

Rancang Bangun Alat Pendeteksi Objek Untuk Titik Buta Pada Bus Besar Reguler

1st Muhammad Hafid Aqil Siroj

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

aqilhafid@student.telkomuniversity.ac.i

d

2nd Porman Pangaribuan

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

porman@telkomuniversity.ac.id

3rd Erwin Susanto

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

erwinelektro.telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Bus merupakan suatu moda transportasi darat yang dapat mengantarkan seseorang berpindah dari suatu tempat ke tempat lain dalam jumlah yang masal. Namun bus juga memiliki kekurangan pada tingkat keamanannya yang disebabkan oleh dimensinya yang besar sehingga memiliki titik buta (*blind spot*) yang dapat menyebabkan kecelakaan. **Object Detector for Bus Blind Spot Area** menggunakan sensor ultrasonik dan sistem monitoring dapat membuat pengemudi bus lebih mudah untuk mengetahui objek disekitar bus terutama pada area *blind spot*. Desain ringkas, andal, dan berbiaya rendah adalah keunggulan untuk sistem pada fitur keamanan ini. Alat ini menggunakan sensor ultrasonik yang dipasang di beberapa titik pada bagian bus untuk mendeteksi objek serta monitor lcd untuk menampilkan hasil pendeteksi dari sensor ultrasonik tersebut. Hasil dari penelitian ini adalah alat pendeteksi yang dapat mendeteksi objek di sekitar area titik buta pada bus dengan hasil pendeteksi yang ditampilkan melalui monitor lcd.

Kata kunci— *Blind spot*, Bus, Object, Ultrasonic.

I. PENDAHULUAN

Bus adalah kendaraan bermotor angkutan orang yang memiliki tempat duduk lebih dari 8 (delapan) orang tidak termasuk pengemudi atau yang beratnya lebih dari 3.500 Kg[1]. Moda transportasi bus menjadi pilihan dikarenakan harga tiketnya yang terjangkau, nyaman, dan sudah semakin cepat dengan adanya pembangunan infrastruktur jalan tol di beberapa wilayah di Indonesia. Namun, dikarenakan dimensinya yang besar, bus juga memiliki titik buta yang cukup signifikan walaupun sudah dibantu dengan penggunaan spion konvensional. *Blind spot* atau titik buta dalam berkendara adalah bagian dari sekeliling pengemudi yang tidak dapat dilihat saat mengemudikan kendaraan, karena beberapa alasan seperti jangkauan pandangan yang terbatas pada cermin (spion) maupun terhalang oleh muatan yang dibawa. Letak titik buta atau *blind spot* tergantung pada jenis kendaraan yang digunakan, umumnya semakin besar dimensi mobil maka semakin besar pula titik buta yang ada[2].

Saat ini di Indonesia sudah ada beberapa perusahaan bus yang mencoba untuk memberikan solusi agar masalah *blind spot* ini teratasi yaitu dengan penggunaan spion kamera. Spion jenis ini merupakan spion yang menggunakan alat bantu kamera sebagai pengganti kaca cermin pada spion

konvensional lalu gambar yang ditangkap oleh kamera akan ditampilkan secara langsung melalui layar monitor yang dipasang di pilar a dan b pada kendaraan bus. Namun pada implementasinya spion kamera memiliki kekurangan diantaranya, yaitu hilangnya gambar tangkapan kamera pada malam hari akibat sinar yang mengarah langsung ke kamera sehingga pengemudi tidak dapat melihat objek yang berada di belakang kendaraan dengan baik, selain itu juga adanya rasa kurang nyaman yang dirasakan oleh pengemudi bus dikarenakan adanya paparan cahaya monitor yang berada di depan pengemudi, dan tentunya spion jenis kamera ini memiliki harga yang tinggi sehingga dapat menjadi kendala dalam perhitungan bisnis para operator bus di Indonesia.

Pada penelitian ini telah didapatkan solusi untuk mengatasi masalah *blind spot* pada bus, yaitu dengan merancang alat pendeteksi objek yang menggunakan sensor ultrasonik sebagai sensor pengukur jarak berbasis Arduino. Melalui alat ini pengemudi bus akan terbantu dalam mengetahui objek yang berada disekitar bus namun tidak terlihat oleh kaca spion konvensional. Alat ini akan memberikan rasa aman dan nyaman, karena pengemudi tidak perlu beradaptasi secara berlebihan seperti pada saat penggunaan spion berbasis kamera. Biaya pemakaian sensor juga lebih rendah dari pada sistem kamera.

II. KAJIAN TEORI

A. Bus Besar Reguler

Pada penelitian ini, alat diimplementasikan pada bus besar dengan panjang 12.000 milimeter, lebar 2.500 milimeter, serta tinggi 3.800 milimeter yang termasuk dalam kategori bus besar[3]. Bus jenis ini merupakan bus yang banyak beredar di Indonesia terutama sebagai moda transportasi antar kota antar provinsi (AKAP) dengan berbagai macam trayek yang dijalankan mulai jarak dekat maupun jarak jauh. Selain diperuntukan sebagai transportasi AKAP atau reguler bus jenis ini juga banyak dipakai sebagai bus pariwisata.

B. Titik Buta

Informasi tentang posisi berubahnya kendaraan lain di jalan merupakan salah satu hal yang penting bagi pengemudi untuk memastikan kondisi yang aman dari kecelakaan lalu lintas. Bantuan cermin samping (spion)

merupakan salah satu upaya agar pengemudi dapat melihat keberadaan disekitar kendaraan dengan baik. Namun, kaca cermin tersebut tidak mencakup seluruh area di sekitar kendaraan, seperti area belakang di kedua sisi kendaraan yang berada diluar pandangan cermin samping. Hal ini disebut sebagai titik buta kendaraan[4]. Fenomena titik buta dapat bervariasi dalam efeknya tergantung pada beberapa faktor seperti tinggi pengemudi dan ukuran kendaran, terutama pada kendaraan bus besar. Dengan dimensi kendaraan yang besar bus memiliki area titik buta yang cukup besar, sehingga menjadikannya titik rawan yang dapat menyebabkan insiden[5].

C. Sensor Ultrasonik JSN-SR04T

Sensor ini memiliki sistem menggunakan prinsip dasar perambatan dan pemantulan suara oleh material di rentang frekuensi ultrasonic [6]. Memiliki sistem kerja yang sama dengan HC-SR04, namun yang paling membedakan adalah sensor ultrasonik JSN-SR04T bersifat waterproof atau tahan terhadap air. Selain itu, sensor juga memiliki kabel yang panjangnya mencapai 2.5 meter yang menghubungkan antara sensor dengan transduser (modul untuk mengubah hasil sensor menjadi pulse yang dapat dibaca arduino). Adanya kabel ini dapat dimanfaatkan sebagai pemisah antara sensor dengan device yang tidak tahan air seperti arduino atau tambahan lainnya. Sensor ini memiliki jarak maksimal sebesar 4 meter dan minimal 25 cm[7].

D. Step Down LM 2596

Perangkat elektronika yang berfungsi sebagai penurun tegangan yang dapat disesuaikan dengan tegangan yang dibutuhkan. Step down LM 2596 bekerja dengan cara mengurangi tegangan masukan yang lebih tinggi menjadi tegangan lebih rendah. Chip ini menggunakan metode switching, dimana sirkuit internalnya mengatur aliran energi secara cepat dan efisien untuk menghasilkan tegangan keluaran yang stabil[8]. Step down LM 2596 banyak digunakan dalam aplikasi rangkaian elektronik seperti, rangkaian elektronik portable, catu daya regulator, pengisian baterai, dan lain-lain. Terdapat versi basic step down LM 2596 dan yang lebih advance, perbedaannya hanya dalam keleluasan untuk mengatur tegangan yang dihasilkan untuk versi advance lebih mudah untuk mengaturnya dan terdapat LED sebagai indikator tegangan keluaran..

E. Arduino ATmega 2560 Pro

Board Arduino Mega 2560 pro adalah sebuah Board Arduino yang berbasis ATmega 2560. Arduino Mega 2560 memiliki pin input/output digital dan analog serta bekerja pada kecepatan 16 MHz. ketersediaan banyak pin input/output memungkinkan Arduino Mega dapat terhubung dengan banyak sensor, serta beragamnya pin PWM dan analog juga memudahkan koneksi Arduino ke modul sensor serta layar monitor [9]. Seri ini memiliki ukuran yang kecil dan kompak yaitu 38x55mm sehingga cocok untuk digunakan pada project box yang memiliki ukuran terbatas.

F. Kabel Bintik

Berdasarkan dengan karakteristik serta keunggulan kabel serabut, maka kabel jenis ini tepat digunakan untuk keperluan penghubung komponen terlebih apabila pemasangan komponen pada objek yang berjalan [11]. Sifat

fleksibel dari kabel serabut akan lebih tahan terhadap getaran sehingga kabel jenis ini memiliki masa pakai atau durability yang lebih baik dibanding dengan kabel tunggal. Tersedia berbagai jenis ukuran dengan berbagai macam kualitas kabel serabut di pasaran, salah satu jenis terbaik dari kabel serabut yaitu kabel serabut bitnik atau lebih dikenal sebagai kabel body bintik. Kabel bintik dikenal memiliki ketahanan dan fleksibilitas yang baik, oleh karena itu banyak perusahaan otomotif yang menggunakan kabel jenis ini sebagai kabel standard produksi perusahaan.

G. LCD TFT Nextion Arduino 3.5 inc

TFT adalah singkatan atau kepanjangan dari Thin Film Transistor, merupakan jenis layar LCD handphone atau smartphone yang umum dari tipe lainnya. Jenis Layar TFT, menawarkan kualitas yang lebih baik, termasuk gambar dan resolusi lebih tinggi jika dibandingkan dengan generasi layar sebelumnya. Keunggulan lain dari LCD nextion Arduino ini yaitu memiliki software yang dapat memudahkan user dalam menentukan design yang digunakan untuk monitor, serta memiliki koneksi yang sudah dirancang agar dapat melakukan program berbasis Arduino[10].

III. METODE

Pada tugas akhir ini dibuat sebuah alat pendeteksi objek yang dipasangkan pada bus besar. Konfigurasi sistem merupakan hubungan dari beberapa komponen yang di konfigurasi sehingga alat dapat bekeja sesuai dengan tujuan yang dicapai.

A. Desain Sistem



Gambar 3. 1 Desain Blok Sistem

Berdasarkan Gambar 3.1. berikut, alat pendeteksi objek untuk titik buta pada bus ini akan mendeteksi objek disekitar kendaraan sebagai input dengan sensor ultrasonik JSN SR04T untuk mendapatkan nilai jarak antara kendaraan dengan objek yang berada disekitar kendaraan, dan lalu menampilkan hasil pendeteksi melalui *monitor* LCD yang dipasang pada *dashboard* kendaraan.

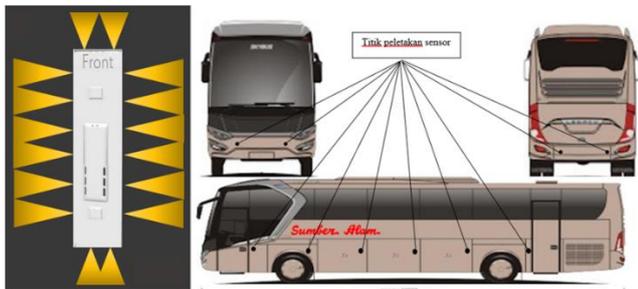
B. Fungsi dan Fitur

Fungsi dan fitur yang terdapat dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. *Step Down* LM2596 berfungsi sebagai penurun tegangan *inverter* DC pada bus dari 24 V menjadi 5 V untuk mikrokontroller.
2. Mikrokontroller berfungsi sebagai controller dan *input* dengan menggunakan sinyal yang didapatkan dari sensor.
3. Sensor *ultrasonic* JSN-SR04T dapat mendeteksi keberadaan objek disekitar kendaraan dengan hasil pembacaan jarak.
4. *Monitor* LCD menampilkan hasil pendeteksi objek disekitar kendaraan dengan visualisasi gambar dengan indikator warna

- Monitor LCD menampilkan hasil pendeteksi objek disekitar kendaraan dengan visualisasi yang menampilkan angka jarak pendeteksiian.

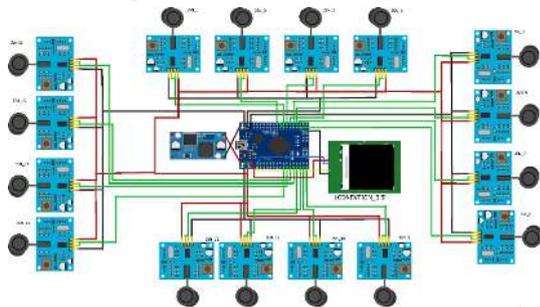
C. Titik Sensor



GAMBAR 3.2 Titik Sensor

Gambar 3.2 adalah titik pemasangan sensor pada eksterior bus dengan hasil ilustrasi hasil pendeteksiian yang dihasilkan. Terdapat 16 (enam belas) titik sensor yang dipasangkan dengan jarak antar sensor pada bumper depan dan belakang yaitu 1.500 mm. Pada bagian sisi kanan dan kiri, jarak pemasangan antar sensor yaitu 1.700 mm. Penentuan jarak pemasangan antar sensor adalah dengan menggunakan panjang rata-rata kendaraan di Indonesia dengan minimal panjang 1.700mm.

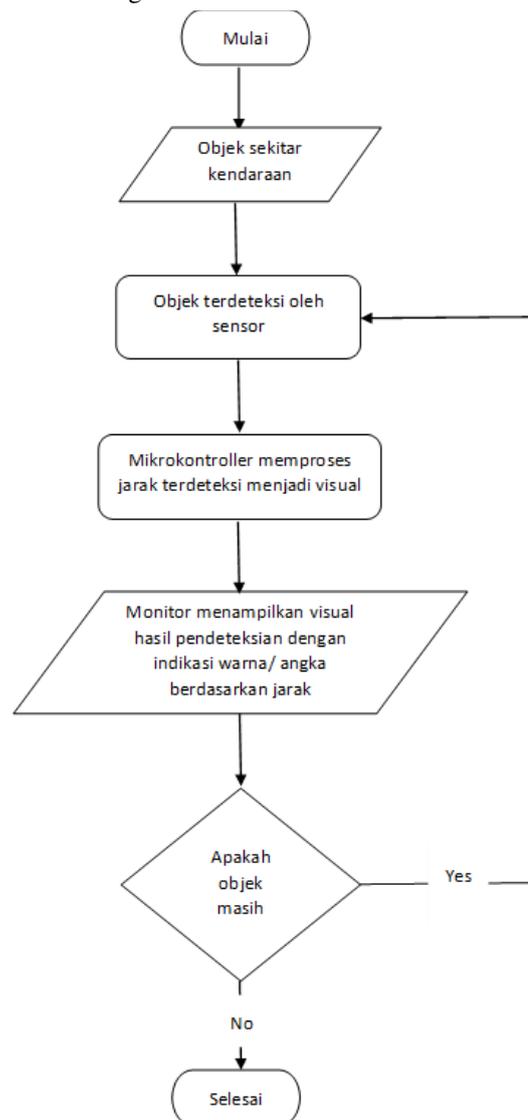
D. Desain Perangkat Keras



GAMBAR 3.2 Desain Perangkat Keras

Gambar 3.2. adalah perangkat keras yang dibutuhkan dalam merancang pendeteksi objek pada titik buta bus. Perangkat keras pertama yaitu sensor ultrasonic model JSN-SR04T sebagai sensor yang akan mendeteksi keberadaan objek di sekitar kendaraan. Perangkat kedua yaitu Step Down LM2596 yang berfungsi sebagai penurun tegangan yang didapatkan dari sumber tegangan bus agar dapat disesuaikan dengan tegangan rekomendasi untuk mikrokontroler. Perangkat ketiga yaitu Mikrokontroler Arduino ATmega 2560 pro yang akan memproses hasil pendeteksi agar dapat mengeluarkan gambar visual yang akan ditampilkan pada perangkat keras terakhir yaitu LCD TFT Arduino berukuran 3.5 inc. Step down LM2596 dan mikrokontroler diletakan pada satu papan yang akan menjadi papan kontroler utama, dengan penggunaan custom printed PCB untuk memudahkan proses pemasangan kabel input dari kabel serta output untuk layar monitor. Modul sensor JSN-SR04T diletakan dalam satu project box berukuran 100 mm x 75 mm x 35 mm, dengan pembagian dua modul dalam satu project box.

E. Desain Perangkat Lunak



GAMBAR 3.3 Diagram Alir

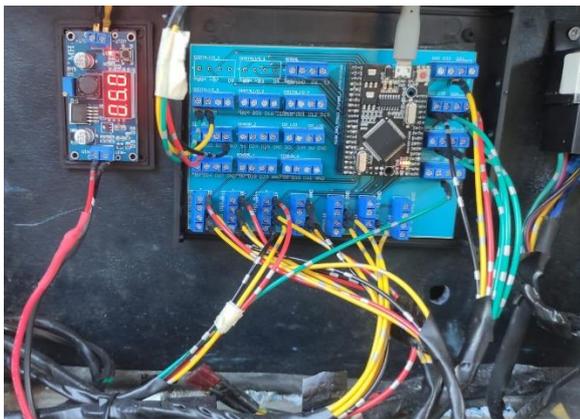
Gambar 3.4 merupakan diagram alir penelitian atau flowchart pada alat pendeteksi objek untuk titik buta pada bus. Tahap pertama pada flowchart ini adalah adanya objek yang berada disekitar kendaraan, lalu sensor ultrasonik akan mendeteksi objek tersebut lalu mendapatkan jarak dari objek kepada kendaraan dalam satuan jarak (cm). Data pendeteksiian yang didapatkan dari sensor ultrasonik akan diproses oleh mikrokontroler supaya menjadi gambar visual yang diinginkan, lalu ditampilkan melalui monitor LCD. Apabila objek di sekitar kendaraan masih terdeteksi oleh sensor, maka proses akan terus berulang sampai tidak ada lagi objek yang berada disekitar kendaraan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Alat

Perancangan alat pendeteksi objek untuk titik buta pada bus dengan menggunakan Arduino mega pro dan sensor

JSN-SR04T. Sistem ini dapat mendeteksi keberadaan objek yang berada disekitar bus dengan mengetahui jarak dan memberikan indikasi dalam bentuk blok warna yang dapat dilihat melalui layar monitor yang terpasang pada dashboard bus sehingga memberikan kemudahan kepada pengemudi bus untuk mengetahui kondisi sekitar bus secara real-time. Terdapat 16 titik sensor yang tersebar pada bagian body bus untuk dapat mendeteksi keberadaan objek disekitar kendaraan bus. Gambar 4.1 merupakan implementasi dari papan rangkaian kontrol utama, terdiri dari kontroler Arduino Mega pro yang dipasangkan dengan custom printed PCB dan juga rangkaian stepdown.



GAMBAR 4.1
Papan Rangkaian Kontrol Utama



GAMBAR 4.2
Layar Monitor LCD

Gambar 4.2 merupakan implementasi layar monitor LCD yang dipasangkan pada bagian dashboard bus. Tampilan awal ketika sistem diaktifkan, terdapat 2 pilihan yaitu BM 1 dan BM 2. Pilihan tersebut merupakan pilihan dari tampilan keluaran yang dibutuhkan. Pilihan BM 1 maka layar akan menampilkan hasil pengukuran dengan visualisasi warna sebagai indikator hasil pembacaan, lalu BM 2 akan menampilkan hasil pengukuran dengan angka sesuai dengan hasil pendeteksian yang didapatkan oleh sensor.



GAMBAR 4.3
Pemasangan Sensor pada Kendaraan



GAMBAR 4.4
Pemasangan Modul Sensor pada Kendaraan

Gambar 4.3 dan gambar 4.4 merupakan komponen transduser serta sensor yang sudah berhasil diimplementasikan pada bus. Terdapat 16 titik pemasangan sensor, dua untuk bagian depan, empat pada sisi kanan, empat pada sisi kiri, serta dua pada bagian belakang yang sudah ditentukan sesuai dengan perhitungan peletakan sensor yang telah disesuaikan. Modul sensor diletakkan pada *project box* dengan tujuan agar modul sensor tidak terkena cairan ataupun hal lainnya yang dapat menghambat ataupun merusak modul sensor. Satu *project box* berisikan masing-masing dua modul sensor yang diletakkan sesuai dengan posisi sensor yang dipasangkan pada *body* bus agar mempermudah dalam pemasangan.

B. Pengujian Akurasi Jarak (Statis)

Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran dengan menggunakan meteran manual sebagai pembanding hasil pembacaan oleh sensor yang ditampilkan melalui monitor yang terpasang pada dashboard bus. Metode perhitungan akurasi dilakukan dengan cara melakukan operasi perbandingan untuk mendapatkan selisih hasil antara hasil yang didapatkan oleh kedua metode supaya mendapatkan data hasil absolute error rate = $\frac{\text{selisih}}{(\text{Nilai sebenarnya})} \times 100\%$ sehingga data akurasi dapat disimpulkan dengan $100\% - (N)\text{error rate } \%$. Berikut ini merupakan hasil perhitungan pengambilan data akurasi statis.

TABEL 4. 1
Hasil Pengujian Sensor Depan Kiri

Depan Kiri				
No	Meteran manual (cm)	Device Measurement (cm)	Difference (absolute) (cm)	Error %
1	50	48	2	4,00%
2	75	74	1	1,33%
3	95	95	0	0,00%
4	115	112	3	2,61%
5	177	179	2	1,13%
Average	148,2	147,9	1,3	1,20%
Akurasi	98,80%			

TABEL 4. 2
Hasil Pengujian Sensor Depan Kanan

Depan kanan				
No	Meteran Manual (cm)	Device Measurement (cm)	Difference (absolute) (cm)	Error %
1	50	49	1	2,00%
2	75	76	1	1,33%
3	95	93	2	2,11%
4	115	117	2	1,74%
5	120	115	5	4,17%
Average	142,5	142,6	1,9	1,50%
Akurasi	98,50%			

TABEL 4. 3
Hasil Pengujian pada Sensor Kiri 1

Kiri 1				
No	Meteran Manual (cm)	Device Measurement (cm)	Difference (absolute) (cm)	Error %
1	50	51	1	2,00%
2	75	75	0	0,00%
3	95	97	2	2,11%
4	115	112	3	2,61%
5	250	248	2	0,80%
Average	155,5	154,6	1,5	1,16%
Akurasi	98,84%			

TABEL 4. 4
Hasil Pengujian pada Sensor Kanan 1

Kanan 1				
No	Meteran Manual (cm)	Device Measurement (cm)	Difference (absolute) (cm)	Error %
1	50	47	3	6,00%
2	75	73	2	2,67%
3	95	97	2	2,11%
4	115	112	3	2,61%
5	120	120	0	0,00%
Average	142,5	141,7	1,8	1,76%
Akurasi	98,24%			

TABEL 4. 5
Hasil Pengujian pada Sensor Kiri 2

Kiri 2				
No	Meteran Manual (cm)	Device Measurement (cm)	Difference (absolute) (cm)	Error %
1	50	53	3	6,00%
2	75	72	3	4,00%
3	95	95	0	0,00%
4	115	115	0	0,00%
5	264	262	2	0,76%
Average	156,9	156,7	1,8	1,62%
Akurasi	98,38%			

TABEL 4. 6
Hasil Pengujian pada Sensor Kanan 2

Kanan 2				
No	Meteran Manual (cm)	Device Measurement (cm)	Difference (absolute) (cm)	Error %
1	50	49	1	2,00%
2	75	75	0	0,00%
3	95	94	1	1,05%
4	115	116	1	0,87%
5	125	125	0	0,00%
Average	143	142,3	1,1	0,75%
Akurasi	99,25%			

TABEL 4. 7
Hasil Pengujian pada Sensor Kiri 3

Kiri 3				
No	Meteran Manual (cm)	Device Measurement (cm)	Difference (absolute) (cm)	Error %
1	50	50	0	0,00%
2	75	74	1	1,33%
3	95	94	1	1,05%
4	115	113	2	1,74%
5	254	252	2	0,79%
Average	155,9	155	1,1	0,72%
Akurasi	99,28%			

TABEL 4. 10
Hasil Pengujian pada Sensor Kanan 4

Kanan 4				
No	Meteran Manual (cm)	Device Measurement (cm)	Difference (absolute) (cm)	Error %
1	50	50	0	0,00%
2	75	73	2	2,67%
3	95	94	1	1,05%
4	112	110	2	1,79%
5	115	114	1	0,87%
Average	141,7	141,1	1,2	0,93%
Akurasi	99,07%			

TABEL 4. 8
Hasil Pengujian pada Sensor Kanan 3

Kanan 3				
No	Meteran Manual (cm)	Device Measurement (cm)	Difference (absolute) (cm)	Error %
1	50	50	0	0,00%
2	75	74	1	1,33%
3	95	95	0	0,00%
4	115	115	0	0,00%
5	120	121	1	0,83%
Average	142,5	142,1	0,8	0,56%
Akurasi	99,44%			

TABEL 4. 11
Hasil Pengujian pada Sensor Kiri 5

Kiri 5				
No	Meteran Manual (cm)	Device Measurement (cm)	Difference (absolute) (cm)	Error %
1	50	53	3	6,00%
2	75	74	1	1,33%
3	95	95	0	0,00%
4	115	114	1	0,87%
5	232	231	1	0,43%
Average	153,7	153,4	1,3	1,20%
Akurasi	98,80%			

TABEL 4. 9
Hasil Pengujian pada Sensor Kiri 4

Kiri 4				
No	Meteran Manual (cm)	Device Measurement (cm)	Difference (absolute) (cm)	Error %
1	50	51	1	2,00%
2	75	73	2	2,67%
3	95	92	3	3,16%
4	115	116	1	0,87%
5	265	252	2	0,75%
Average	157	156,2	1,8	0,40%
Akurasi	98,60%			

TABEL 4. 12
Hasil Pengujian pada Sensor Kanan 5

Kanan 5				
No	Meteran Manual (cm)	Device Measurement (cm)	Difference (absolute) (cm)	Error %
1	50	51	1	2,00%
2	75	74	1	1,33%
3	95	92	3	3,16%
4	115	115	0	0,00%
5	115	114	1	0,87%
Average	142	142,1	1,1	0,99%
Akurasi	99,01%			

TABEL 4. 13
Hasil Pengujian pada Sensor Kiri 6

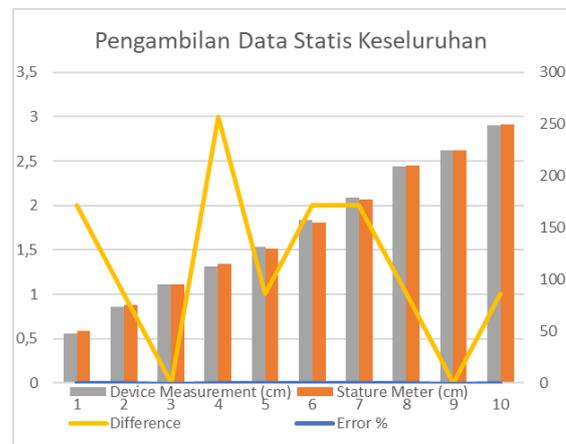
Kiri 6				
No	Meteran Manual (cm)	Device Measurement (cm)	Difference (absolute) (cm)	Error %
1	50	50	0	0,00%
2	75	74	1	1,33%
3	95	93	2	2,11%
4	115	115	0	0,00%
5	233	233	0	0,00%
Average	153,8	153,6	1	0,72%
Akurasi	99,28%			

TABEL 4. 16
Hasil Pengujian pada Sensor Kanan Belakang

Kanan Belakang				
No	Meteran Manual (cm)	Device Measurement (cm)	Difference (absolute) (cm)	Error %
1	50	51	1	2,00%
2	75	72	3	4,00%
3	93	95	2	2,15%
4	95	95	0	0,00%
5	115	114	1	0,87%
Average	139,8	140,2	1,4	1,26%
Akurasi	98,74%			

TABEL 4. 14
Hasil Pengujian pada Sensor Kanan 6

Kanan 6				
No	Meteran Manual (cm)	Device Measurement (cm)	Difference (absolute) (cm)	Error %
1	50	51	1	2,00%
2	75	73	2	2,67%
3	95	93	2	2,11%
4	110	111	1	0,91%
5	115	112	3	2,61%
Average	141,5	141	1,3	1,21%
Akurasi	98,79%			



GAMBAR 4. 5
Analisis Data Statis

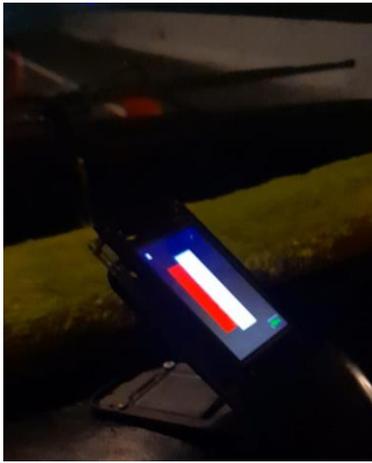
TABEL 4. 15
Hasil Pengujian pada Sensor Kiri Belakang

Kiri Belakang				
No	Meteran Manual (cm)	Device Measurement (cm)	Difference (absolute) (cm)	Error %
1	50	48	2	4,0%
2	75	73	2	2,7%
3	82	84	2	2,4%
4	95	92	3	3,2%
5	115	111	4	3,5%
Average	138,7	138	2,5	2,3%
Akurasi	97,73%			

Gambar 4.5 merupakan hasil analisis data keseluruhan yang dilakukan, masing – masing sensor dilakukan 10 kali pengukuran untuk mendapatkan hasil pengujian data statis. Berdasarkan grafik hasil analisis, didapatkan hasil yang sangat baik dengan akurasi rata – rata yaitu 98,80 %. Hasil pengukuran dengan perbedaan tertinggi berada saat pengukuran pada jarak 100 cm – 150 cm, namun hal tersebut tidak signifikan berpengaruh pada kualitas pembacaan dikarenakan nilai error rate tertinggi yang dihasilkan pada pendeteksian tersebut hanya 4,17 %.

C. Pengujian Alat dalam Kondisi Kurang Cahaya

Alat pendeteksi objek untuk titik buta pada bus ini diaplikasikan di bus yang memiliki jadwal perjalanan malam, minim cahaya. Maka dari itu diperlukan pengujian pada saat bus berjalan di malam hari untuk membuktikan apakah ada kendala pada saat alat digunakan pada malam hari.



GAMBAR 4.6
Pengujian Saat Kendaraan Berjalan

Gambar 4.6 merupakan dokumentasi pengujian alat pada malam hari atau di kondisi minim cahaya. Didapatkan hasil yang baik tanpa adanya gangguan meskipun alat digunakan pada saat kondisi minim cahaya atau malam hari. Sehingga dapat disimpulkan cahaya tidak mempengaruhi kinerja pendeteksian alat.

D. Pengujian Alat dalam Kondisi Gangguan

Faktor cuaca adalah salah satu faktor yang tidak dapat dikendalikan oleh manusia, namun operasional bus harus dapat tetap berjalan baik dalam kondisi cuaca panas dan hujan. Maka dari itu dibutuhkan pengujian apabila terjadi gangguan terkait air atau dalam kondisi bus berjalan ketika cuaca hujan.



GAMBAR 4.7
Pengujian Saat Kondisi Hujan

Gambar 4.7 merupakan dokumentasi pengujian alat pada saat kondisi cuaca hujan. Tidak terdapat gangguan apapun terhadap pembacaan sensor, dan alat tetap bekerja dengan baik. Alat pendeteksi menggunakan sensor ultrasonik jenis JSN-SR04T yang sudah dirancang untuk tahan terhadap air (waterproof) sehingga tepat apabila digunakan pada bagian luar kendaraan yang sangat rentan terkena air baik dari genangan maupun cuaca hujan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian alat pendeteksi objek untuk titik buta pada bus yang telah dibangun, didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Alat pendeteksi objek untuk titik buta pada bus ini dapat dimanfaatkan sebagai fitur keselamatan tambahan, dikarenakan memiliki nilai akurasi yang tinggi $> 95\%$ dengan pengujian statis menggunakan perbandingan pendeteksian sensor dengan alat ukur manual.
2. Dengan kebutuhan akan moda transportasi bus yang dijalankan pada malam hari, alat pendeteksi juga masih dapat bekerja normal dalam pembacaan objek disekitar kendaraan.
3. Sistem pendeteksian juga sudah dirancang untuk tahan terhadap kondisi cuaca hujan yang telah dibuktikan pada saat pengujian. Pendeteksian objek tidak mendapat gangguan yang disebabkan kondisi cuaca hujan, alat dapat mendeteksi objek dengan normal sesuai dengan yang sudah direncanakan.

REFERENSI

- [1] Pemerintah Republik Indonesia, PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA NOMOR 74 TAHUN 2014 TENTANG ANGKUTAN JALAN. 2014.
- [2] A. Z., Hassan, "Vehicle Blind Spot Monitoring Phenomenon using Ultrasonic Sensor," *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, vol. 8, no. 8, pp. 4357–4365, 2020, doi: 10.30534/ijeter/2020/50882020.
- [3] Andi Fachruddin, "PP no. 55 Tahun 2012," no. 8.5.2017, pp. 2003–2005, 2012.
- [4] M. Muzammel, M. Z. Yusoff, M. Naufal, M. Saad, F. Sheikh, and M. A. Awais, "Using Multi Deep CNN Architecture," pp. 1–17, 2022.
- [5] Y. Zhao, L. Bai, Y. Lyu, and X. Huang, "Camera-based blind spot detection with a general purpose lightweight neural network," *Electronics (Switzerland)*, vol. 8, no. 2, 2019, doi: 10.3390/electronics8020233.
- [6] Sumarna, "Penerapan Sinyal Ultrasonik Pada Sistem Pengendalian Robot".
- [7] I. W. A. W. K. Heru Purwanto, Malik Riyadi, Destiana Windi Widi Astuti, "Komparasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Dan JSN-SR04T Untuk Aplikasi Sistem Deteksi Ketinggian Air," *Jurnal SIMETRIS*, vol. 10, no. 2, pp. 717–724, 2019.
- [8] Texas Instruments, "LM2596 SIMPLE SWITCHER® Power Converter 150-kHz 3-A Step-Down Voltage Regulator," Data Sheet, no. March, pp. 1–49, 2021.
- [9] W. S. J. Saputra and F. Muttaqin, "Microcontroller Based of Hydroponic Monitoring Environmental Condition," vol. 2022, pp. 273–276, 2022, doi: 10.11594/nstp.2022.2441.
- [10] ManualPlus, "NEXTION NX4832T035 3.5 Inch HMI TFT LCD Touch Display Module Panduan Pengguna," 2021.
- [11] E. Worlds, "Mengenal Perbedaan Kabel Tunggal dan Serabut Beserta Kegunaannya," 2021, [Online]. Available: <https://www.etsworlds.id/2021/06/mengenal-perbedaan-kabel-tunggal->

