

## **MODIFIKASI PERALATAN SAMPLING HVAS PORTABEL UNTUK ANALISIS TOTAL PARTIKULAT DI UDARA AMBIEN**

### **MODIFICATION OF PORTABLE HVAS SAMPLING EQUIPMENT FOR TOTAL PARTICULATE MATTER ANALYSIS IN AMBIENT AIR**

**Agung Budiarto**

Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri  
Jl. Kimangunsarkoro No.6, Semarang, Jawa Tengah 50136  
e-mail : aghatoo@gmail.com

Naskah diterima tanggal 5 Februari 2014, disetujui tanggal 10 April 2014

#### **ABSTRACT**

*High Volume Air Sampler ( HVAS ) is a particulate samplers equipment in ambient air which has the working principle of the vacuum system by pulling environment air through the selective- size inlet and through filters measuring 20.3 x 25.4 cm ( 8 " x 10 " ) at a flow rate of 1,132 liters / min. As US-EPA (United States – Environmental Protection Agency) Standard often used to meet the sampling tool has a huge form about 45.5" x 22.5" x 20" and weigh about 15-20 kg, which raised the idea of research to make design modifications ambient particulate sampling tool with a more flexible, lightweight and compact storage using the test method Gravimetry. The initial phase of this research was identify HVAS standard equipment and regulations governing particulate testing. Then modify the outer shape (minimize) without changing the existing functionality in it and tested its performance simultaneously. The trial results processed using statistics.*

*By using EPA standard high volume air samplers identified results, the importance of the design modified HVAS main unit portable with dimensions of 15.35 "x 15.35" x 10 "(LxWxH), knockdown feet along the 4.5" of as many as 12 pieces 4x4cm hollow, and has total weight of approximately 23 lbs / 10.58 kg. The entire process of making this tool only requires cost of Rp. 11.35 million, -. The modify HVAS have capabilities that are not significantly different to the EPA standard HVAS based on the value of ANOVA, where the value of P = 0.985. HVAS modifications have been designed to meet the standard form smaller shape and lighter, so that it can facilitate the storage and mobilization of particulate sample testing. Based on the materials used for the manufacture of HVAS modification obtained a cheaper rate due to the reduction of the material forming the framework of HVAS. Modified HVAS can be used as a sampling tool for testing particulate matter in ambient air samples*

**Keywords :** HVAS Modification, Particulate, Portable

#### **ABSTRAK**

High Volume Air Sampler (HVAS) adalah alat pengambil sampel partikulat di udara ambien yang memiliki prinsip kerja dengan sistem vakum dengan menarik udara lingkungan sekitar melalui inlet dengan ukuran-selektif dan melalui filter berukuran 20,3 x 25,4 cm (8" x 10") pada laju alir 1.132 liter/menit. Pada standard US-EPA (United States Environmental Protection Agency) sering menemui alat sampling yang digunakan memiliki bentuk yang besar (45,5" x 22,5" x 20") dan berat sekitar 15-20 kg, sehingga timbul ide penelitian untuk membuat desain modifikasi alat pengambil sampel partikulat ambien dengan bentuk yang lebih fleksibel, ringan dan ringkas dengan menggunakan metode uji Gravimetri. Tahap awal penelitian ini adalah melakukan identifikasi peralatan HVAS standard dan peraturan yang mengatur tentang pengujian partikulat. Kemudian merubah bentuk fisik luarnya (memperkecil) tanpa merubah fungsi yang ada didalamnya dan diuji coba bersamaan kinerjanya. Hasil uji coba diolah menggunakan statistik.

Dengan menggunakan hasil identifikasi HVAS standard EPA, maka didapat desain modifikasi HVAS dengan dimensi unit utama 15,35" x 15,35" x 10" (PxLxT), kaki knockdown sepanjang 4,5" dari hollow 4x4cm sebanyak 12 buah, dan memiliki berat total sekitar 23 lbs / 10,58 kg. Keseluruhan proses pembuatan alat ini hanya memerlukan biaya sebesar Rp. 11.350.000,-. HVAS modifikasi memiliki kemampuan yang tidak beda nyata dengan HVAS existing berdasarkan nilai Anova, dimana nilai P = 0,985. HVAS modifikasi yang didesain telah memenuhi standard dengan bentuk lebih kecil dan lebih ringan, sehingga bisa memudahkan dalam penyimpanan dan mobilisasi pengujian sampel partikulat ambien. Berdasarkan penggunaan material untuk pembuatan HVAS modifikasi didapatkan angka yang lebih murah karena reduksi material pembentuk rangka HVAS. HVAS modifikasi dapat dipergunakan sebagai alat sampling untuk pengujian sampel partikulat di udara ambien.

**Kata kunci :** HVAS modifikasi, Partikulat, Portabel

---

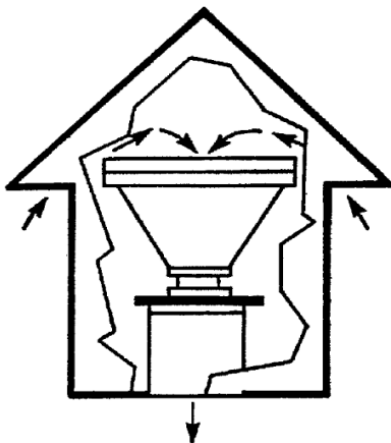
**PENDAHULUAN**

Zat pencemar udara yang sering menimbulkan masalah di masyarakat sekitar lingkungan industri adalah partikulat di Ambien. Partikulat adalah material berbentuk padat yang tersuspensi di dalam gas. Untuk mengetahui kadar partikulat yang ada di udara dipergunakan metode Gravimetri dengan menggunakan alat sampling *High Volume Air Sampler* (HVAS). (Lodge Peter, etc, 1988) HVAS adalah merupakan salah satu alat sampling udara dasar yang dipergunakan. Pada kenyataannya, pemeliharaan alat menjadi hal yang penting. (Fred C. Wadnola, 2012)



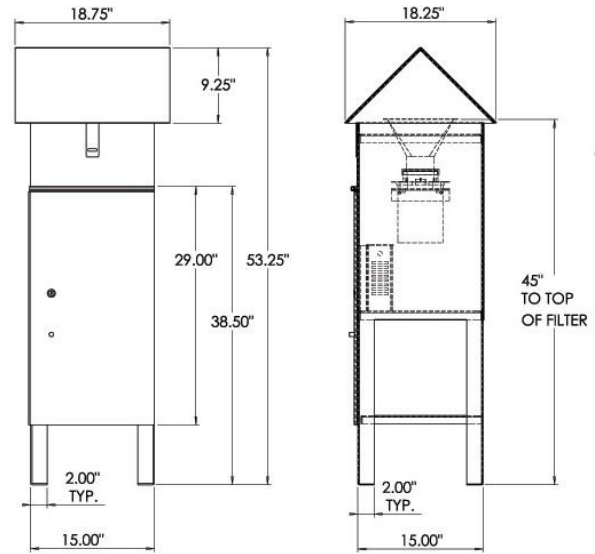
**Gambar 1.** Contoh salah satu lokasi sampling dengan medan yang sulit (titik pantau berada di pematang sawah dengan jarak dari jalan raya ± 300 meter)

Pada pelaksanaannya, titik lokasi pantau tidak selalu berada pada lokasi yang mudah di jangkau, bahkan seringkali ditemui lokasi yang sangat sulit dijangkau dan jauh dari sumber listrik. Diantaranya seperti gambar dibawah menjelaskan bahwa lokasi sampling ada di tengah pematang sawah yang jalannya tidak rata dengan jarak ±300meter dan hanya bisa dilalui dengan berjalan kaki.



**Gambar 2.** Prinsip Kerja HVAS

Mengingat lokasi yang sedemikian sulit dan metode pemantauan dengan menggunakan alat yang relatif besar dan berat, maka timbul ide untuk melakukan penelitian untuk membuat desain modifikasi alat pengambil sampel partikulat yang mempunyai bentuk lebih kecil, lebih ringan dan lebih ringkas, sesuai standard EPA tanpa mengesampingkan kinerja prinsip utama yang ada didalamnya. Diharapkan dengan modifikasi alat pengambil sampel partikulat ambien ini akan memudahkan dalam *handling* dan pemaparan di lapangan.



**Gambar 3.** Unit Standard HVAS

**METODE PENELITIAN**

**1. Persiapan**

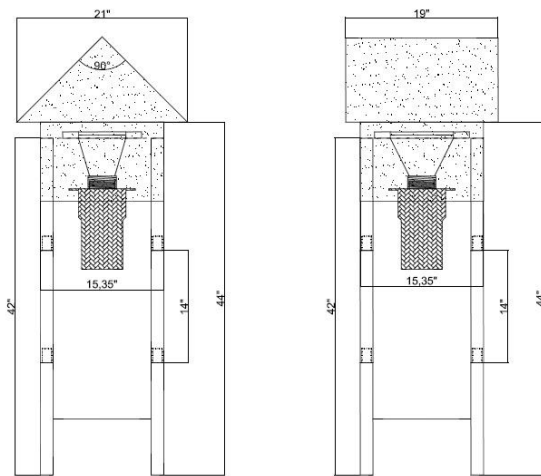
Penelitian ini dilakukan dengan melalui beberapa tahap. Tahap awal pembuatan melalui identifikasi spesifikasi teknis dari HVAS yang ada di laboratorium. Identifikasi tersebut meliputi dimensi Shelter (badan HVAS) dan Penutup Shelter, tabung pompa vacum dan penyangga media filter (Filter Cassete). Bahan yang dipilih untuk pembuatan shelter dan penutupnya adalah plat aluminium dengan ketebalan 2mm. Aluminium memiliki sifat yang kuat, tidak korosif, tidak beracun dan mudah difabrikasi (Wancik, 2009).

**2. Desain Modifikasi HVAS**

Prinsip kerja alat HVAS adalah dengan menarik udara lingkungan sekitar melalui inlet dengan ukuran-selektif dan melalui filter berukuran 20,3 x 25,4 cm (8" x 10") dengan menggunakan pompa vacum yang memiliki laju alir 1.132 L/min (40ft / menit). Visi-float rotameter telah digunakan selama bertahun-tahun untuk mengukur laju aliran udara melalui HVAS. Metode ini adalah

prinsip dasar untuk digunakan dalam HVAS, perangkat lain yang sama akuratnya diijinkan. (Hardial S. Chalal dan Donald C.Hunter, 1976)

Partikel dengan diameter aerodinamis dikumpulkan oleh filter serat kaca yang dapat mengumpulkan partikel dengan kisaran diameter 100 µm sampai dengan 0,1 µm (efisiensi 99,95 % untuk ukuran partikel 0,3 µm). Massa partikel-partikel ini ditentukan oleh perbedaan bobot penyaring sebelum dan sesudah pemaparan. Konsentrasi partikel tersuspensi dalam berbagai ukuran yang ditunjuk dihitung dengan cara membagi berat dari filter dengan volume udara sampel.



Gambar 4. Rancangan Modifikasi HVAS

### 3. Uji banding

Uji coba alat dengan cara sampling di lapangan. Sampling dilakukan di beberapa lokasi yang berbeda. Sampling dilakukan secara bersamaan antara HVAS yang ada di laboratorium (Tisch) dan HVAS hasil penelitian. Pengambilan contoh dilakukan bersamaan dengan contoh udara ambien yang sama, selama beberapa kali sesuai dengan kebutuhan. Contoh yang berupa filter dianalisis di laboratorium dengan metode gravimetri.

Data diperoleh dari identifikasi HVAS yang ada di laboratorium (merk "Tisch") dan uji coba yang dilaksanakan lingkungan sekitar laboratorium dan di lingkungan luar. Cara pengambilan contoh uji dalam jumlah volume udara yang besar di atmosfer, dengan nilai rata-rata laju alir pompa vacum 1,13-1,70 m<sup>3</sup>/menit (1130-1700 ltr/menit).

### 4. Evaluasi

Evaluasi dilakukan meliputi Evaluasi Fisik, Evaluasi Ekonomis dan Evaluasi teknis. Evaluasi Fisik dilakukan dengan cara membandingkan dimensi fisik luar dan metode mobilisasi. Evaluasi Ekonomis

dilakukan dengan cara membandingkan biaya pembuatan alat HVAS Portabel dengan biaya pembelian HVAS yang ada di laboratorium (Tisch). Evaluasi teknis dilakukan dengan cara membandingkan dua nilai fraksi berat yang didapat pada filter HVAS Tisch dan HVAS portabel setelah uji coba bersama. Pengambilan contoh partikulat dengan menggunakan kedua alat di lokasi yang sama pada waktu dan kondisi yang sama dibandingkan untuk mengetahui efektifitas dan kelayakan dari HVAS portabel. Jumlah minimum partikel yang terdeteksi oleh metode ini adalah 3 mg (tingkat kepercayaan 95%). Pada saat alat dioperasikan dengan laju alir rata-rata 1,7 m<sup>3</sup>/menit selama 24 jam, maka berat massa yang didapatkan antara 1 sampai 2 µg/m<sup>3</sup>. Penggunaan filter serat kaca dapat mengumpulkan partikel dengan kisaran diameter 100 µm sampai dengan 0,1 µm (efisiensi 99,95 % untuk ukuran partikel 0,3 µm). Pengendalian mutu dilakukan terhadap analisa gravimetri, dimana penimbangan dilakukan sebelum dan sesudah pengambilan contoh uji dengan hasil simpangan masing-masing ± 5%. (SNI 19-7119.3-2005)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Dimensi HVAS Modifikasi

Desain modifikasi HVAS yang dibuat berdasarkan HVAS standard EPA telah dihasilkan sebagaimana table berikut.

Tabel 1. Perbandingan Dimensi HVAS Standard EPA dan HVAS Modifikasi

No	Uraian	HVAS Standard EPA	HVAS Modifikasi
1	Panjang Penutup	18,75"	21"
2	Lebar Penutup	18,25"	19"
3	Panjang Unit Sampler	15"	15,35"
4	Lebar Unit Sampler	15"	15,35"
5	Tinggi Unit Sampler	45"	45"
6	Kaki HVAS	Kaki termasuk dalam satu segmen unit utama	Kaki 3 segmen (per segmen 14" knockdown)
7	Berat Unit HVAS	58 lbs / 26,68 kg	23 lbs / 10,58 kg
8	Dimensi Penyimpanan (PxLxT)	20" x 20" x 50"	17" x 15" x 19"

Dari data didapatkan informasi dimensi unit sampler HVAS modifikasi didesain dan dipersiapkan sedemikian rupa sehingga bias dihubungkan dengan Unit Canister PM10 maupun PM2,5. Dari segi berat dan dimensi penyimpanan didapatkan reduksi berat dan volume ruang penyimpanan, sehingga unit akan lebih ringan dan mudah saat dibawa kelapangan selain itu juga lebih ringkas dalam penyimpanan karena tidak memerlukan luas ruangan yang besar.

**2. Biaya Pembuatan Alat HVAS**

Untuk mengadakan alat sampling HVAS ini dibutuhkan dana, baik dana itu untuk membuat (membeli dalam bentuk *spare part*) atau membeli secara utuh (*built up*). Untuk pembelian satu Unit HVAS standard EPA dibutuhkan dana kurang lebih sebesar Rp. 39.000.000,- (Tiga Puluh Sembilan Juta Rupiah) diluar biaya kirim dan pajak dari distributor maupun produsen. Sedangkan alat yang dihasilkan dalam penelitian ini memerlukan biaya produksi sekitar Rp. 11.350.000,- (Sebelas Juta Tiga Ratus Lima Puluh Ribu Rupiah) untuk satu unit alat diluar biaya kirim dan pajak pembelian. HVAS Modifikasi ini bernilai lebih ekonomis karena mempunyai selisih yang cukup signifikan terhadap nilai jual alat HVAS standard EPA.

Apabila alat tersebut diproduksi dalam jumlah banyak, diperkirakan biaya produksinya akan menjadi lebih murah karena terdapat sisa material yang masih bisa dimanfaatkan untuk membuat bagian bagian kecil dari HVAS modifikasi.

**3. Uji Coba Sampling Partikulat Udara Ambien 24 Jam**

Proses pengambilan data partikulat 24 jam diambil sebanyak 6 kali dilokasi yang berbeda, diharapkan di tiap lokasi setiap variable yang berpengaruh pada perhitungan dalam kondisi yang sama. Variable tersebut antara lain suhu, tekanan, kelembaban, dan laju alir. Alat uji dipasang di titik yang sama secara berdekatan dengan jarak sekitar 5mtr antara alat satu dengan lainnya. Pengambilan contoh memperhatikan kondisi suhu, tekanan, kelembaban, dan laju alir yang sama di setiap titiknya.

Waktu Pemaparan : 1440 Menit (24 Jam)  
 Laju Alir : 1304 Liter/menit (SNI 19-7119.3-2005 = 1,13–1,70 m<sup>3</sup>/mnt)

**Tabel 2.** Perbandingan Pengambilan Partikulat Udara Ambien antara HVAS Standard EPA dengan HVAS Modifikasi

No	Lokasi	Tanggal Sampling	Berat partikulat (µg/m <sup>3</sup> )	
			HVAS Standard EPA	HVAS Modifikasi
1	Titik A	06 Okt 2013	177,55	172,69
2	Titik B	21 Okt 2013	33,96	35,51
3	Titik C	22 Okt 2013	42,23	43,88
4	Titik D	23 Okt 2013	120,21	124,86
5	Titik E	24 Okt 2013	85,33	83,27
6	Titik F	25 Okt 2013	190,47	185,31

Pengambilan data partikulat 24 jam di Titik A, Titik E dan Titik F didapat berat partikel debu hasil pengambilan contoh menggunakan HVAS Modifikasi kurang dari hasil pengambilan contoh dengan menggunakan HVAS Standard EPA. Sebaliknya untuk pengambilan contoh di Titik B, Titik C dan Titik D pengambilan contoh menggunakan HVAS Modifikasi lebih besar daripada hasil pengambilan contoh dengan menggunakan HVAS Standard EPA. Perbedaan ini disebabkan karena adanya kegiatan yang variatif di sekitar titik pengambilan contoh partikulat ambien, seperti jumlah kendaraan yang lalu lalang di sekitar titik uji atau yang bersifat alami seperti perubahan arah angin dan kecepatan angin yang berhembus di sekitar titik uji.

Berdasarkan hasil perhitungan sampling tersebut, data yang diperoleh di olah kembali dengan menggunakan program statistik menggunakan metode ANOVA untuk melihat signifikansi perbedaan yang nyata atau tidak antara HVAS Standard EPA dengan HVAS Modifikasi.

Dari hasil pengolahan data statistik dapat di interpretasikan hasil sebagai berikut :

- a. Dari tabel *Descriptives* nampak bahwa rata-rata hasil uji partikulat menggunakan HVAS standard EPA adalah 108,2917 µg/m<sup>3</sup>, sedangkan HVAS modifikasi adalah 107,5867. Selanjutnya untuk melihat uji kita lihat di tabel *ANOVA*. Sebelum melanjutkan uji perlu diingat bahwa salah satu asumsi uji *Anova* adalah variannya sama. Dari tabel *Test of Homogeneity of Variances* terlihat bahwa hasil uji menunjukkan bahwa varian kedua kelompok tersebut sama (*P-value* = 0,947), sehingga uji *Anova* valid untuk menguji hubungan ini.

**Tabel 3. Descriptives**

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					Standard EPA	6		
Modifikasi	6	107,5867	63,91027	26,09126	40,5169	174,6564	35,51	185,31
Total	12	107,9392	62,18208	17,95042	68,4306	147,4478	33,96	190,47

**Tabel 4. Test Of Homogeneity of Variances**

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,005	1	10	,947

**Tabel 5. ANOVA**

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,491	1	1,491	,000	,985
Within Groups	42531,235	10	4253,123		
Total	42532,726	11			

b. Selanjutnya untuk melihat apakah ada perbedaan dari ketiga kelompok unit alat tersebut, kita lihat tabel ANOVA, dari tabel itu pada kolom Sig. diperoleh nilai P (*P-value*) = 0,985. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa hasil uji partikulat dengan menggunakan alat sampling HVAS standard EPA dengan HVAS modifikasi tidak terdapat perbedaan yang bermakna.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### KESIMPULAN

HVAS hasil penelitian telah memenuhi harapan dengan memiliki bentuk yang lebih kecil dan lebih ringan, sehingga bisa lebih mudah dalam penyimpanan dan mobilisasi pengujian sampel partikulat. Berdasarkan penggunaan material untuk pembuatan HVAS modifikasi didapatkan angka yang lebih murah karena reduksi material pembungkus pompa vacum HVAS. HVAS Modifikasi memiliki kemampuan yang tidak beda nyata dengan HVAS standard EPA berdasarkan nilai Anova, dimana nilai P = 0,985. HVAS Modifikasi dapat dipergunakan sebagai alat sampling untuk pengujian sampel partikulat di udara ambien.

### SARAN

Diperlukan kalibrasi external (uji kelayakan operasi) sehingga hasilnya dapat diakui kebenarannya dan dapat dilakukan penelitian

lebih lanjut untuk mengefektifkan penggunaan daya listrik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahira Anne, 2013, Zat yang Menimbulkan Pencemaran Lingkungan Udara <http://www.anneahira.com/pencemaran-lingkungan-udara.htm>, 4 September 2013
- Fred C. Wadnola, 2012, Modification to High Volume Air Sampler Brushes, Journal of the Air Pollution Control Association, 14:2, 66-66
- Hardial S. Chalal dan Donald C. Hunter, 1976, High Volume Air Sampler: An Orifice Meter as a Substitute for the Rotameter, Journal of the Air Pollution Control Association, 6:12, 1171-1172
- Hidayat Anwar, 2013, Uji One Way Anova, <http://statistikian.blogspot.com/2012/11/one-way-anova-dalam-spss.html>, 6 Februari 2014
- Lodge Peter, etc, 1988, Methods of Air Sampling and Analysis 3rd Edition, Lewis Publishers. New York.
- Pusat Sarana Pengendali Dampak Lingkungan, 2011, Pengkajian Baku Mutu Kualitas Udara Ambien Lampiran PP. 41 Tahun 1999, Kementerian Lingkungan Hidup, Jakarta
- Tim Penyusun. SNI.19-7119.3-2005, 2005, Cara Uji Partikel Tersuspensi Total Menggunakan Peralatan High Volume

Air Sampler (HVAS) dengan Metode Gravimetri, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.

Wancik, 2009, Kelebihan dan Kekurangan Material (Bahan Bangunan) <http://wancik.wordpress.com/2009/03/28/kelebihan-dan-kekurangan-material-bahan-bangunan/>, 29 Agustus 2013