

## Research Article

**Pengaplikasian Turbin Angin dan Generator Sebagai Sumber Pengisian Baterai pada Mobil Listrik****<sup>1</sup>Amario Prananda Sakti, <sup>2</sup>Nugroho Agung Pambudi****<sup>1,2</sup>Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia**Corresponding Author, Email: [amarioprnd07@student.uns.ac.id](mailto:amarioprnd07@student.uns.ac.id)**Abstract**

Electrical energy is the main need in modern life, especially in the development of electric vehicle technology. However, limited power resources and charging efficiency are challenges in the implementation of electric cars. Indonesia has great potential in the use of renewable energy, one of which is wind energy. This study aims to find out how the Wind Power Plant system and generator work as a source of battery charging in electric cars. This study uses an experimental method with a quantitative analysis technique approach. This study uses variables that are measured including wind speed, voltage, current, and electrical power generated by the generator at various vehicle speeds. The test was carried out in two different locations, namely the Solo-Sragen Ring Road and the Karanganyar-Solo Toll Road, to compare the performance of the system in varying environmental conditions. The test results show that the speed of the vehicle is directly proportional to the electrical power produced. At a vehicle speed of 20 km/h, the generator starts to produce 2.6 Watts of electrical power, while at a speed of 100 km/h, the power produced reaches 9.6 Watts. However, fluctuations in current and voltage values occur due to variations in wind speed and vehicle aerodynamic resistance. However, the electrical voltage generated has met the minimum standard of battery charging, which is 12–13.8 Volts.

**Keywords:** Wind Turbines, Generators, Battery Charging, Renewable Energy

This is an open access article under the CC BY License  
(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).

**PENDAHULUAN**

Listrik merupakan sebagai sumber energi utama pada manusia yang ada pada zaman modern seperti saat ini. Ditandai dengan adanya revolusi industri di eropa dan negara lainnya, manusia mulai menggunakan dengan bahan bakar fosil sebagai pembangkit listrik untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari dalam kehidupan (Heri

Pradana, 2021.). Salah satu sumber energi yang dapat dioptimalkan adalah energi angin, yang memiliki keunggulan sebagai sumber energi ramah lingkungan karena dalam proses konversinya tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap pemanasan global ( Andriani, 2018 ).

Pengoptimalan energi angin dapat diaplikasikan pada kendaraan mobil listrik sebagai alternatif penggerak turbin. Solusi yang tepat untuk menghadapi hal demikian adalah dengan menggunakan kendaraan ramah lingkungan yang berbahan bakar listrik. Mobil listrik termasuk memiliki potensi yang sangat besar sebagai pilihan masyarakat kendaraan yang berbahan bakar listrik. Pada penelitian ini dapat di rumuskan masalah yaitu, bagaimana cara kerja turbin angin sebagai pembangkit listrik tenaga bayu sehingga dapat menghasilkan energi listrik dan mengetahui berapa jumlah besar daya, tegangan, dan arus yang di keluarkan oleh generator melalui turbin angin. Sebagai titik acuan bahwa alat yang ditemukan ini bisa digunakan bagi masyarakat sebagai sumber energi cadangan terbarukan ketika Pembangkit Listrik PLN padam.

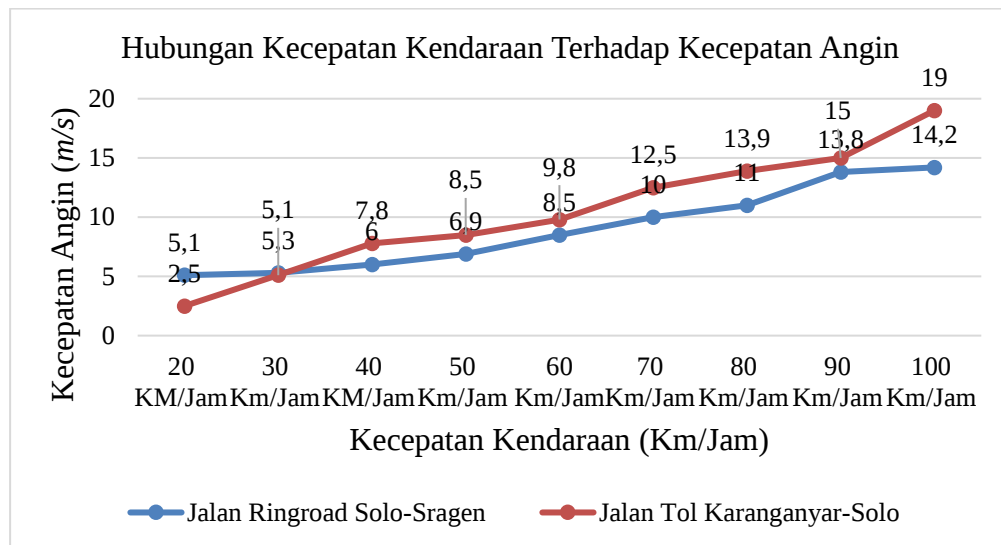
## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari Desember s.d Januari di jalan Tol Karanganyar-Solo dan jalan Ringroad Solo-Sragen. Metode penelitian yang digunakan adalah metode studi kepustakaan dan metode eksperimental. Metode studi kepustakaan dilakukan sebagai mencari materi yang akan mendukung dan memperkuat penelitian. Pola eksperimen yang digunakan adalah model one shot case study. Penelitian model tersebut sering disebut model sekali tembak, yaitu menggunakan suatu perlakuan atau treatment hanya satu kali selanjutnya dianalisis. Populasi dalam penelitian ini berupa Pembangkit Listrik Tenaga Bayu. Populasi merupakan subjek penelitian yang mempunyai karakteristik tertentu untuk dijadikan sebagai sumber pengambilan sampel.

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) dipilih sebagai sampel pada penelitian ini. Sampel merupakan bagian kecil karakteristik yang mewakili dari populasi penelitian. teknik pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu variabel bebas yang digunakan adalah Kecepatan angin (2,9 m/s – 8 m/s) dan kecepatan mobil (20 km/jam – 100 km/jam), variabel terikat yang digunakan adalah tegangan listrik, arus listrik, dan daya listrik yang dihasilkan oleh generator. Data hasil eksperimen disusun dalam tabel dan dianalisis menggunakan metode kuantitatif. Hasil disajikan dalam bentuk grafik untuk melihat hubungan antara kecepatan kendaraan, kecepatan angin, dan daya listrik yang dihasilkan.

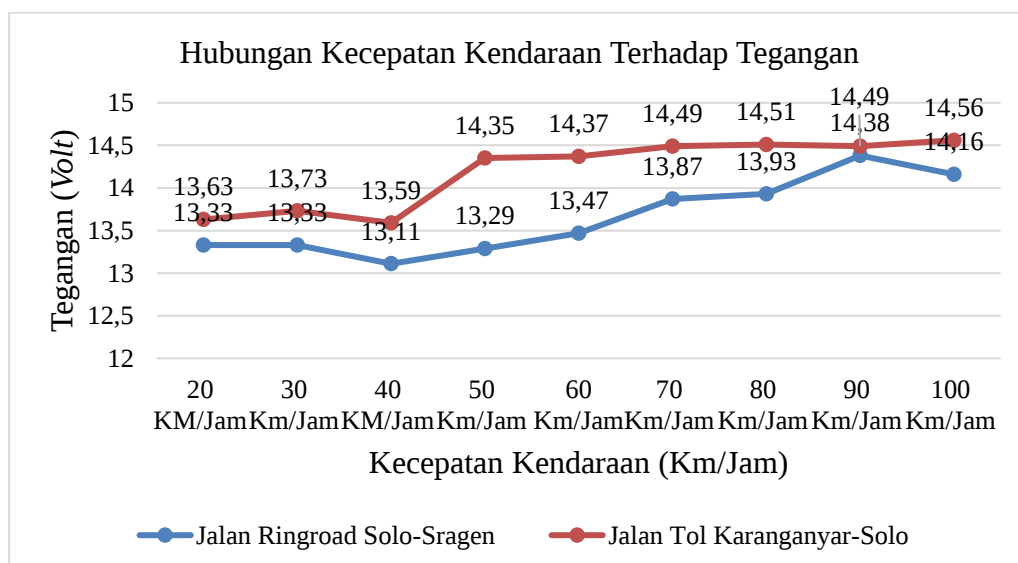
## HASIL DAN PENELITIAN

### 1. Potensi Kecepatan Angin di Jalan Ringroad Solo-Sragen dan Jalan Tol Karanganyar-Solo



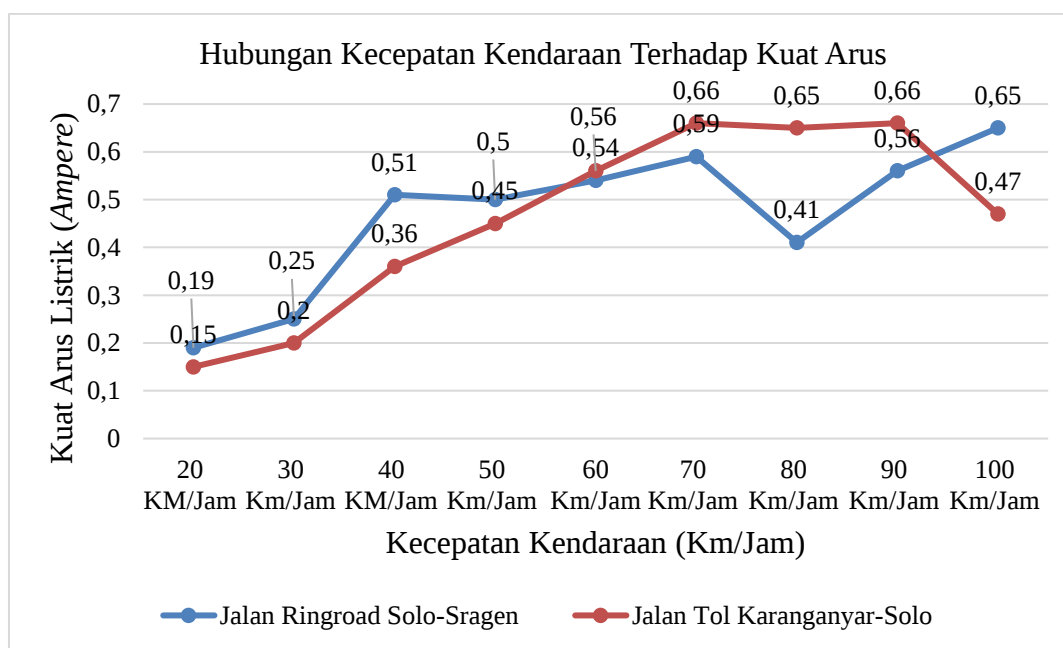
Berdasarkan data grafik pada gambar tersebut ditunjukkan masing-masing hasil kecepatan angin yang berbeda antara di jalan Ringroad Solo-Sragen dengan jalan Tol Karanganyar-Solo. Pengujian tersebut dilakukan di jam yang sama yaitu jam 12 siang namun dengan hari yang berbeda. Menurut (Nawawi, 2017), sebagian besar turbin angin biasanya mulai bergerak dan menghasilkan energi listrik dengan kecepatan angin minimum yaitu 4 m/s dan akan berhenti pada kecepatan angin maksimal yaitu 25 m/s. Hal ini dapat diartikan bahwa kecepatan angin di jalan Ringroad Solo-Sragen dan jalan Tol Karanganyar-Solo sudah memenuhi batas minimal dari kecepatan angin untuk bisa memutarakan generator lalu menghasilkan energi listrik.

### 2. Performansi Kecepatan Kendaraan Terhadap Tegangan Listrik di Jalan Ringroad Solo-Sragen dan Jalan Tol Karanganyar-Solo



Berdasarkan data grafik pada gambar tersebut ditunjukkan masing-masing bahwa hasil tegangan listrik yang di keluarkan oleh generator berbeda di setiap nilai kecepatan kendaraan dan nilai tegangan naik secara kosntan antara kecepatan kendaraan di jalan Ringroad Solo-Sragen dengan jalan Tol Karanganyar-Solo. Pada proses laju pengisian baterai tegangan minimum yang dibutuhkan untuk *mengcharging* ulang yaitu 12 volt – 13,8 volt. Dapat disimpulkan bahwa berdasarkan data grafik tersebut nilai tegangan yang dihasilkan oleh generator sudah memenuhi standart minimum proses pengisian pada baterai yaitu pada kecepatan kendaraan 20 Km/Jam sudah menghasilkan tegangan 13,33 volt di jalan Ringroad Solo-Sragen dan 13,63 volt di jalan Tol Karanganyar-Solo.

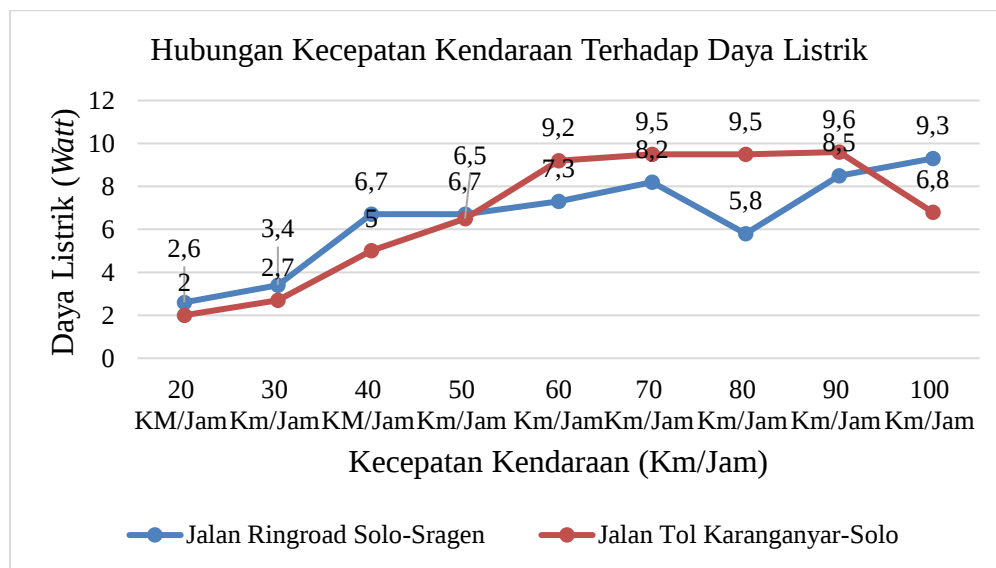
### 3. Pembahasan Performansi Kecepatan Kendaraan Terhadap Kuat Arus Listrik di Jalan Ringroad Solo-Sragen dan Jalan Tol Karanganyar-Solo



Berdasarkan data grafik pada gambar tersebut ditunjukkan masing-masing bahwa hasil kuat arus listrik yang di keluarkan oleh generator berbeda di setiap nilai kecepatan kendaraan dan nilai tegangan naik secara kosntan antara kecepatan kendaraan di jalan Ringroad Solo-Sragen dengan jalan Tol Karanganyar-Solo. Pada proses laju pengisian baterai *lithium-ion* dengan kapasitas baterai 12 V/6 Ah minimum kuat arus listrik yang diperlukan untuk proses *charging* yaitu sebesar 10% dari kapasitas arus yang dimiliki baterai tersebut.

Dapat disimpulkan dari grafik pada gambar 4.10. bahwa hasil nilai arus yang dikeluarkan oleh generator mulai dari kecepatan kendaraan 20 Km/Jam sudah dapat memenuhi standart proses pengisiannya dengan nilai kuat arus 0,15 A di jalan Tol Karanganyar-Solo dan 0,19 A di jalan Ringroad Solo-Sragen.

#### 4. Performansi Kecepatan Kendaraan Terhadap Daya Listrik di Jalan Ringroad Solo-Sragen dan Jalan Tol Karanganyar-Solo



Berdasarkan grafik pada gambar tersebut ditunjukkan bahwa masing-masing daya listrik yang dikeluarkan oleh generator berbeda, antara di jalan Ringroad Solo-Sragen dengan di jalan Tol Karanganyar-Solo. Pada sistem laju pengisian baterai bahwa baterai yang digunakan yaitu baterai *litthium-ion* dengan kapasitas 12 V/6Ah dengan rata-rata memiliki efisiensi pengisian sekitar 70 % - 80 %, karena adanya kerugian dalam panas dan konversi energi dalam proses pengisian.

Dapat disimpulkan dari grafik tersebut yaitu dengan nilai daya listrik yang keluar di setiap kecepatan kendaraan mulai dari 20 Km/Jam s.d 100 Km/Jam antara di jalan Ringroad Solo-Sragen dengan jalan Tol Karanganyar-Solo rata-rata dapat mengeluarkan daya listrik mulai dari 2,6 Watt s.d 9,6 Watt. Namun terlihat pada kecepatan 80 Km/Jam di jalan Ringroad Solo-Sragen nilai daya listrik turun menjadi 5,8 watt dan pada kecepatan 100 Km/Jam di jalan Tol Karanganyar-Solo daya listrik turun menjadi 6,8 watt. Bahwa dalam proses laju pengisian baterai daya listrik yang dikeluarkan oleh generator masih bersifat tidak konstan dan masih bergantung pada kecepatan kendaraan pada saat melaju dan putaran kecepatan turbin.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan mengenai laju pengisian baterai melalui tegangan listrik (volt), kuat arus listrik (ampere), dan daya listrik (watt) yang dihasilkan dari turbin angin horizontal yang diprototipekan dengan baling-baling kipas radiator di jalan Ringroad Solo-Sragen dan jalan Tol Karanganyar-Solo, dapat disimpulkan bahwa potensi kecepatan angin di kedua lokasi tersebut bervariasi tergantung pada kecepatan kendaraan yang melintas. Kecepatan angin rata-rata saat kendaraan melaju dengan kecepatan 20 km/jam adalah 2,2 m/s di jalan Ringroad Solo-Sragen dan 5,1 m/s di jalan Tol Karanganyar-Solo, sedangkan pada kecepatan kendaraan 100 km/jam, kecepatan angin meningkat menjadi 14,2 m/s dan 19 m/s di masing-masing lokasi.

Performansi turbin angin horizontal yang dipasang pada kendaraan Daihatsu Terios 2022 menunjukkan bahwa tegangan tertinggi yang dihasilkan di jalan Ringroad Solo-Sragen adalah 14,38 volt, sedangkan di jalan Tol Karanganyar-Solo mencapai 14,56 volt. Hasil ini menunjukkan bahwa tegangan listrik yang dihasilkan dari kedua lokasi pengujian telah memenuhi batas minimum yang diperlukan dalam proses

pengisian baterai, sehingga sistem ini memiliki potensi sebagai sumber energi tambahan dalam pengisian daya baterai kendaraan listrik.

Untuk pengembangan lebih lanjut, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut. Pertama, pengujian turbin angin dan generator sebagai sumber pengisian baterai perlu dilakukan dalam durasi yang lebih lama agar dapat diketahui pengaruh kecepatan angin di lingkungan perkotaan dibandingkan dengan di jalan tol terhadap efisiensi daya listrik yang dihasilkan dari pembangkit listrik tenaga bayu. Kedua, diperlukan pengembangan lebih lanjut mengenai tata letak turbin angin dan generator agar penggunaannya lebih efektif dalam menghasilkan daya listrik yang optimal. Ketiga, sistem ini perlu dilengkapi dengan stabilizer voltage agar tegangan yang dihasilkan oleh generator tetap stabil pada kecepatan rendah maupun tinggi.

Terakhir, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkan teknologi penggunaan turbin angin dan generator dalam sistem pengisian baterai mobil listrik, dengan mempertimbangkan kebutuhan daya sesuai dengan kapasitas dan spesifikasi baterai yang digunakan. Dengan adanya pengembangan dan optimalisasi lebih lanjut, sistem turbin angin ini diharapkan dapat menjadi solusi inovatif dalam pemanfaatan energi angin sebagai sumber energi alternatif yang berkelanjutan bagi kendaraan listrik.

## **Bibliografi**

- Adam, M., Harahap, P., & Nasution, M. R. (2019). Analisa Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) Terhadap Daya Yang Dihasilkan Generator Dc. RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro, 2(1), 30–36. <https://doi.org/10.30596/rele.v2i1.3648>
- Andriani, Septi, Nila Kesumawati, and Muhammad Kristiawan. "The influence of the transformational leadership and work motivation on teachers performance." *International journal of scientific & technology research* 7.7 (2018): 19-29.
- Attia, P. M., Grover, A., Jin, N., Severson, K. A., Markov, T. M., Liao, Y. H., ... & Chueh, W. C. (2020). Closed-loop optimization of fast-charging protocols for batteries with machine learning. *Nature*, 578(7795), 397-402.
- Aziz, M. A. S., & Sukma, H. (2021). Pemanfaatan Energi Angin Sebagai Sumber Energi Penerangan Jalan. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 9 (1), 9-16.
- Bachtiar, Antonov, and Wahyudi Hayyatul. 2018. "Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras." *Jurnal Teknik Elektro ITP* 7(1):34-45.
- Bandri, S., Premadi, A., & Andari, R. (2021). Studi perencanaan pembangkit listrik tenaga picohydro (pltp) rumah tangga. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 21(1).
- Hendra, W.P., 2022. (2022). MODEL POWER METERING BERBASIS HAIWELL CLOUD SCADA UNTUK EFISIENSI ENERGI LISTRIK *Jurnal Teknik Elektro*. 12(2), 1-10.
- Herandy, Galla, and Bambang Suprianto. 2019. "Monitoring Biaya Dan Pengukuran Konsumsi Daya Listrik Berbasis Arduino Mega2560 Menggunakan Web." *Jurnal Teknik Elektro* 8(3): 695-702.
- Heri Pradana. 2021. (2021). TUGAS AKHIR RANCANG BANGUN ARUS DAN TEGANGAN PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN.
- Nawawi, I., dan B. Fatkhurrozi. 2017. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Skala Kecil pada Bangunan Bertingkat. *THETAOMEGA: Journal Of Electrical Engineering, Computer And Information Technology*.
- Nugroho Agung Pambudi, (2019). Buku Ajar Buku Ajar.
- SETIAWAN, D. (2024). ANALISA JUMLAH PELTIER TYPE TEC1-12706 SR PADA

TERMoelektrik Generator Terhadap Tegangan, Arus, Daya Listrik dan Efisiensi Termoelektri (Doctoral dissertation, FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS ISLAM SUMATERA UTARA).

- Sugiyono. (2013). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D (Cet. Ke 18). Bandung. Penerbit Alfabeta.
- Sugiyono., (2016). Metode Penelitian Pendidikan. Jurnal Pendidikan Dasar. Vol. No. 1, Hal. 1-32.
- Sutra Kamajaya, F., & Muzmi Ulya, M. (2015). Analisis Teknologi Charger Untuk Kendaraan Listrik - Review. Jurnal Rekayasa Mesin, 6(3), 163-166. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2015.006.03.4>
- Widyanto, Salasi Wasis, Susilo Wisnugroho, and Muhammad Agus. "Pemanfaatan Tenaga Angin Sebagai Pelapis Energi Surya pada Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid di Pulau Wangi-Wangi." Prosiding Semnastek (2018).
- Yamashika, H., & Kamil, M. (2021). Pengujian Karakteristik Pengisian Baterai Dari Generator DC Magnet Permanen Menggunakan Solar Charging Controller. Rang Teknik Journal, 4(1), 164-167.
- Yatriendi, H., Putra, A. M. N., & Muchtari, F. A. (2022). Overview: Perkembangan Teknologi Pengisian Cepat Pada Kendaraan Listrik (Teknologi dan Infrastruktur). Seminar Nasional Riset & Inovasi Teknologi, 128-137.