

PERBANDINGAN METODE SAMPLING KUALITAS UDARA: *HIGH VOLUME AIR SAMPLER* (HVAS) DAN *LOW VOLUME AIR SAMPLER* (LVAS)

COMPARISON OF AIR QUALITY SAMPLING METHOD: *HIGH VOLUME AIR SAMPLER* (HVAS) AND *LOW VOLUME AIR SAMPLER* (LVAS)

Isfi Rohmah¹, Rita², Chris Salim¹, Bambang Hindratmo², Retno Puji Lestari², dan Ricky Nelson²

Diterima tanggal 4 Juni 2018 disetujui tanggal 5 September 2018

ABSTRAK

Udara ambien merupakan salah satu aspek utama kehidupan yang perlu dipelihara. Adanya pencemaran udara merupakan indikasi faktor menurunnya kualitas lingkungan yang berbahaya bagi makhluk hidup. Pengukuran udara ambien sesuai Standard Nasional Indonesia (SNI) dilakukan dengan instrumen *High Volume Air Sampler* (HVAS) dan metode gravimetri untuk mengetahui konsentrasi partikulat (TSP, PM_{10} , $PM_{2.5}$). Beberapa daerah di Indonesia memiliki alat pantau partikulat yang berbeda-beda, salah satunya LVAS (*Low Volume Air Sampler*). Perbandingan alat LVAS dengan HVAS yang terstandarisasi agar didapatkan korelasi antara kedua metoda tersebut. Telah dilakukan pengukuran partikulat dengan HVAS dan LVAS jenis *Gent sampler* di Puslibang Kualitas dan Laboratorium Lingkungan (P3KLL) Serpong pada periode April-Mei 2018. Uji korelasi data kedua instrumen dilakukan dengan analisis data Ms.Excel, perhitungan rumus matematis korelasi Pearson, dan SPSS dengan hasil korelasi mencapai 0,836 dan 0,786 masing-masing untuk PM_{10} dan $PM_{2.5}$. Nilai korelasi kedua data bersifat kuat karena nilainya mendekati 1. Uji korelasi Pearson dengan SPSS menunjukkan 95% data signifikan dengan arah positif. Nilai dari kedua instrumen menunjukkan arah yang sama ketika dibandingkan dengan kondisi suhu, kelembaban, dan kecepatan angin. Nilai korelasi dapat menjadi rumus pemodelan untuk mengetahui nilai yang sebenarnya.

Kata kunci: Korelasi, Partikulat, PM_{10} , $PM_{2.5}$, TSP.

ABSTRACT

Ambient air is one of the main aspects of life that need to be maintained. Air pollution is one of the factors of declining environmental quality that is harmful to living things. The SNI ambient air monitoring was performed with High Volume Air Sampler (HVAS) instrument and gravimetric method to determine particulate concentration (TSP, PM_{10} , $PM_{2.5}$). Some areas in Indonesia have different particulate monitor devices, one of them is LVAS (Low Volume Air Sampler). It is necessary to compare the LVAS with standardized method HVAS to obtain method correlation. Particulate measurements were carried out with HVAS and LVAS of Gent sampler type in P3KLL Serpong during April-Mei 2018. The data correlation test of both instruments was carried out by Ms.Excel data analysis, Pearson correlation mathematical formula, and SPSS with correlation result reached 0.836 and 0.786 for PM_{10} and $PM_{2.5}$, respectively. The correlation value of both data is strong because the value is approaching 1. Pearson correlation test with SPSS shows 95% of significant data with positive direction. The values of the two instruments show the same direction when compared to the conditions of temperature, humidity, and wind speed. Correlation value can be a modeling formula to find out the true value.

Keywords: Correlation, Particulate, PM_{10} , $PM_{2.5}$, TSP.

PENDAHULUAN

Udara adalah sumber daya alam yang memengaruhi kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya [1]. *Udara ambien* merupakan udara bebas di permukaan bumi pada lapisan troposfir yang dibutuhkan dan memengaruhi

kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya [2]. Pencemaran udara adalah terakumulasinya zat, gas, dan partikel yang berasal dari kegiatan manusia dan alam ke udara bebas dalam konsentrasi

yang cukup tinggi [3]. Pada Lampiran PP No. 41 Tahun 1999 terdapat beberapa parameter baku mutu udara ambien yang merupakan indikator pencemaran udara diantaranya adalah debu atau *Total Suspended Particulate* (TSP), *Particulate matter* (PM_{10} , $PM_{2.5}$). PM_{10} adalah partikulat berukuran 0,1-10 μm / *inhalable particulate matter*, partikulat ini terdiri dari partikel halus berukuran kurang dari 2,5 μm dan sebagian partikel kasar yang berukuran sampai 10 μm [4]. $PM_{2.5}$ adalah partikulat yang berukuran 0,1-2,5 μm , dan partikulat dengan ukuran <100 μm termasuk dalam kategori TSP. Partikulat dapat menyebabkan gangguan pada pernapasan (*pneumoconiosis*), iritasi mata, dan gangguan saluran pernapasan lainnya, bahkan pada ukuran yang paling kecil dapat masuk ke dalam jaringan tubuh yang paling dalam seperti paru-paru dan jantung, apalagi jika partikulat tersebut mengandung bahan berbahaya sehingga dapat mengakibatkan gangguan kesehatan terutama penyakit jantung dan paru-paru.

Salah satu upaya pengendalian pencemaran udara ambien adalah dengan melakukan pengambilan contoh uji partikulat udara ambien. Ketersediaan data untuk kualitas udara sangat minim. Teknik pengambilan sampel partikulat menurut standar pemerintah dilakukan dengan menggunakan alat *High Volume Air Sampler* (HVAS) dengan metode analisis gravimetri. Seiring dengan perkembangan teknologi, partikulat dapat diukur dengan instrumen lainnya, salah satunya adalah dengan instrumen *Low Volume Air Sampler* (LVAS) yang merupakan instrumen sampling udara ambien dengan volume yang lebih rendah dari HVAS. HVAS

dapat digunakan untuk mengukur TSP, PM_{10} , dan $PM_{2.5}$.

LVAS merupakan instrumen yang belum standar di Indonesia, sehingga dalam penelitian ini, dilakukan perbandingan dan perhitungan korelasi PM_{10} dan $PM_{2.5}$ LVAS terhadap HVAS. LVAS yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis *Gent Stack Filter Unit Air Sampler* yang biasa digunakan oleh Pusat Sains dan Teknologi Terapan (PSTNT)-Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN). Dengan perbandingan dan perhitungan korelasi dari dua instrumen tersebut akan didapatkan hubungan korelasi dari hasil pengukuran partikulat HVAS dan LVAS.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran awal nilai korelasi yang sesuai/kuat antara hasil pengukuran dua alat yang berbeda, sehingga LVAS dapat dipergunakan sebagai alat ukur alternatif yang memiliki hasil yang mendekati dengan HVAS yang merupakan alat ukur standar partikulat yang telah ditentukan dalam PP No 41 Tahun 1999.

METODOLOGI

Pengambilan contoh uji partikulat udara ambien menggunakan alat HVAS dan *Gent sampler* dilakukan satu kali seminggu selama bulan April-Mei 2018, seluruhnya sebanyak tujuh kali pengukuran. Lokasi pengambilan contoh uji di area P3KLL (Pusat Penelitian dan Pengembangan Kualitas dan Laboratorium Lingkungan) Kawasan Puspiptek Serpong. Kedua alat tersebut berada pada titik sampling yang berbeda, alat HVAS ditempatkan sekitar 1 meter dari dasar, sedangkan alat *Gent sampler* berada di atas dak P3KLL sekitar 15 meter dari dasar lantai. Parameter

yang diuji meliputi TSP (*Total Suspended Particulate*), dan *Particulate Matter* (PM₁₀, PM_{2,5}). Hasil sampling dari kedua alat dianalisis dengan metode gravimetri untuk mengetahui konsentrasi masing-masing parameter. Selanjutnya pengolahan data dilakukan dengan *software* Ms. Excel dan SPSS.

Pengambilan Contoh Uji dengan HVAS

Teknik pengambilan contoh uji dengan alat HVAS mengacu pada SNI 19-7119.3-2005 [5]. HVAS yang digunakan adalah HVAS merk Sibata tipe HV-1000F untuk PM₁₀ & TSP dan tipe HV-1000R untuk PM_{2,5}. Alat yang digunakan adalah satu set HVAS dengan *filter holder* dan *inlet cascade impactor* PM₁₀ dan PM_{2,5}.

Bahan yang digunakan adalah filter *Whatman Glass Microfibre Filters* ukuran 20,3 x 25,4 cm merk Sibata tipe EPM 2000. Prinsip kerja dari HVAS adalah menghisap udara dengan pompa vakum sehingga udara akan melalui filter dan partikulat akan terkumpul di permukaan filter. Laju alir udara dijaga 1200L/menit selama 24 jam periode pengukuran. Partikulat di permukaan filter kemudian

ditimbang dengan timbangan (4 digit dibelakang koma) dalam ruangan bersuhu 15-27° C dan kelembaban 0-50%. Untuk mengetahui konsentrasi partikulat dalam µg/Nm³ dilakukan perhitungan dengan rumus berikut:

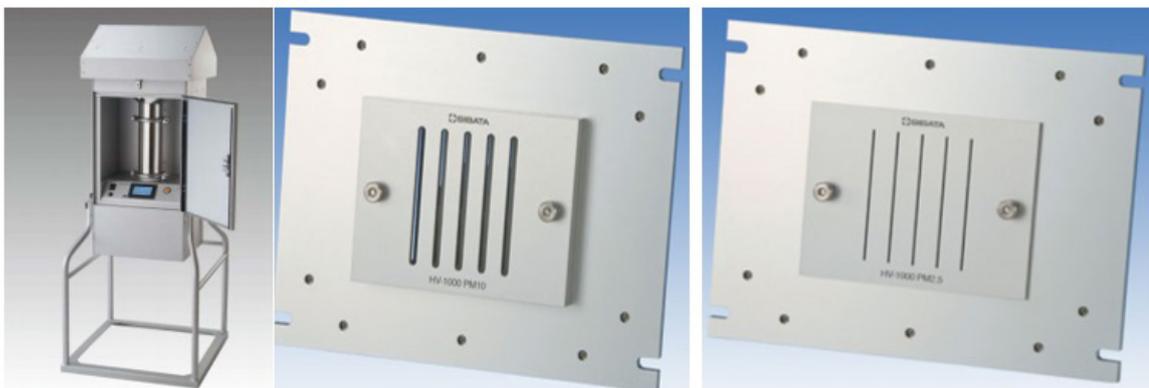
$$C = \frac{(W2-W1) \times 10^6}{V} \quad (1)$$

Keterangan :

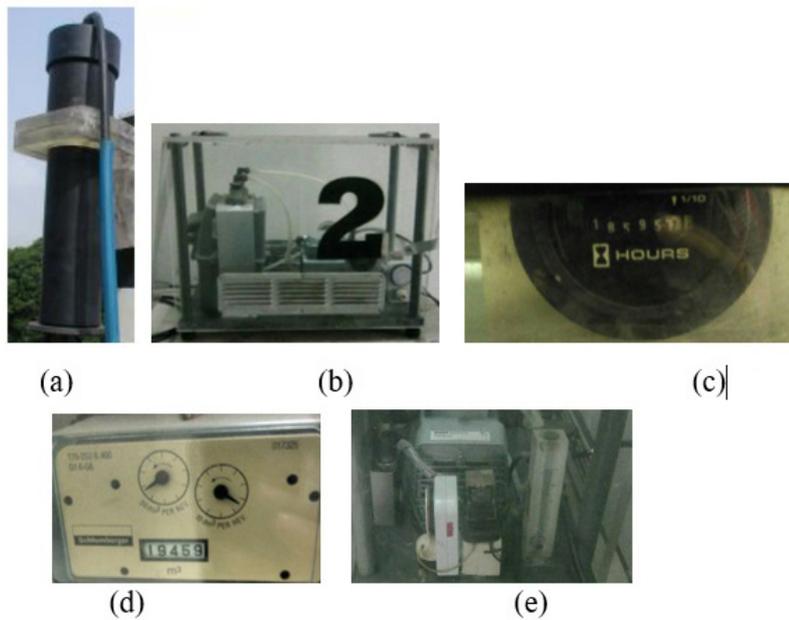
- C : adalah konsentrasi massa partikel tersuspensi (µg/Nm³)
- W1 : adalah berat filter awal (g)
- W2 : adalah berat filter akhir (g)
- V : adalah volum contoh uji udara (m³)
- 10⁶ : adalah konversi g ke µg.

Pengambilan Contoh Uji dengan LVAS (*Gent sampler*)

Gent sampler merupakan rangkaian kontainer hitam & pompa vakum yang diatur dengan pengatur waktu. Rangkaian ini dilengkapi dengan penunjuk waktu, rotameter, penunjuk volume udara dan sebuah *unit stacked filter* [6]. Kecepatan alir dari *Gent sampler* adalah sekitar 15-16 liter per menit atau 0,96m³ per jam [7]. Kecepatan alir yang rendah tersebut membuat *Gent sampler* menjadi salah satu alat yang termasuk *Low Volume Air Sampler*.



Gambar 1. (a) HV-1000R, (b) *inlet cascade impactor* PM₁₀, (c) *inlet cascade impactor* PM_{2,5}.
Sumber: sibata.co.jp



Gambar 2. Rangkaian alat Gent sampler (a). Kontainer hitam [8] , (b) Pompa vakum, (c) penunjuk waktu, (d) penunjuk volume udara, (e) penunjuk laju udara
 Sumber :Dokumentasi pribadi

Teknik pengambilan contoh uji dengan LVAS (*Gent sampler*) mengacu pada *Sampling and Analytical Methodologies for Instrumental Nuutron Activation Analysis of Airborne Particulate Matter, Training Course Series No.4, International Atomic Energy Agency* [9] dan *Operating Manual for Gent Sampler, RAS/07/013* [10]. Sebelum dilakukan penimbangan, filter dikondisikan pada suhu ruangan 18-25°C dan kelembaban maksimum 55%. Pada penelitian ini, penimbangan filter *Gent Sampler* dilakukan oleh BATAN

(Badan Tenaga Nuklir Nasional) Bandung, dikarenakan Institusi tersebut memiliki neraca mikro *Mettler Toledo* yang mempunyai sensitivitas tinggi (6 digit dibelakang koma). Filter yang digunakan adalah filter jenis *Nuclepore polikarbonat* dengan diameter 47 mm [9] dengan ukuran pori-pori 8µm (kasar) dan 0,4 µm (halus). Filter berukuran pori 8µm yang digunakan untuk penentuan partikel ukuran 2.5-10µm. Konsentrasi PM₁₀ diperoleh dari penjumlahan PM_{2,5} dengan PM_{2,5-10} [9].



Gambar 3. (a) filter halus, (b) filter kasar, (c) penyusunan filter

Sumber: Dokumentasi pribadi

Penentuan nilai $PM_{2,5}$ dan PM_{10} pada *Gent Sampler* dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$PM_{2,5} = \frac{m_1}{v_1} \quad (2)$$

$$PM_{2,5 - 10} (\text{Kasar}) = \frac{m_2}{v_2} \quad (3)$$

$$PM_{10} = (PM_{2,5} + PM_{\text{kasar}}) \quad (4)$$

Keterangan:

m_1 adalah massa sampler partikulat halus pada filter halus (μg)

m_2 adalah massa sampler partikulat kasar pada filter kasar (μg)

v_1 adalah volume sampler partikulat halus pada filter halus (m^3)

v_2 adalah volume sampler partikulat kasar pada filter kasar (m^3).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan Hasil Pengukuran Partikulat HVAAS dan LVAS

Hasil pengukuran menggunakan HVAAS menunjukkan konsentrasi TSP berada dibawah

baku mutu udara ambien menurut PP 41/1999 yaitu $<230 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nilai TSP HVAAS tertinggi sebesar $139 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dalam waktu 24 jam. Konsentrasi PM_{10} HVAAS tertinggi sebesar $101,0 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, nilai tersebut juga masih di bawah baku mutu PP 41/1999 yaitu maksimum $150 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Hasil pengukuran partikulat dengan HVAAS disajikan pada Tabel 1.

Hasil pengukuran menggunakan LVAS (*Gent sampler*) menunjukkan bahwa konsentrasi $PM_{2,5}$ dan PM_{10} tidak sebesar hasil pengukuran dengan menggunakan HVAAS. Nilai konsentrasi partikulat seluruhnya berada di bawah nilai baku mutu PP 41/1999. Hasil pengukuran LVAS (*Gent sampler*) disajikan pada Tabel 2.

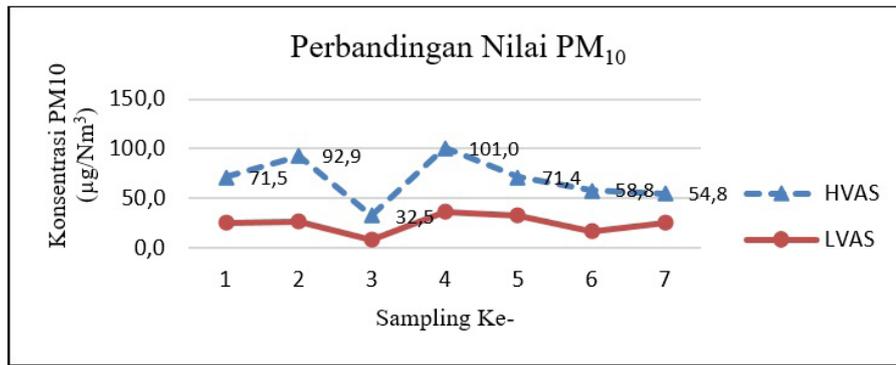
Perbandingan nilai PM_{10} dan $PM_{2,5}$ dilakukan dengan meletakkan kedua alat di lokasi yang sama dengan waktu operasional yang sama. Hasil perbandingan konsentrasi PM_{10} , $PM_{2,5}$ dari hasil pengukuran kedua alat disajikan dalam Gambar 4 dan Gambar 5.

Tabel 1. Hasil Pengukuran TSP, PM_{10} , $PM_{2,5}$ dengan HVAAS

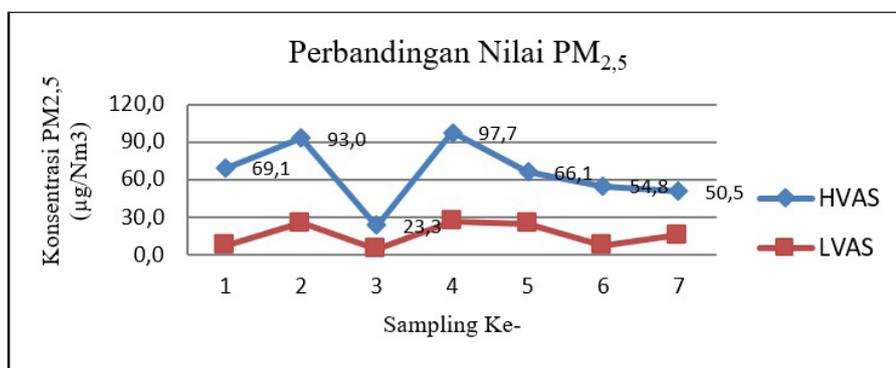
No	Tanggal Sampling	TSP ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	$PM_{2,5}$ ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
1	12-13/4/2018	98	71,5	69,1
2	18-19/4/2018	121	92,9	93,0
3	26-27/4/2018	49	32,5	23,3
4	2-3/5/2018	139	101,0	97,7
5	8-9/5/2018	95	71,4	66,1
6	16-17/5/2018	78	58,8	54,8
7	22-23/5/2018	78	54,8	50,5

Tabel 2. Hasil Pengukuran $PM_{2,5}$ dan PM_{10} dengan Gent Sampler

No	Tanggal Sampling	Hasil ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)		
		$PM_{2,5}$	PM kasar	PM_{10}
1	12/04/2018	7,60	18,44	26,04
2	18/04/2018	25,36	1,48	26,84
3	27/04/2018	4,25	4,62	8,87
4	02/05/2018	26,92	10,04	36,96
5	08/05/2018	24,78	8,65	33,43
6	16/05/2018	7,07	10,00	17,07
7	22/05/2018	15,80	9,92	25,72



Gambar 4. Perbandingan Hasil Pengukuran PM₁₀ LVAS dan HVAS



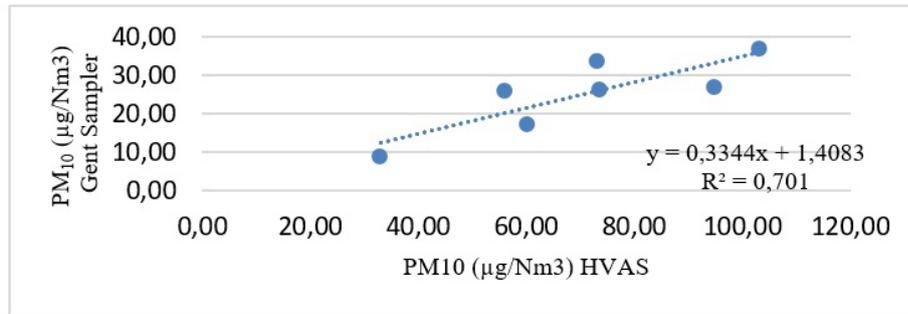
Gambar 5. Perbandingan Hasil Pengukuran PM_{2,5} LVAS dan HVAS

Nilai PM₁₀ dan PM_{2,5} yang diukur dengan HVAS cenderung memberikan nilai pola yang relatif sama dengan nilai PM₁₀ dan PM_{2,5} yang diukur menggunakan LVAS (*Gent sampler*) kecuali pada data sampling ke-7. Pada data perbandingan konsentrasi PM₁₀, 85% data memiliki rasio 0-3.5, sedangkan data yang dengan rasio >3.5 hanya 15%. Pada data perbandingan konsentrasi PM_{2,5}, 71,4% data memiliki rasio 2-5 dan <29% data memiliki rasio >5. Nilai rasio dan pola akan terlihat lebih baik apabila jumlah data lebih banyak dan pengambilan data dilakukan lebih sering. Perbedaan beberapa nilai rasio yang tinggi dan pola yang tidak sama dapat disebabkan oleh beberapa hal, yaitu laju alir, total volume udara, dan kondisi meteorologis lainnya seperti kelembaban, arah dan kecepatan angin,

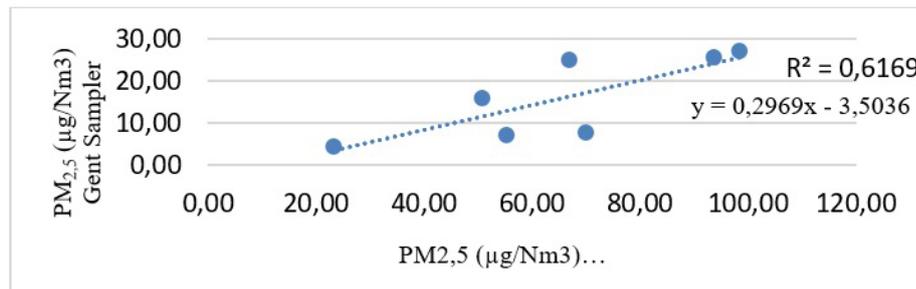
serta suhu pada waktu sampling. Penelitian terdahulu mengenai korelasi beberapa metode dan instrumen pengukuran aerosol di atmosfer yang dilakukan oleh Hitzenbarger, juga menyebutkan bahwa terdapat banyak faktor lain yang membuat nilai konsentrasi partikulat beberapa alat berbeda, namun tetap dalam satu pola adalah karakteristik dari filter yang digunakan, seperti bahan filter, ukuran filter, *face velocities*, dan porositas dapat memengaruhi mudah tidaknya suatu partikulat menempel pada filter tersebut [11].

Korelasi Hasil Pengukuran Partikulat HVAS dan LVAS

Hasil kajian korelasi pengukuran konsentrasi PM₁₀ dan PM_{2,5} LVAS (*Gent sampler*) terhadap konsentrasi PM₁₀ dan PM_{2,5} HVAS disajikan pada Gambar 6 dan Gambar 7 dibawah ini:



Gambar 6. Korelasi Hasil Pengukuran Konsentrasi PM₁₀ Gent sampler Terhadap Konsentrasi PM₁₀ HVAS



Gambar 7. Korelasi Hasil Pengukuran Konsentrasi PM_{2,5} Gent sampler Terhadap Konsentrasi PM_{2,5} HVAS

Perhitungan hasil korelasi menggunakan regresi linear menunjukkan bahwa data perbandingan dua alat tersebut memiliki hubungan linier positif dengan R² masing-masing 0,701 untuk PM₁₀ dan 0,6169 untuk PM_{2,5}. Nilai R² yang diperoleh memberikan arti bahwa data kedua alat saling memengaruhi sebesar 70-62%. Kemudian perhitungan nilai korelasi dilakukan dengan analisis data Ms. Excel yang ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4 dibawah ini:

Tabel 3. Tabel Hasil Korelasi Data Analisis Ms. Excel Untuk PM₁₀

	PM ₁₀ HVAS	PM ₁₀ LVAS
PM ₁₀ HVAS	1	
PM ₁₀ LVAS	0,836374	1

Tabel 4. Tabel Hasil Korelasi Data Analisis Ms. Excel Untuk PM_{2,5}

	PM _{2,5} HVAS	PM _{2,5} LVAS
PM _{2,5} LVAS	1	
PM _{2,5} HVAS	0,786409	1

Pada Tabel 3 dan Tabel 4 diatas dijelaskan bahwa nilai korelasi antara PM₁₀ , PM_{2,5} HVAS dengan PM₁₀, PM_{2,5} HVAS sebesar 1, hal ini berarti korelasi antara variabel dengan variabel itu sendiri hasilnya akan selalu 1. Nilai korelasi antara kolom PM₁₀ HVAS dengan baris PM₁₀ LVAS sebesar 0,8363 dan pada kolom PM_{2,5} HVAS dan baris PM_{2,5} LVAS bernilai 0,7864. Hasil yang sama juga ditemukan pada perhitungan korelasi dengan SPSS, terlihat pada Gambar 8 bahwa nilai (r) korelasi antara HVAS dan LVAS adalah 0,836 dan 0,786 masing-masing untuk PM₁₀ dan PM_{2,5}. Selain itu nilai signifikansi 0,05 menunjukkan data 95% data signifikan. Nilai korelasi positif dan tanda bintang (*) satu mengindikasikan data bersifat searah [12].

Correlations				Correlations			
		pm10HV	pm10LV			pm2,5HV	pm2,5LV
pm10HV	Pearson Correlation	1	.836*	pm2,5HV	Pearson Correlation	1	.786*
	Sig. (2-tailed)		.019		Sig. (2-tailed)		.036
	N	7	7		N	7	7
pm10LV	Pearson Correlation	.836*	1	pm2,5LV	Pearson Correlation	.786*	1
	Sig. (2-tailed)	.019			Sig. (2-tailed)	.036	
	N	7	7		N	7	7

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Gambar 8. Hasil Korelasi Konsentrasi PM₁₀ & PM_{2,5} HVA dan LVA (Gent sampler) dengan SPSS.

Hasil korelasi kedua *software* tersebut manual dengan rumus matematis korelasi kemudian dikoreksi dengan perhitungan [13] dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Tabel Hasil Perhitungan Rumus Matematis Korelasi PM₁₀ HVA dengan PM₁₀ LVA

No	X	Y	X ²	Y ²	XY	r _{XY} PM ₁₀
1	71,5	26,04	5105,8	678,08	1860,676	0,836374
2	92,9	26,84	8623,2	720,39	2492,4	
3	32,5	8,87	1054,4	78,77	288,1857	
4	101,0	36,96	10197,3	1366,04	3732,284	
5	71,4	33,43	5093,3	1117,88	2386,154	
6	58,8	17,07	3452,7	291,52	1003,273	
7	54,8	25,72	3008,1	661,52	1410,647	
TOTAL	482,7	174,9	36534,9	4914,2	13173,6	

Keterangan, X = PM₁₀ HVA, Y = PM₁₀ LVA

Tabel 6. Tabel Hasil Perhitungan Rumus Matematis Korelasi PM_{2,5} HVA dengan PM_{2,5} LVA

No	X	Y	X ²	Y ²	XY	r _{XY} PM _{2,5}
1	69,1	7,60	4769,9	57,76	524,8902	0,786409
2	93,0	25,36	8640,3	643,13	2357,297	
3	23,3	4,25	542,8	18,06	99,01777	
4	97,7	26,92	9543,7	724,69	2629,868	
5	66,1	24,78	4363,8	614,18	1637,114	
6	54,8	7,07	2999,7	50,04	387,4413	
7	50,5	15,80	2554,3	249,64	798,5299	
TOTAL	454,4	111,8	33414,5	2357,5	8434,2	

Keterangan, X = PM_{2,5} HVA, Y = PM_{2,5} LVA

Hasil perhitungan menggunakan rumus matematis korelasi pearson [13] menunjukkan hasil yang sama dengan korelasi menggunakan data analisis Ms. Excel dan SPSS, nilai korelasi yang didapatkan adalah 0,836374 dan 0,786409 masing-masing untuk PM_{10} dan $PM_{2,5}$. Nilai korelasi tersebut tergolong kuat karena mendekati 1 [12]. Untuk mengetahui kebenaran hipotesis dilakukan perhitungan nilai t. Nilai t_0 untuk PM_{10} adalah 3,410 sedangkan $PM_{2,5}$ adalah 2,847, sedangkan nilai t (t-tabel) adalah 2,571. Nilai t_0 PM_{10} dan $PM_{2,5}$ keduanya lebih besar dibanding dengan nilai t (t-tabel) sehingga hipotesis yang menyatakan bahwa “Terdapat korelasi hasil pengukuran konsentrasi partikulat udara ambien dari alat *High Volume Air Sampler* (HVAS) dan *Low Volume Air Sampler* (LVAS)” diterima [12] [13].

SIMPULAN

Hasil pengukuran konsentrasi PM_{10} dan $PM_{2,5}$ HVAS dan LVAS (*Gent sampler*) memiliki kecenderungan pola yang sama. Hasil kajian korelasi PM_{10} dan $PM_{2,5}$ LVAS terhadap PM_{10} dan $PM_{2,5}$ HVAS adalah hubungan linear positif dengan nilai $R^2_{PM_{10}}=0,701$ dan $R^2_{PM_{2,5}}=0,6169$. Nilai korelasi yang dihasilkan adalah korelasi kuat dengan nilai r mendekati 1. Hasil tersebut menunjukkan keeratan nilai dari data PM_{10} dan $PM_{2,5}$ LVAS terhadap PM_{10} dan $PM_{2,5}$ HVAS, sehingga nilai yang dihasilkan LVAS cukup representatif dengan HVAS.

SARAN

Pengukuran dapat dilakukan lebih sering dengan memperhatikan kondisi udara ambien optimal selain itu, pengembangan metode ini dapat disempurnakan dengan modelan dari

nilai korelasi kedua data hasil pengukuran HVAS dan LVAS. Setelah itu kajian mengenai korelasi beberapa instrument pengukuran konsentrasi partikulat udara ambien lain yang digunakan di daerah-daerah di seluruh Indonesia dapat dilakukan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini terlaksana atas kerjasama Universitas Surya, P3KLL, dan PSTNT - BATAN Bandung. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada seluruh tim bidang pemantauan serta Bidang Laboratorium Rujukan dan Pengujian khususnya laboratorium udara – P3KLL, serta semua pihak yang membantu terlaksananya kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- (1) Republik Indonesia, Peraturan Pemerintah Nomor 41: Pengendalian Pencemaran Udara, Jakarta, 1999.
- (2) BSNI, “RSNI 3 Udara Ambien: Berikan Pendapat untuk Udara Sehat,” 15 September 2016. [Online]. Available: http://bsn.go.id/main/berita/berita_det/7812/RSNI3-Udara-Ambien---Berikan-Pendapat-untuk-Udara-Sehat-#.Wnb4H6iWbIU. [Diakses 04 January 2018].
- (3) EPA, “Smart City Air Challenge Resource Page: Air Pollution,” 15 July 2017. [Online]. Available: <https://developer.epa.gov/air-pollution/>.
- (4) Y. Ruslinda and D. Wiranata, “Analisis Kualitas Udara Ambien Kota Padang akibat Pencemar Particulate Matter 10 μm (PM10),” *Jurnal TeknikA*, pp. 19-28, 2014.

- (5) Republik Indonesia, Standar Nasional Indonesia 19-7119.3-2005: Cara Uji Partikel Tersuspensi Total Menggunakan Peralatan HVAS dengan Metoda Gravimetri, Jakarta, 2005.
- (6) D. P. Atmodjo, N. Suherman dan S. Kurniawati, "SAMPLING PARTIKULAT UDARA PADA LINGKUNGAN UDARA TERBUKA (AMBIEN)," dalam *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir*, Bandung, 2011.
- (7) W. Maenhaut, F. Francois and J. Cafmeyer, "The "Gent" Stacked Filter Unit (SFU) Sampler for the Collection of Atmospheric Aerosols in Two Size Fractions: Description and Instructions for Installation and Use," International Atomic Energy Agency, Vienna, 1993.
- (8) D. P. D. Atmodjo, N. Suherman dan S. Kurniawati, "Sampling Partikulat Udara Pada Lingkungan Udara Terbuka (Ambien)," dalam *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir*, Bandung, 2011.
- (9) IAEA, "Sampling and Analytical Methodologies for Instrumental Neutron Activation Analysis of Airborne Particulate Matter, TRAINING COURSE SERIES No.4," International Atomic Energy Agency, Vienna, 1992.
- (10) A. Markwitz, Operating Manual for Gent Sampler, RAS/07/013, Vienna: IAEA, 2004.
- (11) R. Hitzenberger, A. Berner, Z. Galambos, Z. Meenhut, J. Cafmeyer, J. Schwarz, K. Muller, G. Spindler, W. Wieprecht, K. Acker, R. Hillamo dan T. Makela, "Intercomparison of methods to measure the mass concentration of the atmospheric aerosol during INTERCOMP2000—influence of instrumentation and size cuts," *Atmospheric Environment*, pp. 6467-6476, 2004.
- (12) S. Siregar, Metode Penelitian Kuantitatif Dilengkapi dengan Perbandingan Perhitungan Manual dan SPSS, Jakarta: Prenamedia Group, 2012.
- (13) G. W. Heiman, Basic Statistic for the Behaviour Sciences, Belmont, USA: Wadsworth, 2011.