

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Rambu Lalu Lintas**

Rambu lalu lintas adalah bagian dari perengkapan jalan yang memuat lambang, huruf, angka, kalimat atau perpaduan diantaranya yang digunakan untuk memberikan peringatan, larangan, perintah dan petunjuk bagi pemakai jalan. Menurut perlengkapan rambu lalu lintas dikelompokkan menjadi 2 (dua) yaitu , Rambu Konvensional dan Rambu Elektronik (Permenhub no PM 13 Tahun 2014 pasal 4). yaitu :

a. Rambu Konvensional

Rambu yang memiliki daun rambu dan tiang rambu yang berupa Pelat aluminium atau bahan lainnya yang memiliki persyaratan teknis tempat ditempelkan atau diletakkannya rambu.

b. Rambu Elektronik

Rambu yang biasanya digunakan untuk informasi kondisi lalu lintas, cuaca, perbaikan jalan dan petunjuk arah. Rambu lalu lintas harus dapat memantulkan cahaya dimana sinar datang dipantulkan kembali sejajar ke arah sinar datang terutama pada malam hari atau cuaca gelap agar dapat terlihat.

c. Rambu Peringatan (Warning Devices) terdiri dari rambu peringatan standard dan rambu yang berisi kata-kata untuk mengidentifikasi gangguan nyata dan potensial yang bersifat permanen, atau untuk memberikan peringatan kemungkinan adanya bahaya didepan pengguna jalan sehingga dapat mengetahui pada jarak yang cukup jauh sebelum melewati tempat bahaya tersebut. Rambu peringatan wajib dipasang pada jarak 80 meter atau jarak tertentu sebelum tempat bahaya dengan memperhatikan kondisi arus lalu

lintas, cuaca dan keadaan jalan yang disebabkan oleh faktor geometris dan kondisi permukaan jalan. Warna dasar rambu peringatan berwarna kuning (*reflektif*) dengan lambang atau tulisan berwarna hitam.

- d. Rambu Peraturan/Larangan (*Regulatory Devices*) terdiri dari rambu peringatan standard dan rambu yang berisi kata-kata untuk memberikan petunjuk larangan pemakai jalan berdasarkan hukum dan peraturan yang berlaku. Rambu ini ditempatkan sedekat mungkin dengan titik larangan dimulai dan dapat dilengkapi dengan papan tambahan. Warna dasar rambu berwarna putih (*reflektif*) dengan tepi, gambar lambang dan tulisan serta huruf berwarna merah (*reflektif*) (PT. Jasa Marga, 1995). Bentuk dari rambu larangan adalah segi delapan sama sisi, segitigas sama sisi dengan titik sudut dibulatkan, silang dengan ujung-ujung diruncingkan, lingkaran, dan empat persegi panjang. Rambu ini dibedakan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu :
- a) Rambu perintah, yang memerintahkan pengemudi untuk melakukan apa yang harus dilakukan. Rambu ini ditempatkan sedekat mungkin dima perintah ini dimulai.
  - b) Rambu larangan, yaitu melarang pengemudi untuk tidak melakukan perintah seperti dilarang berhenti, dilarang masuk, dilaang merokok dan sebagainya.
- e. Rambu Petunjuk (*Guiding Device*) diperlukan untuk memberikan arah dan informasi seperti arah, tujuan dan lain-lain. Rambu petunjuk terdiri dari 3 (tiga) jenis (PT. Jasa Marga, 1995), antara lain yaitu :
- a) Rambu Petunjuk Jurusan (RPJ), yaitu untuk menyatakan arah agar dapat mencapai suatu tujuan antara lain kota, daerah/wilayah. Warna dasar

digunakan hijau (*reflektif*), symbol, tulisan dan garis tepi berwarna putih (*reflektif*) dari tepi panel.

- b) Rambu petunjuk bukan jurusan untuk menyatakan fasilitas umum, batas wilayah suatu daerah, situasi jalan, dan sebagainya. Warna dasar yang digunakan biru (*reflektif*) symbol dan tulisan berwarna putih (*reflektif*) dan hitam.
- c) Rambu petunjuk jurusan kawasan wisata untuk menunjukkan arah menuju suatu kawasan wisata. Warna dasar yang digunakan coklat (*reflektif*), symbol dan tulisan berwarna putih (*reflektif*) dari tepi panel.

Rambu petunjuk ditempatkan pada sisi jalan, pemisah jalan atau diatas daerah manfaat jalan sebelum tempat, daerah atau lokasi yang dimaksud.

Rambu petunjuk yang berupa pendahulu ditempatkan pada persimpangan jalan dengan petunjuk jurusan yang menunjukkan arah daerah. Kebanyakan rambu informasi berbentuk empat persegi panjang dengan ujung runcing yang ditambahkan pada berbagai rambu petunjuk arah.

## 2.2. Penempatan Rambu Elektronik

Pada keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat tentang persyaratan teknis lalu lintas di jalan Nomor : AJ.401/2/3/DPRD/92 dijelaskan bahwa penempatan rambu adalah sebagai berikut :

1. Jarak penempatan antara rambu yang terdekat dengan bagian paling tepi luar bahu jalan atau jalur lalu lintas kendaraan minimal 60 cm dari tepi badan jalan kota yang normal dan meningkat hingga 1,2 m pada jalan ganda dengan kecepatan tinggi. Rambu yang dipasang pada pemisah jalan (median) adalah 0,30 m.

2. Penempatan rambu disebelah kanan jalan atau diatas daerah manfaat jalan harus mempertimbangkan faktor-faktor antara lain geografis, geometris jalan, penganturan lalu lintas, jarak pandang dan kecepatan rencana.
3. Rambu lalu lintas yang ditempatkan pada pemisah jalan (median), jarak rambu dengan sisi kerb jalan yang paling luar minimal 30 cm.

Adapun persyaratan penempatan rambu dari beberapa sumber yang lain yaitu :

1. Untuk rambu yang ditempatkan pada sisi jalan (sisi kanan atau kiri), jarak antara sisi terbawah rambu sampai dengan permukaan jalur kendaraan minimal 175 cm (Oglesby, 1988).
2. Untuk rambu yang ditempatkan di atas permukaan jalur kendaraan, jarak antara sisi bagian rambu terbawah sampai dengan permukaan jalan minimal 450 cm.

### **2.3. Pemasangan Rambu Elektronik**

Seluruh pemasangan rambu pada sebuah jalan harus mempunyai interpretasi yang berlanjut dari satu rambu ke rambu berikutnya dan memberikan peringatan awal yang cukup bagi pemakai jalan untuk mengambil keputusan. Department of Maintenance and Operations, 2011 menyampaikan jarak vertikal antara papan dengan mahkota badan jalan adalah 5,5 m untuk jalan bebas hambatan dan arteri dengan pertimbangan penambahan ketinggian permukaan jalan dan tidak termasuk tinggi papan. Berikut penjelasan tinggi penempatan VMS.

## 2.4. Posisi Rambu

Posisi rambu menurut (HOBBS, 1995) menyebutkan bahwa rambu harus masih dalam jangkauan kerucut pengamat pengemudi (penglihatan perifer) sehingga pesan yang disampaikan dalam papan informasi dapat terbaca oleh pengemudi sesuai dengan jarak dan kecepatan rencana. Pada kondisi normal rentan penglihatan kira-kira 180° pada arah mendatar dan 145° pada arah tegak. Penglihatan dipengaruhi oleh gerakan mata, jika kecepatan bertambah maka sudut perifer berkurang sesuai dengan bertambahnya jarak titik pusat. Bidang pandang arah horizontal paling tajam dibatasi oleh kerucut dengan sudut 3°, tetapi pandangan masih peka dalam sudut 5°-6° dan masih cukup jelas hingga sudut 20°. Dalam pandangan vertikal, sudut pandang tajam hanya 1/2 hingga 2/3 dari bidang horizontal.

Menurut Matson, Smith dan Hurd (1995) seperti yang ditulis oleh Mochtar dan Nawawi (1996), jarak yang ditempuh oleh seorang pengendara untuk membaca pesan pada papan informasi adalah :

$$L = (0,278 V) \text{ m/det} \times T \text{ det} \dots\dots\dots 2.1$$

$$L = 0,278 V.T \text{ meter}$$

Keterangan : L = Jarak pengemudi untuk dapat membaca pesan

V = Kecepatan rencana (km/jam)

T = Waktu pengemudi untuk dapat membaca pesan (detik)

Mochtar dan Nawawi (1996) juga memberikan contoh mengenai perencanaan pandangan bebas hambatan untuk sebuah papan informasi di jalan raya.

Bila B adalah lebar jalur jalan (dalam meter) dan C (dalam meter) adalah jarak sisi terluar papan informasi (dimana C = lebar bahu jalan + lebar syarat

minimal letask tepi papan informasi dari bahu jalan + lebar papan informasi), maka dengan mengambil asumsi kendaraan berjalan ditengah jalur didapatkan :

$$\tan \frac{1}{2} \alpha = \left( \frac{1}{2} \beta + C \right) A \dots\dots\dots 2.2$$

Atau

$$A = \frac{\frac{1}{2} \beta + C}{\tan \alpha / 2}$$

Lebar bahu jalan untuk indonesia berkisar antara 1,0 – 2,5 meter sedangkan syarat minimal letak tepi papan informasi adalah 0,6 meter dari tepi bahu jalan terluar *Manual of Uniform Traffic Control Devices* (MUTCD 1977). Bila lebar papan informasi dianggap 3,0 meter, maka harga C maksimum dianggap 6,0 meter dan lebar jalur B diambil 3,60 meter sesuai dengan standar internasional, maka harga A dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Hubungan kecepatan kendaraan dengan jarak

Kecepatan (km/jam)	Sudut Pheripheral Vision Efektif, $\alpha$ (°)	Jarak A (m)
30	100°	6.5
40	91.4°	7.6
50	82.9°	8.8
60	74.3°	10.3
70	65.7°	12.1
80	57.1°	14.3
90	48.8°	17.3
100	40°	21.4

Untuk jarak pandangan bebas terhadap sebuah papan informasi adalah sebagai berikut, jika L + A adalah jarak terjauh dimana huruf/kata dapat terbaca dengan jelas dan L + A + K adalah jarak pandangan bebas minimum, dimana jarak K adalah sebagai berikut :

$$K = (0,278 V) \times \text{waktu PIEV} \dots\dots\dots 2.3$$

Dengan memasukkan nilai PIEV (perception, intellection, emotion dan volition) sebesar 2,5 detik (AASTHO, 1973), maka nilai K = 0,556 dimana V dalam km/jam dan K dalam meter. Untuk harga  $\beta = 12^\circ$  yaitu sudut konus

pandangan jelas pengemudi tanpa mengerakan kepala (cone of clear vision) (Pignataro 1973).

Jarak minimal  $A + L + K$  adalah :

$$(A + L + K) \text{ minimum} = \frac{7,8 \text{ m}}{\tan 6^\circ} = 74 \text{ meter} \dots\dots\dots 2.4$$

Dalam Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat tentang persyaratan teknis rambu lalu lintas di jalan nomor : AJ.401/2/3/DPRD/92 menjelaskan bahwa :

1. Pada jalan dengan kondisi lurus dan melengkung ke kiri, rambu lalu lintas yang ditempatkan pada sisi jalan, posisi pemasangan rambu digeser  $3^\circ$  searah jarum jam dari posisi tegak lurus sumbu jalan, kecuali rambu petunjuk seperti tempat penyeberangan orang, tempat pemberhentian bus, parker dan petunjuk fasilitas.
2. Pada kondisi jalan yang melengkung ke kanan rambu petunjuk yang ditempatkan pada sisi jalan, pemasangan posisi rambu tegak lurus terhadap sumbu jalan.
3. Rambu lalu lintas yang ditempatkan pada awal pemisah jalan dan diatas daerah manfaat jalan, pemasangan posisi rambu tegak lurus terhadap sumbu jalan.
4. Posisi rambu tidak boleh terhalangi oleh bangunan, pepohonan atau benda-benda lain yang berakibat mengurangi atau menghilangkan arti rambu tersebut.
5. Pemasangan rambu pada satu tiang maksimal 2 (dua) buah.
6. Rambu harus dipasang pada tiang yang khusus disediakan, kecuali kondisi teknis setempat yang tidak memungkinkan.

HOBBS (1995), menjelaskan apabila ukuran dan warna rambu telah ditentukan akan terdapat 3 faktor yang harus diperhatikan pada saat mempertimbangkan penempatannya, yaitu :

1. Waktu baca **tg** suatu pesan (dalam detik)
2. Periode reaksi **tr** yaitu waktu yang dibutuhkan untuk bereaksi pada informasi yang muncul (dalam detik)
3. Periode waktu yang diperlukan lebih lanjut **ta**, misalkan memperlambat sampai garis stop (tiap detik)

Waktu baca ( $t_g$ ) menurut standard Amerika untuk satu kata atau dua kata berkisar 1 detik dan  $N/3$  untuk sejumlah kata, dimana  $N$  adalah jumlah kata. Periode waktu reaksi ( $t_r$ ) bernilai antara 1 sampai 1,5 detik untuk kebanyakan keadaan 1,25 sampai 2,5 detik untuk perlambatan kecepatan operasi VI yang merupakan nilai batas dari kecepatan atau kecepatan rencana yang diperoleh dari persentil ke 85%.

Penempatan rambu disusun dalam 2 bagian menurut Hobbs (1995) yang menjelaskan bahwa :

1. Pada titik A saat pengemudi melihat dan mulai membaca rambu dan pada titik B saat pengemudi selesai membaca rambu. Sudut  $\theta$  adalah sudut antara yang dibentuk antara tinggi mata pengemudi dan tinggi rambu.
2. Rambu harus cukup terletak didepan suatu bahaya, yang memungkinkan pengemudi melakukan tindakan yang tepat dan nyaman, yaitu sebesar  $(M + S \cot \theta)$  atau sebagai jarak henti maksimum.

Untuk rambu yang ditempatkan menggantung pada jalan harus diperhatikan agar sudut  $\theta$  tidak terlampaui sebelum garis penutup atap kendaraan menutupi kendaraan.



Nilai terpilih untuk jarak penempatan rambu (Mitchell dan Forbes, 1942) adalah :

$$W = V1 (2tg + tr) + ta \frac{(V1+V2)}{2} \dots\dots\dots 2.5$$

Dimana :

W : Jarak Penempatan Rambu (m)

V1 : Kecepatan Awal (m/det)

V2 : Kecepatan Akhir (m/det)

ta : Waktu baca pesan (det)

tr : Waktu untuk reaksi (det)

tg : Waktu untuk perlambatan (det)

Nilai dari  $ta = \frac{v1-v2}{f}$

Dimana : *f* adalah perlambatan kecepatan.

$$Ls = AB + BC = 2 tg V1 + S = \cot \theta$$

Maka jarak rambu terhadap suatu bahaya adalah :

$$M = W - Ls$$

**2.5. Variable Message Sign (VMS)**

Variable Message Sign (VMS) merupakan perangkat kontrol lalu lintas yang dapat menampilkan satu atau lebih pesan kepada pengguna jalan secara real-time atau pada kondisi aktual. VMS adalah rambu elektronik yang juga diaplikasikan untuk kebutuhan manajemen lalu lintas. Rambu lalu lintas diatur menurut Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 13 Tahun 2014 tentang rambu lalu lintas dimana semua sudah ditetapkan bagian perlengkapan jalan berupa lambang, huruf, angka, kalimat, atau perpaduan yang berfungsi sebagai peringatan, larangan, perintah atau petunjuk bagi pengguna jalan. Bentuk,

lambang, warna, ukuran daun rambu, serta ukuran dan jenis huruf, angka dan symbol rambu peringatan sebagaimana dijelaskan dalam Pasal 8 tercantum dalam tabel II lampiran yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri ini. Rambu lalu lintas elektronik berupa rambu yang informasinya dapat diatur secara elektronik yang terdiri dari layar monitor, modul kontrol, catu daya dan tiang rambu yang menampilkan warna background hitam serta beberapa kata atau tulisan berwarna kuning sehingga mempermudah pengendara untuk membaca. Pesan yang disampaikan pada rambu elektronik ini bias dalam bentuk teks, gambar/logo, animasi, grafik, dan sebagainya. VMS ini berbeda dengan rambu konvensional atau rambu petunjuk jalan lain yang bersifat statis dan memberikan informasi kepada pengemudi yang sifatnya permanen atau dalam jangka waktu lama sedangkan VMS memberikan informasi kondisi secara aktual. Waktu yang diperlukan pengemudi untuk melihat pesan pada VMS harus sama atau lebih besar dari waktu tampilan, waktu menampilkan pesan tergantung dari kecepatan yang diijinkan pada jalan raya dan panjang pesan yang disampaikan tersebut.

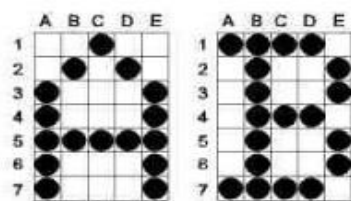
## 2.6. Tinggi Huruf

Tipe huruf, ukuran, jarak antara huruf, ketebalan goresan, jarak antar kata dan jumlah kata dalam suatu panel sangat mempengaruhi keterbacaan pesan. Pengaturan jarak tiap-tiap huruf juga memperhitungkan juga harus diperhitungkan untuk mendapatkan jarak keterbacaan yang tinggi. Ukuran minimum yang ditentukan harus dipenuhi guna mendapatkan tingkat keterbacaan yang diinginkan.

EN (2007) menyebutkan ukuran minimal matrik untuk satu karakter adalah 5 (lima) x 7 (tujuh) pixels. Ukuran ini dapat diperbesar dan disesuaikan

dengan kebutuhan guna mendapatkan jarak keterbacaan yang diinginkan., sedangkan DOT (2010), merekomendasikan jika pesan yang disampaikan terdiri dari satu baris, maka ukuran yang dapat digunakan sebagai berikut: 1). 6 pixels untuk lebar dan 9 pixels untuk tinggi, 2). 7 pixels untuk lebar dan 9 pixels untuk tinggi, 3). 16 pixels untuk lebar dan 22 pixels untuk tinggi, jika pesan yang disampaikan lebih dari 1 baris.

Pada Gambar 2.2 adalah contoh karakter teks dengan matrik 5 x 7 pixel .



Gambar 2.2: Contoh matrik untuk satu karakter.

EN (2007) memberikan pedoman untuk berbagai tinggi karakter dan perbandingan lebar karakter seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 : Dimensi karakter

Tipe	h (mm)	Lebar mimimun karakter w (mm)	Jarak mnimum karakter sc (mm)	Jarak mnimum antar kata sw (mm)	Jarak mnimum antas baris sl (mm)
A	100	71	28	71	57
B	160	114	46	114	91
C	240	171	68	171	137
D	320	228	91	228	182
E	400	285	114	285	228

Sumber: EN, 2007

Keterangan :  
 mnimum lebar karakter =  $5/7 h$   
 mnimum jarak karakter =  $2/7h$   
 mnimum jarak antar kata =  $5/7h$   
 mnimum jarak antar baris =  $4/7h$

*Harmonisation of ATT Roadside and Driver Information in Eurupe/Hardie*

(2008), memberikan persamaan dan ilustrasi terhadap jarak keterbacaan.

Gambar 2.5. adalah ilustrasi jarak keterbacaan pesan terhadap pengemudi, sedangkan untuk tinggi karakter huruf pada VMS adalah sebagai berikut :

$$H = \frac{n}{v \times 3438} + \left[ \left( \frac{N}{2} + 2 \right) x v + \frac{pp'}{\tan 10^\circ} \right] \text{ in (m)} \dots\dots\dots 2.6$$

Keterangan :

- n = tingkat kejelasan
- v = kec. kendaraan (mph)
- p = jarak papan vertikal
- N = jumlah kata
- pp' = tinggi mata pengemudi dengan tanda (m)

*Legibility Index (LI)* /Indek merupakan ukuran jarak keterbacaan pesan dan sebagai fungsi dari ketinggian huruf yang dinyatakan ft/in (*United States Access Board, 2002*).

**2.7. Kecepatan Kendaraan**

Kecepatan kendaraan adalah jarak tempuh kendaraan tiap satuan waktu dan dapat dirumuskan :

$$V = \frac{S}{T} \dots\dots\dots 2.7$$

Dimana :

- V = Kecepatan kendaraan
- S = Jarak tempuh
- T = Waktu tempuh

Kecepatan kendaraan mempengaruhi waktu tempuh kendaraan pada suatu jarak tertentu, karena semakin tinggi kecepatan kendaraan maka waktu tempuh kendaraan semakin kecil. Apabila waktu yang diperlukan untuk membaca suatu rambu “a” detik maka waktu yang diperlukan pengemudi harus kurang dari “a” detik untuk melihat rambu. Jadi diperlukan waktu minimal “a” detik untuk mulai melihat rambu. Apabila kecepatan kendaraan rendah, selama “a” detik akan ditempuh jarak yang relative pendek, sehingga dengan jarak baca pendek dimensi huruf yang kecil dapat dibaca oleh pengemudi , sebaiknya untuk kecepatan kendaraan yang tinggi selama “a” detik akan dapat ditempuh jarak yang relatif jauh sehingga diperlukan dimensi huruf yang besar. Menurut PM No. 13 Tahun 2014 korelasi kecepatan kendaraan terhadap ukuran tinggi minimal huruf, angka dan symbol pada rambu adalah sebagai berikut :

Tabel 2.3 Korelasi kecepatan kendaraan terhadap tinggi huruf

Kecepatan Kendaraan (km/jam)	Tinggi Minimal Huruf, Angka dan Simbol (mm)
10	30
20	60
30	90
40	120
50	150
60	180
70	210
80	240
90	270
100	300
> 100	> 300

## 2.8. Kecepatan Baca

Dalam *Highway Sign Visibility*, chapter 7 (2011), Proffitt, Wade dan Lynn menyampaikan bahwa kecepatan baca rata-rata normal untuk orang dewasa adalah sekitar 250 kata per menit atau 4,2 kata per detik sedangkan Smiley dkk menemukan bahwa 94% pengemudi membutuhkan waktu 2,5 detik untuk 3 (tiga) nama tujuan dan berkurang 87,5% bila tanda yang ditampilkan 4 (empat) atau 5 (lima) mana. Dudek (2001), merekomendasikan menggunakan waktu baca pengemudi adalah 1 (satu) detik per kata singkat atau 2 (dua) detik per unit informasi. Mcness dan Messer (1982), persamaan untuk menentukan waktu membaca pada VMS adalah  $t = (N/3)+1$  untuk 1 atau 2 kata dan  $t = 0,31 N + 1,94$  untuk sejumlah kata., dengan  $t$  adalah waktu dalam detik dan  $N$  adalah jumlah kata.

Tabel : 2.4. Hubungan kecepatan kendaraan, jumlah kata dan tinggi huruf.

Operating speed. (mph)	Number of words	Reading Time (sec)	Letter height (in)	Longitudinal sign placement distance (ft/sec)	
				Single-lane approach	Multilane approach
25-40	1-3 4-8	3.0-4.5 6.0	4-6 8	375/6.4	600/10.4
41-50	1-3 4-8	3.5-4.5 5.5-7.0	6-8 10-12	500/6.8	800/10.8
51-60	1-3 4-8	4.0-5.0 5.5-7.0	8-10 12-14	650/7.4	1000/11.4
61-70	1-3 4-8	4.0 5.5	10 14	725/7.1	1100/11.1

Sumber : Highway Sign Visibility, chapter 7 (2011).

Dari Tabel 2.4 dapat disimpulkan bahwa kecepatan baca dipengaruhi kecepatan kendaraan, tinggi huruf dan jumlah kata.

EN (2007), pada Tabel 2.12 memberikan pedoman untuk kecepatan baca pengemudi terhadap VMS. Apabila L (jarak baca jelas) yang diinginkan dan kecepatan kendaraan telah ditentukan maka direkomendasikan untuk menggunakan nilai waktu baca (Tabel 2.5).

Tabel 2.5 : Waktu baca pengemudi untuk berbagai kecepatan.

Tipe	Tinggi huruf (h)	L atau d2 (m)	Waktu baca (detik)						
			40 km./jam	50 km/jam	60 km/jam	80 km/jam	100 km/jam	110 km/jam	130 km/jam
A	100	60	5.5	4.3	3.5	3	2	-	-
B	160	90	8.2	6.5	5.4	4	3	-	-
C	240	150	13.6	10.8	9.0	6.8	5.6	4.9	4.1
D	320	200	18.2	14.4	12.0	9.1	7.4	6.5	5.5
E	400	300	27.3	21.6	18.0	13.6	11.1	9.8	8.3

Sumber : EN, 2007

Pada Tabel 2.5 tidak dijelaskan berapa jumlah kata, guna mendapatkan nilai dari kecepatan baca. HARDIE (2007), memberikan formula untuk waktu baca pada VMS adalah 6 kata perdetik untuk maksimum 3 baris, termasuk kata, simbol dan nomor atau mengikuti formula sebagai berikut :

$$t = N/3 + 2 \dots\dots\dots 2.8$$

Keterangan : t = waktu membaca (detik)

N = jumlah kata

Sedangkan untuk matrik 5 x 7 pixel atau 7x9 pixel, dibutuhkan waktu baca :

$$t = 527 - 5388 \times h + 22457 \times hq + 26,7 \times whr \dots\dots\dots 2.9$$

keterangan : t = waktu baca (detik)

h = tinggi pixel atau setara tinggi tulisan

hq = ukuran matrik

whr = rasio tinggi dan lebar.

## 2.9. Kemampuan Pandangan

Pandangan adalah suatu hal yang sangat penting sehingga gangguan yang ditimbulkan oleh bentuk kendaraan terhadap daerah pandangan pengemudi perlu ditekan sekecil mungkin. Menurut F.D. HOBBS jenis pandangan ada 2 yaitu :

### a) Pandangan ke Depan

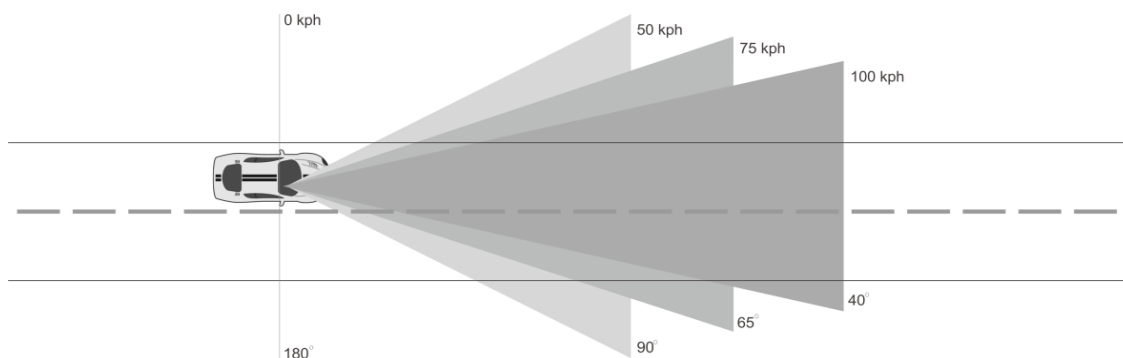
Perbaikan yang cukup berarti telah dapat dicapai perancangan kendaraan untuk meningkatkan kemampuan pandangan pada cuaca normal. Kaca kendaraan lengkung dan bersudut mengurangi area yang diterpa angin berkaitan dengan bentuk badan mobil, garis atap dan bentuk penutup mesin.

### b) Pandangan ke Samping dan Belakang

Pandangan ke samping sangat penting bagi pengemudi jika ingin melakukan gerakan memutar. Hal ini sangat penting di pertemuan jalan khususnya pada kecepatan tinggi, pada Pandangan ke belakang harus dapat dilakukan dengan cermin internal dan eksternal sebagai daya dukung untuk menentukan area pandangan terbaik. Pandangan ke belakang masih tetap terbatas, dengan kendaraan modern sekalipun, bahkan lebih tidak memuaskan pada kendaraan niaga. Pada kendaraan roda 2 (dua) tentu sangat berbahaya karena pengendara kehilangan pandangan ke depan pada saat melihat kebelakang ketika berbelok.

Hobbs (1995) menyebutkan bahwa pada kondisi normal rentan penglihatan kira-kira 180° pada arah horizontal dan 145° pada vertical. Obyek akan terlihat jelas pada kerucut 10° dan masih cukup jelas hingga sudut 20°, sehingga untuk pemasangan tanda-tanda lalu lintas harus jatuh pada sudut pandang 10°. Apabila kecepatan kendaraan bertambah maka pandangan

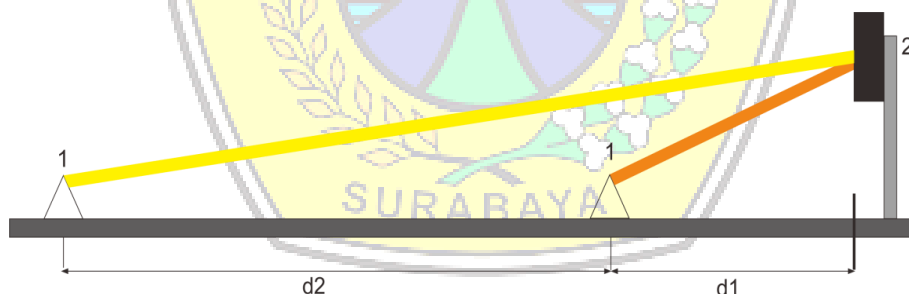
tentunya juga akan berpengaruh pada titik pusatnya. Pada Gambar 2.2 adalah hubungan antara sudut pandang pengemudi dengan kecepatan kendaraan.



Gambar 2.1 Sudut pandang pengemudi terhadap kecepatan kendaraan  
(sumber : Hobbs 1977)

**2.10. Jarak Minimum Keterbacaan**

EN (2007) memberikan gambaran hubungan searah sinar pada VMS dan jarak baca jelas terhadap VMS pada gambar dengan asumsi tinggi papan panel 7 meter dan tinggi mata pengemudi diatas kendaraan 1,2 m dengan jarak minimum (d1) keterbacaan seperti pada Gambar 2.3



Gambar 2.2 Gambar Keterbacaan Rambu

Keterangan :

- d1 : Jarak keterbacaan minimum (m)
- d2 : Jarak keterbacaan maksimum (m)

Tabel 2.6 Hubungan kelas kendaraan dengan jarak keterbacaan

Kelas	Sudut Vertikal (°)	Nilai d1
B1, B2, B3 dan B5	-5°	66 m
B4, B6	-10°	33 m
B7	-20°	16 m



## 2.11. Penelitian Sebelumnya yang terkait dengan VMS

Beberapa penelitian sebelumnya yang terkait dengan VMS ditunjukkan dalam tabel 2.7

Tabel 2.7 Penelitian sebelumnya

No	Judul Penelitian/Penulis/ Tahun/Lokasi	Data	Analisa	Model Yang hasilkan	Keterangan
1	Effects of variable message signs (VMS) and driver attention and behavior/Erke dan Sagberg/2006/Norwegia	- Perubahan kecepatan kendaraan - Akselerasi pengemudi	Anova		Tidak dihasilkan model dan disimpulkan bahwa secara signifikan pengemudi akan mengurangi kecepatan pada saat melihat/membaca VMS
2	Effects of variable message signs (VMS) and driver attention and behavior/Erke dan Sagberg/2006/Norwegia	- Perubahan kecepatan kendaraan - Akselerasi pengemudi	Anova		Tidak dihasilkan model dan disimpulkan bahwa secara signifikan pengemudi akan mengurangi kecepatan pada saat melihat/membaca VMS
3	Estimation of Legibility Distance for Portable VMS/tai-Jin Song , etc/2010/Korea	- Keterbacaan VMS berdasarkan kelompok usia - Keterbacaan VMS pada siang dan malam hari	Anova	PD = RD + RLD + LLD	RD : Reaction Distance = design speed (m/s) x reaction time (2s) MRD : Minimum Reading Distance = RLD + LLD RLD : Required Legibility Distance = design speed (m/s) x total amount of information x information process time (1 sec/unit) LLD : Lost legibility distance = height of center in sign (7m)/tan $\theta$ ( $\theta$ =angle of ground and sign, normal 6°)
4	Study of Reduction in Delay to Road Accident s using variable Message Sign/ Gangha, dkk/ 2016/ AS	- Kinerja jaringan jalan - Waktu Tunda	Vissim		Tidak dijelaskan prosentase terhadap pengurangan angka kecelakaan. Dari penelitian ini disimpulkan bahwa pengemudi membaca pesan dan mematuhi pesan yang disampaikan

5	Analizing Drivers Preferences and Choices for The Conten and Fotmat of Variable Message Sign/ Zhao, W, dkk/ Cina/2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tingkat kepuasan pengemudi terhadap kombinasi warna</li> <li>- Tingkat kepuasasn terhadap jumlah baris dalam pesan</li> </ul>	Multiinomial Logit	-	Disimpulkan bahwa pengemudi dengan tingkat kepuasan tinggi dengan kombinasi 2 warna (hitam sebagai dasar dan merah untuk kata/font) .Sedangkan untuk baris pengemudi dengan tingkat kepuasan tinggi dengan baris tunggal dan 2 baris
6	Literatute Review on Variable Sign (VMS) 2006-2009/Sara Nygarhds/2011/ Sweden	-	-	$\text{VMS reading time (dec.)} = 1.765 + 0.42X - 0.21y + 0.166z$	<ul style="list-style-type: none"> <li>X = jumlah informasi</li> <li>Y =kecepatan</li> <li>Z =kelompok umur</li> </ul>
7	A Hybrid Approach Indentifying Factors Affecting Driver Reaction Time Using Naturalistic Driving Data / Arbahzadeh, N, dkk/2019/	- Waktu reaksi	Hierarchical Regression, aalat bantu data SHRP-2		Kondisi lalu lintas mempengaruhi waktu reaksi pengemudi . Pada kondisi lalu lintas tinggi pengemudi membutuhkan tambahan waktu reaksi antara 2 sampai 3 detik.
8	Model Hubungan Dimensi Huruf, Jumlah Suku kata dan kecepatan kendaraan pada variable Message Sign (VMS) di Jalan Raya dengan Pendekatan Algoritma Genetik (AG)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dimensi huruf</li> <li>-Jumlah suku kata</li> <li>-Jarak baca jelas</li> </ul>	GLMs dan GAMs		Dalam penelitian ini akan menghubungkan antara variabel jarak baca jelas pengemudi, kecepatan baca pengemudi dan kecepatan kendaraan yang diijinkan pada ruas jalan guna mendapatkan dimensi huruf yang disesuaikan.