

IDENTIFIKASI ZAT ANORGANIK DARI EMISI PARTIKEL PM₁₀ YANG DIHASILKAN OLEH EMISI SEPEDA MOTOR

Suwaibatul Aslamiyah¹, Arinto Y. P. Wardoyo¹

¹Jurusan Fisika FMIPA Univ. Brawijaya

Email: suwaibatulaslamiyah47@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, mengukur konsentrasi, dan menghitung faktor emisi zat anorganik PM₁₀ yang dihasilkan oleh sepeda motor. Asap kendaraan sepeda motor kemudian ditangkap menggunakan kertas saring PM₁₀ *Whatman 1* selama 60 menit, kemudian dianalisis menggunakan *X-Ray Fluorescence Panalytical Minipal 4*. Hasil analisis tersebut berupa zat anorganik dalam konsentrasi yang berbeda pada setiap sepeda motor. Zat anorganik yang teridentifikasi adalah P, Ba, Ca, Cr, Sc, Ti dan Cu. Zat anorganik tersebut memiliki konsentrasi total dengan *range* nilai 5,6 mg/m³ sampai dengan 8,2 mg/m³ dan faktor emisi dengan *range* nilai (0,2±0,2) mg/L sampai dengan (2,8±0,7) mg/L. Nilai faktor emisi tersebut bergantung pada jenis kendaraan.

Kata kunci: PM₁₀, zat anorganik, konsentrasi total, faktor emisi.

Abstract

The study was aimed to identify, measure concentration, and calculate emission factor of PM₁₀ inorganic compounds which emitted by motorcycle. The vehicle smokes were trapped with a PM₁₀ *Whatman 1* paper while 60 minutes, then analyzed by a *Panalytical Minipal 4 X-Ray Fluorescence*. The result were inorganic compounds with different concentration for every motorcycle. The inorganic compounds were identified is P, Ba, Ca, Cr, Sc, Ti and Cu. They were has total concentration with range value of 5,6 mg/m³ to 8,2 mg/m³ and emission factor with range value of (0,2±0,2) mg/L to (2,8±0,7) mg/L. The emission factor depended on the motorcycles.

Keywords: PM₁₀, inorganic compound, total concentration, emission factor.

1

Pendahuluan

Jumlah kendaraan di Indonesia mengalami peningkatan, khususnya sepeda motor. Data dari Badan Pusat Statistik republik Indonesia mengenai jumlah sepeda motor pada tahun 2012 telah mencapai 76.381.183 buah (BPS, 2012). Peningkatan jumlah kendaraan menyebabkan polusi udara meningkat. Polusi udara sebagian besar berasal dari emisi transportasi, yang mana hampir 60% polutannya terdiri dari karbon monoksida, sekitar 15% terdiri dari hidrokarbon, dan lainnya berupa partikel (Fardiaz, 1992). Polutan-polutan yang berasal dari emisi transportasi bersifat merugikan kesehatan dan berdampak buruk bagi lingkungan (Vallero 2008). Emisi yang dihasilkan oleh kendaraan memiliki kontribusi besar baik secara langsung maupun secara tidak langsung dalam hal konsentrasi partikel di atmosfer. Kontribusi emisi kendaraan secara langsung mencakup gas buang kendaraan (Mulawa, et al. 1997), sedangkan kontribusi emisi kendaraan secara tidak langsung berupa gas reaktif, baik organik maupun anorganik yang berasal dari *particulate matter* (PM) tambahan melalui atmosfer (Handler, et al. 2008). Resiko kesehatan yang disebabkan oleh *particulate matter* (PM) berhubungan dengan konsentrasi PM

yang tinggi di udara (Dockery, et al. 1993). Salah satu jenis *particulate matter* (PM) adalah PM₁₀. PM₁₀ berpotensi menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan manusia. Paparan PM₁₀ terhadap kesehatan melalui studi secara epidemiologikal menyatakan bahwa PM₁₀ dapat mengakibatkan kematian, penyakit kronis seperti kanker, bronkitis, asma, dan penyakit pernapasan lainnya. Paparan PM₁₀ dalam jangka panjang dapat menyebabkan resiko kematian, kardiopulmonari dan kanker paru-paru (World Health Organization 2006). Oleh karena itu penulis tertarik untuk meneliti kandungan anorganik PM₁₀ yang dihasilkan oleh emisi sepeda motor.

Metode

Pada penelitian ini digunakan alat dan bahan antara lain adalah tiga buah sepeda motor (Honda Supra X tahun 2009, Honda Beat 2011, dan Honda Beat tahun 2012), sebuah pinset, sebuah neraca *OHAUS* digital, XRF (*X-Ray Fluorescence Panalytical Minipal 4*, corong, pipa dengan diameter 12 cm, *frame* atau bingkai, *timer*, kertas label, statif, klem, beberapa kertas *filter* PM₁₀ (*Whatman 1*), *aluminium foil*, *Kanomax AO31 Anemomaster*, dan bahan bakar berupa bensin premium 88.

Tabel 1. Sampel Sepeda Motor yang Digunakan.

No	Jenis Motor	Tahun	cc
1	Honda Supra X	2009	125
2	Honda Beat	2011	108
3	Honda Beat	2012	108

Beberapa persiapan pengambilan data meliputi persiapan set peralatan untuk *trapping*, pengukuran massa *filter* PM₁₀ sebelum dan sesudah *trapping*, *trapping* emisi sepeda motor dan pengukuran bahan bakar, pengukuran *flow rate*, pengukuran diameter knalpot, dan identifikasi partikulat zat anorganik PM₁₀ dengan *X-Ray Fluorescence* (XRF). Massa *filter* diukur dengan neraca *OHAUS* digital. Massa *filter* merupakan selisih massa *filter* PM₁₀ sebelum dan sesudah dipapari emisi sepeda motor selama 60 menit (*trapping*). Pengukuran *flow rate* dilakukan pada mesin motor yang dihidupkan dengan putaran 1250 rpm (rotasi per menit) menggunakan *Kanomax AO31 Anemomaster*. Diameter knalpot diukur menggunakan jangka sorong. Identifikasi sampel meliputi analisis sampel menggunakan *X-Ray fluorescence Analytical Minipal 4* dan dilakukan di Laboratorium Sentral Universitas Negeri Malang.

Data-data yang diperoleh berupa selisih massa *filter* (mg), diameter knalpot (m), *flow rate* atau kecepatan emisi (m/s), dan volume bahan bakar yang dikonsumsi selama *trapping* (L). Data-data tersebut digunakan untuk menghitung debit emisi (m³/s), volume total zat anorganik emisi sepeda motor (m³), konsentrasi total zat anorganik yang dihasilkan oleh emisi sepeda motor (mg/m³), massa tiap zat anorganik (mg) dan emisi faktor tiap zat anorganik (mg/L).

Debit merupakan volume fluida yang melewati suatu titik per satuan waktu (m³/s). Debit diperoleh dari hasil kali luasan knalpot (m²) dengan *flow rate* emisi (m/s), untuk menghitung debit emisi digunakan persamaan 1

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

Volume total emisi (m³) diperoleh dari hasil perkalian dari debit (m³/s) dengan waktu pemaparan emisi (s), ditunjukkan oleh persamaan 2. Volume total emisi merupakan banyaknya emisi yang dihasilkan selama paparan

$$V_{tot} = Q \cdot t \quad (2)$$

Konsentrasi total zat anorganik PM₁₀ (mg/m³) diperoleh dari hasil bagi selisih massa *filter* (mg) dengan volume total anorganik (m³), ditunjukkan persamaan 3

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

Massa tiap zat anorganik merupakan perkalian konsentrasi total (mg/m³) (dengan persentase konsentrasi (%)) tiap zat anorganik PM₁₀ hasil analisis XRF.

$$m_t = unsur \cdot C \quad (4)$$

Faktor emisi (mg/L) tiap zat anorganik dari emisi sepeda motor diperoleh dari massa tiap zat anorganik (mg) kemudian dibagi dengan volume bahan bakar yang terpakai selama enam puluh menit (L), ditunjukkan oleh persamaan 5

$$EF = \frac{m_t}{vol_{bb}} \quad (5)$$

Hasil dan Pembahasan

• Zat anorganik hasil analisis XRF (*X-Ray Fluorescence*)

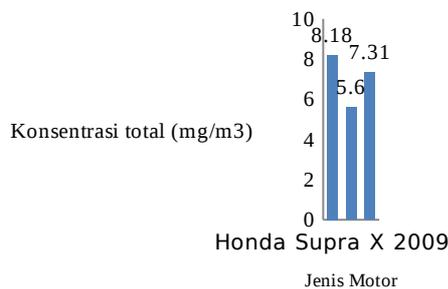
Zat anorganik yang teridentifikasi dari analisis *X-Ray Fluorescence* (XRF) pada penelitian ini adalah P, Ba, Ca, Cr, Sc, Ti dan Cu. Masing-masing zat anorganik pada penelitian ini, dari analisis XRF memiliki persentase konsentrasi yang berbeda. Zat anorganik yang teridentifikasi merupakan campuran dari zat padat dan cair yang tersuspensi yang mengandung konsentrasi, komposisi, dan berjenis PM₁₀ (Mowrasca & Zhang, 2002). PM₁₀ merupakan partikel dengan ukuran diameter 10µm atau berukuran lebih kecil (Wei, et al., 1999). Zat anorganik yang teridentifikasi pada PM₁₀ memiliki kemampuan untuk memasuki daerah pernapasan dan dapat mencapai paru-paru (Zereini & Wiseman, 2010).

• Konsentrasi total zat anorganik yang teridentifikasi

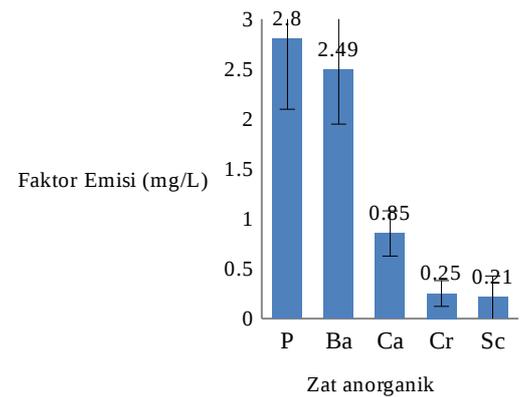
Emisi dari kendaraan bermotor memiliki kontribusi besar terhadap konsentrasi partikel di atmosfer. Nilai konsentrasi total zat anorganik menunjukkan jumlah partikulat zat anorganik yang teridentifikasi dalam volume total zat anorganik yang dihasilkan oleh emisi sepeda motor. Konsentrasi partikel mempengaruhi tingkat PM di lingkungan. Konsentrasi *particulate matter* (PM) yang tinggi di udara sangat berhubungan dengan resiko kesehatan (Dockery, Pope, Xu, Spengler, Ware, & Fay, 1993). Konsentrasi total zat anorganik PM₁₀ dari emisi sepeda motor dalam miligram per meter kubik (mg/m³) yang terukur dalam penelitian ini memiliki *range* nilai 5,6

mg/m³ sampai dengan 8,2 mg/m³, ditunjukkan oleh Gambar 1.

Konsentrasi Total Zat Anorganik (mg/m³)



Faktor Emisi Zat Anorganik (mg/L)



Gambar 1. Konsentrasi Total Zat Anorganik dari Emisi Sepeda Motor (mg/m³).

• **Faktor emisi zat anorganik yang teridentifikasi**

Faktor emisi adalah nilai yang menghubungkan jumlah *particulate matter* (PM) yang diemisikan dari suatu kegiatan yang berhubungan dengan sumber polutan. Faktor emisi bergantung pada jenis kendaraan, bahan bakar yang digunakan, proses pembakaran, cara perawatan kendaraan, cara mengendarai, kecepatan mengendarai, dan keadaan meteorologi lokal (Morawska, Ristovski, Jayaratne, Keogh, & Ling, 2008). Beberapa unsur seperti Si, Ca, Ti ditemukan pada *coarse* partikel (PM₁₀) (Tecer, et al., 2012). PM₁₀ memiliki potensi yang merugikan kesehatan manusia baik dewasa maupun anak-anak. PM₁₀ dan polutan lain dapat membentuk campuran partikel yang lebih kompleks, debu, dan gas yang dihasilkan oleh proses pembakaran pada kendaraan. Paparan PM₁₀ terhadap kesehatan manusia dapat mengakibatkan kematian, penyakit kronis seperti kanker, bronkitis, asma, dan penyakit pernapasan lainnya (World Health Organization, 2006). Faktor emisi (EF) pada penelitian ini memiliki *range* nilai (0,2±0,2) mg/L sampai dengan (2,8±0,7) mg/L. Nilai EF untuk setiap zat anorganik adalah Sc (0,2±0,2) mg/L, Cr (0,3±0,1) mg/L, Ca (0,9±0,2) mg/L, Ba (2,5±0,5) mg/L, dan P (2,8±0,7) mg/L.

Gambar 2. Faktor emisi rata-rata zat anorganik dari emisi sepeda motor (mg/L).

Simpulan

Emisi sepeda motor mengandung zat anorganik *particulate matter* yang berjenis PM₁₀ dan dapat ditangkap dengan kertas saring *Whatman 1* (PM₁₀) yang dipapari emisi sepeda motor selama 60 menit. Identifikasi zat anorganik PM₁₀ menggunakan metode *x-ray fluorescence* (XRF). Zat anorganik PM₁₀ dari emisi sepeda motor yang teridentifikasi dengan XRF adalah P, Ba, Ca, Cr, dan Sc. Konsentrasi total zat anorganik PM₁₀ pada penelitian ini adalah 5,6 mg/m³ sampai dengan 8,2 mg/m³ dan faktor emisi rata-rata dalam penelitian ini adalah (0,2±0,2) mg/L sampai dengan (2,8±0,7) mg/L. Konsentrasi untuk setiap sepeda motor menghasilkan zat anorganik dan faktor emisi yang berbeda.

Daftar Pustaka

BPS, B. P. (2012). *Badan Pusat Statistik Republik Indonesia*. Dipetik Juni 22, 2014, dari www.badanpusatstatistik.go.id

- Dockery, D., Pope, C., Xu, X., Spengler, J., Ware, J., & Fay, M. (1993). An Association between air pollution and mortality in six US cities. (1753-1759, Penyunt.) *New England Journal of Medicine*, 329.
- Fardiaz, S. (1992). *Polusi air dan udara cetakan ke-11*. Yogyakarta, Jawa tengah, Indonesia: Yogyakarta.
- Handler, M., Puls, C., Zbiral, J., Marr, I., Puxbaum, H., & Limbeck, A. (2008). Size and composition of particulate emissions from motor vehicles in the Kaisermühlentunnel, Vienna. *Atmospheric Environment*, 42, 2173-2186.
- Morawska, L., Ristovski, Z., Jayaratne, E., Keogh, D., & Ling, X. (2008, July 29). Ambient nano and ultrafine particles from motor vehicle emissions: Characteristics, ambient processing and implications. *Atmospheric Environment*, 42, 8113-8138.
- Mowraska, L., & Zhang, J. (2002, January 12). Combustion sources of particles. 1. Health relevance. *Chemosphere*, 49, 1045-1058.
- Mulawa, P., Cadle, S., Knapp, K., Zweidinger, R., S., R., L. R., et al. (1997). Effect of ambient temperature and E-10 fuel on primary exhaust particulate matter emission from light-duty vehicles. *Environmental Science and technology*, 31, 1302-1307.
- Tecer, L., Gürdal, T., Ferhat, K., Omar, A., Pinar, S., Abdullah, F., et al. (2012, June 12). Metallic composition and source apportionment of fine and coarse particles using positive matrix factorization in the southern Black Sea atmosphere. *Atmospheric Research*, 118, 153-169.
- Vallero, D. (2008). *Fundamental of Air Pollution Fourth Edition* (4 ed.). London, UK: Elsevier. Inc.
- Wei, F., Teng, E., Wu, G., W., H., Wilson, W., Chapman, R., et al. (1999). Ambient Concentrations and elemental compositions of PM 10 and PM2,5 in Four Chinese City. *Environmental Sciences and Technology*, 33, 4188-4193.
- World Health Organization, W. (2006). *HEALTH IMPACT OF PM10 AND OZONE IN 13 ITALIAN CITIES*. Dipetik 10 18, 2014, dari www.euro.who.int: www.euro.who.int
- Zereini, F., & Wiseman, C. L. (2010). Urban Airborne Particulate. Dalam *Urban Airborne Particulate* (hal. 1). Berlin : Springer.