

RANCANG BANGUN SISTEM PERHITUNGAN KONSENTRASI EMISI BERBASIS GUI MATLAB

Yulia Fitri*, Rahma Yulis, Shabri Putra Wirman, Ayu Risti Candini, Piza

*Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Muhammadiyah Riau, Jl. Tuanku Tambusai Kota
Pekanbaru 28294 telp. (0761) 839577*

** email: yuliafitri@umri.ac.id*

ABSTRAK

Pada penelitian ini telah dilakukan perancangan sistem perhitungan konsentrasi emisi yang berasal dari sumber titik (*single point sources*) dengan metode Gaussian. Sistem dibangun dengan tampilan sederhana dan praktis berbasis GUI MATLAB. Data cerobong dan data meteorologi digunakan sebagai input, metode gaussian untuk menghitung nilai konsentrasi emisi dan output dari sistem yang dirancang ini adalah nilai konsentrasi emisi. Data yang digunakan untuk implementasi sistem perhitungan konsentrasi emisi yang dirancang adalah data dari Pabrik Karet PT. Hervenia Kampar Lestari. Hasil implementasi diperoleh bahwa emisi CO₂ tertinggi berada jarak 0.015 Km dari cerobong asap dan pada jarak 1 km konsentrasi CO₂ cenderung menurun mendekati nol. Sistem Perhitungan Konsentrasi Emisi yang dirancang pada penelitian ini dapat digunakan untuk menghitung konsentrasi emisi. Hal ini ditunjukkan oleh hasil perhitungan konsentrasi emisi yang sama dengan menggunakan *Ms. Excell*.

Kata kunci: emisi, GUI, Gaussian

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki jumlah lahan perkebunan sebesar 570 ribu km². Provinsi Riau merupakan provinsi yang memiliki lahan perkebunan terluas keempat di Indonesia yaitu mencapai 2,4 juta hektar terdiri dari perkebunan kelapa sawit, kelapa, karet, kopi, kakao dan lain-lainnya pada tahun 2018 (Pansus LKPj DPRD Riau, 2019). Perkebunan karet merupakan salah satu perkebunan terbesar di Riau dimana pengelolaannya dilakukan dalam skala besar dengan sistem teknologi modern. Perkebunan karet di provinsi Riau sudah membudaya dalam kehidupan masyarakat sehari-hari.

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. (BPS Kabupaten Kampar, 2015). 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.

Bahan bakar PT. Hervenia Kampar Lestari menggunakan minyak solar untuk genset dan *dryer* serta menggunakan cangkang untuk *Thermal Oil Heat* (TOH). Bahan bakar yang menggunakan bahan bakar fosil yang menghasilkan gas buang. Unsur polutan dihasilkan seperti kabut asam, oksida nitrogen, karbondioksida (CO₂), partikel padat hidrogen sulfida (H₂S) dan lain-lain. Karbondioksida (CO₂) memberikan kontribusi terbesar dari pengolahan karet terhadap pemanasan global yaitu lebih dari 75 % komposisi Gas Rumah Kaca (GRK) di atmosfer.

Setiap perusahaan harus mempunyai berkomitmen meminimalkan dampak lingkungan, termasuk emisi karbon dari operasional perusahaan demi kelestarian alam dan keberlanjutan bumi. Operasional perusahaan berwawasan lingkungan dapat terwujud dengan salah satunya melakukan pemantauan kualitas udara pada cerobong dari sumber emisi pembakaran. Pemantauan tersebut dilakukan berkala sesuai Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup 13/2009 tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Minyak dan Gas Bumi. Upaya pengurangan emisi tersebut mengacu pada Kebijakan Keselamatan dan Kesehatan Kerja,

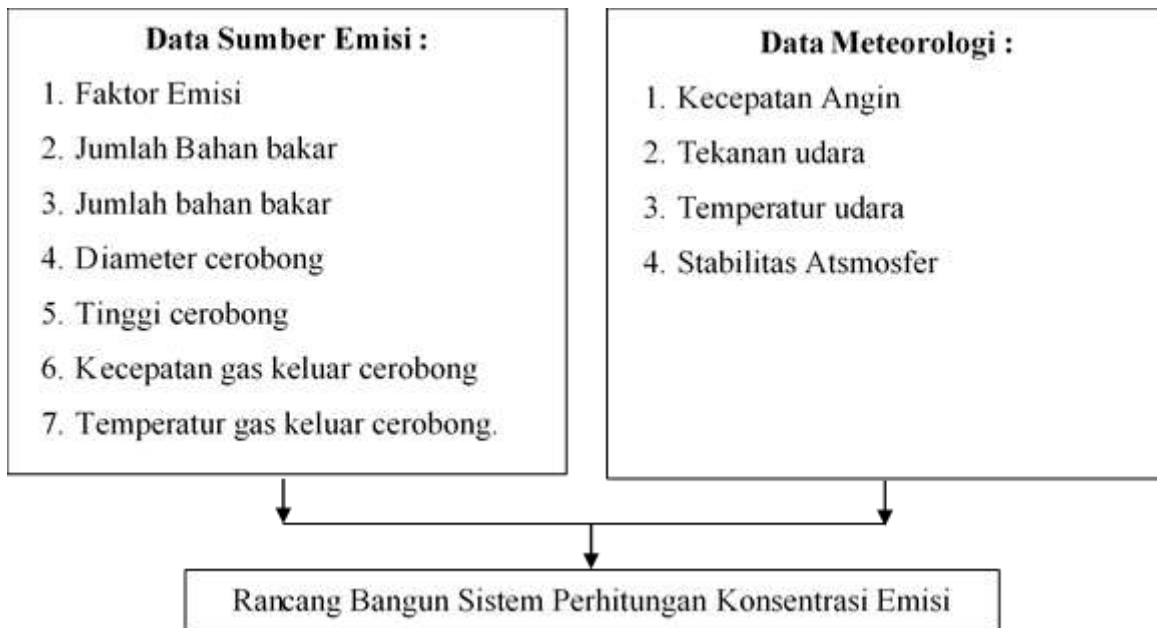
Perhitungan konsentrasi dan serapan CO₂ yang dapat diserap pada luas tanaman karet telah dilakukan oleh Kartika pada tahun 2017 menggunakan metode *Life Cycle Assessment* (LCA) berdasarkan ISO 14040 dan penyerapan karbon dengan olah Citra Landsat 8.0 dibantu oleh *software Arc Map 10.4* dan *ENVI 4.5*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai potensi penyerapan karbon di PT. Perkebunan Nusantara IX Ngobo lebih besar dari pada nilai potensi emisinya.

Semakin berkembangnya sektor-sektor yang menimbulkan pencemaran udara akan membuat peningkatan kadar polutan di udara tetapi kita tidak akan tahu berapa konsentrasi polutan di masa datang. Oleh karena itu dibutuhkan suatu model sebaran pencemaran udara yang membantu kita untuk mengetahui bagaimana perilaku polutan-polutan udara di lingkungan. Menurut Hasibuan and Suciwati (2015), Model Dispersi Gauss merupakan salah satu model perhitungan yang banyak digunakan untuk mensimulasikan pengaruh emisi terhadap kualitas udara.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dalam penelitian ini akan di rancang bangun sistem perhitungan konsentrasi emisi. *Tools* dirancang untuk memantu perusahaan untuk memantau konsentrasi emisi yang dihasilkan cerobong dari proses pembakaran atau produksi. Metode yang digunakan untuk menghitung konsentrasi emisi adalah metode Gaussian yang ditampilkan dalam GUI (*Graphical Using Interface*).

METODE PENELITIAN

Rancang bangun sistem perhitungan konsentrasi emisi menggunakan model dispersi *Gaussian* dengan *single point source*. Data yang digunakan untuk perhitungan konsentrasi emisi ini adalah data meteorologi dan data sumber emisi. Diagram alir penelitian ini dapat di lihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

1. Perhitungan Laju Emisi

Perumusan emisi GRK dengan menggunakan faktor emisi dalam IPCC Guidelines (2006) sebagai berikut: yaitu dengan mengalikan Faktor Emisi (*FE*) dengan jumlah bahan bakar yang digunakan oleh suatu kegiatan (*A*).

$$Q = FE \times A \dots\dots\dots(1)$$

Dimana *Q* adalah Laju emisi, *FE* adalah Faktor emisi dan *A* adalah Jumlah bahan bakar yang digunakan dalam suatu kegiatan (TJ/th).

2. 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:

$$u = u_1 \left(\frac{z_e}{z} \right)^p \dots\dots\dots(2)$$

Dimana u adalah Kecepatan angin pada ketinggian cerobong (m/s) u_1 adalah Kecepatan angin yang diukur dengan anemometer (m/s), z_e adalah Ketinggian cerobong (m), z adalah Tinggi lokasi kecepatan angin dari permukaan tanah (m). p adalah konstanta kekasaran permukaan lahan sesuai dengan kondisi tata guna lahan suatu wilayah pada ketinggian 10 meter (untuk daerah pedesaan konstanta 0,07 digunakan pada kelas A dan B, 0,10 untuk kelas C, 0,15 untuk kelas D, dan 0,35 untuk kelas E dan F), dan z_e adalah tinggi cerobong di permukaan tanah.

3. Stabilitas Atmosfer

Stabilitas atmosfer menurut Pasquill Gifford digolongkan ke dalam enam kelas, yaitu kelas A sampai kelas F. Kelas A ditujukan 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 (Koehn, 2013). Kelas stabilitas atmosfer di siang hari lebih ditentukan oleh kecepatan angin dan tingkat radiasi sinar matahari (*insolation*). Intensitas matahari terdapat tiga kategori yaitu jika jumlah hari cerahnya > 60% dikategorikan intensitas matahari kuat, 30% - 60% dikategorikan intensitas matahari sedang dan < 30% dikategorikan intensitas matahari lemah. Sedangkan kelas stabilitas atmosfer di malam hari lebih ditentukan oleh kecepatan angin dan tutupan awan (*cloudiness*) terdapat pada Tabel.1 berikut :

Tabel 1. Klasifikasi Stabilitas Atmosfer

Kecepatan Angin (m/detik)	Klasifikasi Stabilitas Atmosfer				
	Siang Intensitas Sinar Matahari (<i>Insolation</i>)			Malam Tutupan Awan	
	Kuat	Sedang	Lemah	$\geq 4/8$ berawan	$\leq 3/8$ cerah
< 2	A	A-B	B	F	F
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

4. Koefisien Dispersi

Koefisien dispersi horizontal (σ_y) dan vertikal (σ_z) merupakan parameter dispersi polutan, yang berupa koefisien fungsi jarak dari sumber pencemar pada arah angin dominan terhadap berbagai kelas stabilitas atmosfer. Perhitungan dispersi horizontal dan vertikal harus disesuaikan dengan kondisi yang ada di lapangan, yaitu harus disesuaikan dengan kecepatan angin dan kestabilan atmosfer. Menurut Fasquill-Gifford, tetapan horizontal dinyatakan dengan

$$\sigma_y = ax^{0.894} \dots\dots\dots(3)$$

dan tetapan dispersi vertikal dinyatakan dengan

$$\sigma_z = cx^d + f \dots\dots\dots(4)$$

Koefisien dispersi tersebut secara empiris telah diperkenalkan oleh Pasquill-Gifford. Nilai *a*, *c*, *d*, dan *f* tergantung pada kestabilan atmosfer yang angka-angkanya sesuai dengan Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Tetapan a, b, c, d dan f

Kestabilan	a	x ≤ 1 km			x ≥ 1 km		
		c	d	f	c	d	f
A	213	440,8	1,941	9,27	459,7	2,094	-9,6
B	156	106,6	1,149	3,3	108,2	1,098	2,0
C	104	61,0	0,911	0	61,0	0,911	0
D	68	33,2	0,725	-1,7	44,5	0,516	-13,0
E	50,5	22,8	0,678	-1,3	55,4	0,305	-34,0
F	34	14,35	0,740	-0,35	62,6	0,180	-48,8

5. Perhitungan Tinggi Efektif Cerobong

Emisi polutan dari cerobong bersifat kontiniu yaitu asap keluar secara terus menerus. Kecepatan lepasan emisi menunjukkan cepat atau lambatnya asap keluar dari cerobong. Kecepatan keluarnya asap berpengaruh terhadap tinggi kepulan asap 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 :

$$\Delta h = \frac{vs.d}{u} \left(1,5 + 2,68 \cdot 10^{-3} \cdot P \left(\frac{Ts-To}{Ts} \right) d \right) \dots\dots\dots(5)$$

Dimana Δh adalah Tinggi kepulan asap (m), *vs* adalah Kecepatan gas keluar cerobong (m/s), *d* adalah Diameter cerobong (m), *u* adalah Kecepatan angin di cerobong (m/s), *P* adalah Tekanan atmosfer (kPa), *Ts* adalah Temperatur gas keluar cerobong (⁰K).

Persamaan yang digunakan untuk menghitung kenaikan kepulan didasarkan pada pendekatan semi empiris, persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut (Wayan, 2013) :

$$H = \Delta h + h \dots\dots\dots(6)$$

Dimana H adalah Ketinggian efektif cerobong (m), Δh adalahTinggi kepulan asap (m), *h* adalahTinggi cerobong (m).

6. Perhitungan Konsentrasi Emisi Model Dispersi Gaussian

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 :

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

.....(7)

Dimana $C(x, y, z; H)$ adalah Konsentrasi parameter kualitas udara (g/m^3), Q adalah Laju emisi ($\mu\text{/s}$), σ_y dan σ_z adalah Koefisien *dispersi gauss* (m), u adalah Kecepatan angin di cerobong (m/s), z adalah Ketinggian reseptor (m)

PEMBAHASAN

Sistem perhitungan konsentrasi emisi dirancang menggunakan GUI MATLAB. Konsentrasi emisi dihitung dengan model dispersi *Gaussian* untuk *single point source*. Hasil rancang bangun sistem perhitungan konsentrasi emisi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sistem Perhitungan Konsentrasi Emisi

Variabel masukan pada rancang bangun sistem perhitungan konsentrasi emisi ini adalah data sumber emisi dan data meteorologi. Data sumber emisi terdiri dari nilai factor emisi dari bahan bakar, jumlah bahan bakar yang digunakan, tinggi cerobong, diameter cerobong, kecepatan gas yang keluar dari cerobong dan temperatur gas yang keluar dari cerobong. Data BMKG terdiri dari data kecepatan angin, jarak konsentrasi yang akan dihitung, temperatur udara, tekanan udara dan stabilitas atmosfer. Selain menghitung konsentrasi emisi, sistem yang dibangun ini juga dapat menampilkan grafik hasil perhitungan konsentrasi emisi dan data dapat disimpan dalam *microsoft excel*.

Implementasi sistem perhitungan konsentrasi emisi yang telah dibangun menggunakan data sumber emisi dari Pabrik Karet PT. Hervenia Kampar Lestari (HKL) dan data meteorologi diperoleh dari Stasiun Klimatologi Kampar. PT. Hervenia Kampar Lestari

(HKL) menggunakan bahan bakar solar untuk pengolahan karet. Konsentrasi emisi yang akan dihitung adalah emisi CO₂ pada bulan Oktober 2020. Bulan Oktober tahun 2020 intensitas matahari kuat dengan kecepatan angin <2 m/s, sehingga stabilitas atmosfer adalah A (tidak stabil). Masukan data pada sistem perhitungan konsentrasi emisi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengujian Sistem Perhitungan Konsentrasi Emisi

Hasil perhitungan konsentrasi CO₂ yang dihasilkan PT. Hervernia Kampar Lestari pada bulan Oktober 2021 menggunakan sistem perhitungan konsentrasi emisi adalah sebesar 13,8631 Kg CO₂. Untuk menguji sistem ini dapat bekerja dengan baik, maka dilakukan perhitungan konsentrasi emisi CO₂ yang dihasilkan PT. Hervernia Kampar Lestari menggunakan *Microsoft Excell*. Konsentrasi CO₂ yang diperoleh dari sistem perhitungan konsentrasi emisi sama dengan hasil perhitungan *Microsoft Excell*. Hal ini menunjukkan bahwa sistem perhitungan konsentrasi emisi model dispersi *Gaussian* yang dibangun menggunakan GUI *MATLAB* dapat digunakan untuk menghitung konsentrasi emisi.

Konsentrasi emisi CO₂ pada bulan Oktober yang dihasilkan PT. Hervernia Kampar Lestari (HKL) terhadap jarak juga ditampilkan dalam bentuk grafik pada sistem sistem perhitungan konsentrasi emisi yangh dibangun. Dari grafik dapat kita lihat bahwa konsentrasi CO₂ tertinggi dihasilkan pada jarak 0,015 Km dari cerobong. Penyebaran dispersi konsentrasi CO₂ pada bulan Oktober terus menurun seiring dengan semakin jauh jarak dari cerobong. konsentrasi CO₂ mendekati nilai 0 di jarak 1 km dengan nilai konsentrasi sebesar 0,0072 Kg CO₂.

KESIMPULAN

Sistem perhitungan konsentrasi emisi model dispersi *Gaussian* berbasis GUI MATLAB dapat digunakan menghitung konsentrasi emisi. Implementasi sistem perhitungan konsentrasi emisi yang telah dibangun menggunakan data sumber emisi dari Pabrik Karet PT. Hervenia Kampar Lestari (HKL) dan data meteorologi diperoleh dari Stasiun Klimatologi Kampar. Hasil implementasi pada sistem menghasilkan nilai konsentrasi CO₂ yang sama dengan perhitungan menggunakan *Ms. Excell*.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS Kabupaten Kampar. 2015. Luas dan Produksi Perkebunan Rakyat Komoditi Karet Menurut Kecamatan 2015. Badan Pusat Statistik Kabupaten Kampar. Kampar.
- Guidelines, Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge
- Hasibuan, F. and Suciwati, S. W. 2015. Simulasi Model Dispersi Polutan Gas dan Partikulat Molekul Pada Pabrik Semen Dengan Menggunakan. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*. Vol.03. No. 02.
- Kartika, U. D. et al. 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*. Vol. 6. No. 3.
- Koehn A.C. 2013. "Comparison of Atmospheric Stability Method for Calculating Ammonia and Methane Emission Rates with Windtrax". *American Society of Agriculture and Biological Engineer*. ISSN 2151-0032
- Pansus LKPj DPRD Riau. 2019. Luas Perkebunan Provinsi Riau 2019. URL: <https://www.goriau.com/berita/baca/capai-24-juta-hektare-dprd-riau-rekomendasikan-pembentukan-dinas-perkebunan.html>. Diakses 26 November 2019.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2009. tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Minyak dan Gas Bumi.