

AKSIS : ALAT PENDETEKSI DAN MONITORING KONDISI MINYAK REM BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)

Setya Wijayanta

Politeknik Keselamatan
Transportasi Jalan
Jl. Perintis Kemerdekaan No. 17,
Slerok, Kec. Tegal Timur, Kota
Tegal, Jawa Tengah (52125)
setya_w@pkjt.ac.id

Helmi Wibowo

Politeknik Keselamatan
Transportasi Jalan
Jl. Perintis Kemerdekaan No. 17,
Slerok, Kec. Tegal Timur, Kota
Tegal, Jawa Tengah (52125)
helmi.wibowo@pkjt.ac.id

Dzaki Putra Prakosa

Politeknik Keselamatan
Transportasi Jalan
Jl. Perintis Kemerdekaan No. 17,
Slerok, Kec. Tegal Timur, Kota
Tegal, Jawa Tengah (52125)
dzakiputra41@gmail.com

Naufal Hanif Musyafa

Politeknik Keselamatan
Transportasi Jalan
Jl. Perintis Kemerdekaan No. 17,
Slerok, Kec. Tegal Timur, Kota
Tegal, Jawa Tengah (52125)
naufalmusyafa0304@gmail.com

M. Tatag Titis P

Politeknik Keselamatan
Transportasi Jalan
Jl. Perintis Kemerdekaan No. 17,
Slerok, Kec. Tegal Timur, Kota
Tegal, Jawa Tengah (52125)
tatagpra@gmail.com

Ghani Ridho R

Politeknik Keselamatan
Transportasi Jalan
Jl. Perintis Kemerdekaan No. 17,
Slerok, Kec. Tegal Timur, Kota
Tegal, Jawa Tengah (52125)
ghanridhor@gmail.com

Abstract

The results of investigations conducted by the KNKT show that there are still many vehicle accidents caused by braking system failures due to poor brake fluid quality. This research aims to develop an IoT (Internet of Things) based device that can detect and monitor the quality of brake fluid, including its moisture content, temperature, and volume to improve driving safety and prevent brake failure events. The research method used is an experimental method using DOT3 brake fluid. The analyzed data is displayed through an I2C LCD and RGB LED and sent to the Blynk application for real-time reporting to the driver. The test results show that this tool works well, marked by test results that show the effectiveness of the soil moisture sensor by 97.50%, DS18B20 temperature sensor by 92.60%, and HC-SR04T proximity sensor by 93.60% in detecting brake fluid conditions. It is hoped that this device can warn the driver so that the risk of brake failure can be reduced and driving safety can be increased.

Keywords: Braking system failure, Brake fluid quality, Driving safety, Internet of Things.

Abstrak

Berdasarkan hasil investigasi yang dilakukan oleh KNKT menunjukkan bahwa masih banyaknya kecelakaan pada kendaraan yang diakibatkan oleh kegagalan sistem pengereman karena buruknya kualitas minyak rem. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat berbasis IoT (*Internet of Things*) yang dapat mendeteksi dan memonitoring kualitas minyak rem, termasuk kadar air, suhu, dan volumenya guna meningkatkan keselamatan berkendara dan mencegah peristiwa rem blong. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan menggunakan minyak rem DOT3. Data hasil analisis ditampilkan melalui LCD I2C dan LED RGB, serta dikirimkan ke aplikasi *blynk* untuk pelaporan *real-time* kepada pengemudi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini berfungsi dengan baik, ditandai hasil pengujian yang menunjukkan efektivitas soil moisture sensor sebesar 97.50%, sensor suhu DS18B20 sebesar 92.60%, dan sensor jarak HC-SR04T sebesar 93.60% dalam mendeteksi kondisi minyak rem. Diharapkan dengan adanya perangkat ini, dapat memberikan suatu peringatan kepada pengemudi sehingga risiko kegagalan rem dapat berkurang dan keselamatan berkendara dapat meningkat.

Kata Kunci: Kegagalan sistem pengereman, Kualitas minyak rem, Keselamatan Berkendara, Internet of Things.

PENDAHULUAN

Berdasarkan statistik yang dikeluarkan Korlantas Polri, terdapat 148.307 kasus kecelakaan pada tahun 2023, meningkat 0,06% dibandingkan tahun sebelumnya. Dari jumlah tersebut, menunjukkan 10% mengalami kecelakaan yang berujung pada kematian (Daafa A.M & Aditya M., 2024). Tiga fenomena dominan sering dikaitkan dengan kegagalan sistem rem, yakni *brake fading*, pengurangan volume udara bertekanan, dan *vapour lock* (Ahmad Wildan, 2023). Hasil penelitian ini diperkuat dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan penyebab kegagalan sistem rem karena adanya udara di dalam minyak rem (Owusu-Ansah dkk., 2014).

Gesekan antara sepatu rem dan tromol akan menghasilkan panas, yang dapat meningkatkan suhu kampas rem dan tromol rem (Irsyad, 2012). Bila panas melebihi ketahanan panas kampas rem, maka akan terjadi sublimasi, yaitu perubahan sebagian permukaan kampas rem menjadi gas panas. Gas panas itu akan terjebak di antara kampas dan tromol dan membentuk lapisan (film) yang menghalangi pertemuan antara kampas dan tromol, fenomena inilah yang disebut dengan *Brake Fading* (Wijayanta dkk., 2024).

Sedangkan *vapour lock* dalam sistem rem adalah fenomena di mana cairan rem mengalami penguapan akibat panas berlebihan yang dihasilkan selama proses pengereman (Park dkk., 2022). Hal ini menyebabkan pedal rem terasa lunak atau bahkan gagal sepenuhnya, mengurangi kemampuan pengereman kendaraan (Shaikh dkk., 2023). Kualitas minyak rem sangat menentukan besarnya titik didih dalam suatu sistem rem. Fenomena *vapour lock* terjadi ketika terdapat udara palsu dalam saluran minyak rem yang dihasilkan dari penguapan minyak. Udara tersebut kemudian terjebak di dalam saluran minyak rem. Kondisi ini sangat mengganggu kinerja sistem rem, karena udara yang terjebak dapat menghambat aliran minyak rem yang seharusnya (Setiawan E & Aditya M., 2022).

Minyak rem juga memiliki sifat hidrofilik sehingga mudah bercampur dengan air saat berkendara. Selain itu, minyak rem yang banyak digunakan saat ini adalah dari seri *Glycolether* yang memiliki sifat menyerap air di atmosfer. Akibatnya, kandungan air dalam minyak rem berangsur-angsur meningkat seiring berjalannya waktu dan suhu didihnya berangsur-angsur menurun (Mayer Hrsg, 2019). Serta Pengurangan minyak di reservoir ini dapat terjadi karena adanya penguapan maupun kebocoran sistem rem (KNKT, 2020). Berdasarkan pembahasan di atas, studi eksperimental yang mendalam tentang fenomena *vapor lock* dan *brake fading* pada sistem pengereman sangat diperlukan. Karena dapat berelevansi dengan kadar air dalam minyak rem. Selanjutnya, hasil studi eksperimental tersebut dapat digunakan sebagai data masukan untuk mengembangkan alat pendeteksi kadar air untuk mencegah terjadinya kegagalan sistem pengereman. Hingga saat ini, terdapat beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis, yang dirangkum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Penelitian yang Relevan

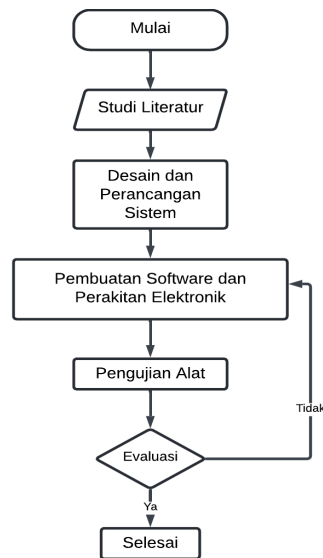
No.	Judul, Penulis, dan Tahun	Metode	Hasil
1.	Kajian Kualitas Minyak Rem Dilihat Dari Fluktuasi Titik Didihnya (Amalia Safitri, 2022)	Proses eksperimen menggunakan 6 sampel merk minyak rem secara acak dengan standar DOT yang berbeda, kemudian	Minyak rem yang memiliki kadar air (3%-4%) disarankan untuk segera melakukan bleeding karena kandungan air pada minyak rem akan menurunkan titik didih

No.	Judul, Penulis, dan Tahun	Metode	Hasil
		dipanaskan sebanyak 4 kali untuk mengetahui laju penurunan temperature titik didihnya	hingga $\pm 50^{\circ}\text{C}$ sehingga mempengaruhi kualitas minyak rem yang menyebabkan minyak rem mengalami vapour lock
2.	Pengaruh Kandungan Air Dalam Cairan Rem Terhadap Hasil Uji Pengereman (Ahmad Hari Mukti, 2022)	Metode penelitian yang digunakan yaitu eksperimen, pada penelitian ini mengubah kandungan air dalam cairan rem kemudian dilakukan pengujian rem dengan alat uji rem	Metode penelitian yang digunakan yaitu eksperimen, pada penelitian ini mengubah kandungan air dalam cairan rem kemudian dilakukan pengujian rem dengan alat uji rem
3.	An Alarm System For Detecting Moisture Content In Vehicle Brake Fluid With Temperature Compensation (Tseng & Chou, 2020)	Penelitian ini terbagi menjadi dua tahap. Pada tahap pertama, diukur berbagai kadar air dan suhu berbeda dari cairan rem	Sistem peringatan dibangun menggunakan papan Arduino Uno. Ketika sensor mendeteksi bahwa kadar air cairan rem melebihi rentang keamanan, sistem akan mengirim pesan peringatan untuk memberi tahu pengemudi.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dibahas, dapat disimpulkan bahwa kadar air dalam minyak rem merupakan faktor yang sangat penting dalam menjaga kinerja sistem pengereman kendaraan. Dari hasil-hasil penelitian tersebut, jelas bahwa kadar air dalam minyak rem tidak hanya mempengaruhi titik didih dan kualitas minyak rem, tetapi juga berimplikasi langsung terhadap keselamatan berkendara. Oleh karena itu, penting bagi pengguna kendaraan untuk secara rutin memeriksa dan mengganti minyak rem guna memastikan kinerja optimal dan mencegah risiko yang diakibatkan oleh kadar air yang tinggi. Dengan pengembangan alat pendeteksi dan monitoring kondisi minyak rem berbasis Internet of Things (IoT) diharapkan dapat memberikan solusi efektif untuk mendeteksi masalah ini secara cepat dan mencegah potensi bahaya di jalan raya.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan melakukan uji coba pada minyak Rem DOT-3 Mobil. Penelitian ini memungkinkan peneliti untuk mengontrol variabel yang mempengaruhi hasil, sehingga dapat menentukan secara tepat efek dari perlakuan tertentu terhadap variabel yang diamati (Rahman & Rabiul Islam, 2022). Diagram alir prosedur pelaksanaan dalam pembuatan alat ini dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



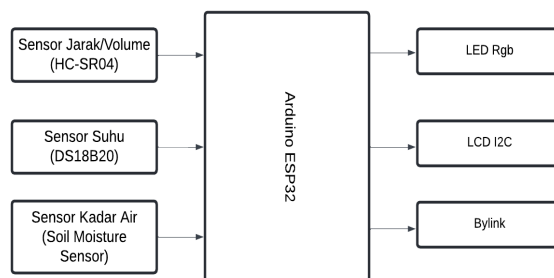
Gambar 1. Diagram alir

Studi Literatur

Studi literatur adalah proses sistematis mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis semua temuan yang relevan dari berbagai sumber publikasi ilmiah untuk menjawab pertanyaan penelitian (Sjödén *dkk.*, 2021).

Tahap Desain dan Perancangan Alat

Pada proses desain dan perancangan alat diklasifikasikan menjadi dua tahap, yaitu tahap pertama perancangan perangkat keras, dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah dan tahap kedua perancangan perangkat lunak.



Gambar 2. Diagram Perangkat Keras

Desain perangkat keras yang ditunjukkan pada Gambar 2 terdiri dari sensor jarak atau volume HC-SCR04, Sensor Suhu DS18B20 dan *Soil Moisture Sensor* sebagai pemicu kontroler mengirimkan data, mikrokontroler sebagai pengolah data sensor, LED Rgb sebagai output, serta integrasi ke *Blynk* untuk mengirimkan notifikasi peringatan kadar air jika melewati ambang batas.

Tahap Pembuatan dan Perakitan Sistem Elektronik

Pembuatan dan perakitan adalah proses transformasi bahan baku menjadi produk jadi atau setengah jadi melalui serangkaian aktivitas yang terorganisir dan sistematis. Pada tahap ini dilakukan perakitan elektronik perangkat keras alat berdasarkan desain perangkat keras dan diagram blok yang telah direncanakan.

Tahap Pengujian

Pengujian adalah proses sistematis untuk mengevaluasi dan memverifikasi apakah suatu produk, sistem, atau layanan memenuhi spesifikasi dan persyaratan yang ditetapkan (Brisset *dkk.*, 2022).

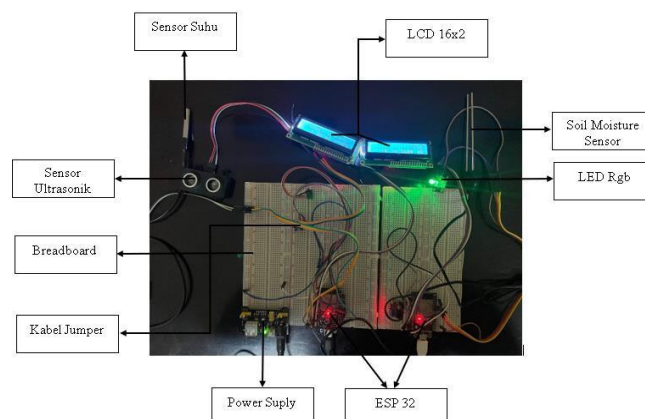
Tahap Evaluasi

Evaluasi adalah proses sistematis untuk menilai efektivitas, efisiensi, dan dampak dari suatu program, intervensi, atau kebijakan dengan tujuan untuk mengambil keputusan atau membuat perbaikan (Patton, 2022). Pada tahap ini, dilakukan evaluasi dari hasil pengujian alat. Evaluasi bertujuan untuk mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman dari suatu program, intervensi, atau kebijakan, sehingga dapat digunakan untuk pengambilan keputusan dan perbaikan (Mertens, D. M., & Wilson, A. T. 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perangkat Alat Pendeteksi dan Monitoring Kondisi Minyak Rem Berbasis *Internet Of Things* (IOT)

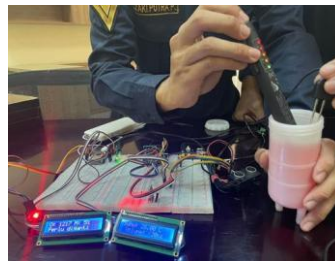
Untuk memantau kondisi minyak rem, dirancang sebuah perangkat keras yang terdiri dari tiga bagian sistem: sistem input/sensor, sistem output, dan sistem *IOT*. Perangkat ini diintegrasikan dengan perangkat lunak yaitu aplikasi *blynk* pada handphone pengemudi untuk pelaporan real-time tentang kadar air, suhu, dan volume dalam minyak rem. Dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah.



Gambar 3. Perangkat Alat AKSIS

- a. Sistem Input / Sensor
Sensor ini biasanya ditempatkan di dalam minyak rem untuk mengukur kadar air secara langsung. Data ini penting untuk memastikan tidak ada kontaminasi air yang dapat menyebabkan dan menurunkan titik didih minyak rem.
- b. Sistem Output
Sistem output adalah komponen dalam suatu sistem yang bertanggung jawab untuk menyajikan hasil pemrosesan data atau informasi kepada pengguna atau lingkungan (Gupta *dkk.*, 2021). Pada sistem output pada alat AKSIS ini berupa LCD I2C (*Liquid Crystal Display - Inter-Integrated Circuit*) dan LED RGB untuk memberitahukan peringatan kepada pengemudi tentang kondisi dalam minyak rem.
- c. Sistem *Internet of Things* (IoT)
Internet of Things (IoT) mengacu pada jaringan perangkat yang saling terhubung yang berkomunikasi secara mulus satu sama lain dan dengan lingkungan mereka melalui internet, memungkinkan aplikasi dan layanan tingkat lanjut (Elkhodr, M., Shahrestani, S., & Cheung, H. 2023).

Pengujian Kadar Air Menggunakan *Soil Moisture Sensor*



Gambar 4. Pengujian Kadar Air

Gambar 4 di atas pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali percobaan setiap perbandingan air dan minyak dengan total keseluruhan percobaan sebanyak 20 kali. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 2 berikut

Tabel 2. Pengujian Kadar Air

No	Perbandingan Air dan Minyak	Pengujian Ke-	Pengujian Kadar Air		Akurasi
			Soil Moisture Sensor (%)	Brake Fluid Tester (%)	
1.	0 : 100	1	1%	<1	100%
		2	1%	<1	100%
		3	1%	<1	100%
		4	1%	<1	100%
		5	1%	<1	100%
2.	25 : 75	1	2%	<2	100%
		2	1%	<2	75%
		3	2%	<2	100%
		4	2%	<2	100%
		5	2%	<2	100%
		1	4%	>4	100%
		2	3%	>4	75%

No	Perbandingan Air dan Minyak	Pengujian Ke-	Pengujian Kadar Air		Akurasi
			Soil Moisture Sensor (%)	Brake Fluid Tester (%)	
3.	50 : 50	3	4%	>4	100%
		4	5%	>4	100%
		5	5%	>4	100%
		1	7%	>4	100%
		2	6%	>4	100%
4.	25 : 75	3	6%	>4	100%
		4	6%	>4	100%
		5	6%	>4	100%
		Rata-rata :			97.50%

Setelah melakukan total percobaan selama 20 kali, *soil moisture sensor* memperoleh total akurasi sebesar 97.50%. Hal ini berarti sensor ini dapat bekerja dengan baik dan mampu mendeteksi kadar air yang ada dalam minyak rem.

Pengujian Suhu Menggunakan Sensor DS18B20



Gambar 5. Pengujian Suhu Minyak Rem

Pengujian Sensor DS18B20 pada Gambar 5 di atas bertujuan untuk mengkalibrasi hasil yang dideteksi oleh Sensor DS18B20 dibandingkan dengan hasil yang didapatkan dari thermogun. Pengujian ini dilakukan sebanyak 20 kali percobaan pada suhu ruangan dan hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 3 berikut

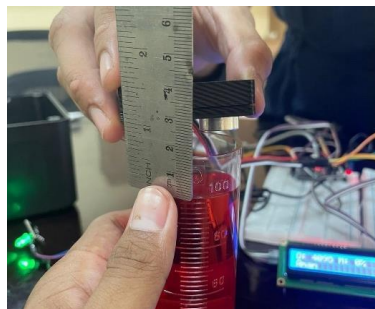
Tabel 3. Pengujian Suhu_Minyak Rem

No.	Pengujian Ke-	Pengujian Suhu		Akurasi (%)
		Sensor DS18B20 (°C)	Thermogun (°C)	
1	1	27.19	26.3	96.7
2	2	27.12	25.2	92.9
3	3	27.31	24.7	90.4
4	4	27.37	24.5	89.5
5	5	27.06	24.7	91.3
6	6	26.94	25.1	93.2
7	7	27.00	26.6	98.5
8	8	27.06	24	88.7
9	9	27.12	24.2	89.2
10	10	27.19	23.8	87.5
11	11	26.69	24.5	91.8
12	12	26.62	25.7	96.5
13	13	26.56	23.5	88.5

No.	Pengujian Ke-	Pengujian Suhu		Akurasi (%)
		Sensor DS18B20 (°C)	Thermogun (°C)	
14	14	26.50	24.1	90.9
15	15	27.10	25.5	94.1
16	16	26.90	24.1	89.6
17	17	26.64	25.7	96.5
18	18	27.00	26.1	96.7
19	19	26.54	25.6	96.5
20	20	26.70	25	93.6
Rata-rata :				92.6

Hasil pengujian menunjukkan adanya perbedaan nilai antara sensor DS18B20 dengan Thermogun yang digunakan dalam pengujian ini . Dari 20 percobaan didapatkan hasil akurasi dengan rata-rata sebesar 92.6%. Hal ini berarti sensor suhu DS18B20 dapat mendeteksi baik suhu minyak rem pada kendaraan.

Pengujian Jarak Menggunakan Sensor HC-SR04



Gambar 6. Pengujian Volume Minyak Rem

Pengujian pada Gambar 6 di atas dilakukan sebanyak 10 kali percobaan dan hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Pengujian Volume Minyak Rem

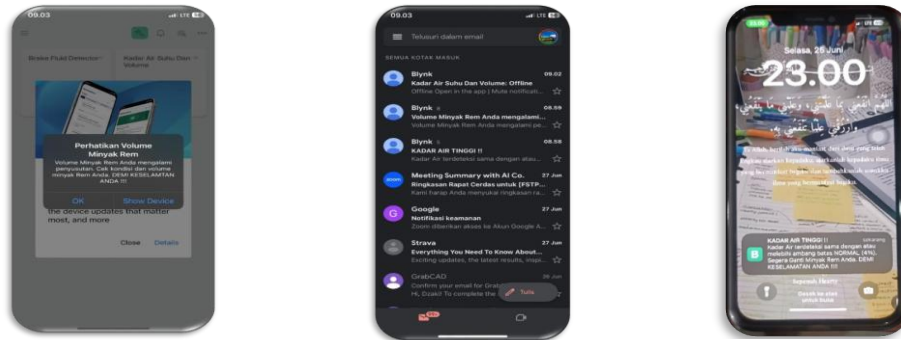
No.	Pengujian Ke-	Pengujian Volume Minyak Rem		Akurasi (%)
		HC-SR04 (cm)	Mistar Baja (cm)	
1	1	1	0.8	80
2	2	2	1.9	95
3	3	3	3	100
4	4	4	3.8	95
5	5	5	4.9	98
Rata-rata				93.6

Setelah melakukan total 5 kali percobaan, sensor HC-SR04 memperoleh total akurasi sebesar 93.6%. Penggunaan sensor ultrasonik HC-SR04 memungkinkan pengukuran volume minyak rem dengan akurasi yang baik.

Pengujian Integrasi dan Implementasi IoT dengan Blynk

Berikut merupakan hasil pengujian yang dilakukan dengan mengintegrasikan ketiga sensor tersebut lalu mengkoneksikan ke aplikasi *blynk*. Ketika sensor membaca hasil melebihi

ambang batas maka notifikasi akan muncul seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Notifikasi pada *Handphone*

Pada Gambar 7 di atas menunjukkan bahwa dengan mengintegrasikan ketiga sensor ini lalu dihubungkan dengan *blynk*, *software* dapat bekerja dengan baik memberikan notifikasi kepada *handphone* pengemudi disaat salah satu faktor kualitas minyak rem (Kadar air, Suhu, dan Volume) melebihi dari batas toleransi. Untuk batas toleransi kualitas minyak rem dari alat pendeteksi dan monitoring kondisi minyak rem berbasis *internet of things* (IoT) ketika memberikan notifikasi pada *Handphone* Pengemudi antara lain :

- Kadar air dalam minyak rem $\geq 4\%$
- Suhu minyak rem $\geq 265\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Jarak minyak rem $\geq 8\text{ cm}$ pada reservoir

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa alat pendeteksi dan monitoring kondisi minyak rem berbasis *internet of things* (IoT) dapat berfungsi dengan baik, ditandai dengan hasil pengujian kalibrasi yang menunjukkan efektivitas soil moisture sensor sebesar 97,5%, sensor suhu DS18B20 sebesar 92,6%, dan sensor jarak HC-SR04T sebesar 93,6% dalam mendeteksi dan memonitoring kondisi minyak rem. Ketiga sensor (*soil moisture sensor*, DS18B20, dan HC-SR04) dihubungkan ke mikrokontroler Esp32 yang mendukung IoT. Data dari masing-masing sensor dikirimkan secara nirkabel ke platform *blynk*. Aplikasi *blynk* di *handphone* memungkinkan pengguna untuk memantau kadar air, suhu, dan volume minyak rem secara *real-time*. Diharapkan dengan adanya perangkat ini, risiko kegagalan rem dapat berkurang dan keselamatan berkendara di jalan raya dapat meningkat.

SARAN

Meskipun akurasi sensor yang digunakan pada penelitian ini sudah cukup tinggi (soil moisture sensor 97,5%, sensor suhu DS18B20 92,6%, dan sensor jarak HC-SR04T 93,6%),

pengembangan lebih lanjut dapat difokuskan pada peningkatan akurasi sensor untuk mendapatkan data yang lebih presisi. Misalnya, menggunakan sensor dengan spesifikasi lebih tinggi atau melakukan kalibrasi berkala. Selain itu, mengembangkan fitur aplikasi Blynk lebih lanjut untuk memberikan informasi yang lebih detail dan mudah dimengerti oleh pengguna. Misalnya, menambahkan grafik historis, rekomendasi tindakan, dan panduan pemeliharaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Hari Mukti. (2022). Pengaruh Kandungan Air Dalam Cairan Rem Terhadap Hasil Uji Pengereman.
- Ahmad Wildan 2023. Kajian Teknis Rem Blong Pada Bus Dan Truk. Diva Press.
- Amalia Safitri. (2022). Kajian Kualitas Minyak Rem Dilihat Dari Fluktuasi Titik Didihnya.
- Brisset, S., Rouvoy, R., Seinturier, L. & Pawlak, R. 2022. Erratum: Leveraging Flexible Tree Matching to repair broken locators in web automation scripts. *Information and Software Technology*, 144: 106754.
- Daafa A.M & Aditya M. 2024. *Sepanjang 2023 Ada 148.307 Kasus Kecelakaan di Seluruh Indonesia, Jawa Timur Mendominasi*.
<https://otomotif.kompas.com/read/2024/01/16/181200215/sepanjang-2023-ada-148.307-kasus-kecelakaan-di-seluruh-indonesia-jawa-timur>.
- Gupta, N., Kumar, A. & Saini, M. 2021. Reliability and Maintainability Investigation of Generator in Steam Turbine Power Plant using RAMD analysis. *Journal of Physics: Conference Series*, 1714(1): 012009.
- Irsyad, M. 2012. Karakteristik Koefisien Perpindahan Panas Konveksi Paksa Pada Pemodelan Biji Kakao Dengan Naphthalene Menggunakan Analogi Perpindahan Panas dan Massa. *Jurnal Sains dan Teknologi*.
- KNKT 2020. *Laporan Akhir KNKT.20.09.10.01*.
- KNKT 2023. *Laporan Akhir KNKT.22.09.10.01*. Manokwari.
- Mayer Hrsg, R. 2019. *Bremsen-Fachtagung*. Tersedia di <http://www.springer.com/series/13360>.
- Owusu-Ansah, P., Alhassan, T., Frimpong, A. & Agyei Agyemang, A. 2014. Survey of the causes of brake failure in commercial mini-buses in Kumasi. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 7(23): 4877–4882.
- Park, S., Lee, K., Kim, S. & Kim, J. 2022. Brake-Disc Holes and Slit Shape Design to Improve Heat Dissipation Performance and Structural Stability. *Applied Sciences*, 12(3): 1171.
- Patton, M.Q. 2022. *Utilization-focused evaluation*. Rahman, S.T. & Rabiul Islam, Md. 2022. Experimental Method. *Principles of Social Research Methodology*. Singapore: Springer Nature Singapore, hlm.157–165.
- Shaikh, P.S., Mehta, H.P., Mallikarjunaiah, U., Kamble, V. & Maurya, M. 2023. A Comparison Study on Control Strategies for Optimization of an Anti-Lock Brake System Algorithm Based on Tire Force Measurement in Pure and Combined Slip Conditions of an Automobile.
- Sjödin, D., Parida, V., Palmié, M. & Wincent, J. 2021. How AI capabilities enable business model innovation: Scaling AI through co-evolutionary processes and feedback loops. *Journal of Business Research*, 134: 574–587.

- Sochacki, G., Abdulali, A., Hosseini, N.K. & Iida, F. 2023. Recognition of Human Chef's Intentions for Incremental Learning of Cookbook by Robotic Salad Chef. *IEEE Access*, 11: 57006–57020.
- Tseng, W.-K., & Chou, H.-J. (2020). An Alarm System For Detecting Moisture Content In Vehicle Brake Fluid With Temperature Compensation. *International Journal of Mechanical Engineering*, 7(12), 1–6. <https://doi.org/10.14445/23488360/IJME-V7I12P101>
- Ullah, Z., Al-Turjman, F., Mostarda, L. & Gagliardi, R. 2020. Applications of Artificial Intelligence and Machine learning in smart cities. *Computer Communications*, 154:313–323.
- Wijayanta, S., Humami, F., Wibowo, H., Andre Kristiawan, K., Surya Lazuardi, W., Studi, P.D., Otomotif Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Jl Semeru No, T. & Tengah, J. 2024. Pengaruh Kadar Air Di Dalam Terhadap Karakteristik Gelembung Pada Proses Pemanasan Brake Fluid. 443–454. Tersedia di <https://rekayasamesin.ub.ac.id/>.
- Xu, L. Da & Duan, L. 2019. Big data for cyber physical systems in industry 4.0: a survey. *Enterprise Information Systems*, 13(2): 148–169.
- Yu, S., Xu, Z., Su, Z. & Zhang, J. 2021. Two flexible vision-based methods for remote deflection monitoring of a long-span bridge. *Measurement*, 181: 109658.