
PERMODELAN SEBARAN TSP (TOTAL SUSPENDED PARTICULATE) DARI KENDARAAN BERMOTOR DI LINGKAR JALAN M.T. HARYONO, JALAN BRIGJEN M. YUSUF, JALAN KH. AHMAD DAHLAN, & JALAN SORUMBA KOTA KENDARI

Oleh

Indra Purnama Iqbah¹, Muhammad Williams², Murdani Joko Saputro³

Program Studi D-III Sanitasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Mandala Waluya

^{1,2,3}Departemen/Program Studi D-III Sanitasi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Mandala Waluya

Email: 1indrapurnama@gmail.com

Article History:

Received: 27-04-2024

Revised: 12-05-2024

Accepted: 25-05-2024

Keywords:

Permodelan Software Aermod, TSP.

Abstract: *Transportasi merupakan salah satu sektor yang menghasilkan TSP (Total Suspended Particulate). TSP memiliki karakteristik berwarna coklat, berbau sadah, dan dapat menimbulkan iritasi mata dan sakit pada paru-paru. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran konsentrasi TSP dari sumber transportasi di jalan raya MT Haryono – Sorumba – KH Ahmad Dahlan – Brigjen M. Yusuf Kota Kendari menggunakan pemodelan AERMOD serta membandingkannya dengan pengukuran lapangan. Penelitian dilakukan melalui pengumpulan data primer berupa konsentrasi TSP dan Jumlah Kendaraan, serta data sekunder berupa data cuaca dan faktor emisi dari kendaraan di lokasi penelitian. Selanjutnya dilakukan pemodelan untuk mengetahui sebaran gas Nitrogen Dioksida menggunakan AERMOD. Hasil perhitungan langsung menunjukkan bahwa konsentrasi tertinggi TSP sebesar 800 ug/m³ berada di jalan MT.Haryono sedangkan konsentrasi terendah berada di jalan KH Ahmad Dahlan sebesar 500 ug/m³.*

PENDAHULUAN

Kehidupan semua makhluk, terutama manusia, sangat tergantung pada keberadaan udara sebagai elemen vital. Dengan adanya pertumbuhan pembangunan infrastruktur, baik di sektor industri maupun transportasi yang terus berkembang, mengakibatkan perubahan atau penurunan kualitas udara. Menurunnya kualitas udara ambien terjadi karena penetrasi zat pencemar ke atmosfer. Jenis zat pencemar tersebut bisa berupa gas atau partikulat (PM_{10}).

Debu total atau TSP adalah debu yang terbentuk dari campuran beragam elemen dan senyawa lain dengan partikel berbagai ukuran, dari yang paling kecil hingga sekitar 100 mikron. Partikel debu di lingkungan kerja dapat menimbulkan risiko gangguan pada hidung dan tenggorokan, yang mungkin menyebabkan gejala seperti pilek dan infeksi lainnya. Faktor-faktor yang memungkinkan terjadinya penyakit dan masalah pernapasan akibat paparan debu melibatkan kedua faktor debu itu sendiri dan faktor-faktor individual. Faktor

debu mencakup karakteristik partikel, seperti ukuran, bentuk, konsentrasi, daya larut, sifat kimia, dan durasi paparan. Di sisi lain, faktor individu melibatkan pertahanan paru-paru, anatomi dan fisiologi saluran pernapasan, serta elemen imunologi (2).

Dilansir dari WHO (2013), paparan TSP menyebabkan tiga juta kematian setiap tahun. Pada orang dewasa dan anak-anak, paparan TSP meningkatkan risiko terkena berbagai penyakit pernapasan dan kardiovaskular, baik akut maupun jangka panjang (3). Dampak kesehatan dari paparan PM10 dalam waktu singkat melibatkan pengaruh pada reaksi peradangan paru-paru, gejala Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA), peningkatan risiko terhadap masalah kardiovaskular, peningkatan kebutuhan perawatan gawat darurat, peningkatan gejala pada saluran pernapasan bagian bawah, eksaserbasi asma, penurunan fungsi paru pada anak-anak, peningkatan risiko penyakit obstruktif paru-paru kronis, penurunan rata-rata harapan hidup, terutama dalam hal kematian yang berkaitan dengan masalah jantung-paru, dan peningkatan probabilitas terjadinya kanker paru. Hal tersebut mengindikasikan bahwa TSP menjadi prediktor utama tingkat kematian dan tingkat keparahan penyakit pada populasi masyarakat.

Faktor utama yang menyebabkan perubahan komponen udara adalah peningkatan jumlah penduduk yang bermigrasi dari desa ke kota, yang dikenal sebagai urbanisasi. Sehubungan dengan hal ini, kualitas udara menjadi indikator kesehatan lingkungan, baik di lingkungan desa maupun perkotaan. Tingginya tingkat aktivitas transportasi juga menyebabkan penurunan kualitas udara (4). Bertambahnya jumlah kendaraan bermotor di jalan raya bisa menyebabkan peningkatan tingkat pencemaran udara akibat emisi gas buang (5).

Khususnya di Kota Kendari – Provinsi Sulawesi Tenggara, Indonesia pada tahun 2022 jumlah penduduk mencapai 364.220 jiwa (6). Bertambahnya jumlah penduduk berimplikasi pada peningkatan jumlah kendaraan bermotor. Sebagai hasil dari perhitungan kategori kendaraan bermotor yang dilakukan pada tahun 2022, ditemukan bahwa sepeda motor dengan total 332.659 unit di seluruh Kota Kendari, diikuti oleh 20.562 mobil penumpang, sebesar 2.152 truk, dan bus sebesar 181 unit (POLDA SULTRA, 2023). Peningkatan jumlah penduduk di perkotaan secara nyata meningkatkan aktivitas pergerakan manusia di jalan raya. Saat ini, pengguna kendaraan bermotor di Indonesia semakin bertambah seiring dengan peningkatan standar hidup masyarakat yang lebih mengandalkan kendaraan bermotor karena dianggap sebagai sarana yang cepat, praktis, dan nyaman (7).

Terdapat beragam metode permodelan yang digunakan untuk memahami penyebaran polutan udara, seperti eulerian model, lagrangian model, dan gaussian model. Akan tetapi, metode yang umum dan sering digunakan adalah model gaussian (GM), karena dianggap paling sederhana dan memberikan analisis yang akurat (8). Tujuan penelitian ini Untuk mengetahui bentuk permodelan sebaran TSP (total suspended particulate) dari kendaraan bermotor di lingkaran jalan MT. Hariyono, Jalan Brigjen M. Yusuf, Jalan KH. Ahmad Dahlan, & Jalan sorumba

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu

Lokasi penelitian ini dilakukan di 4 jalan utama diantaranya jalan MT. Hariyono, jalan Brigjen M. Yusuf, jalan KH. Ahmad Dahlan dan jalan sorumba. Waktu Penelitian Waktu

penelitian ini di lakukan di bulan Oktober 2023.

Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah impinger (alat sampling udara), anemometer, perangkat lunak AERMOD yang dikeluarkan oleh EPA, dan WRPLOT View, untuk membuat mawar angin, dibuat oleh Lakes Environmental.

Prosedur Kerja

Pengukuran kondisi meteorologi sesaat yang meliputi temperatur udara, kelembaban udara, kecepatan dan arah angin sesaat dilakukan dengan menggunakan alat anemometer, sedangkan data sekunder meteorologi yaitu temperatur udara, kelembaban udara, kecepatan dan arah angin, curah hujan dalam serangkaian waktu 1999-2009 diperoleh dari Copernicus Climate Change Service (C3S), untuk periode 1 Januari 2022 sampai 31 Desember 2022 (1 tahun). Pengukuran TSP, jumlah dan jenis kendaraan dilakukan pada pagi (pukul 06.00 ± 08.00 WIB), siang (pukul 12.00 ± 14.00 WIB), dan sore (pukul 16.00 ± 18.00 WIB). Simulasi penyebaran TSP akibat transportasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak AERMOD yang dikeluarkan oleh EPA. Untuk menghitung faktor emisi dari TSP dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

Bangkitan debu (TSP) dihitung berdasarkan USEPA (1995):

$$E = k (1,7) \left(\frac{s}{12}\right) \left(\frac{S}{48}\right) \left(\frac{W}{2,7}\right)^{0,7} \left(\frac{w}{4}\right)^{0,5} \left(\frac{365 - p}{365}\right) \text{ kg/VKT}$$

- dimana: E : Faktor emisi
 k : koefisien ukuran (TSP = 1,18 kg/ton)
 s : Silt content pada permukaan jalan (%)
 S : Kecepatan rata-rata kendaraan (km/jam)
 W : Berat rata-rata kendaraan (ton)
 w : Jumlah roda kendaraan
 p : Jumlah hari hujan dalam satu tahun

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang di lakukan di 4 jalan utama yakni jalan MT. Hariyono, jalan Brigjen M. Yusuf, jalan KH. Ahmad Dahlan dan jalan sorumba memiliki karakteristik jalan yang disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik jalan di lokasi penelitian

Titik	Nama Jalan	Lebar (m)	Panjang (m)	Status Jalan
1	Jl. MT. Hariyono	16	1.300	Jalan Kota
2	Jl. Brigjen M. Yusuf	20	1.723	Jalan Kota
3	Jl. KH. Ahmad Dahlan	14	1.400	Jalan Kota
4	Jl. Sorumba	14	2.160	Jalan Kota

Dalam penelitian ini dilakukan perhitungan jumlah dan jenis kendaraan yang dilakukan pada pagi (07.00 ± 08.00 WIB), siang (12.00 ± 13.00 WIB), dan sore (17.00 ± 18.00 WIB) dan disajikan pada tabel berikut :

Tabel 2. Hasil pengambilan sampel di lokasi penelitian

Lokasi	Jumlah dan Jenis Kendaraan (Unit)			
	Sepeda Motor	Mobil	Truk	Jumlah
Jl. MT. Hariyono	2.392	1.320	72	3.784
Jl. Brigien M. Yusuf	1.872	1.080	27	2.979
Jl. KH. Ahmad Dahlan	1.104	376	9	1.489
Jl. Sorumba	816	552	20	1.388

1. Hasil Permodelan Aermod

a) Model sebaran TSP dari Sepeda Motor



(a) Simulasi selama 1 jam



(b) Simulasi selama 24 jam

Gambar 1. Hasil simulasi TSP pada Motor

b) Model Sebaran TSP pada Mobil



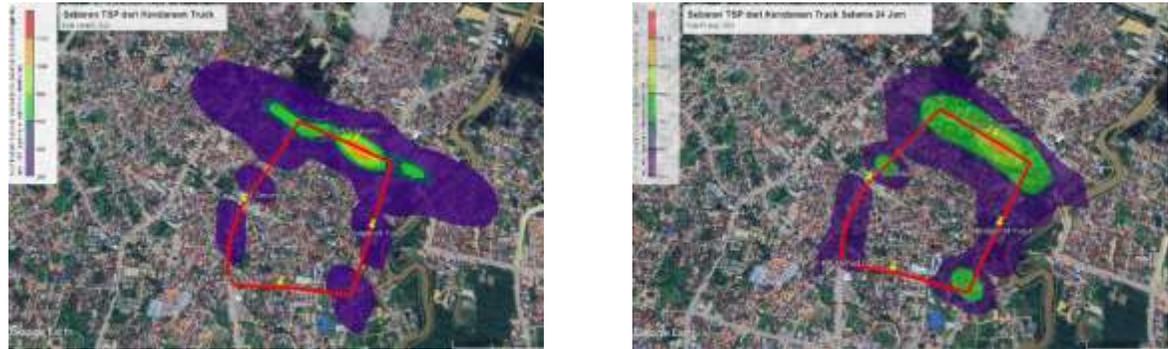
(a) Simulasi selama 1 jam



(b) Simulasi selama 24 jam

Gambar 2. Hasil Simulasi TSP pada Mobil

c) Model Sebaran TSP pada Truck



(a) Simulasi selama 1 jam

(b) Simulasi selama 24 jam

Gambar 3. Hasil Simulasi Pada Truck

2. Analisis Permodelan TSP

Dari hasil permodelan TSP maka di dapatkan hasil konsentrasi TSP di 4 jalan utama yang disajikan pada tabel berikut :

Tabel 3. Konsentrasi Sebaran TSP dari hasil Permodelan Selama 24 jam

Nama Jalan	Konsentrasi TSP Motor $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Min-Max)	Konsentrasi TSP Mobil $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Min-Max)	Konsentrasi TSP Truk $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Min-Max)
Jl. MT. Hariyono - Jl. Brigjen M. Yusuf - Jl. KH. Ahmad Dahlan - Jl. Sorumba	500-1851	500-2878	50-491,7

PEMBAHASAN

The American Meteorology Society Environmental Protection Agency Regulatory Model (AERMOD) merupakan perangkat lunak berbasis model Gaussian plume yang direkomendasikan oleh US EPA untuk simulasi kualitas udara (9). Perbedaan AERMOD dengan CALINE 4 terletak pada memasukkan data iklim yang lebih lengkap, seperti data planetary boundary layer (PBL), yang merupakan bagian data meteorologi untuk AERMOD. Selain itu, AERMOD juga memasukkan kontur lokasi penelitian sebagai bagian dari topografi (10).

AERMOD merupakan model dispersi spasial kualitas udara yang ditujukan untuk pemenuhan terhadap peraturan, dan mampu memprediksi penyebaran kualitas udara hingga 50 sumber yang berbeda-beda (sumber titik, luas, atau volume), selain itu penyebaran kualitas udara dari sumber sumber bergerak juga dapat diprediksi oleh perangkat lunak ini (11). Kelebihan AERMOD dibandingkan dengan perangkat lunak lainnya adalah kemampuannya dalam memprediksi ground level concentration (GLC) akibat dari pengaruh PBL (12).

Dalam penelitian ini diperoleh hasil permodelan sebaran Sebaran TSP dengan menggunakan AERMOD sebagai berikut.

a. Permodelan Sebaran TSP pada Sepeda Motor

Dari hasil permodelan selama 24 jam sebaran TSP untuk kendaraan sepeda motor didapati bahwa untuk jalan MT.Haryono & Brigjen M. Yusuf memiliki titik konsentrasi sebaran TSP tertinggi yaitu 1000-1851 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, namun secara luas persebaran jalan MT. Haryono memiliki luas titik persebaran yang lebih besar daripada ke-3 jalan yang lain.

b. Permodelan sebaran sebaran TSP pada Mobil

Dari hasil permodelan sebaran sebaran TSP untuk kendaraan mobil didapati bahwa untuk jalan MT.Haryono & Brigjen M. Yusuf memiliki titik konsentrasi sebaran TSP tertinggi yaitu 1000-2878 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, namun secara luas persebaran jalan MT. Haryono memiliki luas titik persebaran yang lebih besar daripada ke-3 jalan yang lain. Berikutnya jalan Brigjen M. Yusuf dengan konsentrasi rata-rata 500-1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ kemudian jalan KH Ahmad Dahlan dan Jalan Sorumba memiliki konsentrasi sebaran gas TSP terendah dengan rentang 500-700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

c. Permodelan Sebaran sebaran TSP pada Truk

Dari hasil permodelan sebaran sebaran TSP untuk kendaraan truk didapati bahwa untuk jalan MT.Haryono & Brigjen M. Yusuf memiliki titik konsentrasi sebaran TSP tertinggi yaitu 100-491,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, namun secara luas persebaran jalan MT. Haryono memiliki luas titik persebaran yang lebih besar daripada ke-3 jalan yang lain. Berikutnya jalan Brigjen M. Yusuf memiliki konsentrasi TSSP terbesar kedua setelah jalan MT Haryono dengan konsentrasi rata-rata 500-1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ kemudian jalan KH Ahmad Dahlan dan Jalan Sorumba memiliki konsentrasi sebaran gas TSP terendah dengan rentang 500-90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Hasil simulasi dari memperlihatkan pola yang hampir sesuai, di mana polutan menyebar luas ke wilayah selatan (Jalan Brigjen M Yusuf). Hal tersebut sesuai dengan kondisi daerah tersebut adalah dataran rendah yang didominasi oleh aliran angin dari selatan ke utara. Angin yang bertiup dari selatan ke utara menyebabkan penyebaran polutan ke utara, namun terbagi ke arah tenggara dan barat laut karena adanya kontur dataran rendah di bagian utara lokasi rendah, sehingga penyebaran emisi maksimal ke arah jalan Brigjen.M Yusuf.

TSP (Total Suspended Solid) dapat mengakibatkan masyarakat beresiko mengalami gangguan kesehatan berupa penurunan fungsi paru. Partikel yang berukuran sangat kecil ini mudah terinhalasi dan menyebabkan penumpukan pada saluran pernafasan sehingga terjadi penurunan fatal paru berupa obstruktif. (13). Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa konsentrasi dari masing-masing jalan yaitu jalan MT. Hariyono, Jalan Brigjen M. Yusuf, Jalan KH. Ahmad Dahlan, & Jalan Sorumba dan masing-masing jenis Kendaraan yaitu motor, mobil, & Truk secara keseluruhan melebihi baku mutu sesuai dengan PP No.22 tahun 2021 yaitu melewati angka 230 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dalam 24 jam sehingga secara teori maka akan berpotensi menimbulkan dampak negatif pada masyarakat sekitar.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa AERMOD dapat digunakan untuk memprediksi polutan udara dari aktivitas transportasi. Semakin meningkat jumlah kendaraan bermotor, semakin meningkat pula konsentrasi tsp (*Total Suspended Solid*) di udara ambien. Berdasarkan simulasi, konsentrasi tertinggi TSP akibat aktivitas transportasi di lokasi penelitian berada di Jalan MT. Haryono.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Taufiq, 2017. "Penggunaan AERMOD Untuk Kajian Simulasi Dampak Pencemaran Karbon Monoksida Di kota Yogyakarta Akibat Emisi Kendaraan Bermotor". Yogyakarta.
- [2] WHO, 2013. "Penilaian Secara Cepat Sumber-Sumber Pencemaran Air, Tanah, dan Udara".
- [3] Fatono & Subagyo, 2021 "Rational Rose Untuk Permodelan Berorientasi Objek. Informatika. Bandung". Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung.
- [4] Nurnaningsih, 2018. "Analisis Beban PENCEMAR Udara SO₂, NO₂ dan HC Dengan Menggunakan Pendekatan Line Source Modelling. Balitbangda, Kalimantan Selatan". *Operasional PLTU Batubara X Sebagai Media Perhitungan Valuasi Ekonomi*".
- [5] BPS KOTA KENDARI, 2022. "Kota Kendari Dalam Angka 2022".
- [6] Hamsona dkk, 2019. "Pengaruh Bahan Bakar Transportasi Terhadap Pencemaran Udara dan Solusinya. Skripsi, Politeknik Bandung".
- [7] Aslim, 2016. "Pengaruh faktor Meteorologi Terhadap Besarnya Konsentrasi SO₂. Skripsi, Jurusan Meteorologi, Institut Teknologi Bandung".
- [8] EPA, 2005. Revision to the Guideline on Air Quality Models: Adoption of a Preferred General Propose (Flat and Complex Terrain) Dispersion Model and Other Revision. Fed. Reg., 70(215):68218-68261.
- [9] Steven, G.P., Alan, J.C., Robert, J.P., Roger, W.B., Jeffrey, C.W., Akula, V., Robert, B.W., Russel, F.L., dan Warren, D.P., 2004. AERMOD: A Dispersion Model for Industrial Source Applications. Part II: Model Performance Against 17 Field Study Database. J. Appl. Meteorol., 44:694-708
- [10] Zou, B., Zhan, F., Wilson, J., dan Zeng, Y., 2010. Performance of AERMOD at Different Scales. Simul. Model. Pract. Th., 18:612-623
- [11] Yang, D., Chen, G., dan Yu, Y., 2007. Inter-Comparison of AERMOD and ISC3 Modeling Results to the Alaska Tracer Field Experiment. Chin. J. Geochem., 26(2), 182-185
- [12] Firmansyah, H.E. 2017. *Paparan Debu Terhadap Gejala Asma Pada Pekerja Peternakan Ayam Boiler Studi di Peternakan Desa Bulakmanggis Kecamatan Candipuro Kabupaten Lumajang*. Skripsi. Jember: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN