

Analisis Hubungan Antara Tingkat Kecepatan Terhadap Luaran Emisi Gas CO Pada Beberapa Sepeda Motor Matic

Analysis of the Relationship Between Speed Level to Outcome Gas CO Emissions on Some Matic Motorcycles

Danila Desti Ramadhani¹, Cahya Maulidta Rohman², Fariz Pradhana Adil Fadzilah³,
 Muchammad Sholiqin⁴, Siti Rachmawati⁵

^{1,2,3,4,5}Ilmu Lingkungan, Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret

¹danila.ramadhani@student.uns.ac.id*, ²cahyamaulidtarohman@student.uns.ac.id,

³fariztpradhana@student.uns.ac.id, ⁴muchammadsholiqin@student.uns.ac.id,

⁵sitirachmawati@staff.uns.ac.id

Abstract

One of the causes of congestion on the highway is the increasing number of motorized vehicle users, whose percentage is now increasing from the use of other vehicles or transportation. Every vehicle in circulation also comes from companies and with various brands. This study aims to determine the comparison of emissions or pressure produced at three constant speeds by five motorized vehicles with different brands using the same type of fuel, to determine the amount of emissions released by each vehicle brand and every hour, and the impact of the resulting emissions on environmental health. . The research was conducted using a quantitative descriptive method with a sampling technique and the data were then analyzed with a literature review and information obtained from the STNK. From this research, it is found that different motorcycle brands with the same year of production have different emission results. Of the five types of brands tested, motorized vehicles with the Beat 110 CC brand and the year of engine production being longer than the other four types produced fewer gas emissions, namely 3237 at a speed of 60 KM/hour. In addition, the pressure (ppm) on the Beat brand will also be lower, although the speed that is different from the other four brands will actually increase the pressure. For the value of emissions issued per hour will also be in line with pressure (ppm). Gas emissions released by motorized vehicles themselves have a harmful impact on health and the environment. One of the dangers posed by vehicle exhaust gases for health and the environment is the increase in hemoglobin levels in the blood which will form COHb in the body.

Keywords: CO Gas, Emissions, Motorcycles.

Abstrak

Salah satu penyebab kemacetan di jalan raya adalah semakin bertambahnya pengguna kendaraan bermotor, yang kini persentase jumlahnya tujuh kali lipat lebih banyak dari pada penggunaan kendaraan atau transportasi lainnya. Setiap kendaraan yang beredar juga berasal dari perusahaan dan dengan merek yang beragam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan gas emisi atau tekanan yang dihasilkan dengan tiga kecepatan konstan oleh lima kendaraan bermotor dengan merek yang berbeda dengan jenis bahan bakar yang sama, mengetahui banyaknya emisi yang dikeluarkan setiap merek kendaraan dan setiap jamnya, serta dampak emisi yang dihasilkan terhadap kesehatan lingkungan. Penelitian dilakukan dengan metode kuantitatif deskriptif dengan teknik sampling dan data kemudian di analisis dengan kajian literatur serta informasi yang didapatkan dari STNK. Dari penelitian ini dihasilkan bahwa merek motor berbeda dengan tahun produksi mesin yang sama memiliki hasil emisi yang berbeda. Dari kelima jenis merek yang diujikan kendaraan bermotor dengan merk *Beat* 110 CC dan tahun produksi mesin yang lebih lama dari pada ke empat jenis merek lainnya menghasilkan gas emisi lebih sedikit yaitu 3237 di kecepatan 60 KM/jam. Selain itu tekanan (ppm) pada merek *Beat* juga akan semakin rendah meskipun kecepatan dinaikkan berbeda dengan keempat merek lainnya yang justru akan semakin naik tekanannya. Untuk nilai emisi yang dikeluarkan per jamnya juga akan sejalan dengan nilai tekanan (ppm). Gas emisi yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor sendiri, memiliki dampak yang berbahaya bagi kesehatan dan

lingkungan. Salah satu bahaya yang ditimbulkan oleh gas buang kendaraan bagi kesehatan dan lingkungan adalah kenaikan kadar hemoglobin dalam darah yang akan membentuk COHb dalam tubuh.

Kata kunci: Emisi, Gas CO, Sepeda Motor.

Pendahuluan

Pada tahun 2020 Indonesia menduduki peringkat ke – empat kategori populasi terbanyak di dunia setelah India, China dan Amerika Serikat[1]. Menurut Nisponi dan Hidayah[2] diperkirakan pada tahun 2021, lebih dari 273 juta jiwa populasi penduduk yang ada di Indonesia. Semakin banyaknya penduduk di suatu tempat maka semakin banyak pula kegiatan yang berjalan di dalamnya. Hal ini dikarenakan manusia adalah makhluk sosial yang akan dan senantiasa berhubungan dengan orang lainnya. Dalam konteks sosiologi, hubungan atau ikatan ini disebut sebagai sebuah komunitas[3]. Adanya komunitas ini menjadikan manusia sering berkumpul dari satu tempat ke tempat lainnya atau sering disebut dengan istilah berpindah. Dalam perpindahan ini manusia membutuhkan cara cepat agar waktu yang dilalui juga tidak terbuang untuk perjalanan. Solusi untuk menghadapi permasalahan ini kini dikenal dalam bentuk teknologi[4].

Salah satu bentuk kemajuan teknologi berada di bidang transportasi[5]. Semakin berkembangnya ilmu di bidang transportasi ini perubahan pesat dialami dari berbagai jenis transportasi, baik transportasi darat, laut maupun udara[6]. Manusia tinggal dan hidup di daratan. Oleh karena itu penggunaan transportasi darat menjadi transportasi yang banyak dimiliki oleh setiap keluarga. Munaf at, al[7] menyatakan bahwa masyarakat Indonesia banyak menggunakan transportasi pribadi daripada transportasi umum. Pada saat ini penggunaan kendaraan pribadi terutama sepeda motor semakin meningkat dari tahun ke tahun terbukti dengan semakin padatnya arus lalu lintas[8]. Menurut Ladjin, dkk[9] penggunaan transportasi yang banyak digunakan di Indonesia adalah sepeda motor dengan persentase 84% atau sebanyak 112.771.136 unit (berdasarkan survei tahun 2019). Banyaknya minat masyarakat terhadap sepeda motor menjadikan Indonesia sebagai negara keenam di dunia yang paling banyak menghasilkan gas emisi dengan presentase 4,47% dengan sumbangan pencemaran udara sekitar 75% dari sektor transportasi[10], Serta menjadi persaingan pemasaran dari perusahaan terkait[11]. Banyak sekali merek – merek sepeda motor yang ditawarkan perusahaan terhadap konsumen[12]. Merek sepeda motor satu dengan yang lainnya ini tentu memiliki perbedaan kualitas maupun kuantitasnya.

Namun sayangnya keberadaan teknologi ini tidak hanya memberikan kemanfaatan bagi semua aspek. Termasuk teknologi di bidang transportasi. Bahan bakar yang digunakan dalam transportasi ini tidak mencerminkan adanya eksternalitas[13]. Di kota – kota besar, kontribusi gas buang yang dihasilkan dari kendaraan bermotor menjadi sumber polusi udara mencapai angka 60 – 70%[14]. Gas buang yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar mesin kendaraan sepeda motor ini mengandung unsur – unsur pencemar lingkungan seperti CO (Karbon Monoksida), NO₂ (Natrium Oksida), HC (Hidrokarbon), C (Karbon), H₂ (Hidrogen), CO₂ (Karbon Dioksida), H₂O (Hidrogen Dioksida) dan N₂ (Nitrogen)[15]. Dari banyaknya gas buang yang dihasilkan, Rahmadani dan Chandra[16] mengatakan bahwa unsur yang paling beracun adalah Karbon Monoksida dengan persentase sebesar 60% dari unsur lainnya. Karbon Monoksida tidak memiliki warna dan bau, dari kesehatan sendiri gas ini berbahaya karena memiliki keterkaitan yang kuat untuk bercampur dengan hemoglobin darah[17].

Bahan bakar yang disediakan Pertamina untuk kendaraan bermotor terdiri dari tiga jenis yaitu premium, pertalite dan pertamax[18]. Dari ketiga jenis bahan Bakar ini Budiyo[19] telah melakukan sebuah uji coba dan diperoleh hasil, untuk bahan bakar Pertalite persentase gas CO dan HC yang dihasilkan semakin meningkat di setiap putarannya. Sedangkan untuk dua bahan bakar lainnya persentase gas CO dan HC yang dikeluarkan memiliki angka atau hasil yang menurun. Dari penelitian tersebut muncul beberapa scenario penelitian baru dengan bermacam – macam variabel. Maka dari itu, Penelitian ini dilakukan untuk menguji Apakah terdapat Perbedaan emisi CO yang dikeluarkan oleh lima sepeda motor berbeda, dengan bahan bakar sama (Pertalite) yang diuji dengan tiga skala kecepatan berbeda. Serta berapa emisi rata – rata yang dikeluarkan setiap jamnya dan Apakah keadaan ini juga berdampak terhadap kesehatan lingkungan. Penelitian serupa juga pernah dilakukan oleh Siregar[20] dimana telah dilakukan percobaan terhadap kendaraan bermotor untuk menguji emisi CO yang dihasilkan, namun penelitian yang dilakukan penulis dan Siregar[20] memiliki perbedaan, penulis menggunakan variabel 5 kendaraan dengan merk yang

berbeda dengan tiga variabel kontrol berupa tiga kecepatan. Sedangkan Siregar[20] menggunakan variabel bebas berupa jenis knalpot dengan variabel kontrolnya berupa tiga kecepatan putaran mesin. Hingga saat ini belum ditemukan penelitian serupa yang membahas perbedaan emisi CO dengan variabel perbedaan merek motor dan kaitannya dengan kecepatan kendaraan bukan lima merek motor.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada maret 2022 sampai mei 2022. Pengambilan atau uji sampel dilakukan di lima titik (menyesuaikan jumlah sampel yang akan uji). Titik antara lokasi satu dengan lokasi lainnya juga tidak terlalu jauh. Perbedaan titik lokasi dilakukan agar antara pengujian sampel satu ke sampel lainnya udara yang ada tidak dipengaruhi oleh pengambilan sampel sebelumnya. Selain itu pemilihan lokasi di dalam kampus ini dilakukan untuk menghindari gas buang dari sumber yang berbeda untuk meminimalisir adanya campuran gas buang dari kendaraan lain. Titik – titik penelitian ini berada di dalam kampus Universitas Sebelas Maret, Kota Surakarta. Pemilihan lokasi pengambilan titik sampel di Universitas sebelas maret didasarkan atas alasan Universitas Sebelas Maret merupakan *green campus* sehingga pepohonan yang dimiliki juga banyak dan dapat menyerap gas buang dari kendaraan di kampus, sehingga lokasi penelitian juga dapat meminimalkan gas buang dari sumber lainnya.



Gambar 1 Denah Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini, diperlukan beberapa alat sebagai alat bantu pengambilan data, yaitu CO₂ Meter yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas CO₂ dan Environmental Meter yang digunakan untuk mengukur parameter kecepatan angin, suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya. Sedangkan bahan atau sampel yang diuji merupakan gas buang yang berasal dari lima motor dengan merek yang berbeda diantaranya : Vario (2020), Beat (2010), Freego (2020), Scoopy (2020) dan Suzuki Nex (2012). Kelima sampel ini akan diuji dengan tiga variabel yang sama yaitu kecepatan (20 km/jam, 40 km/jam dan 60 km/jam). Setiap sampel yang akan diuji dilakukan pemanasan mesin terlebih dahulu selama kurang lebih lima menit. Setelah itu gas motor diputar dengan kecepatan konstan 20 km/jam selama kurang lebih 7 menit disertai dengan pengujian sampel menggunakan alat CO meter dan Environmental meter. Kemudian kecepatan ditambah menjadi 40 km/jam dan tetap konstan selama 7 menit. Dan variable terakhir yaitu kecepatan 60 km/jam juga dilakukan dengan cara yang sama.



Gambar 2 Proses Pengukuran Emisi

Data yang digunakan untuk menganalisis penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan di dapatkan dari percobaan atau uji sampel. Sedangkan data sekunder di dapatkan dari

informasi yang tercantum dalam Surat Kendaraan motor yang digunakan serta dari berbagai studi literatur. Data – data yang didapatkan ini kemudian dianalisis dengan menggunakan metode analisis kuantitatif deskriptif. Metode analisis kualitatif ini dipilih karena pada penelitian dan pembahasan hasil akan dituliskan dalam bentuk data dan analisis perbandingan. Hasil pengambilan data menggunakan CO Meter (ppm) dan Enviromental Meter (hpa) ini kemudian dimasukkan ke dalam rumus Tekanan :

$$\text{Tekanan} = \frac{\text{ppm} \times 1013 \text{ hpa}}{P_0} \dots\dots\dots(1)$$

Hasil dari perhitungan ini kemudian di konversikan menggunakan grafik untuk dapat mengetahui perbandingan tekanan setiap merek yang di ujikan. Selanjutnya rumus kedua yang di gunakan adalah rumus untuk menghitung konsentrasi emisi setiap jamnya.

$$C = \frac{\text{ppm} \times BM (Mr C + Mr O)}{24,45} \times 10^3 \dots\dots\dots(2)$$

Pada rumus ini juga digunakan data awal pengujian kadar CO (ppm). Dari perhitungan dan hasil pengujian ini kemudian di analisis perbandingan diantara objek uji dengan indikator – indikator yang berkaitan.

Hasil dan Pembahasan

Tabel 1 Hasil Pengukuran Gas CO Dari Berbagai Merek Motor

Kecepatan	Vario	Beat	Nex	Scoopy	Free Go
20 km/jam	3877	2797	2177	1812	3710
40 km/jam	6761	2133	2921	4776	7774
60 km/jam	8242	1588	3237	8236	8846

Tabel 2 Data Kendaraan Bermotor

Kategori	Vario	Beat	Nex	Scoopy	Free Go
Jenis BBM	Pertalite	Pertalite	Pertalite	Pertalite	Pertalite
Tahun	2020	2010	2012	2020	2020
CC	125	110	113	110	125

Pengambilan data dilakukan oleh penulis dengan cara memanaskan kendaraan yang akan diteliti selama 5 menit sebelum diukur, kemudian pengukuran dilakukan pada kecepatan yang berbeda-beda yakni 20, 40 dan 60 KM/Jam. Selanjutnya alat CO meter digunakan untuk mengukur CO yang dihasilkan dan Environmental meter digunakan untuk mengukur tekanan baromatik yang dihasilkan, kedua alat yang digunakan diletakkan pada knalpot motor yang sudah disesuaikan kecepatannya. Setiap pengambilan data dilakukan pada lokasi dibawah naungan yang minimal berjarak 1 KM tujuannya untuk menghindari data eror yang dihasilkan dari kontaminasi gas CO yang tersisa dari pengukuran kendaraan sebelumnya.

Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa setiap kendaraan bermotor memiliki variasi dari emisi gas CO yang dikeluarkan pada kecepatan tertentu. Pada kecepatan 20 KM/jam motor yang menghasilkan emisi gas CO terbesar adalah motor Vario dengan total 3877 ppm sedangkan motor yang memiliki emisi gas CO terkecil adalah motor Scoopy dengan total 1812 ppm. Kemudian pada kecepatan 40 KM/Jam motor yang menghasilkan emisi gas CO terbesar adalah motor Free Go dengan total 7774 ppm sedangkan motor yang memiliki emisi gas CO terkecil adalah motor Beat dengan total 2133 ppm. Pada kecepatan 60 KM/Jam motor yang menghasilkan emisi gas CO terbesar adalah motor Free Go dengan total 8846 ppm, sedangkan motor yang memiliki emisi gas CO terkecil adalah motor Beat dengan total 1588 ppm. Dari penelitian yang telah dilakukan diketahui 4 jenis motor yang terdiri dari motor Vario, Nex Scoopy dan Free Go menghasilkan emisi yang semakin besar seiring dengan kenaikan kecepatan sepeda motor yang digunakan, sedangkan pada motor Beat semakin cepat maka akan semakin kecil emisi yang dihasilkan, namun semakin lambat maka akan semakin besar emisi yang dihasilkan. Motor dapat menghasilkan gas CO akibat hasil dari pembakaran tidak sempurna. Pembakaran yang tidak sempurna diakibatkan kandungan oksigen yang tidak cukup bercampur dengan bahan bakar yang masuk ke ruang pembakaran, sehingga AFR yang dihasilkan tinggi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mara dkk[21], menyatakan bahwa ketika rpm dinaikan maka akan semakin sedikit emisi yang dihasilkan dan motor dengan cc yang tinggi akan meningkatkan konsumsi bahan bakar yang berpengaruh pada gas buang (emisi)

CO yang dikeluarkan. Karena motor Beat termasuk motor yang berukuran kecil dengan CC yang rendah yakni hanya 110 CC saja membuat motor Beat tidak boros bensin sehingga ketika rpm dinaikan maka gas CO akan semakin menurun ini lah yang menyebabkan semakin tinggi kecepatan motor beat maka akan semakin sedikit emisi yang dihasilkan. Berbeda dengan motor lainnya seperti Vario, Nex dan Free Go yang memiliki CC lebih besar sehingga penggunaan bensin nya akan semakin besar pula. Motor Vario, Nex, Scoopy dan Free Go jika rpm dinaikan maka gas CO akan semakin meningkat hal ini dikarenakan kompresi yang dihasilkan dari keempat tersebut tidak terlalu tinggi sehingga semakin cepat maka semakin banyak bahan bakar yang digunakan dan semakin banyak oksigen yang dibutuhkan namun nyatanya oksigen yang diterima tidak sesuai dengan oksigen yang dibutuhkan sehingga terjadilah pembakaran tidak sempurna yang menghasilkan gas CO lebih besar saat motor dalam kecepatan yang tinggi[22]. Berbeda dengan motor Beat yang memiliki kompresi mesin beat sangat tinggi menyebabkan campuran antara bahan bakar dan udara yang terjadi di ruang pembakaran semakin padat sehingga semakin sedikit emisi gas buangnya. Semakin rendah idel speed maka semakin kaya campuran udara dan bahan bakar yang digunakan sehingga akan semakin meningkatkan emisi gas CO yang dihasilkan hal ini terjadi jika idel speed dalam kondisi yang tidak sehat, namun setelah dilakukan pengecekan idel speed yang dimiliki motor Beat yang digunakan dalam penelitian ini dalam kondisi yang sehat karena sebelumnya pemilik kendaraan melakukan servis pada motor tersebut.

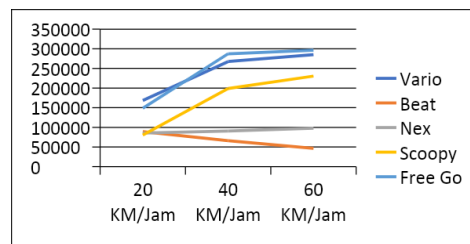
Berdasarkan tabel 2 dapat diketahui semua motor yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan bahan bakar pertalite, hal ini dikarenakan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Khasanah dkk[23] perbedaan bahan bakar akan mempengaruhi emisi yang digunakan sehingga penulis memutuskan menggunakan bahan bakar yang sama. Karena sulit untuk menemukan motor matic dengan jenis berbeda dan tahun yang sama maka pada penelitian ini motor yang digunakan memiliki tahun yang berbeda beda, motor Vario, Scoopy dan Free Go tahun 2020, motor Nex tahun 2012 motor Beat tahun 2010. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kusumawati dkk tahun 2013 diperoleh hasil perbedaan tahun motor akan menghasilkan emisi CO yang berbeda pula dan motor yang memiliki tahun tertua menghasilkan emisi terbesar, namun berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan penulis berdasarkan tabel 1 diketahui hasil emisi gas CO motor yang memiliki tahun sama yakni Vario, Scoopy dan Free Go menghasilkan emisi yang berbeda. Motor Beat yang digunakan dalam penelitian memiliki tahun tertua namun menghasilkan emisi terkecil yakni 3237 pada 60KM/Jam sedangkan motor dengan tahun termuda yakni Vario, Scoopy dan Free Go berturut-turut menghasilkan emisi terbesar yakni 8241, 9236 dan 8846. Maka dengan perbedaan tersebut dapat diketahui bahwa tahun motor bukan merupakan faktor yang dapat menentukan besar kecilnya emisi CO yang dihasilkan, namun juga perlu dipertimbangkan CC pada setiap motor, kerutinan melakukan servis (perawatan), jarak penggunaan motor, bahan bakar serta mesin yang digunakan pada motor tersebut. Pada penelitian yang dilakukan diketahui usia motor tidak berpengaruh terhadap besar kecilnya emisi yang dikeluarkan, namun pada penelitian yang dilakukan oleh Machmud dkk[24], menyatakan bahwa emisi gas buang kendaraan juga dipengaruhi oleh seberapa tua kendaraan tersebut atau umur kendaraan yang dibuktikan dengan penurunan emisi CO yang dihasilkan kendaraan bermotor seiring dengan semakin mudanya usia kendaraan, dimana kendaraan bermotor dengan merek Mitsubishi tahun 1990 menghasilkan emisi CO 4,90% sedangkan, kendaraan bermotor dengan merek Mitsubishi tahun 2019 menghasilkan emisi CO 0,13%.

Tabel 3 Nilai Tekanan Baromatik

Kecepatan	Vario	Beat	Nex	Scoopy	Free Go
20 KM/Jam	23,3	31,7	25,7	22,8	25,3
40 KM/Jam	25,6	32,7	29,9	24,3	27,4
60 KM/Jam	29,9	34,4	36,4	36,2	39,6

Tabel 4 Nilai Tekanan (ppm)

Kecepatan	Vario	Beat	Nex	Scoopy	Free Go
20 KM/Jam	168557,98	89380,47	85809,38	80506,84	148546,64
40 KM/Jam	267534,88	66077,34	90896,31	199098,27	287411,02
60 KM/Jam	285300,1	46762,91	98084,64	230471,49	296287,82



Grafik 1 Perbandingan Nilai Tekanan (ppm)

Berdasarkan tabel 3 diketahui pada kelima motor yang diteliti memiliki tekanan barometrik yang sejalan dengan kecepatan, dimana jika kecepatan semakin meningkat maka tekanan barometrik juga akan semakin meningkat pula. Pada kecepatan 20 KM/Jam motor yang memiliki tekanan barometrik terbesar adalah motor Beat yakni 31,7 sedangkan motor yang memiliki tekanan barometrik terkecil adalah motor scoopy yakni 22,8. Kemudian pada kecepatan 40 KM/Jam motor yang memiliki tekanan barometrik terbesar adalah motor Beat yakni 32,7 sedangkan motor yang memiliki tekanan barometrik terkecil adalah motor scoopy yakni 24,3. Pada kecepatan 60 KM/Jam motor yang memiliki tekanan barometrik terbesar adalah motor Free Go yakni 39,6 sedangkan motor yang memiliki tekanan barometrik terkecil adalah motor Vario yakni 29,9.

Berdasarkan grafik 1 diketahui bahwa pada keempat motor yang diteliti memiliki nilai tekanan (ppm) yang sejalan dengan kecepatan dimana jika kecepatan semakin meningkat maka semakin meningkat pula nilai tekanan (ppm) yang dihasilkan. Namun berbeda dengan motor Beat dimana semakin meningkat kecepatan maka akan nilai tekanan (ppm) akan semakin menurun. Hal ini dikarenakan perhitungan nilai tekanan (ppm) berkaitan dengan nilai emisi yang didapatkan, jika dilihat pada tabel 1 maka akan diketahui bahwa kenaikan atau penurunan nilai tekanan (ppm) juga dipengaruhi oleh nilai emisi gas CO yang dihasilkan. Pernyataan tersebut juga sesuai dengan keempat motor lainnya dimana semakin tinggi emisi gas CO yang dihasilkan maka akan semakin tinggi juga nilai tekanan (ppm) yang dihasilkan. Pada tabel 4 juga diketahui bahwa kelima motor yang diteliti menghasilkan nilai tekanan (ppm) yang berbeda beda, sehingga perbedaan merek motor tersebut juga mempengaruhi nilai tekanan (ppm) yang dihasilkan. Berdasarkan tabel 3 dapat diketahui bahwa motor yang menghasilkan nilai tekanan (ppm) tertinggi pada kecepatan 20 KM/Jam adalah motor vario dengan total tekanan sebesar 168557.98 ppm, sedangkan motor dengan nilai tekanan (ppm) terendah adalah motor Scoopy dengan total tekanan sebesar 80506.84 ppm. Kemudian motor yang menghasilkan nilai tekanan (ppm) tertinggi pada kecepatan 40 KM/Jam adalah motor Free Go dengan total tekanan sebesar 287411.02 ppm, sedangkan motor dengan nilai tekanan (ppm) terendah adalah motor Beat dengan total tekanan sebesar 66077,34 ppm. Selanjutnya motor yang menghasilkan nilai tekanan (ppm) tertinggi pada kecepatan 60 KM/Jam adalah motor Free Go dengan total tekanan sebesar 296287.82 ppm, sedangkan motor dengan nilai tekanan (ppm) terendah adalah motor Beat dengan total tekanan sebesar 46762,91 ppm. Nilai yang dihasilkan untuk nilai tekanan (ppm) dipengaruhi oleh nilai kadar CO yang diukur dengan alat CO meter (ppm) dan nilai tekanan barometrik saat pengukuran yang diukur dengan enviromental meter (hpa). Berdasarkan hasil tersebut jika dibandingkan dengan tabel 2 maka akan terlihat bahwa motor yang memiliki CC besar cenderung menghasilkan nilai tekanan (ppm) yang besar pula, kemudian motor dengan CC kecil cenderung menghasilkan nilai tekanan (ppm) yang kecil pula, yang mana hasil nilai tekanan (ppm) akan mempengaruhi hasil dari kandungan emisi CO yang dikeluarkan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mara dkk, 2018 diketahui CC atau kapasitas mesin kendaraan mempengaruhi hasil emisi yang dikeluarkan, penelitian yang mereka lakukan memiliki korelasi dengan penelitian yang telah penulis lakukan, dimana semakin meningkatkan putaran mesin yang diiringi dengan peningkatan kapasitas mesin (CC) maka kandungan CO akan semakin meningkat. Pada kapasitas mesin 60 CC emisi yang dihasilkan hanya 0,31% sedangkan pada kapasitas mesin 100 CC emisi yang dihasilkan jauh lebih tinggi yakni 4,64%.

Tabel 5. Konsentrasi Emisi Yang Dikeluarkan Setiap 1 Jam

Kecepatan	Vario	Beat	Nex	Scoopy	Free Go
20 Km/Jam	$1,93 \times 10^{11}$	$1,02 \times 10^{11}$	$9,82 \times 10^{10}$	$9,22 \times 10^{10}$	$1,70 \times 10^{11}$
40 Km/Jam	$3,06 \times 10^{11}$	$7,56 \times 10^{10}$	$1,04 \times 10^{11}$	$2,28 \times 10^{11}$	$3,29 \times 10^{11}$
60 Km/Jam	$3,27 \times 10^{11}$	$5,36 \times 10^{10}$	$1,12 \times 10^{11}$	$2,64 \times 10^{11}$	$3,39 \times 10^{11}$

Pada tabel 5 dapat diketahui motor yang menghasilkan konsentrasi emisi terbesar selama 1 jam pada kecepatan 20 KM/Jam adalah motor Vario dengan total $1,93 \times 10^{11}$ $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, sedangkan motor yang menghasilkan konsentrasi emisi terkecil selama 1 jam adalah motor Scoopy dengan total $9,22 \times 10^{10}$ $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Kemudian motor yang menghasilkan konsentrasi emisi terbesar selama 1 jam pada kecepatan 40 KM/Jam adalah motor Free Go dengan total $3,29 \times 10^{11}$ $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, sedangkan motor yang menghasilkan konsentrasi emisi terkecil selama 1 jam adalah motor Beat dengan total $7,56 \times 10^{10}$ $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Selanjutnya motor yang menghasilkan konsentrasi emisi terbesar selama 1 jam pada kecepatan 60 KM/Jam adalah motor Free Go dengan total $3,39 \times 10^{11}$ $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, sedangkan motor yang menghasilkan konsentrasi emisi terkecil selama 1 jam adalah motor Beat dengan total $3,27 \times 10^{11}$ $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Nilai yang dihasilkan untuk konsentrasi emisi yang dikeluarkan setiap 1 jam dipengaruhi oleh nilai dari tekanan hitung (ppm) dan berat molekul ($M_r C + M_r O$) yang bernilai 28.

Berdasarkan data yang tertera pada tabel 5 jika dibandingkan dengan 4 maka akan terlihat bahwa nilai konsentrasi emisi yang dikeluarkan setiap 1 jam sejalan dengan nilai tekanan (ppm) yang dihasilkan dimana semakin tinggi nilai tekanan (ppm) maka akan semakin tinggi pula nilai konsentrasi emisi yang dikeluarkan setiap 1 jam nya. Kemudian jika tabel 5 dibandingkan dengan tabel 1 maka akan terlihat bahwa nilai konsentrasi emisi yang dikeluarkan setiap 1 jam sejalan dengan nilai emisi yang dihasilkan dari pengukuran menggunakan CO meter, dimana semakin tinggi nilai CO yang didapatkan dari pengukuran menggunakan CO meter maka akan semakin tinggi pula nilai konsentrasi emisi yang dikeluarkan setiap 1 jam nya. Lalu jika dibandingkan antara tabel 5, 4 dan 1 maka dapat diketahui bahwa nilai konsentrasi emisi yang dikeluarkan setiap 1 jam sejalan dengan nilai tekanan (ppm) yang dihasilkan dan sejalan pula dengan nilai emisi yang dihasilkan dari pengukuran menggunakan CO meter. Hal ini berarti nilai konsentrasi emisi dipengaruhi oleh nilai tekanan (ppm) dan nilai tekanan dipengaruhi oleh nilai CO yang dihasilkan saat pengukuran menggunakan CO meter. Motor Scoopy adalah motor dengan emisi terendah pada kecepatan 20 KM/Jam dan motor Beat adalah motor dengan emisi terendah saat kecepatan 40 dan 60 KM/Jam. Dengan begitu bukan berarti untuk mengurangi emisi pengguna motor harus beralih menggunakan motor Beat atau Scoopy saja karena emisi CO pada kendaraan bermotor juga dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti CC pada setiap motor, kerutinan melakukan servis (perawatan), jarak penggunaan motor, bahan bakar serta mesin yang digunakan pada motor tersebut. Sehingga jika ingin motor yang dikendarai menghasilkan sedikit emisi lakukanlah servis secara rutin pada kendaraan bermotor, gunakanlah bensin yang menghasilkan lebih sedikit emisi dan utamakan menggunakan motor ber CC rendah. Namun akan lebih baik lagi jika berjalan kaki pada tujuan yang dekat dan menggunakan kendaraan umum untuk tujuan yang lebih jauh.

Kendaraan bermotor menghasilkan emisi yang terdiri dari CO atau CO₂, HC, Nox, PM dan SO₂[25]. CO adalah gas beracun non irritant yang jika dilihat secara kasat mata maka tidak ada bau ataupun warna sehingga manusia sulit mendeteksi kadar CO jika tidak menggunakan alat bantu. 60% dari asap kendaraan merupakan gas CO, CO sebagai salah satu emisi yang dihasilkan kendaraan bermotor memiliki dampak terhadap kesehatan, baik itu kesehatan lingkungan ataupun kesehatan manusia. Dampak terhadap kesehatan lingkungan salah satunya adalah kenaikan suhu permukaan bumi (pemanasan global) yang nantinya akan memberikan pengaruh buruk pada lingkungan seperti kenaikan permukaan air laut, kekeringan, dan perubahan iklim. CO sebagai zat sisa pembakaran kendaraan bermotor akan mengakibatkan perubahan suhu pada sekitarnya.

Tabel 6. Suhu Pada Saat Pengukuran CO (°C)

Kecepatan	Vario	Beat	Nex	Scoopy	Free Go
20 KM/Jam	46,9	48,3	51,8	46,4	42,0
40 KM/Jam	49,6	53,8	55,8	56,0	50,6
60 KM/Jam	55,8	57,6	57,5	58,1	56,7

Pada tabel 6 dapat diketahui semakin tinggi kecepatan maka akan semakin tinggi juga suhu pada sekitar motor yang diteliti. Pada kecepatan 20 KM/Jam motor dengan suhu tertinggi adalah Nex dengan suhu 51,8 °C, sedangkan motor dengan suhu terendah adalah Free Go dengan suhu 42,0 °C. Kemudian pada kecepatan 40 KM/Jam motor dengan suhu tertinggi adalah Scoopy dengan suhu 56,0°C, sedangkan motor dengan suhu terendah adalah Vario dengan suhu 49,6°C. Selanjutnya pada kecepatan 60 KM/Jam motor

dengan suhu tertinggi adalah Scoopy dengan suhu 58,1 °C, sedangkan motor dengan suhu terendah adalah Vario dengan suhu 55,8 °C. Dapat terlihat bahwa suhu dari setiap kecepatan pada motor yang diteliti tidak berpengaruh pada CC ataupun tahun motor, namun suhu pada kendaraan bermotor dapat dipengaruhi oleh mesin ataupun busi yang digunakan karena busi akan mempengaruhi pembakaran (Syaief dkk, 2019).

Dengan perubahan suhu tersebut jika semakin banyak kendaraan maka akan semakin meningkatkan suhu disekitarnya, hal ini terjadi karena gas emisi dari berbagai kendaraan yang didominasi gas CO akan mengepul dan perlahan naik ke atmosfer[26]. Gas CO yang tidak bisa lagi diserap oleh tanaman akan semakin banyak dan membentuk suatu lapisan kaca sehingga pemanasan global juga disebut terjadi karena efek dari rumah kaca yang terjadi karena radiasi tidak bisa menembus atmosfer dan memantul kembali ke bumi sehingga suhu bumi semakin panas. Jika sudah terjadi demikian maka di bagian bumi selatan es akan mencair sehingga semakin lama permukaan air laut semakin naik dan beberapa tahun kemudian akan banyak pulau-pulau kecil yang menghilang. Akibat dari pemanasan global iklim akan menjadi tidak menentu dimana musim hujan akan lebih pendek dibandingkan musim panas sehingga ketika musim panas datang dalam waktu yang lama beberapa daerah di bumi akan mengalami kekeringan namun pada saat musim hujan datang beberapa daerah di bumi akan banjir hal ini dikarenakan banyak hutan yang sudah gundul dan tidak akan menyerap air selain itu juga dikarenakan air hujan yang turun volumenya akan sangatlah besar[27].

Sedangkan untuk kesehatan manusia gas CO sendiri akan berpengaruh pada kenaikan kadar hemoglobin dalam darah dan membentuk COHb yang akan mengakibatkan tekanan fisiologikal meningkat sehingga memicu timbulnya penyakit jantung, penyakit pernafasan, keracunan darah hingga kematian[28]. Gas CO jika terhisap ke paru-paru akan masuk keperedaran darah dan menghalangi oksigen untuk masuk, sehingga darah akan mudah menangkap CO yang masuk dan menyebabkan fungsi vital darah yang seharusnya mengangkut oksigen menjadi terganggu. Selain itu alat-alat vital seperti jantung, otak, jaringan saraf dan organ lainnya akan mengalami anoxemia sehingga kinerja alat-alat vital tersebut akan terganggu dan berpotensi menimbulkan komplikasi penyakit. Pada manusia normal kadar COHb nya adalah 1%, namun pada perokok naik menjadi 2-10%. Jika kadar CO menjadi 7% akan mulai merasakan pusing, lalu jika naik menjadi 45% akan merasakan mual hingga hilang kesadaran kemudian jika naik menjadi 60% maka akan koma dan paling fatal jika sudah diatas 90% akan menyebabkan kematian[29]. Kadar CO dalam darah (COHb) sangatlah lambat proses penghapusannya dari tubuh sehingga akan sangat berbahaya bagi manusia jika terus terusan terpapar gas CO dalam waktu yang lama[30].

Kesimpulan

Dari 4 jenis motor (Vario, Nex Scoopy dan Free Go) emisi yang dikeluarkan semakin besar seiring dengan kenaikan kecepatannya. Sedangkan, pada satu merek motor lainnya (Beat), semakin naik kecepatannya maka emisi yang dikeluarkan justru berbanding terbalik atau menjadi semakin kecil. Hal ini dikarenakan motor Beat memiliki CC yang rendah yakni hanya 110 CC saja sehingga tidak boros bensin dan ketika rpm dinaikan maka gas CO akan semakin menurun. Selain itu berdasarkan produksi mesin kendaraan, Motor Beat memiliki tahun tertua namun menghasilkan emisi terkecil yakni 3237 pada 60KM/Jam sedangkan motor dengan tahun termuda yakni Vario, Scoopy dan Free Go berturut-turut menghasilkan emisi terbesar yakni 8241, 9236 dan 8846. Dan dapat disimpulkan bahwa tahun produksi mesin bukan merupakan factor utama yang menentukan besar kecilnya emisi CO yang dihasilkan.

Keempat motor yang diteliti (Vario, Nex Scoopy dan Free Go) memiliki nilai tekanan (ppm) yang sejalan dengan kecepatan dimana jika kecepatan semakin meningkat maka semakin meningkat pula nilai tekanan (ppm) yang dihasilkan. Namun berbeda dengan motor Beat dimana semakin meningkat kecepatan maka nilai tekanan (ppm) akan semakin menurun. Hal ini dikarenakan perhitungan nilai tekanan (ppm) berkaitan dengan nilai emisi yang didapatkan. Nilai yang dihasilkan untuk nilai tekanan (ppm) dipengaruhi oleh nilai kadar CO dan nilai tekanan baromatik saat pengukuran, berdasarkan hasil tersebut jika dibandingkan dengan tabel 2 maka akan terlihat bahwa motor yang memiliki CC besar cenderung menghasilkan nilai tekanan (ppm) yang besar pula, kemudian motor dengan CC kecil cenderung menghasilkan nilai tekanan (ppm) yang kecil pula, yang mana hasil nilai tekanan (ppm) akan mempengaruhi hasil dari kandungan emisi CO yang dikeluarkan.

Nilai konsentrasi emisi yang dikeluarkan setiap 1 jam sejalan dengan nilai tekanan (ppm) yang dihasilkan dan sejalan pula dengan nilai emisi yang dihasilkan dari pengukuran menggunakan CO meter. Hal ini berarti nilai konsentrasi emisi dipengaruhi oleh nilai tekanan (ppm) dan nilai tekanan dipengaruhi oleh nilai CO yang dihasilkan saat pengukuran menggunakan CO meter.

Suhu dari setiap perubahan kecepatan pada motor yang diteliti tidak di pengaruhi oleh besarnya CC ataupun tahun motor, namun suhu pada kendaraan bermotor dapat dipengaruhi oleh mesin ataupun busi yang digunakan karena busi akan mempengaruhi pembakaran. Dengan perubahan suhu tersebut jika semakin banyak kendaraan yang beredar maka akan semakin banyak suhu yang dihasilkan setiap kendaraan dan perlahan naik ke atmosfer, sehingga berpotensi menyebabkan pemanasan global yang akan berdampak pada lingkungan seperti naiknya permukaan air laut, iklim menjadi tidak menentu, curah hujan yang terlalu tinggi serta kerusakan berbagai tanaman. Selain itu juga membawa sumber penyakit untuk manusia seperti kenaikan kadar hemoglobin dalam darah dan membentuk COHb sehingga mengakibatkan tekanan fisiologikal meningkat dan memicu timbulnya penyakit jantung, penyakit pernafasan, keracunan darah hingga kematian.

Ucapan Terima Kasih

Artikel jurnal penelitian dengan judul “Analisis Hubungan Antara Tingkat Kecepatan Terhadap Luaran Emisi Gas Co Pada Beberapa Sepeda Motor Matic” ini dapat tersusun dan terselesaikan atas kerja sama tim peneliti dan juga bantuan dari berbagai macam pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada Ibu Siti Rachmawati, S.ST., M.Si. selaku Dosen yang mengajar mata Kuliah Praktikum Pencemaran Lingkungan dan Kakak – Kakak Asisten Praktikum yang telah membimbing dari awal pembelajaran Praktikum hingga terselesaikannya penelitian ini. Serta semua pihak yang telah bersedia menyediakan informasi dan data terkait penelitian yang sedang diteliti ini. Penulis menyadari bahwa artikel jurnal ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis juga mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan jurnal di masa yang akan datang.

Daftar Rujukan

- [1] C. A. Benedicta and S. W. The, “Penerapan Metode Bioklimatik dalam Desain Rusunami yang Interaktif, Sehat dan Aktif”. *Jurnal Sains, Teknologi, Urban, Perancangan Arsitektur*, vol. 03, no. 02, pp. 2281 – 2292, 2021, doi:10.24912/stupa.v3i2.12407.
- [2] R. Nisponi, (2021). “Trend Perkembangan Ekonomi Syariah Global Indonesia Becomes an Exporter of Halal Product for the World Halal Market. *Jurnal Ilmiah Keagamaan dan Kemasyarakatan*, 14(2), 152-166;
- [3] E. Murdiyanto, 2020. “*Sosiologi Pedesaan*”. LP2M UPN Veteran Yogyakarta.
- [4] S. A. Handayani, “Humaniora dan Era Disrupsi Teknologi dalam Konteks Historis”. *Prosiding Seminar Nasional*, vol. 1, no. 1, pp. 19-30, 2017.
- [5] Sudarsono. “Kajian Teori Tindakan Rasional Terhadap Penggunaan Transportasi Online”. *Journal Social Society*, vol. 1, no. 2, pp. 39-45, 2021, doi:10.54065/jss.1.3.2021.54
- [6] C. S. Iskandar, S. Upa, and I. Margareta, 2019. “*Manajemen Sumber Daya Manusia (SDM) Berbasis Technopreneurship*”. Deepublish Yogyakarta.
- [7] A. I. Munaf, W. Rachmarwi, A. Setiorini, and D. Nurfadilah, “Motivation to Use Private Transportation : Case Study in Jabodetabek”. *Jurnal Manajemen*, vol. 6, no. 2, pp. 175-186, 2020, doi:10.37403/mjm.v6i2.173.
- [8] I. I. Ridho, and M. R. Raharjo, “Aplikasi Prediksi Penjualan Kendaraan Bermotor”. *Jurnal Ilmiah Technologia*, vol. 9, no. 2, pp. 89-94, 2018, doi:10.31602/tji.v9i2.1372
- [9] N. Ladjin, V. C. Lao, A. Wicaksono, B. A. Putra, Y. Suharyat, K. Khotimah, N. Sari, V. I. Nursyirwan, B. Sarasati, Z. Arifin, S. W. Praja, and I. E. Silalahi, 2021. “*Dampak Perkembangan Transportasi di Berbagai Sektor*”. Media Sains Jawa Barat.
- [10] A. Kurnia, and Sudarti. “Efek Rumah Kaca Oleh Kendaraan Bermotor”. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, vol. 4, no. 1, pp. 1-9, 2021, doi:10.33059/gravitasi.jpfs.v4i02.4518
- [11] Mahrani. “Marketing Public Relations dalam Membangun Ekuitas Merek Sepeda Motor KTM Berbasis Pelanggan”. *Jurnal Ikatan Sarjana Komunikasi Indonesia*, vol. 3, no. 1, pp. 75-84, 2020, doi:10.25008/wartaiski.v3i01.56
- [12] Nur’aini, and R. Hidayat, “Pengaruh Iklan, Citra Merek dan Desain Produk Terhadap Keputusan Pembelian Sepeda Motor Honda Scoopy”. *Jurnal Ikraith-Ekonomika*, vol. 2, no. 5, pp. 177-168, 2022.
- [13] M. A. T. Reanos, “The Distributional Impacts of Environmental Reforms on Private Transportation in Ireland. *The Economic and Social Review*, vol. 53, no. 1, pp. 1-40, 2022.

- [14] N. Nurdjanah, "Emisi CO₂ Akibat Kendaraan Bermotor di Kota Denpasar". *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, vol. 17, no. 1, pp. 1-14, 2015.
- [15] R. Maryanti, "Science Teaching Materials for Students with Special Needs: Concept of Exhaust Emissions in Transportation Equipment". *International Journal of Sustainable Transportation Technology*, vol. 4, no. 2, pp. 73-78, 2021.
- [16] Z. Muhamad, S. Sulisty, S. Sri, B. A. Sefar, "Comparison of Three Way Catalytic Converter Exhaust Gas with Peralite, Pertamina, and Pertamina Turbo Fuel in Gasoline Motor". *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences*, vol. 57, no. 1, pp. 97-108, 2019.
- [17] Y. Khoiri, N. A. Mufarida, and Kosjoko. "Pengaruh Penggunaan Variasi Bahan Bakar Pertamina, Peralite dan Premium Terhadap Performa Mesin Motor Injection 115 CC Tahun 2013". *Jurnal Proteksion*, vol. 3, no. 2, pp. 29-34, 2019, doi:10.32528/jp.v3i2.2249
- [18] P. S. Kusumawati, U. M. Tang, and T. Nurhidayah, "Hubungan Jumlah Kendaraan Bermotor, Odometer Kendaraan dan Tahun Pembuatan Kendaraan dengan Emisi CO₂ di Kota Pekanbaru". *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 7, no. 1, pp. 49-59, 2013, doi:10.31258/jil.7.1.p.49-59
- [19] Budiyo, "Studi Komparasi Penggunaan Bahan Bakar Peralite, Pertamina dan Pertamina Turbo Terhadap Hasil Emisi Gas Buang pada Motor Yamaha R15 All New 2017". *Jurnal Pendidikan Teknik*, vol. 7, no. 2, pp. 136-145, 2020, doi:10.36706/jptm.v7i2.12382.
- [20] A. Siregar, 2017. "Uji Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dengan Variasi Jenis Knalpot Berbahan Bakar Peralite". Skripsi. Medan. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- [21] I. M. Mara, I. M. A. Sayoga, I. G. N. K. Yudhyadi, dan I. M. Nuarsa, "Analisis Emisi Gas Buang dan Daya Sepeda Motor pada Volume Silinder diPerkecil". *Dinamika Teknik Mesin*, vol. 8, no. 1, pp. 8-13, 2018, doi:1029.30/dtm.v8il.154
- [22] N. Yusuf, and D. Sutrisno. "Analisis Pengaruh Suhu Mesin Terhadap Emisi Gas Buang Pada Kondisi Torsi Dan Daya Maksimum Studi Kasus: Sepeda Motor YAMAHA VEGA ZR". *Rang Teknik Journal*. Vol. 1, no. 2, pp. 235-239, 2018.
- [23] I. Khasanah, M. A. Marpaung, and R. Fahdiran "Analisis Kandungan Unsur pada Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Bahan Bakar Bensin Premium, Peralite dan Pertamina menggunakan Teknik Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS)". *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, vol. 8, pp. 153-160, 2019, doi:10.21009/03.SNF2019
- [24] S. Machmud, U. B. Surono, and T. Hasanudin, "Analisis Pengaruh Tahun Perakitan Terhadap Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor". *Jurnal Mesin Nusantara*, vol. 4, no. 1, pp. 21-29, 2021, doi:1029407/jmn.v4il.16038
- [25] H. Gunawan, "Kajian Emisi Kendaraan di Persimpangan Surabaya Tengah dan Timur Serta Potensi Pengaruh terhadap Kesehatan Lingkungan Setempat". *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, vo. 5, no. 2, pp. 113-124, 2017, doi:10.14710/jwl.5.2.113-124
- [26] Ismiyati, D. Marlita, and D. Saidah, "Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor". *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik*, vol. 1, no. 3, pp. 241-248, 2014, doi:10.25292/j.mtl.v1i3.23
- [27] R. Fauzi, "Pengaruh konsumsi Energi, Luas Kawasan Hutan dan Pertumbuhan Ekonomi terhadap Emisi CO₂ di 6 (Enam) Negara Anggota ASEAN : Pendekatan Analisis Data Panel". *Ecolab*, vo. 11, no. 1, pp. 14-26, 2017, doi:10.20886/jklh.2017.11.1.14-26
- [28] D. Y. Damara, I. W. Wardhana, and E. Sutrisno, "Analisis Dampak Kualitas Udara Karbon Monoksida (CO) di Sekitar Jl.Pemuda Akibat Kegiatan Car Free Day Menggunakan Program Caline4 dan Sufer (Studi Kasus : Kota Semarang)". *Jurnal Teknik Lingkungan*, vol. 6, no. 1, pp. 1-14, 2017.
- [29] M. Hazsya, Nurjazuli, and L. D. Hanan, "Hubungan Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) dan Faktor - Faktor Resiko dengan Konsentrasi COHb dalam Darah pada Masyarakat Beresiko di Sepanjang Jalan Setiabudi Semarang". *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 6, no. 6, pp. 241-250, 2018. doi:10.14710/jkm.v6i6.22183
- [30] D.N. Aprilia, Nurjazuli, and T. Joko, "Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Gas Karbon Monoksida(Co) pada Petugas Pengumpul Tol di Semarang". *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol 5, no. 3, pp. 367-375, 2017.