

Desain dan Konstruksi Aling Optik untuk Sistem Rambu Lalu Lintas Jarak Aman Antar Kendaraan

Sugiono

Pusat Penelitian Sistem Mutu dan Teknologi Pengujian LIPI
Gedung 417, Komplek PUSPIPTEK, Setu, Tangerang Selatan, Indonesia

sugiono7508@gmail.com

Diterima: 8 November 2018, Direvisi: 22 November 2018, Disetujui: 29 November 2018

ABSTRACT

Design and Construction of Optical Baffles for Inter-Vehiclesafety Distance Traffic Signs: Traffic signs that function to help the driver of the vehicle measure the distance between vehicles must be able to function when the driver is in position 0 which is the place of measurement and see the distance signs in question. Therefore, the distance signs must be equipped with facilities that function to obstruct the driver's vision against the distance number at the signs when the driver has passed position 0. The aim of this study is to design optical baffles that are installed in front of the distance signs capable of blocking the view referred to above. The research method used is engineering research utilizing the character of light beam that runs straight on visible light that is sensitive to the human eye and the pieces on the optical baffles that are mounted in front of the distance signs and point to position 0 so that when the driver at position 0 can see the distance in the signs distance and when it has passed position 0, the distance number starts to get blocked gradually, which finally doesn't appear again. After that, the design result is evaluated by experiment located at Research Street, Science & Technology Research Center, Tangerang Selatan. The results of this study indicate that the design of optical baffles for the 60 m sign made are theoretically perfectly closed at a distance of 20.96 m. The evaluation result shows missing of 3.84 m should be or missing of 18.3%.

Keywords: traffic signs; distant markers; safety distance; between vehicles.

ABSTRAK

Rambu lalu lintas yang berfungsi untuk membantu pengemudi kendaraan mengukur jarak antar kendaraan harus dapat berfungsi ketika pengemudi tersebut berada pada posisi 0 yang merupakan tempat pengukuran dan melihat rambu jarak yang dimaksud. Oleh sebab itu rambu jarak harus dilengkapi dengan sarana yang berfungsi untuk menghalangi penglihatan pengemudi terhadap angka jarak pada rambu jarak ketika pengemudi telah melewati posisi 0. Penelitian ini bertujuan untuk merancang aling optik yang dipasang di depan rambu jarak yang mampu menghalangi pandangan yang dimaksud di atas dan mengevaluasi implementasi aling optik hasil rancangan tersebut. Adapun metode penelitian yang digunakan adalah penelitian perekayasa dengan memanfaatkan karakter sinar yang berjalan lurus pada cahaya tampak yang sensitif terhadap mata manusia dan keping-keping pada aling optik yang dipasang di depan rambu jarak dan mengarah ke posisi 0 sehingga ketika pengemudi pada posisi 0 dapat melihat angka jarak pada rambu jarak dan ketika telah melewati posisi 0, maka angka tersebut mulai terhalang sedikit-demi-sedikit yang akhirnya tidak tampak lagi. Setelah itu, hasil rancangan tersebut dievaluasi melalui uji coba di Jl. Riset, Kawasan Puspiptek, Tangerang Selatan. Penelitian ini menunjukkan bahwa sebuah rancangan aling optik untuk rambu jarak 60 m yang dibuat ini secara teoretis tertutup sempurna pada jarak 20,96 m. Hasil evaluasi menunjukkan terjadi kemelesetan 3,84 m dari yang seharusnya atau meleset 18,3%.

Kata kunci: rambu lalu lintas; penanda jarak; jarak aman; antar kendaraan.

I. Pendahuluan

Salah satu indikator adanya keselamatan lalu lintas di jalan raya adalah tidak adanya kecelakaan di jalan atau paling tidak, sangat minim terjadi, namun demikian hal tersebut hampir tidak mungkin diperoleh (Republik Indonesia, 2009). Salah satu jenis kecelakaan jalan raya yang mengerikan adalah tabrakan beruntun (King, 2017). Salah satu penyebab terjadinya tabrakan beruntun adalah tidak terjaganya jarak antara kendaraan yang membuntuti dan kendaraan yang dibuntuti, sehingga ketika kendaraan yang dibuntuti berhenti mendadak, maka kendaraan yang membuntutinya

tidak mampu menghentikan kendaraan pada jarak yang tersedia, kemudian kendaraan di belakangnya mengalami hal yang sama, dan selanjutnya. Hal tersebut sering terjadi di jalan tol dimana umumnya kendaraan melaju dengan kecepatan tinggi, namun tanpa menjaga jarak aman (PT Jasamarga, 1992). Walaupun telah banyak peringatan dan/atau rambu agar menjaga jarak aman di tol, namun jarang sekali orang yang memahaminya, apalagi orang yang mematuhi (Sugiono, 2013). Hal tersebut karena ketiadaan sarana pengukur jarak yang umum bisa dipakai, kecuali kendaraan mewah yang dilengkapi perangkat pengukur jarak, seperti radar

(Doi, 2006), (Takatori, 2006), (Tsugawa, 2006) yang termasuk pengukur jarak antar kendaraan.

Dalam rangka untuk merealisasikan tersedianya pengukur jarak yang dimaksud, penulis telah mewujudkan tersedianya sarana tersebut, antara lain melalui:

1. Pemandu berkendara di jalan tol dengan kaca film, yang di dalamnya termasuk penanda jarak aman yang dipatenkan (Indonesia Patent No. ID 0,001,402, 1997);
2. Alat optik pengukur jarak aman antar kendaraan yang didaftarkan patennya (Indonesia Patent No. P00-1998-00-548, 1998)
3. Marka optik penanda jarak aman (Sugiono, Modifikasi Disain Marka Optik Penduga Jarak Antar Kendaraan untuk Tiga Kelompok Ketajaman Mata Pengemudi, 2014) kemudian tersertifikasi (Indonesia Patent No. IDS 000,001,554, 2017)
4. Penampil marka opto-elektronik (Indonesia Patent No. P00-2015-08-521, 2015)
5. Aparatus pemandu jarak aman (Indonesia Patent No. P00-2017-01-281, 2017)
6. Penanda jarak aman pada badan jalan (Indonesia Patent No. P00-2017-06-605, 2017).

Pada paten yang terdaftar dengan identifikasi P00-2017-06-605 yang merupakan sarana penanda jarak aman di badan jalan, terdapat rambu lalu lintas. Namun demikian, rambu tersebut tidak dideskripsikan secara rinci. Oleh sebab itu, perlu dideskripsikan lebih lanjut.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk merancang aling optik yang dipasang di depan rambu jarak yang mampu menghalangi pandangan yang dimaksud di atas dan mengevaluasi implementasi aling optik hasil rancangan tersebut.

Dengan demikian, aling optik hasil penelitian ini sangat bermanfaat dalam memberi kepastian bagi pengemudi kendaraan saat berada posisi yang ditentukan, yaitu posisi 0 tentang jarak dengan kendaraan yang dibuntutinya yang berada segaris dengan posisi rambu jarak yang terpasang apakah berada pada jarak aman sesuai kecepatannya atau tidak yang meningkatkan risiko terjadinya tabrakan bentuntun. Aling optik ini membuat pengemudi kendaraan dapat melihat angka jarak pada ketiga rambu jarak yang terpasang pada tingkat yang paling jelas. Sementara itu, ketika pengemudi kendaraan yang memanfaatkan rambu ini telah melewati posisi 0, maka angka jarak yang terdapat

pada rambu jarak tertutupi oleh aling optik. Hal tersebut untuk mengatasi ketidakpastian jarak antar kendaraan yang difasilitasi oleh pemerintah melalui pemasangan rambu jarak tanpa aling optik, antara lain, sebagaimana yang ditemukan persis setelah perempatan Bumi Serpong Damai Plaza menuju Kota Tangerang, Jawa Barat.

Adapun kebaruan pada penelitian ini adalah belum adanya sarana penyekat mekanik yang berfungsi secara optis (*optical baffle*) yang ketika ditempatkan di depan rambu jarak membuat pandangan pengemudi pada posisi 0 terlihat jelas tetapi ketika pengemudi melanjutkan perjalanannya menjadi tidak jelas karena tertutup.

II. Tinjauan Pustaka

A. Ketentuan Rambu Lalu Lintas

1. Tiang Rambu dan Alasnya

Pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 13 Tahun 2014 tentang Rambu Lalu Lintas, ketentuan tentang tiang rambu terdapat pada Pasal 18 ayat (2) butir h; Pasal 20 ayat (2); Pasal 23; Pasal 35 (posisi di bahu jalan), dikutip sebagai berikut:

- a. Pasal 18 ayat (2) butir h: Rambu petunjuk sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas rambu:
 - 1) petunjuk pendahulu jurusan;
 - 2) petunjuk jurusan;
 - 3) petunjuk batas wilayah;
 - 4) petunjuk batas jalan tol;
 - 5) petunjuk lokasi utilitas umum;
 - 6) petunjuk lokasi fasilitas sosial;
 - 7) petunjuk pengaturan lalu lintas;
 - 8) petunjuk dengan kata-kata; dan
 - 9) papan nama jalan.
- b. Pasal 20 ayat (2): Rambu petunjuk batas wilayah, rambu petunjuk batas jalan tol, rambu petunjuk lokasi utilitas umum, rambu petunjuk lokasi fasilitas sosial, rambu petunjuk pengaturan lalu lintas, dan rambu petunjuk dengan kata-kata sebagaimana dimaksud dalam Pasal 18 ayat (2) huruf c, huruf d, huruf e, huruf f, huruf g, dan huruf h memiliki:
 - 1) warna dasar biru;
 - 2) warna garis tepi putih;
 - 3) warna lambang putih; dan
 - 4) warna huruf dan/atau angka putih.
- c. Pasal 23: Bentuk, lambang, warna, arti, ukuran daun rambu, serta ukuran dan jenis huruf, angka, dan simbol rambu petunjuk sebagaimana tercantum dalam Tabel V Lampiran yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri ini.

- d. Pasal 25: (1) Rambu Lalu Lintas sebagaimana dimaksud dalam Pasal 34 ditempatkan pada jarak paling sedikit 60 (enam puluh) sentimeter diukur dari bagian terluar daun rambu ke tepi paling luar bahu jalan. (2) Rambu Lalu Lintas sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat dipasang pada pemisah jalan (median) dan ditempatkan dengan jarak paling sedikit 30 (tiga puluh) sentimeter diukur dari bagian terluar daun rambu ke tepi paling luar kiri dan kanan dari pemisah jalan.
- e. Pasal 36: (1) Rambu Lalu Lintas sebagaimana dimaksud dalam Pasal 34 ditempatkan pada sisi jalan paling tinggi 265 (dua ratus enam puluh lima) sentimeter dan paling rendah 175 (seratus tujuh puluh lima) sentimeter diukur dari permukaan jalan tertinggi sampai dengan sisi daun rambu bagian bawah atau papan tambahan bagian bawah apabila rambu dilengkapi dengan papan tambahan.

Adapun disain dari tiang tersebut memanfaatkan besi *hollow* dengan irisan melintang berbentuk bujur sangkar dengan ukuran sisi 40 mm, dengan ketinggian masing-masing 259 cm, 307 cm, dan 355 cm, untuk rambu jarak berturut-turut 60 m, 80 m, dan 100 m. Penetapan ketinggian tersebut dengan maksud agar terlihat oleh pengemudi kendaraan yang berada pada posisi 0 m berada pada satu garis lurus. Karena lapangan untuk uji coba yang dipakai bukan milik penulis atau di bawah penguasaan instansi tempat bekerja, maka pemasangannya bersifat sementara atau tidak permanen, yaitu dengan sistem *knock down* agar ketika selesai dapat dicabut. Oleh karena itu, rambu jarak pada penelitian ini ditegakkan dengan menggunakan pasak yang terbuat dari kayu yang sesuai dengan ukuran dalam tiang tersebut yang ditancapkan di tanah sehingga bagian bawah tiang tersebut dapat masuk ke dalam pasak kayu tersebut dan berdiri pada tanah tempat uji coba. Lihat **Gambar 1**.



(a)



(b)

Gambar 1.

(a) Salah Satu Pasak untuk Tiang. (b) Ketika Tiang Rambu Sudah Terpasang Pada Pasaknya.

2. Daun Rambu

Peraturan Menteri Perhubungan, Nomor PM 13 TAHUN 2014, tentang Rambu Lalu Lintas telah mengatur ketinggian rambu lalu lintas, yaitu pada pasal 36 ayat (1), sedangkan ukuran daun rambu lalu lintas dikaitkan dengan rencana kecepatan kendaraan di mana jalan tersebut diperuntukkan, yaitu pasal 37 ayat (4). Adapun posisi rambu terhadap badan jalan ditetapkan pada pasal 63. Sementara itu, jenis rambu juga menentukan bentuk daun rambu, warna, ukuran dan jenis huruf, angka dan simbol untuk rambu.

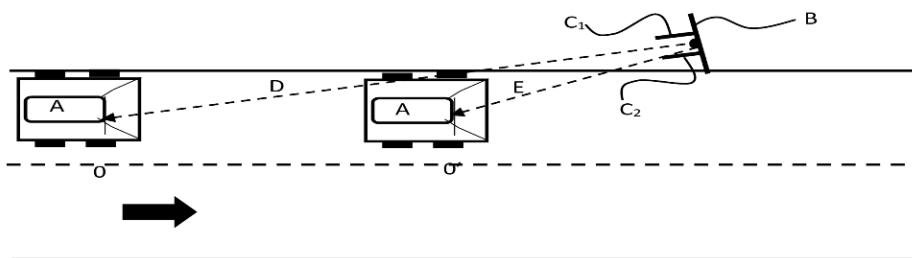
B. Konsep Aling Optik

Aling optik, yang merupakan terjemahan dari *optical baffle* dari bahasa Inggris, artinya elemen utama dalam sistem pengamatan yang dapat menghalangi cahaya liar yang datang dari luar sistem (Chao, 2011). Adapun aling optik yang dimaksud pada makalah ini, berfungsi sebagai penerus cahaya, yang berasal dari permukaan rambu jarak yang padanya tertera angka jarak, menuju ke mata pengemudi pada sekitar posisi 0 dan sebagai penghalang cahaya setelah melewati posisi 0 yaitu pada posisi 0' (lihat **Gambar 2**).

C. Disain Aling Optik dan Rambu Lalu Lintas untuk Penelitian ini

1. Disain Aling Optik

Sarana untuk mengarahkan sinar cahaya agar berada pada jejak yang diinginkan dan sekaligus mencegah untuk melewati jejak yang tidak diinginkan banyak dibahas dalam optik untuk ruang angkasa (Asadnezhad, 28 April 2018), (Asadnezhad, 28 April 2018), (Song, 1 September 2002), (Hu, July 10, 2014), (Buiset, October 2015), (Li, December 2017), (Callahan, July 2018), (Vázquez, August, 2018), (Burge, August 2012), (Xing, October 2017), (Hessel, November 2017). Sarana untuk membatasi penglihatan terhadap sebuah obyek, di manasebenarnya obyek tersebut hanya diperuntukkan bagi seorang pelihat yang



Gambar 2.

Ilustrasi konsep aling optik untuk rambu jarak. Ketika kendaraan A melintasi titik 0 di jalan bebas hambatan ke arah sesuai anak panah, pengemudi melihat angka jarak pada daun rambu jarak B melalui garis pandang D dengan jelas tanpa terhalang oleh keping aling optik (C_1 , C_2). Ketika kendaraan A berada pada titik 0', pengemudi berupaya melihat angka jarak pada daun rambu B melalui garis pandang E, tetapi pandangan sudah mulai tertutup oleh keping aling optik C_2 sehingga angka jarak tak terlihat jelas.

berada pada posisi tertentu terhadap obyek tersebut, sering dimanfaatkan untuk melindungi apa yang tertulis atau tergambar pada sebuah layar komputer oleh orang yang tidak dikehendaki (C., 2017). Dengan memanfaatkan maksud serupa dengan aling optik untuk layar komputer, aling optik ini didisain dan dibuat agar pengemudi dapat melihat angka jarak yang terdapat pada ketiga rambu jarak hanya ketika berada pada posisi 0, kemudian setelah melewati posisi 0, pengemudi tidak dapat lagi melihatnya karena aling optik menutupi pandangannya terhadap rambu jarak tersebut. Adapun tujuan dari adanya aling optik ini adalah untuk membatasi pandangan pengemudi kendaraan ketika melewati titik 0 sambil melihat rambu jarak 60 m, 80 m dan 100 m yang dipasang pada tempatnya masing-masing. Dengan demikian, pengemudi yang melaju dengan kecepatan 60 km/jam dapat mengenali jarak kendaraan yang dibuntutinya, apakah pada posisi yang sama dengan rambu jarak 60 m, di mana jika sama atau lebih jauh berarti berada pada posisi yang aman sesuai peraturan lalu lintas terkait jarak aman, dan sebaliknya jika lebih dekat maka berarti berisiko terhadap tabrakan beruntun. Demikian pula dengan rambu jarak 80 m dan 100 m yang berkaitan dengan kecepatan 80 km/jam dan 100 km/jam.

Perhitungan yang ditampilkan untuk rambu ini dirancang bagi rambu yang ditempatkan pada bagian kiri badan jalan seperti pada umumnya, tetapi untuk keadaan tertentu, dapat pula ditempatkan pada bagian kanannya untuk memfasilitasi kendaraan yang melaju di lajur kanan pada jalan satu arah, yang umumnya diselenggarakan pada jalan tol. Adapun perhitungan yang berikut ini mengacu pada skema yang terdapat pada **Gambar 3 dan 4**.

Titik A mewakili posisi salah satu titik kendaraan yang sedang dibuntuti, titik B mewakili posisi salah satu titik kendaraan yang sedang membuntuti dan yang memanfaatkan sarana ini, sehingga panjang garis AB mewakili sebuah jarak aman antar kendaraan, misalnya 100 m. Titik O adalah pusat

koordinat yang mewakili posisi rambu jarak yang dituju, misalnya rambu jarak 100 m. Dengan demikian, OA merupakan jarak antara rambu jarak dan kendaraan yang dibuntuti yang merupakan garis tegak lurus sumbu jalan. OB diasumsikan sebagai sumbu absis dalam koordinat kartesian. Adapun jarak OA bisa dideskripsikan dengan bantuan Gambar 4.

Jarak OA terbentuk dari lebar lajur jalan ($a = 3,5$ m), ditambah lebar lajur darurat ($b = 2,4$ m), ditambah lebar ruang bebas antara lajur darurat dan tepi daun rambu terdekat dengan jalan ($c = 0,6$ m), kemudian dikurangi jarak antara garis batas pemisah lajur dan posisi pengemudi ($d = 0,5$ m) sehingga jarak tersebut (OA) adalah 6,5 m (lihat **Gambar 4**). Dengan demikian, panjang garis OB:

$$OB = \sqrt{(100^2 + 6,5^2)} \text{ m} = 100,211 \text{ m}$$

Dengan memanfaatkan sisi miring dan sisi tegak segitiga OAB pada Gambar 3, maka dapat diketahui sudut α -nya, yaitu

$$\sin \alpha = OA/OB \dots\dots\dots (1)$$

$$\sin \alpha = 6,5/100,211 = 0,064863 \rightarrow \alpha = 3,719^\circ$$

Untuk mengetahui ordinat titik A pada sistem kartesian yang berpusat di titik O, maka perlu dicari proyeksi titik A terhadap sumbu x, yaitu panjang garis a . Salah satu caranya adalah dengan mencari sinus sudut α , yaitu

$$\sin \alpha = a/AB = 0,064863 \dots\dots\dots (2)$$

$$\sin \alpha = 0,064863 \times 100 \text{ m} = 6,486 \text{ m}$$

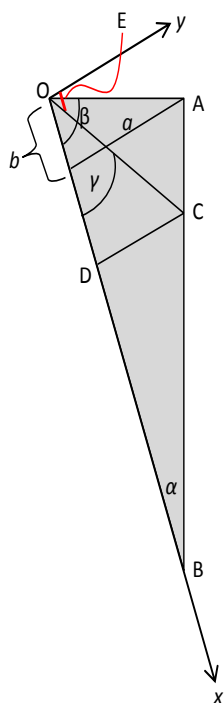
Karena sudut α , telah diketahui dan sudut tersebut merupakan salah satu dari sudut lancip pada segitiga siku-siku, maka sudut β dapat diketahui, yaitu

$$\beta = 90^\circ - \alpha = 90^\circ - 3,719^\circ = 86,281^\circ \dots\dots\dots (3)$$

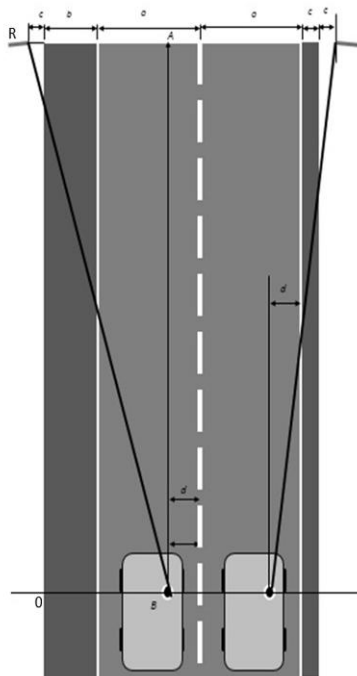
sementara itu absis titik A dapat dicari dengan menggunakan rumus $\tan \beta = a/b$, dan dengan demikian, maka

$$b = a/\tan \beta \dots\dots\dots (4)$$

$$b = 6,486 / 15,385 = 0,422 \text{ m.}$$



Gambar 3.
Skema Acuan untuk Penghitungan Spesifikasi
Aling Optik.



Gambar 4.
Deskripsi Titik-titik Posisi Penting dan Posisi
Bantuan pada Skema Jarak-Jarak Terkait
Sebagai Bantuan untuk Perhitungan.

Dengan demikian, koordinat titik A dan B dalam satuan m, masing-masing adalah:

A (0,422; 6,486) dan B (100,211; 0).

Tujuan perumusan ini semua adalah untuk mengetahui pada koordinat mana aling optik mulai menutupi pandangan pengemudi dalam kendaraan setelah melintasi posisi 0. Oleh sebab itu, sinar yang berasal dari daun rambu jarak, yaitu titik O,

menjalarke luar rambu dan bersinggungan dengan ujung aling optik kemudian sampai pada mata pengemudi pada titik C. Dengan demikian, persamaan garis OC hanya tergantung pada jarak antar keping yang berdekatan dan lebar masing-masing keping aling optik. Untuk memulainya, diambil jarak antar keping aling optik yang berdekatan adalah 40mm dan lebar masing-masing keping adalah 700 mm sehingga $\tan \gamma = 40/700 = 0,057$. Dengan demikian, maka persamaan garis OC, adalah

$$y = (\tan \gamma) x = 0,057 x \quad (5)$$

Adapun persamaan garis AB dapat diformulasikan dengan bermodalkan koordinat titik A dan titik B, melalui rumusan:

$$(y - y_A)/(y_B - y_A) = (x - x_A)/(x_B - x_A) \quad (6)$$

dan dengan memasukkan nilai koordinat A dan B sebelumnya ke dalam formula di atas, maka diperoleh

$$y = -0,10833x + 6,53997 \quad (7)$$

Dengan mempertemukan kedua garis tersebut di atas, maka diperoleh titik C tersebut, yaitu C (53,328; 3,047). Telah diketahui pada awal perhitungan bahwa panjang AB adalah 100 m, dengan demikian panjang garis BC = $(100 - 53,328) \text{ m} = 46,982 \text{ m}$. Hal tersebut berarti bahwa pengemudi menjadi tidak dapat melihat sama sekali angka jarak yang terdapat pada rambu sebagai akibat tertutup oleh aling optik dengan spesifikasi tersebut di atas setelah berjalan 46,982 m dihitung dari titik 0. Namun tidak berarti bahwa sepanjang perjalanan 46,982 m dari titik 0 tetap melihat tulisan yang terdapat pada rambu, melainkan melalui proses penutupan angka jarak sedikit demi sedikit.

Dengan menggunakan perhitungan yang setara dengan yang tersebut di atas, tetapi diperuntukkan bagi aling optik pada rambu jarak 80 m dan 60 m, maka jarak tersebut masing-masing adalah 33,25 m dan 20,96 m. Perhitungan tersebut di atas adalah untuk aling optik dengan spesifikasi sebagaimana tersebut di atas, dan sebenarnya tidak menutup kemungkinan untuk spesifikasi yang berbeda.

Adapun untuk perhitungan rambu jarak yang terdapat di kanan jalan sebagaimana yang dipaparkan pada Gambar 4, tidak dibahas pada tulisan ini lebih lanjut karena dapat dilakukan setara dengan perhitungan untuk rambu sebelah kiri.

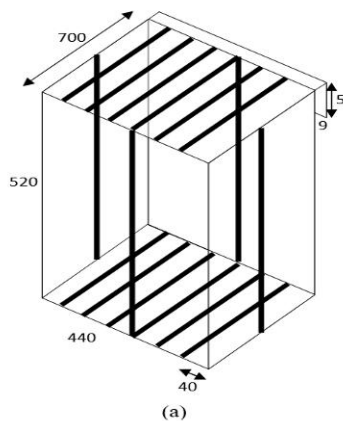
Sebagaimana yang telah diperhitungkan di atas, aling optik ini harus dibuat sesuai dengan spesifikasi tersebut. Adapun di bawah ini diperlihatkan sketsa (**Gambar 5.a**) yang diperuntukkan bagi rambu jarak 60 m dan kerangka aling optik (**Gambar 5.b**) sebagai sarana untuk dipasang aling optik (*optical*

baffle). Untuk keperluan percobaan ini, aling optik dalam kegiatan ini dibuat hanya 1 buah, yaitu untuk rambu jarak 60 m.

Pada model aling optik yang dibahas dalam makalah ini, sebagaimana dideskripsikan di atas, jarak antar keping pada aling optik ini dibuat 40 mm, walaupun jarak tersebut bisa diubah-ubah dengan jarak lain, yang akhirnya diperoleh aling optik yang telah dilengkapi dengan keping aling optik tersebut (**Gambar 6**).

2. Disain Rambu

Rambu yang dibahas di sini ke dalam katagori “Rambu Petunjuk” yang ketentuan secara rinci terdapat pada Lampiran II B yang terdapat pada halaman 105 Peraturan Menteri Perhubungan, Nomor PM 13 Tahun 2014, termasuk penyesuaiannya dengan kecepatan kendaraan yang direncanakan pada ruang jalan tersebut, yaitu masing-masing untuk kecepatan 60 km/jam, 80 km/jam, dan 100 km/jam secara berurutan adalah 180 mm, 240 mm, dan 300 mm, pada Lampiran II C nomor 3 yang terdapat pada halaman 115. **Gambar**



Catatan: Satuan ukuran pada gambar adalah mm.

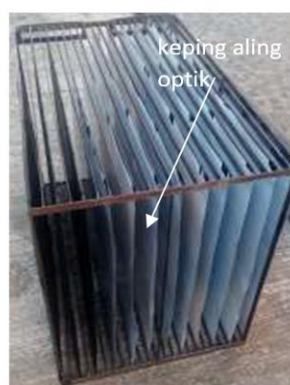


Gambar 5.

Kerangka (Frame) Aling Optik untuk Rambu 60 m untuk Uji Coba. (a) Sketsa.(b) Prototip yang Terbuat dari Besi Plat.



(a)



(b)



(c)

Gambar 6.

Kerangka Aling Optik yang Dilengkapi dengan Keping Aling Optik yang Terbuat dari Kertas Tebal (0,05 mm) dan Kaku dari Tiga Pandangan. (a) Sisi Belakang (b) Sisi Depan (c) Sisi Samping.

7 merupakan ketiga rambu jarak yang sudah dipasangkan pada tiang masing-masing dan siap untuk dipasangkan pada pasaknya ketika uji coba.

III. Metode Penelitian

A. Lokasi Uji Coba dalam Penelitian

Pemasangan aling optik yang dibahas dalam makalah ini, dilakukan melalui tahapan sebagai berikut:

1. Pencarian dan penetapan lokasi pemasangan rambu dan uji coba dilakukan di sekitar kawasan tempat penulis melakukan penelitian, yaitu di Kawan Puspiptek Tangerang Selatan, yaitu di Jl. IPTEK, Kawasan Puspiptek Tangerang Selatan. Di samping lokasi yang mudah dijangkau dan relatif sepi, lokasi tersebut dapat dikendalikan dalam arti ketika terdapat lalu lintas kendaraan, maka pengendara dapat diminta untuk memaklumi penggunaan jalan tersebut.
2. Pengukuran titik-titik penting, yaitu titik 0 m

sebagai acuan untuk memantau rambu, 60 m dari titik 0 m, untuk menancapkan pasak kayu yang merupakan pasangan dari tiang rambu. Demikian pula dengan titik 80 m dan 100 m.

3. Pemasangan pasak kayu dan pengecoran dengan semen dengan alasan bahwa kawasan tersebut bukan milik penulis atau Pusat Penelitian tempat penulis meneliti, maka pemasangan tersebut dibuat tidak permanen, yang jika diperlukan untuk dibongkar, maka dengan mudah dapat dilakukannya. Pengecoran dengan semen dilakukan dengan pertimbangan agar tidak mudah diganggu pada saat tidak dalam pengendalian.
4. Pemasangan aling optik pada rambu jarak 60 m.
5. Pemasangan rambu jarak, tiangnya dan aling optik yang telah terkait pada pasak kayu yang telah berada di lokasi jarak yang ditentukan.

B. Uji Coba dan Metode Pengumpulan Data

Sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa walaupun rambu jarak yang tersedia adalah 3 buah, namun dipilih hanya 1 rambu yaitu rambu jarak 60 m untuk uji coba ini dengan alasan kesamaan perhitungan. Uji coba dilakukan dengan memanfaatkan meteran ukur gulung dengan panjang 50 m dan skala terkecil 1 cm.

Pengumpulan data dilakukan dengan mengukur jarak antara suatu posisi ketika pengamat melakukan pengamatan ke posisi lainnya yang ditandai. Adapun penetapan posisi-posisi tertentu tersebut diperoleh

dengan menandai titik pengamatan secara visual oleh pengamat, khususnya terhadap rambu jarak yang menjadi obyek penelitian. Penguji berdiri pada salah satu posisi pada garis 0B (lihat Gambar 4) dan menghadapkan pandangannya pada rambu jarak R, kemudian melangkah ke samping atau tegak lurus jalan menuju titik B (pada Gambar 4) dengan tetap mengarahkan pandangannya ke rambu jarak R untuk mendapatkan posisi pada garis 0B sedemikian rupa sehingga hasil pengamatannya memberikan hasil penampakan angka “60 m” yang paling jelas sebagaimana diperlihatkan pada **Gambar 8**, kemudian posisi tersebut diberi tanda posisi, yaitu titik B, kemudian dilakukan pengukuran jarak sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 4, yaitu merupakan penjumlahan matematis $a + b + c - d$ atau panjang garis OA pada Gambar 3.

Untuk mendapatkan seberapa jauh kemampuan aling optik tersebut menutupi angka “60 m” pada rambu secara penuh, maka penguji melangkah dari titik B menuju titik A (lihat Gambar 4) dengan tetap pandangannya ke arah rambu jarak R sampai semua angka “60 m” yang terdapat pada daun rambu R tidak terlihat lagi (lihat **Gambar 9**), dan posisi tersebut diberi tanda, yaitu titik C (pada Gambar 3).

Setelah diukur, ternyata jarak 0B (pada Gambar 4) atau OA (pada Gambar 3) adalah 6,4 m, sedangkan jarak antara titik B dan C (jarak BC pada Gambar 3) diperoleh panjang 24,8 m (lihat **Tabel 1**). Hasil tersebut, khususnya jarak BC, ternyata berbeda dengan hasil yang diperoleh melalui perhitungan secara teoretis, di mana hasil secara perhitungan mestinya adalah 20,96 m sehingga terdapat selisih 3,84 m atau 18,3 %.

C. Metode Analisis

Data yang didapatkan dari hasil pengukuran tersebut di analisis menggunakan teknik statistik sederhana sebagaimana dipaparkan pada Tabel 1. Di samping



Gambar 7.
Rambu Jarak yang sudah Terpasangan pada Tiang Masing-masing.



Gambar 8.
Rambu Jarak 60 m yang Dipasangi Aling Optik Terlihat Angka 60 m pada Posisi Paling Jelas karena Sudut Lembaran-lembaran Aling Optik Mengarah ke Mata.

itu, analisis juga dilakukan dengan teknik simulasi kuantitatif terhadap dua besaran utama yang terdapat pada aling optik, yaitu (1) jarak antar keping aling optik (yang diperlihatkan sebagai jarak antara keping aling optik E dan garis OB pada Gambar 3) yang mengalami perubahan bentuk atau deformasi sebagai akibat dari ketidak-rataan (*flatness*) keping aling optik yang terpasang pada aling optik dan (2) lebar keping aling optik (yang diperlihatkan sebagai panjang garis E pada Gambar 3). Ditambah lagi dengan analisis kualitatif terhadap reflektivitas atau daya pantul permukaan bahan keping aling optik yang digunakan.

IV. Hasil dan Pembahasan

Ketika diamati dengan seksama dari hasil uji coba di atas, selisih tersebut disebabkan oleh *frame* aling optik dan lembaran yang dipasang pada *frame* tersebut yang tidak sama dengan hasil disain. Setelah diukur kembali, panjang aling optik yang direncanakan secara teoretis adalah 700 mm ternyata berkurang sedikit, yaitu hanya 680 mm. Artinya, beda 20 mm terhadap rencana. Di samping panjang aling optik yang mempengaruhi hasil, juga jarak antar keping aling optik, yang secara teoretis adalah 40

mm, ternyata karena pilihan bahan kepingan tersebut adalah yang semula dari kertas dengan tebal 0,05 mm ternyata bergelombang ketika dipasang pada *frame* tersebut sehingga menghasilkan penyimpangan yang cukup besar kemudian diganti dengan bahan keping aling optik yang berupa kertas yang lebih tebal lagi yaitu 0,4 mm, walaupun masih tetap bergelombang namun menghasilkan jarak antar keping aling optik menyimpang dari 40 mm, melainkan jarak yang bervariasi hingga yang terbesar adalah 50 mm.

Ketika hasil analisis tersebut dimasukkan ke dalam perhitungan, maka hasilnya adalah nilai BC tersebut adalah 24,76 m, bukan sebagaimana perhitungan ideal yang semula menghasilkan nilai BC adalah 20,96 m. Dengan demikian, berarti terdapat selisih 0,04 m atau 0,15 %. Di samping itu, reflektivitas atau daya pantul dari bahan yang digunakan untuk keping aling optik yang digunakan pada saat uji coba dilakukan belum dimasukkan ke dalam pertimbangan pemilihan bahan penelitian ini. Reflektivitas yang tidak kecil permukaan keping aling optik bahan kertas *glossy* tersebut cukup mengganggu pandangan sehingga yang mestinya angka jarak pada rambu sudah tidak kelihatan, menjadi masih berbayang.

Pemilihan bahan untuk aling optik yang terbuat dari kertas karton tebal masih menyisakan ketidakrataan permukaan yang mengakibatkan ketidaksamaan jarak antar keping aling optik sehingga membuat jarak pandang sampai rambu jarak menjadi tidak terlihat tidak sama antara perhitungan dan pengamatan di lapangan.

Hal tersebut dapat diartikan bahwa rumusan yang terdapat pada makalah ini dapat diandalkan sebagai acuan dalam pembahasan, formulasi dan disain aling optik yang berfungsi untuk membatasi pandangan pengemudi kendaraan secara visual untuk dapat melihat angka jarak pada rambu jarak yang dilengkapi dengan aling optik sehingga pemasangan rambu jarak yang berguna untuk menandai jarak aman antar kendaraan dapat berfungsi secara lebih tepat.

V. Kesimpulan

Dengan memanfaatkan aling optik sebagaimana dideskripsikan sebelumnya, rambu jarak yang dipasang di tepi jalan hanya dapat dilihat pada posisi kendaraan berada pada garis melintang sumbu jalan pada posisi 0, yaitu antara titik B dan C pada Gambar 3, yang pada percobaan kali ini adalah 24,8 m dibandingkan dengan 24,76 setelah dilakukan koreksi. Walaupun jarak tersebut cukup jauh untuk kecepatan 60 km/h dengan waktu tempuh 1,5 detik, namun sebenarnya jarak tersebut dapat diperpendek dengan mempersempit jarak antar keping aling optik. Dengan jarak antar lembaran aling optik diubah

Tabel 1.

Data Pengukuran Jarak OA dan BC Pada Gambar 3 yang Diperoleh dari Hasil Uji Coba

Pengukuran ke-	Jarak OA (m)	Jarak BC (m)
1	6,42	24,9
2	6,41	24,9
3	6,4	24,9
4	6,39	24,8
5	6,39	24,6
6	6,4	24,7
7	6,38	24,7
8	6,42	24,7
9	6,39	25
10	6,39	24,8
Rata-rata	6,4	24,8



Gambar 9.

Rambu Jarak 60 m yang Dipasang Aling Optik tidak Terlihat Sama Sekali Angka 60 m karena Terhalang oleh Lembaran-lembaran Aling Optik.

menjadi 20 mm, maka jarak BC = 13,1 m atau waktu tempuh 0,78 detik pada kecepatan 60 km/h, dan jika jarak antar keping tersebut dibuat agar lebih sempit lagi, yaitu sebesar 10 mm, maka jarak BC = 7,4 m atau waktu tempuh 0,44 detik pada kecepatan 60 km/h. Dengan demikian perhitungan sebagaimana yang dituangkan dalam tulisan ini dapat diterima dalam pembahasan, formulasi dan disain aling optik sebagaimana tujuan dan penelitian ini.

VI. Saran

Karena aling optik ini merupakan obyek visual dari mata yang dapat menangkap refleksi pada bahan keping aling optic tersebut, maka disarankan agar bahan yang digunakan adalah yang mempunyai reflektivitas rendah atau bahkan jika memungkinkan bahan yang bersifat penyerap cahaya (*light absorber*). Dan untuk menghindari ketidakrataan bahan aling optik yang mengakibatkan bentuk aling optik tidak rata yang menyebabkan jarak antar aling optik menjadi tidak seragam, bahan aling optik digantikan dengan bahan yang lebih kaku.

Ucapan Terima Kasih

Dengan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada Bapak Agus Fanar Syukri, Ph.D., (Kepala Pusat Penelitian Sistem Mutu dan Teknologi Pengujian-LIPI) atas perkenannya kepada penulis dalam memberi kesempatan melakukan penelitian ini, juga kepada teknisi Heri Mulyana, Jefry Iqbal dan Tatan atas bantuannya dalam perangkaan rambu jarak dan uji coba, Bapak Sik Sumaedi, ST., MT., yang membantu memberi saran dalam penulisan.

Daftar Pustaka

- Asadnezhad, Mohammad. Eslamimajd, Abdollah. Hajghassem, Hassan. 2018. *Stray Light Analysis, Baffle, and Optical Design of a High-Resolution Satellite Camera*. Journal of Applied Remote Sensing 12 (2). 026009. <https://doi.org>. Diakses 28 April 2018.
- Asadnezhad, Mohammad. Eslamimajd, Abdollah. Hajghassem, Hassan. 2018. *Optical System Design of Star Sensor and Stray Light Analysis*. Journal of the European Optical Society-Rapid Publications 201814:9. <https://doi.org>. Diakses 16 Maret 2018.
- Buisset, Christophe. Prasit, Apirat. Lépine, Thierry. Poshyajinda, Saran. 2015. *Optical and Mechanical Design and Characterization of The New Baffle for the 2.4-m Thai National Telescope*. Optical Systems Design 2015: Optical Design and Engineering VI: Volume 9626.
- Burge, James H. Kim, Dae Wook. 2012. *The thermal Sieve: a Diffractive Baffle That Provides Thermal Isolation of a Cryogenic Optical System From an Ambient Temperature Collimator*. Space Telescopes and Instrumentation 2012: Optical, Infrared, and Millimeter Wave: Volume 8442.
- C., T. 2017. *Apple Has a Patent for Restricted Device Viewing Angles for Greater Privacy*. Retrieved from 1reddrop.com: <https://1reddrop.com>. Diakses 16 Agustus 2017.
- Callahan, S. Caldwell, N. Williams, G. G. Chute, C. Pickering, T.E. 2008. *The MMT f/5 Optical Baffles*. Advanced Optical and Mechanical Technologies in Telescopes and Instrumentation: Volume 7018.
- Chao, Mei. Sizhong, Zhou. Ming, Ma. Zhili, Guo. Shimin, Zhao. 2011. *A New Method of Baffle Design*. Procedia Engineering Vol. 15, Pages 4516-4520 Retrieved from <https://doi.org>.
- Doi, S. 2006. *Technological Development of Driving Support Systems based on Human Behavioral Characteristics*. IATSS RESEARCH, 30 (2), 19-28.
- Heesel, E. Weigel, T. Lochmatter, P. Grond, E Rugi. 2017. *Coupled Thermo-Elastic and Optical Performance Analyses of a Reflective Baffle for The BepiColombo Laser Altimeter (BELA) Receiver*. International Conference on Space Optics-ICSO 2008: Volume 10566.
- Hu, Xiaodong. Wang, Wei. Hu, Qiang. Lei, Xing. Wei, Qing. Liu, Yuanzheng. Wang, Jiliang. 2014. *Design of CASSEGRAIN Telescope Baffles with Honeycomb Entrance*. CHINESE OPTICS LETTERS 12(7), 072901. <http://www.opticsjournal.net>. Diakses 10 Juli 2014.
- King, E. L. 2017. *Top 15 Causes of Car Accidents and How You Can Prevent Them*. Huffington Post. <https://www.huffingtonpost.com>. Diakses 16 Agustus 2018.
- Li, Taoran. Chen, Yingwei. 2017. *An empirical Comparison of Primary Baffle and Vanes for Optical Astronomical Telescope*. Astronomical Optics: Design, Manufacture, and Test of Space and Ground Systems: Volume 10401.
- PT Jasamarga. 1992. *Kiat Mengemudi di Jalan Tol*. Leaflet. PT Jasamarga.
- Song, Ning. Yi, Zongmin. Hu, Fengyao. 2002. *Baffles design for the axial two-mirror telescope*. Optical Engineering 41(9); <https://doi.org>. Diakses 1 September 2002.
- Sugiono. 1997. *Indonesia Patent No. ID 0,001,402*. <http://ip-port.inovasi.lipi.go.id>. Diakses 10 Maret 1997.
- Sugiono. 1998. *Indonesia Patent No. P00-1998-00-548*. <http://ip-port.inovasi.lipi.go.id>. Diakses 13 April 1998.
- Sugiono. 2013. *Disain, Konstruksi, Instalasi dan Uji Coba Pola Visual Penduga Jarak antar Kendaraan bagi Pengemudi*. 2013 Annual Meeting on Testing and Quality (pp. 346-356). Surabaya: Pusat Penelitian Sistem Mutu dan Teknologi Pengujian LIPI.
- Sugiono. 2014. *Modifikasi Disain Marka Optik Penduga Jarak Antar Kendaraan untuk Tiga Kelompok*

- Ketajaman Mata Pengemudi*. 2014 Annual Meeting on Testing and Quality (pp. 415-426). Surabaya: Pusat Penelitian Sistem Mutu dan Teknologi Pengujian LIPI.
- Sugiono. 2015. *Indonesia Patent No. P00-2015-08-521*. <http://ip-port.inovasi.lipi.go.id>. Diakses 16 Desember 2015.
- Sugiono. 2017. *Indonesia Patent No. IDS 000,001,554*. <http://ip-port.inovasi.lipi.go.id>. Diakses 27 Januari 2017.
- Sugiono. 2017. *Indonesia Patent No. P00-2017-06-605*. <http://ip-port.inovasi.lipi.go.id>. Diakses 28 September 2017.
- Sugiono. 2018. *Indonesia Patent No. P00-2018-06-619*. <http://ip-port.inovasi.lipi.go.id>. Diakses 28 Agustus 2018.
- Sugiono, Muchlis, I. Agustono, D. 2017. *Indonesia Patent No. P00-2017-01-281*. <http://ipport.inovasi.lipi.go.id>. Diakses 27 Februari 2017.
- Takatori, Y. 2006. *Stand-alone Collision Warning Systems based on Information from On-Board Sensors-Evaluating Performance Relative to System Penetration Rate*. IATSS RESEARCH, 30 (2), 39-47.
- Tsugawa, S. 2006. *Trends and Issues in Safe Driver Assistance Systems-Driver Acceptance and Assistance for Elderly Drivers*. IATSS RESEARCH, 30 (2), 6-18.
- Vázquez, J. Herrera; Pedrayes, M. Herlinda; Diaz, G. Sierra; Richer, Michael G; González, J. Jesús G.; Alardin, W. H. Lee, de Vargas, C. Tejada. (August 2018). *TSPM f/5 Nasmyth configuration*. Ground-based and Airborne Telescopes VII: Volume 10700
- Xing, Yujie. Wang, Zhanshan. Li, Wenbi. Yu, Jun. Feng, Hua. 2017. *Design and Simulations of a Short Optical Baffle for The Lightweight Asymmetry and Magnetism Probe (LAMP)*. Optics for EUV, X-Ray, and Gamma-Ray Astronomy VIII: Volume 10399.
- Republik Indonesia. 2009. *Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Pasal 1 ayat 31. Jakarta.