

Sistem Perhitungan Konsentrasi Debu Jatuh dan TSP (Total Suspended Particulate) di Udara dalam Analisis Dampak Lingkungan di Indonesia

Prof. Dr. Ir. Arief Sabdo Yuwono, M.Sc

Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University

ISU KUNCI

1. Sistem perhitungan konsentrasi debu jatuh (dustfall) dan total partikel tersuspensi (TSP) selama ini menggunakan persamaan yang tidak sesuai sepenuhnya dengan kondisi Indonesia.
2. Rangkaian penelitian ini telah menghasilkan sistem perhitungan baru yang akurat dan sesuai kondisi spesifik di Indonesia.

RINGKASAN

Sistem perhitungan konsentrasi debu jatuh (dustfall) dan total partikel tersuspensi (total suspended particulate, TSP) dalam kegiatan analisis dampak lingkungan di Indonesia selama ini masih didasarkan pada persamaan dari luar negeri yang tidak sesuai dengan kondisi Indonesia. Kedua parameter tersebut merupakan parameter utama untuk menggambarkan perubahan kualitas udara yang terjadi akibat kegiatan manusia (antropogenik) dan akibat kondisi alami (natural). Kedua parameter wajib disajikan dalam menggambarkan perubahan kualitas udara dalam analisis dampak lingkungan. Berdasarkan serangkaian penelitian yang dilakukan di Indonesia (Yuwono et al., 2014-2018), perhitungan konsentrasi debu jatuh dan TSP telah bisa menggunakan persamaan empiris yang dikembangkan khusus untuk kondisi di Indonesia. Serangkaian persamaan telah disusun dalam sebuah spreadsheet sederhana yang bisa diimplementasikan sesuai jenis tanah di Indonesia. Dengan sistem ini, prakiraan konsentrasi debu jatuh dan TSP yang akan terjadi akibat pelaksanaan pembangunan dapat diprakirakan dengan akurat dan sesuai baku mutu di Indonesia.

Pendahuluan

Kualitas udara ambien merupakan faktor penting dalam mendukung kehidupan makhluk hidup di bumi. Manusia dapat terus hidup tanpa makanan selama 5 hari, sedangkan manusia hanya mampu bertahan hidup tanpa udara tidak lebih dari beberapa menit (Naddafi et al. 2006). Meningkatnya pembangunan perkotaan, industri, dan urbanisasi menjadikan kualitas udara semakin menurun yang mengakibatkan terjadinya pencemaran udara (Suri 2017). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 (PP RI 41/1999) tentang Pengendalian Pencemaran Udara, pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya. Pencemaran udara dapat diemisikan dalam bentuk partikel atau gas yang dibuang secara langsung maupun melalui reaksi ion-ion organik atau anorganik (proses sekunder) (Duh et al. 2008).

Kualitas udara ambien dapat ditentukan oleh dua parameter penting, yaitu debu jatuh (dustfall) dan total suspended particulate (TSP) (PPRI 1999). Floating Dust merupakan partikel dengan ukuran kurang dari 10 μm dalam udara ambien (Hai et al. 2007).

Total suspended particulate (TSP) merupakan partikel udara halus seperti debu, uap, dan asap dengan diameter kurang dari 100 μm (Hai et al. 2007; Rochimawati et al. 2014). Debu jatuh dan TSP dapat dikontrol secara efektif dan efisien jika faktor seperti kecepatan angin dan kadar air tanah telah diketahui (Fecan et al. 1999; Wang et al. 2015). Selain itu, persentase tutupan lahan juga mempengaruhi bangkitan debu jatuh dan TSP (Yuwono et al. 2015).

Ketiadaan data mengenai besarnya bangkitan debu jatuh dan TSP dari permukaan tanah yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di Indonesia merupakan salah satu faktor kendala bagi pemangku kepentingan (stakeholders) dalam menentukan konsentrasi bangkitan debu jatuh dan TSP di udara ambien.

Guna menghitung secara cepat dan akurat kuantitas bangkitan debu jatuh dan TSP di udara ambien, perlu dilakukan pendekatan penanganan terhadap pencemaran udara yang diakibatkan oleh dua parameter tersebut. Selain itu, bila faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kuantitas bangkitan debu jatuh dan TSP teridentifikasi, maka upaya untuk menekan besarnya bangkitan juga akan menjadi terarah dan efektif. Melalui penelitian ini, dengan menggunakan faktor emisi, sistem perhitungan bangkitan debu jatuh dan TSP akan lebih cepat, akurat dan sederhana.

Hasil dan Pembahasan

Debu jatuh (dustfall) dan total partikel tersuspensi (total suspended particulate, TSP) merupakan dua komponen sangat penting dari parameter kualitas udara ambien (udara luar ruang/outdoor), sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Dalam jumlah tertentu yang relatif rendah, keduanya tidak menimbulkan efek negatif. Namun demikian, bila keberadaannya dalam udara ambien melebihi baku mutu akan menimbulkan efek negatif seperti asma dan penurunan jarak pandang (Zou 2010) dan gangguan ekosistem (McTainsh dan Strong 2007).

Permasalahan yang dihadapi oleh para pemangku kepentingan pengelolaan kualitas udara di Indonesia dewasa ini adalah dalam hal menentukan konsentrasi debu jatuh dan partikel tersuspensi (TSP) dalam udara ambien di suatu lokasi sebagai akibat adanya berbagai macam kegiatan manusia, seperti pertambangan, transportasi, pembukaan lahan, pembangunan kawasan perumahan, konversi lahan, pengolahan tanah, penggundulan hutan, dsb.

Permasalahan ini timbul karena ketiadaan data dan sistem praktis dalam memprakirakan besarnya bangkitan debu jatuh dan TSP dari permukaan lahan yang ada di Indonesia akibat dari bermacam-macam kegiatan manusia.

Dalam kerangka menyelesaikan masalah, maka diupayakan solusi yaitu berupa penyusunan peraturan menteri yang berisi petunjuk teknis dalam memprakirakan secara kuantitatif besarnya bangkitan debu jatuh (dustfall) dan TSP sebagai gambaran dampak kegiatan manusia terhadap perubahan kualitas udara ambien.

Langkah lain adalah menggunakan faktor emisi yang dikembangkan di Indonesia berdasarkan rangkaian penelitian yang telah dilakukan dalam kurun waktu tahun 2014-2018 dan telah dipublikasikan (Yuwono et al. 2014; Amaliah et al. 2014; Rochimawati et al. 2014; Yuwono et al. 2015; Azmi et al. 2015; Hamiresa et al. 2016; Yuwono et al. 2016; Yuwono et al. 2017).

Tabel 1. Tabel 1. Rangkaian persamaan faktor emisi

| Jenis Tanah | Bentuk Persamaan Faktor Emisi |
|--|---|
| Aluvial | $E_{DF} = (146.9U^2 - 258.5U + 120.5) \times 0.4 + (-2.6M + 81.2) \times 0.2 + (0.002L^2 + 0.1L + 5.7) \times 0.4$ $E_{TSP} = (103.8U + 75.6) \times 0.3 + (-18.7M + 765.4) \times 0.3 + (-1.1L + 152.2) \times 0.4$ |
| Andosol | $E_{DF} = (3.8e^{0.07U}) \times 0.3 + (8.2e^{-0.02M}) \times 0.3 + (6.3e^{-0.01L}) \times 0.4$ $E_{TSP} = (28.6 \ln(U) + 76.3) \times 0.1 + (-56.4 \ln(M) + 311.8) \times 0.4 + (-6.8 \ln(L) + 107.3) \times 0.5$ |
| Grumosol | $E_{DF} = (11.0U^2 - 15.5U + 13.8) \times 0.3 + (0.1M^2 - 8.1M + 158.0) \times 0.3 + (-0.1L + 5.3) \times 0.4$ $E_{TSP} = (128.2U - 61.0) \times 0.3 + (-16.6M + 667.4) \times 0.3 + (-1.5L + 171.9) \times 0.4$ |
| Latosol | $E_{DF} = (30.7U^2 - 47.6U + 23.7) \times 0.3 + (-1.1M + 34.9) \times 0.3 + (0.0005L^2 - 0.2L + 9.1) \times 0.4$ $E_{TSP} = (90.4U + 30.9) \times 0.3 + (-19.8M + 732.0) \times 0.3 + (-1.6L + 114.3) \times 0.4$ |
| Mediteran | $E_{DF} = (0.5e^{4.16U}) \times 0.3 + (210.7e^{-0.18M}) \times 0.3 + (1.8e^{-0.02L}) \times 0.4$ $E_{TSP} = (32.0e^{1.37U}) \times 0.3 + (178.1e^{-0.04M}) \times 0.3 + (123.8e^{-0.02L}) \times 0.4$ |
| Regosol | $E_{DF} = (4.1e^{1.58U}) \times 0.3 + (24.0e^{-0.04M}) \times 0.3 + (99.0e^{-0.14L}) \times 0.4$ $E_{TSP} = (39.6e^{-1.09M}) \times 0.3 + (157.1e^{0.03U}) \times 0.3 + (110.4e^{-0.02L}) \times 0.4$ |
| Podsolik Merah Kuning | $E_{DF} = (16.0U - 1.6) \times 0.3 + (-2.3M + 102.0) \times 0.3 + (-0.1L + 7.3) \times 0.4$ $E_{TSP} = (6.8U + 14.4) \times 0.1 + (-5.7M + 240.9) \times 0.4 + (-0.2L + 10.7) \times 0.5$ |
| Kompleks Mediteran Merah Kuning dan Grumosol | $E_{DF} = (4.4e^{1.19U}) \times 0.4 + (645.6e^{-0.10M}) \times 0.2 + (15.7e^{-0.02L}) \times 0.4$ $E_{TSP} = (27.0e^{1.22U}) \times 0.4 + (72.5e^{0.003M}) \times 0.2 + (66.0e^{-0.01L}) \times 0.4$ |
| Kompleks Podsolik Merah Kuning Latosol | $E_{DF} = (4.6U + 2.9) \times 0.1 + (-1.7M + 72.1) \times 0.4 + (-0.04L + 4.3) \times 0.5$ |
| Litosol | $E_{TSP} = (22.5U + 43.0) \times 0.2 + (-5.4M + 274.4) \times 0.4 + (-0.4L + 57.1) \times 0.5$ |

Gambar 1. Tampilan spreadsheet perhitungan

Program Perhitungan Bangkitan Debu Jatuh (DF) dan Total Suspended Particulate (TSP)
 © Prof. Dr. Ir. Arief Sabdo Yuwono, M.Sc dan Elsy Gustika Buana
 Email: arief.sabdo.yuwono66@gmail.com
 Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan - IPB, Bogor

Petunjuk:
 1. Pilihlah jenis tanah pada sel yang berwarna KUNING
 2. Isilah angka pada sel-sel yang berwarna BIRU
 3. Klik tombol DF untuk menghitung kuantitas bangkitan debu jatuh
 4. Klik tombol TSP untuk menghitung kuantitas bangkitan TSP

| Parameter | Simbol | Kuantitas | Satuan |
|-----------------|--------|-----------------------|---------|
| Jenis Tanah | T | Podsolik Merah Kuning | |
| Kecepatan Angin | U | 1,7 | m/detik |
| Kadar Air Tanah | M | 7,5 | % |
| Tutupan Lahan | L | 2,3 | % |

Perhitungan:

| | | | |
|-----------------------------|------------|----|----------------------------|
| Dustfall | DF | 37 | ton/km ² .bulan |
| Total Suspended Particulate | TSP | 92 | µg/Nm ³ |

| | | |
|---|-----|----------------------------|
| Baku mutu debu jatuh (pemukiman) * | 10 | ton/km ² .bulan |
| Baku mutu debu jatuh (industri) * | 20 | ton/km ² .bulan |
| Baku mutu TSP (waktu pengukuran 24 jam) * | 230 | µg/Nm ³ |
| Baku mutu TSP (waktu pengukuran 1 jam) * | 90 | µg/Nm ³ |

* Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara

Penelitian dilakukan menggunakan jenis-jenis tanah utama di Pulau Jawa dan Sumatra. Untuk daerah luar Jawa dan Sumatra sistem ini dapat digunakan bila jenis tanahnya sama. Rangkaian persamaan faktor emisi disajikan dalam Tabel 1, sedangkan tampilan spreadsheet perhitungan bangkitan debu jatuh dan TSP disajikan dalam Gambar 1.

Kesimpulan

1. Hasil penelitian berupa rangkaian persamaan empiris faktor emisi yang dapat dijadikan dasar perhitungan bangkitan debu jatuh (dustfall) dan total partikel tersuspensi (TSP).
2. Seluruh rangkaian persamaan dikemas dalam sebuah spreadsheet guna menyajikan kuantitas debu jatuh dan TSP yang dipakai dalam analisis dampak

Implikasi dan Rekomendasi

Implikasi dari penerapan sistem baru ini adalah adanya peningkatan kecepatan perhitungan bangkitan debu jatuh dan TSP dan penyederhanaan sistem perhitungannya. Rekomendasi yang diberikan adalah disusunnya sebuah petunjuk teknis perhitungan konsentrasi debu jatuh dan TSP yang berlaku secara nasional guna menyederhanakan sistem perhitungannya mengingat bahwa sistem baru ini sesuai dengan kondisi Indonesia dan menghasilkan nilai yang akurat.

Referensi

1. Amaliah L, Yuwono AS, Mulyanto B. 2014. Prediction of Dustfall Generation over an Andisol and Entisol Soil and Negative Impact To Human Health. *Scholars Journal of Engineering and Technology (SJET)*. 2(3B): 426-431.
2. Azmi A, Yuwono AS, Erizal, Kurniawan A, Mulyanto B. 2015. Analysis of dustfall generation from Regosol Soil in Java Island, Indonesia. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*. 10 (18): 8184-8191.
3. Duh JD, Shandas V, Chang H, George LA. 2008. Rates of urbanisation and the resiliency of air and water quality. *Science Total Environment*. 400: 238-256.
4. Fecan F, Marticorena B, Bergametti G. 1999. Parametrization of the increase of the aeolian erosion threshold wind friction velocity due to soil moisture for arid and semi-arid areas. *Annales Geophysicae*. 17: 149–157.
5. Hai C, Yuan C, Liu G, Li X, Zhang F, Zhang X. 2007. Research on the component of dust fall in Hohhot in comparison with surface soil components in different lands of inner Mongolia Plateau. *Water, Air, and Solid Pollution*. 190: 27-34.
6. Hamiresa G, Yuwono AS, Anwar S. 2016. Emission factor of dustfall and TSP from andisol soil for ambient air quality assessment. *ARPN Journal of Engineering and Applied Science*. 11(21): 12760-12766.
7. McTainsh G, Strong C. 2007. The Role of Aeolian Dust in Ecosystems. *Geomorphology*. 89(1-2): 39154.
8. Naddafi K, Nabizadeh R, Soltanianzadeh R, Ehrampoosh MH. 2006. Evaluation of dustfall in the air of Yazd. *Iranian Journal of Environmental Health Science and Engineering*. 3(3): 161-168.
9. [PPRI] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 1999. Pengendalian Pencemaran Udara, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 41 tahun 1999. Jakarta (ID): Kementerian Lingkungan Hidup.
10. Rochimawati NR, Yuwono AS, Saptomo SK. 2014. Prediction and Modelling of Total Suspended Particulate Generation on Ultisol and Andisol Soil, *ARPN Journal of Science and Technology*. 4(6): 329-333.
11. Suri WI. 2017. Analisis multivariate dan konvensional untuk menentukan faktor emisi debu jatuh dan TSP dalam udara ambien. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
12. Wang X, Chowa JC, Kohla SD, Yatavelli LNR, Percy KE, Legge AH, Watson JG. 2015. Wind erosion potential for fugitive dust sources in the Athabasca Oil Sands-region. *Aeolian-Research*. 18(11): 121-134.
13. Yuwono AS, Khoirunnisa M, Fauzan M, Iskandar, Regia RA. 2017. Reduction of Dustfall and Total Suspended Particulate (TSP) Generation from Alluvial Soil Surface. *International Journal of Applied Environmental Sciences (IJAES)*. 12(11): 1927-1938.
14. Yuwono AS, Lia A, Rochimawati NR, Kurniawan A, Budi M. 2014. Determination of emission factors for soil borne dustfall and suspended particulate in ambient air. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*. 9 (9): 1417-1422.
15. Yuwono AS, Mulyani F, Munthe CR, Kurniawan A, Mulyanto B. 2015. Estimating dustfall generation affected by wind speed, soil moisture content and land cover. *International Journal of Applied Environmental Sciences (IJAES)*. 10 (20): 9339-9344.
16. Yuwono AS, Mulyanto B, Fauzan M, Munthe CR. 2016. Generation of Total Suspended Particulate (TSP) in Ambient Air from Four Soil Types in Indonesia. *International Journal of Applied Environmental Sciences (IJAES)*. 11(4): 995-1006.
17. Zou XL. 2010. Discussion on some terms used for sand dust weather in the national standard. *Scientia Meteorologica Sinica*. 30(2): 234-23

Policy Brief merupakan insentif Policy Brief

Penulis:

Ir. Arief Sabdo Yuwono, M.Sc
Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas
Teknologi Pertanian, IPB University

Penyunting:

Eva Anggraini
Akhmad Faqih

Tata Letak:

Retia Revany



pic by: tigapilarnews.com