

PERANCANGAN ALAT UKUR LAJU KENDARAAN BERBASIS INTERNET OF THING

Maulana Haikal Siddiq¹, Endang Susanti², Pamor Gunoto³

^{1,2,3})Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan

Email: ee.bot.21@gmail.com¹, endang@ft.unrika.ac.id², pamorgunoto@ft.unrika.ac.id³

Abstrak

Menurut data dari Korps Lalu Lintas Kepolisian Republik Indoensian (Korlantas Polri) menunjukkan bahwa pada tahun 2021, angka kecelakaan yang terjadi yaitu sebesar 103.645 jiwa manusia. Pemicu terjadinya kecelakaan lalu lintas yaitu tindakan melanggar rambu-rambu yang telah di tempatkan pada tiap jalan. Menurut aturan batas kecepatan di indonesia yang diatur oleh Undang-Undang No 22 Tahun 2009 menyatakan bahwa setiap orang yang berkendara wajib mematahui batas kecepatan maksimal dan minimal. Hal ini diperlukan sebuah indikator yang berfungsi untuk mengetahui kecepatan suatu kendaraan. Dengan ada nya Alat Ukur Laju Kendaraan Berbasis Internet of Thing (IoT) dapat berfungsi untuk mendeteksi laju dari sebuah kendaraan yang melintasi alat ukur tersebut, dengan sensor ultrasonik sebagai alat pendeteksi yang memberikan informasi berupa jarak dan kecepatan dan ditampilkan melalui LCD Display dan Monitoring Blynk secara Internet sehingga memudahkan dalam mengetahui kecepatan kendaraan yang melintas.

Kata Kunci : Alat Ukur Laju Kendaraan, Sensor Ultrasonik, LCD Display, Blynk.

Abstract

Base on data from the Indonesian Republic Police Traffic Corps (Korlantas Polri) shows that in 2021, the number of accidents that occurred was 103,645 people. The trigger for traffic accidents is the act of violating the signs that have been placed on each road. Base on the speed limit rules in Indonesia which are regulated by Law No. 22 of 2009 it is stated that everyone who drives must know the maximum and minimum speed limits. This requires an indicator that serves to determine the speed of a vehicle. With the Internet of Thing (IoT)-Based Vehicle Speed Measurement Tool, it can function to detect the speed of a vehicle crossing the measuring instrument, with ultrasonic sensors as a detection tool that provides information in the form of distance and speed and is displayed through the LCD Display and Monitoring Blynk continuously. The internet makes it easier to know the speed of passing vehicles.

Keywords : Tool Speed Measure Vehicle, Sensor Ultrasonic, LCD Display, Blynk.

PENDAHULUAN

Angka kecelakaan lalu lintas yang terjadi di Indonesia masih cukup tinggi. Menurut Organisasi Badan Kesehatan Dunia (WHO) kecelakaan lalu lintas di Indonesia menjadi pembunuh terbesar ketiga yaitu sebesar 103.645 jiwa manusia setiap tahunnya (Kemenhub, 2022). Berdasarkan data yang telah dihimpun oleh Korps Lalu Lintas Kepolisian Republik Indonesia (Korlantas Polri) menunjukkan bahwa angka kecelakaan lalu lintas cenderung mengalami kenaikan pada tahun 2021 dibandingkan tahun sebelumnya

yaitu sebesar 100.28. Hal ini salah satu pemicu penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas tersebut yaitu tindakan melanggar aturan lalu lintas dan mengabaikan petunjuk rambu-rambu pada tiap-tiap jalan. Misalnya, jenis pelanggaran yang sering terjadi terhadap pengendara yaitu mengabaikan atau melanggar terhadap batas maksimal kecepatan kendaraan yang ditetapkan.

Aturan mengenai batas kecepatan di Indonesia telah diatur dalam Undang-Undang

Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (LLAJ). Dalam Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 telah menyatakan setiap orang yang mengendarai kendaraan roda dua atau roda empat di jalan wajib mematuhi ketentuan kecepatan maksimal dan minimal. Rambu-rambu serta peringatan batas kecepatan pada zona jalan tertentu sudah banyak dipasang pada tiap-tiap jalan yang beresiko tinggi terjadi kecelakaan. Namun belum didapati sebuah indikator yang dapat dijadikan sebuah acuan terhadap pelanggaran lalu lintas jenis tersebut, sehingga dalam hal ini kurang efektif penggunaannya.

TEORI DASAR

Kecepatan

Kecepatan merupakan kemampuan bergerak yang secara berturut-turut untuk menempuh suatu jarak tertentu dalam satu selang waktu. Pada jarak waktu tempuh yang sama, semakin singkat waktu yang ditempuh maka kecepatan yang dihasilkan semakin baik. Kecepatan termasuk besaran vektor yang menunjukkan seberapa cepat suatu benda berpindah. Besar dari vektor tersebut disebut dengan kelajuan dan dinyatakan dalam satuan meter per sekon (m/s).

Kecepatan Rata-Rata

Bila gerak dinyatakan sebagai perubahan posisi atau kedudukan, dan posisi awal dan akhir diketahui dalam waktu tertentu maka kecepatan rata-rata adalah perubahan posisi atau kedudukan selama selang waktu tertentu atau perpindahan selama selang waktu tertentu.

Kelajuan Rata-Rata

Besar kecepatan sesaat lazim disebut *kelajuan*. Misalnya, seorang berlari dengan 5 m/s ke arah timur. *Kelajuan* orang tersebut 5 m/s sedangkan kecepatannya 5 m/s ke timur. Jadi, kecepatan adalah kelajuan yang disertai dengan arah. Untuk mengetahui kelajuan gerak suatu benda harus dilakukan pengukuran Speedometer pada kendaraan bermotor merupakan contoh alat pengukur alat kelajuan. Kelajuan yang terbaca pada Speedometer

disebut kelajuan sesaat, yaitu kelajuan yang terukur pada satu saat tertentu.

Berikut formula rumus kelajuan rata-rata sebagai berikut :

$$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

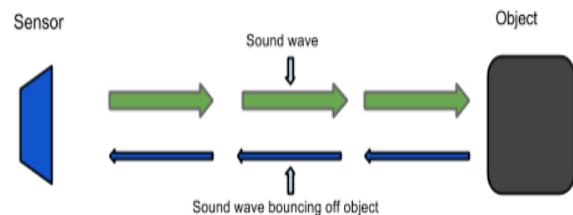
Dik : \bar{v} = Kecepatan Sesaat (m/s)

Δs = Jarak yang ditempuh (m)

Δt = Waktu yang ditempuh (s)

Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik menggunakan suara untuk menentukan jarak antara sensor dan objek terdekat di jalurnya.



Gambar 2.1 Pantulan Signal sensor ultrasonik

Sensor mengirimkan gelombang suara pada frekuensi tertentu. Kemudian mendengarkan spesifik itu gelombang suara untuk memantul dari suatu objek dan kembali. Sensor melacak waktu antara pengiriman gelombang suara dan gelombang suara kembali. Bila kamu tahu seberapa cepat sesuatu berjalan dan berapa lama jaraknya Anda dapat menemukan jaraknya perjalanan dengan persamaan berikut :

$$d = s \times t$$

Dik : d = Jarak terhadap benda (cm)

s = Cepat rambat gelombang (m/s)

t = Waktu yang tempuh (s)

Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 digital pin input/output. Ini berisi segalanya diperlukan untuk mendukung mikrokontroler; cukup sambungkan ke komputer dengan kabel USB atau nyalakan dengan adaptor AC-ke-DC atau baterai untuk memulai.



Gambar 2.3 Tampilan Arduino Uno

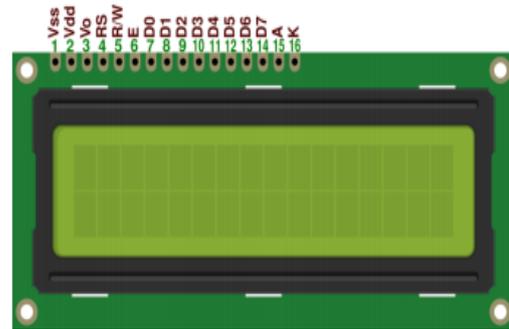
Arduino IDE

Arduino IDE adalah software yang digunakan untuk membuat sketch pemrograman atau dengan kata lain arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada board yang ingin diprogram. Arduino IDE ini berguna untuk mengedit, membuat, meng-upload ke board yang ditentukan, dan meng-coding program tertentu. Pada arduino bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C/C++. Program pada Arduino terbagi menjadi tiga bagian utama yaitu Structure, Values (berisi variable dan konstantata) dan yang terakhir function.

LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD merupakan salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf, atau grafik. LCD membutuhkan tegangan dan daya yang kecil sehingga sering digunakan untuk aplikasi pada kalkulator, arloji digital, dan instrumen elektronik seperti multimeter digital.

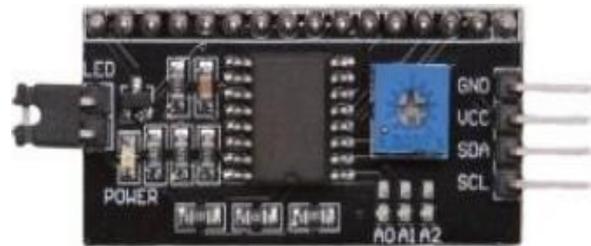
Keunggulan menggunakan LCD adalah konsumsi daya yang relatif kecil dan menarik arus yang kecil (beberapa mikro ampere), sehingga alat atau sistem menjadi portable karena dapat menggunakan catu daya yang kecil. Keunggulan lainnya adalah ukuran LCD yang pas yakni tidak terlalu kecil dan tidak terlalu besar, kemudian tampilan yang diperlihatkan dari LCD dapat dibaca dengan mudah dan jelas.



Gambar 2.6 Tampilan LCD 16x2

Modul LCD I2C

Modul I2C LCD merupakan modul layar LCD 16x2 antarmuka I2C, modul LCD 2 baris 16 karakter berkualitas tinggi dengan on-board penyesuaian kontrol kontras, lampu latar dan antarmuka komunikasi I2C. Untuk pemula Arduino, tidak ada lagi yang rumit dan koneksi sirkuit driver LCD yang kompleks. Keuntungan signifikansi nyata dari modul LCD Serial I2C ini akan menyederhanakan koneksi sirkuit, menyimpan beberapa pin I/O di papan Arduino, menyederhanakan pengembangan firmware dengan luas perpustakaan Arduino yang tersedia



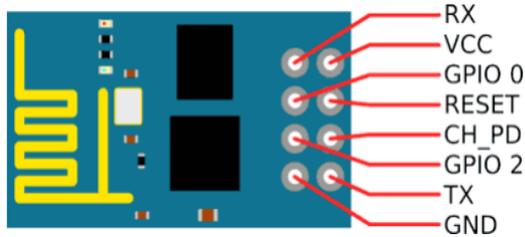
Gambar 2.7 Modul I2C

Modul ESP8266

Modul ESP8266 adalah sebuah komponen chip terintegrasi yang didesain untuk keperluan dunia masa kini yang serba tersambung. Chip ini menawarkan solusi networking Wi-Fi yang lengkap dan menyatu, yang dapat digunakan sebagai penyedia aplikasi atau untuk memisahkan semua fungsi networking Wi-Fi ke pemroses aplikasi lainnya.

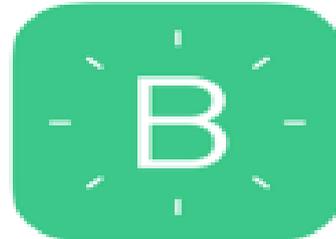
Modul komunikasi WiFi dengan IC SoC ESP8266EX Serial-to-WiFi Communication Module ini merupakan modul WiFi dengan harga ekonomis. Keunggulan utama modul ini adalah tersedianya mikrokontroler RISC

(Tensilica 106µ Diamond Standard Core LX3) dan Flash Memory SPI 4 Mbit Winbond W2540BVNIGterpadu, dengan demikian Anda dapat langsung menginjeksi kode program aplikasi langsung ke modul ini.



Gambar 2.8 Modul ESP8266

Blynk tidak terkait dengan module atau papan tertentu. Dari aplikasi inilah kita dapat mengontrol apapun dari jarak jauh dimana pun kita berada dengan catatan terhubung dengan internet

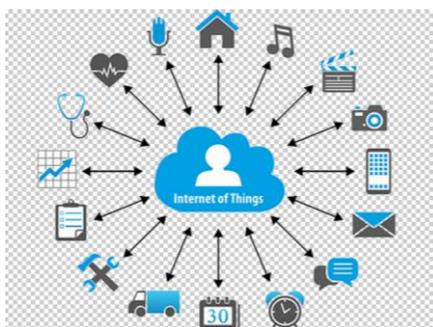


Gambar 2.10 Blynk Aplikasi

INTERNET OF THING (IoT)

Pada dasarnya Internet Of Things(IoT) mengacu pada benda yang dapat di identifikasikan secara unik sebagai representative virtual dalam struktur Berbasis internet.

Cara Kerja Internet Of Things(IoT) adalah interaksi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan user dan dalam jarak berapa pun. Agar tercapainya cara kerja Internet Of Things(IoT) tersebut diatas internetlah yang menjadi penghubung di antara kedua interaksi mesin tersebut, sementara user hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung.



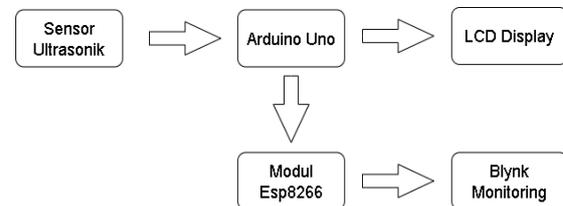
Gambar 2.9 Skema Pengaruh Internet of Thing(IoT)

Blynk

Blynk adalah platform untuk IOS atau ANDROID yang digunakan untuk mengendalikan module arduino,Rasbery Pi, Wemos dan module sejenisnya melalui internet.

Perancangan Sistem

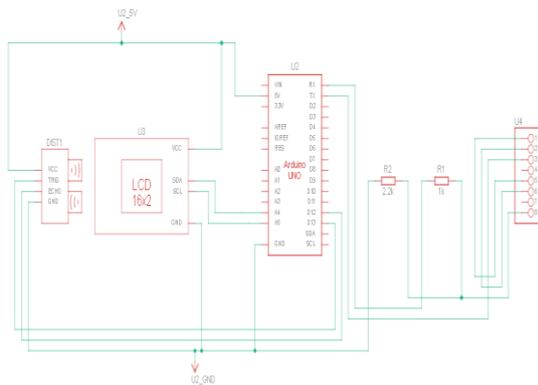
Proses simulasi pembuatan rangkaian untuk mempermudah pemahaman tentang perancangan sistem. Diagram blok perancangan untuk memudahkan dalam menjelaskan bagaimana kerja dari sistem suatu alat, control yang digunakan yaitu Arduino Uno, yang mana akan mengontrol setiap jalannya yang ada.



Gambar 3.3 Diagram Blok Perancangan Sistem

Perancangan Elektrik

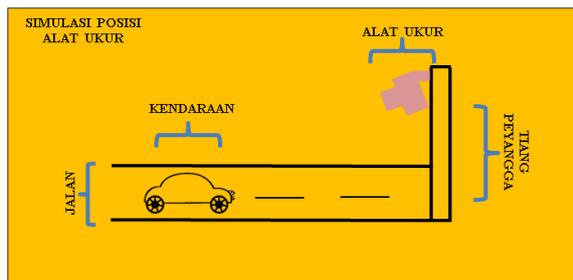
Pada perancangan elektrikal ini penulis merancang suatu sistem kelistrikan elektronika yang diaplikasikan pada alat yang akan dibuat pada penelitian tersebut.



Gambar 3.5 Skematik Perancangan

PERANCANGAN MEKANIK

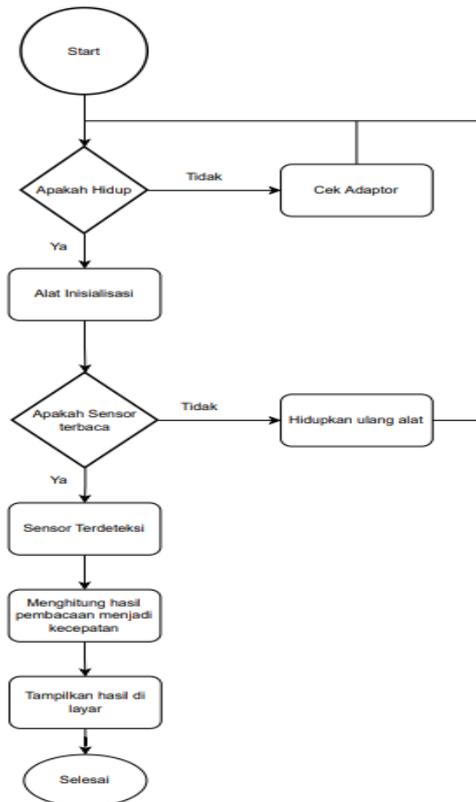
Perancangan mekanik merupakan bagian yang sangat penting, karena perancangan mekanik ini juga dapat menentukan bekerja atau tidak suatu alat tergantung dari rancangan mekanik alat yang akan dibuat.



Gambar 3.6 Perancangan Simulasi Alat Ukur

Perancangan Seluruh Sistem

Sistem keseluruhan pada alat ukur kecepatan laju kendaraan berbasis Internet of Things (IoT) ini dapat di monitoring oleh 2 cara yaitu cara yang pertama dengan memantau pada LCD display yang ada pada alat tersebut dan cara yang kedua dengan memantau dengan bantuan aplikasi Blynk yang sudah terinstall di smartphone.



Gambar 3.7 Flowchart Sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bentuk Fisik Perancangan

Bentuk fisik pada perancangan tersebut dibuat dalam sebuah kotak yang berisi sensor ultrasonik, arduino uno, modul esp8266, beberapa kabel jumper, project board dan lain sebagainya.



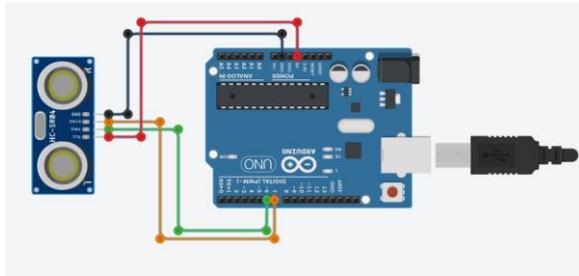
Gambar 4.1 Tampak Depan Alat Ukur

Pengujian Sensor HC-SR04

Sensor ultrasonik yang digunakan pada penelitian ini yaitu jenis sensor HC-SR04 yang memiliki 4 buah pin, yang mana pin vcc

merupakan tegangan yang masuk ke sensor dengan besaran 5V DC, pin trigger, pin echo dan pin grounding.

Diperlukan pengujian sensor tersebut untuk memastikan bahwa sensor tersebut bekerja dengan baik. Berikut rangkaian wiring dan schematic diagram sensor ultrasonik sebagai berikut :



Gambar 4.3 Wiring Kabel Sensor HC-SR04

Setelah dilakukan pengujian sensor HC-SR04 maka didapat data-data pengujian sensor tersebut sebagai berikut :

Percobaan Ke-	Jarak Aktual Mistar				
	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	30 cm
1	9	15	20	24	29
2	9	15	19	23	29
3	10	16	20	25	29
4	9	15	20	24	28
5	11	16	19	24	27
6	10	14	20	25	30
7	10	14	20	26	29
8	10	15	19	26	29
9	9	15	19	25	30
10	9	14	20	25	30
Total	96	149	196	247	290
Mean	9.6	14.9	19.6	24.7	29
%Error	4%	0.67%	2%	1.2%	3.33%

Maka untuk mengetahui persentasi error terhadap pengujian sensor tersebut menggunakan formula rumus yang telah di lampirkan pada persamaan 2.2 berikut

$$Error = \frac{x \pm y}{y} \times 100\%$$

Keterangan :

X = Nilai rata-rata dari sensor yang terukur (cm)

Y = Nilai aktual dari mistar (cm)

$$Error = (9.6 \pm 10) / 10 \times 100\% = 4\%$$

$$Error = (14.9 \pm 15) / 15 \times 100\% = 0.67\%$$

$$Error = (19.6 \pm 20) / 20 \times 100\% = 2\%$$

$$Error = (24.7 \pm 25) / 25 \times 100\% = 1.2\%$$

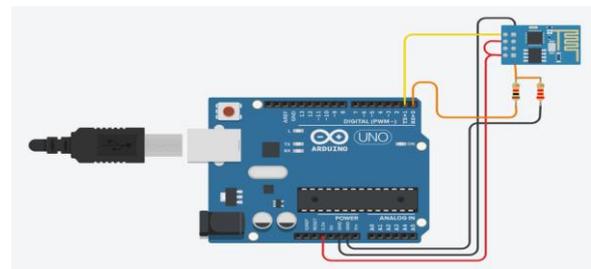
$$Error = (29 \pm 30) / 30 \times 100\% = 3.33\%$$

Hal ini dapat disimpulkan bahwa pengujian sensor ultrasonik dapat berkerja dengan baik pada jarak sampai 30 cm.

Pengjian Modul ESP9266 dan Blynk

Modul ESP8266 merupakan sebuah perangkat mikrokontrol tambahan yang berfungsi untuk menghubungkan langsung dengan *Wifi* dan membuat koneksi TCP/IP.

Moduli ini membutuhkan daya sebesar 3.3V, modul ini juga dilengkapi dengan *processor* sehingga modul ini sama dengan mikrokontroller yang berdiri sendiri tanpa harus menggunakan mikrokontroller



Gambar 4.7 Wiring Kabel Modul ESP8266

Setelah menjalankan program yang telah di input ke modul Wifi ESP8266 dapat dilihat pada gambar 4.9 menunjukkan bahwa program tersebut berjalan dengan baik dan terkoneksi wifi dengan ping yang lancar dan bagus.

Pengujian Sensor menggunakan Blynk sebagai Display.

Percobaan pada jarak	Jangkauan jarak dari mistar (cm)	Jarak yang terdeteksi sensor oleh Blynk(cm)	Persentasi kesalahan terukur	Kecepatan yang terdeteksi oleh Blynk(m/s)	Keterangan
5 cm	3 cm - 5 cm	5.45 cm	9.00%	0.2	
	3 cm - 5 cm	5.5 cm	10.00%	0.2	
	3 cm - 5 cm	5.08 cm	1.60%	0.2	
10 cm	3 cm - 10 cm	10.14 cm	1.40%	0.7	
	3 cm - 10 cm	9.54 cm	-4.60%	0.5	
	3 cm - 10 cm	10.4 cm	4.00%	0.6	
15 cm	3 cm - 15 cm	14.58 cm	-2.80%	0.9	
	3 cm - 15 cm	14.79 cm	-1.40%	1.1	
	3 cm - 15 cm	14.34 cm	-4.40%	1.1	
20 cm	3 cm - 20 cm	19.55 cm	-2.25%	1.5	
	3 cm - 20 cm	19.66 cm	-1.70%	1.6	
	3 cm - 20 cm	19.61 cm	-1.95%	1.7	
25 cm	3 cm - 25 cm	24.82 cm	-0.72%	2.1	
	3 cm - 25 cm	24.71 cm	-1.16%	2	
	3 cm - 25 cm	24.53 cm	-1.88%	1.8	
30 cm	3 cm - 30 cm	31.09 cm	3.63%	2.6	
	3 cm - 30 cm	31.3 cm	4.33%	2.6	
	3 cm - 30 cm	30.87 cm	2.90%	2.5	

pada jarak <10cm sensor mendapati persentase rata-rata error sebesar 8.74%, sedangkan untuk laju yang terdeteksi sama sensor ultrasonik pada range 2m/s – 6m/s.

Ketika di jarak >10cm sampai <20 cm, sensor ultrasonik mendapati persentase rata-rata error sebesar 4.14%, dan untuk laju yang terdeteksi sama sensor ultrasonik sebesar 9m/s – 17m/s. Sedangkan pada jarak >20cm dan sampai dengan 30cm, sensor ultrasonik mendapati persentase rata-rata error sebesar 4.18%, dan untuk laju yang terdeteksi sama sensor ultrasonik sebesar 21m/s – 26m.s.

Jika dilihat dari kedua data yang telah disajikan terdapat beberapa perbedaan yang signifikan pada jarak <10 cm yang dideteksi oleh sensor ultrasonik, sedangkan pada jarak >10cm sampai dengan 20cm dan 30cm mulai mendapati error yang sama pada jarak tersebut. Sedangkan untuk laju yang telah dideteksi pada

sensor ultrasonik hampir tidak ada beda kedua data yang disajikan kecuali pada jarak <10cm.

Data pengujian speed menggunakan kendaraan roda dua

Untuk jarak yang digunakan pada pengujian alat ukur kecepatan laju kendaraan yaitu 0.5 meter, 1 meter dan 1.5 meter. Berikut data yang didapatkan dari pengujian speed terhadap kendaraan roda dua.

Contoh Percobaan	Jarak dari Sensor (cm)	Pembacaan Kecepatan Sensor dan Blynk	Pembacaan Kecepatan dari Speedometer	Persentasi Kesalahan pada pembacaan sensor	Keterangan
1	150	10.4	10	4.00%	
2	150	10.5	12	12.50%	
3	150	10.2	11	7.27%	
4	150	10.2	10	2.00%	
5	150	10.3	9	14.44%	
6	100	11	10	10.00%	
7	100	10.8	11	1.82%	
8	100	11.1	10	11.00%	
9	100	10.7	10	7.00%	
10	100	11	12	8.33%	
11	50	11.2	10	12.00%	
12	50	10.7	12	10.83%	
13	50	11.1	11	0.91%	
14	50	11.1	12	7.50%	
15	50	10.9	9	21.11%	

pada jarak 1.5 meter pembacaan laju kendaraan dari sensor sedikit berbeda dari aktual laju pembacaan dari speedometer kendaraan roda dua, sedangkan untuk persentase speed error yang didapati pada jarak 1.5 meter di range 4% - 14%.

Pada jarak 1.0 meter, pembacaan laju kendaraan dari sensor sedikit berbeda dari aktual laju pembacaan Speedometer kendaraan roda dua, sedangkan untuk persentase speed error yang didapati pada jarak 1.0 meter di range 1%-11%.

Pada jarak 0.5 meter, pembacaan laju kendaraan dari sensor sedikit berbeda dari aktual laju pembacaan speedometer kendaraan roda dua, sedangkan untuk persentase speed error yang didapati pada jarak 0.5 meter di range 1%-21%.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini dan dari pembahasan laporan tugas akhir ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dilakukan pengujian pada jarak yang berbeda-beda yaitu 50 cm, 100 cm, 150 cm. didapati bahwa pada jarak 50 cm sensor bekerja dengan baik sehingga mendapati nilai kecepatan yang di deteksi yaitu 10.7 m/s–11,2 m/s, dan setelah dilakukan perhitungan pada akurasi pada sensor didapati bahwa error yang didapati sensor yaitu sebesar 1%-21%.

Pada pengujian kedua dengan jarak 100 cm, didapati bahwa sensor dapat bekerja dengan baik sehingga mendapati nilai kecepatan yang di deteksi yaitu 10 m/s–11 m/s, dan setelah dilakukan perhitungan pada akurasi pada sensor didapati bahwa error yang didapati sensor yaitu sebesar 1%-14%.

Pada pengujian ketiga dengan jarak 150 cm, didapati bahwa sensor dapat bekerja dengan baik sehingga mendapati nilai yang di deteksi yaitu 10 m/s, dan setelah dilakukan perhitungan pada akurasi pada sensor didapati bahwa error yang didapati sensor yaitu sebesar 2%-14%.

2. Pada perancangan ini perlu sebuah logika terhadap perancangan yang akan dikerjakan dan dapat dilakukan uji coba terlebih dahulu terhadap perancangan tersebut. Jika terdapat hal yang dikiranya tidak sesuai dalam pengujian alat tersebut, maka perlu adanya kilas balik terhadap perancangan yang dibuat, sehingga kedepannya hal yang menjadi fokus utama dalam perancangan tersebut dapat tercapai dengan sebaik-baiknya.

Saran

Adapun beberapa saran yang mungkin dapat dijadikan sebagai bahan referensi untuk kedepannya baik itu untuk penulis itu sendiri maupun terhadap perancangan alat yang akan dikembangkan selanjutnya berikut :

1. Saran untuk mahasiswa yang akan melakukan pengembangan dari alat yang dibuat pada saat ini. Pengembangan alat ini bias dilakukan menggunakan 2 sensor ultrasonic

atau IR, sehingga hasil pembacaan sensor yang didapati lebih akurat dan persentase error yang didapati pada sensor lebih kecil.

2. Pada saat ini telah banyak alat ukur kecepatan yang telah diciptakan sehingga ketika ada yang melakukan studi mengenai alat ukur tersebut dan hendak membuat alat ukur yang mempunyai konsep yang sama maka diperlukan perbandingan data dari alat ukur yang dibuat dengan data dari alat ukur yang telah teruji dan dipasarkan. Sehingga perbandingan data ini membuktikan bahwa error alat yang hendak dibuat lebih kecil/menyamai dengan alat yang telah teruji dipasaran.

3. Untuk penjelasan dalam laporan diperlukan perjabaran data yang lebih detil terkait data yang didapatkan sehingga memudahkan orang-orang yang membaca laporan ini dapat mengerti dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sinaulan, M Olivia dan Sugiarto, A Brave. 2015. “Perancangan Alat Ukur Kecepatan Kendaraan Menggunakan Atmega 16”. Tersedia di <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom/article/view/8257>. Diakses pada tanggal 30 Juni 2022
- [2] Ayoguruberbagi. “Kinematika Gerak Lurus”. Tersedia di <https://files1.simpkb.id/guruberbagi/rp/p/57264-1592878753.pdf>. Diakses pada tanggal 05 Juli 2022.
- [3] Morgan, Elijah. 2014. “ HC-SR04 Ultrasonic Sensor”. Tersedia di <https://datasheetpdf.com/pdf-file/1380136/ETC/HC-SR04/1> diakses pada tanggal 10 Juli 2022
- [4] Arduino Uno. 2020. Tersedia di <https://www.farnell.com/datasheets/1682209.pdf>. Diakses pada tanggal 10 Juli 2022
- [5] allgoblog. 2017. “Apa itu Arduino IDE dan Arduino Sketch?”. Tersedia di <http://allgoblog.com/apa-itu-arduino-ide-dan-arduino-sketch/>. Diakses pada tanggal 20 Juli 2022

- [6] Pratama, YP. 2015. “BAB II TINJAUAN PUSTAKA”. Tersedia di <http://eprints.polsri.ac.id/1796/3/BAB%20II.pdf>. Diakses pada tanggal 21 Juli 2022.
- [7] Handson, Teknologi 2015. “I2C Serial Interface 1602 LCD Module”. tersedia di https://www.handsontec.com/dataspecs/module/I2C_1602_LCD.pdf diakses pada tanggal 01 Agustus 2022.
- [8] Muhammad, MA. 2016. “BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI 2.1”. Tersedia di <http://eprints.polsri.ac.id/2850/3/Bab%20II.pdf>. Diakses pada tanggal 01 Agustus 2022.
- [9] Team Dewaweb. 2021 “Internet of Things: Panduan Lengkap”. Tersedia di <https://www.dewaweb.com/blog/internet-of-things/>. Di akses pada tanggal 02 Agustus 2022
- [10] Rostini, AN. 2020 “APLIKASI SMART HOME NODE MCU IOT UNTUK BLYNK”. Tersedia di <https://rekayasa.nusaputra.ac.id/article/download/59/47> Diakses pada tanggal 03 Agustus 2022.
- [11] Jordy, Jossiah. 2019. “Monitoring Green House Berbasis IOT”. Terdapat di https://repository.uksw.edu/bitstream/123456789/19542/2/T1_612014011_BAB%20II.pdf. Diakses pada tanggal 04 Agustus 2022.