

Pengukuran Faktor Emisi Partikel Ultrafine Pada Asap Rokok yang Beredar Di Indonesia

Elmiar Isdityo Lolivianda¹, Arinto Y. P. Wardoyo¹, Firdy Yuana¹

¹Jurusan Fisika FMIPA Univ. Brawijaya

Email: elmiar_lolivianda@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menentukan faktor emisi partikel ultrafine pada asap rokok. Sampel didapatkan dari rokok yang beredar di Indonesia. Sampel yang digunakan adalah rokok dengan dan tanpa filter. Faktor emisi dapat ditentukan dari pengukuran total konsentrasi partikel ultrafine pada asap rokok yang diukur dengan P-Track di dalam chamber. Hasil penelitian dapat ditunjukkan bahwa besarnya faktor emisi bervariasi tergantung dari tipe dan jenis dari rokok. Faktor emisi didapatkan pada range antara $7,56 \times 10^{10}$ sampai $1,43 \times 10^{11}$ partikel/batang untuk jenis rokok non filter produk nasional, sedangkan jenis filter besar faktor emisinya antara $6,82 \times 10^{10}$ sampai $1,2 \times 10^{11}$ partikel/batang. Pada jenis non filter produk lokal besar faktor emisinya antara $5,38 \times 10^{10}$ sampai $1,15 \times 10^{11}$ partikel/batang, dan jenis filter besar faktor emisi antara $4,48 \times 10^{10}$ sampai $1,12 \times 10^{11}$ partikel/batang.

Kata kunci : partikel ultrafine, konsentrasi partikel, faktor emisi, asap rokok.

I. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang memiliki tingkat pencemaran udara yang sangat tinggi di Dunia. Bahan atau zat yang dapat mencemari udara dapat berbentuk gas dan partikel. Pencemaran udara dapat berasal dari proses alami dan aktivitas manusia (Fardiaz, 1992). Salah satu dari aktivitas manusia yang dapat menyebabkan pencemaran udara adalah merokok. Menurut data WHO (2012) menyebutkan bahwa jumlah perokok di Indonesia menempati urutan ketiga setelah Cina dan India. Sebanyak 67,4 persen penduduk pria dan 2,7 persen penduduk wanita adalah perokok. Oleh karena konsumen rokok terus meningkat, industri rokok pun juga semakin banyak dengan memproduksi berbagai merk rokok baik kretek maupun filter (putihan).

Rokok merupakan produk yang mengandung zat-zat yang bersifat adiktif, berbentuk silinder dari kertas dengan ukuran 70 – 120 nm (Young dkk., 2010). Pembakaran rokok akan menghasilkan suatu emisi yaitu sisa hasil pembakaran, karena lebih dari 100.000 jenis zat dihasilkan. Dua belas ribu (12.000) zat telah diketahui dan 4.000 zat lain dinyatakan sebagai zat yang berbahaya (Pappas dkk., 2006). Asap rokok terdiri dari campuran bahan yang berisi lebih dari 3800 senyawa, seperti aerosol yang mudah menguap dalam fasa uap, senyawa semi volatil dan non volatil. Selain nikotin, asap rokok juga mengandung senyawa-senyawa beracun dan karsinogen seperti Tar (Tian dkk., 2009).

Menurut Daher, dkk (2009), pembakaran rokok menimbulkan partikel-partikel baru (*particulate matter*) yang dapat membahayakan tubuh manusia. *Particulate Matter* (PM) merupakan istilah yang sering digunakan untuk campuran

partikel zat padat dan partikel cair yang tersuspensi di udara. Partikel-partikel tersebut terbentuk di udara (atmosfer) dengan transformasi emisi gas. PM mempunyai ukuran yang bervariasi dan dibedakan menjadi dua yaitu *fine particle* dan *ultrafine particle* (UFP) (Fierro, 2000). Partikel Ultrafine didefinisikan sebagai partikel yang berdiameter kurang dari $0,1 \mu\text{m}$ (Morawska dkk., 2008). Partikel ultrafine mempunyai dampak yang besar dalam menimbulkan penyakit pada tubuh akibat aktivitas merokok. Penyakit tersebut antara lain penyakit saluran pernafasan, saluran pencernaan, penyakit kanker, osteoporosis, jantung, stroke, kemandulan, dan lain-lain (Daher dkk., 2009). Partikel ultrafine dihasilkan dari gas dan kondensasi uap bertemperatur tinggi selama pembakaran. Partikel ini sangat sulit dideteksi karena ukurannya yang kecil sehingga mudah masuk ke dalam tubuh khususnya melewati saluran pernafasan (Fierro, 2000).

Pencemaran udara yang disebabkan oleh polutan (partikel ultrafine) dinyatakan dengan besar faktor emisi. Faktor emisi adalah nilai representatif untuk menghubungkan jumlah polutan yang dilepaskan ke atmosfer dengan aktivitas yang terkait dengan pelepasan polutan itu sendiri (Valley, 2012). Menurut penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Daher (2009) menyatakan bahwa asap mainstream dari sebuah rokok telah menghasilkan partikel-partikel antara lain partikel ultrafine yang dapat menyebabkan faktor emisi lingkungan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengukuran konsentrasi partikel ultrafine untuk mendapatkan faktor emisi pada asap rokok. Penelitian ini bertujuan untuk

mengukur faktor emisi polutan udara (partikel ultrafine) hasil pembakaran dari rokok-rokok yang beredar di Indonesia. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan bagi masyarakat untuk mengetahui besar faktor emisipada asap rokok filter dan non filter serta memberikan informasi tentang bahaya partikel yang dihasilkan oleh asap rokok bagi kesehatan manusia.

II. Metodologi

1. Alat dan Bahan

Peralatan penelitian meliputi 1 set alat *P-TRAK® Ultrafine Particle Counter Model 8525*, pompa hisap rokok, 1 set alat *Anemomaster A031 Kanomax*, Enviromental chamber, software origin 8.1 dan Pc/computer. Adapun bahan untuk penelitian antara lain 3 macam rokok jenis filter dan non filter produk nasional maupun lokal (Malang). Sample merk rokok dilihat pada tabel 1.

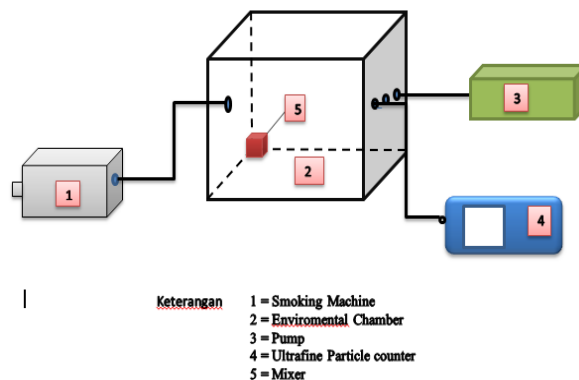
Tabel 1. Sample merk rokok

Produk Nasional		Produk Lokal	
Non Filter	Filter	Non Filter	Filter
SA	Sm	BM	NS
GD	SG	VL	TJ
DC	Cm	A	I

2. Pengukuran Partikel Ultrafine

Pengukuran konsentrasi ultrafine menggunakan portable *P-TRAK® Ultrafine Particle Counter Model 8525* yang mampu mendeteksi partikel ultrafine dalam jumlah nanometer. Data di catat setiap 10 detik sekali. Pengukuran ini dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya.

Pada awalnya, proses pengambilan data dilakukan dengan cara rokok ditempatkan pada pompa hisap dan dibakar dengan kecepatan yang telah ditentukan sebelumnya. Pada saat pembakaran, rokok menghasilkan asap mainstream yang nantinya akan masuk pada *environmental chamber*. Asap hasil pembakaran tersebut ditampung pada chamber yang kemudian diserap oleh UPC dan dicacah nilai jumlah konsentrasi partikelnya tiap batang rokok sampai dengan jumlah konsentrasi partikel yang ada pada chamber sebelum dilakukan pembakaran. Proses ini membutuhkan waktu ± 1 jam untuk tiap batangnya. Gambar 1 merupakan gambar sistem pengukuran.



Gambar 1. Sistem Pengukuran

3. Data Analisis

Semua proses pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *Microsoft excel 2010*. Setelah itu menghitung total konsentrasi partikel ultrafine dengan *software origin 8.1*. Setelah variabel telah didapatkan semua (A, v dan ct) langkah selanjutnya yaitu menghitung besarnya faktor emisi untuk masing-masing merk rokok. merujuk dari penelitan Utomo (2011), besarnya faktor emisi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$E_f = A \cdot v \int_0^t C(t) dt \quad (1)$$

Keterangan :

E_f = Faktor Emisi (partikel / batang)

A = Luas penampang batang pompa

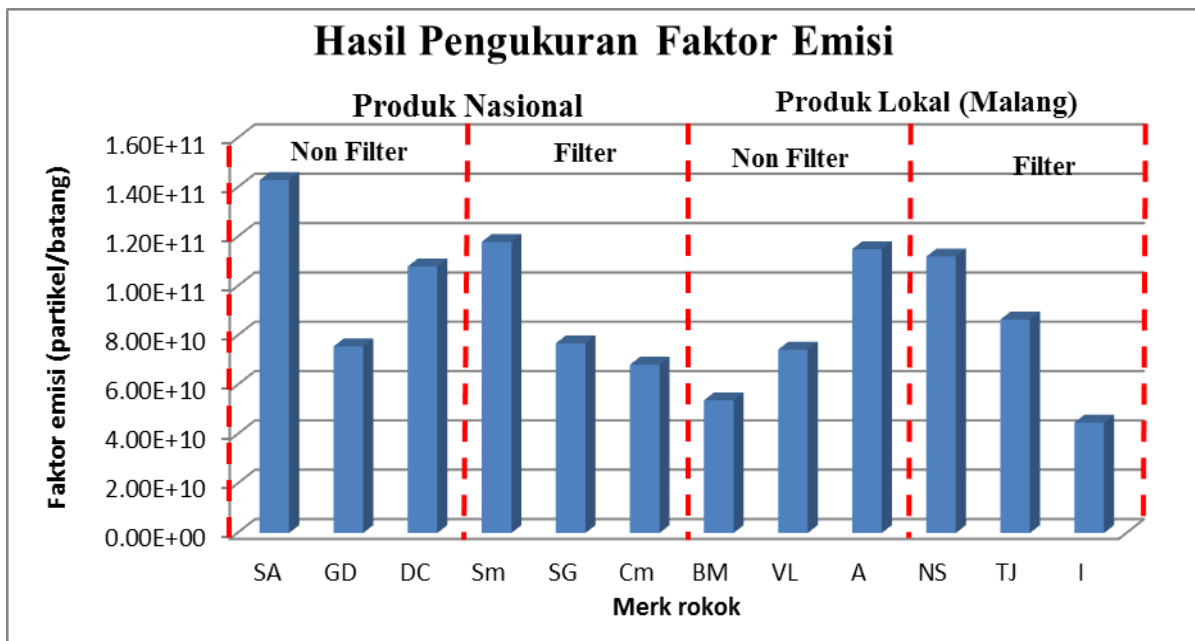
v = Kecepatan pompa (m/s)

$C(t)$ = Konsentrasi Partikel hasil pembakaran (partikel/ $10^{-6}m^3$)

$\int_0^t C(t) dt$ = Integral dari luasan grafik yang dicari dengan menggunakan *software Origin 8.1*

III. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengukuran kecepatan hisap pada pompa yang dilakukan selama 10 menit dengan 10 kali pengambilan data, maka didapatkan nilai kecepatan (v) pada pompa yaitu $8,5 \pm 0,1$ m/s. Sedangkan nilai luas penampang pompa (A) adalah $4,43 \times 10^{-5} \pm 1,32 \times 10^{-6}$ m². Besar faktor emisi pada asap rokok filter dan non filter padaproduk nasinal dan produk lokal (Malang) dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Hasil Pengukuran Faktor Emisi

Faktor emisi bergantung pada besarnya total konsentrasi partikel ultrafine yang dihasilkan. Dimana semakin tinggi nilai konsentrasi partikel ultrafine maka faktor emisinya juga akan tinggi. Sehingga besarnya nilai faktor emisi setiap merk rokok juga bervariasi. Besarnya faktor emisi pada merk rokok jenis non filter produk nasional antara $7,56 \times 10^{10}$ sampai $1,43 \times 10^{11}$ partikel/batang, sedangkan pada merk rokok jenis filter antara $6,82 \times 10^{10}$ sampai $1,2 \times 10^{11}$ partikel/batang. Untuk besarnya faktor emisi pada merk rokok jenis non filter produk lokal (Malang) antara $5,38 \times 10^{10}$ sampai $1,15 \times 10^{11}$ partikel/batang, dan pada merk rokok jenis filter faktor emisinya antara $4,48 \times 10^{10}$ sampai $1,12 \times 10^{11}$ partikel/batang. Perbedaan nilai faktor emisi tiap merk rokok dikarenakan komposisi (tembakau, cengkeh, saus) pada rokok yang berbeda-beda sesuai pabrik yang memproduksinya.

Dari hasil yang telah diperoleh juga dapat diketahui bahwa untuk nilai konsentrasi partikel dan faktor emisi pada merk rokok jenis non filter baik produk nasional maupun lokal (Malang) lebih besar dari pada merk rokok jenis filter. Hal ini dikarenakan pada pangkal rokok filter terdapat gabus yang fungsinya untuk menyaring atau menyerap partikel dan bahan baku lainnya yang dihasilkan pada asap rokok seperti partikel ultrafine.

IV. Kesimpulan

Dari hasil pengukuran semua merk rokok jenis non filter dan filter produk nasional maupun lokal (malang) dapat disimpulkan bahwa besarnya total konsentrasi partikel ultrafine dan faktor emisi untuk masing-masing rokok jenis non filter dan filter pada produk nasional maupun lokal (malang) bervariasi. Besarnya faktor emisi pada merk rokok jenis non filter produk nasional antara $7,56 \times 10^{10}$ sampai $1,43 \times 10^{11}$ partikel/batang, sedangkan pada merk rokok jenis filter antara $6,82 \times 10^{10}$ sampai $1,2 \times 10^{11}$ partikel/batang. Untuk besarnya faktor emisi pada merk rokok jenis non filter produk lokal (Malang) antara $5,38 \times 10^{10}$ sampai $1,15 \times 10^{11}$ partikel/batang, dan pada merk rokok jenis filter faktor emisinya antara $4,48 \times 10^{10}$ sampai $1,12 \times 10^{11}$ partikel/batang. Jika penelitian ini ingin dikembangkan, maka dapat disarankan untuk dilakukannya penelitian lanjutan mengenai kandungan VOC dan PAH yang teremis agar dapat diketahui besarnya kandungan polutan yang dihasilkan oleh rokok. selain itu juga dilakukan penelitian tentang besarnya faktor emisi partikel ultrafine pada asap rokok selain jenis filter dan non filter.

V. Daftar Pustaka

- [1] Daher, N., R. Saleh, E. Jaroudi, H. Sheheitli, T. r. s. Badr, E. Sepetdjian, M. A. Rashidi, N. Saliba dan A. Shihadeh. 2009. *Comparison of carcinogen, carbon monoxide, and ultrafine particle emissions from narghilewaterpipe and cigarette smoking: Sidestream smoke measurements and assessment of second-hand smoke emission factors*. Atmospheric Environment: 1-2.
- [2] David Bernhard , C. M., Aleksandar Backovic, Georg Wick. 2006. *Cigarette smoke – an aging accelerator*. Vascular Biology Group, Division Experimental Pathophysiology and Immunology, Biocenter, Innsbruck Medical University, Fritz-Pregl-Str. 3/4. OG. 6020 Innsbruck, Austria.
- [3] Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- [4] Fierro, M. 2000. *Particulate Matter*. 1-11.<http://www.airinfonow.or/pdf/particulatematter>, tanggal akses : 28 desember 2011.
- [5] Morawska, L., Z. Ristovskib, R. Jayaratne, D. U. Keogh dan X. Ling. 2008. *Ambient nano and ultrafine particles from motor vehicle emissions : characteristics, ambient processing and implications on human exposure*. Atmospheric Environment. 18: 2955-2968.
- [6] Pappas, R. S., G. M. Polzin, L. Zhang, C. H. Watson, D. C. Paschal dan D. L. Ashley. 2006. *Cadmium, lead, and thallium in mainstream tobacco smoke particulate*. Food and Chemical Toxicology. 44: 714-715.
- [7] Tian, B., P. Chen, J. Chen dan L. Bai. 2009. *Blocking and filtering effect of Bombyx morisilkworm silk fiber filter tips against mainstream smoke of cigarettes*. Materials and Design. 30: 2289–2294.
- [8] Utomo, S. S. 2011. *Pengaruh Kecepatan Hisap Pada Faktor Emisi Partikel Ultrafine Asap Rokok*. Fisika. Malang, Universitas Brawijaya.
- [9] Valley, S. J. 2012. *Emission Factor*. N. S. F. Office, Air Pollution Control District. California.
- [10] Young, T., J. McAughey, C. Mocker, C. McGrath dan R. Zimmermann. 2010. *Influence of filter ventilation on the chemical composition of cigarette mainstream smoke*. Analytica Chimica Acta(36–44).