

Perangkat Lunak Perhitungan Bangkitan Debu Jatuh (*Dustfall*) dan *Total Suspended Particulate* (TSP)



Penulis

Arief Sabdo Yuwono dan Elsy Gustika Buana

2018

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT karena atas karuni dan rahmat-Nya buku yang berjudul “Perangkat Lunak Perhitungan Bangkitan Debu Jatuh (*Dustfall*) dan *Total Suspended Particulate* (TSP)” ini dapat diselesaikan. Penyusunan buku ini dilakukan sebagai panduan dalam penggunaan perangkat lunak perhitungan bangkitan debu jatuh (*Dustfall*) dan TSP sesuai dengan jenis tanah, kecepatan angin, kadar air tanah, dan tutupan lahan.

Terimakasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan buku dan perangkat lunak perhitungan bangkitan debu jatuh (*Dustfall*) dan TSP atas dukungan dan masukan yang diberikan. Kami berharap semoga buku panduan ini dapat bermanfaat bagi semua kalangan.

Bogor, Juni 2018

Penulis

DAFTAR PUSTAKA

KATA PENGANTAR	2
DAFTAR PUSTAKA	3
PENDAHULUAN	4
TEORI	6
CONTOH PERHITUNGAN	10
DAFTAR PUSTAKA	15

PENDAHULUAN

Kualitas udara ambien merupakan faktor penting dalam mendukung kehidupan makhluk hidup di bumi. 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, 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.

Kualitas udara ambien antara lain ditentukan oleh dua parameter penting, yaitu debu jatuh (*dustfall*) dan *Total Suspended Particulate* (TSP). Perbedaan debu jatuh dan TSP berdasarkan ukuran partikelnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Perbedaan debu jatuh dan TSP

Debu Jatuh	TSP
Partikel dengan ukuran kurang dari 500 μm yang secara alamiah dihasilkan oleh tanah kering yang terbawa oleh angin maupun muntahan letusan gunung berapi (Hai <i>et al.</i> 2007).	Partikel udara halus seperti debu, uap, dan asap dengan diameter kurang dari 100 μm (Rochimawati <i>et al.</i> 2014).

Bangkitan debu jatuh dan TSP dapat dikontrol secara efektif dan efisien jika faktor seperti kecepatan angin, kelembaban tanah (Fecan *et al.* 1999, Wang *et al.* 2015), dan persentase tutupan lahan telah diketahui (Yuwono *et al.* 2015).

Ketersediaan perangkat lunak yang dapat diaplikasikan untuk menghitung secara otomatis besarnya bangkitan debu jatuh dan TSP dari permukaan tanah yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan iklim setempat di Indonesia merupakan salah satu kontribusi penting bagi para pemangku kepentingan dalam menentukan konsentrasi debu jatuh dan TSP dalam udara ambien. Atas dasar tersebut, perangkat lunak berbasis *Microsoft Excel* dibangun untuk dapat menghitung bangkitan debu jatuh dan TSP yang dapat dengan mudah diakses oleh semua orang.

TEORI

Perkiraan bangkitan debu jatuh dan TSP di suatu daerah perlu dilakukan untuk menentukan status kualitas udara pada daerah tersebut. Perkiraan bangkitan debu jatuh dan TSP dapat dilakukan secara otomatis menggunakan perangkat lunak yang deprogram berdasarkan jenis tanah, kecepatan angin, kadar air tanah, dan tutupan lahan.

Persamaan perhitungan bangkitan debu jatuh (*Dustfall*) dan TSP didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan oleh Yuwono *et al.* (2014), Amaliah *et al.* (2014), Rochimawati *et al.* (2014), Yuwono *et al.* (2015), Azmi *et al.* (2015), Hamiresa *et al.* (2016), dan Yuwono *et al.* (2017). Persamaan yang digunakan mengacu pada persamaan hasil analisis secara konvensional yang telah dikembangkan oleh Yuwono *et al.* (2014) dan Hamiresa *et al.* (2016). Hal ini dikarenakan persamaan tersebut menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan bila perhitungan dilakukan dengan analisis multivariat, seperti telah dibuktikan melalui penelitian Suri (2017).

Perangkat lunak perhitungan bangkitan debu jatuh dan TSP dibuat dengan *software Microsoft Excel* dengan pembuatan bahasa pemrograman menggunakan *Visual Basic*. Perangkat lunak dibuat berdasarkan input jenis tanah, kadar air tanah, kecepatan angin, dan tutupan lahan, sehingga menghasilkan konsentrasi bangkitan debu jatuh dan TSP secara otomatis. Persamaan dari setiap jenis

tanah dimasukkan ke dalam program pada *Visual Basic* sehingga memudahkan proses perhitungan.

Tampilan perangkat lunak perhitungan bangkitan debu jatuh dan TSP secara otomatis menggunakan aplikasi *Microsoft Excel* disajikan pada Gambar 1.

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 (huruf awal menggunakan huruf kapital)
2. Isilah angka pada sel-sel yang berwarna BIRU
3. Klik DF untuk menghitung kuantitas bangkitan debu jatuh dan TSP untuk menghitung kuantitas bangkitan TSP

Parameter	Simbol	Kuantitas	Satuan
Jenis Tanah	T		
Kecepatan Angin	U		m/detik
Kadar Air Tanah	M		%
Tutupan Lahan	L		%

Perhitungan:

Dustfall: **DF** ton/km²/bulan

Total Suspended Particulate: **TSP** µg/Nm³

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

Gambar 1 Tampilan perangkat lunak

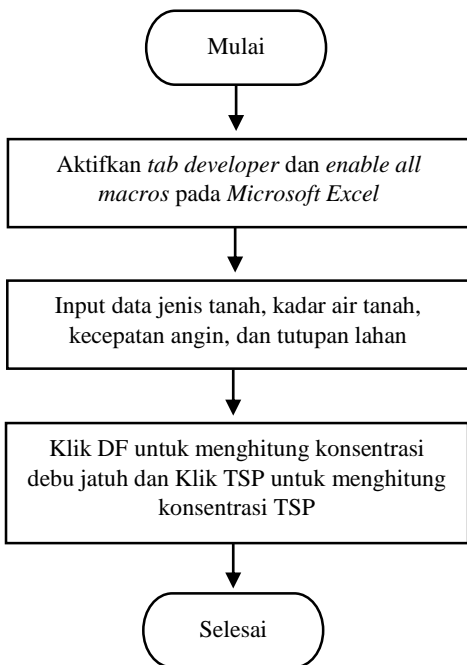
Penggunaan perangkat lunak untuk menghitung bangkitan debu jatuh dan TSP dilakukan dengan beberapa langkah-langkah antara lain:

1. Pastikan bahwa **Tab Developer** telah tersedia pada *Microsoft Excel*. Apabila **Tab Developer** belum tersedia, maka langkah-langkah untuk

mengaktifkannya yaitu **klik kanan pada bagian Ribbon manapun => pilih *Customize the Ribbon* => Centang *Developer* pada *main tabs*.**

2. *Microsoft Excel* harus diatur untuk dapat melakukan *running macro* yang telah dibuat dengan cara **klik kanan pada bagian Ribbon manapun => pilih *Trust Center* => *Trust Center Settings* => *Macro Settings* => pilih *Enable all macros*.**
3. Jenis tanah yang terdapat pada wilayah ingin dikaji dimasukkan ke dalam cell berwarna KUNING (**Note:** jenis tanah dipilih sesuai dengan list yang telah disediakan dengan menggunakan klasifikasi tanah Soeprattohardjo).
4. Kadar air tanah, kecepatan angin, dan persentase tutupan lahan yang terdapat pada wilayah kajian dimasukkan ke dalam cell berwarna BIRU.
5. Bangkitan debu jatuh dapat diketahui dengan mengklik tombol DF, sedangkan bangkitan TSP dapat diketahui dengan mengklik tombol TSP (**Note:** sebelum mengklik tombol DF pastikan bahwa *Design Mode* pada *tab Developer* telah dimatikan).
6. Bandingkan konsentrasi bangkitan debu jatuh yang terdapat pada wilayah kajian dengan baku mutu sesuai PP No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara.

Prosedur penggunaan perangkat lunak perhitungan bangkitan debu jatuh dan TSP disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Bagan alir penggunaan perhitungan

CONTOH PERHITUNGAN

Penggunaan perangkat lunak perhitungan debu jatuh dan TSP hanya dapat dilakukan dengan memastikan bahwa *Microsoft Excel* telah mengizinkan untuk mengakses makro. Untuk mengatur hal tersebut, langkah-langkah yang harus dilakukan antara lain:

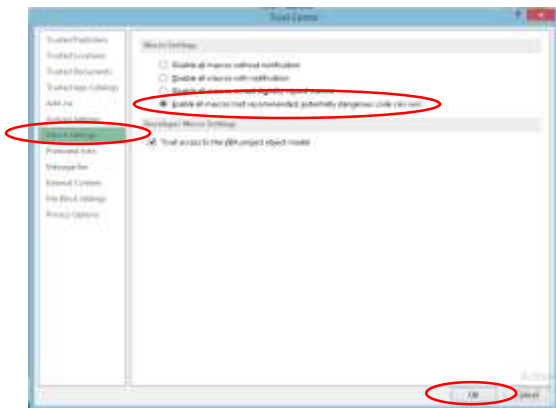
1. Klik kanan pada sembarang *Ribbons* sehingga muncul gambar seperti dibawah ini:



2. Pilih *Trust Center*, kemudian klik *Trust Center Settings*.



3. Pilih *Macro Settings* dan klik *enable all macros*. Kemudian Klik **OK**.



Berikut ini akan disajikan contoh perhitungan bangkitan debu jatuh dan TSP dari jenis tanah **Podsolik Merah Kuning** yang diambil dari Kecamatan Jasinga, Kabupaten Bogor dengan data sebagai berikut:

- Kecepatan angin : 1,7 m/dtk
- Kadar air tanah : 7,5%
- Tutupan lahan : 2,3%

Langkah-langkah perhitungan untuk menghitung bangkitan debu jatuh dan TSP dengan menggunakan perangkat lunak sebagai berikut:

1. Pilih jenis tanah Podsolik Merah Kuning pada *cell* berwarna kuning seperti gambar dibawah ini:



2. Masukkan data kecepatan angin, kadar air tanah, dan tutupan lahan yang telah diketahui pada *cell* berwarna biru seperti pada gambar di bawah ini:



Data kecepatan angin di suatu daerah dapat diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG) berdasarkan stasiun iklim terdekat.

3. Klik **DF** untuk mengetahui konsentrasi bangkitan debu jatuh sesuai dengan data-data yang telah dimasukkan ke dalam *cell* yang tersedia.

Parameter	Unit	Konsentrasi	Satuan
Jenis Tanah	T	Podsolik Merah Kuning	
Ketepatan Angin	U	1	m/detik
Kadar Air Tanah	M	15	%
Tutupan Lahan	L	20	%

Perhitungan:

Dustfall: **DF** 36 ton/km²/bulan

Total Suspended Particulate: **TSP** 37 µg/Nm³

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa jenis tanah Podsolik Merah Kuning menghasilkan bangkitan debu jatuh (*Dustfall*) sebesar 36 ton/km²/bulan.

4. Klik **TSP** untuk mengetahui konsentrasi bangkitan *Total Suspended Particulate* (TSP) sesuai dengan data-data yang telah dimasukkan ke dalam *cell* yang tersedia.

Parameter	Unit	Konsentrasi	Satuan
Jenis Tanah	T	Podsolik Merah Kuning	
Ketepatan Angin	U	1	m/detik
Kadar Air Tanah	M	15	%
Tutupan Lahan	L	20	%

Perhitungan:

Dustfall: **DF** 36 ton/km²/bulan

Total Suspended Particulate: **TSP** 37 µg/Nm³

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa jenis tanah Podsolik Merah Kuning menghasilkan bangkitan *Total Suspended Particulate* (TSP) sebesar $87 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

5. Setelah mendapatkan hasil perhitungan, bandingkan konsentrasi bangkitan debu jatuh dan TSP yang telah didapatkan dengan baku mutu.

Perhitungan

Lebar Jalan: 30 m

Traffic Volume: 1000 kendaraan/hari

Total Suspended Particulate: 87 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$

Batas maksimum debu jatuh (perhitungan) *	15	$\text{mg}/\text{Nm}^2/\text{tahun}$
Batas maksimum debu jatuh (Indonesia) *	25	$\text{mg}/\text{Nm}^2/\text{tahun}$
Batas maksimum TSP (rata-rata perhitungan 24 jam) *	210	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$
Batas maksimum TSP (rata-rata perhitungan 1 jam) *	35	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$

* Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1992 tentang Pengendalian Pencemaran Udara

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Azmi A, Yuwono AS, Erizal, Kurniawan A, Mulyanto B. 2015. Analysis of dustfall generation from Regosol Soil in Java Island, Indonesia. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*. 10 (18): 8184-8191.
- 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.
- 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 Soil Pollution*. 190: 27-34.
- Hamiresa G, Yuwono AS, Anwar S. 2016. Emission factor of dustfall and TSP from andisol soil for ambient air quality assessment. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Science*. 11(21): 12760-12766.
- Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara.
- Rochimawati NR, Yuwono AS, Saptomo SK. 2014. Prediction and Modelling of Total Suspended Particulate Generation on Ultisol and Andisol

Soil, *ARPJ Journal of Science and Technology*. 4(6): 329-333.

- Suri WI. 2017. Analisis multivariate dan konvensional untuk menentukan faktor emisi debu jatuh dan TSP dalam udara ambien. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Wang X, Choua 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.
- 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. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*. 9 (9): 1417-1422.
- 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*. 10 (20): 9339-9344.
- 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.

