



## SAMPLING DAN PREPARASI SAMPEL POLUTAN UDARA DI LINGKUNGAN PLTU BATUBARA CILACAP

**Sutanto.W.W., Iswantoro, Tri Rusmanto**

*Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan-BATAN Yogyakarta*

*Jl Babarsari Nomor 21, Kotak pos 6101 Ykbb 55281*

*e-mail : ptapb@batan.go.id*

### ABASRAK

**SAMPLING DAN PREPARASI SAMPEL POLUTAN UDARA DI LINGKUNGAN PLTU BATUBARA CILACAP.** Telah dilakukan sampling pada tanggal 14 Juni sampai dengan 20 Juni 2012 di daerah lingkungan PLTU Cilacap, menggunakan alat e-sampler untuk filter PM-10 dan PM-2,5 di tiga lokasi sampling sebagai perwakilan daerah polutan udara. Alat High Volume Air Sampler digunakan untuk sampel udara ambient jenis filter TSP. Filter sebelum dibawa ke lokasi sampling ditimbang (keadaan kosong) menggunakan pinset yang bersih, tidak boleh dipegang dengan tangan telanjang, untuk menghindari kontaminasi. Selesai sampling kembali ke Yogyakarta, dan filter sesampai di laboratorium disimpan dalam aksikator selama 24 jam. Penentuan konsentrasi udara ambient dilakukan dengan metoda gravimetri yang diperoleh dari pengurangan hasil penimbangan berat sampel pada filter PM-10, PM-2,5 dan TSP dengan berat filter kosong.

**Kata Kunci :** Sampling, preparasi, filter PM 2,5, PM 10, TSP

### ABSTRACT

**SAMPLING AND PREPARATION OF AIR POLLUTIONS IN THE ENVIRONMENT CILACAP COAL POWER PLANTS.** Sampling has been conducted June 14-20, 2012 in the plant environment Cilacap using e-sampler for PM-2.5 and PM-10 at the three sampling locations as the representative pollutant, high volume air sampler type of TSP. Filter before being taken to the sampling site was weighed (empty) using a clean planshet, should no be held with bare hands extremely guarded contamination. Sampling is complete back to Yogyakarta and stored in exicator filter for 24 hours. Determination of ambient air concentrations conducted by gravimetric method derived from a reduction in weighing the samples on the filter PM-2.5; PM-10 and STP to the weight of the empty filter.

**Keyword :** Sampling, preparation, filter PM 2,5, PM 10, TSP

---

### PENDAHULUAN

Kualitas udara di Indonesia mulai mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yang berpengaruh dominan, diantaranya adalah peningkatan transportasi akibat pertumbuhan penduduk dan tingkat urbanisasi yang tinggi, ketergantungan yang tinggi terhadap bahan bakar minyak, serta masih rendahnya tingkat kesadaran pemerintah dan masyarakat<sup>[1]</sup>. Pencemaran udara yang semakin memburuk ini berdampak pada kesehatan masyarakat dan beban finansial.

Peningkatan urbanisasi, aktivitas ekonomi, pertumbuhan penduduk dan transportasi

menyebabkan polusi udara. Parameter polusi udara yang utama disamping CO, SO<sub>2</sub>, NO dan O<sub>3</sub>, komponen terbesar adalah particulate matter (PM). Partikel dengan diameter aerodinamik < 10 µm disebut PM-10 sedangkan partikel mempunyai diameter aerodinamik < 2,5 µm disebut PM-2,5 atau partikel halus. Konsentrasi PM-2,5 potensial mempengaruhi kesehatan karena bersifat karsinogenik dan mampu berintrusi ke dalam paru-paru<sup>[2]</sup>. Oleh karena itu penanggulangan secara dini dan tepat perlu dilakukan dengan penentuan sumber pencemar, untuk menekan tingkat pencemaran.



Udara ambient atau yang lebih mudah dipahami sebagai udara yang berada di sekitar kita memiliki kualitas udara yang mudah berubah. Pemantauan kualitas udara di lingkungan merupakan kasus yang akhir-akhir ini menjadi perhatian dunia. Rendahnya kualitas udara di lingkungan berakibat langsung dengan penurunan kondisi kesehatan masyarakat.

Penyebab utama tingkat pencemaran yang melebihi ambang batas di beberapa bagian dari bumi ini adalah adanya kegiatan yang dilakukan manusia secara terus menerus namun kurang memperhatikan dampak dari kegiatan tersebut terhadap lingkungan hidup sekitarnya, salah satunya adalah industri. Selain itu penurunan kualitas udara juga dikarenakan kenaikan polusi yang berdampak pada kelangsungan hidup makhluk itu sendiri.

Menurut Keputusan Negara Lingkungan Hidup Nomor 17 Tahun 2001, pembangunan PLTU berpotensi menimbulkan dampak pada kualitas udara. Kontaminan seperti karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), oksida belerang (SOX), senyawa karbon dan debu dapat ditimbulkan dari pemakaian batubara sebagai bahan bakar [3]. Kontaminasi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari emisi kegiatan industri ikut berperan dalam proses pemanasan global. Selain kontaminasi di atas, ada kontaminasi bersifat karsinogen yaitu radioaktif.

Salah satu PLTU di Indonesia adalah Pembangkit Listrik Tenaga Uap JATENG II. PLTU JATENG II terletak di desa Kesugihan Kecamatan Karangandri, Kabupaten Cilacap, Jawa tengah dengan kapasitas 600 MW dan tinggi cerobong 210 meter. Batubara yang digunakan berasal dari Kalimantan dengan konsumsi batubara 6000 ton/hari.

Tujuan sampling dan preparasi ini adalah untuk memperoleh pengembangan kontrol kualitas lingkungan dengan sampling udara menggunakan 3 filter (PM-10, PM-2,5 dan TSP) yang akan dilakukan pengukuran radioaktivitas alam dengan metoda teknik spektrometri gamma dan menentukan logam-logam, terutama logam berat dengan metoda analisis aktivasi neutron (AAN).

## **TATA KERJA**

### **Bahan dan Peralatan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah filter jenis TSP, filter jenis selulosa dengan tingkat ukuran PM10 dan PM 2,5.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat pengambilan sampel udara ambient (*e-sampler*) (untuk PM 2,5 dan PM 10) dan *High Volume Air Sampler* (untuk TSP) dengan menggunakan pompa air sampler dengan laju alir rerata 2 L/menit yang disewa dari Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia (UII),

filter *glass* untuk menyimpan filter. Alat bantu lainnya, timbangan analitik, pinset, GPS, termometer, petridis, aksikator, jenset, stabilizer dan alat-alat tulis.

### **Cara Kerja**

1. Sebelum dilakukan sampling dipersiapkan peralatan yang akan dibawa semuanya dalam keadaan siap beroperasi.
2. Sebelum dilakukan penimbangan filter dikondisikan pada ruang yang bersih dengan temperatur sekitar 20 – 25<sup>0</sup>C, dalam eksikator dengan kelembaban sekitar 55 %.
3. Filter sebelum dibawa ke lokasi sampling ditimbang (keadaan kosong) menggunakan pinset yang bersih, tidak boleh dipegang dengan tangan telanjang.. untuk menghindari kontaminasi
4. Pengambilan sampel udara ambient dilakukan dua hari satu kali selama 24 jam dan pengambilan di tiga lokasi. Dimulai pada tanggal 14 Juni sampai dengan 20 Juni 2012, menggunakan alat *e-sampler* untuk filter PM-10 dan PM-2,5 di tiga lokasi sampling sebagai perwakilan daerah polutan udara. Alat *High Volume Air Sampler* digunakan untuk sampel udara ambient jenis filter TSP.
5. Alat *e-sampler* untuk filter PM-10 digunakan bergantian dengan filter PM-2,5 disetiap lokasi setelah beroperasi 24 jam memakai filter PM-10 kemudian diganti memakai filter PM-2,5 dengan waktu operasi yang sama.
6. Alat *High Volume Air Sampler* digunakan di setiap sampling satu kali operasi 24 jam waktunya bersamaan dengan beroperasinya filter PM-10.
7. Selesai beroperasinya peralatan filter yang digunakan diambil dengan hati-hati menggunakan pinset bersih kemudian disimpan dalam petridis
8. Selesai sampling kembali ke Yogyakarta, dan filter sampai di laboratorium disimpan dalam eksikator selama 24 jam.
9. Dilakukan penimbangan filter yang telah terkontaminasi udara ambient hasil sampling
10. Penentuan konsentrasi udara ambient dilakukan dengan metoda gravimetri [2], yang diperoleh dari pengurangan hasil penimbangan berat sampel pada filter PM-10, PM-2,5 dan TSP dengan berat filter kosong.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Tempat Sampling**

Data sampling didapat dari pengambilan di daerah PLTU Batubara Jateng II, Cilacap di tiga lokasi yang didasarkan pada data dari stasiun Meteorologi Cilacap, yaitu:



**PROSIDING SEMINAR  
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR  
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan  
Yogyakarta, 26 September 2012**

**Lokasi 1**

Sampling di lokasi 1, daerah dusun Menganti, Desa Penganti Kecamatan Kesugihan Kabupaten Cilacap merupakan bagian Barat dari PLTU. Jarak lokasi dari lokasi cerobong PLTU berkisar antara 1,5 km, pengambilan di tanah lapang dekat sawah jalan aspal dengan pengukuran GPS: S=07<sup>o</sup>41'09,5" dan E=109<sup>o</sup>04'43,9". Sampling beroperasi 24 jam tanpa henti, awal sampling pada tanggal 14 Juni 2011 dan berakhir esok harinya dengan jam yang sama hasil ini dapat dilihat pada Tabel 1.

**Lokasi 2**

Sampling di lokasi 2, daerah dusun Semampir, Desa Slarang Kecamatan Kesugihan Kabupaten Cilacap merupakan bagian Utara dari PLTU. Lokasi berada di jarak sekitar 1,5 km dari sumber cerobong PLTU dengan S=07<sup>o</sup>40'35,4" dan

E=109<sup>o</sup>05'52,2". Sampling udara dilakukan pada 16 Juni 2011 jam 18.30, selesai pada tanggal 17 Juni 2011 dengan jam yang sama.

**Lokasi 3**

Sampling di lokasi 3, daerah dusun Karangandri, Kecamatan Kesugihan Kabupaten Cilacap merupakan bagian Timur dari PLTU. Lokasi berada di jarak sekitar 1,4 km dari sumber cerobong PLTU dengan S=07<sup>o</sup>41'38,7" dan E=109<sup>o</sup>04'55,1". Sampling udara dilakukan 19 Juni 2011 (jam 07.00).

Semua data yang diperlukan dicatat, terutama debit alat suhu udara, jarak dari lokasi dari tempat asal polutan udara, kelembapan udara sekitar, kecepatan angin beroperasinya alat *High Volume Air Sampler* sampler maupun e-sampler untuk lebih rincinya dapat dilihat pada Tabel 2, 3 dan Tabel 4.

Tabel 1. Pengambilan sampling untuk TSP

Data	Lokasi sampling		
	Barat	Utara	Timur
Sampling awal	14 Juni 2011 (jam 16.00)	16 Juni 2011 (jam 18.30)	19 Juni 2011 (jam 07.00)
Sampling akhir	15 Juni 2011 (jam 16.00)	17 Juni 2011 (jam 18.30)	20 Juni 2011 (jam 07.00)
Debit (L/menit)	1,13	1,13	1,13
Jarak (km)	1,5	1,5	1,4
Suhu	27,2	26,7	27
Kelembaban (%)	41	50	51
Kecepatan angin (m/s)	0,3	0,3	0,3
GPS	S=07 <sup>o</sup> 41'09,5"	S=07 <sup>o</sup> 40'35,4"	S=07 <sup>o</sup> 41'38,7"
	E=109 <sup>o</sup> 04'43,9"	E=109 <sup>o</sup> 05'52,2"	E=109 <sup>o</sup> 04'55,1"
Daerah	Dusun Menganti	Dusun Semampir	Dusun Karangandri

Tabel 2. Pengambilan sampling untuk PM-10

Data	Lokasi sampling		
	Barat	Utara	Timur
Sampling awal	14 Juni 2011 (jam 16.00)	16 Juni 2011 (jam 18.30)	19 Juni 2011 (jam 07.00)
Sampling akhir	15 Juni 2011 (jam 16.00)	17 Juni 2011 (jam 18.30)	20 Juni 2011 (jam 07.00)
Debit (L/menit)	2	2	2
Jarak (km)	1,5	1,5	1,4
Suhu	27,2	26,7	27
Kelembaban (%)	41	50	51
Kecepatan angin (m/s)	0,3	0,3	0,3
GPS	S=07 <sup>o</sup> 41'09,5"	S=07 <sup>o</sup> 40'35,4"	S=07 <sup>o</sup> 41'38,7"
	E=109 <sup>o</sup> 04'43,9"	E=109 <sup>o</sup> 05'52,2"	E=109 <sup>o</sup> 04'55,1"



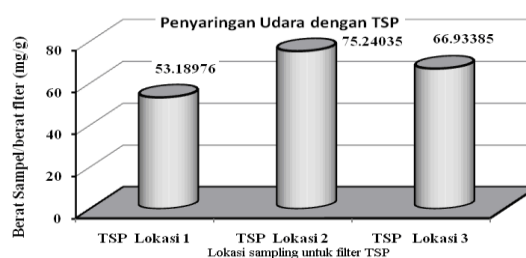
Tabel 3. Pengambilan sampling untuk PM-2,5

Data	Lokasi sampling		
	Barat	Utara	Timur
Sampling awal	15 Juni 2011 (jam 16.00)	17 Juni 2011 (jam 19.00)	20 Juni 2011 (jam 07.00)
Sampling akhir	16 Juni 2011 (jam 16.00)	18 Juni 2011 (jam 19.00)	21 Juni 2011 (jam 07.00)
Debit (L/menit)	2	2	2
Jarak (km)	1,5	1,5	1,4
Suhu	27,2	26,7	27
Kelembaban (%)	44	49	61
Kecepatan angin (m/s)	0,3	0,3	0,3
GPS	S=07041'09,5"	S=07040'35,4"	S=07041'38,7"
	E=109004'43,9"	E=109005'52,2"	E=109004'55,1"

Tabel 4. Hasil penimbangan konsentrasi berat sampel untuk masing-masing filter di 3 lokasi sampling.

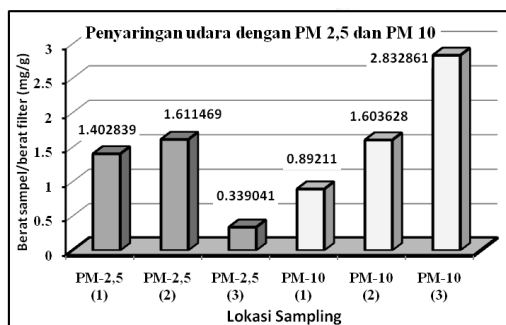
No	Sampel	Berat (gram)		
		Kosong filter	Sampel + filter	Sampel (udara)
1	TSP-1	2,76369	2,91069	0,14700
2	TSP-2	2,74600	2,95261	0,20661
3	TSP-3	2,73972	2,92310	0,18338
4	PM-2,5 (1)	0,17821	0,17864	0,00025
5	PM-2,5 (2)	0,17996	0,18025	0,00029
6	PM-2,5 (3)	0,17697	0,17703	0,00006
7	PM-10 (1)	0,17935	0,17951	0,00016
8	PM-10 (2)	0,18084	0,18113	0,00029
9	PM-10 (3)	0,17650	0,17700	0,00050

Konsentrasi berat ditentukan menggunakan metoda gravimetri. Berat dalam filter PM-10 hasil penimbangan dikurangi dengan berat filter PM-10, begitu juga untuk filter PM-2,5 dan filter TSP. Setelah dilakukan penimbangan hasil berat dari sampel udara ambient dapat dilihat pada Tabel 4. Untuk filter TSP pada lokasi 2 mempunyai berat terbesar, begitu juga untuk filter PM-2,5 sedangkan filter PM-10 pada lokasi 3 yang mempunyai konsentrasi yang terbesar. Dari data ini selanjutnya dipergunakan untuk menentukan konsentrasi radioaktivitas alam dalam sampel dan juga konsentrasi logam-logam yang terdapat dalam sampel dengan metoda analisis aktivasi neutron.



Gambar 2. Histogram perbandingan berat udara terhadap berat filter TSP

Untuk mengetahui berat sampel udara ambient terhadap berat filter PM-10 dan PM-2,5 dapat dilihat histogram Gambar 1. Gambar 1 ini diambil dari data berat sampel dibagi berat filter kosong sehingga didapat hasil seperti yang terlihat pada Gambar 1 dan Gambar 2. Sebagaimana pada Tabel 4, maka pada Gambar 1 terlihat jelas perbandingan histogram berat sampel udara ambient terhadap berat filter PM-10 dan PM-2,5, dimana filter PM-10 terlihat tertinggi dengan nilai 2, 83286 pada lokasi 3 dibandingkan dengan lokasi 1 dan 2 juga dibandingkan untuk PM-2,5. Hal ini menunjukkan konsentrasi berat pada lokasi 3 untuk PM-10 mempunyai daya kapasitas polutan sangat besar, akan tetapi sebaliknya untuk PM-2,5 mempunyai daya kapasitas polutan terkecil dari ketiga lokasi sampling.



Gambar 1. Histogram rasio berat sampel udara terhadap berat filter PM-10 dan PM-2,5



**PROSIDING SEMINAR  
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR  
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan  
Yogyakarta, 26 September 2012**



Gambar 3. Lokasi pengambilan sampel udara PLTU Jateng II (Googlemap, 2011)

Lokasi pengambilan sampel terletak disebelah timur, utara dan barat PLTU sejauh 1500 meter.

ARAH DARI PLTU	GPS
Utara : Slarang, Kesugihan, Cilacap	S = 07°40'35,4" E = 109°05'52,2"
Timur : Karangandri, Kesugihan, Cilacap	S = 07°40'38,7" E = 109°04'55,1"
Barat : Menganti, Kesugihan, Cilacap	S = 07°41'09,5" E = 109°04'43,9"

Perbandingan filter PM-10 dan filter PM-2,5 pada lokasi 3 ini berkisar  $(2,832861/0,33904) = 8,3$  sangat besar dan dapat diketahui bahwa peningkatan konsentrasi yang signifikan. Dibandingkan dengan dari lokasi 2 dimana perbandingan PM-10 dan PM-2,5 hampir sama yaitu 0,995 mendekati nilai 1 (satu) atau bisa dikatakan tidak ada perbedaan yang nyata.

### KESIMPULAN

1. Sampling di daerah PLTU Batubara Jateng II, Cilacap di tiga lokasi yang didasarkan pada data dari stasiun Meteorologi Cilacap, yaitu: lokasi 1, daerah Menganti bagian Barat dari PLTU, dengan pengukuran GPS: S=07°41'09,5" dan E=109°04'43,9". lokasi 2, di daerah Semampir, bagian Utara dari PLTU, dengan S=07°40'35,4" dan E=109°05'52,2". Sampling di lokasi 3, daerah Karangandri, bagian Timur dari PLTU. dengan S=07°41'38,7" dan E=109°04'55,1". Lokasi sampling udara berjarak sekitar 1,5 Km dari sumber cerobang PLTU.
2. Filter yang akan digunakan di simpan dalam eksikator 2 x 24 jam sebelum dan sesudah proses penyedotan udara di lokasi sampling. Konsentrasi berat ditentukan menggunakan metoda gravimetri. Berat dalam filter PM-10 hasil penimbangan dikurangi dengan berat filter PM-10, begitu juga untuk filter PM-2,5 dan filter TSP setelah proses penyedotan udara.

### DAFTAR PUSTAKA

1. MUHAYATUN, LESTIANI.D.W., HIDAYAT.A., KUMALASARIL., *Konsentrasi*

*PM-2,5 dan Pm-10 Udara Ambien di Bandung dan Lembang Tahun 2000-2006.* PTNBR BATAN Bandung., (2009), 363-367

2. SYAHFITRI.W.Y.N., MUHAYATUN., LESTIANI.D.D., ADVENTINI. N., "Validasi Metoda AAN untuk Analisis Unsur dalam Sampel Partikulat Udara", Prosiding SIMNAS Sains dan Teknologi Nuklir PTNBR BATAN Bandung., (2009), 221-225
3. METRI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP. Menurut Keputusan Negara Lingkungan Hidup Nomor 17 Tahun 2001. Jakarta (2001)

### TANYA JAWAB

#### Dwi Purnomo (PTAPB)

- Berdasarkan apa pemilihan lokasi sampling dilakukan?

#### Sutanto

✧ Berdasarkan arah anin yang diperoleh dari BMKG Kabupaten Cilacap yang disesuaikan waktu akan dilakukan sampling dengan pertimbangan polutan udara akan searah dengan arah angin.

#### Sihono (PTAPB)

- Apakah alat e-sampler merupakan alat standar untuk sampling udara?

#### Sutanto

✧ Alat e-sampler merupakan alat standar untuk sampling udara berdasarkan SNI sehingga dapat digunakan. Alat lain yang dapat digunakan selain e-sampler adalah Geni.