

IDENTIFIKASI ZAT ANORGANIK DARI EMISI PARTIKEL PM_{2,5} YANG DIHASILKAN OLEH EMISI SEPEDA MOTOR

Umi Hajar¹, Arinto Y. P. Wardoyo¹

¹Jurusan Fisika FMIPA Univ. Brawijaya
Email: umyhajar77@gmail.com

ABSTRAK

PM_{2,5} merupakan salah satu penyusun emisi kendaraan yang mempunyai dampak merugikan bagi kesehatan. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengidentifikasi dan mengetahui konsentrasi zat anorganik dari emisi PM_{2,5} pada berbagai macam sepeda motor yang menggunakan bahan bakar premium 88. Asap kendaraan sepeda motor ditangkap dengan kertas filter PM_{2,5} Whatman 5 selama 60 menit. Kemudian dianalisis dengan menggunakan XRF (*X-ray Fluorescence*) Panalytical Minipal 4. Zat anorganik yang teridentifikasi adalah P, Ca, Ti, Sc, Cr, Ba dan Mn. Pada setiap sepeda motor menghasilkan konsentrasi total partikel anorganik yang berbeda – beda dengan range mulai dari 1,12 mg/m³ sampai 33,17 mg/m³. Faktor emisi yang telah dihitung mempunyai range rata-rata mulai dari 0,02 mg/liter sampai 5,11 mg/liter. Nilai emisi faktor tergantung pada jenis sepeda motor.

Kata kunci: Emisi kendaraan, PM_{2,5}, Zat anorganik, XRF, Konsentrasi partikel, Faktor emisi

Pendahuluan

Berdasarkan data dari Kementerian Perhubungan di Jawa Timur, pada tahun 2013 jumlah sepeda motor mencapai 10.175.790 unit sepeda motor dan mengalami peningkatan sebesar 12% setiap tahunnya [1]. Polusi udara bisa diakibatkan karena beberapa hal, diantaranya yaitu asap kendaraan [2], asap industri [3,4], asap rokok dan hasil pembakaran terkontrol dan tidak terkontrol seperti pada proses memasak [3], dan lain – lain sebagainya. Emisi kendaraan tergantung pada banyak faktor diantaranya yaitu parameter mesin dan kondisi operasi, bahan bakar dan pelumas kendaraan, cara (jadwal) pemeliharaan (mesin), dan kondisi jalan setempat [5]. Faktor emisi adalah nilai yang digunakan untuk menghubungkan jumlah *particulate matter* (PM) yang diemisikan dari suatu kegiatan yang berhubungan dengan sumber polutan [6].

Particulate matter (PM) berdasarkan ukurannya terbagi menjadi tiga, yaitu PM_{2,5} (*fine particle*) merupakan partikel yang memiliki diameter aerodinamik yang ukurannya $\leq 2,5 \mu\text{m}$ [7], PM₁₀ (*coarse particle*) merupakan partikel dengan diameter aerodinamik yang ukurannya $\leq 10 \mu\text{m}$ [7], *Ultrafine Particle* (UFP) merupakan partikel yang mempunyai diameter $< 100 \text{ nm}$ [8]. *Fine particulate matter* mengandung kondensasi VOC, logam – logam, dan produk hasil pembakaran tidak sempurna yang meliputi *polycyclic aromatic hydrocarbons* (PAH) dan jelaga [7]. Dampak PM_{2,5} dari emisi kendaraan bermotor ketika terhirup dapat menyebabkan berbagai macam penyakit diantaranya

yaitu gangguan pada jantung [9], gangguan pernafasan [10], gangguan sistem imun dan juga mempunyai potensi karsinogenik atau berpotensi menyebabkan kanker [3,11], serta dapat menyebabkan kematian [12].

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengidentifikasi dan mengetahui konsentrasi dan faktor emisi zat anorganik dari emisi PM_{2,5} pada berbagai macam sepeda motor. Sehingga dengan adanya penelitian ini diharapkan adanya kesadaran masyarakat dalam membatasi penggunaan sepeda motor dalam kehidupan sehari – hari terkait dengan polutan dari emisi sepeda motor.

Metode

1. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini yaitu 3 sepeda motor yaitu Honda Beat (2011), Honda Vario (2011) dan Honda Blade (2011). Peralatan lainnya yaitu pipa berdiameter 12 cm, corong, solasi lakban, statif dan klem, frame, kertas filter PM_{2,5} Whatman 5, pinset, neraca digital, aluminium foil, kertas label, Kanomax A031 Anemomaster, jangka sorong, dan XRF (*X-ray Fluorescence*) Panalytical Minipal 4. Bahan yang digunakan yaitu bensin premium 88.

2. Pengambilan Sampel

Sebagai tahap awal dilakukan persiapan penangkapan emisi yaitu ujung knalpot dihubungkan dengan corong dan disambung dengan pipa berdiameter 12 cm dengan cara dihubungkan dengan solasi lakban. Susunan pipa tersebut disangga dengan menggunakan statif + klem.

Kemudian kertas filter yang akan digunakan untuk menangkap partikel diukur massanya dengan menggunakan alat neraca digital. Selanjutnya kertas filter diletakkan di dalam frame dan diletakkan di dekat ujung pipa dengan caradisingga menggunakan statif + klem dan sepeda motor dinyalakan selama 60 menit. Pengukuran volume bahan bakar yang digunakan diukur dengan cara tanki bahan bakar diisi penuh dan ditandai pada permukaan teratas bahan bakar. Setelah 60 menit tanki bahan bakar diisi kembali sampai tanda permukaan teratas sebelum mesin sepeda motor dinyalakan, dan penambahan bahan bakar tersebut merupakan ukuran volume bahan bakar sepeda motor yang digunakan. Kertas filter yang telah digunakan untuk menangkap partikel diukur kembali massanya dengan menggunakan neraca digital. Untuk mengetahui *flow rate* sepeda motor ini, digunakan Kanomax A031 Anemomaster dengan cara probe alat ini didekatkan pada ujung knalpot sepeda motor dan nilai konstan yang tertera pada alat dicatat sebagai nilai *flow rate*.

3. Analisis Data

Untuk mengetahui konsentrasi dan komposisi unsur penyusun zat anorganik dari emisi yang tertangkap di kertas filter maka digunakan XRF Panalytical Minipal 4.

Perhitungan data yang dilakukan yaitu untuk mencari nilai debit asap sepeda motor (m^3/s) didapatkan dengan persamaan:

$$Q = A \cdot v \quad (1)$$

dengan A merupakan luasan knalpot (m^2), dan v adalah *flow rate* asap kendaraan (m/s). Untuk mencari nilai volume total emisi (m^3), yaitu didapatkan dengan persamaan:

$$V = Q \cdot t \quad (2)$$

dengan t adalah waktu aliran (s). Untuk mencari nilai konsentrasi total partikel (mg/m^3), yaitu didapatkan dengan persamaan:

$$C = \frac{\Delta m}{V} \quad (3)$$

dengan Δm adalah massa total partikel (mg). Untuk mencari nilai massa setiap unsur (mg), yaitu didapatkan dengan persamaan:

$$m_u = \% \cdot C \quad (4)$$

% merupakan nilai dari konsentrasi unsur yang didapatkan dari hasil analisis XRF. Untuk menghitung nilai faktor emisi setiap unsur dengan menggunakan persamaan:

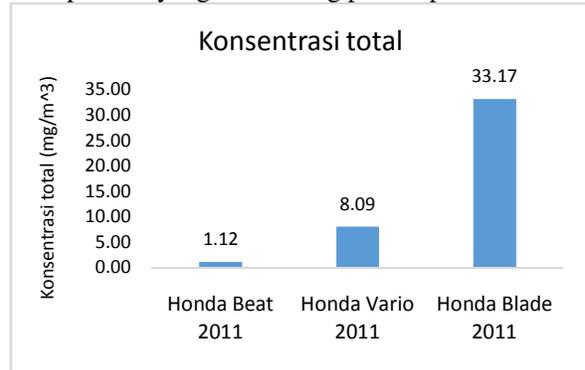
$$E_f = \frac{m_u}{V_{bb}} \quad (5)$$

dengan V_{bb} adalah volume bahan bakar yang digunakan (L). Analisis data yang dilakukan adalah menggambarkan hubungan antara nilai konsentrasi total partikel dengan sepeda motor yang digunakan

serta hubungan antara nilai faktor emisi dengan unsur yang terdeteksi.

Hasil dan Pembahasan

Dari penelitian yang telah dilakukan, telah teridentifikasi beberapa unsur anorganik $PM_{2,5}$ diantaranya yaitu P, Ca, Ti, Sc, Cr, Ba, dan Mn. Gambar 1 merupakan grafik dari konsentrasi total partikel yang terkandung pada sepeda motor.



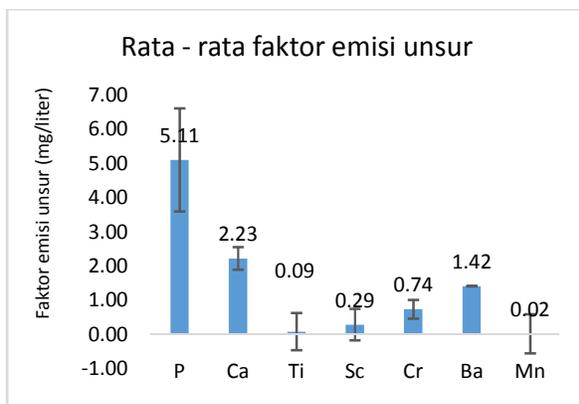
Gambar 1 Konsentrasi total partikel yang terkandung pada semua sepeda motor dalam mg/m^3

Gambar 3 menunjukkan bahwa konsentrasi total partikel selama 60 menit yang terkandung pada emisi sepeda motor paling tinggi terdapat pada Honda Blade 2011 dengan nilai $33,17 mg/m^3$. Sementara konsentrasi total partikel yang paling rendah terkandung pada sepeda motor Honda Beat 2011 dengan nilai $1,12 mg/m^3$. Konsentrasi total partikel menunjukkan berapa jumlah total massa partikel $PM_{2,5}$ yang terkandung dalam setiap aliran asap pada luasan knalpot selama 60 menit. Tabel 1 merupakan data faktor emisi rata – rata unsur yang terkandung pada semua kendaraan sepeda motor.

Tabel 1 Nilai faktor emisi yang terkandung pada mayoritas sepeda motor

Unsur	Faktor Emisi (mg/liter)
P	$5,11 \pm 1,51$
Ca	$2,23 \pm 0,33$
Ba	$1,42 \pm 0,00$
Cr	$0,74 \pm 0,28$
Sc	$0,29 \pm 0,46$
Ti	$0,09 \pm 0,54$
Mn	$0,02 \pm 0,57$

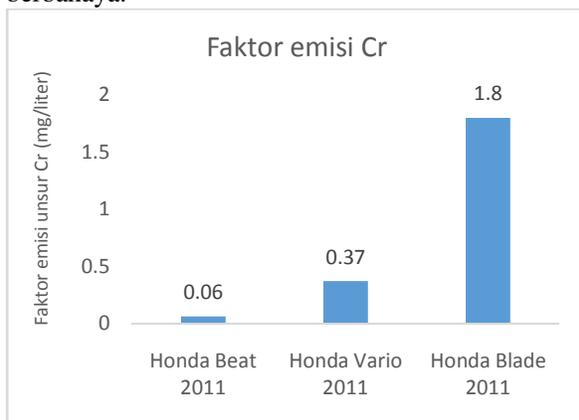
Dari tabel 1 tersebut dapat ditampilkan dalam grafik di gambar 2.



Gambar 2 Nilai rata-rata faktor emisi unsur dalam mg/liter yang terkandung pada semua sampel sepeda motor

Gambar 2 menunjukkan bahwa unsur yang mempunyai rata-rata faktor emisi tertinggi yaitu unsur P dengan nilai faktor emisi sebesar 5,11 mg/liter, dan yang paling rendah yaitu unsur Mn dengan nilai faktor emisi rata-rata sebesar 0,02 mg/liter. Faktor emisi unsur menyatakan berapa jumlah polutan yang dihasilkan oleh emisi sepeda motor dalam setiap liter bahan bakar yang digunakan selama 60 menit.

Logam – logam berat yang beracun dan sering mencemari lingkungan diantaranya adalah Cr [13,14]. Gambar 3 merupakan grafik kandungan unsur Cr yang merupakan salah satu unsur yang berbahaya.



Gambar 3 Nilai faktor emisi unsur Cr dalam mg/liter yang terkandung pada semua sampel sepeda motor

Gambar 3 menunjukkan bahwa faktor emisi unsur Cr banyak terkandung pada sepeda motor Honda Blade 2011 dengan nilai 1,8 mg/liter dan faktor emisi paling sedikit terkandung pada Honda Beat 2011 dengan nilai 0,06 mg/liter. Apabila tubuh manusia teracuni unsur Cr maka dapat berakibat buruk pada pernafasan yaitu kanker paru – paru. Sedangkan gangguan pada kulit berupa ulkus

kronis pada permukaan kulit dan gangguan pada pembuluh darah berupa penebalan oleh plak di pembuluh aorta [16].

Simpulan

Pada penelitian ini terdapat zat anorganik dari emisi sepeda motor dalam bentuk *particulate matter* 2,5 yang telah teridentifikasi. Zat anorganik tersebut adalah P, Ca, Ti, Sc, Cr, Ba, dan Mn. Pada setiap sepeda motor menghasilkan konsentrasi total partikel anorganik yang berbeda – beda dengan range mulai dari 1,12 mg/m³ sampai 33,17 mg/m³. Faktor emisi yang telah dihitung mempunyai range rata-rata mulai dari 0,02 mg/liter sampai 5,11 mg/liter. Nilai emisi faktor tergantung pada jenis sepeda motor.

Daftar Pustaka

- [1]Perhubungan, K. 2014. *Kebijakan Rencana Aksi Nasional/Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Transportasi*. Seminar sosialisasi Rencana Aksi Daerah Penurunan emisi Gas Rumah Kaca. Surabaya. 13 Februari 2014.
- [2]Ristovski, Z., L. Morawska, G. A. Ayoko, G. Johnson, D. Gilbert dan C. Greenaway. 2002. Emissions From a Vehicle Fitted to Operate on Either Petrol or Compressed Natural Gas. *CNG Paper*: 2-32.
- [3]Morawska, L. dan J. J. Zhang. 2002. Combustion sources of particles. 1. Health relevance and source signatures. *Chemosphere*. 49: 1045–1058.
- [4]Charron, A. dan R. M. Harrison. 2003. Primary particle formation from vehicle emissions during exhaust dilution in the roadside atmosphere. *Atmospheric Environment*. 37: 4109-4119.
- [5]Rogge, W. F., L. M. Hildemann, M. A. Mazurek, G. R. Cass dan B. R. T. Simoneit. 1993a. Sources of fine organic aerosol: 2. Non-catalyst and catalyst-equipped automobiles and heavy duty diesel trucks. *Environmental Science & Technology*. 27: 636-651.
- [6]Morawska, L., Z. Ristovski, E. 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*. 42: 8113–8138.
- [7]EPA. (2008). National Ambient Air Quality Standards (NAAQS). Akses tanggal 10

- September, 2014, dari <http://www.epa.gov/air/criteria.html>.
- [8] Hak, C. S., M. Hallquist, E. L. Malm, M. Svane dan J. B. C. Pettersson. 2009. A new approach to in-situ determination of roadside particle emission factors of individual vehicles under conventional driving conditions. *Atmospheric Environment*. 43: 2481–2488.
- [9] Riediker, M., R. Williams, R. Devlin, T. Griggs dan P. Bromberg. 2003. Exposure to particulate matter, volatile organic compounds, and other air pollutants inside patrol cars. *Environmental Science & Technology*. 37: 2084–2093.
- [10] Seaton, A., D. Godden, W. MacNee dan K. Donaldson. 1995. Particulate air pollution and acute health effects. *The Lancet*. 345(8943): 176 - 178.
- [11] Ye, S.-H., W. Zhou, J. Song, B.-C. Peng, D. Yuan, Y.-M. Lu dan P.-P. Q. 1999. Toxicity and health effects of vehicle emissions in Shanghai. *Atmospheric Environment*. 34: 419-429.
- [12] Jayaratne, E. R., L. Wang, D. Heuff, L. Morawska dan L. Ferreira. 2009. Increase in particle number emissions from motor vehicles due to interruption of steady traffic flow. *Transportation Research Part D*. 14: 521-526.
- [13] Fardiaz, S. 1992. Polusi air dan udara. 15, Kanisius. Yogyakarta.
- [14] Hewitt, C. N. dan A. V. Jackson. 2003. Handbook of Atmospheric Science Principles and Applications. Blackwell Science Ltd, Blackwell Publishing Company. Malden, USA.