

KAJIAN KECEPATAN AMAN MEMASUKI SIMPANG BERSINYAL (STUDI KASUS SIMPANG TOL BEKASI BARAT)

A STUDY OF SAFE SPEED ENTERING SIGNALIZED INTERSECTION (CASE STUDY WEST BEKASI TOLL ROAD INTERSECTION)

Yudi Karyanto¹, Guntur Tri Indra Setiawan², Dita Rama Insiyanda³

Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD Bekasi

**Email Korespondensi: guntur.indra@gmail.com²*

Abstract

Intersections are an important part of the road network system that requires serious attention. The existence of intersections, geometric layout design and regulation and control techniques are the keys to success in supporting mobility services for vehicle traffic movements. Apart from being a component that determines the service capacity of the road network, intersections are also the focus of high and low travel barriers and high and low accident rates. The location of this research was located at the West Bekasi toll road intersection, Indonesia. This study uses a quantitative method. The aims of this study are (1) to find out the driving pattern of vehicles when crossing signalized intersections in conditions that must stop and in conditions that can still pass but remain safe, comfortable and comply with traffic rules; (2) Can provide an overview of the maximum safe and comfortable driving speed calculated mathematically; (3) Can find out the 85th percentile speed at the intersection of the research location; (4) Can provide an overview of the appropriate speed limit determination on urban roads.

Keywords: *speed, signalized intersection, driving pattern*

Abstrak

Persimpangan adalah bagian penting pada sistem jaringan jalan yang memerlukan perhatian yang serius. Keberadaan persimpangan, perancangan *layout* geometrik dan teknik pengaturan serta pengendaliannya menjadi kunci keberhasilan dalam menunjang pelayanan mobilitas pergerakan lalu lintas kendaraan. Disamping sebagai komponen yang menentukan kapasitas pelayanan jaringan jalan, persimpangan juga menjadi fokus tinggi rendahnya hambatan perjalanan dan tinggi rendahnya tingkat kecelakaan. Lokasi penelitian ini adalah pada simpang tol Bekasi barat, Indonesia. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) mengetahui pola pengemudian kendaraan pada saat melintasi simpang bersinyal dalam kondisi yang harus berhenti dan dalam kondisi yang masih dapat melintas namun tetap aman nyaman dan memenuhi aturan berlalu lintas; (2) Dapat memberikan gambaran kecepatan pengemudian maksimum yang aman dan nyaman dihitung secara matematis; (3) Dapat mengetahui kecepatan persentil 85 di persimpangan lokasi penelitian; (4) Dapat memberikan gambaran terhadap ketentuan batas kecepatan pada ruas jalan perkotaan sudah sesuai.

Kata Kunci: *kecepatan, simpang bersinyal, pola mengemudi*

PENDAHULUAN

Persimpangan adalah bagian penting pada sistem jaringan jalan yang memerlukan perhatian yang serius. Keberadaan persimpangan, perancangan *layout* geometrik dan teknik pengaturan serta pengendaliannya menjadi kunci keberhasilan dalam menunjang pelayanan mobilitas pergerakan lalu lintas kendaraan. Disamping sebagai komponen yang menentukan kapasitas pelayanan jaringan jalan, persimpangan juga menjadi fokus tinggi rendahnya hambatan perjalanan dan tinggi rendahnya tingkat kecelakaan.

Salah satu teknik pengendalian persimpangan yang digunakan untuk meningkatkan kapasitas pelayanan dan mengurangi risiko terjadinya kecelakaan lalu lintas dengan cara memisahkan konflik lalu lintas dalam wujud pengaturan langkah dan fase pergerakan arus lalu lintas adalah pemasangan lampu pengatur lalu lintas berupa peralatan pemberi isyarat lalu lintas atau lebih tepatnya disebut dengan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL). Secara umum Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas akan diatur sedemikian rupa sehingga terjadi pemisahan pergerakan menurut langkah dan fase demikian sehingga rata-rata waktu hambat lalu lintas terhadap kendaraan yang lewat seminimal mungkin. Sebagai manfaat langsung dengan adanya pemisahan arah arus pergerakan lalu lintas kendaraan maka jumlah konflik lalu lintas yang dipercaya sebagai faktor berpengaruh terhadap tinggi rendahnya jumlah dan fatalitas kecelakaan lalu lintas akan sangat jauh berkurang bila dibandingkan sebelum dilakukannya pemisahan arah dan pergerakan lalu lintas kendaraan bermotor. Dalam kondisi tertentu beberapa pengemudi dapat lupa dan tidak memperhatikan rambu lalu lintas sehingga tidak mengetahui keberadaan APILL sehingga beberapa pengemudi kemungkinan akan tetap memacu kendaraannya dengan kecepatan yang cukup tinggi. Dalam situasi ini dimungkinkan pengemudi akan mengalami kondisi dimana mereka harus melakukan pengereman dengan kurang nyaman atau bahkan kadang berisiko yang disebabkan perubahan sinyal hijau ke merah¹.

Berangkat dari permasalahan diatas, penulis tertarik untuk meneliti lebih jauh terkait dengan kecepatan maksimum arus lalu lintas yang aman dan nyaman untuk melintasi simpang ber-APILL sehingga walau dalam kondisi pengemudi tidak berhasil melihat rambu keberadaan APILL tetap bisa berhasil melewati atau berhenti sebelum *stop line* dengan aman dan nyaman

Penulis mengidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Sering terjadi pelanggaran lalu lintas yang berkaitan dengan pola pengemudian kendaraan saat mendekati simpang bersinyal pada simpang bersinyal Tol Bekasi Barat.
2. Banyak pengemudi yang melajukan kendaraan melebihi batas aman kecepatan luar kota (80 Km/jam) saat mendekati simpang bersinyal pada jam *off peak*.
3. Terdapat rambu informasi batas kecepatan saat memasuki simpang bersinyal, namun banyak pengemudi yang mengabaikan rambu tersebut.

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini meliputi:

1. Bagaimana pola pengemudian kendaraan pada saat melintasi simpang bersinyal dalam kondisi yang harus berhenti dan dalam kondisi yang masih dapat melintas namun tetap aman nyaman dan memenuhi aturan berlalu lintas?
2. Berapakah kecepatan pengemudian maksimum yang aman dan nyaman dihitung secara matematis?

¹ Appl. Sci. 2017, 7, 1230; doi:10.3390/app7121230

3. Berapakah kecepatan persentil 85 di persimpangan lokasi penelitian?
4. Apakah ketentuan batas kecepatan pada ruas jalan perkotaan sudah sesuai?

Tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pola pengemudian kendaraan pada saat melintasi simpang bersinyal dalam kondisi yang harus berhenti dan dalam kondisi yang masih dapat melintas namun tetap aman nyaman dan memenuhi aturan berlalu lintas.
2. Dapat memberikan gambaran kecepatan pengemudian maksimum yang aman dan nyaman dihitung secara matematis.
3. Dapat mengetahui kecepatan persentil 85 di persimpangan lokasi penelitian.
4. Dapat memberikan gambaran terhadap ketentuan batas kecepatan pada ruas jalan perkotaan sudah sesuai.

Untuk membatasi ruang permasalahan dalam penelitian ini, dilakukan pembatasan-pembatasan penulisan sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian terletak di salah satu persimpangan jalan Jendral Ahmad Yani di Bekasi barat, Jawa Barat, Indonesia.
2. Perhitungan kecepatan menggunakan presentil 85.

METODE

Metode Pengumpulan Data

Lokasi dan Obyek pengamatan

1) Lokasi Pengamatan

Lokasi yang paling ideal adalah kaki simpang ber-APILL yang lurus, datar, dengan hambatan samping yang rendah sehingga memungkinkan terjadi 4 (empat) hipotesa pola pengemudian. Lokasi yang ideal adalah simpang jalan antar kota. Dari berbagai kriteria tersebut diatas, maka dipilih simpang bersinyal di Bekasi Barat dimana kaki simpang arah selatan lurus dengan hambatan samping rendah dan terdapat 3 JPO yang ideal untuk pengambilan data menggunakan *video shooting*.

2) Obyek

Obyek penelitian pada studi ini meliputi:

- a) Lalu lintas saat sinyal berubah ke merah
- b) Jarak – waktu pergerakan kendaraan saat melintas dan atau akan berhenti
- c) Kendaraan yang berhasil berhenti di *stop line* tepat waktu (saat sinyal berubah merah) dengan selamat dan nyaman.
- d) Kendaraan yang berhasil melewati *stop line* saat sinyal akan berubah menjadi merah
- e) Kendaraan yang berhasil berhenti di *stop line* tepat waktu (saat sinyal berubah merah) dengan sangat tidak nyaman dan berbahaya.
- f) Kendaraan yang tidak berhasil melewati *stop line* saat sinyal berubah menjadi merah dan tetap berjalan dengan melanggar aturan.

3) Teknik *survey*

Teknik *survey* meliputi:

- a) Perekaman dengan *video camera*
- b) Perekaman aerial dengan *drone*

Analisis yang dilakukan penulis dalam penelitian ini meliputi:

- a) Analisis Empiris

- 1) Analisis grafis atau tabulasi yang menghubungkan jarak dari *stop line* dengan kecepatan.
 - 2) Kecepatan .
 - 3) Perlambatan.
 - 4) Pola pengemudian riil di lapangan.
- b) Analisis matematis:
- 1) Kecepatan maksimum untuk dapat berhenti dengan aman sebelum *stop line*.
 - 2) Kecepatan minimum untuk dapat berjalan terus melewati *stop line* sebelum sinyal berubah merah tanpa melanggar aturan dan nyaman.

Hasil dan Pembahasan

1. Pola Pengemudian

Dari hasil pengamatan diperoleh fakta pola pengemudian pada saat sinyal hijau berubah menjadi kuning dan sinyal merah 53% para pengemudi memutuskan untuk berhenti dengan aman, 11% tetap berjalan melewati simpang dengan sempurna, 30% tetap berjalan dengan melanggar ketentuan, dan 6 % berhenti di depan *stop line*.

Secara lengkap pola pengemudian hasil pengamatan dapat di lihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Ringkasan Pola Pengemudian Saat Sinyal Berhenti

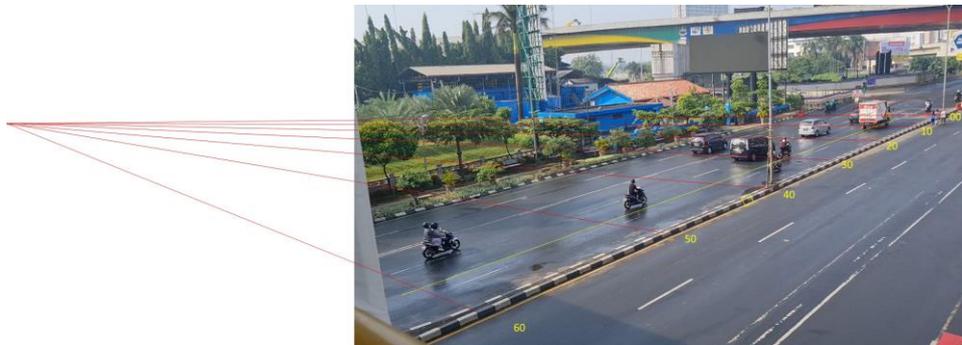
	POLA PENGEMUDIAN	PRESENTASE (%)
1	<i>Defensive</i> 01 (Berhenti Sempurna)	53.57
2	<i>Defensive</i> 02 (Tetap Melaju Sempurna)	10.71
3	<i>Risky</i> 01 (Berhenti Mendadak)	0.00
4	<i>Rizky</i> 02 (Tetap Melaju Mempercepat)	0.00
5	Pelan, Tetap Melaju, Melanggar	29.64
6	Berhenti di depan <i>Stop line</i>	6.07

Sumber: *Hasil Pengamatan*

2. Kecepatan

Kecepatan pengemudian dihitung dengan menggunakan analisis kecepatan pergerakan kendaraan pada setiap segmen perjalanan. Segmen perjalanan dibuat secara berturut-turut 60 meter, 50 meter, 40 meter, 30 meter, 20 meter, dan 10 meter dari *stop line*. Perhitungan kecepatan hanya dilakukan terhadap kendaraan dengan pola pengemudian pertama dan kedua.

Dengan bantuan lembar pengolah gambar *power point video* diberi jarak sebagaimana pada gambar berikut:



Gambar 1. Pembuatan Segmen Kecepatan

Sumber: *Dokumentasi Pribadi*



Gambar 2. Potongan Video untuk Pencatatan Waktu dan Rekap Waktu

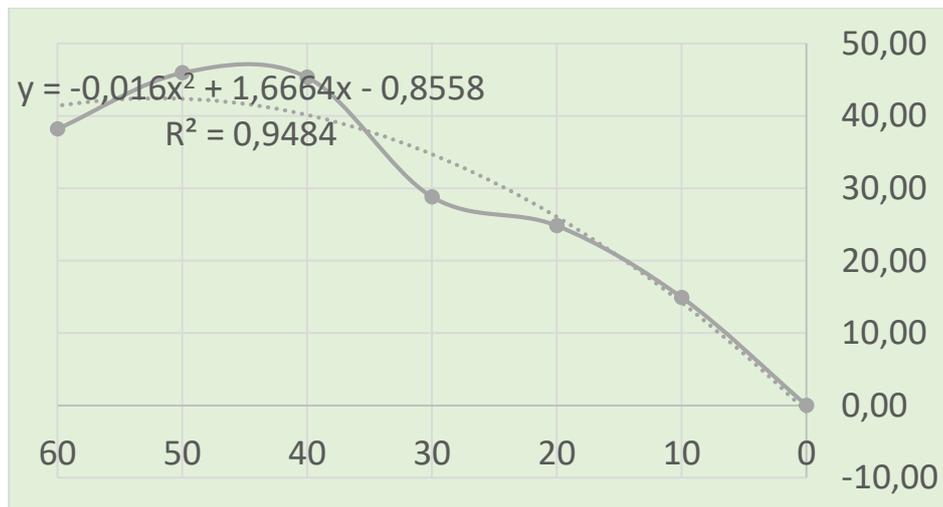
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Selanjutnya data waktu direkap pada lembar *spread sheet* untuk perhitungan kecepatan dan laju perlambatan.

Tabel 2. Hasil Perekapan dan Perhitungan Data

Jarak (m)	Waktu (s)		Kecepatan (Kpj)	Deceleration Rate	
60	22.79		38.20	8.701	2.56
50	23.68	0.89	45.95	0.828	0.24
40	24.42	0.74	45.33	22.026	6.48
30	25.17	0.75	28.81	3.386	1.00
20	26.35	1.18	24.82	7.230	2.13
10	27.72	1.37	14.91	6.540	1.92
0	30.00	2.28	0		

Selanjutnya dilakukan *smoothing* sebagai langkah koreksi terhadap kemungkin kesalahan pencatatan waktu

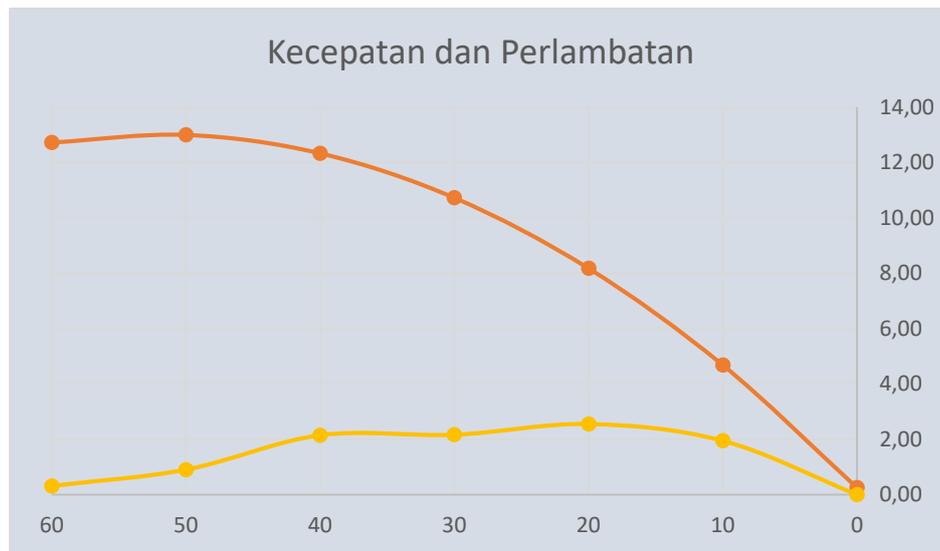


Gambar 3. Grafik Hasil Pengolahan Data Setelah dilakukan *Smoothing Data*

Dengan menggunakan persamaan yang dihasilkan selanjutnya dihitung ulang kecepatan dan laju perlambatan

Tabel 3. Hasil Perhitungan Ulang Kecepatan dan Laju Perlambatan

Jarak (m)	Kecepatan (Kpj)		Deceleration Rate	
60	43.24	12.72	1.05	0.31
50	44.18	12.99	3.06	0.90
40	41.91	12.33	7.29	2.14
30	36.45	10.72	7.34	2.16
20	27.78	8.17	8.66	2.55
10	15.92	4.68	6.61	1.94
0	0.86	0.25	0.00	0.00



Gambar 4. Grafik Perbandingan Antara Kecepatan dan Perlambatan

Dari tabel kecepatan dan laju perlambatan dapat dilihat bahwa laju perlambatan mengikuti pola pengereman nyata dimana pada awal sesi pengemudi akan melakukan pengereman dengan lembut dan dilanjutkan menambah kekuatan pengereman dan diakhir dengan pengereman yang lebih lembut untuk tujuan kenyamanan dan keamanan.

Dari data yang diunduh dari seluruh rekaman *video camera* diperoleh kecepatan pengemudian sebagai berikut:

a. Kendaraan Berhenti Aman

Tabel 4. Kecepatan Kendaraan Berhenti Aman

Jarak dari Stop line (m)	Kecepatan (Kpj)	
	Rata-rata	Percentile 85 th
60	46.73	60.74
50	44.74	58.15
40	34.13	44.36
30	33.63	43.72
20	30.04	39.05
10	17.63	22.92

b. Kendaraan tetap berjalan aman

Tabel 5. Kecepatan Kendaraan Tetap Berjalan Aman

Kecepatan (Kpj)

Jarak dari <i>Stop line</i> (m)	Rata-rata	Percentile 85 th
60	46.97	61.06
50	45.81	59.55
40	35.38	45.98
30	34.15	44.39
20	30.57	39.73
10	36.54	47.50

3. Analisis Matematis

Tujuan dari dilakukan analisis pola pengemudian secara matematis adalah untuk membandingkan antara pola pengemudian mendekati simpang Bekasi Barat sudah aman, atau sangat aman, atau berisiko atau sangat berisiko. Di dalam analisis pola pengemudian matematis ini digunakan beberapa parameter teknis yang diambil dari kondisi lapangan, aturan yang ditetapkan oleh pemerintah atau standar-standar lain dari berbagai sumber resmi.

a. Laju Pengereman

Laju pengeraman yang akan digunakan dalam analisis secara matematis adalah laju pengeraman yang diperoleh dari pengamatan lapangan namun tetap mengacu batasan lain yang ditentukan oleh pemerintah dan standar lain yang sesuai. Pemerintah mensyaratkan setiap kendaraan mempunyai efisiensi pengereman sebesar 5 meter per detik sementara beberapa studi menyarankan laju perlambatan sebesar 1,32 meter per detik untuk kenyamanan penumpang.

Laju pengereman yang digunakan dalam analisis pengemudian dalam penelitian ini adalah sebesar 2.55 meter per detik yaitu nilai *percentile* 85 dari nilai-nilai laju pengereman dari hasil pengamatan.

b. Kecepatan Aman Pengemudian

Perhitungan matematis kecepatan pengemudian disusun untuk dua kondisi:

1. Kecepatan minimal agar pengemudi bisa melaju dan melewati simpang dengan aman dan sesuai dengan aturan berlalu lintas
2. Kecepatan maksimum pengemudian untuk dapat berhenti dengan nyaman, aman dan sesuai aturan berlalu Lintas

c. Kecepatan Minimum Untuk Tetap Berjalan

Kecepatan Minimum ini dihitung dari jarak dari *stop line* dibagi sisa waktu kuning yang tersedia.

$$V_{min} = \text{Jarak } Stop \text{ line} : (3 \text{ detik} - P_{iev} \text{ time})$$

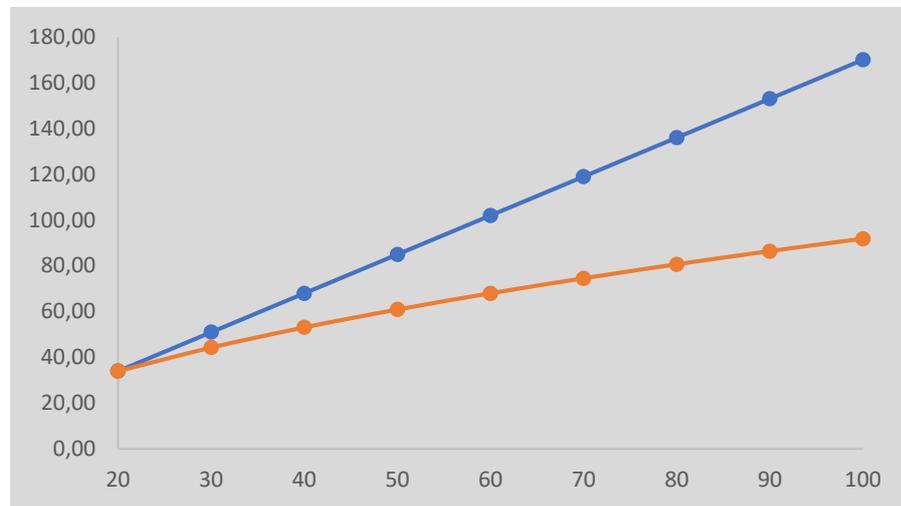
Misal seorang pengemudi berada dalam posisi 40 meter dari *stop line* pada saat sinyal hijau berubah menjadi kuning. Bila *Piev time* = 0 detik maka kecepatan minimal untuk aman melewati simpang adalah = 40/3 meter/detik = 13.33 meter/detik atau setara 13.33 x 3.4 = 45.33 kilometer per jam. Ini berarti apabila kecepatan pengemudi kurang dari 45.33 kph sebaiknya dia memutuskan berhenti di *stop line*. Sebaliknya apabila kecepatan pengemudi lebih dari 45.33 kph maka dia aman untuk melewati simpang.

d. Kecepatan Minimum dan Maksimum Aman Memasuki Simpang

Pada bagian ini akan dilakukan penggabungan antara kecepatan minimum dan kecepatan maksimum yang disyaratkan untuk aman mendekati persimpangan.

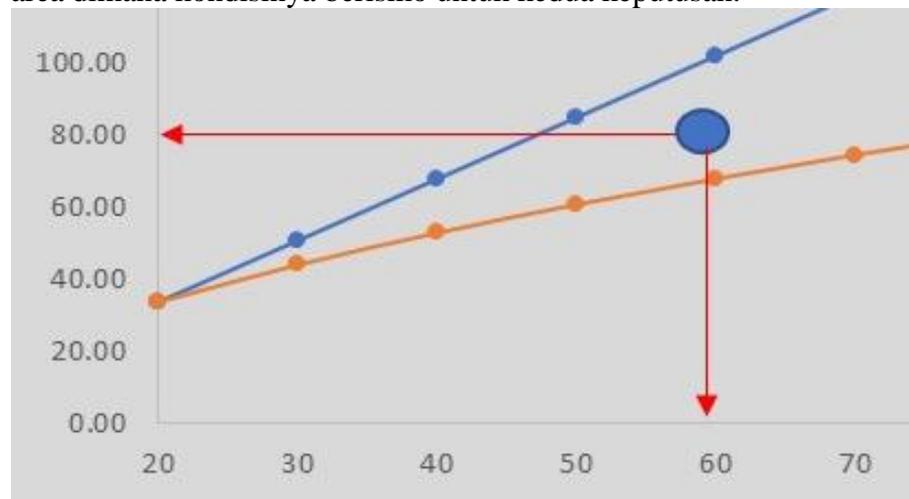
Tabel 8. Kecepatan Minimum dan Maksimum Aman Memasuki Simpang

Jarak (m)	Tetap Berjalan	Berhenti di <i>Stop line</i>
	Vmin (kph)	Vmak (kph)
100	170.00	91.85
90	153.00	86.41
80	136.00	80.66
70	119.00	74.55
60	102.00	68.00
50	85.00	60.90
40	68.00	53.09
30	51.00	44.29
20	34.00	34.00



Gambar 6. Grafik Kecepatan minimum dan Maksimum Aman Memasuki Simpang

Memperhatikan pola pengemudi aman untuk tetap berjalan dan untuk berhenti di *stop line* terdapat *gab* atau celah kecepatan yang berada di area dimana kondisinya berisiko untuk kedua keputusan.

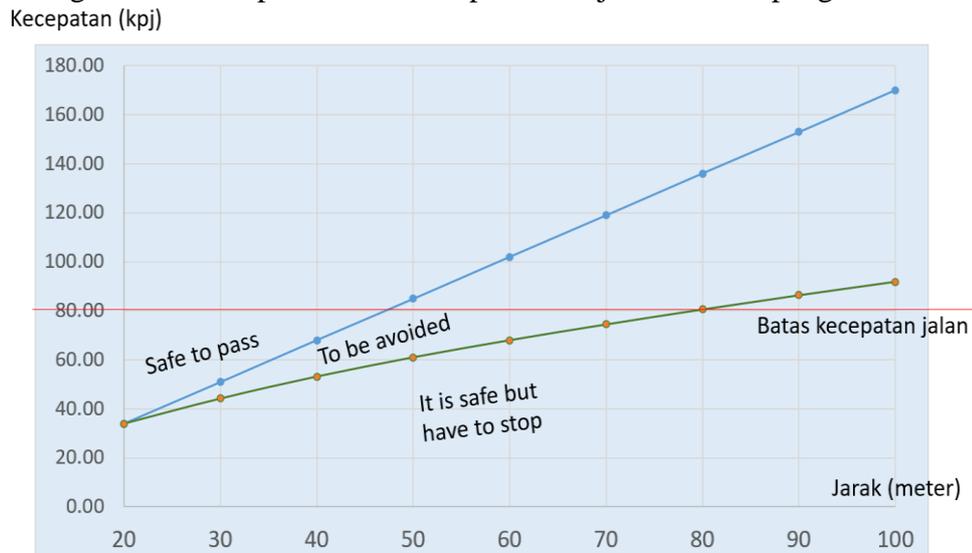


Gambar 7. Grafik Celah Antar Kecepatan Maksimum dan Minimum

Pada situasi ini secara teori matematis kecepatan pengemudi akan terlalu tinggi untuk berhenti di *stop line* dan juga terlalu rendah untuk melewati persimpangan. Dari pemikiran ini selanjutnya dapat dikembangkan terdapat 3 area pengemudian yang dapat dipisahkan sebagai berikut:

- 1) Aman untuk berhenti di *stop line*
- 2) Aman untuk melanjutkan perjalanan
- 3) Daerah yang harus dihindari oleh pengemudi

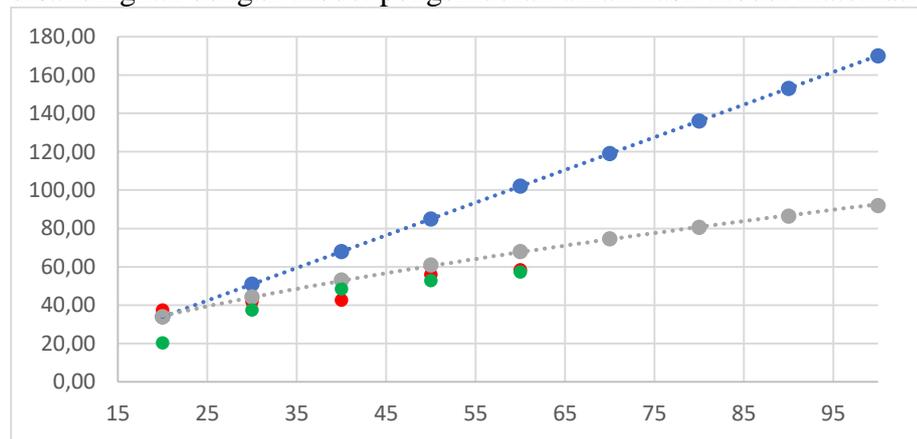
Berikut adalah pembagian area aman dan tidak aman setelah dikaitkan dengan batas kecepatan lalu lintas pada ruas jalan dan simpang berada.



Gambar 8. Grafik Pembagian Kecepatan Aman dan Tidak Aman Memasuki Simpang

e. Kondisi Pengemudian Matematis dan Kondisi Lapangan

Pada bagian ini dibahas kondisi pengemudian yang ada di lapangan disandingkan dengan model pengemudian aman hasil model matematis.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Pengemudian di Lapangan dengan Model Matematis

Dari gambar tersebut terlihat bahwa situasi pengemudian yang ada di Simpang Bekasi Barat cukup aman dimana hampir para pengemudi memosisikan pada daerah aman untuk berhenti di *stop line*. Ini berlaku untuk kedua jenis pengemudian baik pengemudian yang berhenti di *stop line* maupun pengemudian yang berjalan terus.

Kenapa kecepatan pengemudian yang tetap berjalan juga berada di area bawah? Atau daerah seharusnya berhenti di *stop line* walau dalam realita

mereka tetap berjalan melewati persimpangan? Hal ini memang terlihat dalam beberapa *shooting video* dimana para pengemudi memaksakan untuk tetap berjalan melewati persimpangan walau dengan kecepatan yang rendah. Kenapa hal ini bisa terjadi?

Beberapa alasan yang mungkin menjadi penyebab terjadinya ketidaksesuaian ini adalah:

- a. Model matematis yang disusun kurang akurat;
- b. Lalu lintas tetap aman berjalan walau kecepatan rendah mungkin *intergreen* yang diset didalam pengaturan siklus APILL cukup lama demikian juga *all red* nya sehingga walaupun tetap melintas namun tidak sempat terjadi konflik berlalu lintas di dalam area persilangan.

Kesimpulan

Pada awal penelitian diduga terdapat empat pola pengemudian di persimpangan ber APILL Bekasi Barat dan dalam realita ternyata terdapat enam pola pengemudi dengan dua pola yang dapat dijadikan dasar membuat analisis pola pengemudian yang aman. Dari hasil analisis terhadap kecepatan maksimum dan minimum pada pola pengemudian yang selamat diperoleh suatu gambaran bahwa terdapat tiga area kecepatan dengan karakter dan risiko yang berbeda. Salah satu area yang patut menjadi kewaspadaan adalah area dimana kecepatan pada jarak tertentu dari *stop line* berisiko keselamatan bagi kedua kondisi, baik harus berhenti di *stop line* maupun kalau harus melanjutkan perjalanan melewati persimpangan dalam rentang waktu siklus yang tersedia.

Realita dilapangan bahwa kecepatan pengemudi di simpang Bekasi barat masih dapat dikatakan aman karena berada di area berkecepatan rendah dan sedang dengan sebagian pengemudinya melanggar ketentuan berlalu lintas yaitu menerobos sinyal berhenti dengan kecepatan rendah.

Saran

Mengingat banyaknya asumsi yang digunakan masih berdasarkan standar teknis terkait dari peraturan teknis oleh pemerintah Indonesia atau rujukan dari negara lain serta ketersediaan data yang sangat terbatas bila dikaitkan dengan kecukupan *sample* maka disarankan untuk dilakukan penelitian yang mendalam sebelum rekomendasi teknis bila harus dibuat untuk dapat digunakan pada level implementasi.

Penulis berharap penelitian ini dapat menjadi awal dari penelitian-penelitian lain yang lebih komprehensif dan *applicable* di masa yang akan datang.

Ucapan Terima Kasih

Puji Syukur Kehadirat Allah SWT atas segala limpahan berkat dan Rahmat-Nya sehingga penyusunan laporan Penelitian ini dapat Penulis selesaikan dengan baik. Pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih atas segala bantuan dan dukungan yang diberikan oleh berbagai pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu-persatu.

Referensi

Acosta, Manuel, et al. "Road Friction Virtual Sensing: A Review of Estimation Techniques

- with Emphasis on Low Excitation Approaches.” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 7, no. 12, 2017, doi:10.3390/app7121230.
- Dronseyko, Vitaliy, et al. “Driving Danger Coefficient as a Method of Evaluating the Driver’s Behavior in Road Traffic.” *Transportation Research Procedia*, vol. 36, Elsevier B.V., 2018, pp. 129–34, doi:10.1016/j.trpro.2018.12.054.
- Gazder, Uneb, and Khaled J. Assi. “Determining Driver Perceptions about Distractions and Modeling Their Effects on Driving Behavior at Different Age Groups.” *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, no. xxx, Elsevier Ltd, 2021, doi:10.1016/j.jtte.2020.12.005.
- Irawan, Muhammad Zudhy, and Nurjannah Haryanti Putri. “Kalibrasi Vissim Untuk Mikrosimulasi Arus Lalu Lintas Tercampur Pada Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Tugu, Yogyakarta).” *Jurnal Penelitian Transportasi Multimoda*, vol. 13, no. 3, 2015, pp. 97–106.
- Layton, Robert, and Karen Dixon. *Stopping Sight Distance - Discussion Paper #1*. no. April, 2012, <http://cce.oregonstate.edu/sites/cce.oregonstate.edu/files/12-2-stopping-sight-distance.pdf>.