



Analisis Penggunaan Rem Magnetik Dengan Animasi Sederhana

Ghayrie Habsy Alghifary

Universitas Pendidikan Indonesia

Rahmad Fauzi

Universitas Pendidikan Indonesia

Alamat: Kec. Katapang, Kab. Bandung, Jawa Barat

Korespondensi Penulis : Ghayriealghifary08@email.com

Abstract. This article discusses the use of Faraday's law and Lorenz's force in the use of magnetic brake technology on motorbikes in an effort to increase the efficiency and sustainability of transportation. The magnetic brake is made of non-ferromagnetic metal, the disk is flanked by a coil that carries an electric current which is then regulated by a driver and uses an Arduino to be able to regulate and measure the current strength in the magnetic brake. The research results show that magnetic brakes are able to provide significant speed reduction by producing consistent and responsive braking force. With the wider use of magnetic brakes, these findings show the great potential of magnetic brake technology in improving the operational efficiency of motorbikes. Research supports further development and application of this technology in the automotive industry.

Keywords: Magnetic brake, conventional brake, magnetic field, Faraday's law, Lorentz force.

Abstrak. Artikel ini membahas penggunaan hukum Faraday dan gaya Lorentz pada penggunaan teknologi rem magnetik pada sepeda motor dalam upaya untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan transportasi. Rem magnetik terbuat dari logam nonferomagnetik, piringan tersebut diapit oleh kumparan yang dialiri arus listrik yang kemudian diatur oleh sebuah driver dan menggunakan sebuah Arduino agar dapat mengatur dan mengukur kuat arus pada rem magnetik tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rem magnetik mampu memberikan pengurangan kecepatan yang signifikan dengan menghasilkan gaya pengereman yang konsisten dan responsif. Dengan penggunaan rem magnetik yang lebih luas. Temuan ini menunjukkan potensi besar teknologi rem magnetik dalam meningkatkan efisiensi operasional sepeda motor. Penelitian mendukung pengembangan lebih lanjut serta penerapan teknologi ini dalam industri otomotif. Kata Kunci: Rem magnetik, Rem konvensional, Medan magnet.

Kata kunci: Rem magnetik, Rem konvensional, Medan magnet, Hukum Faraday, Gaya Lorentz.

LATAR BELAKANG

Hukum Ampere merupakan salah satu konsep penting dalam fisika yang memiliki banyak aplikasi dalam dunia elektro. Bunyi hukum Ampere "Integral garis komponen tangensial kuat medan magnetik di sekeliling lintasan tertutup adalah sama dengan arus yang dilingkupi oleh lintasan tersebut". Dan kami mengaplikasikan hukum Ampere ini dalam penggunaan rem magnetik kami.

Di tengah meningkatnya mobilitas masyarakat dari satu tempat ke tempat lainnya, kecelakaan lalu lintas masih menjadi ancaman di jalanan. Dan di Indonesia tingkat penggunaan kendaraan bermotor menjadi salah satu yang terbesar didunia dan tingkat kecelakaan yang meningkat dikarenakan berbagai hal, termasuk dikarenakan rem blong pada kendaraan, rem blong ini terjadi karena berbagai hal salah satunya dikarenakan rem yang terlalu panas. Biasanya rem terlalu panas karena terlalu sering menggunakan rem disaat jalan menurun dan membawa

Received: Juni 02, 2024; Accepted: Juli 02, 2024; Published: September 30, 2024;

* Ghayrie Habsy Alghifary, Ghayriealghifary08@email.com

beban yang terlalu berat, hal ini membuat rem bekerja ekstra saat mengurangi laju kendaraan yang membuat cairan dan kampas rem overheat yang berakhir malfungsi.

Dua masalah utama sebagai pemicu rem malfungsi langsung terpicu, yaitu *vapor lock* dan *overheat*. *Vapor lock* merupakan kondisi suhu rem menjadi terlalu panas karena diinjak terlalu lama sehingga menyebabkan minyak rem mendidih, menghasilkan uap air atau vapor lock, dan memicu rem blong. Sementara kampas rem overheat adalah kondisi dimana kampas rem mobil terlalu panas karena terus menerus melakukan pengereman. Akibatnya, kampas rem tidak bisa mencengkeram teromol atau cakram rem lantaran koefisien geseknya menurun drastis sehingga laju mobil tidak terkendali.

Oleh sebab itu, kami membuat rem magnetik ini karena rem magnetik ini memiliki beberapa keunggulan yang membuat kenyamanan dan keamanan bagi para pengendara dikarenakan cara kerjanya lebih baik dari pada rem konvensional.

KAJIAN TEORITIS

1. Hukum Faraday

Hukum Faraday menjelaskan bahwa perubahan medan magnet dalam sebuah loop kawat akan menghasilkan gaya gerak listrik (ggl) yang berlawanan dengan perubahan tersebut. Persamaan dari hukum ini terdapat pada gambar 1.1 berikut :

$$\epsilon = -N \frac{d\phi}{dt}$$

$\epsilon =$ ggl induksi (volt)
 $\frac{d\phi}{dt} =$ perubahan fluks magnetik
 $N =$ jumlah lilitan

Gambar 1.1 Rumus Hukum Faraday

Dalam konteks rem magnetik, perubahan kecepatan rotor yang berputar di dalam medan magnet menyebabkan perubahan fluks magnetik yang menginduksi arus listrik dalam kumparan. Arus ini kemudian menghasilkan medan magnet yang menentang gerakan rotor, menghasilkan gaya pengereman.

2. Gaya Lorentz

Gaya Lorentz adalah gaya yang dialami oleh muatan listrik yang bergerak dalam medan magnet. Rumus dari gaya Lorentz terdapat pada gambar 1.2 berikut :



Gambar 1.2 Gaya Lorentz

$$F = q (v \times B)$$

Keterangan :

F = Gaya (dalam satuan Newton)

q = Muatan listrik (dalam satuan Coulomb)

v = Arah kecepatan muatan (dalam satuan Meter/detik)

B = Medan magnet (dalam satuan Tesla)

Dalam rem magnetik, arus yang diinduksi dalam kumparan menghasilkan medan magnet yang berinteraksi dengan medan magnet dari sumber eksternal. Interaksi ini menghasilkan gaya Lorentz yang berlawanan dengan arah putaran rotor, memberikan efek pengereman.

METODE PENELITIAN

Tujuan melakukan penelitian ini adalah untuk memahami karakteristik dan cara kerja Rem magnetik pada sepeda motor dan membandingkannya dengan rem konvensional, dengan cara membuat gambaran terkait cara kerja rem magnetik. Dan juga kami melakukan metode penelitian dengan cara metode campuran, dengan cara menerapkan studi literatur, pemilihan sampel, pengumpulan data, dan analisis data. Studi Literatur adalah penelitian yang dilakukan

oleh peneliti dengan mengumpulkan sejumlah buku-buku, majalah yang berkaitan dengan masalah dan tujuan penelitian. [5] (Danial, Warsiah, 2009:80). Studi litelatur membantu kami membangun kerangka dan juga ide yang akan kami kembangkan ini.

Prosedur penelitian yang dilakukan :

1. Studi Kepustakaan yaitu penulis melakukan riset terhadap teori yang berhubungan dengan pengereman elektromagnetik dan juga berdasarkan beberapa studi litelatur yang telah dibuat.
2. Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan.
3. Pembuatan diagram blok mengenai komponen dasar yang digunakan.
4. Pembuatan video animasi.
5. Setelah pembuatan video selesai di buat kita mencatat hasil analisis.
6. Menarik kesimpulan dari analisis yang didapat.

Dengan menggunakan analisis video tentang pengereman elektromagnetik kita dapat menyimpulkan bagaimana gaya lorez yang terjadi antara 2 kutub magnet yang dihasilkan dari kumparan yang diberi tegangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN (Sub judul level 1)

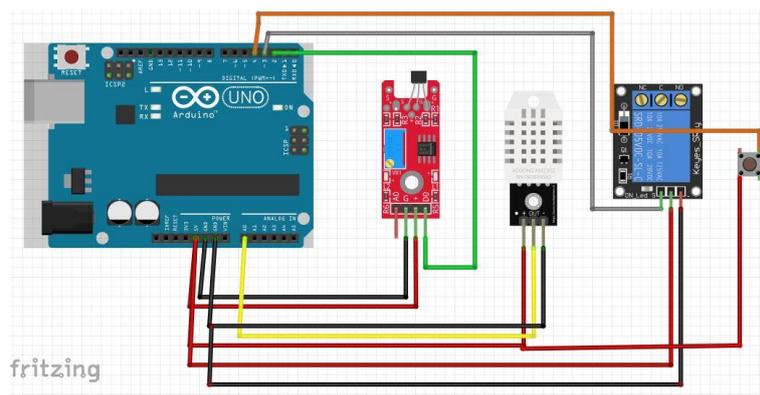
Berdasarkan analisis video yang telah kami buat didapatkan beberapa informasi terkait dengan penggunaan rem magnetik yang lebih baik dari pada rem konvensional pada kendaraan bermotor yakni :

- a) Rem magnetik tidak terdapat gesekan fisik antara rotor dan stator, sehingga tidak terjadi keausan dan perawatan yang umumnya banyak terjadi pada rem konvensional.
- b) Rem magnetik lebih efisien: Rem magnetik lebih efisien karena tidak memerlukan energi kinetik yang diserap dan diubah menjadi panas seperti pada rem konvensional yang membuat rem magnetik memiliki umur yang lebih panjang sehingga mengurangi biaya perawatan dan penggantian komponen

- c) Rem magnetik tidak mengunci roda, sehingga kendaraan lebih stabil dan pengemudi tetap dapat mengontrol kendaraan dengan baik, seperti pada rem ABS yang tidak mengunci roda. Sehingga mengurangi resiko tergelincir.
- d) Rem magnetik dapat mengatasi fenomena brake fading yang sering terjadi pada rem konvensional, dimana rem akan berkurang fungsinya karena peningkatan suhu.
- e) Rem magnetik menawarkan inovasi baru dalam sistem pengereman, memungkinkan pengembangan kendali yang modern dan optimal dengan mengatur pengereman yang bisa diatur melalui software HMI dan perubahan sistem pengereman cakram dan tromol menjadi pengereman medan.

1. Perancangan Alat

Rancangan rangkaian dari rem magnetik kami gambarkan pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Skematik komponen

Pada gambar 2.8 Digambarkan ada beberapa komponen sensor untuk menunjang kebutuhan dari rem magnetik, dapat dilihat ada komponen seperti arduino uno, kenapa menggunakan arduino uno karena dalam segi bahasa pemrograman, arduino memiliki bahasa pemrograman yang lebih mudah dan sederhana terutama bagi pemula, alasan bahasa pemrograman arduino lebih mudah dan sederhana adalah karena didalam arduino sudah terdapat beberapa library yang dapat digunakan untuk merancang pemrograman yang diinginkan. Kemudian, hall effect sensor atau dalam bahasa Indonesia sensor efek hall yaitu sebuah komponen yang berjenis transduser berguna untuk mengubah informasi magnetik dijadikan sinyal listrik dalam pemrosesan rangkaian elektronik selanjutnya (Khaidir, 2021). Dan sensor DHT11 adalah sensor dengan fungsi kalibrasi Sinyal digital yang mampu

memberikan informasi suhu dan kelembaban(M. Fachreza. DKK,2019). Dan ketiga sensor tersebut kemudian dihubungkan ke beban(rem magnetik) dengan rincian :

Vcc

1.+ Sensor hall effect

2.+ Sensor suhu

3.+ Relay

4.1 pin tombol

Gnd

1. Gnd sensor hall effect

2. Gnd sensor suhu

3. Gndnya relay

Pin arduino

1. Pin 2 arduino ke pin D0 sensor hall

2. Pin 3 arduino ke relay

3. Pin A0 arduino ke pin data sensor suhu

4. Pin 4 arduino ke pin tombol

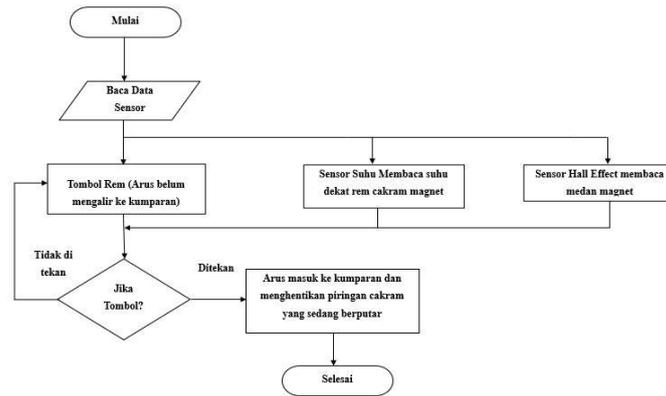
Pin out relay nyambung ke sumber tegangan 12 v dc

Pin NC relay masuk ke pin 1 kumparan

Sumber negatif dari baterai 12 v langsung nyambung ke pin 2 kumparan

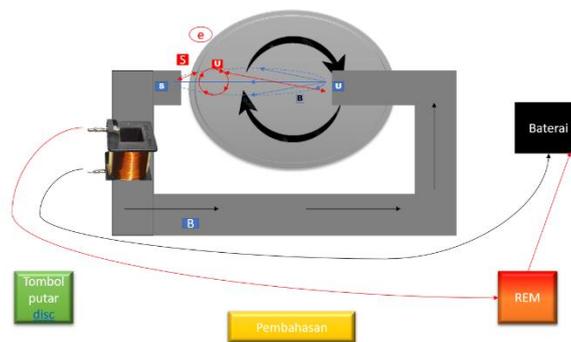
2. Cara Kerja Alat

Rem magnetik ini kami gambarkan pada Gambar 3.1



Gambar 2.8 Flowchart dari cara kerja rem magnetik

Gambaran sederhana cara kerja alat kami :



Gambar 3.2 Cara kerja Rem Magnetik secara sederhana

Berdasarkan gambar 3.2 Terdapat beberapa komponen seperti baterai, Cakram nonferomagnetik, kumparan magnet, dan batang besi berbentuk U. Cara kerjanya ketika rem ditekan dan arus masuk ke kumparan/lilitan maka terjadilah medan magnet pada besi U dari kedua ujung tersebut tercipta magnet kutup utara dan selatan. Kemudian mengnet U dan S akan menembus piringan cakram dan menimbulkan medan magnet. Selain medan magnet terjadi juga pergerakan elektron yang menghasilkan gaya Lorentz, jika muatan positif bergerak kearah kanan gaya Lorentz nya bergerak kearah atas sedangkan muatan negatif bergerak kearah kiri maka gaya Lorentz bergerak kearah bawah ini sesuai dengan kaidah tangan kanan. Dari putaran elektro akan membentuk arus eddy di dalam piringan cakram sehingga memunculkan medan magnet baru yaitu pada piringan cakram dekat medan magnet utara dari besi sebelah kanan menghasilkan kutup utara dan pada piringan cakram dekat medan magnet selatan dari besi sebelah kiri menghasilkan kutup selatan yang mana kutup ini akan saling tolak menolak

mengakibatkan saat piringan cakram berputar dan rem ditekan terjadi gaya tekan terhadap piringan cakram kemudian piringan cakram berhenti berputar ini terjadi karena ada gaya tekan dari kedua magnet yang saling tolak-menolak.

Jika kumparan dipasangkan ke Batang besi u dan diberi arus, maka medan magnet akan keluar dari kumparan kemudian diteruskan oleh besi sampai ujung besi tersebut dan keluar ke ujung besi yang satunya lagi sehingga menghasilkan titik magnet dari kedua ujung besi yaitu kutub utara dan kutub selatan. Ketika kumparan diberi arus maka terjadi medan magnet pada besi u dari kedua ujung besi u tercipta magnet utara dan selatan kemudian magnet u dan s akan menembus piringan cakram. Selain medan magnet terjadi juga pergerakan elektron yang menghasilkan gaya lorentz jika muatan listrik positif bergerak ke arah kanan maka gaya lorentznya ke arah atas sedangkan muatan negatif bergerak ke arah kiri maka gaya lorentznya ke arah bawah sesuai dengan kaidah tangan kanan. Dari putaran elektron akan membentuk arus Eddy di dalam piringan cakram sehingga memunculkan medan magnet baru yaitu pada piringan cakram dekat untuk besi u akan menghasilkan kutub Utara pada piringan cakram dan pada besi U sebelah titik Selatan akan menghasilkan kutub Selatan yang mana kedua kutub ini akan saling tolak menolak yang menekan piringan cakram. Ketika piringan cakram berputar dan terjadi gaya tekan dari kedua magnet yang saling tolak menolak sehingga menyebabkan piringan cakram berhenti berputar tanpa menyentuh piringan cakram tersebut.

Dan berdasarkan riset dan data yang kami cari dan peroleh berdasarkan sumber dari RANCANG BANGUN REM MAGNETIK PADA MOTOR BRUSHLESS DC DENGAN ARDUINO(Moh. Abiy Faruq Al Haidar, 2019). Dapat dilihat bahwa semakin tinggi kecepatan maka pada saat mengerem dengan menggunakan sistem rem magnetik maka arus yang dialirkan pada kumpara semakin tinggi.

Tabel 1.1 Kalibrasi Rem Magnetik dan Sensor Arus

No	Duty Cycle Rem (%)	Amperem eter (A)	Tampilan Sensor ACS712 pada LCD
1	10	0,27	0,27
2	20	0,55	0,55
3	30	0,84	0,84
4	40	1,12	1,12

5	50	1,36	1,37
6	60	1,62	1,64
7	70	1,87	1,89
8	80	2,10	2,13
9	90	2,34	2,38
10	100	2,55	2,60
KOREL			0,999968
ASI			536

Berdasarkan kalibrasi rem magnetik dan arus dapat dilihat semakin tinggi *Duty cycle*(siklus kerja) rem maka semakin besar juga arus. Hal ini selaras dengan pengujian pada saat kecepatan 1000rpm dan 3000rpm.

Tabel 1.2 Rem Magnetik dan Sensor Arus Saat Kecepatan Awal 1000rpm

N o	Duty Cycle Rem (%)	Arus (Ampere)	Kecepatan (RPM)
1	10	0,51	96 5
2	20	0,83	91 1
3	30	1,12	84 0
4	40	1,43	80 4
5	50	1,71	71 1
6	60	1,97	68 6
7	70	2,23	67 1
8	80	2,49	66

			1
9	90	2,70	59
			1
10	10	2,93	57
	0		8

Pada saat 1000rpm dapat dilihat bahwa pada saat duty cycle rem pada keadaan 10% mengalirkan arus sebesar 0,51 ampere mampu menurunkan kecepatan dari 1000rpm ke 965rpm sedangkan pada saat duty cycle 100%. Dan sebanding pada saat duty cycle pada keadaan 100% mengalirkan arus sebesar 2,93 ampere yang mampu menurunkan kecepatan dari 1000rpm ke 578rpm.

Tabel 1.3 Rem Magnetik dan Sensor Arus Saat Keceoatan Awal 3000rpm

N o	Duty Cycle Rem (%)	Arus (Ampere)	Kecepatan (RPM)
1	10	0,44	2968
2	20	0,71	2953
3	30	1,00	2891
4	40	1,28	2879
5	50	1,56	2874
6	60	1,84	2870
7	70	2,08	2866
8	80	2,35	2859
9	90	2,51	2852
10	100	2,68	2843

Pada saat 3000rpm dapat dilihat bahwa pada saat duty cycle rem pada keadaan 10% mengalirkan arus sebesar 0,44 ampere hanya mampu menurunkan kecepatan dari 3000rpm ke 2968rpm sedangkan pada saat duty cycle 100%. Dan sebanding pada saat duty cycle pada keadaan 100% mengalirkan arus sebesar 2,68 ampere yang mampu menurunkan kecepatan dari 3000rpm ke 2843rpm.

Dapat dilihat dari data diatas bahwa saat kecepatan 3000rpm nilai arus menurun dibandingkan pada saat kecepatan 1000rpm, ini disebabkan karena putaran pada piringan

semakin cepat, sehingga medan magnet yang ada pada rem magnetik terpotong, dan rem magnetik berusaha mengembalikan medannya, tetapi kekuatan medan telah melewati batas sehingga rem semakin panas. Dan ini juga membuktikan bahwa pengereman dapat dilakukan dengan cara mengatur duty cycle pada rem magnetik, sama seperti pada rem konvensional.

Berdasarkan penjelasan cara kerja tadi, Rem magnetik tidak terdapat gesekan fisik antara rotor dan stator, sehingga tidak terjadi keausan dan perawatan yang umumnya banyak terjadi pada rem konvensional. Karena cara kerja rem magnetik yang tidak memanfaatkan gesekan dua permukaan untuk menghasilkan gaya lawan terhadap gaya penyebab gerak, yaitu rem yang menggunakan gaya magnet untuk menimbulkan gaya lawan. Rem ini disebut Rem Arus Eddy (Rem Magnetik).

Prinsip dasar rem magnetik ini menggunakan hukum Faraday dan hukum Lenz yang sudah terkenal di dunia elektromagnetik. Kedua hukum ini menimbulkan arus eddy yang melingkar dan menginduksi medan magnet yang melawan medan magnet penyebabnya. Hukum-hukum ini berlaku bila ada permukaan yang memotong medan magnet, dengan artian gaya lawan hanya dihasilkan apabila permukaan tersebut memiliki kecepatan. Semakin tinggi kecepatan maka gaya lawan yang dihasilkan juga semakin besar. Namun, semakin rendah kecepatan maka gaya lawan akan semakin kecil.

Karena tidak terdapat gesekan fisik antara rotor dan stator juga membuat rem magnetik tidak mengunci roda pada saat pengereman sama seperti pada rem ABS sehingga mengurangi risiko tergelincir yang membuat kecelakaan dan dapat mengatasi fenomena *brake fading* yang sering terjadi pada rem konvensional, yang dimana rem akan berkurang fungsinya karena peningkatan suhu, hal ini disebabkan karena panas yang dihasilkan dari arus eddy didistribusikan lebih merata di seluruh rotor, mengurangi hotspot yang sering terjadi pada rem mekanik.

Rem magnetik juga menunjukkan inovasi rem terbaru karena menggunakan prinsip-prinsip medan di dalamnya dan dapat diatur melalui software HMI.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan hukum Ampere dan gaya Lorentz pada teknologi rem magnetik di sepeda motor menunjukkan bahwa teknologi ini dapat meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan transportasi. Rem magnetik yang terbuat dari logam nonferomagnetik dan dilengkapi dengan piringan yang diapit oleh kumparan berarus listrik, diatur oleh driver dan Arduino untuk

mengukur serta mengatur kuat arus, telah terbukti mampu memberikan pengurangan kecepatan yang signifikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rem magnetik ini menghasilkan gaya pengereman yang konsisten dan responsif, yang berpotensi besar untuk meningkatkan efisiensi operasional sepeda motor. Temuan ini mendukung pengembangan lebih lanjut dan penerapan teknologi rem magnetik dalam industri otomotif, yang dapat membawa manfaat signifikan dalam hal efisiensi energi dan keberlanjutan transportasi.

DAFTAR REFERENSI

- Al Haidar, Faruq Abiy (2019) BANGUN REM MAGNETIK PADA MOTOR BRUSHLESS DC DENGAN ARDUINO, <https://repository.its.ac.id/62334/2/Buku%20TA%20Abiy.pdf>
- Danial, E, & Warsiah. (2019). Metode Penulisan Karya Ilmiah. Bandung: Laboratorium Pendidikan Kewarganegaraan (Jurnal)
- Fachreza, M, DKK (2019). PEMANTAUAN SUHU PENDINGIN RUANGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER, <file:///C:/Users/GHAYRIE/Downloads/emilia,+8527-Research+Materials-24633-1-4-20220208.pdf>
- Lorenza, B., Pramudijanto, I. J., & Otomasi, D. T. E. (2019). Monitoring Kecepatan Motor BLDC dengan Beban Rem Magnetik (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember). [Buku Proyek Akhir Bab 1-5 2 \(1\)\[1\].pdf](#)
- Nugroho, S. D. (2023). Analisis Pengaruh Besar Arus, Jumlah Lilitan dan Jumlah Pole Terhadap Gaya Pengereman Electromagnetic Brake (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember). <https://repository.its.ac.id/97254/>
- Winarko, Muhammad. (2023). SENSOR HALL EFFECT SEBAGAI PENGUKUR KECEPATAN PERAHU LISTRIK PENUMPANG WISATA RELIGI DI SAYUNG, <https://eskripsi.usm.ac.id/files/skripsi/C41A/2019/C.411.19.0074/C.411.19.0074-15-File-Komplit-20230831102406.pdf>
- Yunarto, Topan (2023) Tingginya Kecelakaan Lalu lintas di Indonesia, <https://kompaspedia.kompas.id/baca/paparan-topik/tingginya-kecelakaan-lalu-lintas-di-indonesia> diakses tanggal 16 Mei 2024