



Prosiding

SEMINAR NASIONAL *BASIC SCIENCE VI*

*Sains Membangun Karakter dan Berpikir Kritis
Untuk Kesejahteraan Masyarakat*

Ambon, 07 Mei 2014

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PATTIMURA
AMBON**

Hak cipta dilindungi Undang-Undang

Cetakan I, Agustus 2014

Diterbitkan oleh: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pattimura

ISBN: 978-602-97552-1-2

Deskripsi halaman sampul : Gambar yang ada pada cover adalah kumpulan benda-benda langit dengan berbagai fenomena

ALAT RAKITAN SEDERHANA UNTUK SAMPLING PARTIKULAT UDARA VOLUME KECIL

Sulfikar, Marwansyah¹

¹Jurusan Kimia Universitas Negeri Makassar

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kinerja alat rakitan sederhana (Alat Rakitan). Alat ini didisain untuk pengambilan conto partikulat udara ambien secara aktif pada volume kecil. Alat ini dirakit menggunakan peralatan sederhana: *filter holder*, pompa penghisap udara vakum, dan alat pengukur laju alir (*flowmeter*). Kinerja alat ini kami bandingkan efisiensinya menarik partikulat udara dengan alat sampling udara volume kecil (*Low Volume Sampler*, LVS) komersial dalam. Untuk perbandingan ini, kami mengoperasikan kedua alat ini pada waktu dan lokasi yang sama. Pengambilan conto partikulat udara dilakukan di depan kampus Universitas Negeri Makassar di Parang Tambung pada waktu lalu-lintas sibuk di pagi hingga sore hari. Conto diambil setiap 15, 30, 45, 60, and 120 menit. Setiap interval sampling kami lakukan sebanyak tiga kali. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa untuk interval sampling kurang dari 45 menit, alat sampling udara komersial menunjukkan efisiensi yang lebih baik (dalam hal presisi dan/atau jumlah partikulat udara yang terperangkap per luas area filter) daripada Alat Rakitan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh diameter inlet filter holder pada alat komersial yang lebih besar daripada Alat Rakitan. Kemungkinan lain adalah filter selulosa yang digunakan pada alat komersial lebih baik dalam menahan partikulat udara dibandingkan dengan filter serat kaca yang digunakan pada Alat Rakitan. Namun, pada lama sampling 45 menit ke atas, kinerja Alat Rakitan sebanding dengan Alat Komersial komersial. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa kedua alat memiliki kinerja optimal pada lama sampling 60 menit.

Kata kunci: alat sampling udara rakitan, partikulat udara, low volume sampler, active sampler.

PENDAHULUAN

Salah satu faktor penyebab polusi di udara adalah asap kendaraan. Asap kendaraan tersebut mengandung gas dan partikulat hasil pembakaran tidak sempurna pada mesin. Partikulat adalah partikel yang sangat kecil baik berupa padatan atau cairan yang tersuspensi di udara. Partikulat yang diameternya $<2,5 \mu\text{m}$ disebut partikulat halus, sedangkan yang $>2,5 \mu\text{m}$ disebut partikulat kasar (Baird, 1995). Partikulat tunggal biasanya tidak tampak oleh mata telanjang. Tetapi dalam jumlah banyak partikel-partikel kecil ini terlihat seperti kabut yang dapat menghalangi pandangan.

Partikulat-partikulat ini banyak terdapat dalam lapisan atmosfer dan merupakan bahan pencemar udara yang sangat berbahaya. Partikulat debu akan berada di udara dalam waktu yang relatif lama dan dapat masuk ke tubuh manusia melalui saluran pernafasan (Dockery dan Pope, 1994). Selain dapat berpengaruh negatif terhadap kesehatan, partikel debu juga dapat mengganggu daya tembus pandang mata dan mengalami berbagai reaksi kimia di udara.

Pengambilan conto udara, baik gas maupun partikulat dapat dilakukan langsung pada sumbernya, seperti pada saluran pembuang asap kendaraan bermotor dan cerobong asap pabrik. Teknik ini disebut teknik sampling udara emisi. Pengambilan conto udara pada media penerima polutan udara, misalnya di atmosfer disebut teknik sampling udara ambien.

Cara pengambilan conto udara ambien dapat dilakukan secara aktif maupun pasif. Metode pengambilan conto udara ambien secara pasif untuk sampling partikulat masih sedikit penggunaannya dibandingkan dengan yang pasif karena ketepatan dan ketelitiannya belum begitu baik (BPLHD, 2007, Mari dkk, 2008, Melymuk 2011).

Salah satu alat sampling partikulat udara secara aktif adalah Low Volume Sampler (LVS). Berdasarkan SNI 16-7058-2004, komponen alat ini terdiri dari pompa hisap/vakum, filter holder (tempat filter penyaring udara) dan flow meter (BSN, 2004). Pompa hisap berfungsi untuk menghisap udara luar ke dalam alat tersebut. Udara yang terhisap dapat diatur lajunya oleh sebuah alat pengukur laju alir udara (*flowmeter*) sehingga nantinya volume udara yang dihisap dapat dihitung. Jika kita ingin mengukur jumlah partikulat di udara, udara yang dihisap dialirkan melalui filter yang disimpan di dalam tempat filter (*filter holder*). Jenis dan ukuran pori filter dapat dipilih sesuai tujuan dan jenis conto yang ingin diperiksa kadarnya.

Penelitian mengenai kualitas udara masih jarang dilakukan di kota-kota besar seperti Makassar, padahal jumlah kendaraan bermotor di kota-kota ini semakin banyak. Mahalnya alat dan biaya pengoperasiannya mungkin menjadi salah satu penyebab penelitian mengenai kualitas udara masih jarang dilakukan. Di Makassar, hanya ada dua laboratorium yang memiliki alat ini, yaitu Laboratorium Departemen Kesehatan (Lab Depkes) dan Laboratorium Balai Keselamatan dan Kesehatan Kerja (Lab K3). Kendala lain adalah proses peminjaman yang rumit. Laboratorium pemilik tidak mengizinkan orang lain mengoperasikan alat ini sehingga peminjaman alat selain bergantung pada ketersediaannya, juga kepada ketersediaan orang yang dapat mengoperasikannya. Oleh itu sangatlah perlu untuk membuat alat sampling udara alternatif dengan biaya terjangkau.






Pada penelitian ini kami merakit alat sampling udara (untuk selanjutnya dalam tulisan ini, alat ini kami sebut Alat Rakitan) menggunakan beberapa peralatan yang biasa terdapat di setiap laboratorium Kimia Analitik. Peralatan yang dipakai adalah pompa penghisap udara (pompa vakum), *flowmeter*, *filter holder*, dan filter jenis glass fiber ukuran pori 0,7 μm . Alat rakitan ini kemudian kami bandingkan kinerjanya dengan alat sampling udara komersial. Alat sampling udara yang dipakai sebagai pembanding adalah alat sampling udara milik Lab K3 jenis Low Volume Active Sampler (LVS).

METODE PENELITIAN

Alat rakitan kami buat dengan prinsip kerja yang sama dengan alat sampling udara ambien aktif jenis LVS. Udara ambien dikumpulkan dengan menggunakan pompa penghisap udara (pompa vakum). Udara yang dihisap dilewatkan melalui suatu filter. Kecepatan laju alir udara yang dihisap diatur menggunakan *flowmeter*.

Alat Komersial yang kami gunakan sebagai pembanding adalah alat milik Lab K3 (Gambar 1a). Alat tersebut memiliki pompa hisap dengan sumber tenaga listrik dari baterai 6 volt. Filter yang mereka gunakan dalam melakukan pengukuran contoh udara adalah filter mixed ester selulosa berbentuk lingkaran dengan diameter 25 mm dan ukuran pori 0,7 mm. Flowmeter-nya memiliki rentang skala laju alir 0 – 7 liter/menit.

Alat rakitan yang kami buat menggunakan pompa vakum yang menggunakan tenaga listrik PLN (Rotary vacuum pump model 2x-0,5) (Gambar 1b). Filter yang kami gunakan adalah filter serat gelas berbentuk lingkaran dengan diameter 47 mm dan ukuran pori 0,7 μm (Whatman GF/F). Kami menggunakan filter serat gelas karena jenis ini lebih tahan terhadap kelembaban udara (Kementerian Lingkungan Jepang). Flowmeter yang digunakan adalah flowmeter ex-AAS Shimadzu dengan rentang skala laju alir 0 – 7 liter/menit.

| | |
|---|--|
| <p>Pompa vakum dan flowmeter</p>  | <p>Pompa vakum</p>  |
| | <p>Flowmeter</p>  |
| <p>Holder</p>  | <p>Holder</p>  |
| <p>a. Alat Komersial</p> | <p>b. Alat Rakitan</p> |

Gambar a. (a) Komponen Alat Komersial. (b) Komponen Alat Rakitan

Kinerja kedua alat kami uji dengan mengoperasikan kedua alat pada tempat dan waktu pengambilan contoh yang sama, serta laju alir udara yang sama. Indikator kinerja yang dibandingkan adalah (a) kelinearan (yang ditandai oleh koefisien korelasi, R^2) hubungan antara berat partikulat (mg) yang terkumpul pada filter dan volume udara yang dihisap; dan (b) presisi dari contoh replikat yang diambil untuk setiap volume udara yang dipakai.

A. Teknik Pengambilan Contoh

Alat Komersial dan Alat Rakitan masing-masing kami rangkai seperti pada Gambar 2a dan 2b. Untuk Alat Rakitan, filter holder disambungkan ke flowmeter menggunakan selang silikon. Kemudian, flow meter tersebut dihubungkan ke pompa penghisap juga menggunakan selang silikon.



Gambar 2. (a) Alat Komersial, dan (b) Alat Rakitan

Keterangan alat:

1. Filter holder tempat menaruh filter
2. Selang silikon sebagai tempat aliran udara yang dihisap dari holder ke pompa vakum.
3. Pompa hisap berfungsi untuk mengisap udara dari luar kedalam holder.
4. Flowmeter berfungsi untuk mengukur laju aliran udara yang dihisap.

Pengambilan contoh dilakukan di depan Kampus FMIPA UNM, Jl. Dg Tata Raya, Parang Tambung Makassar, yang ramai dilalui kendaraan bermotor. Filter yang dipakai sebelumnya dikeringkan terlebih dahulu dalam desikator selama 24 jam. Filter tersebut kemudian ditimbang

pada neraca analitik sampai diperoleh berat konstan ($\pm 0,2$ mg antar penimbangan). Setelah itu, filter dimasukkan ke dalam holder dengan menggunakan pinset.

Kedua alat diletakkan berdampingan dengan jarak ± 2 m dan dioperasikan bersamaan. Ketinggian filter holder diatur $\pm 1,5$ m dari permukaan tanah. Contoh partikulat diambil selama 15, 30, 45, 60, dan 120 menit pada laju alir udara tetap, 7 Lpm (. Setiap interval sampling kami lakukan sebanyak tiga kali. Jika pengambilan contoh tidak selesai dalam satu hari, maka kami lanjutkan di hari berikutnya.

Filter yang telah berisi partikulat kemudian dipindahkan ke wadah filter (*filter cassette*) dengan menggunakan pinset. Setelah itu filter disimpan dalam desikator selama 24 jam dan ditimbang pada neraca analitik hingga berat konstan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

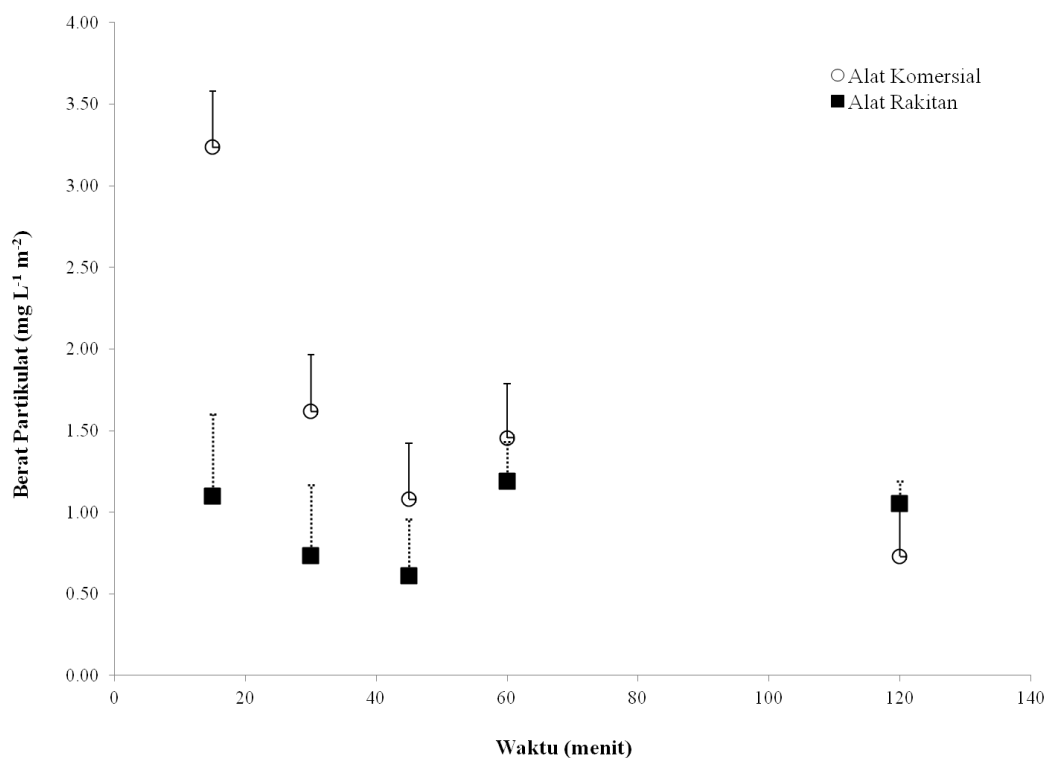
Hasil Penelitian

1. Waktu dan Kondisi Pengambilan Contoh

Pengambilan contoh partikulat udara dilakukan pada tanggal 3, 4 dan 14 November 2011, pukul 10.00-16.00 wita. Hujan deras terjadi dua hari sebelum pengambilan contoh hari pertama dan kedua, dan satu hari sebelum pengambilan contoh hari ketiga. Pada saat pengambilan contoh kondisi cuaca pada hari pertama cerah, hari kedua dan ketiga mendung. Contoh yang diambil pada hari pertama yaitu contoh 15, 30 dan 45 menit, sedangkan pada hari kedua yaitu contoh 45 dan 60 menit, dan hari ketiga adalah untuk contoh 120 menit. Contoh yang dikumpulkan pada lama penghisapan 15 dan 30 menit kondisi lalu lintas lebih ramai daripada pada hari kedua dan ketiga.

2. Hasil Pengukuran Berat Partikulat

Hasil pengukuran presisi dan efisiensi (berat partikulat yang terkumpul per liter udara per area filter $\text{mgL}^{-1}\text{m}^{-2}$) pada Alat Rakitan dan Alat Komersial dapat dilihat pada Gambar 3. Alat Rakitan menghasilkan presisi (coefficient of variation, cv) yang kurang baik pada interval pengambilan contoh 15 dan 30 menit, yaitu berturut-turut 50% dan 43%. Namun mulai pada interval 45 menit, Alat Rakitan menghasilkan presisi yang setara dengan Alat Komersial, dan bahkan lebih baik pada interval 60 dan 120 menit. Sementara itu, Alat Komersial memiliki presisi yang relatif stabil (cv = 33% dan 35%). Efisiensi pengambilan contoh (banyaknya partikulat yang tertangkap per banyaknya udara yang dihisap per luas filter, m^2) menunjukkan Alat Rakitan memiliki efisiensi yang setara dengan Alat Komersial nanti pada lama pengambilan contoh di atas 45 menit.



Gambar 3. Perbandingan presisi dan efisiensi (berat partikulat yang terkumpul per liter udara per luas filter, $\text{mg L}^{-1} \text{m}^{-2}$) yang dikumpulkan pada Alat Rakitan dan Alat Komersial.

Pembahasan

Penelitian ini mengkaji kinerja alat sampling udara buatan tipe aktif (Alat Rakitan) yang dibuat dengan menggunakan rangkaian alat yang sederhana yaitu pompa hisap/vakum,, selang silikon, filter holder dan filter GFF ukuran $0,7 \mu\text{m}$. Kinerja alat dinilai dengan membandingkannya dengan alat sampling udara Low Volume Active Air Sampler (Alat Komersial) yang juga terdiri dari pompa hisap/vakum, selang silikon, filter holder dan filter. Perbedaan utama kedua alat adalah pada diameter dan jenis bahan filter, Alat Rakitan menggunakan filter berdiameter 47 mm dari bahan serat gelas, sedangkan Alat Komersial milik Lab K3 menggunakan filter berdiameter 25 mm dari bahan serat mixed ester selulosa. US-EPA menyarankan penggunaan filter berbahan serat gelas dengan diameter 47 mm untuk low volume sampler (US-EPA, 1999; Guillot, 2011).

Diameter filter yang lebih besar pada Alat Rakitan dibandingkan pada Alat Komersial menyebabkan perbedaan luas area penyaringan. Oleh karena itu, banyaknya partikulat yang dapat dikumpulkan pada Alat Rakitan lebih besar Alat Komersial pada volume udara yang sama. Meskipun begitu, efisiensi dan presisi Alat Rakitan tidak sebaik Alat Komersial pada lama penghisapan udara 45 menit ke bawah. Hal ini mungkin disebabkan Alat Rakitan memiliki diameter inlet alat penyaring yang jauh lebih kecil daripada yang dimiliki alat komersial (lihat Gambar 1). Selain itu, bahan serat gelas yang digunakan sebagai bahan penyaring pada Alat Rakitan kurang baik dalam memerangkap partikulat udara daripada bahan selulosa yang

digunakan pada Alat Komersial pada interval-interval waktu tersebut. Bahan serat gelas tidak semudah selulosa dalam menyerap partikel air di udara (Kementerian Lingkungan Jepang, diakses pada 8 Mei 2014). Lembabnya bahan penyaring membantu penyerapan partikulat udara ke permukaan dan pori-pori penyaring. Kurang lembabnya bahan penyaring serat gelas menyebabkan partikulat yang terkumpul tidak melekat kuat. Kemungkinan partikulat yang tidak melekat kuat ini ada yang terjatuh pada saat pemindahan bahan penyaring dari filter holder ke kaset penyaring dan/atau ke desikator, serta pada saat penimbangan.

Setelah interval penghisapan udara 60 menit, bahan penyaring serat gelas menjadi cukup lembab. efisiensi dan presisi Alat Rakitan menjadi menjadi lebih baik daripada Alat Komersial. Sementara itu, bahan serat selulosa menjadi terlalu lembab dan mudah sobek pada interval waktu terakhir sehingga harus hati-hati untuk memindahkan penyaring tersebut ke kaset penyaring.

Gambar 3 menunjukkan bahwa Alat Rakitan dan Alat Komersial memiliki kesamaan pola data yang sama, yaitu menurun dari interval waktu 15 menit hingga 45 menit, naik pada interval 60 menit, dan kemudian turun pada interval 120 menit. Hal ini berarti udara yang dihisap oleh kedua alat memiliki kehomogenan yang kurang lebih sama.

Berdasarkan Gambar 3 juga dapat disimpulkan bahwa lama pengambilan conto terbaik adalah 60 menit. Hal ini dapat dilihat dari efisiensi dan presisi masing-masing alat. Pada interval waktu di bawah 60 menit, efisiensi dan presisi kurang baik dibandingkan dengan yang dihasilkan oleh interval 60 menit. Pada interval 120 menit, meskipun presisinya sama (pada Alat Komersial) atau lebih kecil (pada Alat Rakitan) dari interval 60 menit, namun efisiensinya turun yang menandakan telah jenuhnya bahan penyaring.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, kami menyimpulkan bahwa Alat Rakitan dapat dipakai sebagai alat alternatif untuk mengukur partikulat udara. Kami menyarankan untuk melakukan pengambilan conto udara pada interval 60 menit dan tidak mencapai 120 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Baird C. 1995. *Enviromental Chemistry (3rd)*. New York : W.H. Freman and Company.
BPLHD, 2007. *Passive Sampler*. Bandung: P.T. Dua Ratue Satu Pangripta.
BSN, 2004. SNI 16-7058-2004. *Tentang Pengukuran Kadar Debu Total di Udara Tempat Kerja*. Jakarta: Perpustakaan BSN.
Dockery DW dan Pope CA. 1994. Acute Respiratory Effects of Particulate Air Pollution. *Annual Review of Public Health*. Vol. 15: 107-132. DOI: 10.1146/annurev.pu.15.050194.000543.
Guillot R. 2011. *Ambient Air Sampling*. USEPA. Athens, Georgia.

- Kementerian Lingkungan Jepang. <http://www.env.go.jp/earth/coop/coop/document/14-tbseme/14-tbseme-22.pdf>. Diakses pada 8 Mei 2014.
- Mari M, Schuhmacher M, Feliubadalo J, Domingo JL. 2008. Air concentrations of PCDD/Fs, PCBs and PCNs using active and passive air samplers. *Chemosphere*. Vol. 70(2): 1637 – 1643.
- Melymuk L, Robson M, Helm PA, diamond ML. Evaluation of passive air sampler calibrations: Selection of sampling rates and implications for the measurement of persistent organic pollutants in air. *Atmospheric Environment*. Vol. 45(10): 1867 – 1875.
- US-EPA. 1999. Compendium of methods for the determination of inorganic compounds in ambient air. EPA/625/R-96/010a. Washington DC.