

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Jarak Pandangan Henti

Jarak pandangan henti merupakan jarak yang ditempuh pengemudi untuk menghentikan kendaraan yang bergerak setelah melihat adanya rintangan pada lajur jalannya. Rintangan tersebut dapat dilihat dengan jelas dari tempat kedudukan pengemudi dan setelah menyadari adanya rintangan, pengemudi mengambil keputusan untuk berhenti.

Kriteria untuk menentukan jarak pandangan henti pada lengkung vertikal cembung adalah jarak yang diperlukan untuk menghentikan kendaraan karena adanya hambatan di atas jalan. Panjang jarak pandangan henti tersebut terdiri dari dua komponen yaitu jarak yang diperlukan pengemudi kendaraan segera setelah mengetahui adanya rintangan yang dapat membahayakan jalannya kendaraan sampai diputuskan untuk memakai rem guna menghentikan kendaraan (jarak PIEV) dan jarak yang diperlukan selama pengereman sampai kendaraan berhenti (jarak pengereman).

Persamaan yang dipergunakan dalam perhitungan jarak pandangan henti menurut Silvia Sukirman (1994) adalah sebagai berikut :

$$D = 0.278 T V + V^2 / 254 f \quad (1)$$

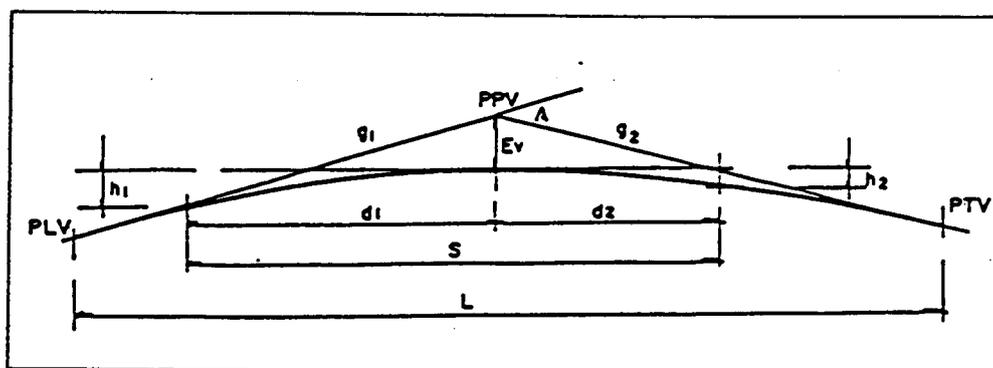
dengan :

D = jarak pandangan henti (meter)
 T = waktu reaksi (detik)
 V = kecepatan (km/jam)
 f = koefisien gesekan
 0.278 = konstanta untuk merubah km/jam menjadi m/detik

Dalam perhitungan pada puncak lengkung vertikal, besarnya jarak pandangan ditentukan oleh variabel-variabel yang antara lain :

1. Perubahan kemiringan (A), yaitu perbedaan aljabar antara kemiringan tangen jalan tersebut.
2. Jarak horisontal dari lengkung vertikal (L).
3. Tinggi mata pengemudi dari permukaan perkerasan (h1).
4. Tinggi hambatan yang tampak oleh pengemudi di permukaan jalan (h2).

Penentuan panjang lengkung yang diperlukan untuk suatu jarak pandangan tertentu adalah seperti terlihat pada gambar 3.1 sebagai berikut :



Gambar 3.1 : Panjang lengkung vertikal cembung untuk jarak pandangan tertentu

Sumber : Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman, 1994

Dari gambar 3.1, dapat diketahui bahwa untuk puncak lengkung vertikal tertentu, jarak pandangan akan tergantung dari tinggi mata pengemudi dan tinggi penghalang. Semakin besar tinggi mata pengemudi dan tinggi penghalang, maka semakin panjang jarak pandangannya pada suatu lengkung vertikal dengan kelandaian tertentu. Jadi suatu lengkung vertikal yang didasarkan pada suatu nilai tinggi mata tertentu yang memberikan suatu jarak pandangan, akan kurang memadai bagi pengemudi dengan tinggi mata yang kurang dari nilai tersebut.

Nilai e merupakan pergeseran vertikal dari titik perpotongan kedua bagian tangen ke bagian lengkung. Sedangkan h_1 dan h_2 adalah tinggi mata pengemudi dan tinggi penghalang di atas permukaan jalan.

$$e = k \left(\frac{1}{2}L \right)^2$$

$$h_1 = k (d_1)^2$$

$$h_2 = k (d_2)^2$$

$$\frac{h_1}{e} = \frac{k d_1^2}{k \frac{1}{4}L^2}$$

$$\frac{h_2}{e} = \frac{k d_2^2}{k \frac{1}{4}L^2}$$

$$\frac{h_1}{e} = \frac{4 d_1^2}{L^2}$$

$$\frac{h_2}{e} = \frac{4 d_2^2}{L^2}$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{h_1 L^2}{4 e}}$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{h_2 L^2}{4 e}}$$

Sehingga diperoleh :

$$S = d_1 + d_2 = \sqrt{\frac{h_1 L^2}{4 e}} + \sqrt{\frac{h_2 L^2}{4 e}}$$

dimana :

$$e = A L / 800$$

dengan A = nilai perbedaan kelandaian
= $g_1 - g_2$ (%)

Dengan substitusi diperoleh :

$$S = \sqrt{\frac{200 h_1 L}{A}} + \sqrt{\frac{200 h_2 L}{A}}$$

$$S = \sqrt{\frac{100 L}{A}} (\sqrt{2 h_1} + \sqrt{2 h_2})$$

$$S^2 = \frac{100 L}{A} (\sqrt{2 h_1} + \sqrt{2 h_2})^2$$

Maka didapat persamaan :

$$L = \frac{AS^2}{100 (\sqrt{2} h_1 + \sqrt{2} h_2)^2} \quad (2)$$

dengan :

- L = jarak horisontal dari lengkung vertikal (meter)
 A = perbedaan aljabar kemiringan tangen (%)
 S = jarak pandangan (meter)
 h₁ = tinggi mata pengemudi (meter)
 h₂ = tinggi penghalang (meter)

Sehingga jarak pandangan dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$S = 10 \sqrt{L/A} (\sqrt{2} h_1 + \sqrt{2} h_2) \quad (3)$$

dimana terlihat pada suatu perbedaan kelandaian tertentu bahwa semakin landai lengkung tersebut, maka jarak pandangan juga semakin besar.

Persamaan (3) :

$$S = 10 \sqrt{L/A} (\sqrt{2} h_1 + \sqrt{2} h_2)$$

$$\frac{\delta S}{\delta h_1} = \frac{10 \sqrt{L/A}}{\sqrt{2} h_1} \quad (4)$$

Dari persamaan (3) didapat :

$$10 \sqrt{L/A} = \frac{S}{(\sqrt{2} h_1 + \sqrt{2} h_2)} \quad (5)$$

Masukkan (5) ke dalam (4), didapat :

$$\frac{\delta S}{\delta h_1} = \frac{S}{\sqrt{2} h_1 (\sqrt{2} h_1 + \sqrt{2} h_2)}$$

$$\frac{\delta S}{\delta h_1} = \frac{S}{2 (h_1 + \sqrt{h_1 h_2})} \quad (6)$$

Dari persamaan (6) di atas akan diberikan nilai dari perubahan jarak pandangan dalam kaitannya dengan perubahan tinggi mata pengemudi.

3.2 Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana menurut *AASHTO Highway definitions* adalah suatu kecepatan yang ditetapkan untuk disain dan korelasi segi-segi fisik dari suatu jalan raya yang mempengaruhi operasi kendaraan. Kecepatan ini merupakan kecepatan maksimum yang masih aman yang dapat dipertahankan pada tempat tertentu di jalan raya.

Kecepatan kendaraan yang merupakan salah satu variabel yang terdapat dalam persamaan untuk menentukan jarak pandangan henti akan berpengaruh terhadap penentuan panjang lengkung vertikal cembung. Hal ini dikarenakan jarak pandangan henti yang dihitung dengan persamaan (1) tersebut berpengaruh dalam penentuan panjang lengkung vertikal cembung. Penurunan parsial dari jarak pandangan henti terhadap kecepatan dengan asumsi koefisien gesekan

(f) konstan adalah sebagai berikut :

Persamaan (1) :

$$D = 0.278 T V + V^2 / 254 f$$

$$\delta D / \delta V = 0.278 T + V / 127 f$$

Misalkan diambil $T = 2.5$ detik, maka didapat :

$$\frac{\delta D}{\delta V} = 0.695 + \frac{V}{127 f} \quad (7)$$

Dari persamaan (7) akan diketahui nilai perubahan jarak pandangan henti per unit perubahan kecepatan sebagai fungsi dari kecepatan kendaraan.

Untuk mengetahui hubungan antara kecepatan kendaraan dengan tinggi mata pengemudi dilakukan dengan membuat jarak pandangan rencana (S) sama dengan jarak pandangan henti (D), kemudian menghitung penurunan parsial daripada kecepatan terhadap tinggi mata pengemudi sebagai berikut :

untuk $S = D$, maka persamaan (1) dan (3) menjadi:

$$10 \sqrt{L/A} (\sqrt{2 h_1} + \sqrt{2 h_2}) = 0.278 T V + V^2 / 254 f$$

$$\text{dan } \frac{\delta V}{\delta h_1} = \frac{\delta D}{\delta h_1}$$

$$\frac{\delta S}{\delta h_1} = \frac{\delta D}{\delta V} \times \frac{\delta V}{\delta h_1}$$

$$\frac{S}{2 (h_1 + \sqrt{ h_1 h_2 })} = \left(0.278 T + \frac{V}{127 f} \right) \times \frac{\delta V}{\delta h_1}$$

$$\frac{\delta V}{\delta h_1} = \frac{S}{2 (h_1 + \sqrt{ h_1 h_2 })} = \frac{1}{0.278 T + V/127 f} \quad (8)$$

Dengan asumsi bahwa :

$S = D = 0.278 T V + V^2 / 254 f$, maka didapat :

$$\frac{\delta V}{\delta h_1} = \frac{0.278 T V + V^2 / 254 f}{0.278 T + V/127 f} \times \frac{1}{2 (h_1 + \sqrt{ h_1 h_2 })} \quad (9)$$

Misalkan diambil $h_1 = 1.25$ m, $h_2 = 0.10$ m, dan

$T = 2.5$ dt

$$\frac{\delta V}{\delta h_1} = \frac{0.278 T V + V^2 / 254 f}{0.278 T + V/127 f} \times \frac{1}{2 (h_1 + \sqrt{ h_1 h_2 })}$$

$$= \frac{V (0.278 T (254) f + V)}{2 (0.278 T (127) f + V)} \times \frac{1}{2 (h_1 + \sqrt{ h_1 h_2 })}$$

$$\frac{\delta V}{\delta h_1} = \frac{V}{3.2071} \times \frac{176.53 f + V}{176.53 f + 2 V} \quad (10)$$

Dari persamaan (10) akan diketahui seberapa besar pengaruh perubahan tinggi mata pengemudi terhadap perubahan kecepatan, agar jarak pandangannya tetap sama dengan jarak pandangan henti minimum.

3.3 Waktu Reaksi

Waktu reaksi (waktu PIEV) adalah selang waktu segera setelah pengemudi mengetahui adanya rintangan yang dapat membahayakan jalannya kendaraan sampai pengemudi memutuskan untuk menggunakan rem guna menghentikan laju kendaraannya, atau dengan kata lain waktu yang dibutuhkan untuk proses deteksi, pengenalan dan pengambilan keputusan.

Besarnya waktu reaksi dipengaruhi oleh kondisi jalan, mental pengemudi, kebiasaan, keadaan cuaca, penerangan dan kondisi fisik pengemudi.

Setelah pengemudi mengambil keputusan untuk menginjak rem, maka pengemudi membutuhkan waktu sampai dia menginjak pedal rem. Rata-rata pengemudi membutuhkan waktu sebesar 0.5 detik, kadangkala ada pula yang membutuhkan waktu 1 detik. Untuk perencanaan diambil waktu 1 detik, sehingga total waktu yang diperlukan dari saat dia melihat rintangan sampai menginjak pedal rem adalah sebesar 2.5 detik. Harga tersebut dianggap cukup memadai untuk beberapa keadaan menurut beberapa penelitian yang dilakukan. Waktu reaksi sebesar 2.5 detik inilah yang digunakan untuk menghitung jarak pandangan henti.

Pengaruh jarak pandangan henti terhadap waktu reaksi didapat dengan penurunan parsial persamaan (1) terhadap waktu reaksi sebagai berikut :

Persamaan (1) :

$$D = 0.278 T V + V^2 / 254 f$$

$$\frac{\delta D}{\delta T} = 0.278 V \quad (11)$$

persamaan (11) ini menunjukkan nilai perubahan jarak pandangan henti terhadap perubahan waktu reaksi pada kecepatan yang berbeda-beda. Untuk mengetahui hubungan antara waktu reaksi dengan tinggi mata pengemudi maka ditentukan dengan membuat jarak pandangan rencana (S) sama dengan jarak pandangan henti (D) dan kemudian dilakukan penurunan parsial antara waktu reaksi terhadap tinggi mata pengemudi sebagai berikut :

Dengan mengambil $S = D$, maka didapat persamaan :

$$10 \sqrt{L/A} (\sqrt{2 h_1} + \sqrt{2 h_2}) = 0.278 T V + V^2/254 f$$

$$\text{dan } \frac{\delta S}{\delta h_1} = \frac{\delta D}{\delta h_1}$$

$$\frac{\delta S}{\delta h_1} = \frac{\delta D}{\delta T} \times \frac{\delta T}{\delta h_1}$$

$$\frac{S}{2 (h_1 + \sqrt{ h_1 h_2 })} = 0.278 V \times \frac{\delta T}{\delta h_1}$$

$$\frac{\delta T}{\delta h_1} = \frac{S}{2 (h_1 + \sqrt{ h_1 h_2 })} \times \frac{1}{0.278 V} \quad (12)$$

Dengan persamaan $S = D = 0.278 T V + V^2 / 254 f$

didapat

$$\frac{\delta T}{\delta h_1} = \frac{0.278 T V + V^2 / 254 f}{2 (h_1 + \sqrt{ h_1 h_2 })} \times \frac{1}{0.278 V}$$

$$= \frac{T + V / 70.612 f}{2 (h_1 + \sqrt{ h_1 h_2 })}$$

Misalkan diambil $h_1 = 1.25 \text{ m}$, $h_2 = 0.10 \text{ m}$, dan

$T = 2.5 \text{ dt}$

$$\frac{\delta T}{\delta h_1} = \frac{0.278 T V + V^2 / 254 f}{2 (h_1 + \sqrt{ h_1 h_2 })} \times \frac{1}{0.278 V}$$

$$= \frac{T + V / 70.612 f}{2 (h_1 + \sqrt{ h_1 h_2 })}$$

$$\frac{\delta T}{\delta h_1} = \frac{2.5 + V / 70.612 f}{3.2071} \quad (13)$$

Persamaan (13) akan menunjukkan hubungan antara waktu reaksi dengan tinggi mata pengemudi, dengan harga kecepatan yang berbeda-beda dan koefisien gesekan yang sesuai dengan kecepatan rencana.

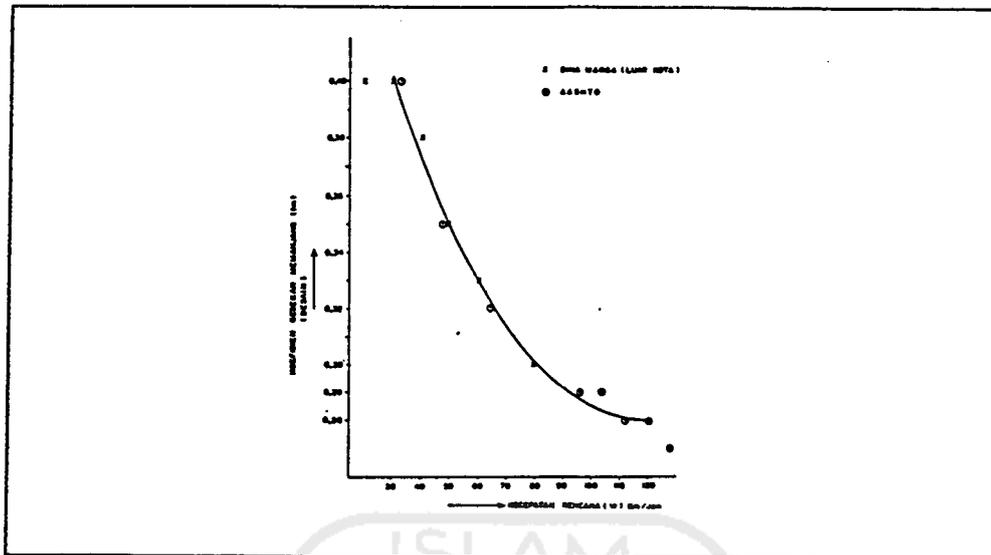
3.4 Koefisien Gesekan antara Ban dengan Perkerasan Jalan

Koefisien gesekan antara ban dengan perkerasan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Keadaan dari permukaan jalan, apakah kering, basah atau berlumpur.
2. Tekanan dari keadaan permukaan jalan, apakah kering, basah atau berlumpur.
3. Tekanan angin.
4. Disain telapak ban, dan sebagainya.

Gesekan antara perkerasan jalan dengan ban adalah parameter lain yang mempengaruhi persamaan perhitungan jarak pandangan henti. Oleh karena itu adanya perubahan mengenai besarnya koefisien gesekan tersebut juga akan mempengaruhi perhitungan jarak pandangan henti.

Besar koefisien gesekan antara ban dengan perkerasan jalan akan berkurang dengan meningkatnya kecepatan dari kendaraan. Untuk perhitungan, besar koefisien gesekan antara ban dengan perkerasan jalan diambil seperti tertera pada gambar 3.2, sebagai berikut :



Gambar 3.2 : Koefisien gesekan memanjang jalan
 Sumber : Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman, 1994

Pengaruh gesekan antara ban dengan perkerasan jalan terhadap jarak pandangan henti ditentukan dengan penurunan parsial dari persamaan jarak pandangan henti terhadap koefisien gesekan sebagai berikut :

Persamaan (1) :

$$D = 0.278 T V + V^2 / 254 f$$

$$\frac{\delta D}{\delta f} = - \frac{V^2}{254 f^2} \quad (14)$$

persamaan (14) menunjukkan bahwa semakin meningkat kecepatan rencana maka pengaruh jarak pandangan henti terhadap gesekan dengan perkerasan jalan juga

meningkat.

Untuk mengetahui hubungan antara tinggi mata dengan koefisien gesekan antara ban dengan perkerasan maka ditentukan bahwa jarak pandangan rencana (S) sama dengan jarak pandangan henti (D). Kemudian dicari penurunan parsial dari koefisien gesekan pada perkerasan terhadap tinggi mata pengemudi sebagai berikut :

Untuk $S = D$, maka :

$$10 \sqrt{L/A} (\sqrt{2 h_1} + \sqrt{2 h_2}) = 0.278 T V + V^2/254 f$$

$$\text{dan } \frac{\delta S}{\delta h_1} = \frac{\delta D}{\delta h_1}$$

$$\frac{\delta S}{\delta h_1} = \frac{\delta D}{\delta f} \times \frac{\delta f}{\delta h_1}$$

$$\frac{S}{2 (h_1 + \sqrt{h_1 h_2})} = - \frac{V^2}{254 f^2} \times \frac{\delta f}{\delta h_1}$$

$$\frac{\delta f}{\delta h_1} = - \frac{S}{2 (h_1 + \sqrt{h_1 h_2})} \times \frac{254 f^2}{V^2} \quad (15)$$

Dengan memasukkan $S = D = 0.278 T V + V^2 / 254 f$

$$\text{Didapat } \frac{\delta f}{\delta h_1} = - \frac{0.278 T V + V^2 / 254 f}{2 (h_1 + \sqrt{h_1 h_2})} \times \frac{254 f^2}{V^2}$$

Misalkan diambil $h_1 = 1.25 \text{ m}$, $h_2 = 0.10 \text{ m}$, dan

$T = 2.5$ detik

$$\begin{aligned} \frac{\delta f}{\delta h_1} &= - \frac{0.278 T V + V^2 / 254 f}{2 (h_1 + \sqrt{h_1 h_2})} \times \frac{254 f^2}{V^2} \\ \frac{\delta f}{\delta h_1} &= - \frac{0.278 T (254) f}{2 (h_1 + \sqrt{h_1 h_2})} + \frac{V \times f}{V} \\ \frac{\delta f}{\delta h_1} &= - \frac{f}{V} \times \frac{176.53 f + V}{3.2071} \end{aligned} \quad (16)$$

Dari persamaan (16) akan diketahui seberapa besar pengaruh perubahan tinggi mata terhadap koefisien gesekan antara ban dengan perkerasan.

