



Identifikasi Potensi Asap Akibat Kebakaran Hutan terhadap Rencana Pembangunan Tapak PLTN Kabupaten Bengkayang

Identification of Potential Smoke Due to Forest Fires on the Bengkayang Regency Nuclear Power Plant Site Development Plan

DIAN RAHAYU JATI*, YULISA FITRIANINGSIH, KIKI PRIO UTOMO, AINI SULASTRI

Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Tanjungpura,
Jl. Jenderal Ahmad Yani, Bansir Laut, Kec. Pontianak Tenggara, Kota Pontianak, Kalimantan Barat 78124
*dianjati@teknik.untan.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received 26 September 2021

Accepted 18 November 2022

Published 31 January 2023

Keywords:

AERMOD

Forest Fires

Nuclear Power Plants

PM₁₀

Smoke

ABSTRACT

Land and forest fires in West Kalimantan have been going on for a long time and in recent years it has gotten worse with the increasing number of hotspots which has reduced visibility due to haze. This decrease in visibility reaches a considerable distance from the source of the forest fire. This condition has an impact on health problems, transportation, and population density. Bengkayang Regency was chosen as the location for the prototype site for the West Kalimantan nuclear power plant prototype which is planned to be built in 2024. The location that has been determined is Gosong Beach, Sungai Raya Islands District, with coordinates 108° 05' 30" W – 108° 05' 23" East and 00° 43' 50" N – 00° 41' 15" South. This study aims to predict the distribution of PM₁₀ due to forest fires at prospective site locations within a radius of 25 km based on hotspot point data during 2010–2020 using The American Meteorology Society Environmental Protection Agency Regulatory Model (AERMOD) method. The results showed that the number of hotspots around the location was 2,873 points in a period of 10 years. Four locations experience repeated events throughout the year within a radius of 25 km with the closest point as far as 5.34 km from the site location. Based on AERMOD modeling using 2020 meteorological data, the fastest possible distribution directly from the 4 points follows the south to west direction and does not go to the site location, but the closest distance to the site is 3.08 km.

INFORMASI ARTIKEL

Histori artikel:

Diterima 26 September 2021

Disetujui 18 November 2022

Diterbitkan 31 Januari 2023

Kata kunci:

AERMOD

Asap

Kebakaran hutan

PLTN

PM₁₀

ABSTRAK

Kebakaran lahan maupun hutan di Kalimantan Barat telah terjadi sejak lama dan beberapa tahun terakhir semakin parah dengan meningkatnya jumlah titik hotspot yang berdampak pada turunnya jarak pandang akibat kabut asap. Penurunan jarak pandang ini sampai pada jarak yang cukup jauh dari sumber terjadinya kebakaran hutan. Kondisi ini berdampak pada masalah kesehatan, transportasi, dan mobilitas penduduk. Kabupaten Bengkayang dipilih sebagai lokasi calon tapak prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) Kalimantan Barat yang rencananya akan dibangun pada tahun 2024. Lokasi yang telah ditentukan adalah Pantai Gosong Kecamatan Sungai Raya Kepulauan, dengan koordinat 108° 05' 30" BB – 108° 05' 23" BT dan 00° 43' 50" LU – 00° 41' 15" LS. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi sebaran PM₁₀ akibat kebakaran hutan pada calon lokasi tapak pada radius 25 km berdasarkan data titik hotspot sepanjang tahun 2010-2020 dengan menggunakan metode The American Meteorology Society Environmental Protection Agency Regulatory Model (AERMOD). Hasil penelitian menunjukkan jumlah titik hotspot yang terdapat pada sekitar lokasi sebanyak 2.873 titik dalam kurun sepuluh tahun. Terdapat 4 lokasi yang mengalami kejadian yang berulang sepanjang tahun dalam radius 25 km dengan titik terdekat sejauh 5,34 km dari lokasi tapak. Berdasarkan pemodelan AERMOD yang menggunakan data meteorologi tahun 2020, arah sebaran asap dari 4 titik tersebut mengikuti arah Selatan menuju Barat dan tidak menuju lokasi tapak, akan tetapi panjang sebaran terdekat dengan tapak adalah sejauh 3,08 km dari rencana lokasi tapak

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebakaran lahan dan hutan di Kalimantan Barat telah terjadi sejak lama dan beberapa tahun terakhir semakin parah akibat dipengaruhi oleh *El-Nino* yang terjadi di dunia. Keadaan ini terekam dalam data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan bahwa terdapat sebanyak 2.689 titik api dalam tahun 2019 di Provinsi Kalimantan Barat yang menandakan pada tahun 2019 Kalimantan Barat merupakan Provinsi yang mengalami kebakaran hutan dan lahan yang besar (Dicelebica, 2022). Kebakaran tersebar pada seluruh wilayah kabupaten, dengan jumlah titik api terbesar di Kabupaten Ketapang sebanyak 1.592 titik api. Kebakaran yang disebabkan oleh bahan padat non logam termasuk dalam golongan A, kebakaran bahan-bahan cair yang berpotensi mudah terbakar ataupun gas termasuk dalam golongan B, sedangkan kebakaran bahan dari instalasi listrik bertegangan atau bahan logam termasuk dalam golongan C. Golongan kebakaran tersebut berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor 04 tahun 1980. Sebaran api dapat memindahkan energi panas melalui kontak langsung (konduksi), aliran zat cair atau gas (konveksi), dan melalui gelombang elektromagnetik (radiasi). Selain itu, vegetasi juga menyebabkan kebakaran diklasifikasikan menjadi *forest* (kebakaran hutan), *peat* (kebakaran gambut), *brush* (kebakaran semak belukar), dan *grass* (kebakaran rumput).

Turunnya jarak pandang dan tingginya nilai gas hasil pembakaran biomassa (CO , NO_x , CH_3Cl , NO_x , CO_2 , PM_{10} , dan hidrokarbon lainnya) menjadi konsekuensi yang dihadapi saat terjadi kebakaran hutan dan lahan (Mouli *et al.*, 2005). Istilah yang digunakan untuk mengidentifikasi partikel padat dan cair di atmosfer yang berasal dari proses manusia dan alam yaitu partikulat material (Setyono, *et al.*, 2020). Efek yang terjadi saat terpapar PM_{10} dalam jangka waktu lama yaitu asma, bronkitis, kanker, penyakit pernafasan lainnya, dan kematian (WHO, 2013).

Salah satu perangkat lunak yang digunakan dalam menggambarkan pola penyebaran polusi dispersi Gauss di suatu daerah yaitu *Software AERMOD View*. Syarat penggunaan perangkat lunak ini diantaranya untuk menggambarkan kondisi di permukaan berelevasi atau datar, dan dari berbagai sumber, seperti wilayah, titik, dan sumber volume. Data yang digunakan dalam pengolahan data berasal dari data Meteorologi berupa *profile*, *surface*, dan *upper air* data (Amrullah, 2018).

Kabupaten Bengkayang dipilih sebagai lokasi calon tapak prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) Kalimantan Barat yang rencananya akan dibangun pada tahun 2024. Lokasi yang telah ditentukan adalah Pantai

Gosong Kecamatan Sungai Raya Kepulauan, dengan koordinat $108^\circ 05' 30''$ BB – $108^\circ 05' 23''$ BT dan $00^\circ 43' 50''$ LU – $00^\circ 41' 15''$ LS. Adapun yang rencananya akan dibangun adalah prototipe dengan ukuran 2×10 MW. yang akan dilengkapi dengan petugas dan operatornya. Kebakaran yang terjadi di Kalimantan Barat mengakibatkan potensi kabut asap di lokasi calon tapak.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan kajian ini yaitu untuk memprediksi sebaran kabut asap kebakaran hutan berupa PM_{10} pada calon lokasi tapak dan dampaknya terhadap masyarakat di sekitar tapak dengan menggunakan metode *The American Meteorology Society Environmental Protection Agency Regulatory Model* (AERMOD). Hasil penelitian diharapkan dapat dijadikan data awal dalam kajian perencanaan Pembangunan Tapak PLTN Kabupaten Bengkayang.

2. METODE

2.1 Alat dan Bahan

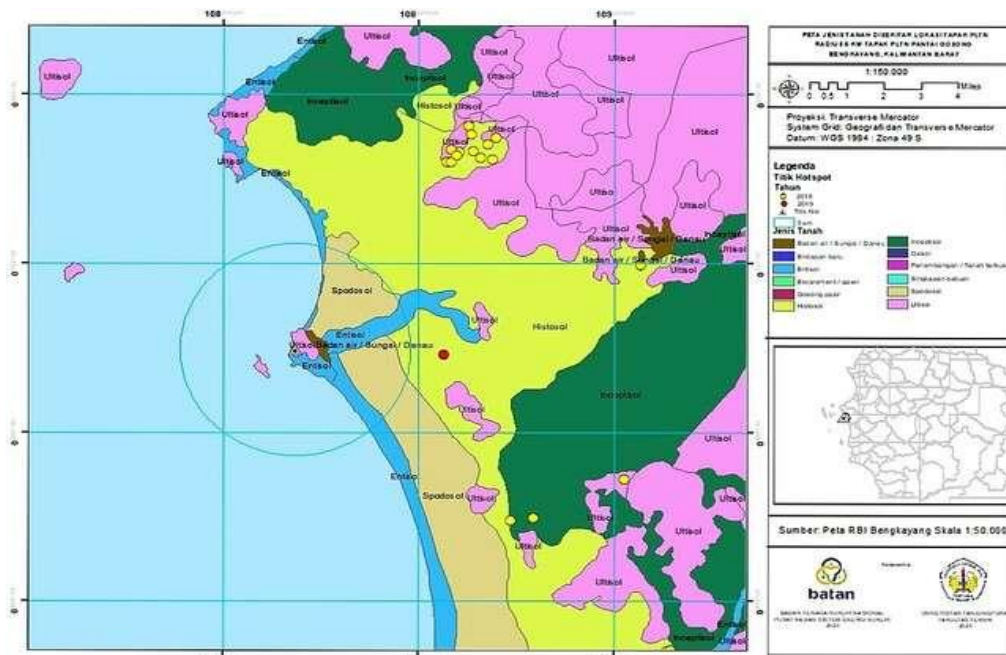
Instrumen dalam kajian ini yaitu data titik hotspot yang berada dalam radius 25 km dari tapak yang kemudian *dioverlay* berdasarkan data *hotspot* selama tahun 2010–2020. Data kondisi meteorologi tahun 2020, yang meliputi suhu udara, kelembaban udara, kecepatan, arah angin, dan data nilai ISPU parameter PM_{10} tertinggi pada rentang tahun 2010–2020.

2.2 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah pengerjaan kajian yang dilakukan terdiri dari pengumpulan data titik *hotspot*, pengukuran kondisi meteorologi, Pengolahan data meteorologi, dan simulasi model, dan kesimpulan.

a. Pengumpulan data titik *hotspot*

Proses pengumpulan data titik *hotspot* diperoleh dari Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), dengan radius 25 km, Jarak radius ditentukan berdasarkan studi yang telah dilakukan oleh tim PLTN. Radius 25 km ini diukur dari lokasi rencana tapak PLTN, yaitu di Pantai Gosong Kecamatan Sungai Raya Kepulauan, dengan koordinat $108^\circ 05' 30''$ BB – $108^\circ 05' 23''$ BT dan $00^\circ 43' 50''$ LU – $00^\circ 41' 15''$ LS. Data koordinat titik *hotspot* tahun 2010–2020 dari Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) selanjutnya di tumpuk tindih dengan lokasi kajian, sehingga didapatkan empat lokasi koordinat yang mengalami kejadian berulang sepanjang tahun 2010–2020 dalam radius 25 km. Keempat lokasi tersebut kita jadikan titik sumber pencemar.

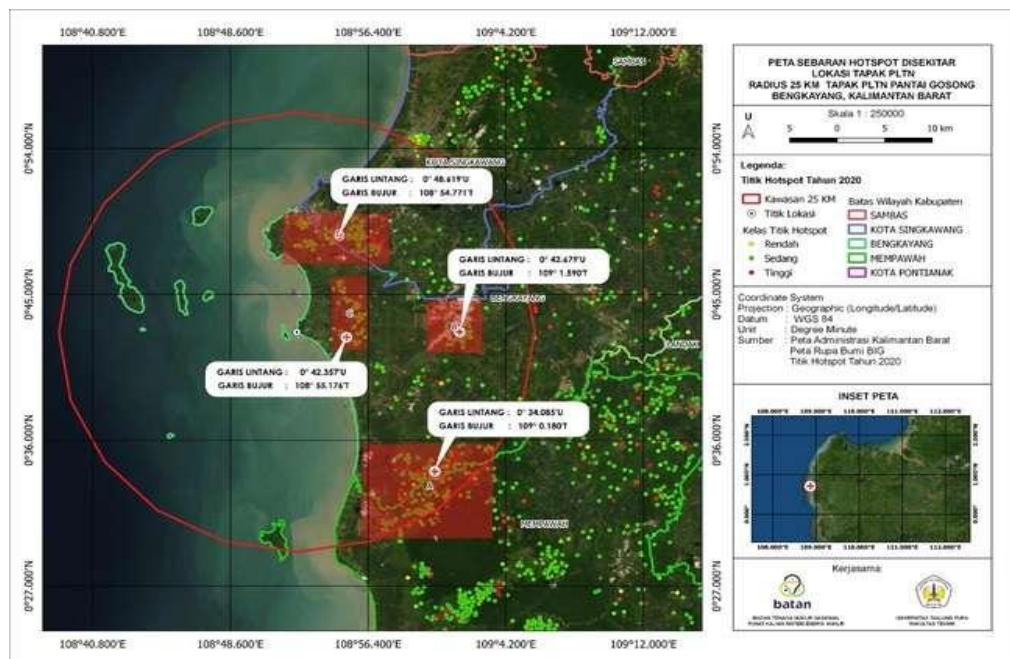


Gambar 1. Peta lokasi radius 25 km dari tapak

b. Pengolahan Data Meteorologi

Data meteorologi yang digunakan adalah data meteorologi tahun 2020 selama satu tahun penuh yang

didapatkan dari <http://meteoblue.com>, yang kemudian dimasukkan ke dalam program AERMOD. Data tahun 2020 digunakan sebagai data acuan.



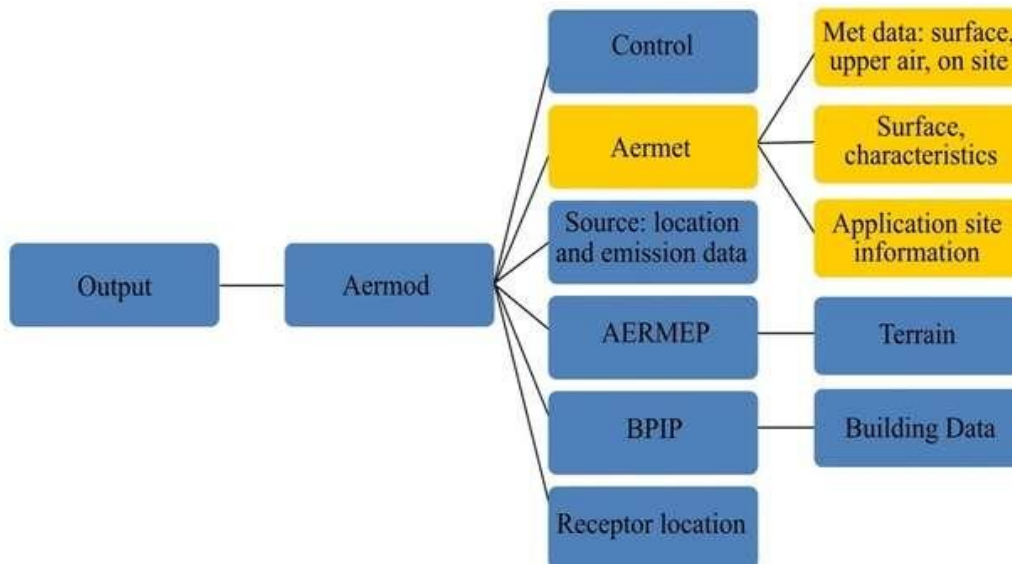
Gambar 2. Lokasi koordinat dengan jumlah hotspot tinggi dan berulung dari tapak PLTN dalam radius 25 km

c. Simulasi model dilakukan dengan menggunakan software *The American Meteorology Society Environmental Protection Agency Regulatory Model (AERMOD)*. Prosedur yang dilakukan dalam menggunakan perangkat lunak AERMOD meliputi langkah sebagai berikut :

- Penaksiran kondisi meteorologi sesaat yang meliputi kelembaban udara, temperatur udara,

arah angin sesaat, dan kecepatan dilakukan dengan menggunakan alat anemometer.

- Simulasi penyebaran PM₁₀ akibat kebakaran hutan dan lahan dilakukan dengan menggunakan software AERMOD dengan alur kerja pada Gambar 3.



Gambar 3. Data yang di Input dalam Pemodelan AERMOD

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

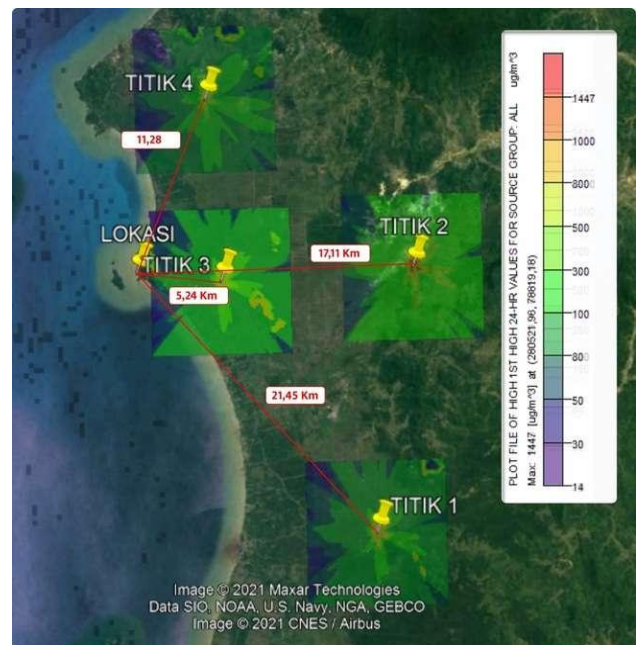
Peta sebaran polutan dalam kajian yang dilakukan pada periode 1 tahun, dengan polutan yang diamati adalah PM_{10} . Nilai PM_{10} yang diambil adalah nilai ISPU (Indeks Standar Pencemar Udara) PM_{10} yang terbesar dalam jangka waktu 2010-2020, yaitu sebesar 427 (pengukuran pada Agustus 2018). Tabel 1 memaparkan data PM_{10} sepanjang tahun 2010-2020.

Tabel 1. Nilai ISPU PM_{10} di Kota Pontianak Tahun 2010-2020

Tahun	Nilai ISPU PM_{10}
	Tertinggi
2010	256,38
2011	200,17
2012	207,65
2013	121,1
2014	216,83
2015	225,56
2016	Alat rusak
2017	187
2018	427
2019	318
2020	177

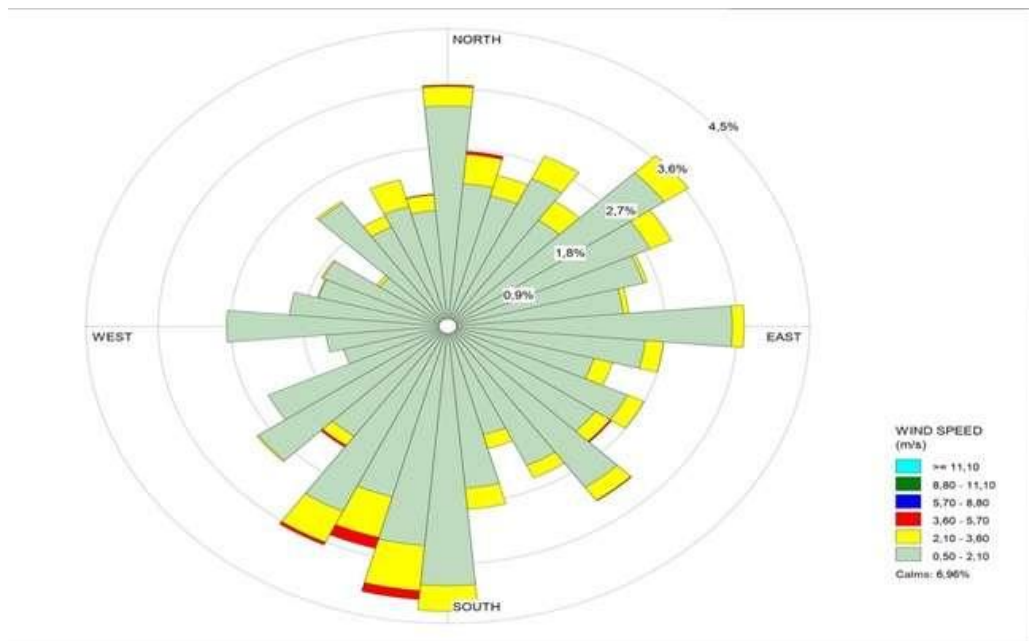
Sumber : BLH Kota Pontianak, 2021

Jarak empat lokasi berada pada radius 25 km dari tapak dan menjadi sumber *hotspot* yang berulang adalah sebagai berikut : Titik 1 sejauh 21,45 km, titik 2 sejauh 17,11 km, titik 3 sejauh 5,24 km, dan titik 4 sejauh 11,28 km. Gambar pemodelan pada 4 (empat) dari tapak di lokasi pada radius 25 km.



Gambar 4. Pemodelan sebaran PM_{10} pada empat lokasi akibat kebakaran hutan dan lahan

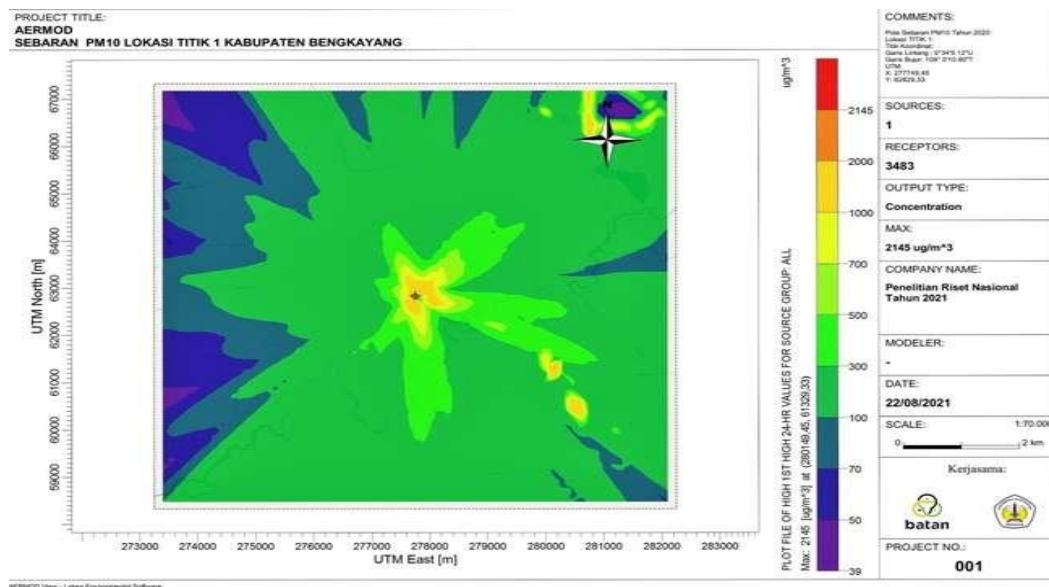
Hal yang berdampak dalam pemodelan dispersi yaitu kecepatan dan arah angin yang bentuk *windrose*, *windrose* dalam penelitian ini digambarkan dalam bentuk tahunan. Menurut Handriyono (2017) dan Sasmita, et al. (2021) fluktuasi konsentrasi polutan dan arah sebaran di atmosfer digambarkan berdasarkan kecepatan dan arah angin. Arah angin digunakan untuk menentukan koordinat sumber pencemar dan menunjukkan jarak sumber ke titik pencemar (jarak dispersi) (Handriyono,2017). Sedangkan kecepatan angin digunakan untuk mengetahui sebaran dampak polutan. Konsentrasi semakin rendah jika kecepatan angin semakin besar, namun konsentrasi semakin tinggi jika kecepatan angin semakin rendah (Sasmita, et al, 2021).



Gambar 5. Peta arah angin dominan

Berdasarkan peta *windrose* pada Gambar 5, arah angin dominan pada tahun 2020 bergerak dari utara menuju selatan dengan kecepatan angin sebesar 2,10–3 M/ detik. Kecepatan angin berdampak pada konsentrasi partikulat. Peningkatan kecepatan angin di wilayah sumber partikulat mengakibatkan penurunan konsentrasi partikulat. Namun, bila kecepatan angin menurun akan terjadi peningkatan pada konsentrasi pencemar di wilayah pencemar (Geiger,1995). Dampak kecepatan angin juga menyebabkan terjadinya turbulensi. Kuatnya angin berpengaruh pada terjadi frekuensi turbulensi. Turbulensi akan mencampur udara tercemar dengan atmosfer sekitar dan menurunkan konsentrasi polutan. Namun jika kecepatan angin melemah

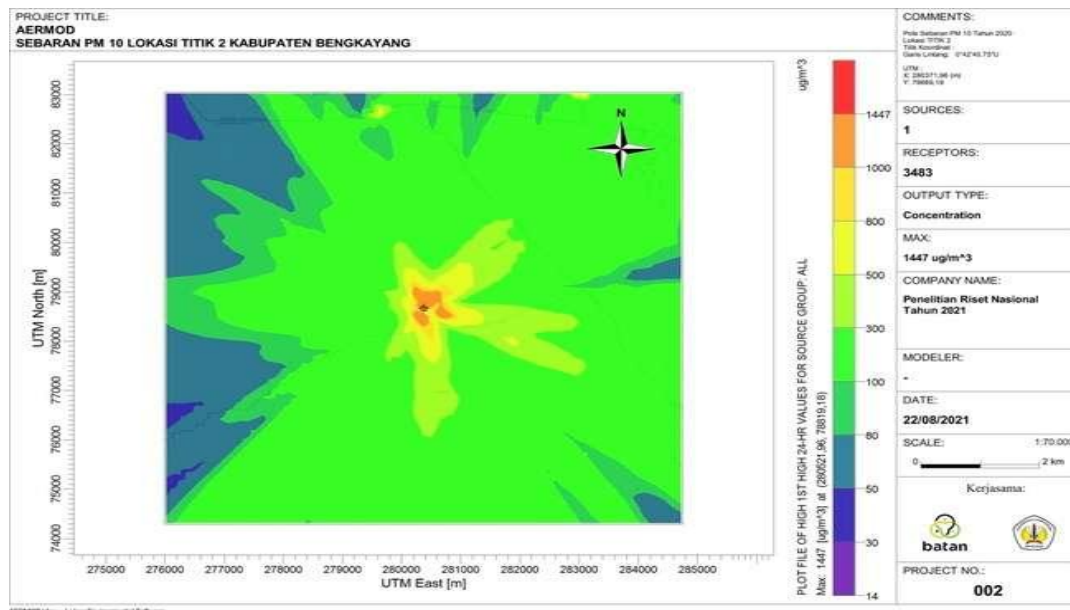
yang terjadi adalah tidak adanya pengenceran konsentrasi pencemar sehingga polutan akan tetap tinggi di wilayah tersebut (Oke, 1987). Dispersi polutan juga dipengaruhi oleh aspek lain diluar meteorologi, seperti kondisi tata guna lahan yang antara lain meliputi : pohon, perairan dan pegunungan (Seangkiatiyuth *et al.*, 2011). Pada penelitian ini berdasarkan pengambilan data udara didapatkan kondisi yang relatif sama yaitu hutan dengan ketinggian elevasi antara 8,19 m hingga 14,95 m, kecuali pada titik dua merupakan area perbukitan dengan tinggi elevasi mencapai 43,23 m. Sasmita, *et al.* (2019) menyebutkan bahwa kontur akan mempengaruhi dispersi emisi polutan. Gambar 6 memaparkan hasil *running* model.



Gambar 6 (a). Pemodelan pada titik 1

Pola dispersi PM₁₀ pada titik satu dominan berada pada rentang nilai ISPU 100–300 pada, sedangkan pada pusat pencemar nilai ISPU PM₁₀ mencapai 1.000–2.000, yang kemudian semakin berkurang dan memanjang mengikuti

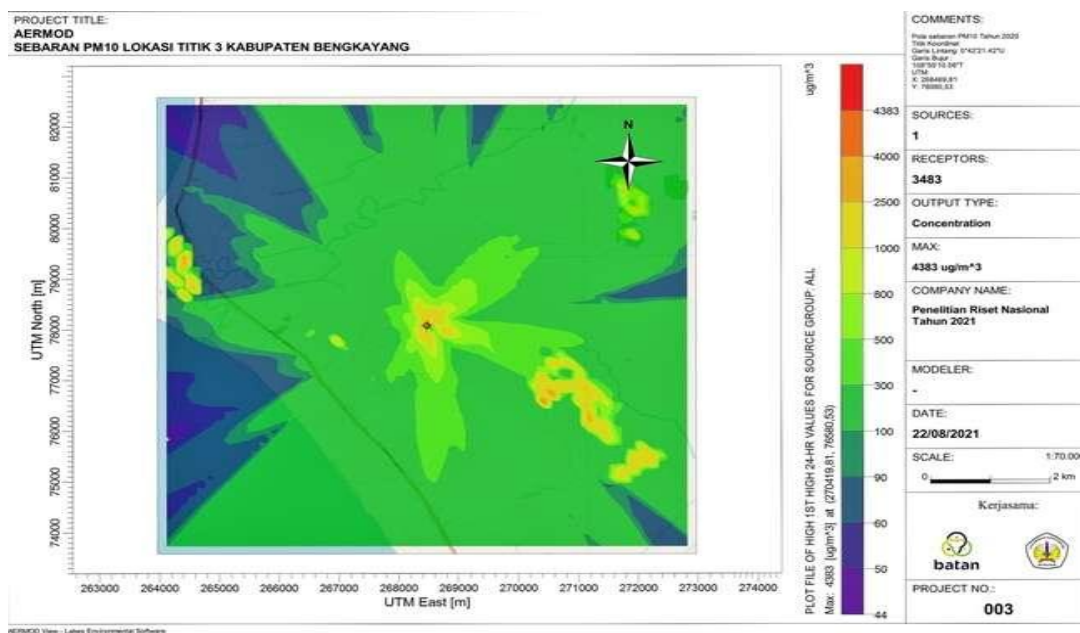
arah dan kecepatan angin hingga 21,45 km dari lokasi kebakaran hutan dan lahan. Ketinggian elevasi pada titik satu adalah 14,95 m.



Gambar 6 (b). Pemodelan pada titik 2

Pola dispersi PM₁₀ pada titik dua dominan berada pada rentang nilai ISPU 100–300, sedangkan pada pusat pencemar nilai ISPU PM₁₀ mencapai 500–800, yang kemudian memanjang mengikuti arah dan kecepatan angin hingga 17,15 km dari lokasi kebakaran hutan dan lahan. Ketinggian elevasi pada titik dua adalah 43,23 m, sehingga

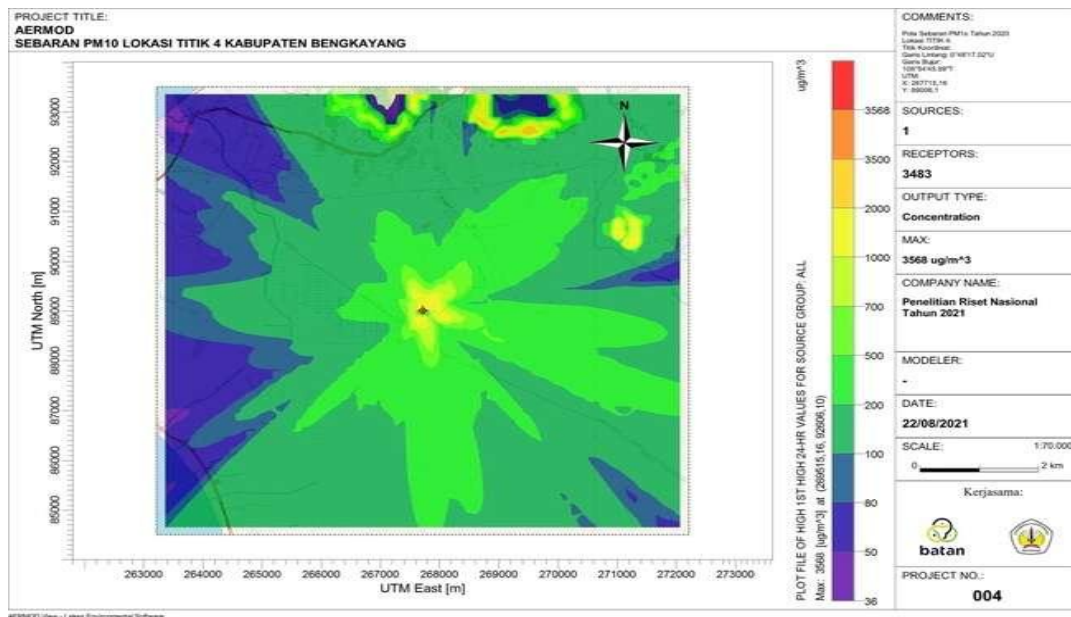
menyebabkan pola dispersi lebih meluas. Hal ini sesuai dengan penelitian Nauli (2002) bahwa semakin tinggi cerobong, maka sebaran emisi akan lebih meluas. Pada penelitian ini ketinggian titik sumber kebakaran hutan dan lahan adalah mewakili cerobong.



Gambar 6 (c). Pemodelan pada titik 3

Pola dispersi PM₁₀ pada titik tiga dominan berada pada rentang nilai ISPU 100-300, sedangkan pada pusat pencemar nilai ISPU PM₁₀ mencapai 500–800, yang kemudian memanjang mengikuti arah dan kecepatan angin hingga 5,24 km dari lokasi kebakaran hutan dan lahan. Pada beberapa

lokasi terdapat titik tiga yang menjadi sumber kebakaran hutan dan lahan selain sumber titik tiga dengan nilai ISPU PM₁₀ berada pada rentang 2.000–4.000. Ketinggian elevasi pada titik tiga adalah 8,19 m.



Gambar 6 (d). Pemodelan pada titik 4

Pola dispersi PM₁₀ pada titik empat dominan berada pada rentang nilai ISPU 200–500, sedangkan pada pusat pencemar nilai ISPU PM₁₀ mencapai 1000–2000, yang kemudian semakin berkurang dan memanjang mengikuti arah dan kecepatan angin hingga 11,24 km dari lokasi kebakaran hutan dan lahan. Ketinggian elevasi pada titik empat adalah 10,55 m. Berkurang dan memanjangnya pola penyebaran konsentrasi polutan ini disebabkan adanya kestabilan atmosfer. Kestabilan atmosfer menyebabkan zat pencemar bergerak horizontal dan tertangkap sehingga pergerakan polutan semakin jauh dari titik pencemar (Dewi, *et al.*, 2018).

Dari hasil pemodelan dispersi PM₁₀ dari empat titik pada radius 25 km dari lokasi tapak PLTN Kabupaten Bengkayang terdapat beberapa hal yang mempengaruhi sebaran, yaitu : Arah dan kecepatan angin, ketinggian lokasi kebakaran hutan dan lahan, serta kondisi tata guna lahan. Berdasarkan pemodelan AEROMOD yang telah dilakukan diketahui rentang ISPU PM₁₀ dalam radius 25 km yaitu 100–2000. Rentang nilai ISPU PM₁₀ ini sangat tinggi, mengingat ambang batas PM₁₀ hanya 150 µgram/m³. Kusmartini, *et al.* (2019) menyebutkan 70% partikulat tersimpan dalam tubuh akibat paparan partikulat dan jika terhirup menyebabkan kelahiran prematur, penyakit pernafasan pada anak dan arteriosclerosis.

Terkait dengan rencana pembangunan tapak PLTN Kabupaten Bengkayang, tentu perlu dilakukan pemantauan pencemaran udara. Pemantauan dapat dilakukan dengan menentukan titik lokasi pengukuran emisi polutan. Menurut Dewi, *et al.*, (2018), konsentrasi zat pencemar tertinggi dapat menjadi dasar dalam melakukan evaluasi dan pemantauan kualitas udara saat kondisi atmosfer labil, stabil, atau netral. Berdasarkan pemodelan dispersi menggunakan AEROMOD diketahui bahwa empat titik dalam radius 25 km dapat dijadikan sebagai titik pemantauan kualitas udara untuk melihat dampak yang diakibatkan oleh perencanaan rencana pembangunan tapak PLTN Kabupaten Bengkayang di masa mendatang.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data titik *hotspot* periode 2010–2020 terdapat 4 lokasi (koordinat) yang mengalami kejadian berulang sepanjang tahun dengan titik terdekat sejauh 5,24 km dari lokasi tapak. Hasil pemodelan mendapatkan kondisi angin dominan yang bertiup sepanjang tahun 2020 dari arah Selatan menuju Barat dengan kecepatan rendah dan tidak menuju lokasi tapak, akan tetapi panjang sebaran terdekat dengan tapak adalah sejauh 3,08 km dari rencana lokasi tapak.

PERSANTUNAN

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang telah mendanai penelitian ini, serta Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) yang telah bekerjasama selama penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Amrullah, M. (2018). Pemodelan Sebaran Emisi Suspended Particulate matter ≤ 10µm Dan Logam Cromium (Cr) Dari Cerobong PLTU Batubara Dengan Software AERMOD View. Universitas Diponegoro. Semarang.

Dewi, N.W.S.P. June, T. Yani, M dan Mujito. (2018). Estimasi Pola Dispersi Debu, SO₂ dan NO_x Dari Industri Semen Menggunakan Model Gauss yang Diintegrasikan dengan Screen3. Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Vol. 8 No. 1.

Dicelebica, T. F.; Akbar, A. A., dan Rahayu, D.J. (2022). Identifikasi dan Pencegahan Daerah Rawan Bencana Kebakaran Hutan dan lahan Gambut Berbasis Sistem Informasi Geografis di Kalimantan Barat. Jurnal Ilmu Lingkungan. Vol. 20. No. 1.

Geiger, H. (1995) The Climate Near The Ground. Braunschweig. Friedr Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH.

- Handriyono, E. R. (2017). Pembentukan Fungsi Pengaruh Meteorologi pada Persamaan Gauss Menggunakan Software R. *Jurnal IPTEK*. Vol 21. No. 2.
- Kementerian Ketenagakerjaan RI. (1980). Permenaker No.04/Men/1980 Tentang Syarat Pemasangan dan pemeliharaan Alat Pemadam Kebakaran.
- Kusmartini, I. Adventini, N. Sari, D.K. Kurniawati, S. Lestiani, D.D. dan Santoso, M. (2019). Karakterisasi Unsur PM_{2,5} pada Periode Kebakaran Hutan di Pekanbaru dengan Teknik Analisis Aktivasi Neutron. *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia*. Vol. 20. No. 1
- Mouli, C. P, Mohan, V. S, & Reddy, J. S. (2005). Assessment of Microbial (Bacteria) Concentration of Ambient Air at Semi-Arid Urban Region : Influence of Meteorological Factor. *Applied Ecology and Environmental Research* 3(2) : 132-149.
- Nauli, T. (2002). Pola Sebaran Pollutant dari Cerobong Asap. *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir P3TM-BATAN*. 23 Juni 2002. Yogyakarta.
- Oke, T. R. (1987). *Bounding Layer Climates*. Ed ke-2. London. Routledge.
- Sasmita, A. Andrio, D. dan Hasibuan, P. (2019). Pemetaan Sebaran Partikulat dari Pembakaran Limbah Padat Industri Pengolahan Sawit, di Kabupaten Kampar, Riau. *Jurnal Sains dan Teknologi*, Vol 18, No. 2.
- Sasmita, A. Andrio, D. dan Nopita, R. (2021). Dispersi SO₂ dan NO₂ dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap Tembilahan, Riau. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. Vol 13. No. 2.
- Seangkiatiyuth, K. Surapipith, V. Tantrakarnapa, K. Lothongkum, A. (2011). Application of The AERMOD Modelling System For Environmental Impact Assesment of NO₂ Emissions From A Cement Complex. *Journal of Environmental Sciences*. Thailand.
- Setyono, P. Himawan, W. Nancy, N. (2020). Estimasi Emisi Partikulat (PM₁₀) Akibat Ragam Aktivitas Urban di Kota Surakarta. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- World Health Organization. (2013). *Review of Evidence on Health Aspect of Air Pollution – REVIHAAP Project*. Technical Report.