

Pengaruh Konektivitas Pada Smart Safety Light Sign

The Effect Of Connectivity On Smart Safety Light Sign

Wakhid Wijaya¹, Muhammad Nurhuda H.², Uyock Anggoro Saputro³

^{1,2,3}Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Amikom Yogyakarta,
Jl. Ring Road Utara, Condong Catur, Sleman, Yogyakarta

Email: ¹wakhid.wijaya@students.amikom.ac.id, ²muhammad.1531@students.amikom.ac.id,
³uyock@amikom.ac.id,

Abstract

The higher the community's mobility and the more road users, the more the risk of accidents on the road will increase. Indonesia itself is ranked 5th in the world with the highest accident rate. Many factors influence the occurrence of accidents, not only from humans but also from nature. It could also be due to limited road information for motorists in traffic signs. As a driver's information medium, signs should have a strategic point and be easy to see for motorists. One way to do this could be to modernize signs by utilizing newer technologies such as sensors and LEDs. This study proposes a prototype of a traffic sign using sensors, LEDs, and an Arduino microcontroller. The proposed sign is a bend indicator LED light attached to sharp turns and automatically lights up as the vehicle passes around the sign sensor. The sensor used is an ultrasonic sensor HC-SR04 which has a response distance of up to 4 meters. The research focuses on the media connection between devices with wired and wireless media. This study will test the results of sensor accuracy values with wired and wireless connectivity.

Keywords—Arduino, Sensor, Ultrasonic, Traffic Sign, Sharp Turn

Abstrak

Semakin tingginya mobilitas masyarakat dan semakin banyaknya pengguna jalan, maka akan semakin meningkat pula risiko kecelakaan yang terjadi di jalan. Indonesia sendiri menempati peringkat ke 5 Dunia dengan tingkat kecelakaan tertinggi. Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi terjadinya kecelakaan, tidak hanya dari manusia namun juga dari alam dan bisa pula karena keterbatasan informasi jalan bagi pengendara berupa rambu lalu lintas. Rambu sebagai media informasi pengendara sudah seharusnya memiliki titik strategis dan kemudahan untuk dilihat bagi pengendara. Salah satu upaya dapat dengan cara memodernisasi rambu dengan memanfaatkan teknologi yang lebih baru seperti sensor dan juga LED. Penelitian ini mengusulkan purwarupa rambu lalu lintas dengan menggunakan sensor, LED dan mikrokontroler Arduino. Rambu yang diusulkan berupa lampu LED indikator tikungan yang dipasangkan pada tikungan tajam dan secara otomatis menyala seiring lewatnya kendaraan di sekitar sensor rambu. Sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik HC-SR04 yang memiliki respons jarak hingga 4 meter. Penelitian menitik beratkan pada media koneksi antar alat dengan media kabel dan nirkabel. Penelitian ini akan menguji hasil nilai akurasi sensor dengan konektivitas kabel maupun konektivitas nirkabel.

Kata Kunci—Arduino, Sensor, Ultrasonik, Rambu Lalu-lintas, Tikungan tajam

1. PENDAHULUAN

Memasuki era globalisasi ini, mobilitas masyarakat semakin tinggi. Perpindahan dari satu lokasi ke lokasi lain yang tak urung melewati banyak macam medan jalan. Dengan semakin banyaknya pengguna jalan tersebut semakin meningkatkan risiko kecelakaan di jalan. Indonesia sendiri menempati peringkat ke 5 Dunia dengan tingkat kecelakaan tertinggi. Salah satu faktor penyebab terjadinya kecelakaan tersebut adalah kurangnya rambu yang bisa sebagai media informasi pengendara, terutama pada jalanan dengan tikungan tajam di daerah pegunungan yang lawan arah sulit diketahui. Oleh karena itu modernisasi rambu harus dilakukan sehingga tingkat kecelakaan bisa ditekan.

Salah satu bentuk modernisasi rambu yaitu dengan bantuan teknologi sensor jarak ultrasonik dan LED yang akan membuat rambu lebih mudah dilihat serta memberi informasi yang lebih akurat sehingga diharapkan akan menjadi solusi pengganti rambu konvensional tersebut. Sensor ultrasonik yang digunakan adalah modul HC-SR04 dengan otak mikrokontroler Arduino Uno R3 serta modul pelengkap berupa *buzzer* dan LCD display. Digunakannya Modul sensor ultrasonik HC-SR04, Arduino Uno R3, *buzzer*, dan LCD karena terbukti dapat diujikan dengan berbagai macam jarak [1]. Jarak minimum yang mampu diukur dengan sensor ultrasonik pada penelitian tersebut adalah 2cm. Namun demikian terkait rambu lalu lintas yang harus selalu siap digunakan kapan pun, pada penelitian tersebut masih belum mencantumkan *respond-time* antara sensor dengan tampilan pada LCD. Sehingga perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang masalah *respond-time* pada sensor HC-SR04.

Sensor *ultrasonic* sendiri menggunakan gelombang suara sebagai media pendeteksi objek. Gelombang suara tersebut dikeluarkan oleh sensor yang mana jika gelombang suara tersebut mengenai objek tertentu seperti kendaraan, gelombang akan terpantul kembali ke *receiver* pada sensor [2]. Dengan begitu akurasi deteksi pada objek bergerak akan tetap dapat terdeteksi dengan baik bagi sensor *ultrasonic*. Gelombang suara tersebut di pancarkan sensor terus menerus sehingga objek akan tetap terdeteksi selama pantulan berbeda terbaca.

Selain HC-SR04 terdapat pula penelitian lain yang membahas mengenai penggunaan sensor ultrasonik untuk deteksi posisi jarak pada ruang menggunakan arduino Uno, yaitu menggunakan sensor ultrasonik pembaca jarak srf-04. Namun karena terkait biaya untuk pengadaan sensor yang relatif lebih mahal, maka perlu alternatif sensor lain yaitu menggunakan HCSR-04 [3]. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa dengan sensor HCSR-04 mampu didapatkan nilai eror akurasi sensor sebesar 0% untuk jarak antara 3-60cm, namun untuk jarak 60-200cm nilai eror akurasi meningkat menjadi antara 1,42%-2,4% tidak melebihi 3%. Pada penelitian tersebut metode koneksi antar perangkat menggunakan perangkat *bluetooth* dengan hasil tidak ada penurunan akurasi antara media kabel dan *bluetooth*. Namun transfer data pada modul *bluetooth* masih mengalami permasalahan *delay* transfer, sehingga perlu dikembangkan menggunakan metode *wireless* yang memiliki kecepatan lebih.

Salah satu kelebihan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 yang dikontrol menggunakan Arduino adalah kemampuannya untuk ditambahkan modul tambahan seperti modul wireless baik bluetooth maupun wi-fi. Pengembangan modul arduino dan sensor dengan modul-modul tambahan mampu menjadikan mikrokontroler untuk berinteraksi langsung dengan internet[4]. Dengan demikian data-data yang didapatkan dapat direkam tanpa harus mendaratangi lokasi, namun cukup dengan bantuan koneksi data Internet. Hal ini menjadikan pemanfaatan sensor ultrasonik dan mikrokontroler Arduino sebagai solusi rambu konvensional cukup menjanjikan.

Indonesia menempati peringkat 5 Dunia dengan tingkat kecelakaan di jalan tertinggi [5]. Untuk ditingkat Asia sendiri Indonesia menempati peringkat ke-3 di bawah Tiongkok dan India [6]. Data dari penelitian tersebut berdasarkan data Korlantaas Polri 2011-2013 kasus kecelakaan akibat tidak tertib sebanyak 27035 kasus, akibat lengah 21073 kasus dan melebihi kecepatan 9278 kasus. Data tersebut menunjukkan tingkat kecelakaan yang disebabkan kesalahan yang dilakukan oleh pengendara. Dan dari data tersebut tingkat kecelakaan 1,5 sampai 4 kali lebih banyak dari pada di jalan lurus [5]. Dengan banyaknya tingkat kecelakaan

baik di jalan lurus maupun di tikungan tajam, menjadi salah satu pendorong untuk memberikan peringatan lebih agar bisa mengurangi tingkat kecelakaan pada tikungan tajam. Terkait angka kecelakaan, penelitian lainnya juga dilakukan di Jawa tengah, di mana penelitian dilakukan di 4 tikungan tajam, Losari (Brebes), Sidorejo (Pemalang), Pelen (Batang), Juwana (Pati) [5]. Pada penelitian tersebut kecepatan kendaraan pada tikungan masih lebih besar daripada kecepatan yang disarankan, dari penelitian tersebut bisa menjadi acuan bahwa pengendara melebihi kecepatan bisa disebabkan tidak ketahuan pengendara terhadap kecepatan aman di tikungan dan hal tersebut bisa menyebabkan kecelakaan pada tikungan tajam. Fenomena keselamatan transportasi sudah menjadi masalah global dan sosial bermasyarakat. *Global Road Safety* (2003), bahkan menyatakan Indonesia menempati peringkat 1 ASEAN dalam jumlah korban meninggal dunia pada kecelakaan lalu lintas [7].

Tabel 1. Ruas Jalan Rawan Kecelakaan di Kabupaten Gunung Kidul tahun 2008 Berdasarkan AEK

Ruas Jalan	Fatalitas				AEK
	MD	LB	LR	K	
Jl.Wonosari-Yogyakarta	26	28	20	0	456
Jl.Wonosari-Baron	9	6	9	0	153
Jl.Wonosari-Karangmojo	7	8	2	0	114
Jl.Wonosari-Nglipar	7	8	5	0	108
Jl.Sambipitu-Nglipar	5	3	4	1	88
Jl.Wonosari-Paliyan	6	5	1	0	75
Jl.Karangmojo-Ponjong	1	0	9	1	58
Jl.KH. Agus Salim	3	6	5	0	57
Jl.Wonosari-Semanu	3	32	10	0	48
Jl.Semanu-Karangmojo	2	0		0	24

Sumber : [6]

Mengacu pada data di atas rambu lalu lintas juga sangat penting bagi pengendara agar dapat mengatur kendaraannya agar dapat meminimalisir kecelakaan bagi pengendara. Negara-negara yang pengguna jalannya mematuhi rambu lalu lintas, meski belum sempurna, riset-riset secara konsisten menunjukkan jalan yang lebih aman ternyata lebih banyak menyelamatkan nyawa dari pada cara mengemudi yang aman atau kendaraan yang lebih aman[5]. Faktor tersebut meliputi kondisi alam, desain ruas ajaran, jarak pandang kendaraan, kondisi perkerasan, kelengkapan rambu atau petunjuk jalan, pengaruh masyarakat sekitar, dan peraturan atau kebijakan tingkat lokal yang berlaku [8].

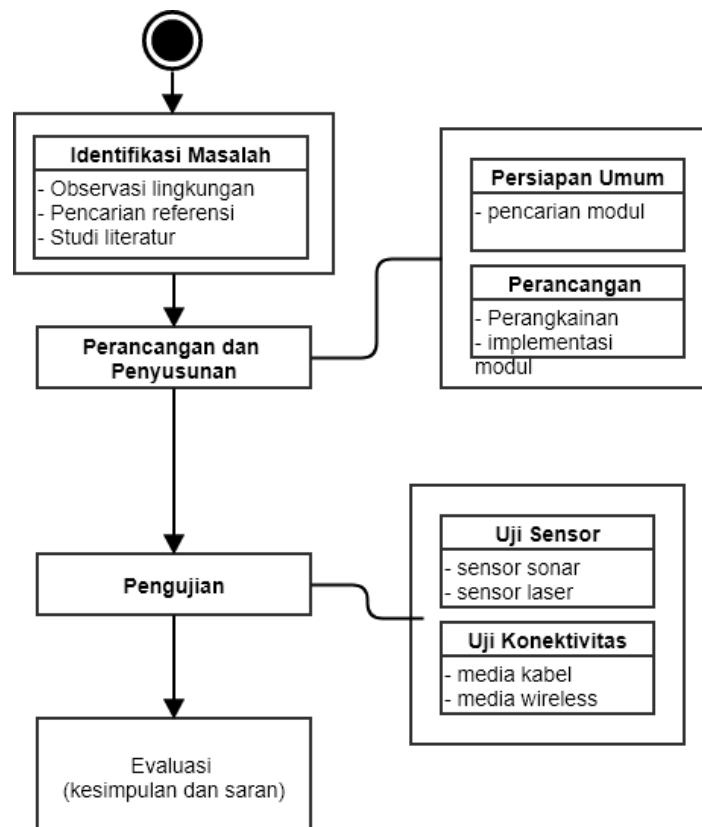
Pemasangan rambu lalu lintas merupakan fasilitas yang penting bagi pengendara terutama pada jalan yang rawan kecelakaan seperti tikungan tajam. Oleh karena itu kurangnya ketersediaan rambu lalu lintas dan marka dapat menjadi faktor terjadinya kecelakaan di jalan raya, terutama bagi pengendara yang baru pertama kali melewati jalan itu [9]. Menjadikan rambu yang layak baik disiang maupun malam hari sangat akan berdampak pada kewaspadaan pengendara dalam berkendara. Oleh karena itu modernisasi rambu juga perlu dilakukan. Saat ini rambu dengan menggunakan led sudah cukup banyak digunakan dinegara maju.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Alur Penelitian

Metode penelitian dilakukan dengan perumusan masalah yaitu melakukan observasi keadaan lingkungan dan memperhitungkan langkah apa yang kemudian akan dilakukan.

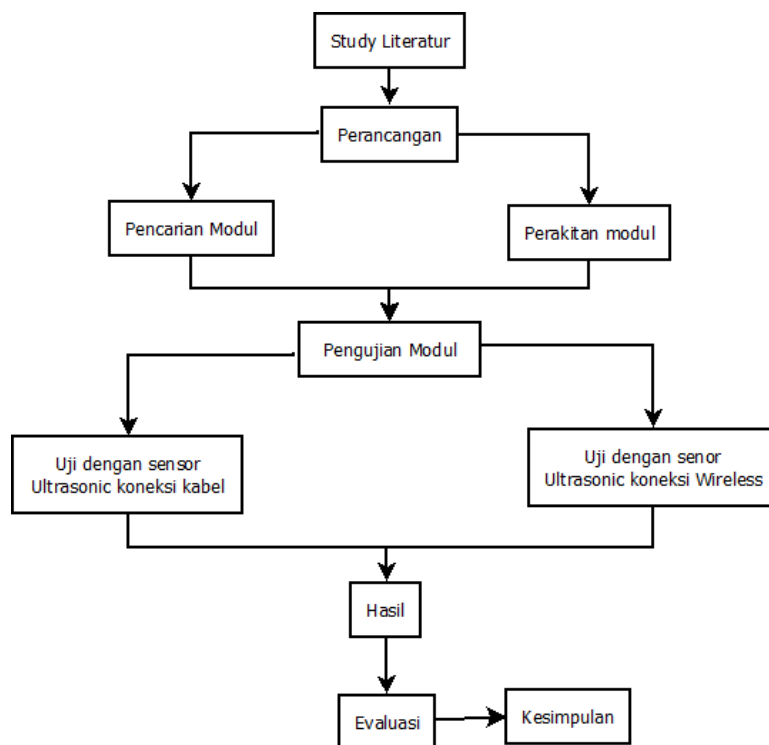
Tahapan ini juga melakukan pencarian referensi yang tepat serta melakukan review pada penelitian-penelitian yang sudah dilakukan. Tahapan selanjutnya yaitu perancangan dan penyusunan produk, pada tahapan ini produk mulai didesain dan dibangun untuk dihasilkan prototypenya. Tahapan ini terbagi menjadi dua proses yaitu persiapan umum dan rancangan desain, persiapan umum yaitu mulai mencari modul sensor yang tepat untuk diimplementasikan pada SSLS. Selanjutnya adalah tahapan rancangan desain, pada tahapan ini mulai perangkain modul yang digunakan. Tahapan selanjutnya yaitu tahap uji coba modul. Uji yang dilakukan yaitu uji simulasi lapangan yang menekankan ketepatan dan kecepatan sensor maupun notifikasi yang muncul. Pada tahapan ini peneliti melakukan uji konektivitas dengan cara membandingkan kecepatan koneksi antara beberapa media koneksi dan membandingkan keefektifitasannya. Secara alur dapat digambarkan seperti pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Alur Penelitian

2.2. Perancangan dan Penyusunan

Tahap setelah studi literatur ialah perancangan alat dan skema pengamatan. Pada gambar 2 berikut merupakan alur dari perancangan dan penyusunan SSLS (*Smart Safety Light Sign*)



Gambar 2. Alur Perancangan

2.3. Kebutuhan Modul

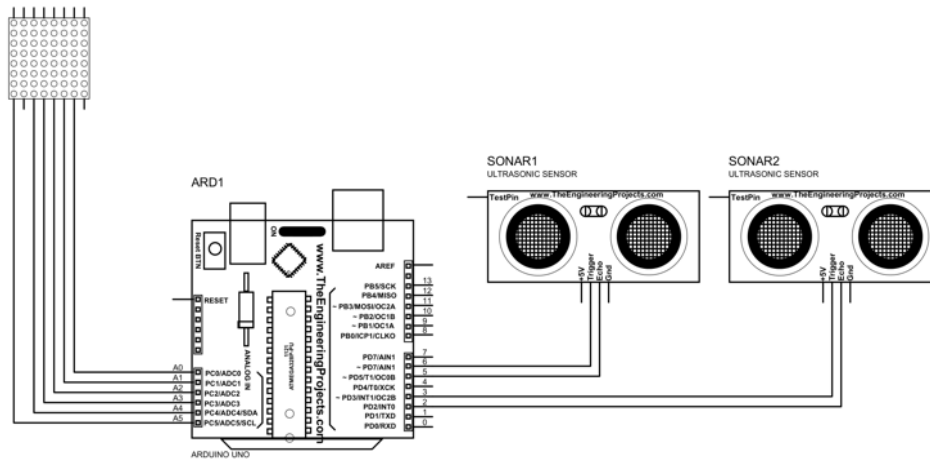
Berikut merupakan tabel yang berisi tentang bahan – bahan yang dibutuhkan untuk membangun SSLS (*Smart Safety Light Sign*).

Tabel 2. Tabel mengenai bahan yang dibutuhkan untuk membangun SSLS

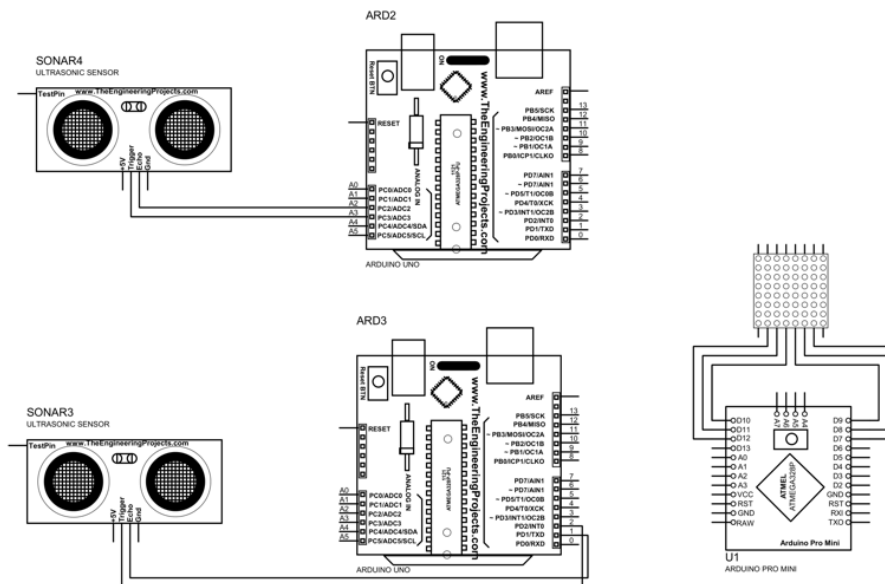
Alat	Seri	Qty	Satuan
Arduino	UNO R3	1	pcs
Ultrasonic	HY-SRF05	2	pcs
Wemos	D1 Mini	3	pcs
Led 8x8	P10	1	pcs
Kabel & Perlengkapan		1	set

2.4. Perancangan Alat

Tahap selanjutnya setelah semua bahan yang dibutuhkan sudah terkumpul maka pembuatan desain logika dari Modul. Pada penelitian ini berfokus pada perbandingan konektivitas terhadap keefektifan sensor dalam mengirim informasi. Berikut skema modul dari SSLS (*Smart Safety Light Sign*).



Gambar 3. Skema Modul Konektivitas dengan Kabel



Gambar 4. Skema Modul Koneksitas tanpa Kabel (Nirkabel)

2.5. Pengujian Sensor

Pengujian Sensor dilakukan dengan pengamatan lapangan dan beberapa percobaan. Setiap situasi dilakukan percobaan hingga 5x untuk mencari sampel nilai rata – rata. Setiap skema modul diuji dengan beberapa keadaan yang diperhitungkan akan mempengaruhi keefektifan dari modul tersebut. Setelah pengujian maka akan dilakukan Analisa dari hasil pengujian/pengamatan tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pencarian Data dengan Pengamatan Lapangan

Pada penelitian ini, pengujian dilakukan dengan cara pengamatan lapangan. Pada pengamatan kali ini menggunakan beberapa aspek dan situasi pada sebuah tikungan tajam untuk

melihat perbandingan dari penggunaan konektivitas pengiriman data. Aspek yang digunakan untuk pengamatan lapangan terdapat pada tabel 3 berikut :

Tabel 3. Aspek dan situasi pengamatan lapangan

Aspek	Situasi Jalan
Lebar Jalan < 4 meter	Lengang & Ramai
Lebar Jalan > 4 meter	Lengang & Ramai
Kecepatan Kendaraan < 25km/jam	Lengang & Ramai
Kecepatan Kendaraan > 25km/jam	Lengang & Ramai

Pengamatan lapangan ini dilakukan di beberapa tikungan tajam yang memiliki tingkat kecelakaan yang tinggi dan keadaan tikungan yang kurang baik seperti jalan terlalu kecil, sudut tikungan di bawah 90 derajat dan tidak terlihat situasi dari lawan arah. Setiap pengamatan dilakukan percobaan 5x dengan waktu tempuh pengamatan yang tertera. Pengamatan lapangan dengan aspek lebar jalan kurang dari 4 meter dengan situasi jalan lenggang terdapat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Pengamatan dengan lebar jalan kurang dari 4 meter dan situasi jalan yang lenggang

Aspek	Koneksi Sensor	Situasi Jalan Lenggang			Akurasi (%)
		Percobaan ke -	Jumlah Kendaraan	Terbaca Sensor Waktu	
Lebar Jalan < 4 meter	Kabel	1	50	48	13.05
		2		48	12.41
		3		47	11.12
		4		49	13.21
		5		50	13.45
	Nirkabel	1	50	45	11.10
		2		45	12.00
		3		46	12.34
		4		48	13.56
		5		46	13.43

Untuk hasil pengamatan dengan lebar jalan kurang dari 4 meter dan situasi jalan ramai tersaji pada tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Pengamatan dengan lebar jalan kurang dari 4 meter dan situasi jalan yang ramai

Aspek	Koneksi Sensor	Situasi Jalan Ramai			Akurasi (%)
		Percobaan ke -	Jumlah Kendaraan	Terbaca Sensor Waktu	
Lebar Jalan < 4 meter	Kabel	1	50	46	02.54
		2		38	02.39
		3		48	02.22
		4		39	01.33
		5		41	03.15
	Nirkabel	1	50	36	02.43
		2		31	01.58
		3		38	02.19

	4	49	01.53
	5	43	02.43

Hasil pengamatan dengan lebar jalan lebih dari 4 meter dan situasi jalan lenggang tersaji pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Hasil Pengamatan dengan lebar jalan lebih dari 4 meter dan situasi jalan yang lenggang

Aspek	Koneksi Sensor	Situasi Jalan Lenggang			Akurasi (%)
		Percobaan ke -	Jumlah Kendaraan	Terbaca Sensor Waktu	
Lebar Jalan > 4 meter	Kabel	1	50	32	12.12
		2		31	12.39
		3		26	13.44
		4		27	11.42
		5		29	13.05
	Nirkabel	1	50	33	12.28
		2		32	11.02
		3		23	12.22
		4		25	12.53
		5		27	13.24

Hasil pengamatan dengan lebar jalan lebih dari 4 meter dan situasi jalan yang ramai dapat disimak pada tabel 7 berikut.

Tabel 7. Hasil Pengamatan dengan lebar jalan lebih dari 4 meter dan situasi jalan yang ramai

Aspek	Koneksi Sensor	Situasi Jalan Ramai			Akurasi (%)
		Percobaan ke -	Jumlah Kendaraan	Terbaca Sensor Waktu	
Lebar Jalan > 4 meter	Kabel	1	50	26	02.14
		2		26	02.35
		3		17	02.49
		4		24	01.41
		5		20	02.18
	Nirkabel	1	50	32	01.48
		2		26	02.00
		3		17	02.32
		4		25	02.25
		5		25	03.37

Selanjutnya untuk Hasil pengamatan lapangan dengan aspek kecepatan kendaraan, dapat dilihat pada beberapa tabel selanjutnya. Untuk tabel 8 memperlihatkan hasil pengamatan dengan kecepatan kendaraan kurang dari 25 KM/Jam dan situasi jalan yang lenggang.

Tabel 8. Hasil Pengamatan dengan kecepatan kendaraan kurang dari 25km/jam dan situasi jalan yang lenggang

Aspek	Koneksi Sensor	Situasi Jalan Lenggang			Akurasi (%)
		Percobaan	Jumlah	Terbaca Waktu	

Pengaruh Konektivitas Pada Smart Safety Light Sign

	Koneksi Sensor	Percobaan ke -	Jumlah Kendaraan	Sensor		Akurasi (%)
				Terbaca	Waktu	
Kecepatan Kendaraan < 25km/jam	Kabel	1	50	47	12.01	94
		2		49	12.21	
		3		43	13.03	
		4		47	12.51	
		5		48	11.53	
	Nirkabel	1	50	42	14.00	92
		2		44	11.20	
		3		49	13.44	
		4		46	12.54	
		5		48	11.23	

Pada tabel 9 berikut, memperlihatkan hasil pengamatan dengan kecepatan kendaraan kurang dari 25 KM/Jam dan situasi jalan yang ramai.

Tabel 9. Hasil Pengamatan dengan kecepatan kendaraan kurang dari 25km/jam dan situasi jalan yang ramai

Aspek	Koneksi Sensor	Situasi Jalan Ramai				Akurasi (%)
		Percobaan ke -	Jumlah Kendaraan	Terbaca Sensor	Waktu	
Kecepatan Kendaraan < 25km/jam	Kabel	1	50	43	02.33	86
		2		39	02.31	
		3		43	02.43	
		4		48	01.57	
		5		42	03.01	
	Nirkabel	1	50	34	01.32	81
		2		39	02.43	
		3		42	01.12	
		4		47	01.43	
		5		41	02.44	

Hasil pengamatan untuk kecepatan kendaraan lebih dari 25 KM/Jam dan situasi jalan lenggang terdapat pada tabel 10 sebagai berikut.

Tabel 10. Hasil Pengamatan dengan kecepatan kendaraan lebih dari 25km/jam dan situasi jalan yang lenggang

Aspek	Koneksi Sensor	Situasi Jalan Lenggang				Akurasi (%)
		Percobaan ke -	Jumlah Kendaraan	Terbaca Sensor	Waktu	
Kecepatan Kendaraan > 25km/jam	Kabel	1	50	43	11.15	90
		2		46	12.51	
		3		43	13.42	
		4		45	12.51	
		5		47	12.15	
	Nirkabel	1	50	42	12.30	88
		2		41	11.40	

	3	49	14.04
	4	42	12.26
	5	45	10.33

Hasil pengamatan dengan kecepatan kendaraan lebih dari 25 KM/Jam dan situasi jalan yang ramai dapat disimak pada tabel 11 sebagai berikut.

Tabel 11. Hasil Pengamatan dengan kecepatan kendaraan lebih dari 25km/jam dan situasi jalan yang ramai

Aspek	Koneksi Sensor	Situasi Jalan Ramai			Akurasi (%)
		Percobaan ke -	Jumlah Kendaraan	Terbaca Sensor Waktu	
Kecepatan Kendaraan > 25km/jam	Kabel	1	50	45	01.24
		2		41	03.15
		3		49	02.43
		4		44	02.51
		5		48	01.24
	Nirkabel	1	50	46	01.32
		2		45	02.01
		3		41	02.22
		4		42	03.43
		5		48	01.46

3.2. Analisa Hasil Pengamatan Lapangan

Dari hasil pengamatan lapangan, terdapat akurasi pembacaan sensor dari beberapa aspek dan situasi jalannya. Setiap percobaan memiliki nilai yang berubah ubah dan waktu yang berbeda. Tabel 12 menyajikan mengenai evaluasi akurasi sensor dari hasil pengamatan lapangan sebagai berikut.

Tabel 12. Evaluasi Hasil Pengamatan

Aspek	Situasi	Konektivitas		Perbandingan Akurasi
		Kabel (%)	Nirkabel (%)	
Lebar Jalan < 4 meter	Lengang	97	92	Kabel > Nirkabel
	Ramai	85	79	Kabel > Nirkabel
Lebar Jalan > 4 meter	Lengang	58	56	Kabel > Nirkabel
	Ramai	45	50	Kabel < Nirkabel
Kecepatan Kendaraan < 25km/jam	Lengang	94	92	Kabel > Nirkabel
	Ramai	86	81	Kabel > Nirkabel
Kecepatan Kendaraan > 25km/jam	Lengang	90	88	Kabel > Nirkabel
	Ramai	91	89	Kabel > Nirkabel
Akurasi Sensor		81	78	Kabel > Nirkabel

Berdasarkan aspek pengamatan, faktor akurasi pembacaan sensor tidak dipengaruhi karena konektivitas yang dipakai pada rambu lalu lintas pendeteksi situasi lawan arah di tikungan tajam, karena beberapa akurasi dari pengamatan sensor dengan konektivitas nirkabel memiliki nilai lebih tinggi dari konektivitas kabel begitu pula sebaliknya. Analisa faktor penyebab nilai akurasi sensor dengan konektivitas kabel 81% maupun konektivitas nirkabel 78% adalah :

- a. Akurasi sensor memiliki nilai kurang baik disebabkan karena lebar jalan yang melebihi jarak tempuh sensor yaitu melebihi 4 meter. Jarak dari pembacaan sensor hanya sejauh 4 meter sehingga ketika kendaraan melewati sensor tetapi dengan jarak lebih dari 4 meter tidak akan terbaca oleh sensor.
- b. Situasi jalan juga menjadi faktor berkurangnya nilai akurasi sensor karena ketika jalan ramai (kendaraan saling berdekatan ketika melewati sensor) maka sensor akan terus membaca status adanya kendaraan yang akan melewati tikungan hingga kendaraan terakhir. Faktor ini bukan faktor negatif dari sensor karena ini merupakan pembacaan sistem ketika kendaraan berjalan melewati sensor beriringan akan membaca 1 objek hingga kendaraan terakhir
- c. Penempatan sensor menjadi faktor selanjutnya yang membuat nilai akurasi tidak maksimal. Terlalu rendah atau tinggi dengan tanah akan mengurai terbacanya kendaraan.

3.3. Rekomendasi Pemecahan Permasalahan Untuk Akurasi Pembacaan Sensor

Pemecahan permasalahan berikut untuk memaksimalkan fungsi dari sensor dan dapat meminimalisir faktor kecelakaan yang ada di tikungan tajam. Berikut pemecahannya :

Tabel 13. Tabel Rekapitulasi Permasalahan Akurasi dan Penanganannya

Aspek	Permasalahan	Penanganan Masalah
Lebar jalan > 4 meter	Sensor tidak membaca kendaraan yang lewat dengan jarak melebihi kemampuan pembacaan sensor (4 meter)	Penggantian sensor <i>Ultrasonic</i> yang memiliki jarak tempuh yang lebih lebar. Penggantian sensor selain <i>Ultrasonic</i> yang memiliki pembacaan sensor yang lebih baik dari <i>Ultrasonic</i>
Penempatan Sensor	Ketika penempatan sensor tidak sesuai dengan target kendaraan maka sensor tidak membaca kendaraan tersebut	Menghitung penempatan sensor dengan standar rata-rata kendaraan yang ada. Yaitu penghitungan tinggi penempatan sensor harus sesuai dengan standar tinggi badan kendaraan meliputi kendaraan roda 2 maupun roda 4

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari perancangan, pengamatan dan analisa yang telah dilakukan maka dapat dihasilkan kesimpulan, diantaranya :

- a. Dari beberapa aspek pengamatan, konektivitas bukan merupakan faktor penghambat dari SSLS atau *Smart Safety Light Sign*.
- b. Nilai Akurasi sensor dapat berbeda beda (tidak maksimal) sesuai jumlah kendaraan karena beberapa faktor yaitu lebar jalan lebih dari 4 meter dan penempatan posisi sensor yang kurang tepat
- c. Nilai akurasi sensor rendah ketika keadaan ramai bukan karena kesalahan sistem, melainkan pembacaan sistem akan mengirim secara *realtime* jumlah kendaraan yang sedang melewati. Ketika beriringan (tidak ada jeda) maka akan terhitung 1 kendaraan yang paling akhir.
- d. Pembuatan SSLS dengan konektivitas nirkabel dianjurkan untuk meminimalisir instalasi modul dengan situasi tikungan tajam.

5. SARAN

Untuk menutup kekurangan penelitian maka terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya. Saran terutama untuk pemecahan beberapa masalah yang ada yaitu :

- a. Penggantian sensor *ultrasonic* yang memiliki jarak jangkauan lebih jauh dan respon time lebih responsif,
- b. Penggantian sensor selain ultrasonic seperti sensor laser yang memiliki kemampuan lebih baik untuk membaca objek yang melewatinya dan tidak terganggu noise suara,
- c. Penghitungan posisi yang sesuai dengan standar rata-rata tinggi badan tiap kendaraan

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak kampus Universitas Amikom Yogyakarta dan LPPM Universitas Amikom Yogyakarta yang telah memberikan berbagai dukungan, baik dari sisi finansial maupun dukungan lain seperti evaluasi serta saran/masukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. P. D. J. C. Henriques, I. G. A. P. R. Agung, dan L. Jasa, "Rancang Bangun Sensor Jarak sebagai Alat Bantu Memarkir Mobil berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 17, no. 1, hal. 72, 2018, doi: 10.24843/mite.2018.v17i01.p10.
- [2] R. B. Mack, P. Examiner, B. Casler, dan P. C. Vanderhye, "(12) United States Patent," vol. 2, no. 12, 2011.
- [3] B. Arsada, "Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno," *J. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 2, hal. 1–8, 2017.
- [4] S. A. M. A. K dan S. Amini, "Sistem Monitoring Tempat Parkir dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno pada Cibinong City Mall," *Seniati*, hal. 350–355, 2016.
- [5] R. Manggala *et al.*, "Pada Tikungan Tajam," vol. 4, hal. 462–470, 2015.
- [6] D. Purwanto, D. T. Sipil, F. Teknik, U. Diponegoro, K. U. Tembalang, dan S. K. Pernalang, "Karakteristik Kecelakaan Lalu Lintas Di Jalan Pantura Jawa Tengah," vol. 7, hal. 131–141, 2018.
- [7] S. N. Rudrokasworo, T. Tjahjono, dan A. T. Mulyono, "Titik Rawan Kecelakaan Di Kabupaten Gunung Kidul," *J. Transp.*, vol. 9, no. 2, hal. 127–138, 2009.
- [8] S. Sujanto dan A. T. Mulyono, "Inspeksi Keselamatan Jalan Di Jalan Lingkar Selatan Yogyakarta," *J. Transp.*, vol. 10, no. 1, hal. 13–22, 2010.
- [9] R. R. Perdana, Y. Kristian, A. Permata, dan S. Latifah, "RAMBU LALU LINTAS TERHADAP KECELAKAAN (Studi Kasus : Tanjakan Kethekan Kec . Jambu , Ruas Jalan," 2014.