

Desain Purwarupa Peralatan Pembatas Kecepatan Kendaraan Secara Adaptif Menggunakan Sensor Radar HB100 Berbasis Mikrokontroler ATmega328P

Irfan Mulia¹, Yuwaldi Away², Aulia Rahman³

^{1, 2, 3}Jurusan Teknik Elektro dan Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh, 23111, Indonesia

¹irfanmulia@mhs.unsyiah.ac.id

²yuwaldi@unsyiah.ac.id

³aurahmn@unsyiah.ac.id

Abstrak— Penelitian ini membahas tentang perancangan purwarupa sistem pengendali dan pembatas kecepatan kendaraan atau yang lebih dikenal dengan sebutan polisi tidur (*speed bump*). Polisi tidur konvensional yang ada saat ini masih banyak yang belum memenuhi standar yang berlaku seperti yang telah diatur dalam Keputusan Menteri Perhubungan No 82 Tahun 2018 tentang alat pengendali dan pengamanan pengguna jalan. Polisi tidur berfungsi untuk mengurangi tingkat kecelakaan lalu lintas dengan memaksa pengemudi memperlambat laju kendaraan, namun di sisi lain, keberadaan polisi tidur dianggap mengganggu karena dapat mengurangi kenyamanan dalam berkendara. Untuk itu, pada penelitian ini penulis merancang sebuah purwarupa pembatas kecepatan kendaraan adaptif (*adaptive speed bump*) yang mampu bekerja secara otomatis sesuai dengan hasil pembacaan dari sensor pendeteksi kecepatan HB100. Dengan menggunakan beberapa komponen utama, seperti sensor pendeteksi kecepatan dan aktuator, sistem dibangun menggunakan Arduino Uno berbasis mikrokontroler ATmega328P. Ketika sensor pendeteksi kecepatan mendeteksi kecepatan kendaraan yang melebihi batas, maka polisi tidur akan tetap pada posisi awal, dan sebaliknya, apabila kecepatan kendaraan tidak melebihi batas, polisi tidur akan turun secara otomatis dan akan tetap sejajar dengan jalan sehingga tidak akan mengurangi kenyamanan dalam berkendara. Hasil dari penelitian ini adalah suatu model purwarupa sistem pembatas kecepatan kendaraan adaptif yang dapat dikembangkan lebih lanjut untuk dapat diterapkan secara langsung dan membantu menyelesaikan permasalahan yang ada pada polisi tidur konvensional, sehingga pada akhirnya dapat menggantikan keberadaan polisi tidur konvensional yang ada saat ini.

Kata Kunci— *Speed Bump, Adaptive Speed Bump, Arduino Uno, Mikrokontroler ATmega328P, Sensor HB100.*

I. PENDAHULUAN

Peralatan pembatas kecepatan, dalam hal ini polisi tidur (*speed bump*), digunakan untuk memperlambat kecepatan kendaraan berupa peninggian sebagian badan jalan dengan lebar dan kelandaian tertentu yang posisinya melintang terhadap badan jalan. Polisi tidur dapat memaksa para

pengemudi yang sering memacu kendaraan dalam kecepatan tinggi untuk menurunkan kecepatan. Namun, hal ini tidak serta merta membuat semua orang berhak membangun polisi tidur karena hal ini sudah diatur oleh Keputusan Menteri Perhubungan No 82 Tahun 2018 tentang Alat Pengendali dan Pengaman Pengguna Jalan [1]. Lebih lanjut, pasal 38 menjelaskan bahwa badan usaha atau instansi lainnya diperbolehkan untuk membangun polisi tidur setelah mendapat izin resmi dari pejabat atau pemerintah di wilayahnya dan telah memenuhi persyaratan teknis. Pembangunan polisi tidur juga harus sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan pada keputusan ini. Selain itu, polisi tidur juga harus dibuat dengan bahan dari badan jalan, karet, atau bahan lain yang berpengaruh serupa. Pemilihan bahan harus memperhatikan keselamatan pengguna jalan. Sayangnya, pembangunan polisi tidur kerap dilakukan tidak sesuai ketentuan. Selain karena faktor pengemudi, seperti belum handal berkendara dan kurang berkonsentrasi, pembangunan yang asal-asalan dapat mengundang korban [2]. Selain hal tersebut timbul pula permasalahan baru bagi para pengemudi yang taat dalam berkendara, dimana keberadaan polisi tidur justru mengganggu kenyamanan dalam berkendara. Permasalahan inilah yang mendasari terciptanya ide tentang penelitian ini.

Penelitian ini dilakukan untuk membuat sebuah purwarupa sistem pembatas kecepatan kendaraan adaptif yang dapat menyesuaikan terhadap tingkat kecepatan pengemudi. Dengan memanfaatkan sensor pendeteksi kecepatan maka polisi tidur bisa lebih bersahabat bagi para pengemudi yang taat terhadap peraturan. Pada saat pengemudi melebihi batas kecepatan yang telah ditetapkan, maka polisi tidur akan tetap pada posisinya dan memaksa pengemudi untuk menurunkan kecepatan. Sebaliknya, pada saat pengemudi tidak melebihi batas kecepatan, maka polisi tidur akan otomatis turun sehingga pengemudi tidak akan merasakan pengaruh polisi tidur tersebut.

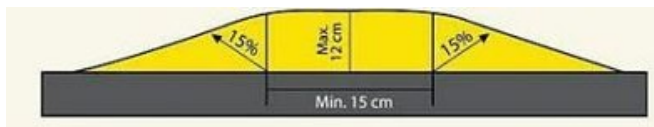
II. TINJAUAN PUSTAKA

Pembatas Kecepatan/Polisi Tidur

Berdasarkan KBBI edisi ketiga (2001), alat pembatas kecepatan atau polisi tidur merupakan bagian permukaan jalan yang ditinggikan secara melintang untuk menghambat laju/kecepatan kendaraan [3]. Untuk meningkatkan keselamatan dan kesehatan bagi pengguna jalan ketingginya diatur dan harus disertai dengan rambu-rambu pemberitahuan terlebih dahulu mengenai adanya polisi tidur. Selain itu, polisi tidur harus disertai dengan marka jalan berupa garis miring berwarna putih atau kuning yang kontras sebagai penanda. Segala sesuatu yang berhubungan dengan polisi tidur telah diatur dalam Keputusan Menteri Perhubungan No 82 Tahun 2018 tentang alat pengendali dan pengamanan pengguna jalan [1]. Alat pengendali atau pembatas kecepatan (polisi tidur) berupa peninggian sebagian badan jalan yang melintang terhadap sumbu jalan dengan lebar, tinggi, dan kelandaian tertentu. Pemilihan material atau bahan untuk pembatas kecepatan harus memperhatikan keselamatan pengguna jalan.

Alat pembatas kecepatan ditempatkan pada:

- Jalan di lingkungan pemukiman.
- Jalan lokal yang mempunyai kelas jalan III C.
- Pada jalan-jalan yang sedang dilakukan pekerjaan konstruksi.



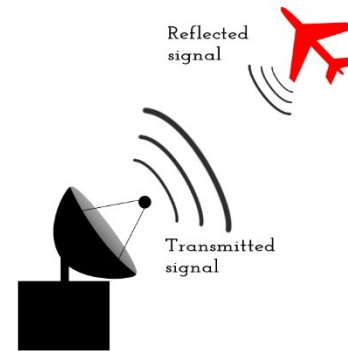
Gambar 1 Standardisasi pembuatan pembatas kecepatan

B. Radar

Radar merupakan suatu sistem gelombang elektromagnetik yang berguna untuk mendeteksi, mengukur jarak dan membuat pemetaan objek-objek seperti pesawat terbang, berbagai kendaraan bermotor dan informasi cuaca.

Konsep radar adalah mengukur jarak dari sensor ke target. Ukuran jarak tersebut didapat dengan cara mengukur waktu yang dibutuhkan gelombang elektromagnetik selama proses menjalarnya mulai dari sensor ke target dan kembali lagi ke sensor.

Radar terdiri atas tiga komponen utama, yaitu antena, pemancar sinyal (transmitter), dan penerima sinyal (receiver). Antena berfungsi untuk menyebarkan energi elektromagnetik dari titik fokusnya dan dipantulkan melalui permukaan yang berbentuk parabola. Pemancar sinyal (transmitter) berfungsi untuk memancarkan gelombang elektromagnetik melalui antena. Sedangkan, penerima sinyal (receiver) berfungsi untuk menerima kembali pantulan gelombang elektromagnetik dari sinyal objek yang tertangkap oleh radar melalui reflektor antena.



Gambar 2 Prinsip kerja sistem radar

Salah satu contoh penggunaan radar ialah dalam bidang kepolisian berupa radar gun untuk mendeteksi kecepatan kendaraan bermotor saat melaju di jalan [4].

C. Sensor HB100

Modul sensor radar pendeteksi gerakan/*motion detector radar sensor* model HB100 ini bekerja berdasarkan efek Doppler, dimana pengamat merasakan perubahan frekuensi dari suara yang didengarnya pada saat ia bergerak relatif terhadap sumber suara. Berdasarkan prinsip tersebut, modul elektronika ini memancarkan gelombang mikro berfrekuensi 10,525 GHz yang dibangkitkan oleh osilator resonator dielektrik (DRO, *dielectric resonator oscillator*) yang terpasang secara *built-in* pada chip HB100 *X-Band Bi-static miniature Microwave Motion Sensor* ini dan dipancarkan oleh matriks antena *microstrip patch internal* [5].



Gambar 3 Modul sensor HB100

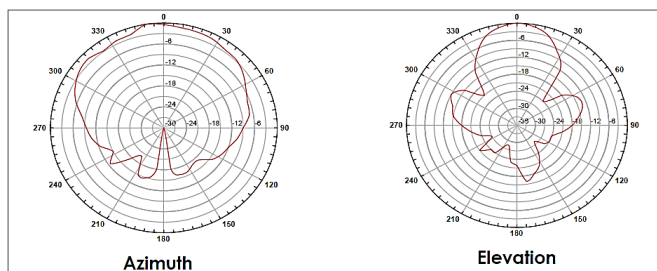
Penjelasan sederhana dari efek doppler ialah apabila sinyal RF dikirimkan mengenai objek bergerak, sinyal akan dipantulkan dengan frekuensi yang bergeser sesuai dengan jarak antara sumber sinyal (modul ini) dengan target (objek yang bergerak) [6]. Ilustrasinya adalah pesawat jet yang melintas, kita akan mendengar suaranya dengan frekuensi berubah (frekuensi rendah saat mulai tampak, tinggi saat melintas di atas kita, dan kembali rendah saat menjauh). Singkatnya, frekuensi yang diterima akan lebih tinggi dibanding frekuensi yang diemisikan saat objek mendekat dan

lebih rendah saat objek menjauh. Berikut ini merupakan persamaan Doppler:

$$F_d = 2V \left(\frac{F_t}{c} \right) \cos\theta \quad (1)$$

dimana F_d adalah frekuensi Doppler, V sebagai kecepatan target, c adalah kecepatan cahaya (3×10^8 m/s), dan θ adalah sudut antara arah gerak target dengan sumbu modul.

Dengan menganalisa frekuensi dari pantulan sinyal secara berkesinambungan, modul ini dapat mendeteksi adanya objek bergerak di sekitarnya. Jarak deteksi dari modul ini mencapai 20 meter [7].



Gambar 4 Pola radiasi modul HB100

Pada gambar 4 dapat dilihat pola pemancaran radiasi dari modul HB100. Berdasarkan datasheet dapat diketahui bahwa sudut azimuth dari modul ini mencapai 80° dan sudut elevasinya mencapai 40° [8].

Modul ini sangat ideal untuk mengurangi kesalahan mendeteksi tanda peringatan semu/false alarms reduction pada sistem pendeteksi intrusi (intruder detection system, atau biasa dikenal sebagai buglar alarm/sistem deteksi maling) saat digunakan bersama dengan sensor PIR/Passive Infrared Motion Detector Sensor. Modul ini juga dapat digunakan pada aplikasi sistem pembuka pintu otomatis (automatic door entry system) atau pendeteksi kecepatan kendaraan (vehicle speed detector/velocity measurement sensor).

Berbeda dengan PIR yang hanya dapat mendeteksi manusia/binatang (yang bersuhu tubuh kurang lebih sama dengan manusia) dengan memantau radiasi inframerah yang terpancar dari radiasi panas, modul sensor ini dapat mendeteksi gerakan objek apa saja.

D. Motor Servo

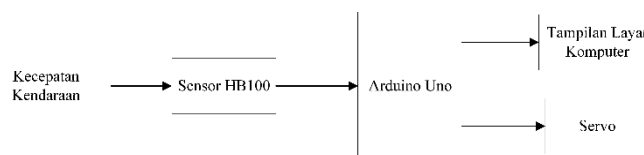
Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat diatur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo [9].



Gambar 5 Motor servo

III. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Sistem



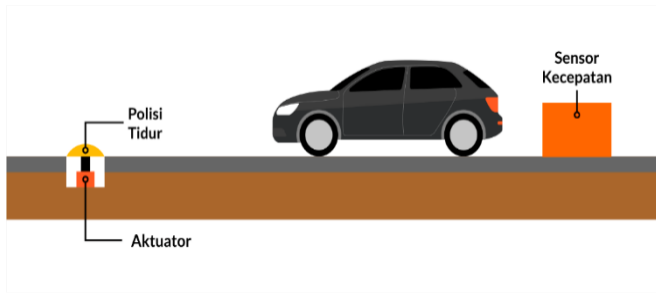
Gambar 6 Diagram prinsip kerja sistem

Sistem pembatas kecepatan kendaraan adaptif ini bekerja berdasarkan hasil bacaan kecepatan yang diterima oleh sensor HB100. Sensor ini bekerja dengan cara memancarkan gelombang mikro terus menerus secara konstan. Akan tetapi, karena gelombang yang dipancarkan sangat lemah, maka dibutuhkan sebuah penguat (amplifier) sinyal supaya pancaran sinyal yang dikeluarkan cukup besar sehingga pantulannya dapat ditangkap dan dibaca oleh sensor. Sensor ini mengambil prinsip Efek Doppler, sehingga sensor ini dapat mengkonversi frekuensi yang ditangkap menjadi kecepatan.

Mikrokontroler yang digunakan pada sistem ini adalah Arduino Uno. Arduino Uno bertugas untuk memproses hasil bacaan kecepatan dari sensor HB100 untuk kemudian dapat memberikan perintah kepada servo sesuai dengan program yang telah dibuat. Apabila nilai kecepatan yang dibaca oleh sensor masih di bawah batas yang telah ditentukan, maka Arduino Uno akan memerintahkan servo untuk bekerja sehingga aktuator linear akan menurunkan polisi tidur. Sebaliknya, apabila nilai kecepatan yang dibaca oleh sensor melewati batas yang telah ditentukan, maka Arduino Uno akan memerintahkan servo untuk tidak bekerja dan tetap pada posisi awal. Tinggi-rendahnya polisi tidur disesuaikan dengan purwarupa yang telah dibuat.

Hasil pembacaan nilai kecepatan dari sensor dapat dilihat melalui layar monitor komputer dengan menggunakan software pemrograman Arduino yaitu Arduino IDE. Berdasarkan hasil pembacaan tersebut dapat dibandingkan dengan nilai kecepatan yang sebenarnya sehingga dapat diketahui bagaimana kinerja sistem.

B. Perancangan Purwarupa



Gambar 6 Rancangan purwarupa sistem

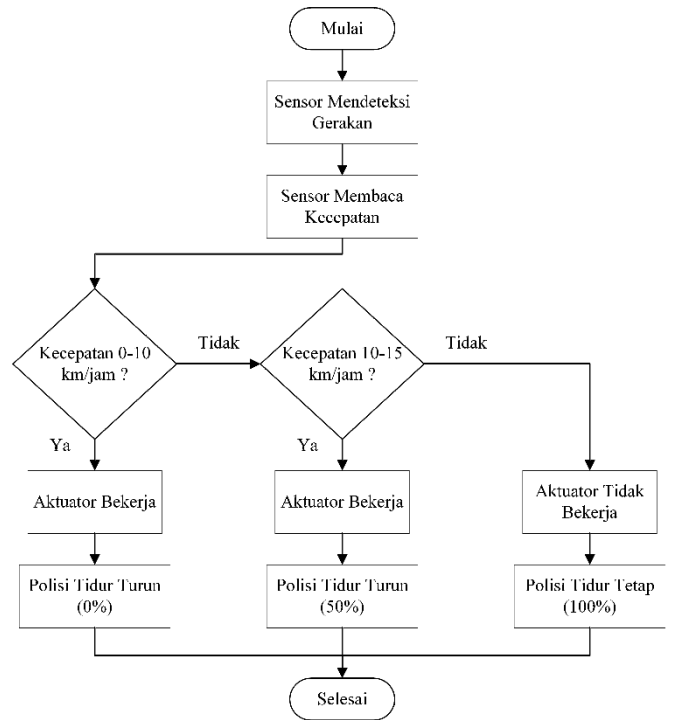
Alat-alat yang digunakan untuk merancang sistem pembatas kecepatan kendaraan adaptif berupa:

- *Sensor kecepatan*, dimana sensor yang digunakan adalah sensor HB100 yang berfungsi untuk membaca nilai kecepatan kendaraan yang melewatinya.
- *Polisi tidur*, yang terbuat dari bahan karton padat berbentuk seperti pipa paralon dan telah dipotong sehingga menyerupai bentuk polisi tidur.
- *Aktuator*, dimana yang digunakan adalah motor servo yang berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan polisi tidur.

Setelah mendapatkan rancangan, maka akan dilanjutkan dengan tahap pembuatan sistem. Sistem ini menggunakan mikroprosesor ATmega328P yang terdapat pada board Arduino Uno sebagai pengolah data dan penyimpanan program. Secara ringkas sistem akan diprogram sebagai berikut:

- Apabila hasil pembacaan sensor kecepatan HB100 melebihi kecepatan yang telah ditentukan, maka polisi tidur akan tetap pada posisinya.
- Apabila hasil pembacaan sensor kecepatan HB100 tidak melebihi kecepatan yang telah ditentukan, maka polisi tidur akan turun secara otomatis.

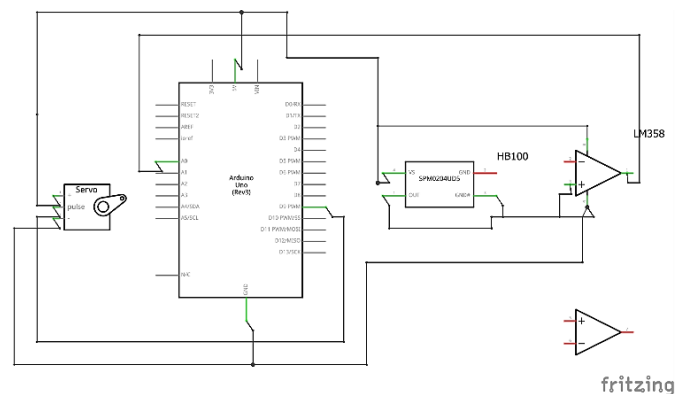
Sistem ini bekerja berdasarkan kecepatan kendaraan yang melewati sensor kecepatan HB100. Sebelumnya, diatur batas kecepatan yang ditentukan melalui program pada mikrokontroler Arduino Uno. Apabila kecepatan kendaraan yang melewati sensor melebihi batas, maka mikrokontroler akan memberikan sinyal pada motor servo untuk tidak menurunkan polisi tidur. Sebaliknya, pada saat kecepatan kendaraan yang melewati sensor HB100 tidak melebihi batas, maka mikrokontroler akan memberikan sinyal pada motor servo untuk menurunkan polisi tidur sehingga akan tetap sejajar dengan jalan. Proses ini akan terus berulang selama masih ada kendaraan yang melewati sensor kecepatan.



Gambar 7 Diagram alir cara kerja sistem

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rangkaian Keseluruhan Sistem



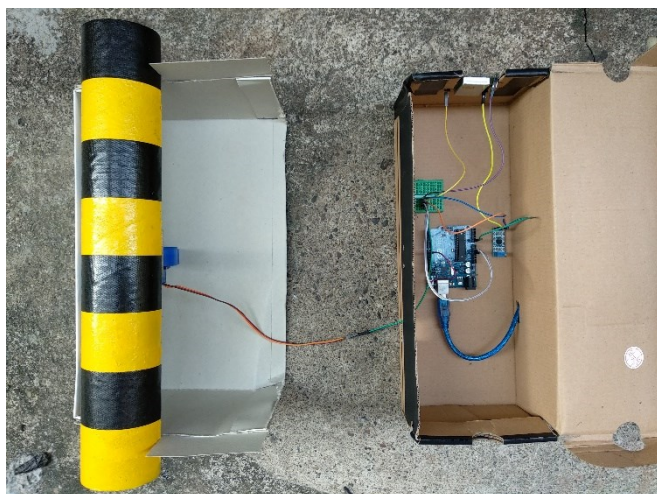
Gambar 8 Skema rangkaian keseluruhan sistem

Berdasarkan skema rangkaian pada gambar 8, dapat dilihat bahwa modul HB100 dihubungkan dengan penguat LM358 untuk memperkuat keluaran sinyal dari sensor. Keluaran dari penguat LM358 kemudian dihubungkan ke pin A₀ pada Arduino Uno. Sedangkan untuk servo, bagian PWM dihubungkan ke pin 9 pada Arduino Uno. Hubungan rangkaian secara rinci dapat dilihat pada tabel 1.

TABLE I
ALOKASI PIN ARDUINO

Arduino	HB100	Amp. LM358	Servo
A0	-	Out	-
-	IF	In	-
~9	-	-	PWM
VCC (+5V)	+5V	VCC	VCC (+5V)
GND	GND	GND	GND

B. Purwarupa Sistem



Gambar 9 Purwarupa sistem

Berdasarkan purwarupa yang terlihat pada gambar 9 dapat diketahui bahwa sistem terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu bagian sensor dan bagian aktuator. Bagian sensor berfungsi untuk mendeteksi kecepatan kendaraan, sedangkan aktuator berfungsi sebagai penggerak polisi tidur.

Sensor kecepatan yang digunakan adalah sensor HB100 yang berfungsi untuk mendeteksi kecepatan kendaraan yang melewati sensor. Sensor ini tidak dapat bekerja optimal apabila tidak menggunakan penguat sinyal. Oleh karena itu digunakanlah penguat sinyal LM358 untuk memperkuat keluaran sinyal dari sensor.

Motor servo yang digunakan untuk penelitian ini adalah jenis mikro servo SG90 yang berfungsi untuk menggerakkan aktuator linear. Aktuator linear terbuat dari bahan plastik padat yang merupakan hasil pembuatan dengan 3D-printer. Aktuator linear ini mampu menahan beban hingga 200 gram. Di dalamnya terdapat sebuah roda penggerak yang terhubung langsung dengan servo dan penyangga untuk menaikkan atau menurunkan replika polisi tidur. Replika polisi tidur terbuat dari bahan karton padat yang telah dipotong dan diwarnai sehingga menyerupai bentuk polisi tidur.

C. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan menggunakan sepeda motor dengan kecepatan yang bervariasi. Kendaraan akan melewati sensor untuk mengetahui hasil pembacaan kecepatan dari sensor HB100. Batas kecepatan dan posisi servo yang ditentukan

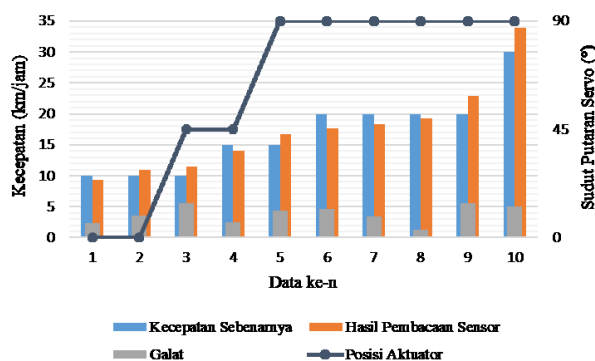
yaitu 0-10 km/jam, aktuator turun (0°), 10-15 km/jam, aktuator turun (45°), lebih dari 15 km/jam, aktuator tetap (90°). Hasil pengujian sistem secara ringkas dapat dilihat pada tabel 2.

TABLE II
HASIL PENGUJIAN KESELURUHAN SISTEM

Kecepatan	Posisi Aktuator
0-10 km/jam	Turun (0°)
10-15 km/jam	Turun (45°)
> 15 km/jam	Naik (90°)

Dari pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pada saat sepeda motor melewati sensor HB100 pada kecepatan 0-10 km/jam, aktuator akan turun (putaran servo 0°). Kemudian pada saat sepeda motor melewati sensor HB100 pada kecepatan 10-15 km/jam, maka aktuator akan berubah posisi menjadi turun (putaran servo 45°). Pada saat sepeda motor melewati sensor HB100 dengan kecepatan melebihi 15 km/jam, maka aktuator akan tetap pada posisi awalnya (putaran servo 90°).

D. Data Hasil Pengujian



Gambar 10 Grafik data hasil pengujian

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa dari 10 kali percobaan yang telah dilakukan, perbedaan antara kecepatan sebenarnya dengan hasil pembacaan sensor bervariasi. Pada data ke-3 dan ke-7 dapat dilihat bahwa perbedaan antara kedua data sangat kecil. Sedangkan pada data lainnya, seperti pada data ke-6, data ke-9, dan data ke-10 dapat dilihat bahwa perbedaan antara kedua data lumayan besar. Selain itu, berdasarkan setiap hasil pembacaan kecepatan, aktuator sudah mampu mengatur posisi polisi tidur sesuai dengan batas kecepatan yang telah ditentukan.

Dari 10 pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa nilai galat yang paling besar mencapai 14,4% dan nilai terkecil mencapai 3,3%. Sehingga, apabila diambil nilai rata-ratanya maka didapatkan nilai keakuratan sistem secara keseluruhan mencapai 90,135%. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa kinerja sistem pembatas kecepatan kendaraan adaptif sudah cukup baik.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang telah dilakukan pada purwarupa sistem pembatas kecepatan kendaraan adaptif, sensor HB100 dan motor servo mampu bekerja dengan baik dan berfungsi sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat. Terdapat sedikit perbedaan pada hasil pembacaan sensor dengan nilai kecepatan sebenarnya pada tampilan speedometer. Dari 10 percobaan yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa nilai galat yang paling besar mencapai 14,4% dan nilai terkecil mencapai 3,3%. Sehingga, apabila diambil nilai rata-ratanya maka akan didapatkan nilai keakuratan sistem secara keseluruhan mencapai 90,135% dan dapat disimpulkan bahwa kinerja sistem sudah cukup baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya Karya Ilmiah ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada: Orang tua dan keluarga yang telah banyak memberikan bantuan, doa, semangat, dan dukungan selama ini. Bapak Prof. Dr. Ir. Yuwaldi Away, M.Sc. dan Bapak Aulia Rahman, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II yang telah menyediakan banyak waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam menyelesaikan penelitian ini. Terima kasih kepada seluruh civitas akademika Jurusan Teknik Elektro dan Komputer yang telah mengajarkan saya banyak ilmu, nasehat, dan dukungannya untuk menyelesaikan penelitian ini. Terima kasih juga kepada teman-teman Teknik Elektro angkatan 2012 yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih

atas segala suka dan duka yang telah kita lalui bersama-sama selama ini. Dan akhirnya, terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, Keputusan Menteri Perhubungan No. 82 Tahun 2018 Tentang Alat pengendali dan Pengaman Pengguna Jalan, Jakarta, Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2018.
- [2] C. Rosa, "Polisi Tidur: Dibangun demi kenyamanan, tapi kenyataannya berbeda," *rappler.com*, Sept. 12, 2017. [Online]. Available: <https://www.rappler.com/indonesia/liputan-khusus/181793-polisi-tidur-keselamatan-bahaya>. [Accessed: 30-Jan-2019].
- [3] Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia, Kamus Besar Bahasa Indonesia, 3rd Ed. Jakarta, Balai Pustaka, 2002.
- [4] M. Skolnik, *Radar Handbook*, 2nd Ed. United States of America, McGraw-Hill, 1990.
- [5] "All About Circuits." [Online]. Available: <https://www.allaboutcircuits.com/news/teardown-tuesday-hb100-doppler-radar-module>. [Accessed: 05-Feb-2018].
- [6] S. A. Ejah Umraeni, Z. Zahir, Sahrum, "Sistem Monitoring Kepadatan Kendaraan dengan Memanfaatkan Efek Doppler," in *Seminar Nasional Teknik Elektro 2018*, pp. 01-04, Okt. 11-13, 2018.
- [7] X-Band Microwave Motion Sensor Module Application Note, v1.02, S. T. Electronics, Singapore, pp. 01-07.
- [8] T. K. Hareendran, "HB100 Microwave Sensor - An Introduction," *electroschematics.com*. [Online]. Available: <https://www.electroschematics.com/11926/hb100-microwave-motion-sensor-an-introduction>. [Accessed: 04-Feb-2018].
- [9] Syahrul, "Karakteristik Dan Pengontrolan Servo Motor," vol. 8, pp. 143-150, 2011.