UJI EKSPERIMENTAL KINERJA *E-CAR EASY PARKING* PENGGERAK 2 MOTOR BLDC 350 WATT

Bambang Setyono[1], Ayu Setyaning Sayekti Poesoko[2], dan Reka Fariz Nugroho [3]
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3]
e-mail: bambang@itats.ac.id

ABSTRACT

People need electrical energy for both household and daily vehicles, for example, electric cars (e-cars).In this study, an electric car also has the innovation of easy parallel parking (easy parking). The easy- park e-car operates the same as a car in general, but the difference is in the working system. Two BLDC 36 volts 350 watts motor main drivers, one 36 volts 350 watts controller, and one 12 volts 12 ahSMT battery were used. The Easy Park e-car (easy park electric car) can be operated with a maximum of 2 passengers, having a maximum weight of 150 kg and a top speed of 27 km/hour. While using 1 passenger, the top speed was 30 km/hour. A driver could have a minimum turning radius of the vehicle of 2.25 meters. To test the easy parking, e-car innovation was carried out by turning the rear wheel arm angle electrically and turning the front angle manually until the wheels rotated at 90°, intended to determine the performance of the electric car when doing parallel parking. After analyzing the minimum turning radius, it can be concluded that the smaller the minimum turning radius, the easier the vehicle will pass. Meanwhile, the top speed of the vehicle of 30 km/h occurredat a distance of 2 kilometres and an average speed of 10–20 km/h using the geo tracker app.

Keywords : *top speed, acceleration, easy parking, electric power, renewable energy*

ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik selain untuk kebutuhan rumah tangga juga dapat dijadikan sebagai kendaraan sehari-hari contohnya seperti mobil listrik (*e-car*). Dalam skripsi mobil listrik ini juga mempunyai inovasi yaitu dapat mlakukan parkir pararel dengan mudah (*easy parking*). Cara pengoperasian *e-careasy parking* ini sama seperti mobil pada umumnya, namun perbedaanya beradapada sistem kerjanya. *E-car easy parking* (mobil listrik parkir mudah) ini menggunakan motor 2 BLDC36 volt 350 watt sebagai penggerak utama, controller 36 volt 350 watt, baterai SMT 12 volt 12 ah. *E-car easy parking* (mobil listrik parkir mudah) dapat dioperasikan dengan maksimal 2 orangpenumpang berat maksimal 150 kg dengan *top speed* 27 km/jam, dan dengan menggunakan 1 orangpenumpang dengan *top speed* 30 km/jam. Pengujian radius belok minimum dilakukan dengandikendarai oleh pengemudi adalah 2,25 meter. Pada pengujian kemudahan berparkir(*easy parking*)dilakukan dengan cara memutar sudut arm roda belakang secara elektrik dan memutar sudut depansecara manual sampai roda memutar sebanyak 90°, bertujuan untuk mengetahui kinerja dari mobillistrik saat sedang melakuakan parkir pararel. Dari hasil analisa radius belok minimum dapatdisimpulkan bahwa semakin kecil radius belok minimum maka semakin mudah kendaraan melintassedangkan untuk *top speed* dengan jarak sejauh 2 kilometer ditempuh oleh kendaraan dengankecepatan rata-rata 10-20 km/jam dengan *top speed* 30 km/jam menggunakan aplikasi geo tracker.

Kata kunci : *top speed*, akselerasi, parkir mudah, daya listrik, energi terbarukan

PENDAHULUAN

Pada era saat ini kegiatan manusia sering mengalami perkembangan, salah satunya yaitu perkembangan pada bidang transportasi dan otomotif. Hal tersebut telah ditandai dengan meningkatnya request permintaan jumlah kendaraan yang ramah lingkungan, yang digunakan sebagai sarana penunjang aktifitas kegiatan sehari hari. Pesatnya dan banyaknya perkembangan

ilmu pengetahuan, teknologi menimbulkan suatu ide atau inovasi baru dari benak pikiran, untuk menciptakan kendaraan alternatif ramah lingkungan sebagai pengganti kendaraan memakai bahan bakar minyak, yaitu dengan mewujudkan kendaraan terbarukan menggunakan energi listrik yang ramah dengan lingkungan [6]. Salah satu jenis mobil listrik yang saya ketahui dan sudah ada saat yaitu produk dari Tesla.

Permintaan penggunaan kendaraan listrik dirasa juga sangat lebih efektif karenaselain tidak menimbulkan polusi, kontruksinya juga dinilai lebih sederhana, suaranya halus tidak berisik, tahan lama, serta mempunyai efisiensi energi yang tinggi dibandingkan dengan kendaraan berbahan bakar minyak bensin, solar dan sebagainya [1]. Untuk memiliki atau mewujudkan sebuah kendaraan bertenaga listrik tentu membutuhkan beberapa komponen komponen yang merupakan satu kesatuan, diantaranya sistem rangka casis, sistem pengereman, sistem roda, sistem kemudi, dan sistem penggerak [2]. Dalam hal tersebut motor listrik adalah sebagai komponen utama yang memiliki fungsi sebagai penggerak utama pada bagian mobil listrik. Ada juga beberapa macam jenis jenis tipe motor listrik yang memiliki keuntungan sehingga ditawarkan pada masing masing kendaraan motor listrik juga beragam. Maka dari itu untuk penyusunan skripsi ini saya mengambil judul Uji Eksperimental Kinerja *E-Car Easy Parking* Penggerak 2 Motor BLDC 350 Watt.

METODE DAN ANALISIS

Pengertian *E-Car Easy Parking*

Mobil listrik parkir mudah (*e-car easy parking*) adalah mobil bertenaga listrik yang digerakan oleh motor BLDC 36 volt 350 watt dan mobil listrik ini dapat berjalan menyamping berguna untuk memudahkan pengemudi ketika mau melakukan parkir paralel. Cara pengoperasian mobil listrik ini sama seperti mobil pada umumnya yang digerakkan oleh mesin, namun berbeda dengan sistem kerjanya yang menggunakan motor listrik, menggunakan energi listrik yang tersimpan dalam baterai *accu* atau tempat penyimpanenergi yang lainnya. Parkir mudah (*Easy parking*) adalah jenis dari model variasi kendaraan mobil listrik (*e-car*) yang dapat berjalan menyamping dengan cara memutar sudut arm roda sebanyak 90 derajat. *Easy parking* sendiri dibuat agar memudahkan pengemudi saat hendak melakukan parkir pararel. Mobil listrik mudah parkir ini digerakan dengan 2 motor listrik yang dipasang di bagian belakang kendaraan untuk memutarkan arm/fork suspensi mobil sehingga mobil dapat berjalan menyamping.

Top Speed dan Torsi Motor BLDC

1. Top Speed Motor BLDC

   Besarnya kecepatan motor BLDC, dapat dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$V' = \pi \times d \times n \quad \text{.....(1)}$$

   Dimana :
   V' = laju kecepatan (m/menit)
   d =diameter roda (m)
   n = putaran mesin (rpm)

2. Torsi Motor BLDC

   Kemampuan controller untuk memenuhi kebutuhan torsi yang besar, maka diperlukan ampere yang besar pula dan controller juga harus support agar mampu mengalirkan arus yang besar [7]. Besarnya torsi dari motor BLDC dapat dinyatakan dalam persamaaan berikut ini :

$$r = \frac{6 \times P}{2 \times \pi \times n} \quad \text{.....(2)}$$

Dimana:

R = torsi (Nm)
P = daya motor listrik (watt)
N = putaran mesin (rpm)

Sistem Kemudi

Untuk mendapatkan ukuran dari *turning radius* yaitu cukup dengan membelokkan mobil sampai membentuk sudut 180 derajat setengah putaran. Adapun rumus untuk mengukur radius putar adalah sebagai berikut [5]:

$$R = \frac{L}{\delta} \times 57{,}29 \quad (3)$$

Dimana :

L = Panjang wheel base (m)
δ = Belokan roda (derajat)

Kecepatan dan Percepatan

1. Kecepatan (*Top Speed*)

$$\text{Kecepatan} = \frac{Jarak}{Waktu} \quad (4)$$

2. Percepatan (Akselerasi)

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v2 - v1}{t2 - t1} \quad (5)$$

Dimana :

a = percepatan (m/s²)
Δv = perubahan kecepatan (m/s)
Δt = selang waktu (s)
v^2 = kecepatan akhir (m/s)
v^1 = kecepatan awal (m/s)
t^2 = waktu akhir (s)
t^1 = waktu awal (s)

Persiapan Pengujian

Dalam suatu pengujian harus melakukan persiapan terlebih dahulu berguna untuk mencegah adanya kendala atau kesalahan teknis baik pada produk maupun pada operator peneliti. Dalam melakukan pengujian mengetahui sudut belok minimum, top speed, akselerasi dan parkir mudah (easy parkir) yang akan dilakukan ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu :

1. Melihat kondisi bateraai sudah cukup penuh pada angka 36 volt dan persentasibaterai sudah penuh 100 % atau belum supaya kendaraan tidak mogok atau kehabisan bahan bakar waktu di pertengahan pengujian.
2. Menngecek kondisi roda depan belakang apakah kekurangan angin dan as pada arm roda harus di pastikan tidak ada yang kendor supaya penelitian beerjalan dengan aman dan tidak terjadi hal yang tidak diinginkan.
3. Melakukan pengecekan ulang pada bagian baut-baut di bagian steering dan komponen-komponen penghubung lainyadipastikan tidak ada bautyang kendor.
4. Melakukan survei tempat, cuaca dan persiapan alat-alat pengujian di tempat lokasi penelitian yang sebelumnya sudah dituju, agar tidak ada kendala terjadi saat melakukan pengujian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Top Speed dan Torsi Motor BLDC

1. *Top Speed* Motor BLDC

$$V' = \pi \times d \times n$$

= 3,14 × 32 × 400
= 40,1 m/menit

2. Torsi Motor BLDC

$$r = \frac{60 \times P}{2 \times \pi \times n}$$

$$= \frac{60 \times 350}{2 \times 3{,}14 \times 400}$$

= 8,359 Nm

Daya Motor Listrik yang Dibutuhan dan Efisiensi Pembebanan

Perhitungan untuk kecepatan 5 km/jam, 10 km/jam, 15 km/jam, 20 km/jam dengan kapasitas 1 penumpang [4]:

1. Kecepatan 5 km/jam
   a. Gaya normal total mobil listrik dan 1 orang penumpang
      Wn = Massa mobil listrik + Massa penumpang 1 orang
      = 70 kg + 75 kg
      = 145 kg , atau = 1.421 N
   b. Perhitungan gaya dorong (Fth)
      Fth = Wn × μ
      = 1.421 N × 0,015
      = 21,31 N

   c. Perhitungan daya motor listrik yang dibutuhkan (N =. ..... Watt)
      N = V × Fth
      Dimana :
      V = Kecepatan mobil (m/det)
      = 5 km/jam × $\frac{1000\ \text{m}}{\text{km}}$ × $\frac{\text{jam}}{3600\ \text{detik}}$ × $\frac{5 \times 1000}{3600}$ m/detik
      = 1,38 m/detik
      Maka daya motor listrik yang dibutuhkan
      N = 1,38 m/detik × 21,31 N
      = 29,40 joule/detik = 29,40 watt

   d. Efisiensi pembebanan (η)

$$\eta = \frac{Daya\ terpakai}{Daya\ terpasang} \times 100\%$$

      Dimana :
      Daya terpakai = 29,40 watt
      Daya motor listrik = 350 watt

      Maka :

$$\eta = \frac{29{,}40\ watt}{350\ watt} \times 100\%$$

      = 8,4 %

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Perhitungan

No	KecepatanMobil (Km/jam)	Daya Motor Listrik (Watt)		Efisiensi Pembebanan (%)	
		1 Penumpang	2 Penumpang	1 Penumpang	2 Penumpang
1	5	29,40	44,64	8,4	12,75
2	10	57,53	87,34	16,43	24,95
3	15	88,64	134,576	25,32	38,45
4	20	117,205	177,925	33,48	50,83

Radius Belok Minimum dan Hasil Pengujian Eksperimen

Faktor yang mempengaruhi besar kecilnya nilai *turning radius* ini adalah dipengaruhi oleh *wheel base* yaitu yarak antara roda depan dan roda belakang [3].

R $= \frac{L}{\delta} \times 57{,}29$

Dimana :

L = Panjang wheel base (1,47 m)

δ = Belokan roda (derajat)

1. Belokan roda 5˚

R $= \frac{L}{\delta} \times 57{,}29$

$= \frac{1{,}47}{5^{\circ}} \times 57{,}29$

= 16,84 m

Tabel 2. Hasil Perhitungan Belokan Roda Terhadap Radius Belok

Belokan Roda (derajat)	Radius Belok (m)
5^0	16,84 m
10^0	8,42 m
15^0	5,61 m
20^0	4,21 m
25^0	3,56 m
30^0	2,8 m

Tabel 3. Hasil Uji Eksperimen Variasi Belokan Roda Terhadap Radius Belok

Belokan Roda (derajat)	Radius Belok (m)
5^0	11,05 m
10^0	8,92 m
15^0	7,12 m
20^0	5,23 m
25^0	3,76 m
30^0	2,25 m

Dilakukanya pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kelincahan *e-car* untuk jalan berbelok yang dinyatakan sebagai radius belok minimum. Semakin kecil radius belok minimum maka e-car semakin mudah untuk menyusuri jalan berbelok. Dari hasil pengujian radius belok minimum dengan dikendarai Rm = 2,25 meter.

Top Speed E-Car Easy Parking

1. Perhitungan waktu dengan jarak 70 meter

A. Kecepatan 5 km/jam

5 km/jam $= \frac{70\ m}{5\ km/jam}$

$= \frac{0{,}07\ km}{5\ km/jam}$

= 0,014 jam × 3600 detik
= 50,4 detik

Tabel 4. Hasil Perhitungan Waktu Dengan Jarak

Kecepatan (Km/jam)	Waktu (Detik)
5	50,4
10	25,2
15	14,4
20	12,6

Uji *Top Speed* di Jalan Raya

Uji *top speed* dilakukan di jalan raya untuk melihat performa dan kinerja dari mobil listrik yang dibuat dengan menggunakan variasi 1 penumpang dan 2 penumpang**.**

Tabel 5. Pengujian E-Car Dengan 1 dan 2 Penumpang

	1 Penumpang	2 Penumpang
Jarak	2 Kilometer	Jarak
Waktu	05,07 Menit	Waktu
Average Speed	10 – 23 Km/jam	*Average Speed*
Top Speed	29 Km/jam	*Top Speed*
Aplikasi *Geo Tracker*		

Pengujian Akselerasi *E-Car Easy Parking*

Pengujian ini dilakukan pada kondisi jalan lurus bebas hambatan dengan variasi 1 penumpang dan 2 penumpang menggunakan berbagai variasi jarak 25 meter, 50 meter,75 meter, 100 meter, bertujuan untuk mengetahui waktu percepatan dan lama waktu kendaraan menempuh jarak yang sudah ditentukan pengendara sehingga didapatkan hasil berikut.

Tabel 6. Hasil pengujian akselerasi kendaraan di jalan lurus

Jarak (m)	Waktu (Detik)	
	Beban 1 Orang (75 Kg)	**Beban 2 Orang (150 Kg)**
25	12,05	14,75
50	18,15	25,46
75	26,69	39,78
100	32,89	43,59

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan, didapatkan data bahwa variasi jarak dan jumlah penumpang yang sudah ditentukan sangat berpengaruh pada lama waktu percepatan kendaraan melaju. Dikarenakan semakin dekat jarak yang ditempuh maka semakin cepat waktu kendaraan melintas begitu juga dengan semakin jauh jarak yang ditempuh maka semaking lama pula waktu yang ditempuh oleh kendaraan untuk melintas.

Uji *E-Car Easy Parking* Saat Berparkir

Pada proses pengujian ini dilakukan di tempat parkir menggunakan variasi tingkat kesulitan berparkir 1,5 meter, 2 meter, 2,5 meter dengan menggunakan 10 orang pengemudi dan menghitung lama waktu pengemudi melakukan parkir pararel menggunakan *e-car easy parking* ini.Diketahui bahwa untuk pengujian *easy parking* ini dimulai dari jarak 5 meter ke tempat parkir lalu pengemudi melakuan easy parking dengan berbagai variasi jarak atau tingkat kesulitan berpakir. Hasil data yang didapat berupa lama waktu pengemudi melakukan *easy parking* atau parkir pararel dan didapatkan hasil berikut.

Tabel 7. Hasil Pengujiann E-Car Easy Parking Saat Berparkir

Pengemudi	Lebar Tempat Parkir (meter)	Waktu (detik)
1	2	12,5
	2,5	11,7
	3	10,1
2	2	12,0
	2,5	12,3
	3	11,8
3	2	17,4
	2,5	15,0
	3	13,9

KESIMPULAN

1. Dari hasil analisa dari radius belok minimum dengan pengujian langsung dapat disimpulkan bahwa semakin kecil nilai radius belok maka semakin mudah kendaraan melaju dan semakin besar nilai radius belok maka agak berkurang kendaraan melaju.
2. Dari hasil analisa dari kecepatan maksimum *top speed*dengan jarak sejauh 3 kilometer ditempuh oleh kendaraan dengan waktu , kecepatan rata-rata 10-20 km/jam dan top speed 30 km/jam dapat disimpulkan semakin besar beban yang diberikan pada e-car maka akan berpengaruh pada kcepata motor BLDC.
3. Dari hasil analisa akselerasi e-cardengan pengujian langsungmenggunakan variasi 1 orang dan 2 orang dapat disimpulkan bahwa lama waktu yang ditempuh kendaraan dipengaruhi dari beban dan jarak yang ditempuh oleh kendaraan tersebut. Sedangkan untuk waktu awal-akhir dan kecepatan awal-akhir menggunakan variasi 1 orang dan 2 orang adalah sebagai berikut.
4. Dari hasil pegujian dan analisa dari *easy parking* dapat disimpulkan bahwa setiap pengemudi mempuunnyai skil melakukan parkir yang berbeda-beda. Dari data easy parking diatas pengemudi yang paling cepat dalam melakukan parkir pararel adalah pengemudi 1 dengan jarak 3 meter memakan waktu 10,1 detik.

DAFTAR PUSTAKA

[1] N. M. A. S, "Pengaturan Kecepatan Motor Brushless DC (Direct Current) Menggunakan Cuk Converter," vol. 6, no. 2, 2019.

[2] L. Prastia, "Politeknik Harapan Bersama Tegal," no. 9, p. 2015, 2015.

[3] B. Setyono, R. Salam, and J. T. M. T. Industri-, "Analisis Perilaku Belok Sistem Steering Mobil Hibrid BED-18 Penggerak Udara Bertekanan dan Motor Listrik," pp.

439–446.

[4] B. Setyono, S. Ardianto, A. Noerpamoengkas, and J. T. Mesin, "PERANCANGAN DAN UJI PERFORMANSI," pp. 185–192, 2016.

[5] B. Setyono and Y. Setiawan, "Rancang Bangun Sistem Transmisi, Kemudi dan Pengereman Mobil Listrik 'Semut Abang,'" *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. III 2015*, pp. 89–96, 2015.

[6] Wawan Gunadi, "Analisis Konsumsi Baterai Pada Mobil Listrik 2 Killowatt (KW)," no. 71, pp. 1–6, 2015.

[7] A. Top, S. Dan, T. Motor, D. A. N. Pada, C. D. Safira, and I. Setiawan, "SEPEDA LISTRIK VOLTA Abstrak," pp. 1–7.