

PEMETAAN SEBARAN PARTIKULAT DARI PEMBAKARAN LIMBAH PADAT INDUSTRI PENGOLAHAN SAWIT, DI KABUPATEN KAMPAR, RIAU.

Aryo Sasmita, David Andrio dan Parlaung Hasibuan

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kampus Binawidya Km 12,5
Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

E-mail: aryosasmita@lecturer.unri.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan boiler dan incinerator pada industri pengolahan sawit akan memberikan kontribusi polutan berupa partikulat ($PM_{2.5}$ dan PM_{10}) yang jumlahnya cukup besar. Partikulat merupakan polutan yang memiliki tingkat toksisitas tinggi sehingga bisa membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan sekitar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi polutan yang berasal dari pabrik kelapa sawit serta memetakan pola penyebarannya pada lingkungan. Untuk dapat menggambarkan pola penyebaran polutan, dimulai dengan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran polutan tersebut seperti konsentrasi polutan yang dihasilkan, stabilitas atmosfer, arah dan kecepatan angin. Data-data tersebut diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Kota Pekanbaru. Untuk menggambarkan penyebaran polutan partikulat digunakan model simulasi yang telah diintegrasikan dalam software aermod. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arah sebaran emisi untuk polutan $PM_{2.5}$ dan PM_{10} dari hasil simulasi model cenderung mengarah ke arah tenggara dan utara dari sumber. Nilai konsentrasi $PM_{2.5}$ hasil simulasi untuk 24 jam tertinggi yaitu $9,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, untuk 1 tahun tertinggi yaitu $1,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nilai konsentrasi PM_{10} hasil simulasi untuk 24 jam tertinggi yaitu $18,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, untuk 1 tahun tertinggi yaitu $2,87 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hasil simulasi tersebut menunjukkan konsentrasi polutan $PM_{2.5}$ dan PM_{10} yang berasal dari boiler dan insinerator berada dibawah baku mutu masing masing polutan.

Kata kunci: Partikulat, Pabrik Kelapa Sawit, Model Penyebaran polutan

ABSTRACT

The use of boilers and incinerators in the palm oil processing industry will contribute to pollutants in the form of particulates ($PM_{2.5}$ and PM_{10}) which are quite large in number. Particulates are pollutants that have a high level of toxicity that can endanger human health and the surrounding environment. This study aims to determine the amount of pollutants resulted from palm oil mills as well as mapping the distribution patterns in the environment. To be able to describe the pattern of pollutant spread, it starts by identifying the factors that influence the spread of pollutants such as the amount of pollutants produced, atmospheric stability, wind direction and speed. These data were obtained from the Meteorology and Geophysics Agency of Pekanbaru City. To describe the spread of particulate pollutants, a simulation model is used which has been integrated into the AERMod software. The results of the study show that the direction of the distribution of emissions for pollutants $PM_{2.5}$ and PM_{10} from the simulation model results tend toward southeast and north from the source. The highest $PM_{2.5}$ concentration value for the 24-hour was $9.26 \mu\text{g} / \text{m}^3$, the highest for 1 year was $1.48 \mu\text{g} / \text{m}^3$. The highest value of PM_{10} concentration for 24 hours is $18.23 \mu\text{g} / \text{m}^3$, the highest for 1 year is $2.87 \mu\text{g} / \text{m}^3$. The simulation results show that the concentration of pollutants $PM_{2.5}$ and PM_{10} originating from boilers and incinerators are below the quality standards of each pollutant.

Keywords: Particulates, Palm Oil Mill, Pollution dispersion Model

PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit merupakan salah satu industri strategis yang bergerak pada sektor pertanian

(Agro Based Industry) yang banyak berkembang di negara-negara tropis seperti Indonesia, Malaysia dan Thailand. Indonesia merupakan negara produsen dan eksportir kelapa sawit terbesar dunia.

Menurut (BPS, 2018) lahan perkebunan kelapa sawit Indonesia tercatat seluas 11,91 juta hektar tahun 2016 dan meningkat menjadi 12,30 juta hektar pada tahun 2017. Provinsi Riau termasuk daerah yang mempunyai perkebunan kelapa sawit terluas di Indonesia. Jumlah perusahaan besar kelapa sawit tahun 2010 tercatat 1.176 perusahaan kemudian pada tahun 2015 meningkat sebanyak 1.600 perusahaan.

Selain limbah padat dan limbah cair, industri kelapa sawit juga menghasilkan limbah gas antara lain gas cerobong dan uap air buangan pabrik kelapa sawit (Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian, 2006). Limbah gas berasal dari pembakaran tandan kosong di incinerator, dan pembakaran sabut dan cangkang kelapa sawit di boiler. Pembuangan gas ke udara dalam jumlah tertentu dapat menyebabkan turunnya kualitas udara. Menurut Hanafi, dkk (2016), proses pembakaran pada boiler PKS akan melepaskan emisi seperti CO, NO_x, SO₂ dan partikulat. Begitu juga dengan insinerator, proses insinerasi dari tandan kosong kelapa sawit akan melepaskan partikulat ke atmosfer (Mahmood, dkk 2014). Dampak pencemaran udara, khususnya partikulat dapat meningkatkan angka kematian akibat serangan pada sistem pernafasan (Colls, 2002). Menurut Fardiaz (2003), partikulat merupakan polutan di udara yang memiliki tingkat toksisitas relatif tinggi yang bisa membahayakan kesehatan manusia. Menurut Vallero (2014) tingginya toksisitas partikulat disebabkan oleh adanya komponen toksik yang dibawa seperti logam berbahaya dan dioxin. Polutan partikel masuk ke dalam tubuh manusia melalui sistem pernapasan, oleh karena itu pengaruh yang merugikan terjadi pada sistem pernapasan. Faktor yang berpengaruh terhadap sistem pernapasan adalah ukuran partikel, karena ukuran partikel yang menentukan seberapa jauh penetrasi partikel ke dalam sistem pernapasan (Ratnani, 2008). Sebaran partikulat sulit untuk diketahui atau dilihat oleh mata secara normal

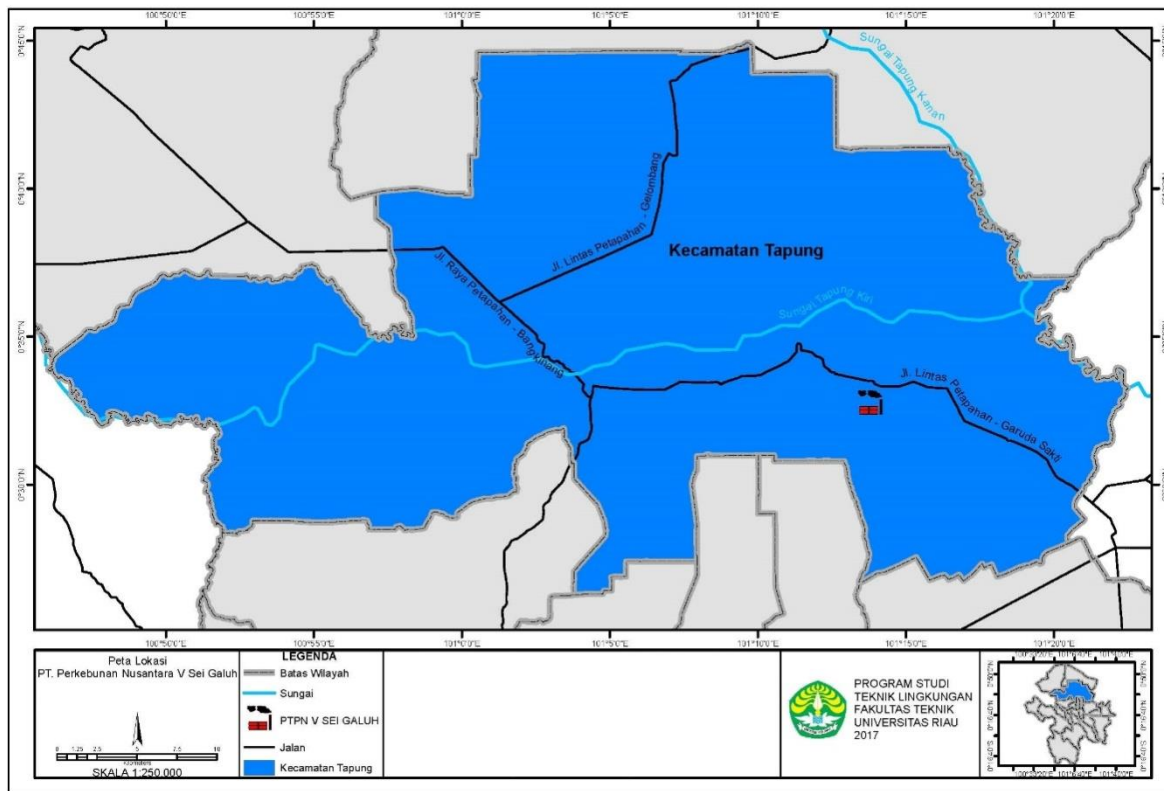
sehingga dalam jangka panjang dapat membahayakan manusia (Yhulliansih, 2015).

Konsentrasi partikulat dari beberapa cerobong yaitu dari boiler dan incinerator akan tersebar bersamaan, sehingga emisi polutan tersebut akan lebih besar dampaknya kepada masyarakat baik yang berada di dalam kawasan maupun yang di luar kawasan industri tersebut. Model dispersi Gaussian telah digunakan secara luas untuk memprediksi konsentrasi polutan (EPA, 2004). Di negara berkembang, penggunaan model ini memiliki beberapa kendala terutama pada penentuan emisi sumber dan ketersediaan data meteorologi. Di negara-negara berkembang data-data meteorologi yang akurat jarang tersedia. Masalah lainnya adalah lokasi industri. Lokasi pabrik dan fasilitas industri banyak dibangun di luar kota besar dimana stasiun pengukuran meteorologi jarang tersedia (Carbonello, 2010).

Penggunaan model dispersi polutan merupakan salah satu usaha untuk memecahkan masalah dalam memantau dan mengevaluasi sebaran partikulat yang berbahaya terhadap masyarakat maupun lingkungan. Strategi penanganan dampak pencemaran udara terutama yang berasal dari pabrik kelapa sawit bisa ditentukan secara akurat. Oleh karena itu penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang prediksi sebaran partikulat pembakaran industri kelapa sawit di Kabupaten Kampar, Riau.

BAHAN DAN METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat keras berupa laptop, perangkat lunak yang digunakan yaitu AERMOD View 8.9.0. Penelitian ini dilakukan di PT. Perkebunan Nusantara V (Persero) Sei Galuh, Kecamatan Tapung, Kelurahan Pantai Cermin, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau.



Gambar 1. Peta Lokasi Studi

Gambar 1 adalah peta lokasi studi yang terletak di Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, antara lain spesifikasi dari boiler dan insinerator yang ada di perusahaan, jumlah limbah pengolahan kelapa sawit yang dibakar, data pengukuran partikulat (PM10 dan PM2,5), data spesifikasi cerobong yang diperoleh dari perusahaan sawit tersebut. Data meteorologi didapat dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Bandara Sultan Syarif Qasim II (BMKG SSQ II, 2018) Kota Pekanbaru. Penelitian dilakukan dengan menggunakan data 2017-2018 dikarenakan kelengkapan data yang tersedia.

Setelah mendapatkan data-data yang dibutuhkan, dilakukan pengolahan data tahunan menggunakan *software* AERMOD View 8.9.0 yang sudah terintegrasi dengan *software* pengolahan data lainnya yaitu WRPLOT (pengolahan data arah dan kecepatan angin), dan AERMET (pengolah data meteorologi) serta AERMAP (pengolah data geomorfologi).

Proses pembakaran tandan kosong, cangkang dan fiber akan menghasilkan emisi partikulat. Perhitungan laju emisi menggunakan persamaan :

$$Q = EF \times A \times (1 - ER/100) \dots \dots \dots (1)$$

dimana :

- Q = lajuemisi (g/s)
- EF = Faktoremisi (g/kg)
- A = Intensitaskegiatan (Kg/hari)
- ER = *Emission reduction efficiency* (%), (jika tidak terpasang peralatan pengendali)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Meteorologi Wilayah Studi

Kondisi permukaan lahan dari suatu wilayah studi dapat mempengaruhi kondisi meteorologis di atasnya. Pada akhirnya kondisi meteorologis wilayah studi akan mempengaruhi pola sebaran polutan (Kementrian Lingkungan Hidup, 2007).

Curah hujan

Berdasarkan data yang diperoleh dari BMKG SSQ II (2017) Kota Pekanbaru, pada wilayah studi terbagi menjadi dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Diketahui bahwa pada musim hujan curah hujan tertinggi jatuh pada bulan Agustus 2017 sebesar 512 mm dan pada musim kemarau curah hujan tertinggi jatuh pada bulan Mei 2018 sebesar 250 mm.

Tutupan Awan

Tutupan awan memiliki pengaruh yang besar terhadap variasi suhu. Pada umumnya keberadaan awan akan menghalau banyak energi matahari untuk mencapai permukaan bumi, akibatnya akan membuat suhu udara menurun. Berdasarkan data yang diperoleh dari BMKG SSQ II (2017) rentang nilai yang terjadi dalam setahun berkisar antara 6–7 Oktas.

Suhu

Perbedaan suhu di udara ambien akan menimbulkan perbedaan tekanan udara. Dan perbedaan tekanan udara akan mempengaruhi arah dan kecepatan angin di suatu wilayah. Berdasarkan data yang diperoleh dari BMKG SSQ II (2017) suhu rata-rata yang diperoleh dapat dilihat bahwa nilai suhu minimum terjadi pada bulan Februari 2018 sebesar 26,70 °C dan nilai suhu maksimum terjadi pada bulan Juni 2018 sebesar 28,25 °C pada musim kemarau.

Tekanan Udara

Nilai tekanan udara sangat dipengaruhi oleh ketinggian lokasi sekitar, semakin tinggi suatu wilayah tekanan udaranya akan semakin kecil begitu pula sebaliknya, semakin rendah suatu wilayah tekanannya akan semakin besar. Berdasarkan data yang diperoleh dari BMKG SSQ II (2017) tekanan udara yang tertinggi pada bulan februari 2018 sebesar 1010 mb dan terendah pada desember 2017 sebesar 1008 mb.

Kelembaban

Berdasarkan data yang diperoleh dari BMKG SSQ II (2017) nilai kelembaban tertinggi terjadi pada bulan November 2017 yaitu 84,36%, hal ini terjadi akibat curah hujan pada bulan November adalah yang tertinggi. Dan nilai kelembaban terendah terjadi pada bulan Oktober 2018 yaitu 77,43%.

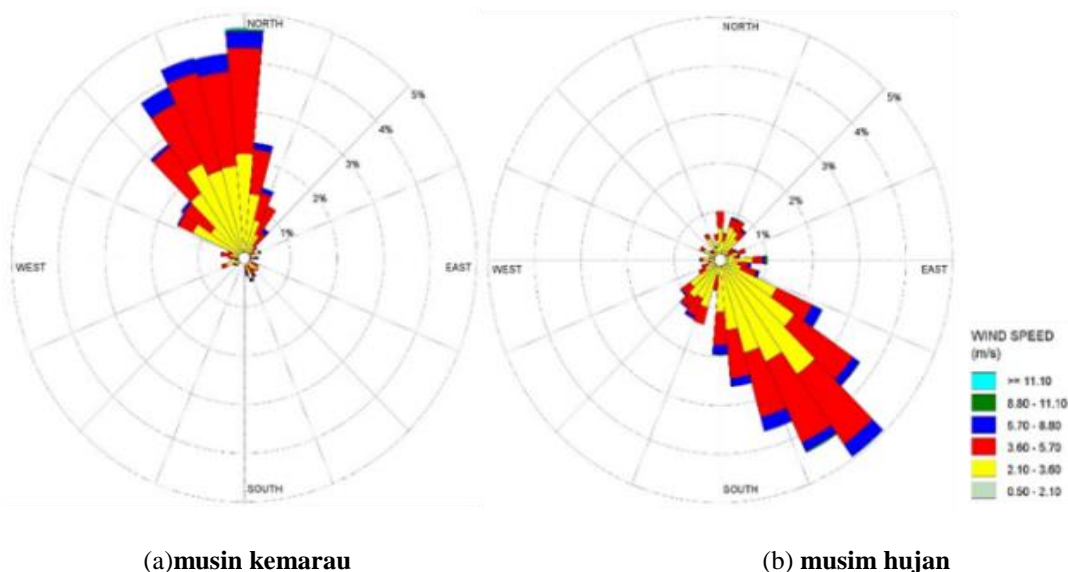
Arah dan Kecepatan Angin

Berdasarkan data yang diperoleh dari BMKG SSQ II (2017) kecepatan angin minimum terjadi dengan nilai sebesar 3,15m/s pada bulan Januari 2018 dan Kecepatan angin maksimum terjadi dengan nilai sebesar 3,69 m/s pada bulan Agustus 2018.

Walaupun ada beberapa jam yang menunjukkan kecepatan angin yang rendah pada musim kemarau, namun dari rentang kedua musim dapat dilihat bahwa rata – rata kecepatan angin pada musim hujan lebih rendah daripada musim kemarau. Pengaruh dari kecepatan angin adalah pengenceran secara terus menerus polutan yang diemisikan dari sumber.

Musim menurut beberapa penelitian menjadi faktor yang mempengaruhi pergerakan dan konsentrasi polutan di udara, oleh karena itu diperlukan analisis kondisi arah dan kecepatan angin berdasarkan musim yang berlaku di Indonesia (KLH, 2007). Data Arah Angin yang didapat diolah dengan WRPLOT.

Pola arah angin sering ditentukan oleh musim karena itu dianjurkan membagi data angin menjadi angin musim kemarau dan angin musim hujan (KLH,2007).



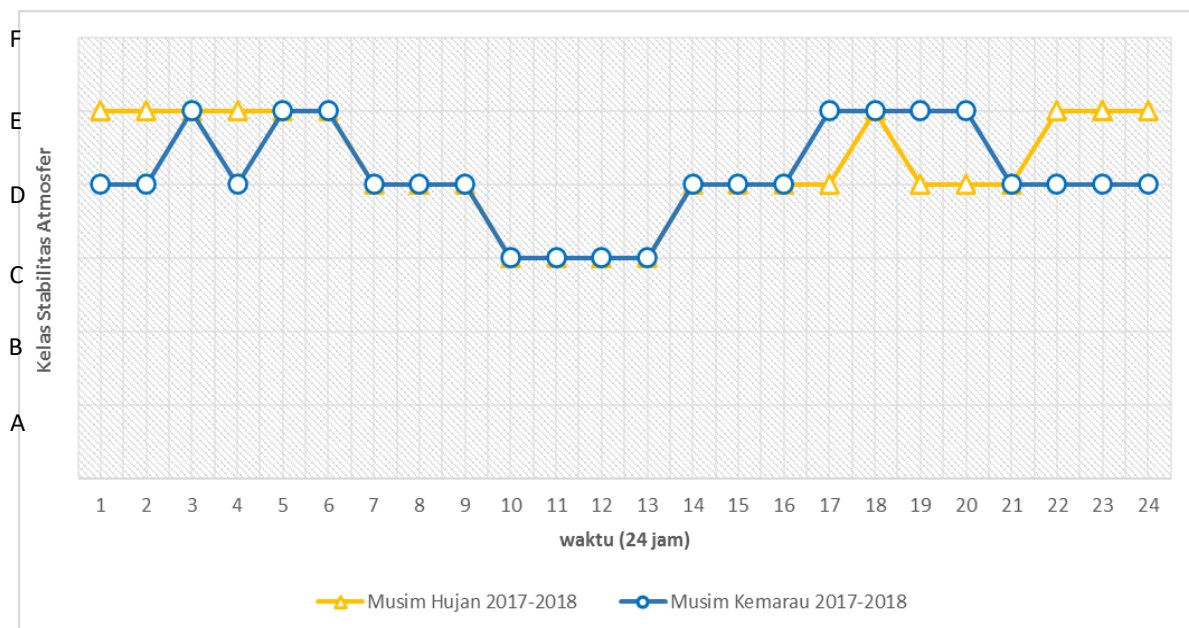
Gambar 2 (a). Wind rose untuk musim kemarau di Kota Pekanbaru tahun 2017-2018. (b) Wind rose untuk musim hujan di Kota Pekanbaru tahun 2017-2018

Berdasarkan data yang diperoleh dari BMKG SSQ II (2017) Musim hujan tahun 2017-2018 di kota Pekanbaru terjadi dari bulan september 2017 hingga April 2018. Kemudian dilanjutkan musim kemarau yang terjadi dari bulan Mei hingga Agustus 2018. Pada gambar 2(a) dapat dilihat windrose untuk musim kemarau. Dari windrose tersebut dapat diketahui bahwa pada musim kemarau arah angin dominan bertiup dari arah selatan menuju ke arah utara dengan kejadian sebanyak 139 kali atau 4,7%. Sedangkan kecepatan angin dominan terjadi pada kecepatan antara 3,6 – 5,70 m/s dengan frekuensi 64 kali atau sebesar 2,2%. Untuk kecepatan angin rata-rata untuk musim kemarau sebesar 3,6 m/s. Windrose juga mencatat untuk angin calm atau kecepatan angin yang terjadi kurang dari 0,5 m/detik pada musim kemarau sebesar 1899 kali atau sebesar 64,33%. Gambar 2(b) menunjukkan windrose untuk musim hujan. Untuk musim hujan arah angin dominan bertiup dari arah barat laut menuju ke arah tenggara dengan kejadian sebanyak 287 kali atau 4,94%. Sedangkan kecepatan angin dominan terjadi pada kecepatan antara 2,1 – 3,6 m/s dengan frekuensi 166 kali atau sebesar 2,86%. Untuk kecepatan angin rata-rata untuk musim kemarau

sebesar 3,42 m/s. Windrose juga mencatat untuk angin calm atau kecepatan angin yang terjadi kurang dari 0,5 m/s pada musim kemarau sebesar 3353 kali atau sebesar 57,73%.

Stabilitas Atmosfer

Stabilitas atmosfer memiliki peran penting dalam penentuan pola penyebaran polutan di udara, sehingga dalam melakukan simulasi model pencemaran udara perlu diketahui nilai stabilitas atmosfer pada wilayah yang di simulasikan. Penentuan estimasi stabilitas atmosfer yang digunakan adalah stabilitas atmosfer menurut Turner (Colls, 2002). Untuk memperoleh nilai kelas stabilitas atmosfer, diperlukan data kondisi meteorologi dari BMKG SSQII Kota Pekanbaru pada tahun 2017-2018, yaitu data kecepatan angin, intensitas cahaya matahari untuk kondisi pagi, siang, sore dan data tutupan awan, untuk malam hari. Dengan menggunakan metode Turner (Colls, 2002) akan didapatkan kestabilan atmosfer per jam untuk musim hujan dan musim kemarau tahun 2017-2018 di Kota Pekanbaru.



Keterangan :

Kelas Stabilitas Atmosfer	Definisi
A	Sangat Tidak Stabil
B	Tidak Stabil
C	Sedikit Tidak Stabil
D	Netral
E	Sedikit Stabil
F	Stabil

Gambar 3. Grafik kelas kestabilan atmosfer per jam untuk musim hujan dan musim kemarau tahun 2017-2018 di kota Pekanbaru

Dari Gambar 3 dapat dilihat perbedaan stabilitas atmosfer yang terjadi antara musim kemarau dan musim hujan terdapat pada jam ke 1, 2, 4, 17, 19, 20, 22, 23, dan 24. Pada jam 1 hingga jam 5, musim kemarau diawali dengan keadaan netral menuju sedikit stabil, selanjutnya dari jam 5 sampai jam 16 baik musim kemarau maupun musim hujan memiliki stabilitas atmosfer yang sama. Pada jam 16 musim kemarau mengalami perubahan menuju keadaan sedikit stabil dan diakhiri dengan keadaan netral. Untuk musim hujan jam 1 hingga jam 5 musim hujan diawali dengan keadaan sedikit stabil dan siang hari stabilitas atmosfernya sama dengan musim kemarau. Pada jam 16 musim hujan rata-rata masih berada pada keadaan netral hingga pada jam 22 hingga akhir, musim hujan berada pada keadaan sedikit stabil.

Kecepatan angin dan tingkat radiasi sinar matahari sangat mempengaruhi stabilitas atmosfer. Kedua faktor tersebut menimbulkan variasi tekanan udara antara lapisan udara di dekat permukaan tanah dengan lapisan udara yang lebih tinggi. Saat perbedaan tekanan udara di antara kedua lapisan itu besar, sebagaimana sering terjadi di siang hari maka atmosfer menjadi tidak stabil. Oleh karena

tidak ada radiasi matahari, variasi tekanan udara di malam hari umumnya tidak terlalu besar. Hal ini menyebabkan atmosfer memiliki kondisi yang lebih stabil di malam hari.

Karakteristik Sumber Emisi dan Nilai Sektor Permukaan

PT. Perkebunan Nusantara V Kebun Sei Galuh merupakan salah satu perkebunan kelapa sawit di Riau. Jenis produksi yang dihasilkan dari produksi kelapa sawit adalah minyak sawit dan inti sawit. Dalam operasinya pabrik PTPN V Sei Galuh menggunakan boiler dan insinerator sebagai alat pengolah limbah padat khususnya *fiber* dan cangkang, serta tandan kosong kelapa sawit. Jumlah alat pengolah limbah padat yang beroperasi adalah 3 boiler (B1, B2, dan B3) dan 2 insinerator (11 dan 12).

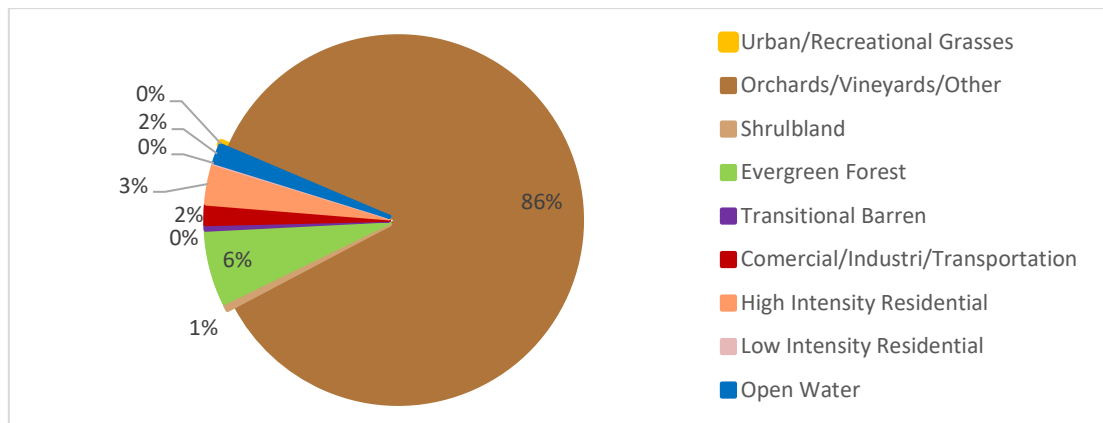
Tabel 1. Data Spesifikasi Cerobong

Data Spesifikasi	B1	B2	B3	I 1	I2
Diameter cerobong(m)*	1,4	1,4	1,4	0,9	0,97
Suhu Keluaran Cerobong(°C)*	305	305	305	160	160
Tinggi cerobong(m)*	20	20	20	32,1	25,6
Kecepatan Alir(m)*	20,1	20,3	20,1	20,1	20,1
Base Elevation (mdpl)*	24,6	24,5	24,6	20,2	20,9
Laju Emisi PM _{2.5} (g/s)**	0,26	0,27	0,28	1,60	1,52
Laju Emisi PM ₁₀ (g/s)**	1,52	1,61	1,65	2,20	2,09

Sumber : * data perusahaan ** Perhitungan menggunakan pers 1

Tabel 1 menunjukkan data spesifikasi cerobong yang digunakan dalam penelitian ini sebagai sumber emisi. Data ini didapatkan dari perusahaan. Langkah selanjutnya program AERMOD digunakan untuk menentukan nilai keadaan pada permukaan tanah menggunakan penentuan *nilai Albedo, Bowen Ratio dan Surface Roughness*. Albedo merupakan fraksi dari radiasi matahari masuk yang terpantul dari tanah tanpa penyerapan ketika matahari bersinar diatas tanah. *Bowen ratio* adalah ukuran dari jumlah uap air di permukaan.

Sedangkan *Surface roughness* ataupun jang kekasaran permukaan adalah tinggi dimana rata-rata kecepatan angin horizontal mendekati nol dan berhubungan dengan karakteristik kekasaran dari konturelevasi. Gambar 4 menunjukkan hasil pengolahan data berupa tutupan lahan menggunakan *land use creator* di wilayah penelitian. Sebagian besar tutupan lahan adalah perkebun sawit yang di program *land use creator* disebut sebagai *orchards/vineyard/other*.



Gambar 4. Hasil Analisis Tutupan Lahan Menggunakan *Land Use Creator* di Wilayah Penelitian.

Karakteristik Kontur Wilayah Studi

Informasi tentang karakteristik kontur wilayah studi diperlukan sebagai masukan data dalam penggunaan perangkat lunak (*software*) pemodelan dispersi penyebaran polutan. Beda elevasi antara sumber dan reseptor menjadi hal yang tidak bisa dipisahkan dari penentuan pola sebaran dan

konsentrasi polutan di wilayah studi. AERMOD dengan pengolahan konturnya (AERMAP) akan memproses setiap ketinggian lahan di wilayah studi dengan mengimport data tersebut ke dalam AERMOD. Data kontur digunakan oleh AERMOD untuk menentukan beda elevasi antara sumber dan reseptor. Data kontur tersebut diperoleh dari *webgis*



Gambar 5. Peta Kontur wilayah studi

Gambar 5 menunjukkan peta kontur wilayah studi yang akan menjadi peta dasar untuk pemodelan disperse pencemar udara dimana Kontur wilayah studi dikategorikan sebagai elevated terrain yang menunjukkan adanya beda elevasi yang cukup tinggi. Kondisi ini menunjukkan dibutuhkanannya

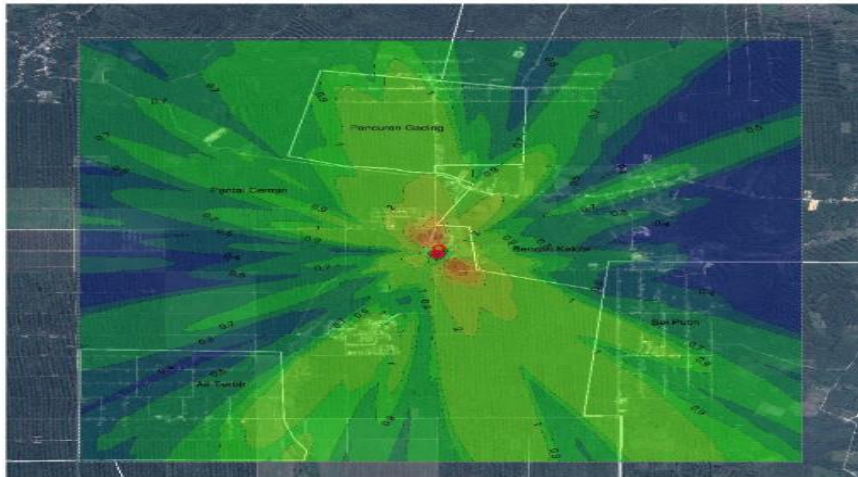
data kontur sebagai input untuk software AERMOD. Berbeda hal ketika wilayah studi memiliki kontur yang rata, maka data kontur tidak perlu untuk di input. Perbedaan kontur pada wilayah studi akan memberikan pengaruh terhadap disperse emisi polutan.

Dispersi Emisi Polutan Model Tahunan

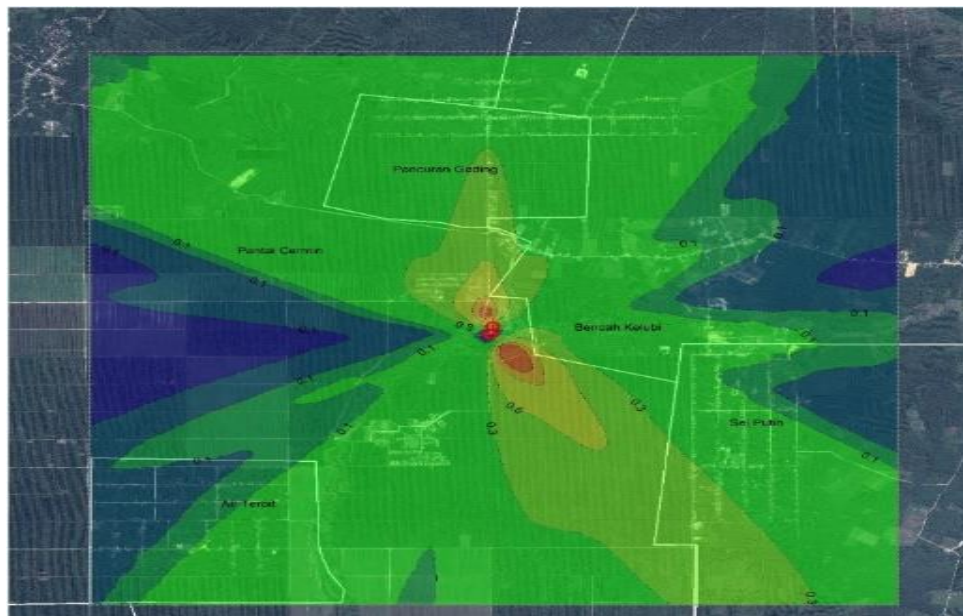
Hasil simulasi model menunjukkan prediksi konsentrasi tertinggi untuk setiap polutan di udara ambien pada masing masing titik reseptor. Pengolahan data dengan AERMOD dilakukan dengan menggabungkan 5 sumber pencemar dan dilakukan satu kali *running*.

Polutan PM_{2.5}

Gambar 6 menunjukkan peta hasil pengolahan data sekunder yang diperlukan dengan program AERMOD untuk partikulat PM_{2.5} yang dioverlay dengan peta kontur wilayah studi (gambar 5)



6(a)



6(b)

Gambar 6. (a).Hasil Simulasi Dispersi Polutan PM_{2.5} 24 Jam Tertinggi dalam Periode Tahunan. (b) Hasil Simulasi Dispersi Polutan PM_{2.5}Tahunan Tertinggi dalam Periode Tahunan

Pada Gambar 6(a) dapat dilihat sebaran rata-rata 24 jam tertinggi dalam setahun. Konsentrasi tertinggi yang terjadi sebesar 9,26 µg/m³, konsentrasi hasil simulasi tersebut dibawah baku mutu yang ditetapkan sebesar 65 µg/m³ untuk simulasi model rata-rata 24 jam. Sebaran yang terjadi menyerupai pola kejadian angin tahunan.

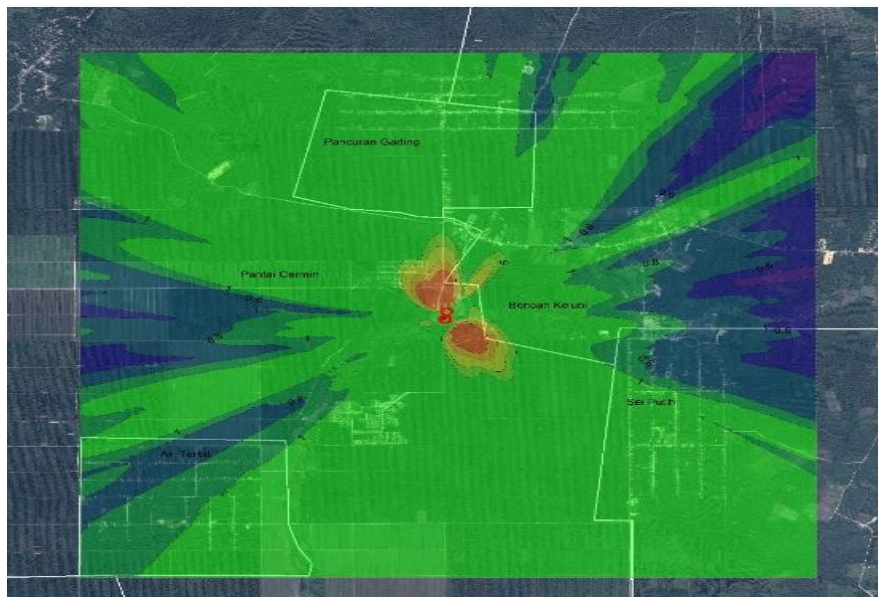
Sesuai dengan kejadian angin tahunan, arah sebaran rata-rata 24 jam ini menyebar ke tenggara dan utara. Sebaran konsentrasi tinggi hanya berada pada wilayah Desa Pantai Cermin. Pada rata-rata 24 jam konsentrasi terbesar terjadi pada wilayah perkebunan PTPN V Sei Galuh dengan jarak ±285 m ke arah utara dari sumber. Pada Gambar 6(b)

konsentrasi tertinggi dalam setahun sebesar $1,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Baku mutu $\text{PM}_{2.5}$ untuk periode 1 tahun (*annual*) adalah $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, maka konsentrasi tahunan tersebut tidak melampaui batas maksimum yang telah ditetapkan. Pola sebaran polutan *annual* ini sedikit berbeda dengan rata-rata 24 jam. Terlihat pada Gambar 6(a) dan 6(b) bahwa arah sebaran polutan tersebut mengarah ke utara dan tenggara dan pola sebaran ke arah tenggara semakin melebar melebihi lebar sebaran ke arah utara. Hal ini sudah menggambarkan karakteristik pola kejadian angin tahunan. Sebaran polutan masih didominasi pada wilayah Desa Pantai Cermin. Walaupun sebaran masuk ke wilayah

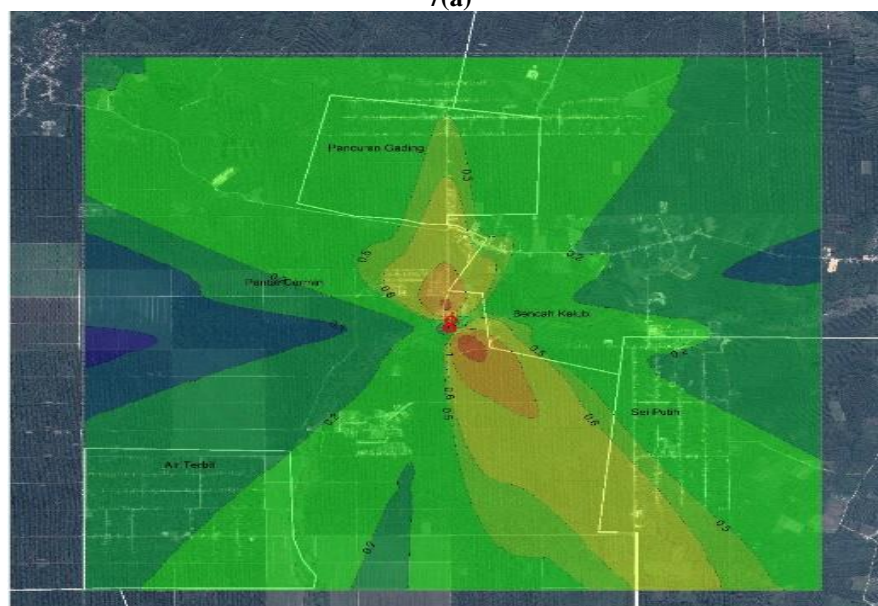
Desa Pancuran Gading, Sei Putih dan Bencah Kelubi, namun konsentrasi $\text{PM}_{2.5}$ tidak setinggi di wilayah Desa Pantai Cermin. Konsentrasi tertinggi terjadi $\pm 320 \text{ m}$ ke arah tenggara dari sumber. Wilayah tersebut termasuk perkebunan PTPN V Sei Galuh.

Polutan PM_{10}

Gambar 7 adalah peta hasil pengolahan data sekunder yang diperlukan dengan program AEMOD untuk partikulat PM_{10} yang di *overlay* dengan peta kontur wilayah studi (gambar 5)



7(a)



7(b)

Gambar 7. (a) Hasil Simulasi Dispersi Polutan PM_{10} 24 Jam Tertinggi dalam Periode Tahunan. (b) Hasil Simulasi Dispersi Polutan PM_{10} Tahunan Tertinggi dalam Periode Tahunan

Dari Gambar 7(a) diketahui konsentrasi 24 Jam tertinggi dalam setahun adalah $18,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Jika dibandingkan dengan baku mutu PM_{10} yaitu $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (PP no 41 tahun 1999) maka hasil tersebut tidak melampaui baku mutu yang telah ditetapkan. Pola sebaran pada 24 jam tertinggi ini lebih mengarah ke arah tenggara dan kearah utara sumber. Sebaran konsentrasi tinggi berada pada wilayah Desa Pantai Cermin sedikit mengenai Desa Bencah Kelubi. Konsentrasi terbesar terjadi pada wilayah perkebunan PTPN V Sei Galuh dengan jarak ± 300 m ke arah utara dari sumber.

Pada Gambar 7(b) dapat diketahui konsentrasi tertinggi dalam setahun sebesar $2,87 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Baku mutu PM_{10} untuk periode 1 tahun (*annual*) adalah $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (PP no 41 tahun 1999), maka konsentrasi tahunan tersebut tidak melampaui batas maksimum yang telah ditetapkan. Pola sebaran polutan *annual* ini sedikit berbeda dengan rata-rata 24 jam. Terlihat pada Gambar 7(a) bahwa arah sebaran polutan PM_{10} sama dengan rata-rata 24 jam, sebaran mengarah ke utara dan ke arah tenggara. Pola sebaran ke arah tenggara semakin melebar begitu pula sebaran kearah utara, namun sebaran ke arah tenggara lebih jauh yaitu ± 680 m. Hal ini sebanding dengan karakteristik pola kejadian angin tahunan. Konsentrasi tertinggi terjadi ± 370 m kearah tenggara dari sumber. Wilayah tersebut termasuk perkebunan PTPN V Sei Galuh yang diperkirakan tidak ada aktivitas rutin masyarakat maupun pekerja yang terjadi di wilayah tersebut. Hasil perbandingan konsentrasi dari simulasi model dispersi dengan baku mutu $\text{PM}_{2.5}$ dan PM_{10} , baik untuk rata-rata 24 jam maupun 1 tahun, semua hasil prediksi konsentrasi menunjukkan berada di bawah nilai baku mutu seperti yang ditunjukkan pada gambar 7(a) dan (b). Hal tersebut menunjukkan bahwa kualitas udara ambien di wilayah studi dikatakan baik karena hasil prediksi konsentrasi polutan $\text{PM}_{2.5}$ dan PM_{10} masih dibawah nilai baku mutu.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diambil dari penelitian ini adalah: arah sebaran emisi untuk polutan $\text{PM}_{2.5}$ dan PM_{10} dari hasil simulasi model cenderung mengarah ke arah tenggara dan utara dari PTPN V Sei Galuh. Nilai konsentrasi $\text{PM}_{2.5}$ hasil simulasi untuk 24 jam tertinggi yaitu $9,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, untuk 1 tahun tertinggi yaitu $1,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nilai konsentrasi PM_{10} hasil simulasi untuk 24 jam tertinggi yaitu $18,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, untuk 1 tahun tertinggi yaitu $2,87 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hasil simulasi tersebut menunjukkan konsentrasi polutan $\text{PM}_{2.5}$ dan PM_{10} yang berasal dari boiler dan insinerator PTPN V Sei Galuh

berada dibawah baku mutu masing masing polutan, baik pada PP No. 41 Tahun 1999 maupun US EPA (1997).

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Bandara Sultan Syarif Kasim II (BMKG SSQ II). 2018. *Prakiraan Musim Hujan dan musim kemarau 2017/2018*. Buletin BMKG. Pekanbaru
- Badan Pusat Statistik. 2018. *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2017*.
- Carbonello, L.M.T., Gacita, M.S., Oliva, J.D.J.R., Garea, L.C., Rivero, N.D., Ruiz, E.M., 2010. Methodological guide for implementation of the AERMOD system with incomplete local data. *Atmospheric Pollution Res.* 1, 102-111
- Colls, J. 2002. *Air Pollution Second Edition*. Spon Press. London.
- Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian. 2006. *Pedoman Pengelolaan Limbah Industri Kelapa Sawit*. Subdit Pengelolaan Lingkungan. Kementerian Pertanian. Jakarta
- Fardiaz, S. 2003. *Polusi Air dan Udara*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Hanafi, N.H., Hassim, M.H dan Yusuf, M.R.M. 2016. Emission Factor Establishment For Palm Oil Mill Boiler. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*, Volume 78, Halaman 101-107.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2007. *Memprakirakan Dampak Lingkungan: Kualitas Udara*. Penerbit Deputi Bidang Tata Lingkungan - Kementerian Negara Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Mahmood, W.H.W., Abdullah, I., Fauadi, M.H.F.M dan Rahman, M.N.A. 2014. OEE Measures For Sustainable Environment in Palm Oil Mill: a Review. *International Symposium on Research in Innovation and Sustainability 2014 (ISoRIS '14)*, Volume 26, Nomor 5, Halaman 1855-1859.
- Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 Tentang : Pengendalian Pencemaran Udara
- Ratnani, R.D. 2008. Teknik Pengendalian Pencemaran Udara yang Diakibatkan oleh Partikel. *Jurnal Momentum*, Volume 4, Nomor 2, Halaman 27-32.
- US EPA (United States Environment Protection Agency). 2004. User's Guide for the AMS/EPA Regulatory Model AERMOD. EPA 454/B03001.
- US EPA (United States Environment Protection Agency). 1997. *National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)*.

- Vallero, D. 2014. *Fundamentals of Air Pollution* Fifth Edition. Elsevier. USA.
- Yhulliarsh, E. 2015. Analisis Sebaran Beban Partikulat secara Keruangan dari Industri Semen di Kabupaten Tuban. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, Volume 2, Nomor 3.