

**Kajian Beban Emisi Pencemar Udara (NO<sub>x</sub>, CO, HC, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) Sektor Transportasi Darat di Lingkungan Institut Teknologi Kalimantan Berdasarkan Jam Sibuk dengan Metode TIER 2**

*Chandra Suryani Rahendaputri<sup>1</sup>, Madah Maria<sup>2</sup>, Rizkina Nurul Fausia<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Lingkungan, Jurusan Ilmu Kebumihan dan Lingkungan, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan. Email: [chandra.suryani03@lecturer.itk.ac.id](mailto:chandra.suryani03@lecturer.itk.ac.id)

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Lingkungan, Jurusan Ilmu Kebumihan dan Lingkungan, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan. Email: [13181038@student.itk.ac.id](mailto:13181038@student.itk.ac.id)

<sup>3</sup> Program Studi Teknik Lingkungan, Jurusan Ilmu Kebumihan dan Lingkungan, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan Email: [13181062@student.itk.ac.id](mailto:13181062@student.itk.ac.id)

---

**Abstract**

The emission inventory study has been carried out at the Institut Teknologi Kalimantan (ITK). Emission loads of CO, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, was calculated using TIER 2 method by multiplication of kilometer vehicle traveled (VKT) and emission factor of each pollutant type for each type of vehicle. Whereas CO<sub>2</sub> emission loads calculated using fuel consumption multiplied by emission factors. The results show that motorbikes have a highest volume of vehicle traveled. The highest emission loads occurs at 09:30 to 10:30 in the morning, where this slot of time is at the transition time of lecture session 1 and session 2, which can be translated as rush hour. The dominant pollutant throughout the day is CO<sub>2</sub> in the amount of 248.31 kg / day, follow by CO at 41.53 kg / day. The lowest emission load is SO<sub>2</sub> which is only 0.028 kg / day. Other pollutants are NO<sub>x</sub> at 0.986 kg / day and PM<sub>10</sub> at 0.656 kg / day. The dominance of motorcycle emissions can be clearly seen in CO, HC and CO<sub>2</sub> pollutants, while in other type of pollutants, gasoline or diesel fueled cars are also pay a role on emitting pollutant.

*Keywords:* Inventory Emission, Air Pollution, Transportation, Emission Study

---

**Abstrak**

*Kajian beban emisi telah dilaksanakan di lingkungan Institut Teknologi Kalimantan (ITK) dalam kurun waktu satu hari. Perhitungan beban emisi CO, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, HC dihitung menggunakan metode TIER 2, yaitu dengan cara menghitung perjalanan rerata kendaraan, atau Vehicle Kilometer Traveled (VKT) dan kemudian dikalikan dengan faktor emisi masing-masing jenis pencemar untuk tiap jenis kendaraan berbeda. Sedangkan untuk pencemar CO<sub>2</sub> menggunakan metode perhitungan jumlah konsumsi bahan bakar dikalikan dengan faktor emisi. Setelah perhitungan didapatkan bahwa jenis kendaraan yang mendominasi adalah sepeda motor. Emisi terbesar terjadi pada pukul 09.30-10.30 yaitu pada jam peralihan perkuliahan sesi 1 dan sesi 2, yang dapat diidentifikasi sebagai jam sibuk. Emisi pencemar terbesar adalah CO<sub>2</sub> yaitu sebesar 248.31 Kg/hari diikuti oleh CO sebesar 41.53 Kg/hari. Pencemar udara yang paling sedikit diemisikan adalah SO<sub>2</sub> yaitu hanya sebesar 0.028 Kg/hari. Pencemar lainnya yaitu NO<sub>x</sub> sebesar 0.986 Kg/hari dan PM<sub>10</sub> sebesar 0.656 Kg/hari. Dominasi emisi sepeda motor terlihat jelas pada pencemar CO, HC dan CO<sub>2</sub>, sedangkan pada pencemar lainnya, mobil bensin maupun solar juga berperan dalam mengemisikan pencemar tersebut.*

*Keywords:* Beban Emisi, Pencemar Udara, Transportasi, Inventarisasi Emisi

---

**1. Pendahuluan**

Di era revolusi industri 4.0 ini, semua teknologi berkembang dengan pesat. Seluruh lapisan masyarakat mulai bergantung kepada kemudahan yang ditawarkan oleh kemajuan teknologi. Hal ini tidak terlepas dari penemuan kendaraan bermotor yang memudahkan akses kemanapun. Kendaraan bermotor sendiri mengemisikan beberapa pencemar berikut: karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO), sulfur

# Kajian Beban Emisi Pencemar Udara (NO<sub>x</sub>, CO, HC, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) Sektor Transportasi Darat di Lingkungan Institut Teknologi Kalimantan Berdasarkan Jam Sibuk dengan Metode TIER 2

dioksida (SO<sub>2</sub>) dan hidrokarbon (HC). Dari emisi kendaraan bermotor tersebut menyumbang 1/3 dari total gas pencemar udara (Sejati K, 2011). Menurut data dari badan pusat statistik kota Balikpapan, pada tahun 2018 di Balikpapan jumlah mobil penumpang adalah sebesar 49,116 mobil yang dibagi berdasarkan jenis wagon, sedan, minibus, jeep dan lain-lain (BPS Kota Balikpapan, 2019). Untuk motor, pada tahun 2018 di Balikpapan mencapai angka 423,512 motor yang dibagi berdasarkan jenis sepeda motor bebek/ sepeda motor solo, scooter, trail, sepeda motor dengan kereta samping, dan lain-lain (BPS Kota Balikpapan, 2019). Menurut penelitian terdahulu, dari sektor transportasi darat di kota Yogyakarta, total CO<sub>2</sub> ekuivalen yang dihasilkan dengan perhitungan metode TIER 2 adalah 581.568 ton/tahun (Tiarani, Velida L., 2016). Di kampus Institut Teknologi Kalimantan (ITK) sendiri, rata-rata dosen dan mahasiswa memiliki kendaraan pribadi, sehingga beban emisi dari sektor transportasi darat harus mulai diperhitungkan demi menjaga lingkungan kampus tetap menjadi lingkungan dengan udara yang baik untuk dihirup sehingga menunjang proses pembelajaran dengan baik. Tujuan dari penelitian ini ialah menghitung beban emisi pencemar udara (NO<sub>x</sub>, CO, HC, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) di dalam lingkungan ITK pada sektor transportasi darat dengan metode TIER 2 dan menentukan distribusi jumlah kendaraan berdasarkan jam sibuk. Hasil penghitungan beban emisi pencemar udara ini diharapkan dapat dijadikan acuan mengenai saran kebijakan yang bisa diterapkan di lingkungan ITK.

## 2. Metode

### 2.1. Cara Pengambilan Data

Data mengenai jumlah kendaraan dan kategori kendaraan yang masuk dan keluar pada jam-jam tertentu diambil secara primer melalui observasi langsung di lapangan. Metode perhitungan secara manual melalui pengamatan seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1: Pengambilan Sampel Jumlah Kendaraan

Data lain berupa factor emisi, diambil dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12/2010 tentang Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah. Adapun faktor emisi yang digunakan, dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1: Faktor emisi

Pencemar	CO (g/Km)	HC (g/Km)	NO <sub>x</sub> (g/Km)	PM <sub>10</sub> (g/Km)	CO <sub>2</sub> (g/Kg BBM)	SO <sub>2</sub> (g/Km)
Sepeda Motor	14	5.9	0.29	0.24	3180	0.008
Mobil (Bensin)	40	4	2	0.01	3180	0.026
Mobil (Solar)	2.8	0.2	3.5	0.53	3172	0.44

## Kajian Beban Emisi Pencemar Udara (NO<sub>x</sub>, CO, HC, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) Sektor Transportasi Darat di Lingkungan Institut Teknologi Kalimantan Berdasarkan Jam Sibuk dengan Metode TIER 2

Bis	11	1.3	11.9	1.4	3172	0.93
Truk	8.4	1.8	17.7	1.4	3172	0.82
Pick Up	31.8	3.5	2	0.026	3178	0.13

Source: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12/2010 tentang Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah

Adapun data ekonomi bahan bakar kendaraan bermotor di kota metropolitan dan kota besar di Indonesia juga diambil dari PERMENLH NO.12/2010, seperti yang tertera pada Tabel 2.

Tabel 2: Ekonomi bahan bakar kendaraan bermotor

Kategori	Ekonomi Bahan Bakar (Km/L)
Sepeda Motor	28
Mobil (Bensin)	9.8
Mobil (Solar)	8
Taksi	8.7
Bis (Solar)	4
Jeep	8
Pick Up	8.5

Source: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12/2010 tentang Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah

### 2.2. Waktu dan Lokasi

Lokasi pengambilan data jumlah kendaraan yang masuk dilakukan pada pos sekuriti ITK yang dapat dicapai dari kilometer 15, Jalan Soekarno Hatta, Balikpapan. Adapun waktu pengambilan data dibagi berdasarkan jam sibuk seperti yang tertera pada Tabel 3. Pengambilan sampel dilaksanakan dalam satu hari. Emisi yang dihitung adalah emisi per hari, dengan asumsi jumlah kendaraan yang keluar masuk ITK tidak jauh berbeda dari satu hari ke hari yang lain. Hal ini dikarenakan hari senin sampai jumat adalah hari efektif kuliah di ITK, dan rata-rata mahasiswa berada di lingkungan ITK dari sesi 1 hingga sesi 4 perkuliahan.

Tabel 3: Alokasi waktu pengambilan sampel

Pembagian Jam	Jenis jam	Keterangan
08.30 – 09.30	Tidak Sibuk	Jam ini terletak saat sesi 1 sudah berlangsung
09.30 – 10.30	Sibuk	Jam ini terletak di peralihan sesi 1 dan sesi 2
11.30 – 12.30	Sibuk	Jam ini terletak di peralihan sesi 2 dan jam istirahat
13.00 – 14.00	Tidak Sibuk	Jam ini terletak saat sesi 3 sudah berlangsung
15.00 – 16.00	Sibuk	Jam ini terletak di peralihan sesi 3 dan sesi 4
17.30 – 18.30	Sibuk	Jam ini terletak di akhir sesi 4

### 2.3. Analisa Data

#### 2.3.1. Perhitungan emisi pencemar udara selain CO<sub>2</sub>

Data yang diperoleh dianalisa menggunakan metode TIER 2. Metode TIER 2 adalah perhitungan beban emisi dengan cara menghitung perjalanan rerata kendaraan, atau *Vehicle Kilometer Traveled (VKT)* dan kemudian dikalikan dengan faktor emisi masing-masing jenis pencemar untuk tiap jenis kendaraan berbeda. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12/2010 tentang Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah, beban emisi menggunakan metode TIER 2 menggunakan rumus (1) dan (2), seperti di bawah ini:

Kajian Beban Emisi Pencemar Udara (NO<sub>x</sub>, CO, HC, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) Sektor Transportasi Darat di Lingkungan Institut Teknologi Kalimantan Berdasarkan Jam Sibuk dengan Metode TIER 2

$$E_a = \sum_{b=1, c=1}^{n, m} (VKT_{b,c} \times FE_{a,b,c} \times 10^{-6}) \quad (1)$$

$$VKT_{b,i} = Q_{b,i} \times l_i \quad (2)$$

Dimana:

- $E_a$  : Beban pencemar untuk polutan  $a$  (Kg)  
 $VKT_{b,c}$  : Total panjang perjalanan tahunan kendaraan bermotor kategori  $b$  yang menggunakan bahan bakar jenis  $c$  (Km)  
 $FE_{a,b,c}$  : Besarnya polutan  $a$  yang diemisikan untuk setiap kilometer perjalanan yang dilakukan kendaraan bermotor kategori  $b$  yang menggunakan bahan bakar jenis  $c$  (g/km) atau disebut juga faktor emisi  
 $Q_{b,i}$  : Jumlah kendaraan kategori  $b$  pada ruas jalan  $i$   
 $l_i$  : Panjang ruas jalan  $i$

Panjang ruas jalan yang digunakan dalam perhitungan ini adalah panjang ruas jalan dari portal masuk ITK yang dapat diakses dari kilometer 15 jalan Soekarno Hatta Balikpapan sebagaimana ditunjukkan oleh titik A pada Gambar 1, sampai dengan parkir pertama yang dapat ditemukan di dekat gedung perkuliahan E,F,G, sebagaimana yang ditunjukkan oleh titik B pada Gambar 1. Ruas jalan ini digunakan dalam perhitungan ini dengan pertimbangan bahwa setiap yang menuju gedung manapun di lingkungan ITK pasti menggunakan ruas jalan tersebut. Lewat dari ruas jalan tersebut, perhitungan tidak bisa diasumsikan sama rata, karena ada beberapa gedung yang dapat dicapai yaitu gedung A, B, C, E, F, G, yang jaraknya berbeda-beda. Panjang ruas jalan yang dimaksud seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1. Panjang ruas jalan ini dipilih sesuai dengan penelitian terdahulu yang memilih ruas jalan yang memiliki volume lalu lintas yang tinggi (Suryati, I., 2016). Rata-rata mahasiswa lebih memilih untuk keluar masuk ITK melalui kilometer 15. Jalur ini sudah lebih bagus dibandingkan jalur masuk dari kilometer 13, sehingga jalur kilometer 15 dipilih sebagai pengambilan sampel karena lebih representatif.



Gambar 2: Panjang Ruas Jalan yang Digunakan dalam Perhitungan Ini

Source: Google maps 2020

### 2.3.2. Perhitungan emisi pencemar udara CO<sub>2</sub>

Untuk perhitungan beban emisi dari pencemar CO<sub>2</sub> dengan memperhitungkan total konsumsi bahan bakar per kendaraan dan dikalikan dengan faktor emisi, seperti yang dapat dilihat pada rumus (3) di bawah ini (IPCC, 2006):

$$E = \sum a (Fuel a \times FE a) \quad (3)$$

# Kajian Beban Emisi Pencemar Udara (NO<sub>x</sub>, CO, HC, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) Sektor Transportasi Darat di Lingkungan Institut Teknologi Kalimantan Berdasarkan Jam Sibuk dengan Metode TIER 2

Dimana:

- E* : Beban Emisi (Kg)
- Fuel a* : Konsumsi bahan bakar jenis *a* (Kg)
- FE a* : Faktor emisi (g/ Kg BBM)
- a* : Jenis bahan bakar yang dipakai (e.g. Premium, solar)

### 3. Hasil dan Pembahasan

Inventarisasi emisi di lingkungan ITK dilakukan dengan mengamati jumlah kendaraan keluar masuk ITK, dari portal masuk ITK yang dapat diakses dari kilometer 15 jalan Soekarno Hatta Balikpapan, sampai dengan parkir pertama yang dapat ditemukan di dekat gedung perkuliahan E,F,G. Data hasil observasi primer ini kemudian dihitung menggunakan metode TIER 2 untuk polutan NO<sub>x</sub>, CO, HC, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub> dan metode konsumsi bahan bakar (BBM) untuk polutan CO<sub>2</sub>. Data kemudian diolah menggunakan Ms Excel. Adapun hasil yang diperoleh, disajikan di bawah ini.

#### 3.1. Data Jumlah Kendaraan dan VKT

Dari tabel jumlah kendaraan dalam satu hari pengamatan disajikan pada Tabel 4. Dari data tersebut didapatkan bahwa total kendaraan yang keluar masuk ITK dalam satu hari pengamatan adalah sebesar 3514 kendaraan. Jenis kendaraan yang masuk adalah sepeda motor, mobil berbahan bakar bensin, mobil berbahan bakar solar, dan pick up. Pada hasil ini tidak ditemukan truk yang masuk dari jalur kilometer 15. Hal ini disebabkan truk dan bus diarahkan untuk keluar masuk ITK melalui jalur masuk dari kilometer 13 yang saat ini tidak dimasukkan sebagai lokasi pengambilan sampel, dikarenakan rata-rata mahasiswa lebih memilih untuk keluar masuk ITK melalui kilometer 15. Jalur ini sudah lebih bagus dibandingkan jalur masuk dari kilometer 13, sehingga jalur kilometer 15 dipilih sebagai pengambilan sampel karena lebih representatif.

Tabel 4: Jumlah kendaraan dalam satu hari pengamatan

Jam	Sepeda Motor	Mobil (Bensin)	Mobil (Solar)	Pick Up	Total Kendaraan Per Slot Waktu
08.30 – 09.30	339	14	1	2	356
09.30 – 10.30	783	17	0	7	807
11.30 – 12.30	563	19	0	4	586
13.00 – 14.00	495	13	0	0	508
15.00 – 16.00	662	25	0	1	688
17.30 – 18.30	553	10	6	0	569
<b>Total Jumlah Kendaraan Dalam Satu Hari</b>					<b>3514</b>

Dari perhitungan VKT total dalam satu hari seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5, VKT total paling besar diberikan oleh sepeda motor. Hasil ini sama dengan penelitian terdahulu, dimana pada VKT total paling tinggi adalah dari jenis kendaraan sepeda motor. VKT ini meningkat dari tahun 2013 ke tahun 2014 (Tiarani, Velida L., 2016).

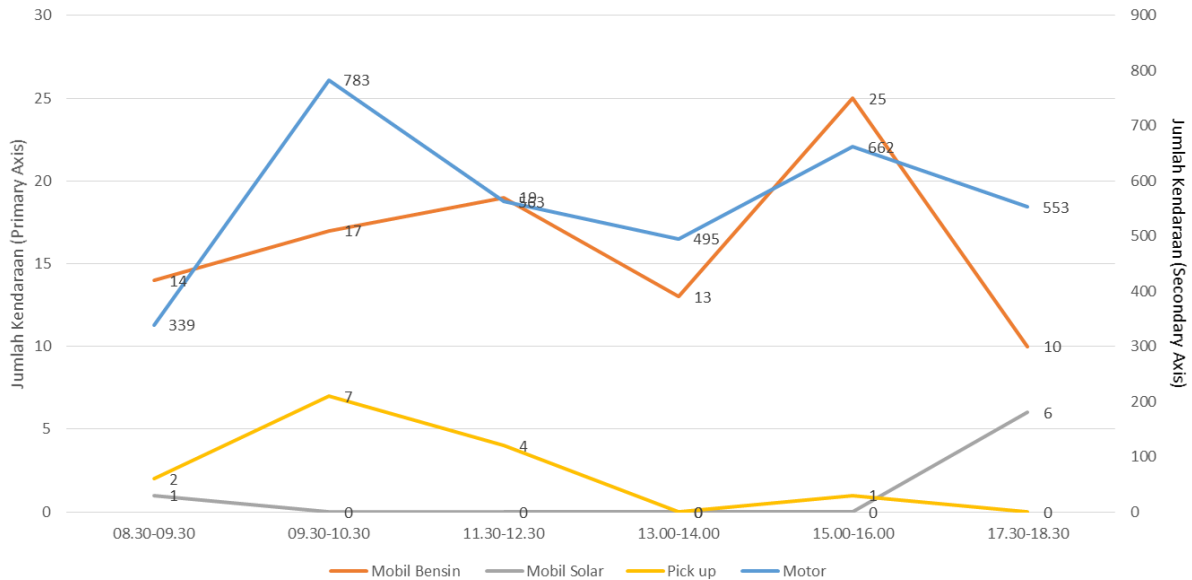
Tabel 5: VKT total kendaraan per jenis kendaraan

Jenis Kendaraan	Sepeda Motor	Mobil (Bensin)	Mobil (Solar)	Pick Up
<b>Total VKT</b>	2716	78.4	5.6	11.2

Dari jumlah kendaraan yang diplot berdasarkan slot waktu, dapat dilihat bahwa jenis kendaraan yang paling banyak digunakan oleh mahasiswa adalah sepeda motor, dan di urutan kedua adalah mobil berbahan bakar bensin. Hal ini seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2. Jenis Kendaraan motor menempati volume tertinggi di jam 09.30 – 10.30. Slot waktu ini adalah peralihan dari selesainya sesi

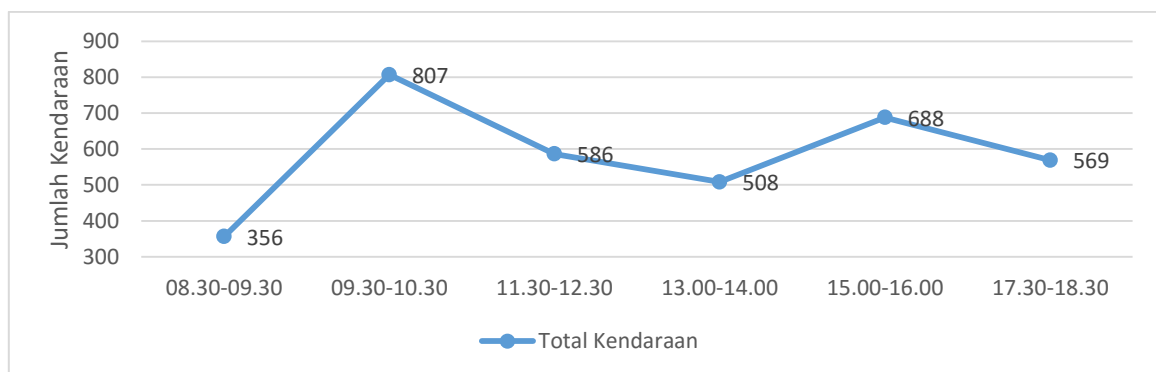
## Kajian Beban Emisi Pencemar Udara (NO<sub>x</sub>, CO, HC, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) Sektor Transportasi Darat di Lingkungan Institut Teknologi Kalimantan Berdasarkan Jam Sibuk dengan Metode TIER 2

1 menuju ke sesi 2, sehingga pada jam – jam ini wajar jika ditemukan jumlah kendaraan dengan volume yang tinggi, dikarenakan adanya pergantian jam mata kuliah. Sedangkan untuk mobil berbahan bakar jenis bensin, mencapai volume tertinggi pada jam 15.00 – 16.00. Hal ini dikarenakan jam tersebut adalah mendekati jam perkuliahan sesi 4 berakhir dan merupakan jam pulang kantor, sehingga volume kendaraan mobil berbahan bakar bensin meninggi pada jam tersebut.



Gambar 3: Grafik Jumlah Kendaraan Per Slot Waktu

Dari Gambar 3 di bawah ini, dapat dilihat bahwa jumlah kendaraan tertinggi terjadi pada jam 09.30 – 10.30. Hal ini sesuai dengan tingginya volume kendaraan sepeda motor yang terjadi pada jam tersebut. Jumlah kendaraan tertinggi kedua terjadi pada jam 15.00-16.00. Slot waktu ini adalah peralihan dari selesainya sesi 3 menuju ke sesi 4. Pada slot waktu ini juga ditemukan volume kendaraan yang tinggi dikarenakan beberapa mahasiswa, tidak harus tinggal di kampus untuk melanjutkan ke sesi 4 sehingga arus volume kendaraan akan lebih tinggi. Slot waktu dengan volume kendaraan terendah terjadi pada jam 08.30-09.30. Pada jam ini merupakan jam tidak sibuk, yaitu di saat perkuliahan sesi 1 dimulai, sehingga sebagian besar mahasiswa sudah berada di kelas untuk melaksanakan perkuliahan.

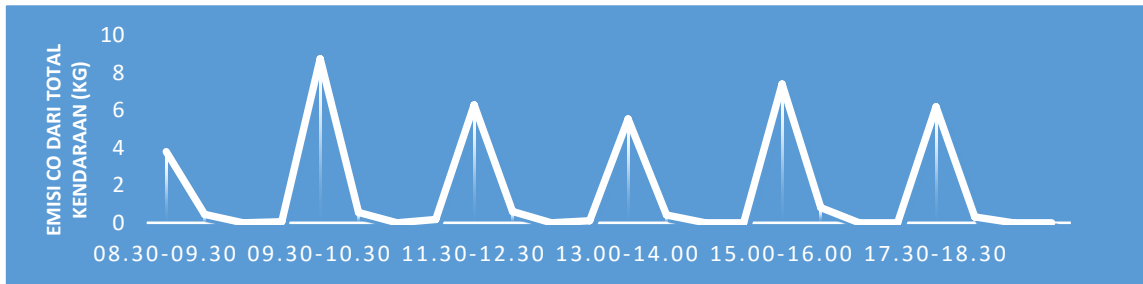


Gambar 4: Grafik Jumlah Kendaraan Total Per Slot Waktu

### 3.2. Emisi Sumber Pencemar CO

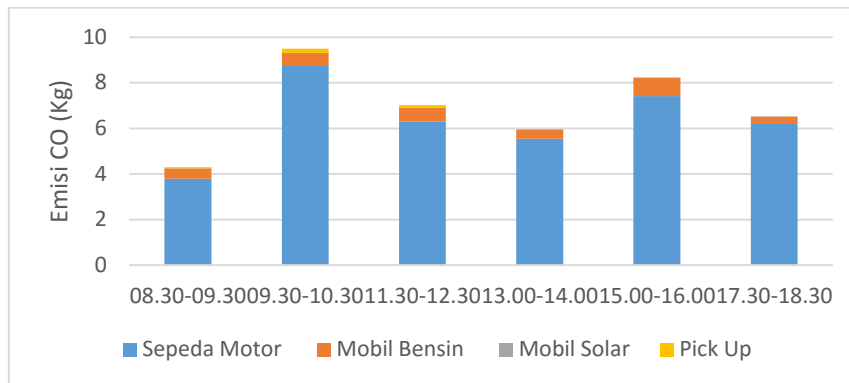
Emisi sumber pencemar CO terbanyak dari seluruh jenis kendaraan terjadi pada jam 09.30 – 10.30, seperti yang terlihat pada Gambar 5. Hal ini disebabkan oleh volume kendaraan yang tinggi, terjadi pada jam tersebut. Total emisi CO yang terjadi pada jam 09.30 – 10.30 mencapai 9.49 Kg.

Kajian Beban Emisi Pencemar Udara (NO<sub>x</sub>, CO, HC, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) Sektor Transportasi Darat di Lingkungan Institut Teknologi Kalimantan Berdasarkan Jam Sibuk dengan Metode TIER 2



Gambar 5: Grafik Total Emisi CO dari Semua Jenis Kendaraan Per Slot Waktu

Dari data Emisi CO per jenis kendaraan, total emisi CO tertinggi yang terjadi pada jam 09.30 – 10.30 diemisikan terbanyak oleh kendaraan jenis sepeda motor yaitu sebesar 8.77 Kg. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu yang menyebutkan bahwa emisi CO yang paling besar pada sumber emisi garis di kota Yogyakarta dihasilkan oleh kendaraan sepeda motor, yaitu sebesar 1.194 ton/tahun

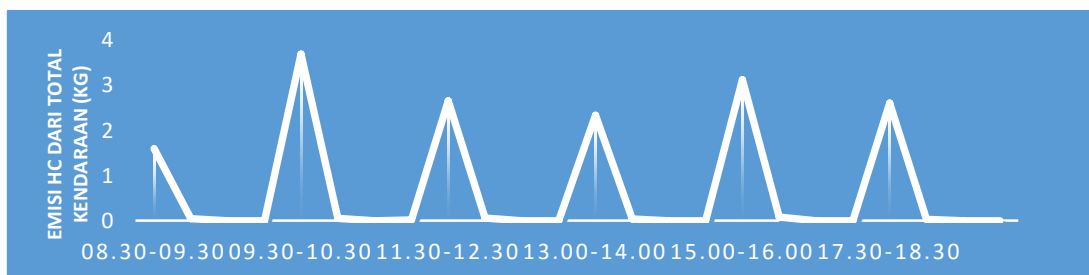


Gambar 6: Grafik Emisi CO Per Jenis Kendaraan Per Slot Waktu

Total emisi CO yang diemisikan dalam satu hari ini adalah 41.53 Kg. Dari total ini, sepeda motor menyumbang sebesar 38.02 Kg atau berarti menyumbang sebesar 91.55% dari total emisi CO dalam satu hari di lingkungan ITK.

### 3.3. Emisi Sumber Pencemar HC

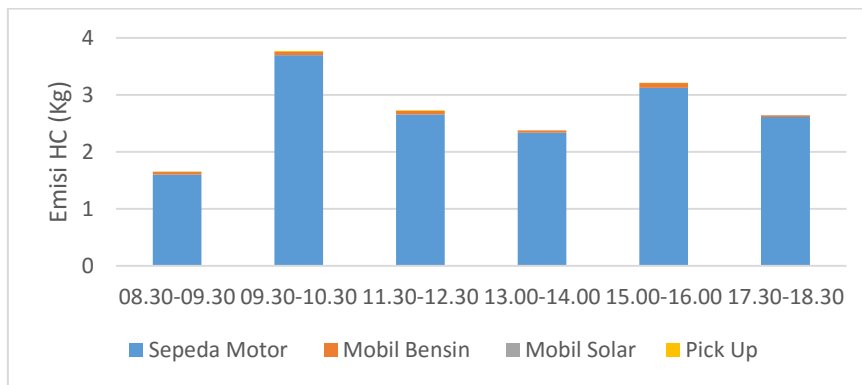
Emisi sumber pencemar HC terbanyak dari seluruh jenis kendaraan juga terjadi pada jam 09.30 – 10.30, seperti yang terlihat pada Gambar 7. Hal ini disebabkan oleh volume kendaraan yang tinggi, terjadi pada jam tersebut. Total emisi HC yang terjadi pada jam 09.30 – 10.30 mencapai 3.77 Kg.



Gambar 7: Grafik Total Emisi HC dari Semua Jenis Kendaraan Per Slot Waktu

Dari data Emisi HC per jenis kendaraan, total emisi HC tertinggi yang terjadi pada jam 09.30 – 10.30 diemisikan terbanyak oleh kendaraan jenis sepeda motor, yaitu sebesar 3.69 Kg.

Kajian Beban Emisi Pencemar Udara (NO<sub>x</sub>, CO, HC, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) Sektor Transportasi Darat di Lingkungan Institut Teknologi Kalimantan Berdasarkan Jam Sibuk dengan Metode TIER 2

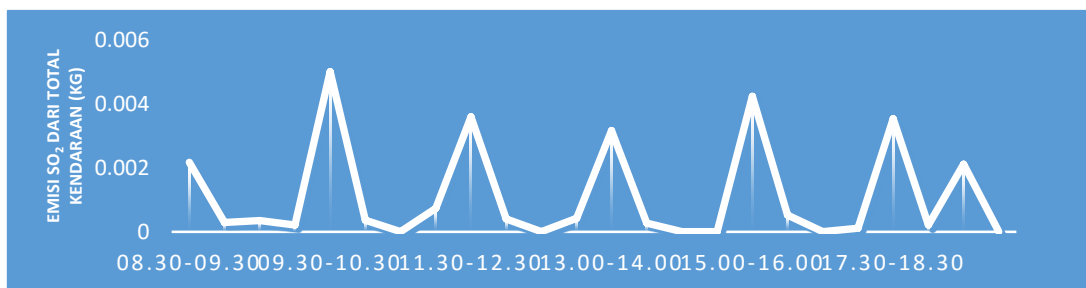


Gambar 8: Grafik Emisi HC Per Jenis Kendaraan Per Slot Waktu

Total emisi HC yang diemisikan dalam satu hari ini adalah 16.38 Kg. Dari total ini, sepeda motor menyumbang sebesar 16.02 Kg atau berarti menyumbang sebesar 97.84% dari total emisi HC dalam satu hari di lingkungan ITK.

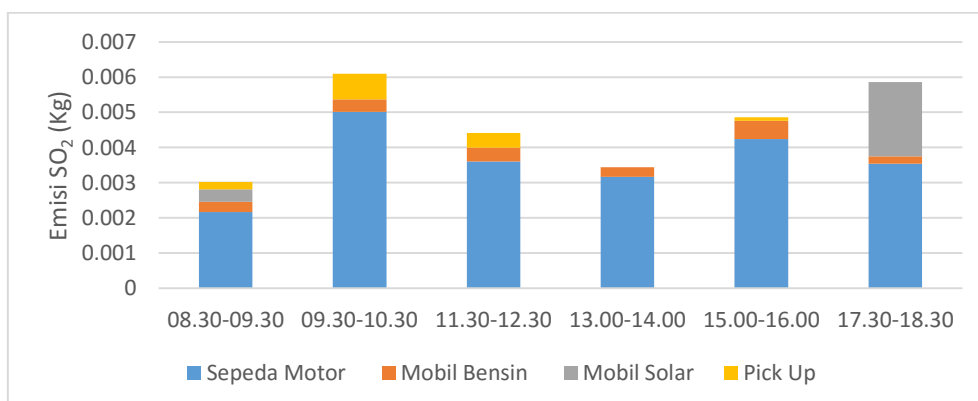
### 3.4. Emisi Sumber Pencemar SO<sub>2</sub>

Emisi sumber pencemar SO<sub>2</sub> terbanyak dari seluruh jenis kendaraan juga terjadi pada jam 09.30 – 10.30, seperti yang terlihat pada Gambar 9. Hal ini disebabkan oleh volume kendaraan yang tinggi, terjadi pada jam tersebut. Total emisi SO<sub>2</sub> yang terjadi pada jam 09.30 – 10.30 mencapai 0.006 Kg.



Gambar 9: Grafik Total Emisi SO<sub>2</sub> dari Semua Jenis Kendaraan Per Slot Waktu

Dari data Emisi SO<sub>2</sub> per jenis kendaraan, total emisi SO<sub>2</sub> tertinggi yang terjadi pada jam 09.30 – 10.30 diemisikan terbanyak oleh kendaraan jenis sepeda motor yaitu sebesar 0.005 Kg.



Gambar 10: Grafik Emisi SO<sub>2</sub> Per Jenis Kendaraan Per Slot Waktu

Total emisi SO<sub>2</sub> yang diemisikan dalam satu hari ini adalah 0.028 Kg. Dari total ini, sepeda motor menyumbang sebesar 0.022 Kg atau berarti menyumbang sebesar 78.48% dari total emisi SO<sub>2</sub> dalam satu hari di lingkungan ITK. Sepeda motor menyumbang lebih sedikit, hal ini dikarenakan pada jam

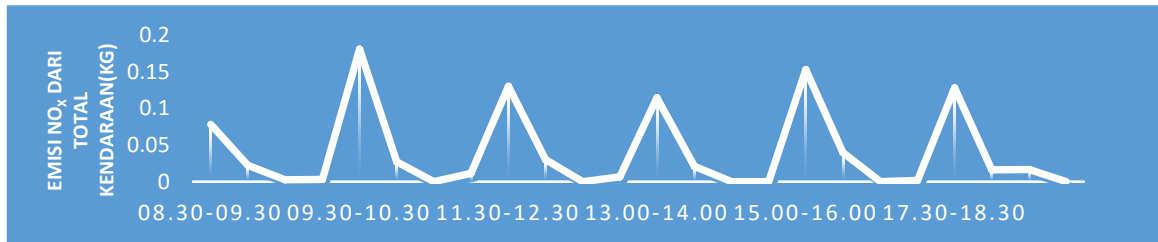


## Kajian Beban Emisi Pencemar Udara (NO<sub>x</sub>, CO, HC, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) Sektor Transportasi Darat di Lingkungan Institut Teknologi Kalimantan Berdasarkan Jam Sibuk dengan Metode TIER 2

17.30 – 18.30, dapat dilihat bahwa mobil solar dan mobil bensin juga menyumbang sebesar 16.26%. Hal ini mungkin disebabkan karena pada jam tersebut adalah bertepatan juga dengan jam pulang kantor dan jam berakhirnya sesi 4. Sehingga banyak mobil yang keluar pada jam tersebut.

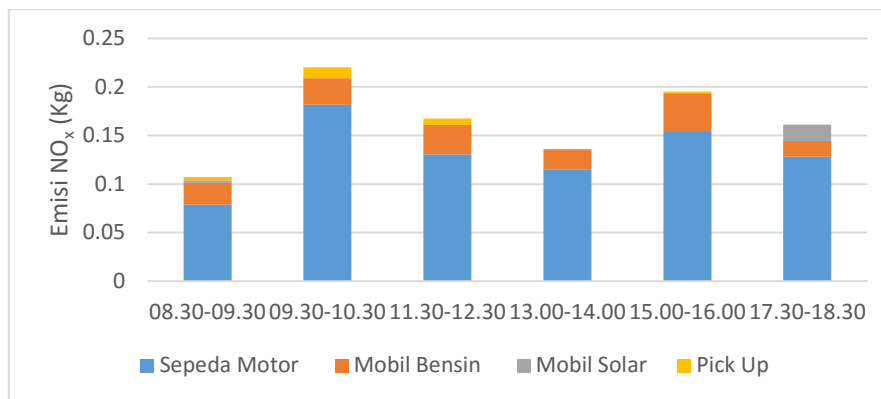
### 3.5. Emisi Sumber Pencemar NO<sub>x</sub>

Emisi sumber pencemar NO<sub>x</sub> terbanyak dari seluruh jenis kendaraan juga terjadi pada jam 09.30 – 10.30, seperti yang terlihat pada Gambar 11. Hal ini disebabkan oleh volume kendaraan yang tinggi, terjadi pada jam tersebut. Total emisi NO<sub>x</sub> yang terjadi pada jam 09.30 – 10.30 mencapai 0.22 Kg.



Gambar 11: Grafik Total Emisi NO<sub>x</sub> dari Semua Jenis Kendaraan Per Slot Waktu

Dari data Emisi NO<sub>x</sub> per jenis kendaraan, total emisi NO<sub>x</sub> tertinggi yang terjadi pada jam 09.30 – 10.30 diemisikan terbanyak oleh kendaraan jenis sepeda motor yaitu sebesar 0.18 Kg.



Gambar 12: Grafik Emisi NO<sub>x</sub> Per Jenis Kendaraan Per Slot Waktu

Total emisi NO<sub>x</sub> yang diemisikan dalam satu hari ini adalah 0.98 Kg. Dari total ini, sepeda motor menyumbang sebesar 0.79 Kg atau berarti menyumbang sebesar 79.85% dari total emisi HC dalam satu hari di lingkungan ITK. Dalam perhitungan emisi NO<sub>x</sub>, emisi yang dihasilkan oleh mobil bensin dan mobil solar cukup besar walaupun di lain sisi, jumlah kendaraan ini masih jauh di bawah jumlah sepeda motor.

### 3.6. Emisi Sumber Pencemar PM<sub>10</sub>

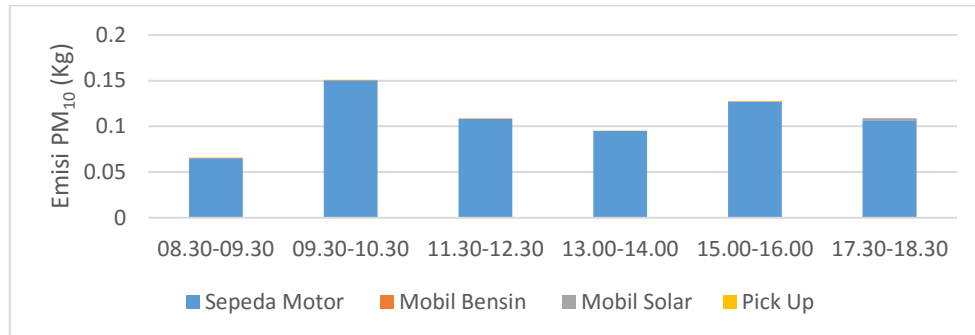
Emisi sumber pencemar PM<sub>10</sub> terbanyak dari seluruh jenis kendaraan juga terjadi pada jam 09.30 – 10.30, seperti yang terlihat pada Gambar 13. Hal ini disebabkan oleh volume kendaraan yang tinggi, terjadi pada jam tersebut. Total emisi PM<sub>10</sub> yang terjadi pada jam 09.30 – 10.30 mencapai 0.151 Kg.



Gambar 13: Grafik Total Emisi PM<sub>10</sub> dari Semua Jenis Kendaraan Per Slot Waktu

## Kajian Beban Emisi Pencemar Udara (NO<sub>x</sub>, CO, HC, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) Sektor Transportasi Darat di Lingkungan Institut Teknologi Kalimantan Berdasarkan Jam Sibuk dengan Metode TIER 2

Dari data Emisi PM<sub>10</sub> per jenis kendaraan, total emisi PM<sub>10</sub> tertinggi yang terjadi pada jam 09.30 – 10.30 diemisikan terbanyak oleh kendaraan jenis sepeda motor yaitu sebesar 0.150 Kg.

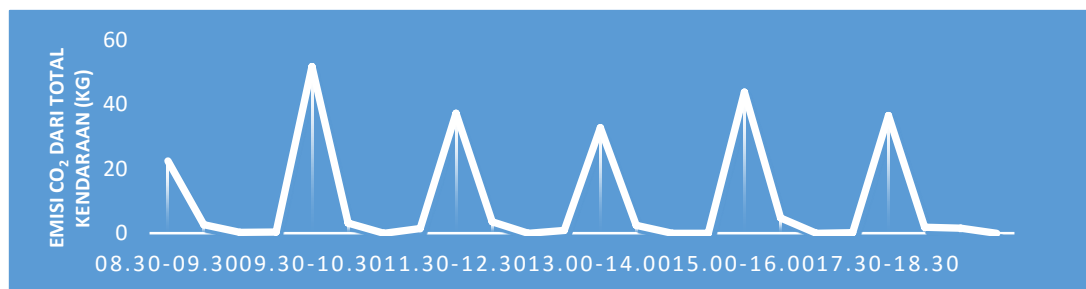


Gambar 14: Grafik Emisi PM<sub>10</sub> Per Jenis Kendaraan Per Slot Waktu

Total emisi PM<sub>10</sub> yang diemisikan dalam satu hari ini adalah 0.656 Kg. Dari total ini, sepeda motor menyumbang sebesar 0.652 Kg atau berarti menyumbang sebesar 99.38% dari total emisi PM<sub>10</sub> dalam satu hari di lingkungan ITK.

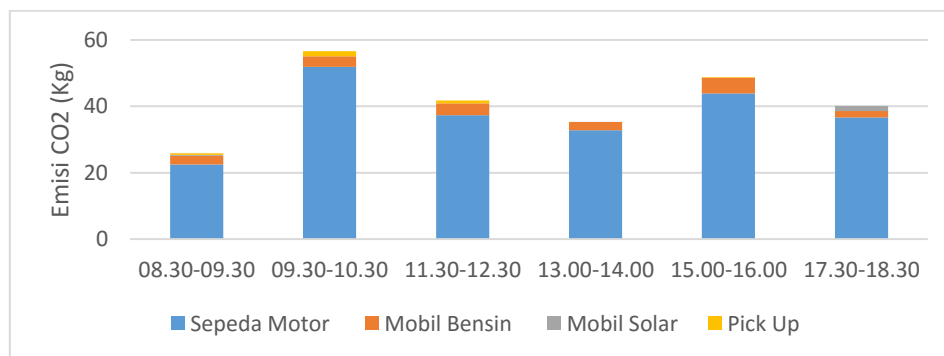
### 3.7. Emisi Sumber Pencemar CO<sub>2</sub>

Emisi sumber pencemar CO<sub>2</sub> terbanyak dari seluruh jenis kendaraan juga terjadi pada jam 09.30 – 10.30, seperti yang terlihat pada Gambar 15. Hal ini disebabkan oleh volume kendaraan yang tinggi, terjadi pada jam tersebut. Total emisi CO<sub>2</sub> yang terjadi pada jam 09.30 – 10.30 mencapai 56.6 Kg.



Gambar 15: Grafik Total Emisi CO<sub>2</sub> dari Semua Jenis Kendaraan Per Slot Waktu

Dari data Emisi CO<sub>2</sub> per jenis kendaraan, total emisi CO<sub>2</sub> tertinggi yang terjadi pada jam 09.30 – 10.30 diemisikan terbanyak oleh kendaraan jenis sepeda motor yaitu sebesar 51.86 Kg.



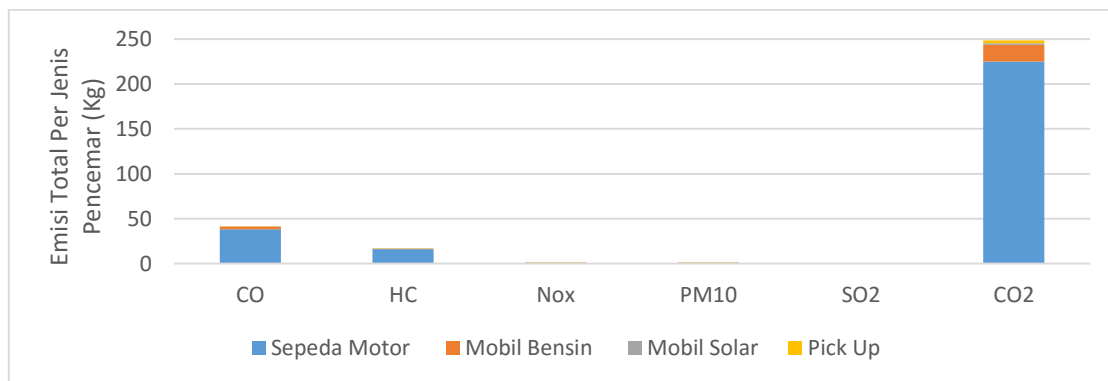
Gambar 16: Grafik Emisi CO<sub>2</sub> Per Jenis Kendaraan Per Slot Waktu

## Kajian Beban Emisi Pencemar Udara (NO<sub>x</sub>, CO, HC, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) Sektor Transportasi Darat di Lingkungan Institut Teknologi Kalimantan Berdasarkan Jam Sibuk dengan Metode TIER 2

Total emisi CO<sub>2</sub> yang diemisikan dalam satu hari ini adalah 248.31 Kg. Dari total ini, sepeda motor menyumbang sebesar 224.87 Kg atau berarti menyumbang sebesar 90.56% dari total emisi CO<sub>2</sub> dalam satu hari di lingkungan ITK.

### 3.8. Emisi Sumber Pencemar Keseluruhan

Sumber pencemar udara yang dihitung dalam inventarisasi emisi ini adalah CO, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> dan HC. Dari keenam jenis pencemar udara ini, pencemar udara yang paling banyak diemisikan oleh kendaraan bermotor adalah CO<sub>2</sub> yaitu sebesar 248.31 Kg/hari dan diikuti oleh CO sebesar 41.53 Kg/hari. Pencemar udara yang paling sedikit diemisikan adalah SO<sub>2</sub> yaitu hanya sebesar 0.028 Kg/hari.



Gambar 17: Grafik Emisi Total Per Jenis Pencemar dalam Satu Hari

Dari Gambar 17 di atas, dapat dilihat bahwa sepeda motor menyumbang emisi dominan pada semua jenis pencemar. Hal ini disebabkan jumlah kendaraan sepeda motor di setiap waktunya sangat tinggi, sehingga menghasilkan beban emisi yang lebih tinggi dibandingkan jenis kendaraan lainnya. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu yang menyebutkan bahwa sepeda motor mendominasi jumlah kendaraan di Surakarta (Sutrisno, Ana M., 2016). Dominasi emisi sepeda motor terlihat jelas pada pencemar CO, HC dan CO<sub>2</sub>, sedangkan pada pencemar lainnya, mobil bensin maupun solar juga berperan dalam mengemisikan pencemar tersebut.

## 4. Kesimpulan

- Kendaraan yang keluar masuk ITK adalah jenis sepeda motor, mobil bensin, mobil solar dan pick up, dimana volume terbesar adalah kendaraan jenis sepeda motor. Di lain sisi, jenis kendaraan lainnya volumenya berbeda-beda di setiap slot waktu.
- Emisi pencemar terbesar adalah CO<sub>2</sub> yaitu sebesar 248.31 Kg/hari diikuti oleh CO sebesar 41.53 Kg/hari. Pencemar udara yang paling sedikit diemisikan adalah SO<sub>2</sub> yaitu hanya sebesar 0.028 Kg/hari. Pencemar lainnya yaitu NO<sub>x</sub> sebesar 0.986 Kg/hari dan PM<sub>10</sub> sebesar 0.656 Kg/hari.
- Emisi pencemar terbesar dari keenam kriteria pencemar udara terjadi semua pada jam 09.30-10.30. Pada jam ini adalah peralihan dari selesainya perkuliahan sesi 1 dan mulainya perkuliahan sesi kedua, sehingga volume kendaraan menjadi sangat tinggi.
- Pada jam-jam sibuk peralihan sesi, dapat disarankan kepada mahasiswa untuk berboncengan dengan mahasiswa lain, untuk mengurangi jumlah emisi pencemar udara. Selain itu juga dapat disarankan terhadap ITK sendiri untuk membuat area peralihan menjadi lebih bagus dan mudah untuk dicapai, untuk mengurangi volume kendaraan keluar masuk ITK. Selain itu, dapat juga disediakan angkutan umum, mengingat jarak masuk ke ITK baik dari kilometer 15 maupun kilometer 13 sangat jauh, sehingga harus ditempuh dengan kendaraan bermotor.

## Kajian Beban Emisi Pencemar Udara (NO<sub>x</sub>, CO, HC, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) Sektor Transportasi Darat di Lingkungan Institut Teknologi Kalimantan Berdasarkan Jam Sibuk dengan Metode TIER 2

- Dominasi emisi sepeda motor terlihat jelas pada pencemar CO, HC dan CO<sub>2</sub>, sedangkan pada pencemar lainnya, mobil bensin maupun solar juga berperan dalam mengemisikan pencemar tersebut.
- Untuk kajian beban emisi berikutnya dapat ditambah dengan cara memonitor menggunakan kamera untuk perhitungan kendaraan bermotor keluar masuk ITK, sehingga didapatkan data yang lebih akurat per tahun.

### ***Ucapan Terima Kasih***

Terima kasih penulis ucapkan kepada seluruh mahasiswa pencemaran udara Teknik Lingkungan tahun 2020 atas kontribusi yang luar biasa dalam penulisan artikel ilmiah ini.

### **Daftar Pustaka**

- BPS kota Balikpapan. (2019). 'Kota Balikpapan Dalam Angka', Balikpapan: Badan Pusat Statistik Kota Balikpapan
- IPCC. 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 2 : Energy
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12/2010 tentang Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah
- Sejati, Kuncoro. (2011). 'Global Warming, Food, and Water Problems, Solutions, and The Changes of World Geopolitical Constellation. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Suryati, I dan Khair, H. (2016). 'Potensi Penurunan Emisi Karbon Monoksida di Ruas Jalan Kota Medan dengan Penerapan Transportasi Massal'. Padang : Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan II. e-ISSN 2541 - 3880.
- Sutrisno, Ana M., dkk. (2016). 'Kajian Prediksi Beban Emisi Pencemar Udara (tsp, nox, so2, hc, dan co ) dan Gas Rumah Kaca (co2, ch4, dan n2o ) Sektor Transportasi Darat Di Kota Surakarta Dengan metode top down dan bottom up'. Jurnal Teknik Lingkungan, Vol 5, No 1
- Tiarani, Velida L., dkk. (2016). 'Kajian Beban Emisi Pencemar Udara (TSP, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, HC, CO) dan Gas Rumah Kaca (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) Sektor Transportasi Darat Kota Yogyakarta Dengan Metode TIER 1 dan TIER 2. Jurnal Teknik Lingkungan, Vol 5, No 1