



## **PENGGUNAAN ARANG AKTIF DARI TONGKOL JAGUNG SEBAGAI ADSORBEN UNTUK MENURUNKAN EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR BERBAHAN BAKAR GANDA BENSIN-BIOGAS**

### ***USE OF ACTIVATED CHARCOAL FROM CORN COB AS AN ADSORBENT TO REDUCE EXHAUST GAS EMISSIONS OF DUAL FUEL VEHICLES GASOLINE-BIOGAS MOTOR VEHICLES***

**R. A. P. Dimas<sup>1</sup>, H. S. Tira<sup>2</sup>, Y. A. Padang<sup>3</sup>**

Jurusan teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jln. Majapahit no. 62, Mataram, Nusa Tenggara Barat, 83125, Indonesia, Telp. 083147707788

\*E-mail: [dimasrestuarindra@gmail.com](mailto:dimasrestuarindra@gmail.com)

---

#### **ARTICLE INFO**

#### **ABSTRACT**

---

##### *Article History:*

*Received*

*Accepted*

*Available online*

---

##### *Keywords:*

*corn cob*

*Pertalite-biogas*

*Adsorbent*

*Emission*

*The increasing number of two-wheeled vehicles resulted in air pollution caused by vehicle exhaust emissions. In addition to using adsorbents, researchers also use biogas as a fuel which is used together with pertalite fuel. The purpose of this study was to determine the content of HC, CO and CO<sub>2</sub> from two-wheeled motorized vehicle emissions on biogas-pertalite dual fuel with the addition of adsorbents. In this research, durian shell charcoal adsorbents were used with various activation concentrations of 5%, 10%, and 15% NaCl chemical solution. The testing process was carried out by inserting the adsorbent from active corncobs into the exhaust gas channel of a two-wheeled motorized vehicle, namely a 125cc manual transmission motorcycle with pertalite-biogas fuel, which in turn will emit emissions through the adsorbent. The results of this study indicate that the addition of adsorbents has an effect on reducing exhaust emissions of two-wheeled motorized vehicles. Corn cob activated charcoal adsorbent with a variation of 15% was able to absorb CO, CO<sub>2</sub>, and HC levels with an average of 0.08%, 0.92%, and 575 ppm with a decrease percentage for HC levels of 78.2%, for CO of 95.6%, and CO<sub>2</sub> content of 36.1%*



## 1. PENDAHULUAN

Kendaraan bermotor diketahui sebagai sumber utama polusi udara yang umumnya terjadi di perkotaan. Jumlah kendaraan bermotor mengalami peningkatan yang pesat dalam kurun waktu beberapa tahun terakhir yang digambarkan melalui data Badan Pusat Statistik laju pertumbuhan penduduk per tahun selama 2010-2020 rata-rata sebesar 1,25 % begitu juga dengan penggunaan transportasi, jumlah kendaraan bermotor di Indonesia mencapai lebih dari 133 juta unit pada tahun 2019. Jumlah kendaraan bermotor naik sekitar 5% sejak dua tahun lalu. Pada tahun 2019, jumlah kendaraan naik bertambah 7.108.236 unit atau meningkat 5,3% menjadi 133.617.012 unit dari tahun sebelumnya sebanyak 126.508.776 unit. Jumlah kendaraan di tahun 2018 naik 5,9% dari tahun 2017 sejumlah 118.922.708 unit. *Sumber* :Data (Badan Pusat Statistik, 2019)

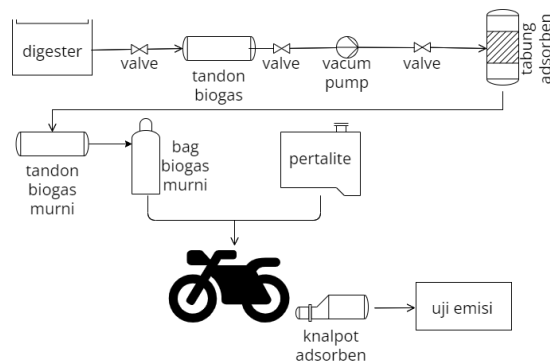
Seiring dengan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor di Indonesia maka gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor tersebut dapat menimbulkan pencemaran udara. Emisi gas buang kendaraan bermotor mengandung berbagai senyawa kimia dengan komposisi seperti  $H_2O$ ,  $SO_x$ ,  $NO_x$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ , dan  $HC$  (Nurhayati dan Zikri, 2020). Kandungan  $CO$  merupakan hasil utama pembakaran bensin akibat proses pembakaran yang tidak tuntas, sedangkan  $HC$  merupakan emisi yang timbul karena bahan bakar belum terbakar tetapi keluar bersamaan dengan gas buang. Kedua gas tersebut cukup berbahaya bagi kesehatan manusia bahkan dapat menyebabkan kematian jika di atas baku mutu (Akmaludin dkk, 2018).

Karbon aktif adalah senyawa karbon yang adsorpsinya telah ditingkatkan dengan melakukan proses karbonisasi dan aktivasi. Karbon aktif digunakan menjadi adsorben untuk menyerap emisi gas buang kendaraan seperti  $CO$  dan  $NO_x$ . Adsorben kimiawi (berupa karbon aktif/arang aktif) secara teoritis dapat digunakan untuk mengurangi polutan udara (Gunawan dkk, 2020).

Kendaraan roda dua yang semakin meningkat mengakibatkan pencemaran udara yang dihasilkan dari emisi gas buang kendaraan. Namun, teknologi untuk mengurangi emisi gas buang masih sedikit yang diterapkan. Oleh karena itu penelitian kali ini dilakukan untuk mengurangi emisi gas buang dengan menggunakan metode *adsorben* menggunakan limbah tongkol jagung. Pemanfaatan limbah tongkol jagung bertujuan untuk mengurangi masalah limbah organik yang dapat mencemari lingkungan. Selain penanganan emisi gas buang, peneliti juga memanfaatkan biogas sebagai bahan bakar yang digunakan secara bersamaan dengan bahan bakar pertalite. Dengan ini diharapkan konsentrasi kandungan kimia pada emisi gas buang kendaraan roda dua dapat diturunkan semakin besar. Dengan demikian upaya pencegahan dampak negatif emisi gas buang dapat dilakukan secara maksimal.

## 2. METODE PENELITIAN

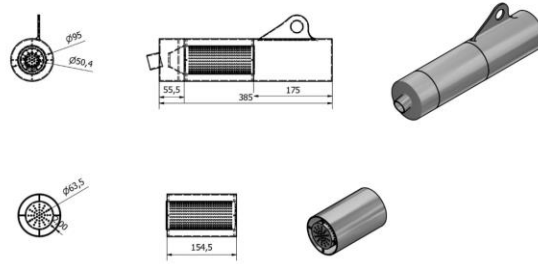
Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan skema seperti terlihat pada gambar 1. Prinsip kerja alat ini adalah uji emisi gas buang kendaraan bermotor dilakukan dengan memasang alat pendeteksi gas pada knalpot kendaraan. Kendaraan yang diuji harus berada pada posisi hidup. Pengujian emisi dilakukan selama 5-7 menit.



Gambar 1. Skema Pengukuran emisi gas buang

Pada pengujian ini saluran gas buang atau knalpot telah dimodifikasi sedemikian rupa agar dapat menyesuaikan dengan penggunaan adsorben pada penelitian ini. Modifikasi knalpot dapat dilihat pada gambar 2.

**Dinamika Teknik Mesin.** Dimas dkk.: penggunaan arang aktif dari tongkol jagung sebagai adsorben untuk menurunkan emisi gas buang kendaraan bermotor berbahan bensin ganda bensin-biogas.



Gambar 2. Saluran gas buang (knalpot)

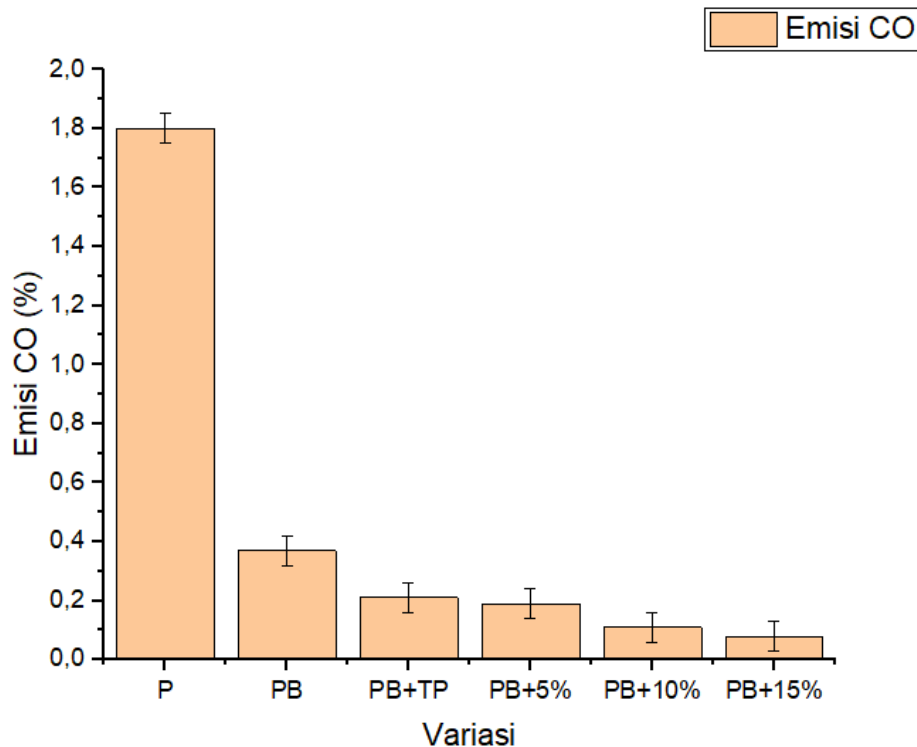
Adapun spesifikasi alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.

Nama	Spesifikasi
Kendaraan roda dua	Honda Supra x 125 (Tipe mesin 4 langkah dan kapasitas mesin 124,89 cc)
Tabung LPG	3 kg
Gas analyzer	Automotive Emission Analyzer Nanhua NHA-405
Thermocouple	DT-2234A
Air flow meter	CH <sub>4</sub>

Beberapa variabel yang diuji pada penelitian ini antara lain konsentrasi larutan aktivasi NaCl adsorben tongkol jagung. Konsentrasi larutan yang divariasikan adalah 0%, 5%, 10%, dan 15%. Selain melalui aktivasi kimia, adsorben juga melakukan aktivasi fisika selama 3 jam dengan temperatur 300°C. tongkol jagung yang digunakan sebagai adsorben adalah tongkol jagung yang sudah dicuci terlebih dahulu kemudian dikeringkan. Adsorben dimasukkan ke dalam saluran gas buang yang telah dimodifikasi sebelum pengujian dilakukan.

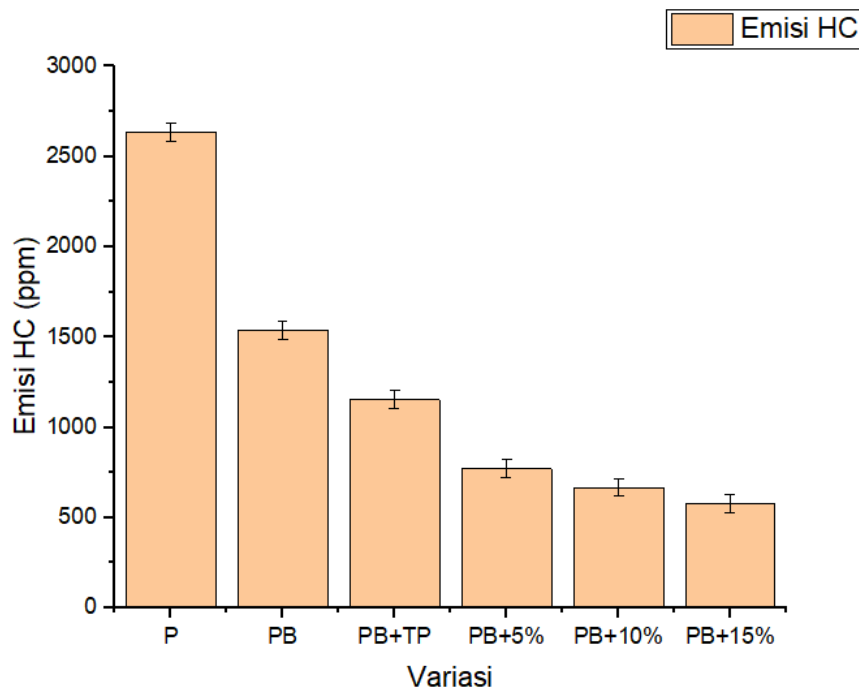
Pada pengujian ini dilakukan dengan bahan bakar ganda pertalite-biogas. Bahan bakar biogas yang digunakan adalah biogas yang sudah melalui proses pemurnian dengan menggunakan adsorben arang aktif.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN



**Dinamika Teknik Mesin.** Dimas dkk.: penggunaan arang aktif dari tongkol jagung sebagai *adsorben* untuk menurunkan emisi gas buang kendaraan bermotor berbahan bensin ganda bensin-biogas.

Gambar 3.1 Hasil data rata-rata kandungan emisi karbon monoksida

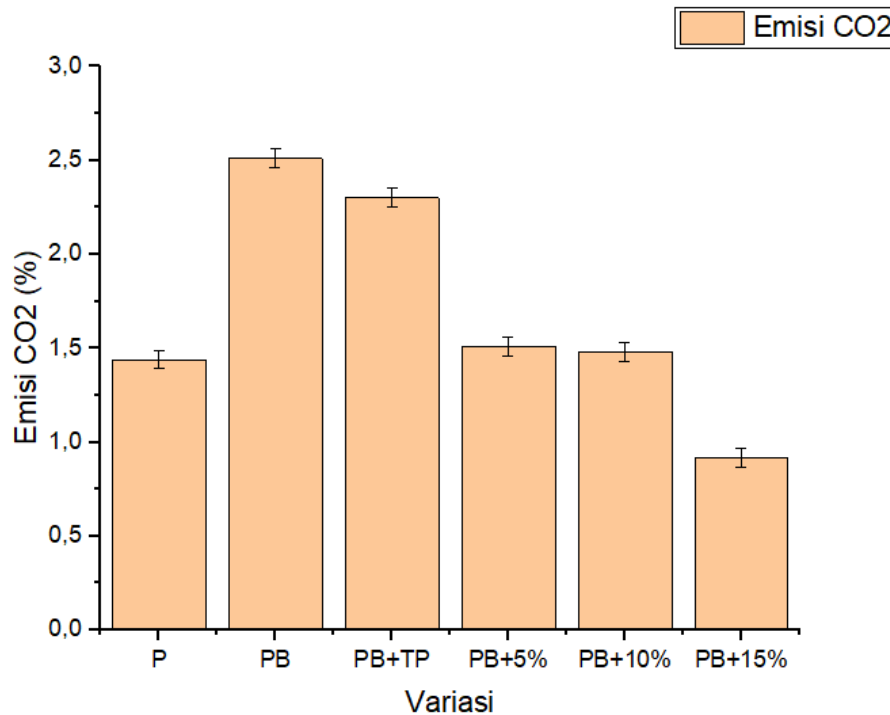


Gambar 3.2 Hasil data rata-rata kandungan emisi hidrokarbon

Berdasarkan gambar 3.1 dapat dilihat kandungan emisi rata – rata senyawa karbon monoksida (CO) tertinggi pada kendaraan bermotor dengan menggunakan bahan bakar pertalite murni yaitu sebesar 1,80%. Sedangkan penggunaan *adsorben* dengan variasi larutan NaCl 15% berhasil menurunkan emisi rata – rata dari senyawa karbon monoksida sebesar 0,08 %, penurunan kandungan emisi setelah melewati adsorben sebesar 95,6 %. Berdasarkan gambar 3.2 dapat dilihat kandungan emisi rata-rata HC tertinggi ada pada penggunaan pertalite murni atau *single fuel* (P) dengan nilai rata-rata 2636,3 ppm. Sedangkan untuk kandungan emisi rata-rata hidrokarbon HC terendah ada pada adsorben dengan variasi larutan NaCl 15% berhasil menurunkan emisi rata – rata dari senyawa hidrokarbon sebesar 575 ppm, penurunan kandungan emisi setelah melewati adsorben sebesar 78,2%.

. Dari data kandungan emisi CO dan HC dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan bahan bakar ganda (*dual fuel*) dan penambahan adsorben arang aktif dengan konsentrasi larutan dapat mengurangi kandungan CO dan HC pada emisi gas buang dengan signifikan.

Biogas memiliki kandungan senyawa  $\text{CH}_4$  yang memiliki nilai oktan yang tinggi yaitu 120 dan nilai HHV 44,22 MJ/m<sup>3</sup> yang menyebabkan proses pembakaran menjadi lebih sempurna karena proses pencampuran dengan oksidan lebih baik (Karczewski dkk, 2021). Hal ini dapat terjadi karena metana ( $\text{CH}_4$ ) adalah gas, sehingga pencampuran dengan oksidan menjadi lebih mudah dibandingkan pencampuran oksidan dan bahan bakar cair. Menurut Ghofur dkk (2021) adsorben memiliki daya serap tinggi sehingga gas buang terserap saat melewati adsorben. Alasan lain yang menyebabkan kandungan HC menurun adalah karena rantai Hidrokarbon  $\text{CH}_4$  yang pendek dibandingkan pertalite yang memiliki rantai Hidrokarbon yang panjang yaitu  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  sehingga kandungan HC menjadi turun, hal ini juga berlaku pada kandungan CO.



Gambar 3.3 Hasil data rata-rata kandungan emisi karbon dioksida

Berdasarkan gambar 3.3 dapat dilihat kandungan emisi CO<sub>2</sub> tertinggi ada pada penggunaan pertalite-biogas atau *dual fuel* (PB) dengan nilai rata-rata 2,51%. Sedangkan untuk kandungan emisi rata-rata CO<sub>2</sub> terendah ada pada Adsorben dengan variasi larutan NaCl 15% berhasil menurunkan emisi rata – rata dari senyawa karbon dioksida sebesar 0,92 %, penurunan kandungan emisi setelah melewati adsorben sebesar 36,1 %.

Kenaikan kandungan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) disebabkan karena pengaruh dari biogas sebagai bahan bakar campuran, hal ini disebabkan karena terdapat kandungan gas CO<sub>2</sub> pada biogas, gas CO<sub>2</sub> tidak terbakar dalam ruang bakar selama proses pembakaran berlangsung dan ditambah gas CO<sub>2</sub> yang diperoleh selama proses pembakaran berlangsung akan menambah emisi gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari kendaraan berbahan bakar campuran pertalite-biogas. Dalam penelitian ini, dengan adanya biogas yang memiliki nilai oktan tinggi menyebabkan hasil pembakaran menjadi lebih baik sehingga akan menaikkan konsentrasi CO<sub>2</sub> sesuai dengan persamaan pembakaran Hidrokarbon sebagai berikut:



Dari reaksi tersebut, penggunaan biogas sebagai bahan bakar campuran akan memicu pembakaran yang lebih sempurna sehingga hasil dari sisa pembakaran yang terjadi didominasi oleh CO<sub>2</sub>. Penggunaan adsorben memiliki pengaruh yang signifikan dalam menurunkan emisi gas buang dibandingkan tanpa adsorben, hal ini disebabkan karena emisi gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan melewati adsorben, kemudian emisi CO<sub>2</sub> akan tersaring dan terperangkap pada permukaan arang aktif, sehingga apabila luas permukaan semakin meningkat maka akan meningkatkan kemampuan adsorben dalam melakukan adsorpsi dengan baik.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari data yang diperoleh maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

Penggunaan bahan bakar ganda pertalite-biogas dengan *adsorben* tongkol jagung mampu menurunkan kandungan emisi gas buang pada kendaraan CO, CO<sub>2</sub> dan HC berturut-turut dengan nilai rata-rata 0,08 %; 0,92 % dan 575 ppm dengan arang aktif konsentrasi aktivator 15%.

Pengaruh biogas pada penggunaan bahan bakar ganda sangat besar dalam menurunkan emisi CO dan HC, kandungan CO dan HC berturut-turut turun dari 1,80 % ; 2636,3 ppm pada penggunaan bahan bakar pertalite menjadi 0,37 % ; 1538,7 ppm pada penggunaan bahan bakar ganda pertalite-biogas. Sedangkan untuk kandungan CO<sub>2</sub> terjadi kenaikan emisi dari 1,44% pada penggunaan bahan bakar pertalite menjadi 2,51% pada penggunaan bahan bakar ganda pertalite-biogas.

**Dinamika Teknik Mesin.** Dimas dkk.: penggunaan arang aktif dari tongkol jagung sebagai *adsorben* untuk menurunkan emisi gas buang kendaraan bermotor berbahan bensin ganda bensin-biogas.

Penggunaan *adsorben* arang aktif tongkol jagung ditambah dengan penggunaan bahan bakar ganda pertalite-biogas sangat berpengaruh besar dalam menurunkan kandungan emisi gas buang CO, CO<sub>2</sub> dan HC. Penggunaan *adsorben* arang aktif terbaik dengan bahan bakar ganda pertalite-biogas dapat menurunkan kandungan emisi gas buang dengan presentase penurunan CO sebesar 96%, CO<sub>2</sub> sebesar 36% dan HC sebesar 78%.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik berupa materi maupun pikiran sehingga penelitian dan jurnal ini dapat terselesaikan. Yang kedua penulis mengapresiasi Jurusan Teknik Mesin Universitas Mataram atas fasilitas yang dipergunakan dalam penelitian ini.

### DAFTAR NOTASI

rpm	: <i>revolution per minute</i> atau rotasi per menit
ppm	: <i>part per million</i>
C/N rasio	: perbandingan massa Carbon (C) dan Nitrogen (N) dalam suatu zat
pH	: <i>power of Hydrogen</i>
H max	: tinggi maksimal grafik permukaan 3D porositas
H min	: tinggi minimal grafik permukaan 3D porositas
X	: panjang sumbu x pada grafik porositas
Y	: panjang sumbu y pada grafik porositas
V	: volume porositas
rpm	: <i>revolution per minute</i> atau rotasi per menit
C/N rasio	: perbandingan massa Carbon (C) dan Nitrogen (N) dalam suatu zat
pH	: <i>power of Hydrogen</i>

### DAFTAR PUSTAKA

- Akmaludin, A., Tirra, H. S., & Wirawan, M. (2018). Pengaruh Penggunaan Arang Aktif Tempurung Kelapa Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar Bensin. *Dinamika Teknik Mesi*.
- Ghofur, A., Mursadin, A., Amrullah, A., Saputra, M. R. P., & Ahmad, N. K. (2021). Pengaruh Temperatur Karbonisasi Terhadap Adsorben Tanah Gambut Dalam Menurunkan Emisi Gas Buang Dan Evaluasi Performance Mesin Kendaraan Bermotor. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 6(2).
- Gunawan, S., Hasan, H., & Lubis, R. D. (2020, Maret). Pemanfaatan Adsorben Dari Tongkol Jagung Sebagai Karbon Aktif Untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi, Vol.3, No.1*, 38-47.
- Karczewski, M., Chojnowski, J., & Szamrej, G. (2021). A Review Of Low-CO2 Emission Fuels For A Dual-Fuel RCCI Engine. *Energies*, 14(16), 5067.
- Nurhayati, & Zikri. (2020). Efektifitas Karbon Aktif Cangkang Buah Kluwek (*Pangium Edule*) Dan Cangkang Biji Kopi (*Coffea Arabica L*) Terhadap Daya Serap Gas CO Dan Partikel Pb Dari Emisi Kendaraan Bermotor. *Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti, Vol.5, No.1*, 43-49.
- Statistik, B. P. (2019). *Perkembangan Jumlah Kendaaraan Bermotor Menurut Jenis (Unit)*. Retrieved Oktober 18, 2021, from <https://www.bps.go.id/incator/17/57/1/jumlah-kendaraan-bermotor.html>.