

# Analisis Pengaruh Gear Rasio Motor Listrik Terhadap Kecepatan Kendaraan Hemat Energi Konsep Prototipe Menuju Kompetisi Shell-Eco Marathon Asia Pasific And Middle East 2024

Nizar Nazmi<sup>1</sup>, I Nyoman Wahyu Satiawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro – Universitas Mataram, Jalan Majapahit 62, Mataram, 83115, Indonesia

## ARTICLE INFO

### Article history :

Received January 23, 2025  
Revised February 17, 2025  
Accepted February 28, 2025

### Keywords :

Gear Rasio ;  
Kecepatan ;  
Kendaraan Listrik Prototipe;  
Shell Eco Marathon ;

## ABSTRACT

The selection of the appropriate gear ratio is crucial in designing energy-efficient vehicles to enhance efficiency and performance, especially for prototype electric vehicles in the Shell Eco-Marathon competition. An improper gear ratio can lead to energy waste and reduced vehicle speed. This study analyzes the impact of gear ratio variations on the speed of a prototype electric vehicle. The method involves calculating various gear ratios and testing the vehicle with and without a driver on a simulated 4.3 km track resembling the Mandalika circuit. The trials consider the number of turns and competition rules, including a speed limit of 50 km/h and completing three laps within 30 minutes. The analysis evaluates the effect of different gear ratios on vehicle speed, particularly when cornering and re-accelerating. The results indicate that the gear configuration of z1 (14), z2 (26), z3 (15), z4 (60), with a total ratio of 7.43, achieved the highest average speed of 47.49 km/h. The fifth trial yielded the best results despite technical and non-technical challenges. The recorded speeds ranged from 38 to 47 km/h. In conclusion, a gear ratio of 7.43 is the optimal configuration to improve energy efficiency and performance for prototype electric vehicles in the Shell Eco-Marathon competition.

Pemilihan rasio gear yang tepat sangat penting dalam desain kendaraan hemat energi untuk meningkatkan efisiensi dan performa, terutama pada kendaraan listrik prototipe dalam kompetisi Shell Eco-Marathon. Gear ratio yang tidak optimal dapat menyebabkan pemborosan energi dan menurunkan kecepatan kendaraan. Penelitian ini menganalisis pengaruh variasi gear ratio terhadap kecepatan kendaraan listrik prototipe. Metode yang digunakan mencakup perhitungan berbagai gear ratio dan pengujian kendaraan dengan serta tanpa pengemudi di lintasan simulasi sepanjang 4,3 km yang menyerupai sirkuit Mandalika. Uji coba memperhitungkan jumlah tikungan serta aturan lomba, yaitu batas kecepatan 50 km/jam dan tiga putaran dalam 30 menit. Analisis dilakukan untuk menilai dampak variasi gear ratio terhadap kecepatan kendaraan, terutama saat meningkat dan akselerasi ulang. Hasil menunjukkan bahwa konfigurasi gear z1 (14), z2 (26), z3 (15), z4 (60) dengan rasio total 7,43 memberikan kecepatan rata-rata tertinggi, yaitu 47,49 km/jam. Percobaan kelima mencapai hasil terbaik meskipun terdapat kendala teknis dan non-teknis. Kecepatan berkisar antara 38 hingga 47 km/jam. Kesimpulannya, rasio gear 7,43 merupakan konfigurasi optimal untuk meningkatkan efisiensi energi dan performa kendaraan listrik prototipe dalam kompetisi Shell Eco-Marathon.

## Corresponding Author:

I Nyoman Wahyu Satiawan, Jurusan Teknik Elektro – Universitas Mataram, Jalan Majapahit 62, Mataram, 83115, Indonesia  
Email: [nwahyus@unram.ac.id](mailto:nwahyus@unram.ac.id)

## 1. INTRODUCTION

Pemilihan rasio gigi atau rasio gear, terutama pada kendaraan yang menggunakan motor listrik sebagai sumber tenaga. Rasio gear yang tepat dapat memengaruhi performa kendaraan, termasuk akselerasi, kecepatan maksimum, dan efisiensi penggunaan energi. Dalam konteks ini, pemilihan rasio gear yang

optimal berpotensi meningkatkan kinerja kendaraan listrik, mengurangi konsumsi energi, dan membantu kendaraan mencapai kecepatan yang diinginkan dengan pengurangan pemborosan energi. Penelitian ini menganalisis pengaruh variasi Rasio gear pada motor listrik terhadap kecepatan dan efisiensi kendaraan prototipe untuk kompetisi Shell Eco Marathon Asia Pasifik dan Timur Tengah 2024. Pemilihan rasio gear yang tepat berperan penting dalam meningkatkan akselerasi, kecepatan maksimum, dan efisiensi energi kendaraan listrik. Studi ini bertujuan menemukan solusi optimal untuk mempercepat kendaraan sekaligus mengurangi konsumsi energi, sehingga mendukung performa kompetitif dan hemat energi.

Beberapa penelitian tentang kendaraan Listrik yang telah dilakukan, mobil Listrik [2], motor Listrik *brushed* DC dengan spesifikasi tersebut menjadi pilihan yang solid untuk di aplikasikan kepada peralatan yang membutuhkan kombinasi seperti kecepatan, torsi, dan daya yang handal. Keunggulannya dalam mengkonversi energi listrik menjadi energi mekanik, dan ditambah dengan sistem komutasi mekanis yang efisien [3], baterai LiFePO<sub>4</sub> sendiri juga telah menawarkan beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan LiCoO<sub>2</sub>, salah satunya termasuk biaya produksinya yang lebih rendah, tingkat keamanan yang lebih baik, dan dampak lingkungan yang ditimbulkan lebih kecil. Baterai dengan katoda LiFePO<sub>4</sub> juga memiliki stabilitas termal yang lebih baik, sehingga risiko timbulnya ledakan pada suhu yang tinggi jauh lebih rendah [9]

*Battery Managemant System* juga berfungsi sebagai pelindung kepada *battery* pada saat kondisi *charge-discharge*. Pada saat *battery* sedang di cas (*charge*) BMS akan mengontrol jumlah arus listrik dan tegangan yang masuk ke *battery*, serta memastikan setiap *cell battery* yang di *charge* tidak mengalami *over voltage* atau kondisi dimana *battery* akan mengalami dayanya telah penuh, walaupun kapasitas maksimal dari *battery* tersebut telah terisi penuh [1], *controller* adalah komponen pengendali utama sebuah mobil listrik. *Controller* mengintegrasikan kecepatan putaran motor listrik dan tingkat konsumsi baterai yang diperkirakan akan mencapai tingkat kepadatan energi yang diperlukan [4],

Sprocket merupakan elemen mesin yang dapat mentransmisikan daya yang lebih besar, [5], rantai adalah komponen mesin yang kuat dan bisa diandalkan dalam menyalurkan daya melalui gaya tarik dari sebuah mesin [5], transmisi sprocket adalah tidak mudah untuk terjadinya slip yang dikarenakan transmisi sprocket dan rantai ini menggunakan rantai untuk mentransmisikan daya [5], dan jarak tempuh kendaraan Dalam menentukan jarak tempuh maksimal yang bisa ditempuh oleh kendaraan *prototype* dilakukan beberapa variasi gear selama pengujian [9], namun semua penelitian hanya bagian umumnya saja. Transmisi pada kendaraan menjadi strategi pada kompetisi-kompetisi kendaraan hemat energi karena merupakan suatu bagian yang dapat mengirim daya dari sumber motor ke ban sebagai penggerak kendaraan.

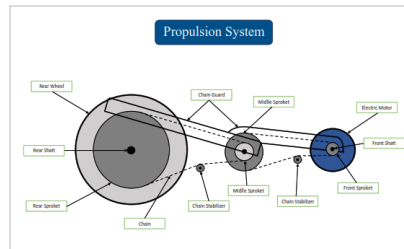
*Shell Eco-marathon* diselenggarakan setiap tahun yakni di Asia, Amerika dan Eropa. Ajang ini diadakan selama empat hari yang dimana para peserta akan berkumpul untuk menghadirkan gagasan dan inovasi tentang energi dan kendaraannya masing-masing. Kemudian para peserta akan berkompetisi untuk menunjukkan, menguji dan mengendarai mobil inovasi mereka [6]. Mandalika Desantara adalah sebuah tim yang berkompetisi di ajang *Shell Eco-Marathon Asia Pacific and Middle East 2024* yang berasal dari Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat. Kategori kompetisi kendaraan hemat energi yang di ikuti adalah *Battery Electric* dengan konsep kendaraan *Prototype*. Maka dari itu sistem transmisi sangat diperhitungkan sebagai strategi untuk kendaraan listrik yang akan berkompetisi.

## 2. METODE

Penelitian dilakukan dengan mencari bentuk transmisi yang cocok untuk mendapatkan stabilitas efisiensi, dan menjadi solusi untuk mempercepat laju kendaraan. Mencari dan mendapatkan informasi dengan membaca jurnal dan artikel yang membahas terkait gear rasio. Observasi dengan melakukan pengamatan dan mencoba untuk mendapatkan posisi bagian transmisi untuk mendapatkan fleksibilitas yang baik. Melakukan diskusi dengan pembimbing untuk mengonsultasikan dari model yang sudah diatur untuk mengetahui keterangan-keterangan yang kurang dan mendapatkan solusi dari permasalahan yang didapatkan.

Menghitung varisasi gear rasio yang telah ditentukan, kemudian melakukan uji coba kendaraan dari berbagai hasil perhitungan satu persatu dengan parameter berat kendaraan dengan pengemudi dan dengan tidak menggunakan pengemudi, jumlah tikungan yang sama dengan listasan lomba yaitu circuit Mandalika, guna mengetahui penurunan kecepatan dan memulai kecepatan kembali saat melewati tikungan, dan peraturan pelaksanaan lomba yang mengharuskan laju kecepatan kendaraan tidak lebih dari 50 km/jam dengan

alasan keselamatan berkendara, Kemudian menganalisis hasil uji coba untuk mengidentifikasi kekurangan dari perhitungan dengan kejadian yang sebenarnya. Setelah sesuai dengan nilai yang telah dihitung dan digunakan pada kendaraan Listrik. Gambar 1 dan Gambar 2 memperlihatkan rencana sistem transmisi dan sistem transmisi pada kendaraan listrik.



**Gambar 1.** Rancangan Sistem Transmisi Rantai

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi gear rasio terhadap konsumsi energi dan menemukan konfigurasi optimal untuk efisiensi energi. Selain itu, penelitian mengidentifikasi gear rasio paling efektif untuk kecepatan awal pada mobil listrik prototipe, guna meminimalkan konsumsi energi dan meningkatkan kinerja kendaraan dalam kompetisi, yang menjadi faktor kunci keberhasilan motor listrik.



**Gambar 2.** Sistem Transmisi Rantai

#### 3.1. Analisis Variasi Gear Rasio

##### 3.1.1. Perhitungan Hubungan Variasi Gear Rasio

Perhitungan gear rasio menggunakan jumlah gigi pada roda gigi motor listrik ( $z_1 = 14$ ) dan roda gigi penggerak belakang ( $z_4 = 60$ ), serta berbagai opsi roda gigi tromol sepeda ( $z = 11, 13, 15, 17, 20, 23, 26, 30, 36$ ). Dari berbagai kombinasi, roda gigi terbaik dipilih berdasarkan hasil pengujian untuk mencapai performa kendaraan yang optimal, dengan acuan pada gear rasio dan kecepatan teoritis yang dihasilkan.

##### 1. Gear Rasio

Perhitungan gear rasio dua tingkat: jumlah gigi motor ( $z_1$ ) adalah 14, roda penggerak ( $z_4$ ) adalah 60, roda transmisi pertama ( $z_2$ ) adalah 36, dan roda transmisi kedua ( $z_3$ ) adalah 15. Hasil perhitungan gear rasio diperoleh dari kombinasi tersebut.

##### a) Gear rasio pertama ( $i_1$ )

$$i = \frac{Z_{out}}{Z_{in}} = \frac{n_{in}}{n_{out}} \quad (1)$$

$$i_1 = \frac{z_2}{z_1} = \frac{26}{14} = 1.86$$

##### b) Gear rasi kedua ( $i_2$ )

$$i_2 = \frac{z_4}{z_3} = \frac{60}{15} = 4$$

##### c) Total gear rasio ( $i_{total}$ )

$$i_{total} = i_1 \times i_2 = 1.86 \times 4 = 7.43$$

## 2. Kecepatan

Perhitungan kecepatan ini digunakan sebagai acuan untuk kecepatan yang diinginkan untuk kendaraan, Perhitungan kecepatan menggunakan keliling ban penggerak, yang diukur secara manual dengan tali dan meteran. Keliling ban diperoleh sebesar 168 cm. Kecepatan dihitung berdasarkan variasi gear yang digunakan.

$$v = n \times k \tag{2}$$

$$\frac{3500 \text{ rpm}}{n_2} = \frac{36}{14}$$

$$n_2 = 1884.62 \text{ rpm}$$

Diketahui bahwa kecepatan putaran pada roda gigi 2 dan roda gigi 3 sama maka dapat dituliskan  $n_2 = n_3$

$$\frac{1884.62 \text{ rpm}}{n_4} = \frac{60}{15}$$

$$n_4 = \frac{1884.62 \text{ rpm}}{60/15}$$

$$n_4 = 471.15 \text{ rpm}$$

Dengan didapatkannya kecepatan putaran pada ban ( $n_4$ ) maka kecepatan pada variasi gear atau roda gigi secara teoritis didapatkan sebagai berikut,

$$v = 471.15 \text{ rpm} \times 1.68 \text{ meter}$$

$$v = 471.15 \text{ rpm} \times 1.68 \text{ meter}$$

$$v = 960,4 \times \frac{1/1000 \text{ km}}{1/60 \text{ jam}}$$

$$v = 960,4 \times 60 \text{ km}/1000 \text{ jam}$$

$$v = 47.49 \text{ km}/\text{jam}$$

### 3.3.2 Hasil Perhitungan Hubungan Gear Rasio

Hasil perhitungan variasi gear rasio dengan menggunakan jumlah gigi pada roda gigi motor 73istik ( $z_1 = 14$ ) dan roda gigi penggerak belakang ( $z_4 = 60$ ), serta berbagai opsi roda gigi tromol sepeda ( $z = 11, 13, 15, 17, 20, 23, 26, 30, 36$ ) diperlihatkan pada Table 1..

**Tabel 1.** Data Hasil Perhitungan Hubungan Gear Rasio

No	z1	z2	Z3	z4	n1	n3=n2	Keliling ban (Meter)	i1	i2	i total	n4 (rpm)	v(km/jam)
1	14	26	36	60	3500	1884.62	1.68	1.86	1.67	3.10	1130.77	113.98
2	14	26	30	60	3500	1884.62	1.68	1.86	2.00	3.71	942.31	94.98
3	14	26	26	60	3500	1884.62	1.68	1.86	2.31	4.29	816.67	82.32
4	14	26	23	60	3500	1884.62	1.68	1.86	2.61	4.84	722.44	72.82
5	14	26	20	60	3500	1884.62	1.68	1.86	3.00	5.57	628.21	63.32
6	14	26	17	60	3500	1884.62	1.68	1.86	3.53	6.55	533.97	53.82
7	14	26	15	60	3500	1884.62	1.68	1.86	4.00	7.43	471.15	47.49
8	14	26	13	60	3500	1884.62	1.68	1.86	4.62	8.57	408.33	41.16
9	14	26	11	60	3500	1884.62	1.68	1.86	5.45	10.13	345.51	34.83

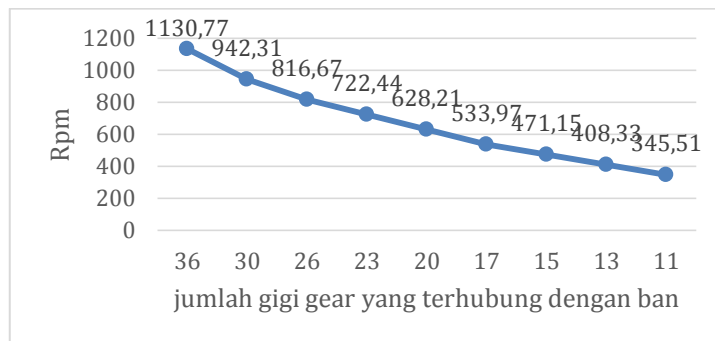
hasil perhitungan variasi *gear ratio* dan kecepatan dengan variasi roda gigi untuk kendaraan listrik jenis prototipe untuk kompetisi Shell Eco-Marathon di lokasi Sirkuit Internasional Mandalika yang memiliki Panjang 4,3 km, memiliki 17 tikungan, dengan mengikuti aturan kompetisi yaitu tiga putaran dan diberikan waktu 30 menit. Variasi gear ratio yang sesuai untuk perlombaan adalah yang memiliki gear yang memiliki gigi z1 (14), z2 (26), z3 (15), z4 (60), dan memiliki rasio gear total 7,43 dengan kecepatan 47,49 km/jam.

**3.1.3 Grafik Hubungan Gear Rasio**



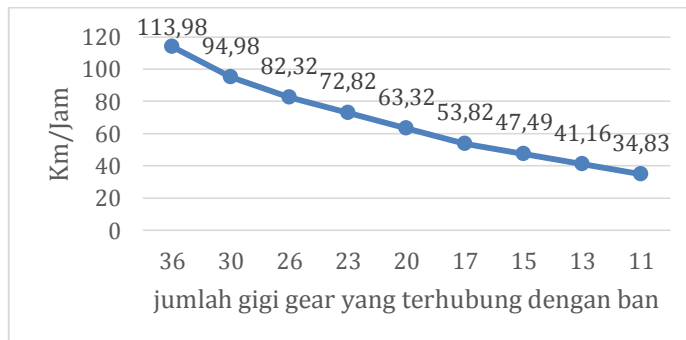
**Gambar 3.** Grafik perbandingan jumlah gigi gear yang terhubung ban dengan rasio gear

Dapat dilihat pada Gambar 3 Grafik dapat dianalisa bahwa semakin rendah gear yang terhubung dengan ban diberikan, semakin meningkat nilai rasio total semakin meningkat karena berbanding terbalik. Penggerak tidak bekerja keras untuk mengangkat untuk mulai bergerak dari keadaan diam



**Gambar 4.** Grafik perbandingan jumlah gigi gear yang terhubung ban dengan putaran ban

Berdasarkan Gambar 4 dapat dianalisa semakin rendah gear yang terhubung dengan ban, semakin rendah nilai kecepatan putar yang terjadi pada ban karena perbandingan jumlah gigi gear bantu dengan gear pada ban berbanding lurus



**Gambar 5.** Grafik perbandingan jumlah gigi gear yang terhubung ban dengan kecepatan

Berdasarkan Gambar 5 dapat dianalisa semakin rendah gear yang terhubung dengan ban, semakin rendah nilai kecepatan kendaraan, karena rasio gear total yang semakin kecil dan membuat putaran ban belakang semakin kecil. Mengakibatkan kecepatan kendaraan semakin rendah.

### 3.2.4. hasil Pengujian Hubungan Gear Ratio

**Tabel 2.** hasil pengujian gear rasio yang telah ditentukan pada kendaraan listrik

No	I Total	Beban (Kg)				Jam	Waktu		Kecepatan (Km/h)	Jarak (Km)	Lokasi	Keterangan
		Kendaraan	Body	Driver	Total		Menit	Detik				
1	7.43	68	16	59	143	0:46	11	45	42	5.68	Luar UNR AM 1 Lab a. Taniakan b. Hambatan udara c. bearing keramik d. delay 5 sec	
2	7.43	68	16	59	143	2:00	14	38	38	6.78	Luar UNR AM 1 Lab a. Taniakan b. Hambatan udara c. bearing keramik d. delay 10 sec e. Rantai slip	
3	7.43	68	16	59	143	1:39	27	32	38	13	Luar UNR AM 2 Lab a. Hambatan Taniakan b. Hambatan udara c. Bearing keramik d. delay 10 sec	
4	7.43	68	16	59	143	1:26	11	55	38	5.6	Luar UNR AM 1 Lab a. Hambatan Taniakan b. Hambatan udara c. bearing keramik d. delay 10 sec e. 9.38.77 dengan 4.3 km	
5	7.43	68	16	59	143	1:24	24	1	47	13.7	Luar UNR AM 2 Lab a. Hambatan Taniakan b. Hambatan udara c. bukan keramik d. delay 10 sec e. 8.14.50 dengan 4.3 km f. Rantai loncat jumlah gigi z3:15 ke 17	

Tabel 2 memperlihatkan hasil pengujian gear rasio, kendaraan diuji lima kali dengan total rasio 7,43. Beban total kendaraan sebesar 143 kg terdiri dari 68 kg beban bawah, 16 kg body, dan 59 kg pengemudi. Pengujian dilakukan di sekitar Universitas Mataram (Jl. Majapahit, Jl. Erlangga, Jl. Pendidikan, dan Jl. R. Suprpto) pada dini hari (00.46 - 02.00 WITA) untuk menghindari lalu lintas padat.

Kecepatan maksimum yang dicapai dalam lima percobaan adalah 42, 38, 38, 38, dan 47 km/jam. Variasi ini disebabkan oleh faktor teknis seperti perubahan rasio rantai akibat jalan berlubang dan kendala non-teknis seperti persimpangan yang ramai. Percobaan kelima menghasilkan kecepatan tertinggi, menunjukkan kinerja maksimal sesuai perhitungan gear rasio.

## 4. CONCLUSION

Berdasarkan hasil pengujian dengan variasi gear rasio 7,43, kendaraan listrik prototipe yang diuji menunjukkan variasi kecepatan maksimal yang cukup signifikan, yaitu antara 38 km/jam hingga 47 km/jam. Meskipun ada faktor teknis dan non-teknis yang mempengaruhi, seperti perubahan rasio rantai akibat jalan berlubang dan keberadaan kendaraan umum di persimpangan, percobaan kelima berhasil mencapai kecepatan maksimal yang sesuai dengan perhitungan gear rasio yang digunakan. Kecepatan kendaraan dalam pengujian dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal seperti kondisi jalan yang berlubang, serta persimpangan yang masih sering dilewati oleh kendaraan umum. Meskipun demikian, percobaan kelima menunjukkan hasil yang paling optimal dengan kecepatan mendekati perhitungan teori, yang menunjukkan bahwa kondisi jalan yang lebih sepi di waktu dini hari sangat mendukung performa kendaraan.

## 5. REFERENCES

- [1] M.F. Ahsan, R. D., Pratama, R. S. Hidayat, D Prayoga, D., & Radianto, D. O. (2023), "Rancangan Fast Charging untuk Kendaraan Listrik dengan Menggunakan Algoritma Kontrol Tegangan pada Baterai". *Jurnal Syntax Fusion*, 3(07), 708–714.
- [2] E. N. Budisusila, (2018), "Tinjauan Pengembangan Mobil Listrik Menuju Teknologi Autonomous Vehicle", *Jurnal, Universitas Islam Sultan Agung Semarang*.
- [3] R. Hendra, E. Yadie, & A. Arbain, (2021), "Analisis Konsumsi Daya Mobil Listrik Dengan Penggerak Motor Brushed DC". *PoliGrid*, 2(1), 24–29.
- [4] A. Kurniawan. (2018), "Desain Kontroller Motor DC Brush 1 Fasa". Departemen Teknik Mesin Industri". Fakultas Vokasi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. (8).
- [5] A. Luthfianto, (2017), "Perencanaan Ulang Sistem Transmisi Rantai Mobil Nogogeni Evo 3", Tugas akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- 
- [6] Shell Indonesia. (2024b), “*Tentang Shell Eco-marathon*”. [https://www.shell.co.id/in\\_id/Energi-Dan-Inovasi/Make-the-Future/Shell-Eco-Marathon/Tentang-Shell-Eco-Marathon.html](https://www.shell.co.id/in_id/Energi-Dan-Inovasi/Make-the-Future/Shell-Eco-Marathon/Tentang-Shell-Eco-Marathon.html).
- [7] D. W. Utama, J. Antonius., A. S. Danardono. (2014), “Ranacang Prototipe Kendaraan Listrik Beroda Tiga”. Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanegara, POROS, Volume 12 Nomor 2, 144-152.
- [8] R. Yanuarsari, L. Asmadi, H. S. Muchtar, & R. Sulastini, (2021), “Peran Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka dalam Meningkatkan Kemandirian Desa”. *Jurnal Basicedu*, 5(6), 6307–6317.
- [9] A.A. Yusuf, & A. Asrori, (2023), “Perbandingan Konsumsi Daya Baterai Li-Ion 18650 Dengan Lifepo4 32700 Berdasarkan Jarak Tempuh”. *Jurnal Energi Dan Manufaktur Vol*, 6(2), 26–30.

#### BIOGRAPHY OF AUTHORS