

## Estimasi Konsentrasi Emisi CO<sub>2</sub> Produksi Karet Menggunakan Metode Dispersi Gaussian

**Yulia Fitri, Shabri Putra Wirman, Rahma Yulis, Laras Sita Widara**

Jurusan Fisika, Fakultas MIPA dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Riau, Indonesia

Coresspondence Email: [yuliafitri@umri.ac.id](mailto:yuliafitri@umri.ac.id)

### Abstract

Inventory of Greenhouse Gases (GHG) is very important to be applied by every industry, so it is necessary to calculate the CO<sub>2</sub> concentration from industrial activities. Calculating CO<sub>2</sub> concentration using Gaussian and Matlab Dispersion models. Matlab which was built in this research can calculate the concentration of CO<sub>2</sub>. The error value of the Matlab calculation with the excel calculation is below 1% with the CO<sub>2</sub> concentration error value of 0.0005 %. The concentration of CO<sub>2</sub> produced by PT. Hervenia Kampar Lestari is highest at a distance of 0.015 km with an average value from July-December of 13.671 kg CO<sub>2</sub>/month and the annual value produced is 0.164 tons CO<sub>2</sub>/year.

**Keywords:** Gaussian, CO<sub>2</sub> Emissions, Rubber

### Abstrak

Inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) sangat penting diterapkan setiap industry maka perlu untuk menghitung konsentrasi CO<sub>2</sub> dari aktivitas industri. Menghitung konsentrasi CO<sub>2</sub> menggunakan model *Dispersi Gaussian* dan Matlab. Matlab yang dibangun pada penelitian ini dapat menghitung konsentrasi CO<sub>2</sub>. Nilai Kesalahan (error) perhitungan Matlab dengan perhitungan excel adalah dibawah 1 % dengan nilai error konsentrasi CO<sub>2</sub> sebesar 0,0005 %. Konsentrasi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan PT. Hervenia Kampar Lestari tertinggi pada jarak 0,015 km dengan nilai rata-rata dari bulan Juli-Desember sebesar 13,671 kg CO<sub>2</sub>/bulan dan nilai pertahun yang dihasilkan sebesar 0,164 ton CO<sub>2</sub>/tahun.

**Kata Kunci :** *Gaussian*, Emisi CO<sub>2</sub>, Karet

### 1. Introduction

Komoditas perkebunan merupakan andalan bagi pendapatan nasional dan salah satu penyumbang terbesar devisa negara Indonesia, yang dapat dilihat dari nilai ekspor komoditas perkebunan. Pada tahun 2019 luas areal perkebunan karet Indonesia 3.676.035 Ha dan hasil produksi 3.301.405 ton. Data statistik perkebunan yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian Republik Indonesia menunjukkan rata-rata perkembangan produksi karet di Indonesia tahun 2015-2021 mencapai 0,25%. Pulau Sumatera merupakan pengelolaan perkebunan karet terbesar di Indonesia dengan luas lahan 2.650.000 Ha. Provinsi Riau termasuk salah satu provinsi sentra karet dengan luas perkebunan 329.005 Ha dengan jumlah produksi 308.021 ton. (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021).

**Received:** November 2021, **Accepted :** November 2021 - Jurnal Photon Vol.12 No.1

DOI : <https://doi.org/10.37859/jp.v12i1.3350>

PHOTON is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Kabupaten Kampar merupakan salah satu daerah penghasil karet di Provinsi Riau, terlihat dari luasnya lahan perkebunan karet serta tingginya jumlah produksi getah karet yang dihasilkan. Pada tahun 2019 luas perkebunan karet Kabupaten Kampar 90.199 Ha dengan produksi 69.462 ton. Produksi dan luas tanaman karet di Kabupaten Kampar telah berkembang ke tahap industri pengolahan karet. PT. Hervenia Kampar Lestari adalah salah satu perusahaan yang mengolah tanaman karet, dikelola oleh swasta dengan produk industri yang dihasilkan berupa Standar Indonesia Rubber (SIR) atau karet bongkah dan termasuk salah satu sumber pencemar udara yang tidak bergerak (B. P. S. K. Kampar, 2020).

Peningkatan penggunaan sumber daya alam seiring dengan pertambahan jumlah penduduk yang cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Penggunaan sumber daya alam yang berlebihan akan menimbulkan limbah yang besar. Pemanasan global merupakan salah satu kasus yang menjadi perhatian dunia yang diakibatkan oleh peningkatan konsentrasi gas CO<sub>2</sub> diseluruh atmosfer bumi. Peningkatan penggunaan bahan bakar fosil mengakibatkan konsentrasi CO<sub>2</sub> di udara juga meningkat. CO<sub>2</sub> sebagai gas rumah kaca diperkirakan berkontribusi 60% atas pemanasan global di udara (Marzuki et al., 2021).

Komitmen Indonesia terhadap penurunan emisi gas rumah kaca ditunjukkan dengan meratifikasi konvensi perubahan iklim (UNFCCC dan IPCC) melalui UU No.6 tahun 1994 dan Protokol Kyoto (yang dilanjutkan dengan REDD+), sehingga diperlukan inventarisasi mengenai emisi yang dihasilkan dan diserap dalam skala perkebunan (Direktorat Jendral Pengendalian Perubahan Iklim, 2016). Penyelenggaraan inventarisasi GRK diperlukan untuk memperoleh data dan informasi mengenai tingkat, status, dan kecenderungan perubahan emisi GRK secara berkala dari berbagai sumber emisi dan penyerapannya (Menteri LHK, 2017). Inventarisasi GRK sangat penting diterapkan, maka perlu melakukan perhitungan berapa besar produksi emisi karbon yang dihasilkan pada satu waktu periode tertentu. Penelitian tentang besarnya emisi yang dihasilkan industri telah banyak dilakukan. Hasibuan et al., mengembangkan aplikasi komputer untuk memvisualkan pola penyebaran polutan gas dan partikulat (Hasibuan et al., 2015). Studi dampak produksi industri karet telah dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya yang dilakukan oleh Nugroho tentang Gas Rumah Kaca di perkebunan karet (Nugroho et al., 2016) dan pada tahun 2017, Kartika et al. dampak produksi karet terhadap lingkungan melalui analisa *Life Cycle Assessment* (LCA) (Kartika et al., 2017). Analisis sebaran sebaran produksi emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dari aktivitas industri yang dianalisa oleh Labiba (Labiba & Pradoto, 2018). Selain itu, pada aktivitas PLTD juga telah dibuatkan Model sebaran polutan udara dan memprakirakan konsentrasi polutan yang dihasilkan (Aslim, 2019).

PT. Hervenia Kampar Lestari yang merupakan salah satu perusahaan karet menggunakan bahan bakar berupa minyak solar untuk *genset* dan *dryer* serta menggunakan cangkang untuk *Thermal Oil Heat* (TOH). Bahan bakar terbesar yang digunakan adalah bahan bakar fosil yang dapat menghasilkan gas buang (karbondioksida). Dalam rangka mendukung komitmen pemerintah dalam penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK), maka dilakukan studi untuk mengetahui konsentrasi CO<sub>2</sub> dari proses produksi karet di PT.

Hervenia Kampar Lestari. Perhitungan emisi CO<sub>2</sub> menggunakan metode *Dispersi Gaussian* dibantu oleh software MATLAB. Model matematika *Dispersi Gaussian* adalah model yang mampu menggambarkan penyebaran distribusi polutan dari sumber.

## 2. The Methods

Penelitian estimasi Konsentrasi Emisi CO<sub>2</sub> Produksi Karet beberapa tahapan yaitu pengumpulan data dan pembuatan model dispersi emisi CO<sub>2</sub>. Data untuk perhitungan konsentrasi emisi CO<sub>2</sub> menggunakan data sekunder tahun 2020. Data BMKG yaitu berupa data arah angin, kecepatan angin, tekanan atmosfer dan temperatur udara atmosfer. Data Industri yaitu berupa data jenis bahan bakar, jumlah bahan bakar, diameter cerobong, tinggi menara cerobong, tinggi lokasi kecepatan angin dari permukaan tanah, kecepatan gas keluar cerobong, temperatur gas keluar cerobong. Perhitungan konsentrasi emisi dari pabrik karet yaitu memasukkan varriabel pada persamaan yang telah ditentukan dengan menggunakan metodologi Gaussian. Parameter yang dipakai dalam perhitungan adalah sebagai berikut :

- a. Perhitungan Laju Emisi  
Perumusan emisi GRK dengan menggunakan faktor emisi dalam IPCC Guidelines (Metz et al., 2007). Laju emisi CO<sub>2</sub> pabrik karet dapat dihitung dengan mengalikan Faktor Emisi (*FE*) dengan jumlah bahan bakar yang digunakan oleh suatu kegiatan (*A*).

$$Q = FE \times A \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

- Q* = Laju emisi
- FE* = Faktor Emisi
- A* = Jumlah bahan bakar yang digunakan dalam suatu kegiatan (Tj/th)

- b. Perhitungan Kecepatan Angin pada Ketinggian Cerobong  
Kecepatan angin juga berpengaruh terhadap konsentrasi gas buang. Semakin besar kecepatan angin pada suatu daerah sumber gas buang maka konsentrasi gas buang pada daerah itu akan berkurang, jika kecepatan angin lebih kecil dimungkinkan konsentrasinya akan tetap berada didaerah sumber. Kecepatan angin biasanya diukur pada ketinggian standar, yaitu 10 meter. Data pemodelan memerlukan data kecepatan angin pada ketinggian lepasan emisi menggunakan persamaan berikut (Wayan, 2013) :

$$u = u_1 \left(\frac{Z_e}{Z}\right)^p \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

- u* = Kecepatan angin pada ketinggian cerobong (m/s)
- u*<sub>1</sub> = Kecepatan angin yang diukur dengan anemometer (m/s)
- Z*<sub>e</sub> = Ketinggian cerobong (m)
- Z* = Tinggi lokasi kecepatan angina dari permukaan tanah (m0)
- P* = eksponen (konstanta kekasaran)

- c. Perhitungan Tinggi Kepulan Asap  
Tinggi kepulan adalah gerakan kepulan secara vertikal dan horizontal dari sumbernya. Tinggi kepulan asap cerobong dipengaruhi oleh kecepatan lepasan emisi, angin dan adanya perbedaan suhu dengan

sekitarnya. Sebaran polutan dari emisi sumber tidak bergerak dipengaruhi oleh karakteristik kepulan asap dan kondisi meteorologi disekitar cerobong. Tinggi kepulan asap cerobong dapat ditentukan dengan mengetahui perbedaan temperatur asap disekelilingnya, diameter cerobong dan laju alir asap. Persamaan Albert. H. Holland digunakan untuk menghitung tinggi kepulan asap cerobong yaitu :

$$\Delta h = \frac{V_s d}{u} (1,5 + 2,68 \cdot 10^{-3} \cdot P \left( \frac{T_s - T_0}{T_s} \right) d) \dots\dots\dots (2.3)$$

- Dimana :
- $\Delta h$  = Tinggi kepulan asap (m)
  - $V_s$  = Kecepatan gas keluar cerobong (m/s)
  - $d$  = Diameter cerobong (m)
  - $u$  = Kecepatan angin di cerobong (m/s)
  - $P$  = Tekanan atmosfer (kPa)
  - $T_s$  = Temperatur gas keluar cerobong (K)
  - $T_0$  = Temperatur udara atmosfer (K)

d. Perhitungan Ketinggian Efektif Cerobong  
Kepulan asap dipengaruhi oleh turbulensi akibat tinggi cerobong dan bangunan di sekitarnya sehingga efluen akan bercampur secara cepat ke arah bawah. Faktor emisi dan parameter meteorologi mempengaruhi kenaikan kepulan apabila kepulan dikeluarkan bebas dari pengaruh daerah turbulensi berikut ini: 1). Faktor emisi adalah kecepatan emisi cerobong bagian atas (v), suhu emisi pada bagian atas cerobong (T), dan diameter cerobong bagian atas (d). 2). Parameter meteorologi adalah kecepatan angin (u), suhu udara (T), perubahan kecepatan angin sebagai fungsi ketinggian dan kestabilan atmosfer. Persamaan yang digunakan untuk menghitung kenaikan kepulan didasarkan pada pendekatan semi empiris, persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut (Wayan, 2013) :

$$H = \Delta h + h \dots\dots\dots (2.4)$$

- Dimana :
- $H$  = Ketinggian efektif cerobong (m)
  - $\Delta h$  = Tinggi kepulan asap (m)
  - $h$  = Tinggi cerobong (m)

e. Perhitungan Konsentrasi CO2 Model Dispersi Gaussian  
Menurut Hasibuan and Suciwati (2015), Model Dispersi Gauss merupakan salah satu model perhitungan yang banyak digunakan untuk mensimulasikan pengaruh emisi terhadap kualitas udara (Hasibuan et al., 2015). Model Dispersi Gauss merupakan bentuk persamaan matematika yang dapat dimasukkan ke dalam perhitungan variabel dan diberikan informasi yang lebih detail mengenai sumber cemaran pada suatu daerah yang diteliti.  
Metode ini faktor lain yang dipertimbangkan yaitu stabilitas atmosfer yang mempengaruhi penyebaran polutan baik secara horizontal dan vertikal searah angin maupun melintasi arah angin. Formula dasar fungsi Gaussian dapat digunakan secara tepat untuk mengatasi distribusi polutan dari sumber titik. Metode Gaussian pada sumber titik dirumuskan dalam persamaan :

$$C(x, y, z; H) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_x u} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right] \left\{ \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z-H}{\sigma_x}\right)^2\right] + \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z+H}{\sigma_x}\right)^2\right] \right\} \dots\dots\dots (2.5)$$

- Dimana :
- $C(x, y, z; H)$  = Konsentrasi parameter kualitas udara (g/m<sup>3</sup>)
  - $Q$  = Laju emisi (μ/s)
  - $\sigma_y$  dan  $\sigma_x$  = Koefisien disperse gauss (m)
  - $u$  = Kecepatan angin di cerobong (m/s)
  - $H$  = Ketinggian efektif cerobong (m)
  - Exp = Eksponensial
  - $z$  = Ketinggian reseptor (m)

f. Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini adalah menghitung konsentrasi CO<sub>2</sub> pada proses produksi karet berbasis Matlab. Hasil perhitungan model konsentrasi CO<sub>2</sub> pada proses produksi karet dibandingkan dengan hasil perhitungan manual menggunakan excel. Nilai kesalahan (error) perhitungan Matlab dengan perhitungan excel menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Persentase error} = \left| \frac{\text{Matlab} - \text{Excel}}{\text{Matlab}} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (2.6)$$

- Dimana :
- Persentase error = Nilai kesalahan perhitungan
  - Matlab = Hasil perhitungan matlab
  - Excel = Hasil perhitungan Excel

### 3. Result and Discussion

#### 3.1 Konsentrasi CO<sub>2</sub>

konsentrasi CO<sub>2</sub> pada Matlab yang telah dibangun menggunakan data PT. Hervenia Kampar Lestari (HKL). PT. HKL adalah salah satu perusahaan yang mengolah tanaman karet di daerah Sungai Pinang, Kabupaten Kampar, Kota Pekanbaru. PT. HKL ini memiliki 3 cerobong yaitu cerobong 1 (*Dryer*), cerobong 2 (Genset 1), cerobong 3 (Genset 2). Cerobong 1 adalah cerobong dryer yang digunakan untuk pengeringan karet dengan menggunakan tenaga burner dengan sistem penguapan uap panas. Cerobong 2 dan 3 adalah cerobong genset yang digunakan untuk pengganti/cadangan listrik dalam proses pengolahan karet. Perhitungan konsentrasi CO<sub>2</sub> dapat dihitung dengan menentukan beberapa nilai seperti laju emisi, kecepatan angin, stabilitas atmosfer, koefisien dispersi, tinggi kepulan asap serta tinggi efektif cerobong. Data yang digunakan untuk menghitung konsentrasi CO<sub>2</sub> dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Data-Data Perhitungan Konsentrasi CO<sub>2</sub>**

| Bln  | c | FE  | A      | Ze  | vs     | d    | Ts(°K) | U10    | To     | P (mb) |
|------|---|-----|--------|-----|--------|------|--------|--------|--------|--------|
|      |   |     | kg/day | (m) | (km/s) | (m)  |        | km/jam | (°K)   |        |
| Juli | 1 | 157 | 29788  | 5   | 77,04  | 0,53 | 350,25 | 6,12   | 300,25 | 1012,1 |
|      | 2 | 157 | 80     | 5   | 45,14  | 0,37 | 397,87 | 6,12   | 300,25 | 1012,1 |
|      | 3 | 157 | 100    | 5   | 45,94  | 0,37 | 394,15 | 6,12   | 300,25 | 1012,1 |
|      | 1 | 157 | 23299  | 5   | 77,04  | 0,53 | 350,25 | 5,796  | 299,95 | 1008,3 |

|     |   |     |       |   |       |      |        |       |        |        |
|-----|---|-----|-------|---|-------|------|--------|-------|--------|--------|
| Agu | 2 | 157 | 1920  | 5 | 45,14 | 0,37 | 397,87 | 5,796 | 299,95 | 1008,3 |
|     | 3 | 157 | 100   | 5 | 45,94 | 0,37 | 394,15 | 5,796 | 299,25 | 1008,3 |
| Sep | 1 | 157 | 28187 | 5 | 77,04 | 0,53 | 350,25 | 6,084 | 300,14 | 1011,5 |
|     | 2 | 157 | 320   | 5 | 45,14 | 0,37 | 397,87 | 6,084 | 300,14 | 1011,5 |
| Okt | 3 | 157 | 60    | 5 | 45,94 | 0,37 | 394,15 | 6,084 | 300,14 | 1011,5 |
|     | 1 | 157 | 30362 | 5 | 77,04 | 0,53 | 350,25 | 6,48  | 305,27 | 1019,3 |
| Nov | 2 | 157 | 1400  | 5 | 45,14 | 0,37 | 397,87 | 6,48  | 305,27 | 1019,3 |
|     | 3 | 157 | 1000  | 5 | 45,94 | 0,37 | 394,15 | 6,48  | 305,27 | 1019,3 |
| Des | 1 | 157 | 26835 | 5 | 77,04 | 0,53 | 350,25 | 6,012 | 299,87 | 1010,4 |
|     | 2 | 157 | 980   | 5 | 45,14 | 0,37 | 397,87 | 6,012 | 299,87 | 1010,4 |
|     | 3 | 157 | 360   | 5 | 45,94 | 0,37 | 394,15 | 6,012 | 299,87 | 1010,4 |
|     | 1 | 157 | 21160 | 5 | 77,04 | 0,53 | 350,25 | 5,616 | 299,8  | 1007,1 |
|     | 2 | 157 | 1120  | 5 | 45,14 | 0,37 | 397,87 | 5,616 | 299,8  | 1007,1 |
|     | 3 | 157 | 220   | 5 | 45,94 | 0,37 | 394,15 | 5,616 | 299,8  | 1007,1 |

- Keterangan :
- c = Cerobong
  - FE = Faktor Emisi
  - A = Jumlah Bahan Bakar
  - P = Tekanan Udara
  - d = Diameter Cerobong
  - Ts = Temperatur Cerobong
  - To = Temperatur Udara
  - Vs = Kecepatan Alir Gas
  - Zo = Ketinggian Cerobong
  - U10 = Kecepatan Angin Pada Ketinggian Standar 10 m (BMKG)

### 3.2 Laju Emisi CO<sub>2</sub>

Bahan bakar yang digunakan oleh PT. Hervenia Kampar Lestari adalah bahan bakar solar. Pengambilan data laju emisi dilakukan pada bulan Juli-Desember tahun 2020. Data yang dibutuhkan untuk menghitung laju emisi yaitu data faktor emisi bahan bakar yang digunakan dan jumlah bahan bakar yang digunakan perhari. Laju emisi yang dihasilkan PT. Hervenia Kampar Lestari dapat dilihat pada Tabel 2. Laju emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan pabrik karet menunjukkan bahwa jumlah bahan bakarnya dari bulan Juli - Desember paling banyak digunakan untuk cerobong 1. Penggunaan bahan bakar terbanyak di cerobong 1 menyebabkan laju emisi tertinggi di cerobong 1. Penyebab cerobong 1 menghasilkan laju emisi tertinggi karena sering digunakan dalam proses pengeringan remahan karet. Laju emisi dari bulan Juli-Desember rata-rata tertinggi terdapat pada bulan Oktober sebesar 4.531,3144 (kg/jam) dan terendah pada bulan Desember sebesar 3.111,9853 (kg/jam).

**Tabel .2 Laju Emisi CO2**

| Bulan | Cerobong | Q (kg/jam) | Rata-rata Q |
|-------|----------|------------|-------------|
| Juli  | 1        | 12360,1292 | 4144,7706   |
|       | 2        | 32,675625  |             |
|       | 3        | 41,506875  |             |
| Agus  | 1        | 9667,56938 | 3501,9144   |
|       | 2        | 796,667063 |             |
|       | 3        | 41,506875  |             |
| Sep   | 1        | 11695,7543 | 3951,1013   |
|       | 2        | 132,733688 |             |
|       | 3        | 24,8158125 |             |
| Okto  | 1        | 12598,2197 | 4531,3144   |
|       | 2        | 580,831313 |             |
|       | 3        | 414,892125 |             |
| Nov   | 1        | 11134,7933 | 3896,9068   |
|       | 2        | 406,59075  |             |
|       | 3        | 149,59075  |             |
| Des   | 1        | 8780,02875 | 3111,9853   |
|       | 2        | 464,700375 |             |
|       | 3        | 91,2268125 |             |

Keterangan : Q = Laju Emisi (Kg/Jam)

### 3.3 Kelas Stabilitas Atmosfer

Stabilitas atmosfer digunakan untuk mengklasifikasi kemampuan atmosfer untuk mengencerkan dan mencerna udara. Stabilitas atmosfer menunjukkan tingkat turbulensi udara di arah vertikal. Keadaan udara menjadi tidak stabil ketika terdapat pencampuran vertikal. Kelas stabilitas atmosfer menurut Pasquill Gifford dibagi dalam enam kelas, yaitu kelas A sampai kelas F. Kelas A ditunjukkan untuk kondisi udara yang paling tidak stabil, kelas B tidak stabil, kelas C sedikit tidak stabil, kelas D netral, kelas E agak sedikit stabil dan kelas F stabil. Data yang digunakan untuk menentukan kelas stabilitas atmosfer yaitu data kecepatan angin pada ketinggian 10 m, jumlah hari perbulan, jumlah hari hujan perbulan dan jumlah hari cerah perbulan. Hasil kelas stabilitas atmosfer pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan tabel 3 dapat disimpulkan bahwa pada bulan Juli-Desember kecepatan angin pada ketinggian 10 m sebesar 60%, termasuk dalam kategori intensitas matahari kuat dengan kelas stabilitas atmosfernya A. Bulan November dan Desember nilai hari cerah kurang lebih sama dengan hari hujan pada nilai persentasenya 30%-60% termasuk kategori intensitas matahari sedang, maka kelas stabilitas atmosfernya adalah A karena nilai persentase hari cerah mendekati nilai 60% dalam kategori intensitas matahari kuat.

**Tabel 3. Kelas Stabilitas Atmosfer**

| Bulan     | PHH (%) | PHC (%) | Intensitas | S   |
|-----------|---------|---------|------------|-----|
| Juli      | 6,45    | 93,55   | Kuat       | A   |
| Agustus   | 9,68    | 90,32   | Kuat       | A   |
| September | 30,00   | 70,00   | Kuat       | A   |
| Oktober   | 22,58   | 77,42   | Kuat       | A   |
| November  | 46,67   | 53,33   | Sedang     | A-B |
| Desember  | 41,94   | 58,06   | Sedang     | A-B |

Keterangan : PHH = Persentasi Hari Hujan  
 PHC = Persentasi Hari Cerah  
 S = Kelas Stabilitas Atmosfer Siang Hari

### 3.4 Arah dan Kecepatan Angin

Arah angin pada penelitian ini di dapat dari BMKG Stasiun Klimatologi Kampar. Data yang dibutuhkan adalah data kecepatan angin pada ketinggian 10 m, ketinggian cerobong dan ketinggian alat ukur anemometer. Hasil perhitungan kecepatan angin dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan Tabel 4, menunjukkan bahwa kecepatan angin di ketinggian standar (BMKG) sebesar 10 meter pada bulan Juli dan Agustus adalah 5,830 km/jam dan 5,521 km/jam serta arah angin bertiup sama ke arah Selatan (S). Kecepatan angin bulan September sebesar dan 5,796 km/jam pada arah angin bertiup ke arah Tenggara (TG). Bulan Oktober didapatkan kecepatan angin pada ketinggian cerobong sebesar 6,173 km/jam arah angin bertiup ke arah Timur Laut (TL). Kecepatan angin pada ketinggian cerobong bulan November sebesar 5,727 km/jam dan arah angin bertiup ke arah Barat Laut (BL). Bulan Desember Kecepatan angin pada ketinggian cerobong sebesar 5,350 km/jam serta arah angin bertiup ke arah Utara (U).

**Tabel 4. Arah dan Kecepatan Angin**

| Bulan     | p    | u (km/jam) | Arah Angin |
|-----------|------|------------|------------|
| Juli      | 0,07 | 5,830      | S          |
| Agustus   | 0,07 | 5,521      | S          |
| September | 0,07 | 5,796      | TG         |
| Oktober   | 0,07 | 6,173      | TL         |
| November  | 0,07 | 5,727      | BL         |
| Desember  | 0,07 | 5,350      | U          |

Keterangan : p = Konstanta Berdasarkan Stabilitas Atmosfer Siang Hari  
 u = Kecepatan Angin Pada Ketinggian Cerobong

### 3.5 Koefisien Dispersi

Koefisien dispersi horizontal ( $\sigma_y$ ) dan vertikal ( $\sigma_z$ ) merupakan parameter dispersi polutan yang berupa koefisien fungsi jarak dari sumber pencemar pada arah angin dominan terhadap kelas stabilitas atmosfer. Koefisien dispersi horizontal ( $\sigma_y$ ) merupakan parameter dispersi polutan untuk jarak



jatuhnya asap terhadap sumbu x. Koefisien dispersi vertikal ( $\sigma_z$ ) merupakan parameter dispersi polutan untuk jarak melebarnya asap terhadap sumbu y.

Koefisien dispersi menggunakan data intensitas matahari dan kelas stabilitas atmosfer. Bulan Juli-Desember kelas stabilitas atmosfer nya sama, dengan intensitas sinar matahari nya kuat dan kelas stabilitas nya A. Hasil yang didapatkan bahwa semakin jauh koefisien dispersi horizontal ( $\sigma_y$ ) dan koefisien vertikal ( $\sigma_z$ ), maka semakin besar koefisien dispersinya.

### 3.6 Tinggi Kepulan Asap dan Tinggi Efektif Cerobong

Tinggi kepuluan asap dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.3. Data yang dibutuhkan adalah kecepatan alir gas, diameter cerobong dan kecepatan angin pada dicerobong, temperatur cerobong, temperatur udara dan tekanan udara. Tinggi efektif cerobong dihitung menggunakan Persamaan 2.4. Data yang dibutuhkan adalah data tinggi kepuluan asap dan tinggi cerobong. Hasil perhitungan tinggi kepuluan asap dan tinggi efektif cerobong dapat dilihat pada Tabel 5. Tabel.5 menjelaskan bahwa pada bulan Juli-Desember nilai tinggi kepuluan asap tertinggi terdapat pada cerobong 1 bulan Desember sebesar  $13.10^{-6}$  km dan terendah terdapat pada cerobong 2 bulan Oktober sebesar  $5.10^{-6}$  km. Tinggi kepuluan akan menurun dengan naiknya kecepatan angin, dengan kata lain tinggi kepuluan asap ( $\Delta h$ ) berbanding terbalik dengan kecepatan angin. Tinggi kepuluan asap tertinggi dicerobong 1 karena penggunaan untuk pengeringan (dryer) pada produksi karet sering dipakai dari pada cerobong yang lain. Nilai tinggi efektif cerobong dari bulan Juli-Desember tertinggi pada cerobong 1 bulan Desember 0,005013 km dan terendah terdapat pada cerobong 2 bulan Oktober sebesar 0,005005 km.

**Tabel 5. Tinggi Kepulan Asap dan Tinggi Efektif Cerobong**

| Bulan     | Cerobong | $\Delta h$ (km) | H (km)   |
|-----------|----------|-----------------|----------|
| Juli      | 1        | $12.10^{-6}$    | 0,005012 |
|           | 2        | $5.10^{-6}$     | 0,005005 |
|           | 3        | $5.10^{-6}$     | 0,005005 |
| Agustus   | 1        | $13.10^{-6}$    | 0,005013 |
|           | 2        | $5.10^{-6}$     | 0,005005 |
|           | 3        | $5.10^{-6}$     | 0,005005 |
| September | 1        | $12.10^{-6}$    | 0,005012 |
|           | 2        | $5.10^{-6}$     | 0,005005 |
|           | 3        | $5.10^{-6}$     | 0,005005 |
| Oktober   | 1        | $11.10^{-6}$    | 0,005011 |
|           | 2        | $5.10^{-6}$     | 0,005005 |
|           | 3        | $5.10^{-6}$     | 0,005005 |

|          |   |                    |          |
|----------|---|--------------------|----------|
| November | 1 | $12 \cdot 10^{-6}$ | 0,005012 |
|          | 2 | $5 \cdot 10^{-6}$  | 0,005005 |
|          | 3 | $5 \cdot 10^{-6}$  | 0,005005 |
| Desember | 1 | $13 \cdot 10^{-6}$ | 0,005013 |
|          | 2 | $5 \cdot 10^{-6}$  | 0,005005 |
|          | 3 | $6 \cdot 10^{-6}$  | 0,005006 |

Keterangan :  $\Delta h$  = Tinggi Kepulan Asap  
H = Tinggi Efektif Cerobong

### 3.7 Perhitungan Konsentrasi CO<sub>2</sub> Model *Dispersi Gaussian*

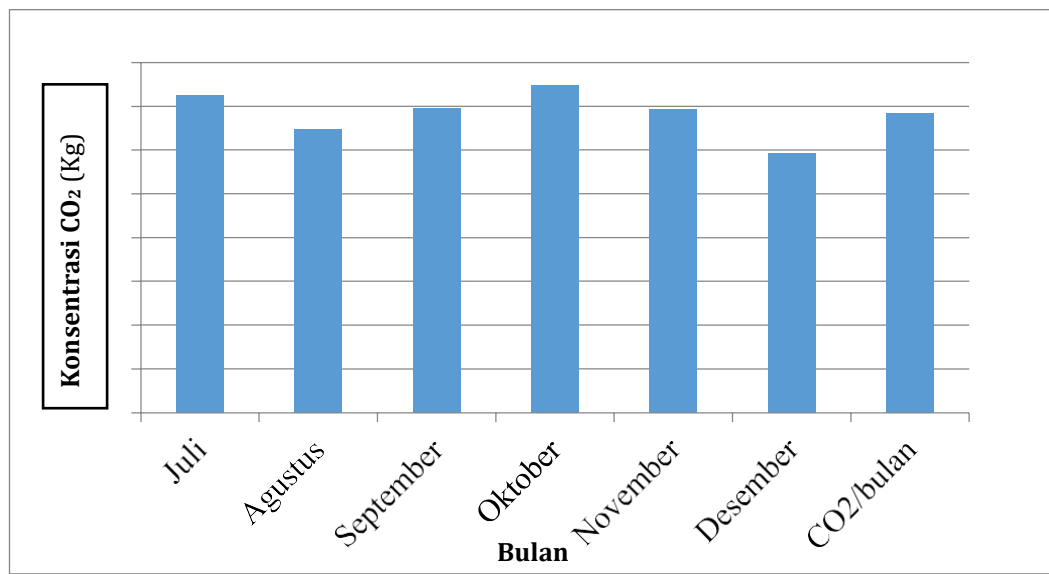
Konsentrasi CO<sub>2</sub> yang dihitung menggunakan model dispersi gaussian pada Persamaan 2.5. Data yang dibutuhkan yaitu data laju emisi, kecepatan angin, stabilitas atmosfer, koefisien dispersi, tinggi kepulan asap serta tinggi efektif cerobong. Konsentrasi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh PT. HKL selama 6 bulan dapat dilihat pada Gambar 1. Nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> pada Gambar 1 nilai tertinggi dihasilkan pada bulan Oktober sebesar 9,267 kg CO<sub>2</sub>/bulan dan terendah pada bulan Desember sebesar 7,343 kg CO<sub>2</sub>/bulan. Jumlah bahan bakar yang digunakan berbanding lurus dengan sejalan nilai Konsentrasi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan, dimana semakin besar bahan bakar yang digunakan maka konsentrasi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan semakin besar. Konsentrasi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari bulan Juli-Desember rata-rata perbulan sebesar 13,671 kg CO<sub>2</sub>/bulan dan nilai pertahun yang dihasilkan sebesar 0,013 kg CO<sub>2</sub>/tahun atau 0,164 ton CO<sub>2</sub>/tahun.

Penelitian selama 6 bulan data yang diolah dari bulan Juli-Oktober tahun 2020 intensitas matahari kuat dengan kecepatan angina <2 m/s, sehingga stabilitas atmosfer adalah A (udara paling tidak stabil). Intensitas matahari pada bulan November-Desember tahun 2020 pada rentang sedang, sehingga stabilitas atmosfernya adalah A-B (udara tidak stabil). Penelitian selama 6 bulan ini stabilitas atmosfernya pada posisi tidak stabil sehingga nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> meningkat, semakin stabil stabilitas atmosfer maka semakin kecil nilai konsentrasi CO<sub>2</sub>. Gambar 2 menunjukkan nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> pada bulan Oktober yang dihasilkan PT. HKL berdasarkan jarak dari 0-1 km pada cerobong 1, 2 dan 3. Nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> tertinggi di jarak 0,015 km, dengan nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> pada cerobong 1 sebesar 13,870 kg CO<sub>2</sub>/bulan, cerobong 2 sebesar 0,640 kg CO<sub>2</sub>/bulan, cerobong 3 sebesar 0,460 kg CO<sub>2</sub>/bulan. Hasil penelitian didapatkan bahwa konsentrasi CO<sub>2</sub> tertinggi mendekati titik cerobong karena cerobong yang digunakan tidak tinggi sebesar 0,005 km. Tinggi cerobong yang digunakan semakin tinggi maka polutan akan disebarkan semakin kecil dan semakin jauh, maka pembuatan tinggi cerobong pabrik sangat dianjurkan dibuat tinggi (Abidin, 2019). Penyebaran dispersi konsentrasi CO<sub>2</sub> pada bulan Oktober mulai mendekati nilai 0 (menurun) di jarak 1 km CO<sub>2</sub> pada cerobong 1 sebesar 0,0072 kg CO<sub>2</sub>/bulan, cerobong 2 sebesar 0,0003 kg CO<sub>2</sub>/bulan, cerobong 3 sebesar 0,0002 kg CO<sub>2</sub>/bulan dari sumber pencemar.

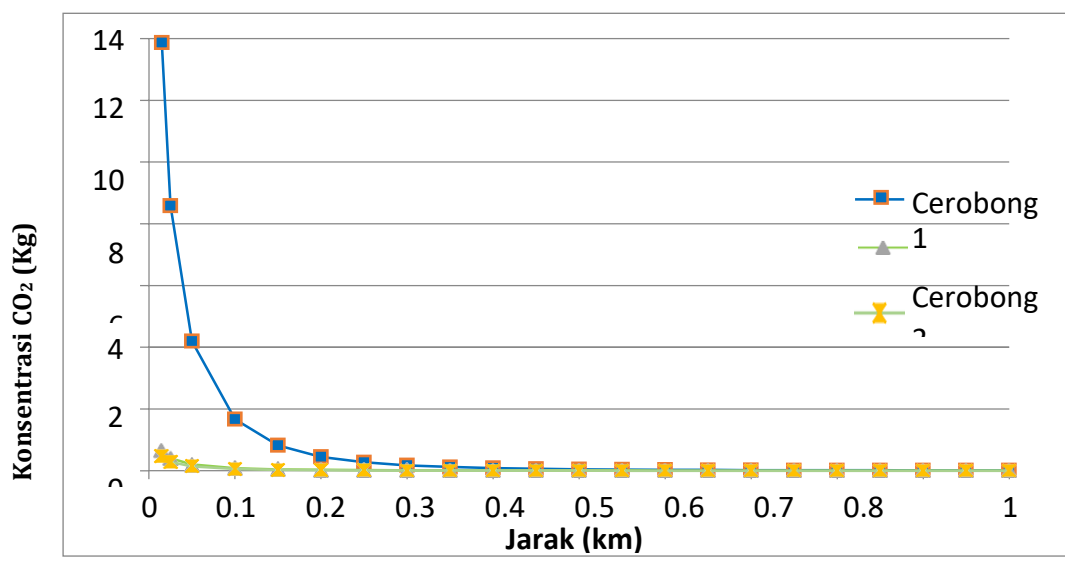
Received: November 2021, Accepted : November 2021 - Jurnal Photon Vol.12 No.1

DOI : <https://doi.org/10.37859/jp.v12i1.3350>

PHOTON is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



Gambar 1. Grafik Konsentrasi CO<sub>2</sub> Bulan Juli-Desember



Gambar 2. Grafik Konsentrasi CO<sub>2</sub> Pada Bulan Oktober dengan Jarak 0-1 km

#### 4. Conclusion

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapat kesimpulan yaitu Matlab yang digunakan pada penelitian ini dapat menghitung konsentrasi CO<sub>2</sub>. Nilai kesalahan (error) perhitungan Matlab dengan perhitungan excel adalah dibawah 1% dengan nilai error konsentrasi CO<sub>2</sub> sebesar 0,0005 %. konsentrasi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan PT. Hervenia Kampar Lestari tertinggi jarak 0,015 km dengan nilai rata-rata dari bulan Juli-Desember sebesar 13,671 kg CO<sub>2</sub>/bulan dan nilai pertahun yang dihasilkan sebesar 0,1644 ton CO<sub>2</sub>/tahun.

Received: November 2021, Accepted : November 2021 - Jurnal Photon Vol.12 No.1

DOI : <https://doi.org/10.37859/jp.v12i1.3350>

PHOTON is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

## References

- Aslim, M. A. F. I. (2019). Pemodelan Sebaran Polutan Udara Akibat Aktivitas Pltd Tello Kota Makassar Menggunakan Model Dispersi Gauss. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, 15(1), 36-44.  
<https://doi.org/10.35580/jspf.v15i1.9473>
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2021). Statistik perkebunan unggulan nasional. *Sekretariat Dirjend Perkebunan Kementerian Pertanian*, 1056 pp.
- Hasibuan, F., Warsito, & Suciwati, S. W. (2015). Simulasi Model Dispersi Polutan Gas dan Partikulat Molekul Pada Pabrik Semen Dengan Menggunakan Software Matlab 7.12. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 03(02), 142-150.
- Kampar, B. P. S. K. (2020). *Kabupaten Kampar Dalam Angka Tahun 2020* (B. K. Kampar (ed.)). BPS Kabupaten Kampar.
- Kartika, U. D., Nugraha, W. D., Hadiwidodo, M., Studi, P., Lingkungan, T., Teknik, F., & Diponegoro, U. (2017). Analisis Emisi Gas Rumah Kaca Produksi Karet dengan Metode LCA (Life Cycle Assessment) dan Perhitungan penyerapan Karbon PT. Perkebunan Nusantara IX Ngobo. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(3), 1-10.
- Labiba, D., & Pradoto, W. (2018). Sebaran Emisi Co2 Dan Implikasinya Terhadap Penataan Ruang Area Industri Di Kabupaten Kendal. *Jurnal Pengembangan Kota*, 6(2), 164.  
<https://doi.org/10.14710/jpk.6.2.164-173>
- Marzuki, I., Mohamad, E., Gorontalo, U. N., Sugiyanto, G., Soedirman, U. J., & Ghazali, M. (2021). *Pengetahuan Lingkungan* (Issue December).
- Menteri LHK. (2017). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.73/Menlhk/Setjen/Kum.1/12/2017 Tentang Pedoman Penyelenggaraan Dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional*. 1-250.
- Metz, B., Meyer, L., & Bosch, P. (2007). Climate change 2007 mitigation of climate change. In *Climate Change 2007 Mitigation of Climate Change* (Vol. 9780521880114).  
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511546013>
- Nugroho, P. A., Penelitian, P., Penelitian, K.-B., Putih, S., Putih, S., Deli, G., & Po, S. (2016). *Abstrak*. 35(2), 157-166.
- Wayan. (2013). Pengantar Meteorologi. *Program Studi Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mataram*, 102-120.