

PROSIDING

SEMIRATA 2017 BIDANG MIPA BKS-PTN WILAYAH BARAT

Jambi, Ratu Convention Center 12 - 14 Mei 2017

"Peran Sains, Teknologi dan Pendidikan MIPA dalam Menopang Sains Park, Teknopark, Serta Geopark Berbasis Argoindustri dan Lingkungan"



Penerbit: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) bekerja sama dengan Fakultas Sains dan Teknologi (FST) Universitas Jambi

BUKU 2

FISIKA

PROSIDING SEMIRATA 2017 BIDANG MIPA BKS-PTN WILAYAH BARAT

Editor:

Maison Feri Tiona Pasaribu Ahmad Syarkowi Evtita

Lviita

Novferma

Rosi Widia Asiani

Aulia Ul Millah

Martina Asti Rahayu

Reviewer:

Maison

Evita Anggereini

Haris Effendi

Desain Sampul:

Taufan Dyusanda Putra

ISBN: 978-602-50593-0-8

Penerbit:

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP)

bekerjasama dengan Fakultas Sains dan Teknologi (FST) Universitas Jambi

Redaksi:

Kampus Unja Mendalo

Jl. Raya Jambi – Ma. Bulian Km. 15, Mendalo Indah

Jambi

Telp./Fax: 0741 - 583453

ISBN 978-602-50593-0-8



Willy Antakusuma, Wijaya Mardiansyah , Iskhaq Iskandar	
UPAYA PENINGKATAN KOMPETENSI PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PROBLEM BASED LEARNING BERBANTUAN LKPD BERPRAKTIKUM Asrul, Yulkifli dan Ayyuda Hamida	817
APPLICATION OF FIBER OPTIC SENSOR SYSTEM FOR THE MEASUREMENT OF VIBRATION FREQUENCY ACOUSTIC Bayu Hadi Saputro , Harmadi , Wildian	829
RANCANG BANGUN PENGATURAN SUHU RUANGAN DI APLIKASIKAN PADA RUANGAN PENETAS TELUR BERBASIS MIKROKONTROLER AT89C51 Bisman Perangin-angin	836
EFEKTIVITAS MODUL PEMBELAJARAN DENGAN PENDEKATAN KONSEPTUAL INTERAKTIF BERBASIS PERALATAN BUDAYA TRADISIONAL TERHADAP PEMAHAMAN KONSEP SISWA Fakhruddin Z,, Lilia Halim	846
CHITOSAN FILM BASED SOIL MOISTURE SENSOR Tulus Ikhsan Nasution , Irwana Nainggolan , Darmansyah Dalimunthe , Muhammad Balyan, Ilham Sutra Pradana ,	857
PENYERAPAN LOGAM BERAT LIMBAH CAIR MENGGUNAKAN KARBON AKTIF BERBAHAN ARANG TEMPURUNG KELAPA MELALUI AKTIVASI GELOMBANG MIKRO Esmar Budi 1,*), Widyaningrum Indrasari 1), Galih Dwi Prasetyo 1), Nanda Triyoko 1)	863
TEKNOLOGI MONITORING GEOLISTRIK TIME-LAPSE UNTUK MEMANTAU DAERAH RAWAN LONGSOR DI KOTA PADANG Mahrizal, Ahmad Fauzi, Akmam	869
ANALISIS DAN KARAKTERISASI PADA PEMBUATAN GENTENG POLIMER BERBAHAN BAKU LIMBAH PULP DREGS SEBAGAI AGREGAT DAN RESIN EPOKSI SEBAGAI PEREKAT Kurnia Sembiring	879
STRATEGI PEMBELAJARAN FISIKA BERKARAKTER Hendar Sudrajad	886
ANALISA TINGKAT RESISTIVITAS DAN PERMEABILITAS TANAH DI KECAMATAN TAMPAN KOTA PEKANBARU Juandi Riad Syech	892
DESIGN OF LOW COST PM10 MEASUREMENT DEVICE USING DUST SENSOR GP2Y1010AU0F Rady Purbakawaca*, Kania Nur Sawitri, Muhammad Ridho, Aris Irvan, Oky Lidya Kumala, Jajang Nurjaman, Helni Kurniawati Zebua, Eka Fitriandini	900
STUDI PENDETEKSIAN SITUS PURBAKALAMENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIKDI LOBU TUA TAPANULI TENGAH Jamaludin Hasibuan1), Asdiati Berutu 1),Halimahtun Sakdiah 2), Rahmatsyah 1)	912
IDENTIFIKASI STRUKTUR BERPOTENSI LONGSOR BERDASARKAN MODEL RESISTIVITAS LISTRIK 2D	922

Bukhari1), Andi Dian Saputra1), Agus Hari Pratama1), Faisal Abdullah1), Muhammad Yanis2), Nazli Ismail1).	
ESTIMASI SUHU PLASMA YANG DIINDUKSI DENGAN SEBUAH LASER KARBON DIOKSIDA (CO2) PADA SAMPEL DALAM SILICONE GREASE DI ATAS SUBTARGET LOGAM DENGAN MENGGUNAKAN BUBUK Nasrullah Idris1, Tjoet Nia Usmawanda1, Kurnia Lahna1, Muliadi Ramli2 dan Kazuyoshi Kurihara3	934
ANALISIS SEISMIC QUIESCENCE WILAYAH SUMATERA BARAT Syafriani 1), Wela Yulianda 1) Andiyansyah Z. Sabarani 2)	946
APLIKASI TEKNIK OVERLAY UNTUK PENENTUAN POTENSI PANAS BUMI BERDASARKAN DATA GEOSAINS DAN REMOTE SENSING Muhammad Isa 1), Muhammad Syukri S 2) Muhammad Rusdi 3)	952
VARIASI TEMPERATUR, KECEPATAN ANGIN DAN TINGGI EFEKTIF PADA KAJIAN MIXING HEIGHT SW Suciyati1)	960
STUDI KESTABILAN THERMAL BERDASARKAN PERUBAHAN CARBONIL INDEX POLIMER NANOKOMPOSIT Diana Alemin Barus1, Basuki W2	968
VISUALISASI DISTRIBUSI SUHU PADA BAHAN HOMOGEN DAN MULTILAYER MENGGUNAKAN METODE BEDA HINGGA SW Suciyati, Warsito*, dan Fahad Almafakir	974
ANALISIS VS30 BERDASARKAN PENGUKURAN MIKROTREMOR, MASW DAN DATA USGS Refrizon*, Suhendra, Budi Harlianto, dan Nanang Sugianto	987
VALIDASI ANGKET KECERDASAN SPRITUAL MELALUI EXPLORATORY FACTOR ANALYSIS: PENERAPAN PRINCIPAL COMPONEN ANALYSIS Irwan Koto*, Gozi Abdul Jabbar	995
RANCANGAN SWITCHING NANO DETIK DENGAN SALURAN TUNDA INDUKTOR BERBASIS TRANSISTOR AVALANCHE Kerista Tarigan	1005
DESIGN AWAL TEORI KEMAGNETAN SOLENOIDA BERPENAMPANG SEGITIGA Haerul Pathoni	1010
PEMODELAN ARUS MUSIMAN DI PERAIRAN LEMUKUTAN KALIMANTAN BARAT Arie Antasari Kushadiwijayanto*, Apriansyah , Nora Idiawati	1016
STUDI PARAMETER BURNUP SEL BAHAN BAKAR BERBASIS URANIUM METALIK (UZr) PADA REAKTOR CEPAT BERPENDINGIN HELIUM Heffi Naini1, Fiber Monado2*, Menik Ariani2	1029
INVESTIGASI KETERAMPILAN PROSES SAINS GURU BERPRESTASI SEKOLAH DASAR DI RIAU Zulirfan1), Zanaton Haji Iksan2)	1037

VARIASI TEMPERATUR, KECEPATAN ANGIN DAN TINGGI EFEKTIF PADA KAJIAN MIXING HEIGHT

SW Suciyati¹⁾

¹⁾ Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Lampung email: sri.wahyu@fmipa.unila.c.id

Abstract

Air pollution in urban areas has increased, it was characterized by a growing number of transportations, industrials and power plants. This study has calculated exposure concentrations were received in an area within 500 m of the emission source using analytical formula Gaussian Plume. Further studies on the relationship between mixing height and dilution of air pollutants at a certain height from the surface has been done. Outcomes of the research is the effective stack height data, ambient air temperature data, and the data pollutant concentration at a height of 200 m, 300 m, 400 m and 500 m. Description of analysis shows the behavior of pollutants after coming out from the stack is able to reach the area mixing height and perfectly diluted pollutants.

Keywords: gaussian plume, mixing height, plume rise, pollutan dilution.

PENDAHULUAN

Oksigen di bumi mengambil bagian sekitar 21 % dari keseluruhan udara, cukup untuk memenuhi kebutuhan hidup organisme di bumi. Permasalahannya, tidak semua udara di bumi aman dipakai makhluk hidup untuk melakukan respirasi, terutama di wilayah industri, wilayah jalan raya (perkotaan) atau wilayah dekat tempat pembuangan sampah akhir (TPA). Di wilayah tersebut, komposisi udara mengalami perubahan dengan masuknya zat pencemar seperti gas atau partikel dengan jumlah besar dalam jangka waktu tertentu sehingga menyebabkan pencemaran udara yang merugikan lingkungan hidup. Menurut BPLH DKI Jakarta (2013) kontribusi sumber pencemaran udara di perkotaan berasal dari transportasi (60-70%), gas buang cerobong industri (10-15%) dan sisanya dari pembakaran lainnya (pembakaran sampah, kegiatan rumah tangga, dan kebakaran hutan).

Akumulasi berbagai kegiatan masyarakat di perkotaan mengakibatkan kecenderungan meningkatnya pencemaran udara di wilayah perkotaan. Kegiatan-kegiatan tersebut telah melepas emisi atau zat buangan ke atmosfer, seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), nitrogen oksida (NO_2), dan sulfur dioksida (SO_2), dan dapat mengakibatkan pemanasan global berupa peningkatan suhu rata-rata di udara, laut dan daratan bumi (Greenpeace Indonesia, 2015).

Pencemaran udara berdasarkan faktor sumbernya terbagi dua, yaitu faktor internal yang berasal dari debu, abu dan gas-gas vulkanik serta proses pembusukan sampah, serta faktor eksternal berupa hasil pembakaran bahan bakar fosil, kegiatan industri, dan pemakaian zatzat kimia yang disemprotkan ke udara (Wardhana, 2001). Faktor eksternal seringkali meresahkan karena berkaitan dengan kepentingan kemajuan teknologi dan peningkatan kemakmuran, sehingga diperlukan regulasi dan peraturan, terkait dampak yang ditimbulkan.

Sebagai contoh, limbah hasil pembakaran bahan bakar fosil pada pembangkitan energi listrik di industri umumnya dibuang melalui cerobong. Fungsi cerobong sebagai saluran buangan kegiatan industri ternyata menjadi salah satu jalan penyebaran polutan ke udara.

Paparan polutan pada suatu daerah perlu diprediksi dan sangat penting diketahui, tujuannya untuk melindungi dan menjaga keamanan, kesehatan dan kelangsungan hidup mahluk disekitarnya. Berbagai metode perhitungan prediksi konsentrasi polutan telah banyak diaplikasikan. Salah satu model pendekatan untuk memprediksi nilai penyebaran polutan yang diemisikan cerobong dengan jumlah konsentrasi tertentu adalah model analitik Gaussian Plume (Zanetti, 2000; El-Harbawi, 2013).

Model Gaussian merupakan model dispersi polutan menggunakan pendekatan matematik analitik, dimana perilaku sistem dapat dianalisis berdasarkan kontribusinya terhadap persamaan dispersi polutan. Model persamaan ini melibatkan ketinggian daerah percampuran (mixing height) selain ketinggian efektif, yaitu ketinggian area diatas permukaan bumi tempat terjadinya peristiwa dilusi polutan akibat turbulensi (Stull, 1988).

Faktor-faktor yang mempengaruhi dispersi dan dilusi asap seperti tinggi kepulan asap (*plume rise*), tinggi percampuran (*mixing height*) dan topografi wilayah terkait momentum dan buoyansi asap yang dilepaskan *stack* telah diteliti sebelumnya oleh I.R Ilaboya dkk., (2011). Model *Gaussian Plume* dipakai untuk memperoleh data konsentrasi yang selanjutnya dianalisis menggunakan analisis korelasi regresi linier. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa tinggi efektif stack agar dispersi dapat berlangsung efektif adalah sekitar 1700 m, dibawah nilai ini polutan cenderung menuju level *ground*.

Penyebaran polutan menurut penelitian Juliani dkk., (2000) dipengaruhi oleh ketinggian cerobong (stack) yang berbanding terbalik dengan penyebaran polutan, besar kecepatan angin yang memperkecil konsentrasi polutan, arah angin dominan yang menentukan daerah sebaran polutan, besar jumlah konsentrasi yang keluar dari cerobong, serta kestabilan atmosfer akan mempengaruhi pola konsentrasi polutan yang menyebar ke lingkungan.

Pengembangan model Gaussian Plume yang dilakukan Ali dkk., (2012) menunjukkan bahwa konsentrasi partikel-partikel polutan pada level permukaan tanah besarnya mendekati 90 $\mu g/m^3$, sementara untuk pola sebaran polutan, Abdel–Wahab dkk., (2012) melakukan penelitian terhadap parameter dispersi plume pada arah lateral (σ_y) dan arah vertical (σ_z) dengan kondisi tak stabil yang diterapkan pada model *Gaussian Plume* untuk sumber titik. F Ujoh dan D Kwabe, (2014) melakukan pemodelan dispersi *plume* untuk sumber titik menggunakan analisis autokorelasi spasial. Mereka menyimpulkan bahwa penggunaan model Gaussian untuk memperkirakan naiknya kepulan (*plume rise*) pada sumber titik sangatlah efektif, ditunjukkan oleh hasil analisis autokorelasi spasial pada koefisien dispersi *plume* menghasilkan suatu grafik variogram yang dapat memperkirakan nilai-nilai konsentrasi plume pada wilayah sekitar pabrik industri yaitu 1 km hingga 10 km.

Penelitian-penelitian ini secara umum telah menggambarkan potensi model *gaussian plume* dalam memprediksi dispersi dan dilusi polutan. Prediksi ini masih terbatas pada perhitungan nilai konsentrasi polutan, belum menyentuh kajian efek *mixing height* sebagai area percampuran polutan udara. Untuk itu penelitian ini mengkaji tentang pengaruh *mixing height* dalam mengurangi pencemaran udara secara alami menggunakan aplikasi program berbasis persamaan *gaussian plume*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode simulasi matematis dan analisis deskripsi terhadap data keluaran model. Untuk simulasi matematis, dipakai perangkat lunak MATLAB 7.12, data primer, data sekunder dan data penelitian sebelumnya. Tahapan penelitian yang dilakukan mencangkup pembuatan model komputasi berdasarkan persamaan distribusi *gausian plume*, penentuan input data dan analisis data.

Tahapan pertama adalah pendefinisian bentuk persamaan Gaussian Plume untuk gas dan materi partikulat sebagai berikut,

$$C_{(x,y,z,H)} = \frac{Q}{2\mu\sigma_{y}\sigma_{z}U_{z}} \exp\left[\left(\frac{-y^{2}}{2\sigma_{y}^{2}}\right)\right] \left\{ \exp\left[-\left(\frac{(z-H)^{2}}{2\sigma_{z}^{2}}\right)\right] + \exp\left[-\left(\frac{(z+H)^{2}}{2\sigma_{z}^{2}}\right)\right] \right\}$$

Selanjutnya persamaan tersebut diubah ke bentuk algoritma komputer empiris untuk dibuatkan kode sumber, dan diterjemahkan dalam bahasa pemrograman matlab. Tahapan berikutnya adalah pengaplikasian model dengan input data yang ada, kemudian menganalisis data keluaran yang berhubungan dengan kajian *mixing height*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dasar persamaan model gaussian plume adalah persamaan difusi adveksi yang diselesaikan secara analitik (Zanetti, 2000). Beberapa asumsi diambil untuk memperoleh persamaan gaussian plume, yaitu:

- 1. Aliran polutan yang keluar dari cerobong, akan naik hingga batas ketinggian setimbang.
- 2. Arah dan kecepatan angin dianggap konstan selama proses transport polutan dari sumber ke penerima.
- 3. Konsentrasi maksimum berada pada garis pusat kepulan asap.
- 4. Ketinggian garis pusat kepulan dianggap konstan.
- 5. Profil konsentrasi bentuk gaussian dianggap konsentrasi yang dirata-ratakan untuk sejumlah waktu tertentu, misalnya 10 menit atau 1 jam.
- 6. Tidak ada aliran polutan yang hilang dari kepulan, sehingga jika batas kepulan menyentuh permukaan tanah, maka dianggap semua polutan dipantulkan kembali ke atas tanah.

Pengambilan data dilakukan siang hari dengan pertimbangan bahwa pada siang hari ketinggian percampuran terbentuk hingga mencapai nilai maksimumnya sekitar 2 km. Untuk penelitian ini *mixing height* diasumsikan sekitar 200 m – 400 m yang bervariasi harian (Sumaryati, 2014). Tabel 1. Menunjukkan klasifikasi stabilitas atmosfir Pasquill yang menghubungkan stabilitas atmosfir dengan kecepatan angin pada saat siang dan malam hari (Zannety, 2000).

Tabel 1. Tabel kecepatan angin versus kondisi kestabilan atmosfir waktu siang dan malam hari.

Kec.	Siang			Ma	lam
Angin pada tinggi 10 m, (ms ⁻¹)	Strong	Mode- rate	Slight	>½ cloud	Clear to ½ cloud
< 2	A	A – B	В	-	-
2 – 3	A – B	В	С	Е	F
3 – 5	В	B-C	С	D	Е
5 – 6	С	C – D	D	D	D
>6	С	D	D	D	D

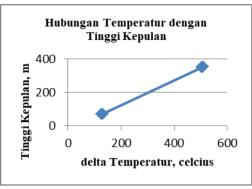
Keterangan: A (sangat tidak stabil); B (tidak stabil); C (agak tidak stabil); D (netral); E (agak stabil); F (stabil); G (sangat stabil).

Penelitian ini menggunakan nilai kecepatan angin 2 ms⁻¹ dan 5 ms⁻¹. Merujuk data kecepatan angin pada tabel (1), secara teoritis keadaan atmosfir saat pengujian model adalah tidak stabil dan agak stabil (kelas B dan kelas C) dengan tingkat insolasi matahari moderat. Tabel (2) dan gambar (1) merupakan tabel pengamatan pengaruh perubahan temperatur ambient pada kenaikan kepulan. Pengamatan dilakukan pada wilayah urban berjarak 500 m dari sumber emisi dengan kondisi stabilitas kelas B (tidak stabil).

Tabel 2. Pengaruh perubahan temperatur ambient terhadap kenaikan kepulan; u=2 ms⁻¹; stabilitas atmosfir B

Tp (⁰ C)	Ta (°C)	dT (°C)	Hs, (m)	He(max), (m)	dH, (m)
160	28	132	20	203,775	183,775
160	30	130	20	201,683	181,683
160	34	126	20	197,47	177,47
538	28	510	200	1227,77	1027,77
538	30	508	200	1223,33	1023,33
538	34	504	200	1220,5	1020,5

Tinggi stack yang bervariasi dari 20 m dan 200 m (tabel 2) memperlihatkan adanya pengaruh pada kenaikan kepulan meskipun tidak terlalu dominan. Pengaruh stabilitas atmosfir terhadap kepulan asap adalah pada bentuk asap yang mengalir di udara. Stabilitas kelas B tergolong kondisi tidak stabil yang seharusnya bentuk aliran yang terjadi adalah turbulensi, namun dengan kecepatan angin rendah, olakan yang menggerakkan parcel-parcel polutan menjadi lemah dan angin tidak mampu untuk segera membelokkan kepulan ke arah horizontal. Keadaan ini menyebabkan kepulan dari polutan tidak mudah bercampur dengan udara ambient, dan kepulan dapat mencapai ketinggian diatas 1000 m.



Gambar 1. Grafik pengaruh perubahan temperatur terhadap kenaikan kepulan; u=2m/s dan stabilitas atmosfir B

Tinggi stack 20 m mempengaruhi tinggi kepulan yang hanya mencapai 183,775 m (28 0 C) hingga 177,47 m (34 0 C). Tinggi ini belum mencapai area *mixing height* sehingga kemungkinan polutan tidak akan tercampur homogen dengan udara ambient. Nilai tambah yang diberikan oleh tinggi stack menjadikan jangkauan kepulan polutan mampu mencapai area *mixing height* sehingga konsentrasi polutan yang terukur (tabel (3)) sangat kecil. Nilai konsentrasi ini mengindikasikan polutan tercampur homogen dengan udara ambient dan terdilusi dengan sempurna. Sementara untuk tinggi stack 200 m dan temperatur stack 538 0 C kepulan polutan (1027,77 m – 1020,5 m) telah melampui area mixing height, sehingga emisi gas buang polutan tidak bermasalah bagi reseptor. Hal menarik dari tabel (3) menunjukkan pengaruh tinggi stack, dan tinggi vertikal dalam proses dilusi polutan udara.

Karakteristik *mixing height* yang bervariasi tiap harinya tergantung pada insolasi matahari dan temperatur harian. Dari tabel (3) terlihat bahwa tinggi efektif stack 203,775 m telah membantu aliran polutan ke arah vertikal hingga 500 m dan nilai konsentrasi terukur sangat kecil yaitu 6,09 x 10⁻⁷ mg/m³. Ketika tinggi efektif stack 1227,77 m, konsentrasi polutan mengalami anomali yang ditandai oleh kenaikan nilai konsentrasi polutan pada lapisan batas atas mixing height. Pada lapisan ini polutan tidak mengalami olakan akibat turbulensi namun akan terakumulasi dan mengalir perlahan menuju tempat yang lebih jauh (Ali, dkk., 2011; Ilaboya, dkk., 2012). Reseptor pada lokasi yang lebih dari 500 m menjadi berpotensi mengalami pencemaran udara. Keadaan ini membuktikan bahwa proses dilusi polutan tidak sepenuhnya berhasil meskipun stack dibangun dengan sangat tinggi, seperti pada kasus ini.

Tabel 3. Hubungan konsentrasi polutan dengan jarak vertikal pada $u = 2 \text{ ms}^{-1}$, stabilitas B, dan Ta = $28 \, ^{0}\text{C}$ (hari-1)

Hs, (m)	He, (m)	z, (m)	C(mg/m ³)
20	203,775	200	1,909 x10 ⁻⁵
		300	1,148 x 10 ⁻⁵
		400	3,65 x 10 ⁻⁶
		500	6,09 x 10 ⁻⁷
200	1227,77	200	7,96 x10 ⁻⁷
		300	5,21 x 10 ⁻⁶
		400	1,79 x 10 ⁻⁵
		500	3,21 x 10 ⁻⁵

Pada tabel (4), kecepatan angin yang meningkat dan kondisi agak tidak stabil (C), menunjukkan pengaruhnya pada kenaikan kepulan. Selain pengaruh perubahan temperatur ambient, kecepatan angin yang meningkat yaitu 5 m/s juga berdampak pada tinggi kepulan polutan gas. Kecepatan angin arah horizontal yang cukup kuat, memaksa kepulan untuk membelokkan arahnya searah angin dan bereaksi dengan volume udara sekitarnya. Parselparsel polutan akan mengalami olakan kuat akibat aliran angin, sehingga volume udara ambient dapat tercampur homogen dengan volume polutan gas. Selanjutnya polutan yang menyebar ke permukaan bumi adalah polutan yang telah mengalami dilusi kadar konsentrasinya.

Tabel 4.

Pengaruh perubahan temperatur ambient terhadap kenaikan kepulan; u=5 m/s; stabilitas atmosfir C.

Tp (°C)	Ta (°C)	Hs (°C)	He(max), m	dT, m	dH, m
160	28	20	91,006	132	71,006
160	30	20	90,198	130	70,198
160	34	20	88,57	126	68,57
538	28	200	553,92	510	353,92
538	30	200	553,087	508	353,087
538	34	200	551,414	504	351,414

Tabel 5. Hubungan konsentrasi polutan dengan jarak vertikal pada $u = 5 \text{ ms}^{-1}$, stabilitas B, dan Ta = $28 \, ^{\circ}\text{C}$ (hari-1)

Hs, (m)	He, (m)	z, (m)	C(mg/m ³)
20	91,006	200	7,446 x 10 ⁻⁷
		300	7,5247 x 10 ⁻⁸
		400	2,0273 x 10 ⁻⁹
		500	1,4417 x 10 ⁻¹¹
200	553,921	200	1,2241 x 10 ⁻⁶
		300	3,0042 x 10 ⁻⁶
		400	1,9434 x 10 ⁻⁶
		500	3,314 x 10 ⁻⁷

Tabel (5) menunjukkan hubungan tinggi stack, dan tinggi efektif stack terhadap nilai konsentrasi polutan yang terdispersi vertikal (200 m – 500 m) dan horizontal pada jarak pengamatan 500 m dari sumber emisi. Pada saat tinggi efektif stack 91,006 m, dan tinggi pengukuran vertikal 200 m, konsentrasi polutan terukur sangat kecil yaitu 7,446 x 10⁻⁷ mg/m³. Nilai ini mengindikasikan bahwa polutan tercampur sempurna di area *mixing height*, tempat dimana proses percampuran polutan gas buang stack dengan udara ambient tercampur homogen. Ini berarti proses dilusi berlangsung sempurna dan kemungkinan akan terjadi pencemaran udara di wilayah ini sangat kecil.

Untuk nilai tinggi efektif 553,921 m, terjadi peningkatan pada nilai konsentrasi terukur pada tinggi vertikal 200 m -500 m dibandingkan dengan nilai terukur pada tinggi efektif 91,006 m. Meskipun nilai ini masih sangat kecil untuk berdampak pada reseptor dengan jarak 500 m dari sumber emisi, namun adanya peningkatan ini mengindikasikan bahwa ada bagian

polutan yang tetap mengalir searah angin horizontal. Indikasi ini juga menunjukkan proses dilusi tidak sepenuhnya berhasil meskipun kecepatan angin cukup kuat dan tinggi efektif besar. Dampak yang akan dirasakan pada reseptor yang berjarak lebih dari 500 m dari sumber merupakan akumulasi tahunan dari emisi polutan gas buang stack.

KESIMPULAN

Mixing height sebagai tempat percampuran sempurna polutan udara telah bekerja secara alami dalam proses dilusi polutan, terutama untuk wilayah yang berdekatan dengan sumber emisi. Kecepatan angin menjadi faktor penting dalam mendukung proses dilusi polutan, dimana nilai konsentrasi terukur pada tinggi vertikal 200 m untuk kecepatan angin 2 ms⁻¹ dan tinggi efektif 203,775 m adalah 1,909 x 10⁻⁵ mg/m³, sedangkan nilai konsentrasi terukur pada tinggi vertikal 200 m untuk kecepatan angin 5 ms⁻¹ dan tinggi efektif 91,006 m adalah 7,446 x 10⁻⁷ mg/m³.

Ucapan Terimakasih

Penulis ingin berterimaksih kepada Kemristekdikti dan LPPM Universitas Lampung atas terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- El-Harbawi, M., 2013. Air Quality Modelling, simulation, and computational methods: a review. *Environment Review*, 21: 149-179
- Abdel-Wahab, M.M., Khaled S.M Essa, Mokhtar Embaby, dan Sawsan E.M.Elsaid, 2013. Derivation the *Scheme* of Lateral and Vertical Dispersion Parameters: Application in Gaussian Plume Model. *Open Journal of Air Pollution*, 2: 19-24. Scientific Research.
- Ali, Z., Ubaidullah, Zahid, M.N., Osman, K., 2012. Optimization of Stack Emission Parameters Using Gaussian Plume Model. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*, 58(2012) suppl 2, 45-51, eISSN 2180-3722, ISSN 0127-9696. UTM Press.
- Arya, S.P., 2001. Introduction to Micrometeorology, second edition. Academic Press, London.
- F Ujoh, dan D Kwabe, 2014. Modelling Plume dispersion Pattern from a Point source using Spatial Auto-corerelation Analysis. 8th International Symposium of the Digital Earth (ISDE8), IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 18 (2014) 012077. IOP Publishing.
- Ilaboya, I.R, E. Atikpo, L. Umukoro, F.E. Omofuma dan M.O Ezugwu, 2011. Analysis of the Effects of Mixing *Height* and Other Associated Factors on the Effective Dispersion of Plume. *Iranica Journal of Energy & Environment 2* (2): 153-160, ISSN 2079-2115.
- Kementerian Lingkungan Hidup, 2007. *Memprakirakan Dampak Lingkungan: Kualitas Udara*, buku yang diterbitkan oleh Deputi bidang Tata Lingkungan.
- Muhammad, A dan Nurbianto, B., 2006. Jakarta Kota Polusi (Menggugat hak atas udara bersih). Jakarta. LP3S.

- Warlina, L., 2008. Estimasi Emisi Dioksin/Furan dan Faktor-faktor yang mempengaruhi Konsentrasi Emisi ke Udara yang berasal dari Industri Logam. *Jurnal Matematika*, *Sains dan Teknologi*, 9 (1): 11-20.
- Juliani, R., 2000. Pola Penyebaran Emisi Gas dari Limbah Industri di Kota Medan dengan Menggunakan Model Estimasi Dispersi Atmosferis. Medan: Medan Estate.
- Sumaryati, Samiaji, T., Indrawati, A., 2014. Mixing Height di atas Gunung Api di Sumatera terkait dengan Penyebaran SO₂ vertikal (studi kasus: gunung Krakatau, Marapi, dan Sinabung tahun 2011). Lingkungan Tropis, 8(1): 39-47.
- Suryani, Sri, Gunawan dan Upe, Ambo, 2010. Model Sebaran Polutan SO₂ pada Cerobong Asap PT. Semen Tonasa. Disampaikan pada *Kongres dan Seminar Nasional Badan koordinasi Pusat Studi Lingkungan Hidup se Indonesia ke XX*, 14-16 Mei, Pekanbaru, Riau.
- Stull, R.B., 1988. *An Introduction to Boundary Layer Meteorology*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, Boston, London. ISBN 90-227-2768-6
- Zanetti, P., 2000. Air Pollution Modeling: Theories, Computational Methods and Available Software, Springer Sceince+ business media, LLC
- Greenpeace Indonesia, 2015. http://www.greenpeace.org/seasia/id/PageFiles/695938/laporan-ringkas-ancaman-maut-pltu-batubara.pdf.