

SKRIPSI
RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KEGAGALAN
PENGEREMAN PADA REM HIDROLIK

Diajukan untuk memenuhi skripsi pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi
Rekayasa Otomotif



Disusun oleh:

NUR INDAH PUJILESTARI

21.02.1053

PROGRAM SARJANA TERAPAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2025

SKRIPSI
RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KEGAGALAN
PENGEREMAN PADA REM HIDROLIK

Diajukan untuk memenuhi skripsi pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi
Rekayasa Otomotif



Disusun oleh:

NUR INDAH PUJILESTARI

21.02.1053

PROGRAM SARJANA TERAPAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2025

HALAMAN PERSETUJUAN
RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KEGAGALAN
PENGEREMAN PADA REM HIDROLIK

*(Design and Development of a Brake Failure Detection Device for
Hydraulic Brakes.)*

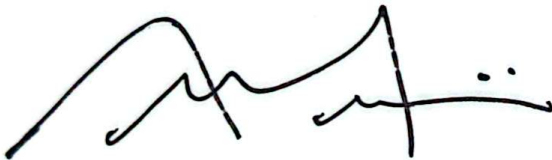
Disusun oleh:

Nur Indah Pujilestari

21.02.1053

Telah disetujui oleh:

Pembimbing 1



Tegal, 18 Juni 2025

Anton Budiharjo, S.Si.T., M.T.

NIP. 19830504 200812 1 001

HALAMAN PENGESAHAN
RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KEGAGALAN
PENGEREMAN PADA REM HIDROLIK

*(Design and Development of a Brake Failure Detection Device for
Hydraulic Brakes.)*

Disusun oleh:

Nur Indah Pujilestari

21.02.1053

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal 10 Juli 2025

Ketua Sidang

Tanda Tangan



Raka Pratindy, S.T., M.T.

NIP. 198508122019021001

Penguji 1

Tanda Tangan

Buang Turasno, A.TD., M.T.

NIP. 196502201988031007

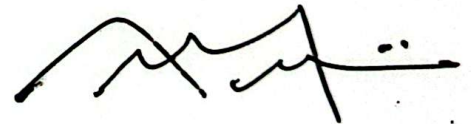
Penguji 2



Tanda Tangan

Anton Budiharjo, S.Si.T., M.T.

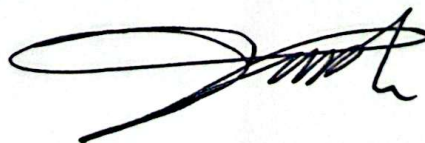
NIP. 198305042008121001



Mengetahui,

Ketua Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomotif



Dr. Ery Muthoriq, S.T., M.T.

NIP. 198307042009121004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Indah Pujilestari

Notar : 21.02.1053

Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomotif

Menyatakan bahwa dengan judul **"RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KEGAGALAN PENGGEREMAN PADA REM HIDROLIK"** adalah hasil karya saya sendiri. Semua sumber yang saya gunakan dalam penelitian ini telah saya sebutkan dengan jelas dan rinci dalam daftar Pustaka dan diidentifikasi dengan tepat dalam teks tugas akhir ini.

Saya menyatakan bahwa tugas akhir ini belum pernah diajukan sebagai karya yang sama untuk memperoleh gelar sarjana terapan transportasi dalam institusi manapun. Apabila terbukti bahwa tugas akhir ini merupakan hasil karya pihak lain, saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan.

Saya juga menyatakan bahwa semua data, hasil penelitian, dan temuan yang termuat dalam tugas akhir ini adalah hasil karya dan kontribusi saya sendiri, kecuali jika diindikasikan sebaliknya dengan jelas. Saya tidak menggunakan pekerjaan atau kontribusi pihak lain tanpa persetujuan dan atribusi yang sesuai.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Tegal, 18 Juni 2025

Yang Menyatakan

A handwritten signature in black ink is written over a purple 10,000 Rupiah stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '10000', 'REPUBLIK INDONESIA', and 'METERAI TEMPER'. A serial number '0075CAMX396866641' is visible at the bottom of the stamp.

Nur Indah Pujilestari

HALAMAN PERSEMBAHAN

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil 'alamin, dengan rasa syukur dan bahagia tugas akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Untuk diri saya sendiri Nur Indah Pujilestari, terima kasih telah menjadi kuat dalam diam, tetap berdiri di tengah badai, dan tak pernah berhenti melangkah meski tertatih. Terima kasih telah bersabar menghadapi kegagalan, menghargai setiap langkah kecil, dan terus berjuang hingga tiba di titik ini. Jalan hidup yang dahulu tak pernah terbayangkan, kini menjadi takdir yang begitu layak disyukuri. Terima kasih telah mau terus belajar, tumbuh, dan memetik hikmah dari setiap peristiwa. Mari melangkah lagi, dengan harapan dan semangat untuk kisah-kisah luar biasa berikutnya.
2. Kepada orang tua tercinta, terima kasih yang tak terhingga untuk Ayah terbaik sekaligus cinta pertama saya, Alm. Ayah Ngadiono, yang meski telah tiada, kasih dan inspirasinya tetap hidup dalam setiap langkah saya. Untuk Ibu Nurheni Supartinah, sosok luar biasa yang menjadi cahaya dan teladan dalam hidup saya—terima kasih atas setiap doa, pelukan, dan ketulusan yang tak pernah habis. Dan untuk Papih Anwari, terima kasih atas dukungan tanpa syarat, baik secara materi maupun spiritual, yang menjadi fondasi kokoh dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Doa dan cinta kalian adalah kekuatan terbesar saya.
3. Ucapan terima kasih yang mendalam saya sampaikan kepada Bapak Anton Budiharjo, S.Si.T., M.T., selaku dosen pembimbing, yang dengan sabar dan penuh ketulusan membimbing saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Dari langkah pertama yang dipenuhi ketidaktahuan hingga akhirnya mampu memahami dan menyelesaikan dengan keyakinan, Bapak telah menjadi sumber semangat, pengetahuan, dan dukungan yang tak ternilai. Terima kasih atas setiap arahan, motivasi, dan kepercayaan yang Bapak berikan sepanjang perjalanan ini.
4. Kepada saudara saya tercinta, terima kasih yang tulus untuk kakakku Intan Purwitasari, dan adikku Anisah Nabila Zahra, atas setiap

dukungan, semangat, dan cinta yang tak pernah putus. Kalian adalah bagian terindah dalam hidup saya, yang selalu hadir memberi kekuatan dan keyakinan hingga tugas akhir ini dapat diselesaikan tepat waktu. Terima kasih telah menjadi tempat pulang yang penuh kehangatan.

5. Untuk Kakek Hadi Karsono dan Nenek Samiyah, terima kasih atas cinta, doa, dan dukungan yang tak pernah putus mengiringi setiap langkah saya. Semoga setiap pencapaian ini menjadi kebahagiaan yang bisa saya persembahkan untuk membalas sedikit dari besar kasih yang telah kalian berikan.
6. Untuk seseorang yang tidak bisa saya sebut namanya, terima kasih telah menjadi salah satu kisah terindah dalam hidup saya, walaupun hanya sementara tetapi memberikan pelajaran dan pengalaman yang tak terlupakan. Terima kasih atas dukungan yang pernah diberikan dalam proses menyelesaikan tugas akhir ini. Meski kini tidak lagi berjalan berdampingan, saya selalu berdoa semoga kita tumbuh menjadi pribadi yang lebih kuat, lebih bijak, dan lebih baik. Semoga kita tetap bisa menjadi teman yang saling mendoakan. Terima kasih telah menjadi bagian terbesar dari perjalanan hidup saya dan terima kasih pula untuk sakit dan lukanya.
7. Untuk rekan-rekan saya terkhusus Nabila, Niken, Susanti terima kasih telah menjadi tempat berbagi tawa, cerita, dan semangat di setiap langkah perjalanan ini. Kehadiran kalian adalah pelipur lelah dan penguat hati dalam suka maupun duka.
8. Tak lupa untuk seluruh angkatan XXXII, khususnya kelas TRO B, yang telah menjadi bagian dari kenangan Indah selama 4 tahun masa studi. Terima kasih atas kebersamaan dan kehangatan yang membuat setiap hari terasa lebih berarti.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, nikmat, serta petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan tepat waktu. Dalam momentum penuh kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan apresiasi yang mendalam atas dukungan dan bimbingan yang tak ternilai selama proses penyusunan tugas akhir dengan judul **"RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KEGAGALAN Pengereman pada Rem Hidrolik"** ini.

Proses perjalanan ini bukanlah tanpa rintangan, namun dengan izin-Nya serta upaya keras kami, setiap hambatan dapat diatasi dengan bijak. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bambang Istiyanto, S.SiT., M.T. selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan.
2. Bapak Dr. Ery Muthoriq, S.T., M.T. selaku Kepala Jurusan Teknologi Rekayasa Otomotif.
3. Bapak Anton Budiharjo, S.SiT., M.T. selaku Dosen Pembimbing.
4. Raka Pratindy, S.T., M.T. dan Buang Turasno, A.TD., M.T. selaku Dosen Penguji.
5. Kedua Orang Tua saya yang telah membesarkan serta mendidik saya dengan penuh kasih sayang sampai saat ini.
6. Senior dan Junior serta Rekan – rekan Angkatan 32 terkhusus program studi Teknologi Rekayasa Otomotif.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini mungkin masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis dengan rendah hati mengharapkan saran dan kritik konstruktif dari semua pihak yang bersedia memberikan masukan demi kesempurnaan laporan ini di masa yang akan datang. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat serta menjadi langkah awal yang berarti dalam perjalanan kami di dunia profesional. Terima kasih atas segala bantuan dan kesempatan berharga yang telah diberikan kepada kami.

Tegal, 18 Juni 2025

Yang menyatakan,



Nur Indah Pujilestari

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
LAMPIRAN.....	ix
INTISARI	x
ABSTRACT	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusah Masalah	4
I.3 Batasan Masalah	4
I.4 Tujuan Penelitian.....	5
I.5 Manfaat Penelitian	5
I.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
II.1 Penelitian Terdahulu	7
II.2 Sistem Rem.....	14
II.3 Prinsip Kerja Sistem Rem	15
II.4 Komponen Sistem Rem	16
II.5 Rem Hidrolik	19

II.6	Master Cylinder	21
II.7	Minyak Rem	22
II.8	Penyebab <i>Vapor Lock</i> pada Sistem Rem Hidrolik	28
II.9	Komponen Alat.....	29
II.9.1.	ESP32	29
II.9.2.	<i>Moisture Sensor</i>	32
II.9.3.	Sensor <i>Thermocouple Type K</i>	33
II.10	Perangkat Lunak.....	35
II.10.1	Arduino IDE (<i>Integrated Development Environmen</i>)	35
II.10.2	<i>Fritzing</i>	37
BAB III	METODE PENELITIAN.....	40
III. 1	Lokasi Penelitian.....	40
III. 2	Jenis Penelitian.....	41
III. 3	Data Penelitian	41
III. 4	Prosedur Penelitian	42
III.6	Penjelasan Prosedur Penelitian	43
III. 7	Diagram Implementasi Alat	56
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	60
IV.1	Perencanaan Alat.....	60
IV.1.1	Sketsa Alat pada <i>Software Fritzing</i>	60
IV.1.2	Pembuatan Program <i>Arduino IDE</i>	61
IV.2	Perakitan Alat.....	71
IV.2.1	Perakitan Sensor <i>Thermocouple type K</i>	71
IV.2.2	Perakitan <i>Moisture Sensor</i>	72
IV.2.3	Perakitan LCD	72
IV.2.4	Perakitan LED.....	73
IV.2.5	Perakitan <i>Stepdown</i>	73

IV.2.6	Perakitan <i>Buzzer</i>	74
IV.3	Pengujian Kinerja Alat.....	74
IV.3.1	Pengujian LCD dan Kinerja Sensor <i>Thermocouple type K</i> ..	74
IV.3.2	Pengujian LCD dan Lampu LED Kinerja <i>Moisture Sensor</i> ...	75
IV.3.3	Pengujian Pada Aplikasi Blynk.....	77
IV.3.4	Pengujian Pada <i>Google Spreadsheet</i>	78
IV.4	Kalibrasi Alat	78
IV.4.1	Kalibrasi Sensor Kadar Air.....	78
IV.4.2	Kalibrasi Sensor Suhu.....	82
IV.5	Implementasi pada Kendaraan.....	85
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	95
V.1	Kesimpulan	95
V.2	Saran	95
DAFTAR PUSTAKA		97
LAMPIRAN.....		101

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Penelitian Terdahulu.....	7
Tabel II. 2 Kelebihan dan Kekurangan Penelitian Terdahulu	10
Tabel II. 3 Komponen Rem	16
Tabel II. 4 Titik Didih Minyak Rem	24
Tabel II. 5 Klasifikasi Minyak Rem.....	26
Tabel II. 6 Sifat-Sifat pada Komponen Minyak Rem	27
Tabel II. 7 Spesifikasi Modul ESP32.....	30
Tabel II. 8 Spesifikasi <i>moisture sensor</i>	32
Tabel II. 9 Spesifikasi Sensor Thermocouple Type K.....	34
Tabel III. 1 Jadwal Penelitian.....	40
Tabel III. 2 Kebutuhan <i>Software</i>	44
Tabel III. 3 Kebutuhan <i>Hardware</i>	46
Tabel III. 4 Kalibrasi <i>Moisture Sensor</i>	51
Tabel III. 5 Kalibrasi sensor <i>Thermocouple type k</i>	52
Tabel III. 6 Spesifikasi Kendaraan	56
Tabel IV. 1 Perbandingan Titik Didih Minyak Rem Dot 3.....	65
Tabel IV. 2 Perakitan Sensor <i>Thermocouple type K</i>	71
Tabel IV. 3 Perakitan <i>Moisture Sensor</i>	72
Tabel IV. 4 Perakitan Perakitan LCD.....	72
Tabel IV. 5 Perakitan LED	73
Tabel IV. 6 Perakitan <i>Stepdown</i>	73
Tabel IV. 7 Perakitan <i>Buzzer</i>	74
Tabel IV. 8 Tampilan Kinerja Sensor <i>Thermocouple type K</i> pada LCD.....	75
Tabel IV. 9 Tampilan Kinerja <i>Sensor Moisture Sensor</i> pada LCD	76
Tabel IV. 10 Kalibrasi <i>Moisture Sensor</i>	78
Tabel IV. 11 Kalibrasi sensor <i>Thermocouple type k</i>	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar I. 1 Sistematika Penulisan.....	6
Gambar II. 1 Sistem Rem	14
Gambar II. 2 Prinsip Kerja Rem.....	15
Gambar II. 3 Sistem Rem Hidrolik	19
Gambar II. 4 Prinsip Kerja Rem.....	21
Gambar II. 6 Komponen Master Silinder	21
Gambar II. 8 <i>Moisture Affects the Boiling Point of Brake Fluid</i>	22
Gambar II. 9 Minyak Rem (Brake Fluid)	23
Gambar II. 10 ESP32	30
Gambar II. 11 Pinout ESP32	31
Gambar II. 12 <i>Moisture Sensor</i>	32
Gambar II. 13 Sensor Thermocouple Type K.....	33
Gambar II. 14 Ardiuno IDE.....	35
Gambar II. 15 <i>Software Fritzing</i>	37
Gambar II. 16 <i>Google Spreadsheet</i>	38
Gambar II. 17 Blynk	39
Gambar II. 18 <i>Google Earth</i>	39
Gambar III. 1 Lokasi Penelitian.....	40
Gambar III. 2 Diagram Alir Penelitian.....	43
Gambar III. 3 Diagram <i>Block</i> Alat	48
Gambar III. 4 Konsep Alat.....	48
Gambar III. 5 Gambaran Model Alat.....	49
Gambar III. 6 Diagram Konsep Program Penelitian.....	49
Gambar III. 7 Diagram Cara Kerja Alat.....	54
Gambar III. 8 Diagram Implementasi Alat	58
Gambar IV. 1 Komponen <i>Fritzing</i>	60
Gambar IV. 2 Rangkaian <i>Fritzing</i>	60
Gambar IV. 3 <i>Include Library</i>	61
Gambar IV. 4 Inisialisasi MAX6675	62
Gambar IV. 5 Pengaturan Pin SPI MAX6675	62
Gambar IV. 6 Pin <i>Moisture Sensor</i>	62

Gambar IV. 7	Inisialisasi LCD	63
Gambar IV. 8	Perintah Inisialisasi	63
Gambar IV. 9	Tampilan Pada Layar LCD.....	64
Gambar IV. 10	<i>Void Setup</i>	64
Gambar IV. 11	<i>Void Loop</i> Sensor Suhu	65
Gambar IV. 12	<i>Void Loop</i> Sensor Kadar Air	65
Gambar IV. 13	<i>Void Loop</i> Sensor Kelembaban.....	66
Gambar IV. 14	Define <i>Blynk</i>	67
Gambar IV. 15	Inisialisasi <i>Wifi</i> dan <i>Blynk</i>	67
Gambar IV. 16	<i>WiFi Credentials</i>	67
Gambar IV. 17	Kode Pengiriman Data ke <i>Blynk</i>	68
Gambar IV. 18	pengiriman data pada Spreadsheet	68
Gambar IV. 19	Waktu Pengiriman Data	69
Gambar IV. 20	Pin untuk <i>Buzzer</i> dan LED	69
Gambar IV. 21	Tampilan di Serial Monitor	70
Gambar IV. 22	Tampilan di LCD	70
Gambar IV. 23	Notifikasi pada Aplikasi <i>Blynk</i>	77
Gambar IV. 24	Pengiriman dan Penyimpanan Data <i>Google Spreadsheet</i> ..	78
Gambar IV. 25	Grafik Perbandingan Pengukuran Kadar Air.....	81
Gambar IV. 26	Alat dan Bahan Kalibrasi Sensor suhu.....	82
Gambar IV. 27	Grafik Perbandingan Pengukuran Suhu.....	85
Gambar IV. 28	Kendaraan Uji Honda Vario 125 cc 2017	86
Gambar IV. 29	Kendaraan Uji Honda Beat 110 2020.....	86
Gambar IV. 30	Pemasangan Alat pada Kendaraan	87
Gambar IV. 31	Pemasangan Kabel Aki.....	87
Gambar IV. 32	Pemasangan Sensor pada <i>Reservoir Tank</i>	87
Gambar IV. 33	Pengukuran Suhu	88
Gambar IV. 34	Pengukuran Kadar Air	88
Gambar IV. 35	Rute Perjalanan Pengujian 1.....	89
Gambar IV. 36	Elevasi Pengujian 1.....	89
Gambar IV. 37	Sample Pengujian 1	89
Gambar IV. 38	Perbandingan Suhu dan Kadar air Percobaan 1	89
Gambar IV. 39	Rute Perjalanan Pengujian 2.....	90
Gambar IV. 40	Elevansi Pengujian 2.....	90

Gambar IV. 41	Sample Pengujian 2	90
Gambar IV. 42	Perbandingan Suhu dan Kadar air Percobaan 2	91
Gambar IV. 43	Rute Perjalanan Pengujian 3.....	92
Gambar IV. 44	Elevansi Pengujian 3.....	92
Gambar IV. 45	Sample Pengujian 3	92
Gambar IV. 46	Perbandingan Suhu dan Kadar air Percobaan 3	92
Gambar IV. 47	Rute Perjalanan Pengujian 4.....	93
Gambar IV. 48	Elevasi Pengujian 4.....	93
Gambar IV. 49	Sample Pengujian 4	93
Gambar IV. 50	Perbandingan Suhu dan Kadar air Percobaan 4	94

LAMPIRAN

Lampiran 1 Biaya Alat.....	101
Lampiran 2 Coding Alat	104
Lampiran 3 Dokumentasi Implementasi.....	110

INTISARI

Kecelakaan lalu lintas akibat kegagalan sistem pengereman masih sering terjadi dan mengakibatkan banyak korban jiwa. Salah satu penyebab utama berdasarkan investigasi Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) adalah *vapor lock* pada sistem rem hidrolis, yang menyebabkan hilangnya fungsi pengereman secara tiba-tiba. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan alat deteksi dini kegagalan pengereman khususnya pada sistem rem hidrolis menggunakan minyak rem DOT 3 berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan mikrokontroler ESP32 yang terhubung melalui jaringan Wi-Fi. Perancangan alat ini dilengkapi dengan sensor Thermocouple Type K untuk pengukuran suhu, sensor *Moisture* untuk pengukuran kadar air, serta aplikasi Blynk dan Google Spreadsheet untuk penyimpanan dan pemantauan data secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat dapat berfungsi secara efektif dengan tingkat akurasi 98,80% untuk sensor suhu dan 97,56% untuk sensor kelembapan. Dengan alat ini, peringatan dini dapat diberikan sebelum kegagalan rem terjadi, sehingga memungkinkan tindakan preventif yang dapat meminimalkan risiko kecelakaan. Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam peningkatan keselamatan transportasi jalan.

Kata Kunci: Rem Blong, *Vapor Lock*, IoT, Keselamatan Jalan.

ABSTRACT

Traffic accidents caused by braking system failures continue to occur frequently, often resulting in significant fatalities. According to investigations conducted by the National Transportation Safety Committee (NTSC), one of the primary causes is vapor lock in the hydraulic brake system, which leads to a sudden loss of braking capability. This study aims to design and develop an early detection system for brake failure, particularly in hydraulic brake systems utilizing DOT 3 brake fluid, based on the Internet of Things (IoT) using an ESP32 microcontroller connected via a Wi-Fi network. The system is equipped with a Thermocouple Type K sensor for temperature measurement, a Moisture sensor for monitoring water content, and utilizes Blynk and Google Spreadsheet applications for real-time data monitoring and storage. Experimental results demonstrate that the device operates effectively, achieving an accuracy of 98.80% for temperature measurements and 97.56% for moisture measurements. The system enables early warnings prior to brake failure, allowing preventive measures to be taken to minimize the risk of accidents. This research is expected to make a meaningful contribution to enhancing road transportation safety.

Keywords: Brake Failur, Vapor Lock, IoT, Road Safety.