

Design and Construction of a 60 km/h Fixed Speed Controller for a Conventional Motorcycle [Rancang Bangun Fixed Speed Controller 60 km/jam pada Sepeda Motor Konvensional]

Mukhamad Fatkurrahman Fauzi¹⁾, Indah Sulistiyowati ^{*2)}

¹⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: indah_sulistiyowati@umsida.ac.id

Abstract. Motorcycles are the primary mode of transportation for Indonesians, including for long-distance travel, which is generally done at a constant speed. However, continuously controlling the throttle can cause fatigue in the right hand and reduce the rider's comfort and concentration. This study aims to design, implement, and test a fixed speed controller system on a conventional motorcycle with a target speed of 60 km/h. The method used is a quantitative and descriptive experiment. This experiment includes the creation of software and hardware using an esp8266 microcontroller, a servo motor as a throttle actuator, and a speed sensor as the main input for the microcontroller. Tests were conducted on flat, straight roads to measure speed stability, driving comfort, and fuel efficiency. The results show that the system is able to maintain a vehicle speed of around 60 km/h with relatively small deviations. Additionally, the use of this system has been proven to reduce the workload on the right hand, reduce rider fatigue, and save more fuel. Thus, this fixed speed controller system has the potential to be an applicable, economical, and easy-to-implement alternative solution to improve riding comfort and efficiency on conventional motorcycles.

Keywords - Motorcycle; Fixed Speed Controller; Riding Comfort

Abstrak. Sepeda motor merupakan moda transportasi utama masyarakat Indonesia, termasuk untuk perjalanan jarak jauh yang umumnya dilakukan pada kecepatan konstan. Namun, pengendalian tuas gas secara terus-menerus dapat menyebabkan kelelahan otot tangan kanan dan menurunkan kenyamanan serta konsentrasi pengendara. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengimplementasikan, dan menguji sistem pengatur kecepatan tetap (fixed speed controller) pada sepeda motor konvensional dengan kecepatan target 60 km/jam. Metode penelitian yang digunakan yaitu eksperimen rekayasa berbasis kuantitatif dan deskriptif. Eksperimen ini mencakup dalam pembuatan perangkat lunak, perangkat keras berbasis mikrokontroler esp8266 serta menggunakan motor servo sebagai aktuator tuas gas dan menggunakan sensor kecepatan sebagai input utama. Pengujian dilakukan pada jalan yang datar dan lurus untuk mengukur kestabilan kecepatan, kenyamanan berkendara, dan efisiensi konsumsi bahan bakar. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem dapat mempertahankan kendaraan pada kecepatan sekitar 60 km/jam dengan deviasi yang relatif kecil. Selain itu, penggunaan sistem ini terbukti dapat mengurangi beban kerja tangan kanan, mengurangi kelelahan pengendara, dan menghemat lebih banyak bahan bakar. Dengan demikian, sistem pengatur kecepatan tetap (fixed speed controller) ini berpotensi menjadi solusi alternatif yang aplikatif, ekonomis, dan mudah diimplementasikan untuk meningkatkan kenyamanan dan efisiensi berkendara pada sepeda motor konvensional.

Kata Kunci - Sepeda Motor; Kontrol Kecepatan Tetap; Kenyamanan Berkendara

I. PENDAHULUAN

Sepeda motor merupakan moda transportasi yang paling dominan digunakan oleh masyarakat Indonesia karena kepraktisan, fleksibilitas, dan efisiensi konsumsi bahan bakarnya. Selain digunakan untuk mobilitas harian, sepeda motor juga banyak dimanfaatkan untuk perjalanan jarak jauh dan antar kota. Namun, pada penggunaan jarak jauh dengan kecepatan konstan sekitar 60–100 km/jam, pengendara sering mengalami kelelahan otot, khususnya pada tangan kanan akibat harus mempertahankan posisi tuas gas dalam waktu lama [1]. Kondisi ini dapat meningkatkan risiko kecelakaan dan menurunkan konsentrasi pengendara yang sudah mengalami kelelahan [2]. Salah satu solusi untuk masalah ini adalah penggunaan sistem pengatur kecepatan otomatis atau yang sering disebut cruise control [3][4]. Fitur ini memungkinkan kendaraan mempertahankan kecepatan tertentu tanpa intervensi terus-menerus dari pengendara [5].

Teknologi cruise control atau *fixed speed controller*, masih jarang ditemui pada sepeda motor konvensional sedangkan pada kendaraan premium fitur ini sudah banyak. Hal ini disebabkan oleh tingginya biaya implementasi, kompleksitas sistem, serta ketergantungan pada teknologi *throttle-by-wire* yang belum umum digunakan pada sepeda motor standar [6]. Akibatnya, ada perbedaan teknologi yang sangat mencolok antara kendaraan premium dan kendaraan tradisional yang digunakan oleh sebagian besar orang.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengimplementasikan, dan menguji alat pengatur kecepatan tetap 60 km/jam pada sepeda motor konvensional [7]. Fokus penelitian meliputi pengujian efektivitas sistem dalam menjaga kecepatan konstan serta analisis pengaruh penggunaannya terhadap kenyamanan berkendara dan efisiensi bahan bakar [5]. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi solusi alternatif yang aplikatif dan berkontribusi pada pengembangan teknologi kenyamanan berkendara pada sepeda motor konvensional [8][9].

II. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental rekayasa (*engineering experiment*) yang bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pengatur kecepatan tetap (*fixed speed controller*) pada sepeda motor konvensional [6]. Pendekatan yang digunakan bersifat kuantitatif dan deskriptif, yaitu dengan melakukan pengujian terhadap alat yang dibuat, kemudian menganalisis data berupa kecepatan, stabilitas sistem, serta dampaknya terhadap kenyamanan dan efisiensi bahan bakar.

A. Peralatan dan bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian yaitu :

1. Laptop
2. Set toolkit
3. Solder
4. Solder sucker
5. Digital multimeter

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu ;

1. Sepeda motor
2. Mikrokontroler esp8266
3. Motor servo
4. Lcd oled
5. Kabel
6. Saklar
7. Timah
8. Kabel jumper
9. Isolasi kabel
10. Step down

B. Prosedur penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui tahapan-tahapan berikut antara lain sebagai berikut :



Gambar 1. Tahapan penelitian

1. Studi literatur

Tahap awal berupa pengumpulan dan kajian teori dari berbagai referensi seperti jurnal ilmiah, buku, artikel, dan publikasi terkait teknologi sistem *cruise control* atau pengatur kecepatan tetap (*fixed speed controller*) serta teknologi pendukungnya.

2. Perancangan alat

Merancang sistem pengatur kecepatan kendaraan dimulai dari memilih perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan untuk memudahkan pembuatan sistem pengatur kecepatan tetap (*fixed speed controller*).

3. Perakitan alat

Menggabungkan komponen yang sudah ditentukan antara lain mikrokontroler esp8266, sensor kecepatan, stepdown, lcd dan motor servo yang dibutuhkan dalam pembuatan sistem *fixed speed controller* [10]. Selanjutnya memasukkan program ke esp8266 untuk menghasilkan sistem yang akan dibuat.

4. Pengujian sistem

Setelah perakitan alat selesai semua hal yang harus dilakukan yaitu melakukan pengujian *sistem fixed speed controller* ini apakah berfungsi dengan baik atau tidak. Memastikan pembacaan sensor kecepatan berfungsi

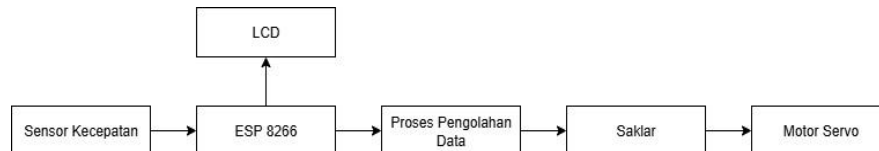
dengan normal dan akurat, program untuk esp8266 berjalan dengan baik [11][12]. Selanjutnya menguji sistem *fixed speed controller* kendaraan di kondisi nyata (jalan datar dan lurus).

5. Analisis data dan evaluasi

Data hasil pengujian dianalisis untuk mengukur keberhasilan sistem berdasarkan parameter teknis yang telah ditentukan antara lain kecepatan, konsumsi bbm dan juga kenyamanan berkendara [5][13]. Evaluasi dilakukan terhadap kelemahan yang ditemukan untuk peningkatan sistem.

C. Diagram blok sistem

Untuk memudahkan desain alat, dibuatlah diagram blok dari seluruh sistem secara keseluruhan. Di bawah ini adalah diagram blok sistem yang akan dibuat :

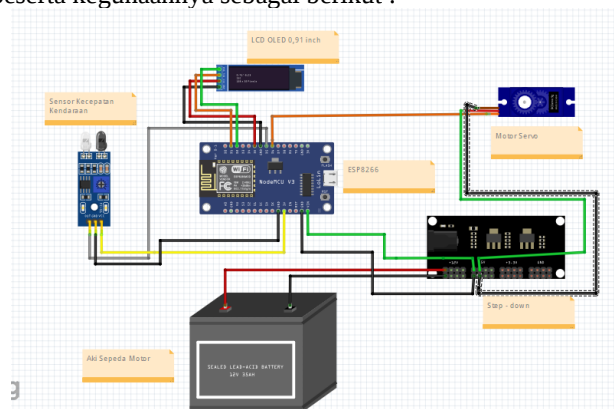


Gambar 2. Diagram blok sistem

Diagram blok dari sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terhubung untuk menjalankan sistem pengatur kecepatan tetap (*fixed speed controller*) [14]. Sistem diawali dari pembacaan sensor kecepatan pada kendaraan [15], sinyal dari sensor tersebut dikirim ke mikrokontroler esp8266. Untuk daya esp8266 diambilkan dari tegangan accu sepeda motor, tegangan tersebut diturunkan terlebih dahulu menggunakan *stepdown* sebelum masuk pada mikrokontroler esp8266. Setelah itu data kecepatan kendaraan tersebut akan diolah / diproses sesuai dengan program yang sudah dibuat. Pada tampilan lcd ditampilkan data kecepatan kendaraan secara *real time* dan juga sistem tersebut apakah sudah siap atau belum. Selanjutnya masuk ke saklar yang berfungsi untuk memilih untuk menghidupkan atau tidak sistem pengatur kecepatan tetap tersebut. Jika saklar tidak diaktifkan maka berkendara secara normal, akan tetapi apabila saklar kita aktifkan maka sistem pengatur kecepatan tetap (*fixed speed controller*) akan aktif dan kecepatan kendaraan akan konstan pada kecepatan 60 km/jam. Hal ini sangat berfungsi saat kita berkendara jarak jauh karena mengurangi kelelahan otot tangan yang terus menerus memutar tuas gas kendaraan [2].

D. Perancangan alat

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai proses perancangan alat yang berfungsi untuk mempertahankan kecepatan 60 km/jam secara otomatis menggunakan kontrol berbasis mikrokontroler [16]. Terdapat beberapa komponen yang digunakan beserta kegunaannya sebagai berikut :

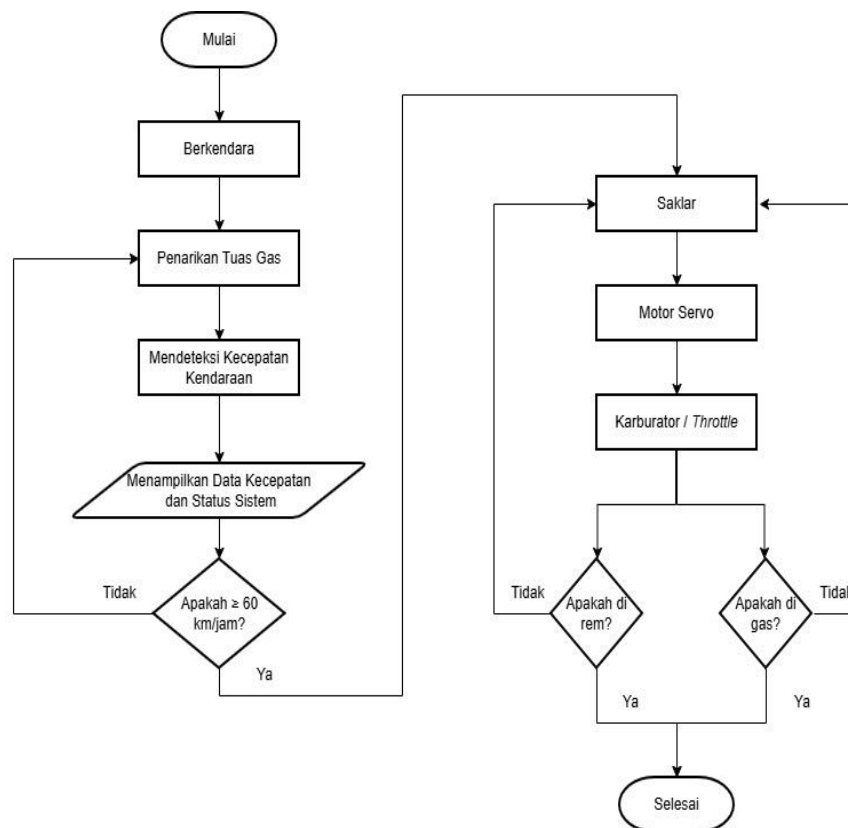


Gambar 3. Perancangan alat

Komponen input dari sistem pengatur kecepatan tetap menggunakan sensor kecepatan yang ada pada sepeda motor. Mikrokontroler esp8266 berfungsi sebagai otak dari sistem ini [17][18], esp8266 mengolah data dari input sensor kecepatan dan meneruskan ke komponen keluaran yaitu lcd dan saklar. Lcd oled berfungsi sebagai tampilan dari sistem yang menampilkan kecepatan kendaraan dan juga sistem sudah bisa digunakan atau belum. Saklar disini sebagai untuk mengaktifkan atau menonaktifkan sistem pengatur kecepatan tetap (*fixed speed controller*). Motor servo berfungsi output untuk menahan tuas gas pada sepeda motor yang masih menggunakan karburator atau menarik seling gas *throttle body* pada kendaraan injeksi [10].

E. Perancangan sistem perangkat lunak

Perancangan sistem perangkat lunak dilakukan untuk merancang logika dan alur kerja sistem secara terstruktur, agar seluruh fungsi dan fitur yang diinginkan dapat berjalan dengan optimal. Berikut adalah *flowchart* dari sistem yang dibuat :



Gambar 4. Flowchart

Sistem dimulai ketika kendaraan dihidupkan. Setelah kendaraan melaju sensor kecepatan mulai mendeteksi kecepatan kendaraan, sensor tersebut akan selalu membaca perubahan kecepatan kendaraan saat berkendara [19]. Jika ingin mengaktifkan sistem ini syarat utama harus terpenuhi terlebih dahulu, yaitu kecepatan kendaraan harus mencapai 60 km/jam. Apabila kecepatan tersebut tidak terpenuhi maka sistem tidak dapat dijalankan, untuk mengatasi ini harus menambah kecepatan kendaraan dengan cara menarik tuas gas hingga mencapai 60 – 70 km/jam supaya sistem bisa dijalankan. Setelah syarat tersebut terpenuhi maka sistem bisa difungsikan, tinggal pilih mau menggunakan sistem tersebut atau tidak [20]. Sistem ini otomatis off ketika kecepatan kendaraan kurang dari 60 km/jam dan lebih dari 85 km/jam, hal ini bisa terjadi apabila kita melakukan pengereman kendaraan atau saat melakukan penambahan gas kendaraan. Sistem ini memiliki 2 pilihan, jika tidak menggunakan sistem ini maka berkendara secara normal, apabila menggunakan sistem laju kendaraan akan konstan di 60 km/jam, karena motor servo menarik selang gas pada karburator atau *throttle* yang membuatnya menahan jarum skep / katup *throttle* sehingga menyebabkan kecepatan kendaraan konstan di 60 km/jam (selesai)[21]. Dengan menonaktifkan saklar sistem akan kembali ke siklus awal apabila ingin menggunakan sistem tersebut lagi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil perancangan sistem perangkat lunak

Sistem pengatur kecepatan tetap yang dirancang terdiri dari sensor kecepatan sebagai input, mikrokontroler esp8266 sebagai pengendali utama, dan motor servo sebagai aktuator penggerak tuas gas. Lcd oled digunakan untuk menampilkan informasi kecepatan kendaraan secara real-time. Sistem bekerja dengan membaca data kecepatan kendaraan, kemudian mikrokontroler mengatur posisi motor servo untuk menyesuaikan bukaan gas agar kecepatan kendaraan tetap berada pada nilai 60 km/jam. Berikut ini program dari sistem pengatur kecepatan tetap yang dibuat pada software arduinoide :

```

sketch_jan09a | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help

sketch_jan09a
1 #include <Wire.h>
2 #include <Adafruit_GFX.h>
3 #include <Adafruit_SSD1306.h>
4 #include <Servo.h>
5
6 // ===== OLED =====
7 #define SCREEN_WIDTH 128
8 #define SCREEN_HEIGHT 32
9 Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, -1);
10
11 // ===== PIN =====
12 const byte sensorPin = 14; // D5 = GPIO14
13 const byte servoPin = 12; // D6 = GPIO12
14
15 // ===== SENSOR =====
16 volatile unsigned long pulseCount = 0;
17 unsigned long lastMillis = 0;
18
19 // ===== RODA =====
20 float wheelDiameter = 0.009; // meter
21 float wheelCircumference = wheelDiameter * 3.1416;
22
23 // ===== SERVO =====
24 Servo speedServo;
25 int servoNormal = 0;
26 int servoLimit = 90;
27
28 // ===== KECEPATAN =====
29 float speedKmh = 0;
30
31 // Interrupt sensor (ESP8266)
32 void ICACHE_RAM_ATTR countPulse() {
33   pulseCount++;
34 }
35

```

Gambar 5. Kode program arduino

B. Hasil perangkat keras

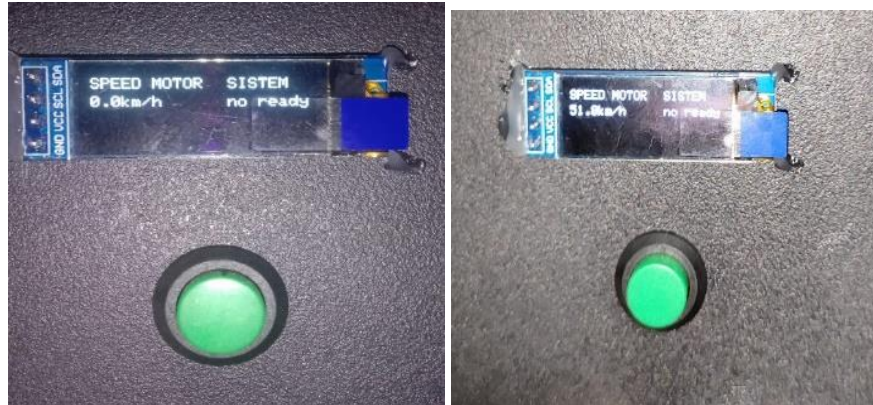
Hasil perangkat keras pada sistem pengatur kecepatan tetap ditunjukkan pada gambar dibawah ini. Perangkat keras ini selanjutnya akan dipasangkan pada sebuah sepeda motor, dimana sumber tegangan dari alat ini langsung dari accu sepeda motor tersebut :



Gambar 6. Perangkat keras

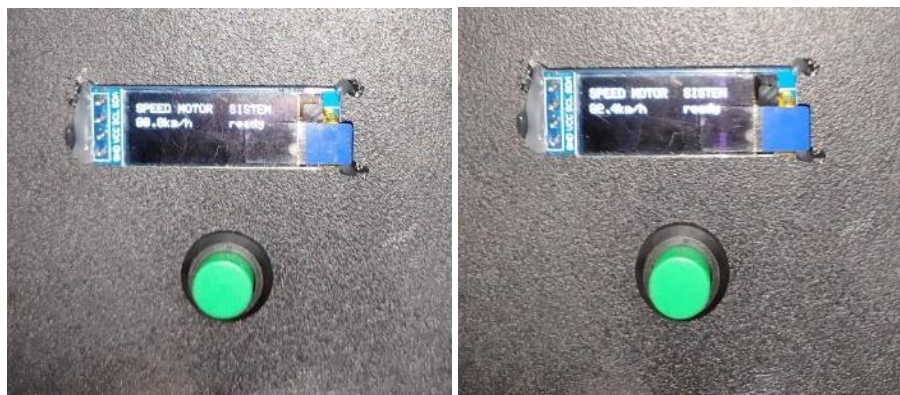
C. Hasil pengujian alat

Pengujian dilakukan pada jalan datar dan lurus dengan kondisi lalu lintas relatif stabil. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mempertahankan kecepatan kendaraan di sekitar 60 km/jam dengan deviasi kecepatan yang relatif kecil. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengatur kecepatan tetap bekerja dengan baik dalam menjaga kestabilan kecepatan kendaraan. Sistem tidak berfungsi ketika kecepatan di bawah 60 km/jam, hal ini ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 7. Sistem belum siap

Sistem akan berfungsi ketika kecepatan di atas 60 km/jam, hal ini ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 8. Sistem sudah siap

D. Analisis kenyamanan berkendara

Berdasarkan hasil pengujian dan observasi, penggunaan sistem pengatur kecepatan tetap dapat mengurangi beban kerja tangan kanan pengendara. Pengendara tidak perlu mempertahankan bukaan gas secara terus-menerus, sehingga tingkat kelelahan selama perjalanan jarak jauh dapat dikurangi. Dengan demikian, sistem ini memberikan peningkatan kenyamanan berkendara.

Tabel 1. Hasil survei kenyamanan berkendara

No	Responden	Pengurangan Beban Tangan	Pengurangan Kelelahan	Kenyamanan Berkendara
1	Rider 1	Sangat Setuju	Setuju	Sangat Nyaman
2	Rider 2	Setuju	Setuju	Nyaman
3	Rider 3	Sangat Setuju	Sangat Setuju	Sangat Nyaman
4	Rider 4	Setuju	Setuju	Nyaman

Tabel 2. Pengurangan tingkat kelelahan

Kategori	Jumlah Responden	Persentase
Sangat Setuju	1	25%
Setuju	3	75%
Tidak Setuju	0	0%

Berdasarkan hasil survei terhadap empat responden, seluruh responden (100%) menyatakan setuju dan sangat setuju bahwa sistem pengatur kecepatan tetap mampu mengurangi beban kerja tangan kanan. Sebanyak 75% responden menyatakan setuju dan 25% sangat setuju bahwa sistem ini dapat mengurangi tingkat kelelahan selama perjalanan.

E. Analisis efisiensi konsumsi bahan bakar

Kecepatan kendaraan yang lebih stabil berkontribusi terhadap penggunaan bahan bakar yang lebih efisien. Hasil pengujian menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar cenderung lebih stabil dibandingkan dengan pengendalian gas secara manual. Hal ini disebabkan oleh minimnya fluktuasi bukaan gas selama berkendara.

Tabel 3. Perbandingan konsumsi bahan bakar

Parameter Pengujian	Tanpa Sistem Pengatur Kecepatan	Dengan Sistem Pengatur Kecepatan
Kecepatan Kendaraan	Tidak stabil (fluktuatif)	Stabil (± 60 km/jam)
Bukaan Gas	Sering berubah-ubah	Relatif konstan
Konsumsi Bahan Bakar	Cenderung boros dan tidak stabil	Lebih stabil dan efisien
Kenyamanan Berkendara	Sedang	Lebih nyaman
Efisiensi BBM	Rendah	Lebih tinggi

Berdasarkan hasil pengujian, penggunaan sistem pengatur kecepatan tetap menghasilkan kecepatan kendaraan yang lebih stabil dibandingkan dengan pengendalian gas secara manual. Stabilitas kecepatan ini menyebabkan bukaan gas menjadi lebih konstan sehingga fluktuasi konsumsi bahan bakar dapat diminimalkan. Sebaliknya, pada pengendalian manual, perubahan bukaan gas yang sering terjadi menyebabkan konsumsi bahan bakar menjadi kurang stabil dan cenderung lebih boros. Dengan demikian, penerapan sistem pengatur kecepatan tetap berkontribusi positif terhadap peningkatan efisiensi penggunaan bahan bakar.

IV. SIMPULAN

Hasil perancangan, penerapan, dan pengujian sistem fixed speed controller yang dipasang pada sepeda motor konvensional menunjukkan hasil pada kondisi jalan datar dan lurus, sistem tersebut dapat mempertahankan kendaraan pada kecepatan 60 km/jam dengan deviasi yang relatif kecil. Mikrokontroler esp8266 sendiri berfungsi sebagai pengendali utama, sensor kecepatan berfungsi sebagai input dari mikrokontroler tersebut dan motor servo berfungsi sebagai aktuator untuk menarik seling gas. Hasil dari pengujian dan survei menunjukkan bahwa sistem pengatur kecepatan tetap (*fixed speed controller*) dapat membuat perjalanan jarak jauh lebih nyaman karena mengurangi beban kerja tangan kanan dan mengurangi kelelahan pengendara sangat signifikan perbedaannya menggunakan sistem dengan tidak menggunakan sistem *fixed speed controller*. Selain itu, stabilitas kecepatan yang dihasilkan menghasilkan bukaan gas yang lebih konsisten atau stabil, yang berdampak pada penggunaan bahan bakar yang lebih irit. Dengan demikian, sistem ini berpotensi menjadi solusi alternatif yang aplikatif dan ekonomis untuk meningkatkan

kenyamanan dan efisiensi berkendara pada sepeda motor konvensional serta mengurangi kesenjangan teknologi dengan kendaraan kelas premium.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam mendukung pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga memberikan apresiasi yang besar kepada Labolatorium IMEI Team atas penyediaan fasilitas yang sangat membantu selama pengerjaan penelitian ini berlangsung. Adapun segala bentuk bantuan dan masukan yang diberikan sangat mendukung kelancaran dan keberhasilan penelitian ini sehingga dapat selesai dengan baik.

REFERENSI

- [1] A. Kholid, "Kajian Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kelelahan Pengemudi Saat Mudik," *Indones. J. Nurs. Res.*, vol. 1, no. 1, pp. 10–19, 2018, doi: 10.35473/ijnr.v1i1.2.
- [2] A. A. Aprillian and K. M. Mahendra, "Deteksi Kelelahan Pengemudi," no. 20524176, 2025, [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/55034>
- [3] Y. Liu, J. He, J. Cai, Y. Wu, J. Li, and Y. Liu, "Energy-Optimal Adaptive Cruise Control for Electric Vehicles Based on Model Predictive Control and Dynamic Programming," in *2023 7th CAA International Conference on Vehicular Control and Intelligence (CVCI)*, 2023, pp. 1–6. doi: 10.1109/CVCI59596.2023.10397163.
- [4] Jamaaluddin and I. Robandi, "Short term load forecasting of Eid Al Fitr holiday by using interval Type-2 Fuzzy Inference System (Case study: Electrical system of Java Bali in Indonesia)," in *2016 IEEE Region 10 Symposium (TENSYP)*, 2016, pp. 237–242. doi: 10.1109/TENCONSpring.2016.7519411.
- [5] E. Firlana Teknologi Otomotif Politeknik Transportasi Darat Bali Jl Cempaka Putih *et al.*, "Pengaruh Cruise Control Terhadap Keselamatan Berkendara Di Jalan Tol," *Pros. Forum Stud. Transp. antar Perguru. Tinggi*, vol. 10, no. 2, pp. 699–707, 2023.
- [6] D. D. Abuan *et al.*, "Exploring Variable Speed Control Using Leap Motion: An Integration Finger Gestures, L298N, and NodeMCU ESP8266 for Wireless Communication," in *2023 IEEE 15th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management (HNICEM)*, 2023, pp. 1–4. doi: 10.1109/HNICEM60674.2023.10589246.
- [7] P. Bhottacharjee, A. Saeid, M. R. Jannat, and K. I. Masud, "Developing an IoT-based Motorcycle Safety and Monitoring System: An Efficient Solution," in *2024 27th International Conference on Computer and Information Technology (ICCIT)*, 2024, pp. 1594–1599. doi: 10.1109/ICCIT64611.2024.11021958.
- [8] S. Marmo, E. Indriastingsih, A. Oktavia, and T. Devi, "Mengelola Kelelahan/Fatigue Management Case Kecelakaan Transportasi Dampak Dari Kelelahan Pengendara Kendaraan," *Gaung Inform.*, vol. 9, no. 3, pp. 140–150, 2016.
- [9] I. Sulistiyowati, "Power Performance Evaluation of Standalone Renewable Energy Source Energy Management Using Pass Filter," vol. 10, no. 3, pp. 158–163, 2023.
- [10] P. Wei, L. Liu, P. Jia, and J. L. Special, "Position Servo Control Algorithm Based on Optimal Solution Analysis of Motion Control," in *2024 8th International Conference on Electrical, Mechanical and Computer Engineering (ICEMCE)*, 2024, pp. 1998–2002. doi: 10.1109/ICEMCE64157.2024.10862184.
- [11] G. R. Auwali, A. Ahfas, and S. D. Ayuni, "Motorbike Control and Safety Devices Using Telegram-Based ESP 32 Cam to Minimize Theft Alat Kontrol dan Pengaman Sepeda Motor Menggunakan ESP 32 Cam Berbasis Telegram untuk Meminimalisasi Pencurian," vol. 3, no. October, pp. 219–229, 2023.
- [12] S. D. Ayuni, "Elinvo (Electronics , Informatics , and Vocational Education) Lapindo Embankment Security Monitoring System Based on IoT," vol. 6, no. 1, pp. 40–48, 2021, doi: 10.21831/elinvo.v6i1.40429.
- [13] A. Y. Nurulfahmi and I. Sulistiyowati, "Monitoring Sepeda Motor Dengan Pelacak Dan Kontrol RFID Berbasis IoT," vol. 2, no. 2, pp. 100–114, 2021.
- [14] S. Monitoring, D. Kontrol, M. Listrik, and I. Menggunakan, "Monitoring And Control System Of Industrial Electric Motors Using The Internet Of Things," vol. 7, no. 1, 2023.
- [15] A. R. Hasfi and S. Syahririni, "Electric Motor Maintenance," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 7, pp. 10–14, 2024, doi: 10.21070/pels.v7i0.1596.
- [16] M. Aliffudin, "Sistem Monitoring Energy Mobil Listrik Terintegrasi IoT : Studi Kasus IMEI TEAM UMSIDA IoT Integrated Electric Car Energy Monitoring System : Case Study of IMEI TEAM UMSIDA," vol. 6, pp. 189–196, 2024.
- [17] A. Istiqomah, L. Mohammad, and M. I. A. Kurniawan, "Design of Adaptive Cruise Control (ACC) System with Fuzzy Logic Method on Robo Car Prototype," *J. Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, vol. 17, no. 1, pp. 34–43, 2025, doi: 10.5614/joki.2025.17.1.4.

- [18] J. Yang and B. Liu, "Implementation of ultrasonic sensor as a chemical percol fluid level control based on Atmega 16 Implementation of ultrasonic sensor as a chemical percol fluid level control based on Atmega 16," 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1098/4/042046.
- [19] I. Anshory, A. Wisaksono, J. Jamaaluddin, and A. Fudholi, "Implementation of ARM STM32F4 microcontroller for speed control of BLDC motor based on bat algorithm," *Int. J. Power Electron. Drive Syst.*, vol. 15, no. 1, pp. 127–135, 2024, doi: 10.11591/ijpeds.v15.i1.pp127-135.
- [20] J. Jamaaluddin, I. Anshory, and S. D. Ayuni, "Analysis of Overcurrent Safety in Miniature Circuit Breaker with Alternating Current," *J. Electr. Technol. UMY*, vol. 5, no. 2, pp. 68–73, 2021, doi: 10.18196/jet.v5i2.12508.
- [21] I. Anshory, D. Hadidjaja, R. B. Jakaria, U. M. Sidoarjo, and U. M. Sidoarjo, "BLDC MOTOR : MODELING AND OPTIMIZATION SPEED," vol. 25, no. 2, pp. 51–58, 2020.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.