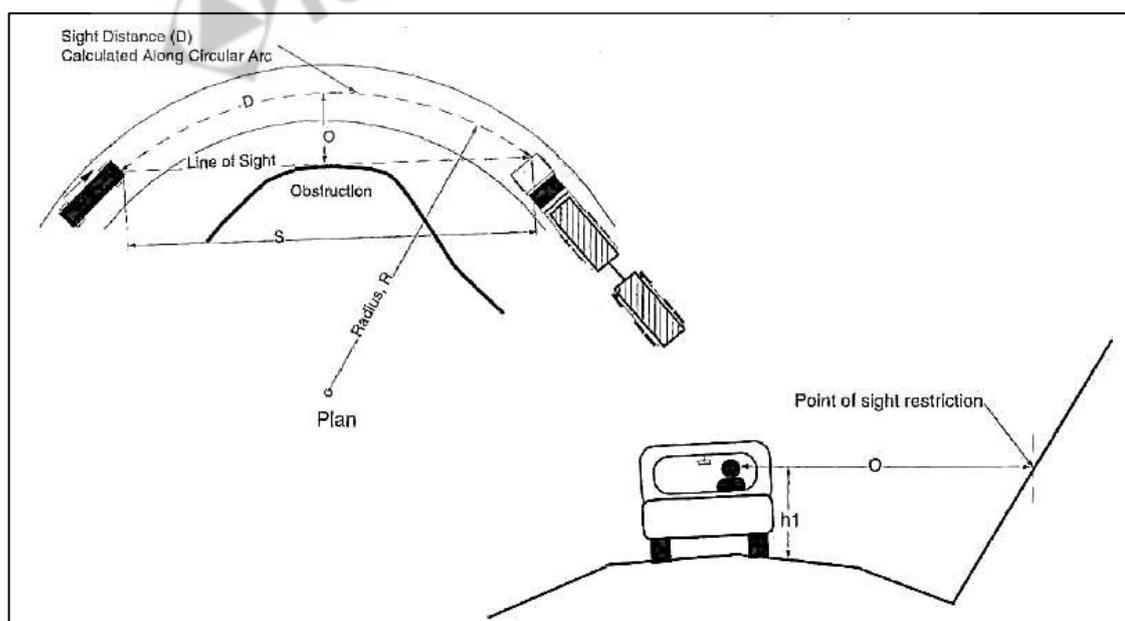
$$O = R \left[1 - \cos \left(\frac{28,65 S}{R} \right) \right] \quad \dots\dots\dots (2.12)$$

dengan:

O = daerah bebas samping, m

R = radius lengkung horizontal, m

S = jarak pandang henti, m



Sumber: *Forest Owners Association*, 2012

Gambar 2.8 Daerah Bebas Samping di Tikungan

2.4.10 Pengecekan *Overlap*

Overlap adalah kondisi dimana jarak antar lengkung saling melampaui. Setiap tikungan yang sudah direncanakan tidak boleh terjadi *overlap*. Jika *overlap* terjadi maka tikungan tersebut tidak aman untuk digunakan sesuai dengan kecepatan rencana. *Overlap* dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.13.

$$T_{cn} + 2/3 L_{sn}' + X_n \leq d_n \dots\dots\dots (2.13)$$

2.4.11 Penomoran Panjang Jalan

Penomoran panjang jalan (*stationing*) pada tahap desain adalah pemberian nomor pada jarak-jarak tertentu dari awal proyek. Nomor jalan yang dikenal dengan nama STA jalan dibutuhkan sebagai prasarana komunikasi bagi semua pihak yang terlibat. Penomoran pada daerah lengkung horizontal dilakukan pada setiap titik-titik penting pada lengkung. Penomoran juga berfungsi sebagai penunjuk panjang jalan.

2.5 Alinyemen Vertikal

Alinyemen Vertikal adalah perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan melalui sumbu jalan untuk jalan 2 lajur 2 arah atau melalui tepi dalam masing-masing perkerasan untuk jalan dengan median. Alinyemen vertikal disebut juga penampang memanjang atau profil jalan. Pada gambar alinyemen vertikal dapat dilihat elevasi muka tanah asli, elevasi muka jalan, dan bangunan pelengkap.

Permukaan jalan terdiri dari bagian lurus yang disebut tangen vertikal dan bagian lengkung disebut lengkung vertikal. Lengkung vertikal menghubungkan dua bagian tangen vertikal yang memiliki kelandaian.

2.5.1 Kelandaian Jalan

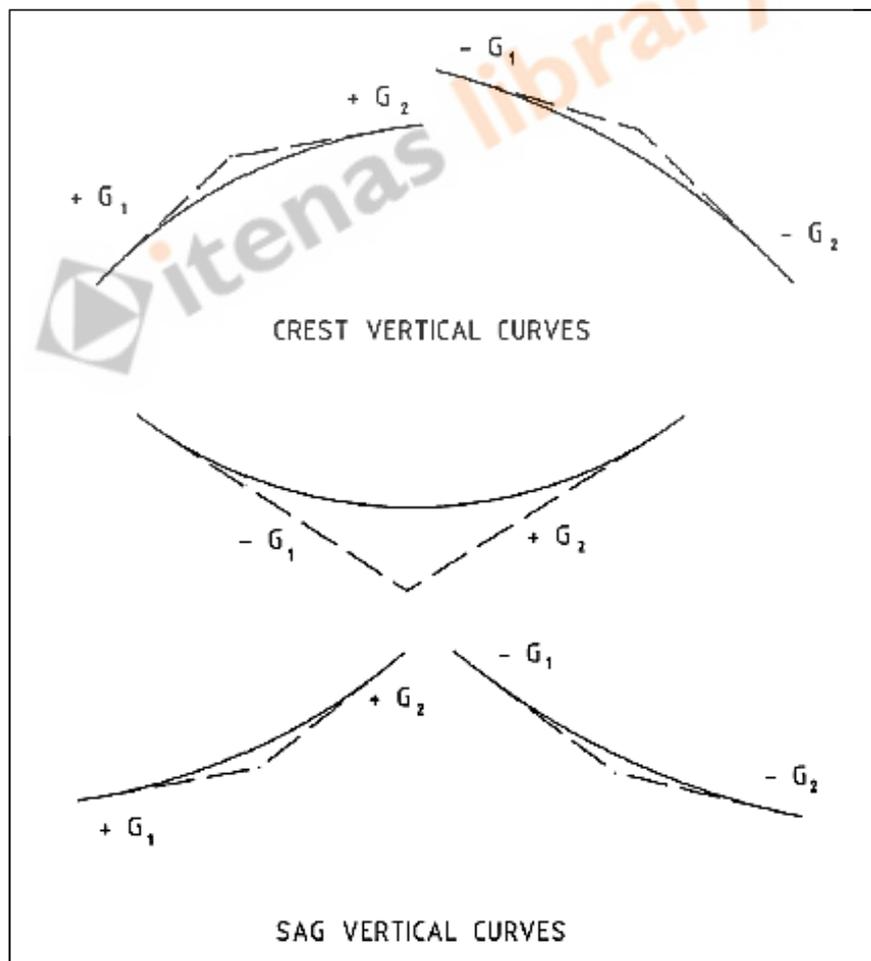
Alinyemen vertikal terdiri dari garis lurus dan garis lengkung, garis lurus menunjukkan jalan datar, mendaki atau menurun. Jalan mendaki dan menurun adalah jalan yang mempunyai kelandaian jalan. Pendakian dan penurunan memberi efek yang signifikan terhadap gerak kendaraan, oleh karena itu masalah kelandaian merupakan bagian terpenting pada rancangan alinyemen vertikal. Berdasarkan standar *New Zealand Forest Road Engineering Manual*, 2012 nilai kelandaian maksimum adalah sebesar 10%.

2.5.2 Lengkung Vertikal

Pergantian dari suatu kelandaian ke kelandaian yang lain dilakukan dengan menggunakan lengkung vertikal. Titik perpotongan dua bagian tangen vertikal dinamakan Poin Perpotongan Vertikal (PPV). Jenis lengkung vertikal dilihat dari letak titik potong kedua bagian tangen dibedakan menjadi:

- Lengkung vertikal cekung, adalah lengkung dimana titik PPV berada di bawah permukaan jalan.
- Lengkung vertikal cembung, adalah lengkung dimana titik PPV berada di atas permukaan jalan.

Gambar 2.9 menunjukkan berbagai kemungkinan kombinasi dari dua landai jalan yang membentuk lengkung vertikal cekung dan lengkung vertikal cembung. Gambar dilihat dari kiri ke kanan, kelandaian mendaki diberi tanda positif, dan menurun diberi tanda negatif.

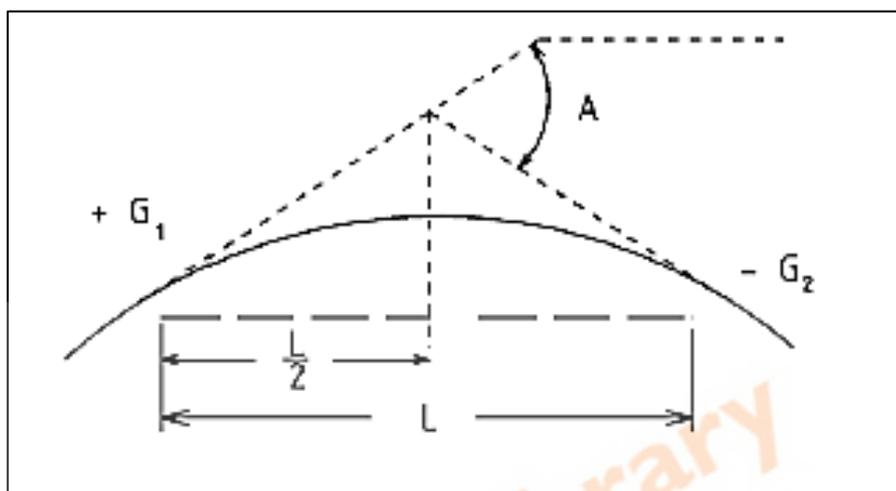


Sumber: Austroadss, 2016

Gambar 2.9 Berbagai Tipe Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal berbentuk parabola sederhana, dalam menentukan panjang lengkung vertikal dan elevasi setiap titik pada lengkung digunakan asumsi sebagai berikut:

- a. Panjang lengkung vertikal sama dengan panjang proyeksi lengkung vertikal.
- b. Titik PPV terletak ditengah-tengah garis proyeksi lengkung vertikal.



Sumber: Austroadss, 2016

Gambar 2.10 Tipikal Lengkung Vertikal Parabola Sederhana

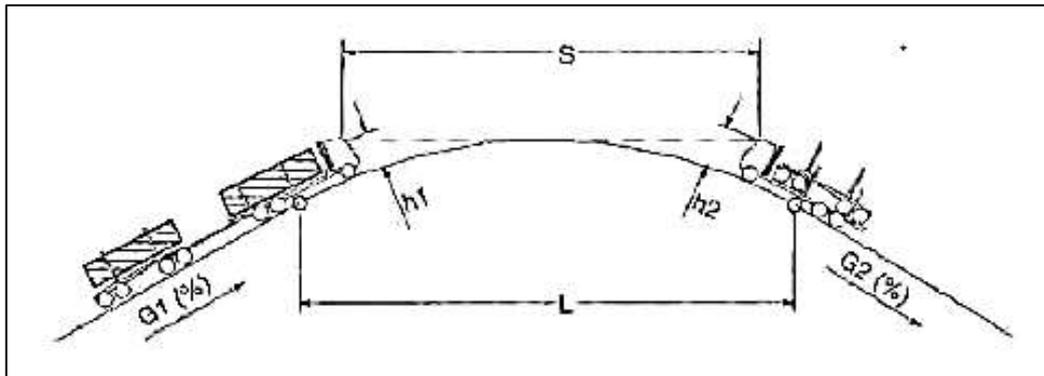
Pada Gambar 2.10 dapat dilihat bahwa:

- L = panjang proyeksi lengkung vertikal, m
= panjang lengkung vertikal, m (asumsi)
- G_1 = kelandaian bagian tangen vertikal sebelah kiri, %
- G_2 = kelandaian bagian tangen vertikal sebelah kanan, %
- A = perbedaan aljabar landai, %
= $|g_1 - g_2|$

1. Panjang Lengkung Vertikal Cembung

Lengkung vertikal cembung dirancang berbentuk parabola. Panjang lengkung vertikal ditentukan dengan memperhatikan syarat jarak pandang henti (S). Pandangan pengemudi kendaraan ketika melintasi lengkung vertikal cembung dibatasi oleh puncak lengkung vertikal. Terdapat dua kondisi jarak pandang untuk menentukan panjang lengkung vertikal cembung, yaitu:

- a. Jarak pandang lebih pendek dari panjang lengkung dan berada seluruhnya dalam daerah lengkung ($S < L$), seperti pada Gambar 2.11.



Sumber: NZ Forest Owners Association, 2012

Gambar 2.11 Panjang Lengkung Vertikal Cembung dengan $S < L$

Panjang lengkung vertikal cembung dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.14.

$$S = \sqrt{\frac{LC}{A}} \dots\dots\dots (2.14)$$

dengan:

S = jarak pandang henti, m

C = $200 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2$

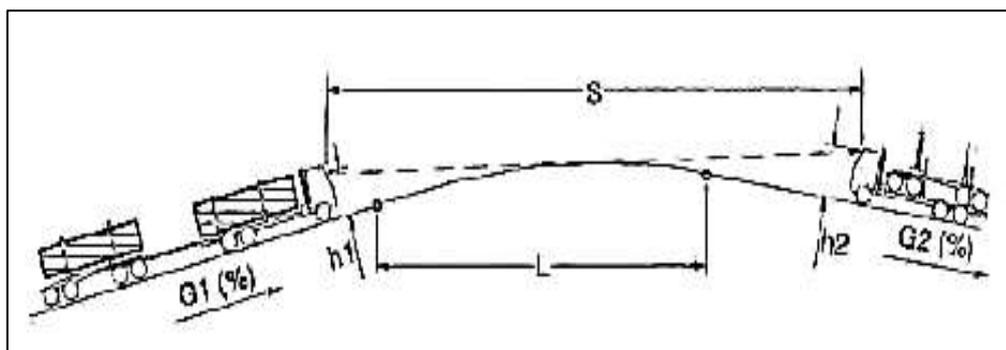
L = panjang lengkung vertikal, m

A = perbedaan aljabar landai $|g_1 - g_2|$, %

h_1 = tinggi mata pengemudi di atas muka jalan, ditetapkan sebesar 2,40 m

h_2 = tinggi objek di atas muka jalan, ditetapkan sebesar 0,20 m

- b. Jarak pandang lebih panjang dari panjang lengkung dan berada di luar dan dalam daerah lengkung ($S > L$), seperti pada Gambar 2.12.



Sumber: NZ Forest Owners Association, 2012

Gambar 2.12 Panjang Lengkung Vertikal Cembung dengan $S > L$

Panjang lengkung vertikal cembung dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.15.

$$S = \frac{L}{2} + \frac{C}{2A} \dots\dots\dots (2.15)$$

dengan:

S = jarak pandang henti, m

C = $200 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2$

L = panjang lengkung vertikal, m

A = perbedaan aljabar landai $|g_1 - g_2|$, %

h_1 = tinggi mata pengemudi di atas muka jalan, ditetapkan sebesar 2,40 m

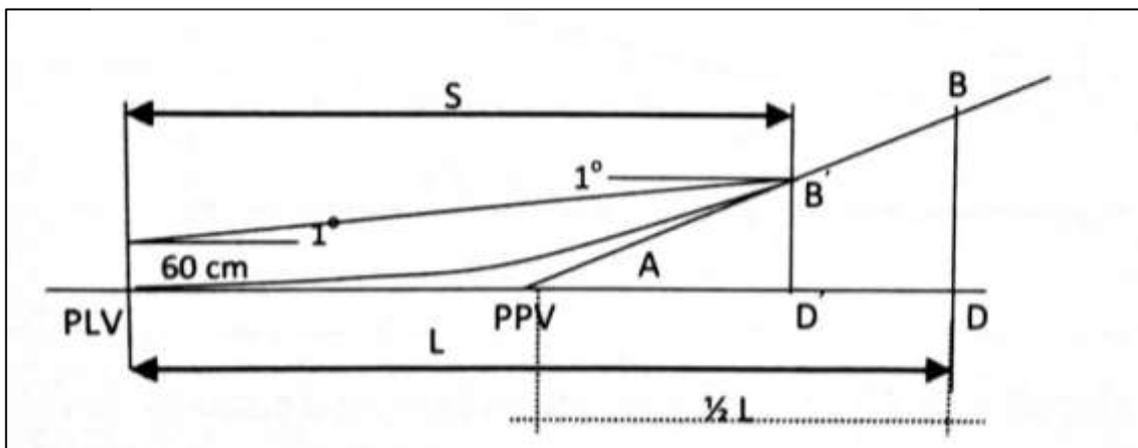
h_2 = tinggi objek di atas muka jalan, ditetapkan sebesar 0,20 m

2. Panjang Lengkung Vertikal Cekung

Panjang lengkung vertikal cekung ditentukan dengan memperhatikan jarak pandang di malam hari. Pandangan pengemudi ketika melintasi lengkung vertikal cekung tidak terhalangi pada siang hari, tetapi pada malam hari jangkauan lampu depan kendaraan merupakan batas jarak pandang yang dapat dilihat pengemudi.

Posisi jarak pandang dibedakan atas dua keadaan, yaitu:

- Jarak pandang akibat penyinaran lampu depan $< L$, seperti pada Gambar 2.13.



Sumber: Sukirman, S., 2015

Gambar 2.13 Jarak Penyinaran Lampu Depan $< L$

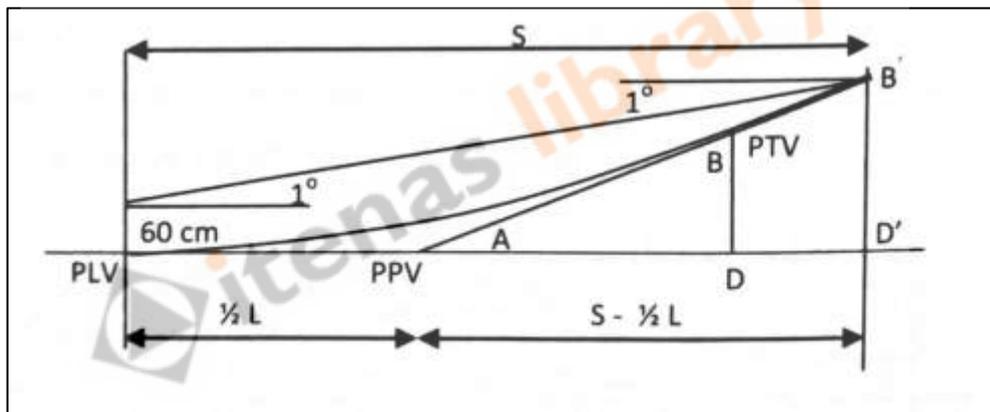
Untuk perhitungan panjang lengkung vertikal cekung, digunakan Persamaan 2.16.

$$L = \frac{S^2}{200(h + S \tan q)} \times A \dots\dots\dots (2.16)$$

dengan:

- L = panjang lengkung vertikal cekung, m
- S = jarak penyinaran lampu, m
- h = tinggi penyinaran lampu, ditetapkan 0,65 m
- q = sudut ketinggian sinar lampu, ditetapkan 1°
- A = perbedaan aljabar landai, %

- b. Jarak pandang akibat penyinaran lampu depan > L, seperti pada Gambar 2.14.



Sumber: Sukirman, S., 2015

Gambar 2.14 Jarak Penyinaran Lampu Depan > L

Untuk perhitungan panjang lengkung vertikal cekung, digunakan Persamaan 2.17.

$$L = \left(\frac{2S}{A} - \frac{200(h + S \tan q)}{A^2} \right) \times A \dots\dots\dots (2.17)$$

dengan:

- L = panjang lengkung vertikal cekung, m
- S = jarak penyinaran lampu, m
- h = tinggi penyinaran lampu, ditetapkan 0,65 m
- q = sudut ketinggian sinar lampu, ditetapkan 1°
- A = perbedaan aljabar landai, %

2.6 Penelitian Terkait Sebelumnya

Penelitian terdahulu yang pernah dilakukan berkaitan dengan topik penelitian ini, yaitu:

Dharmawan, R. F., 2017 dalam tugas akhirnya dengan judul “Perencanaan Geometrik Jalan *Logging* di Desa Toyu Provinsi Kalimantan Timur”, merencanakan ulang geometri jalan pada jalan *logging* dengan menggunakan metode *Haul Road Design Guidelines*, 2001. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan total lengkung horizontal sebanyak empat belas lengkung dengan bentuk lengkung *Full Circle*, kecepatan rencana 40 km/jam dan digunakan radius lengkung sebesar 120 m. Untuk pelebaran perkerasan saat di tikungan, dengan menggunakan lebar perkerasan $2 \times 4,5$ m dihasilkan perkerasan tanpa harus dilakukan pelebaran. Hasil perencanaan alinyemen vertikal terdapat tujuh belas lengkung vertikal dengan delapan lengkung vertikal cekung dan sembilan lengkung vertikal cembung. Kelandaian maksimum yang diizinkan adalah 10% dengan total panjang lajur pendakian maksimum 450 m. Dalam perhitungan volume pekerjaan galian dan timbunan, didapatkan volume galian sebesar 41.253,020 m³ dan untuk volume timbunan sebesar 37.505,222 m³. Selisih yang didapatkan antara volume galian dan timbunan sebesar 3.747,80 m³.