

Pengaruh Bahan Bakar Minyak Terhadap Emisi Partikel Ultrafine (UP) Sepeda Motor

Alfero Valentino¹, Arinto Y. P. Wardoyo¹, Hari A. Darmawan¹

¹Jurusan Fisika FMIPA Univ. Brawijaya

Email: alferovalentino@gmail.com

Abstrak

Pengaruh jenis bahan bakar terhadap partikel ultrafine yang dihasilkan oleh sepeda motor telah diteliti pada studi ini, untuk mengetahui seberapa jauh jenis bahan bakar yang berbeda menghasilkan partikel ultrafine sebagai hasil dari pembakaran pada sepeda motor yang beredar di Indonesia. Banyaknya partikel ultrafine yang dihasilkan dari pembakaran sejumlah bahan bakar ditunjukkan dengan faktor emisinya. Faktor emisi dihitung dari pengukuran konsentrasi partikel ultrafine selama pembakaran bahan bakar berlangsung dengan menggunakan alat *P-TRAK® Ultrafine Particle Counter Model 8525*. Bahan bakar yang digunakan adalah Premium88 dan Pertamina92. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah emisi faktor dari partikel ultrafine yang dihasilkan oleh sepeda motor tergantung dari jenis bahan bakar yang digunakan dan jenis sepeda motor. Bahan bakar Pertamina menghasilkan partikel ultrafine dengan emisi faktor yang lebih besar dari bahan bakar premium. Besarnya emisi faktor yang didapatkan dari penelitian ini bervariasi antara $5,52 \times 10^{11} \pm 9,30 \times 10^{10}$ partikel/L sampai dengan $2,75 \times 10^{12} \pm 6,64 \times 10^{11}$ partikel/L untuk bahan bakar Pertamina92 dan antara $4,96 \times 10^{11} \pm 8,43 \times 10^{10}$ partikel/L sampai dengan $1,42 \times 10^{12} \pm 5,42 \times 10^{10}$ partikel/L untuk bahan bakar Premium88 yang tergantung dari sepeda motor yang digunakan.

Kata kunci: Partikel ultrafine, Emisi faktor, Bahan bakar minyak.

Abstract

It has been conducted a study to investigate the influence of fuel on the ultrafine particle emission of motorcycles. The study was aimed to measure the ultrafine particle emissions as a function of the fuel for motorcycles in Indonesia. The ultrafine particles emission shown as the emission factors was calculated by measuring the total concentration of ultrafine particles emitted during the burning of the fuels with *P-TRAK® Ultrafine Particle Counter Model 8525*. The fuels were varied of Premium88 and Pertamina92.

The results showed that the ultrafine particle emission depended on the fuel. Pertamina92 produced more ultrafine particles rather than Premium88 did. The emission factor of ultrafine particles varied between $5,52 \times 10^{11} \pm 9,30 \times 10^{10}$ partikel/L and $2,75 \times 10^{12} \pm 6,64 \times 10^{11}$ partikel/L for Pertamina92, and between $4,96 \times 10^{11} \pm 8,43 \times 10^{10}$ partikel/L and $1,42 \times 10^{12} \pm 5,42 \times 10^{10}$ partikel/L for premium88 respectively.

Kata kunci: Ultrafine particle, Emission factors, Fuel.

Pendahuluan

Dalam 50 tahun terakhir, sebagian besar umat manusia telah berubah menjadi penduduk kota. (Baldasano J.M dkk., 2002). Transportasi sangat penting peranannya dalam menghubungkan daerah yang menjadi sumber bahan baku atau daerah produksi dengan daerah yang membutuhkan akan suatu bahan atau hasil produksi (konsumen).

Sepeda motor menjadi pilihan sebagian besar masyarakat Indonesia karena bentuk yang relatif kecil, harga yang relatif terjangkau dan kemudahan untuk dikendarai. Bahkan menurut Gaikindo, jumlah kendaraan bermotor di Indonesia menjadi jumlah terbanyak di kawasan Asia Tenggara (Arianto, 2011). Kepadatan lalu lintas menjadi konsumsi sehari-hari bagi masyarakat. Bahkan juga mampu menimbulkan suatu permasalahan yang cukup berat. Di Indonesia sendiri, bahan bakar minyak yang banyak dikonsumsi masyarakat adalah Premium88 dan Pertamina92. Hal ini disebabkan oleh Premium88 yang tersubsidi dari pemerintah dan Pertamina92 yang sesuai dengan mesin kendaraan.

Banyak penelitian telah menunjukkan bahwa emisi kendaraan bermotor merupakan sumber utama pencemaran udara di lingkungan perkotaan. Terkait

dengan hal tersebut, fraksi dalam jumlah besar dari partikel ultrafine (UP) berasal dari emisi kendaraan bermotor. Dengan kata lain, emisi kendaraan bermotor berperan sebagai sumber UP (Kirchstetter, 1999).

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui konsentrasi UP dari sepeda motor dan mengetahui korelasi antara bahan bakar minyak Premium88 dan Pertamina92 dengan emisi faktor sepeda motor. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan bagi masyarakat untuk mengetahui besar emisi faktor dari bahan bakar minyak Premium88 dan Pertamina92.

Beberapa teori yang mendukung penelitian ini adalah Partikel Ultrafine (UP) didefinisikan sebagai partikel yang berdiameter kurang dari 0,1 μm . Ultrafine dan nanopartikel muncul di udara karena adanya sumber-sumber dan proses alami. Jumlah UP mengakibatkan dari aktivitas pencemaran udara yang semakin meningkat dalam dekade terakhir (Morawska dkk., 2008).

Sistem pembuangan suatu sepeda motor terkait dengan kerja dari suatu bagian sepeda motor yang lain yaitu karburator. Pada dasarnya, karburator bekerja menggunakan Prinsip Bernoulli: semakin cepat udara

bergerak maka semakin kecil tekanan statisnya namun makin tinggi tekanan dinamisnya.

Pada saat beroperasi, karburator harus mampu:

- Mengatur besarnya aliran udara yang masuk kedalam ruang bakar
- Menyalurkan bahan bakar dengan jumlah yang tepat sesuai dengan aliran udara yang masuk kedalam ruang bakar sehingga rasio bahan bakar/udara tetap terjaga.
- Mencampur aliran udara dan bahan bakar dengan rata dan sempurna.

(Wikipedia,2011)

Emisi faktor adalah nilai representatif untuk menghubungkan jumlah polutan yang dilepaskan ke atmosfer dengan aktivitas yang terkait dengan pelepasan polutan itu sendiri. Sebagai contoh, Emisi faktor bahan bakar bensin adalah $5,52 \times 10^{11}$ Partikel/L. Berarti setiap membakar 1 liter bensin, akan menghasilkan partikel sebesar $5,52 \times 10^{11}$ Partikel (Valley, 2012).

Bahan bakar adalah suatu materi apapun yang bisa diubah menjadi energi. Biasanya bahan bakar mengandung energi panas yang dapat dilepaskan dan dimanipulasi. (Wikipedia, 2011). Secara sederhana reaksi pembakaran hidrokarbon dapat dinyatakan sebagai berikut,

$\{ \text{Bahan Bakar} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Panas} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{Partikel} \}$ (1)
(Wikipedia, 2013)

Bensin merupakan bahan bakar untuk kendaraan bermotor. Bensin adalah suatu campuran kompleks antara hidrokarbon-hidrokarbon sederhana dengan sejumlah kecil bahan tambahan non-hidrokarbon bersifat sangat *volatile* (VOC), yang sangat mudah menguap dan mengemisikan hidrokarbon ke udara (Earth, 2010). Hidrokarbon diudara akan bereaksi dengan bahan-bahan lain dan akan membentuk ikatan baru yang disebut *polycyclic aromatic hydrocarbon* (PAH) yang banyak dijumpai di daerah industri dan padat lalu lintas. Salah satu jenis dari hidrokarbon itu sendiri adalah *octane* (oktan) (Earth, 2010).

Oktan adalah angka yang menunjukkan berapa besar tekanan maksimum yang bisa diberikan di dalam mesin sebelum bensin terbakar secara spontan. Semakin tinggi angka oktannya, semakin lama bensin itu terbakar spontan dan semakin sempurna proses pembakaran yang terjadi (Team,2012).

Premium adalah BBM jenis distilat berwarna kekuningan yang jernih. Premium merupakan BBM yang paling populer di Indonesia. Premium merupakan BBM dengan oktan atau Research Octane Number (RON) terendah di antara BBM untuk kendaraan bermotor lainnya, yakni hanya 88. Adapun karakteristik lain dari Premium adalah menggunakan tambahan pewarna dye, bertimbal, menghasilkan Cox dan Nox dalam jumlah yang besar. Sedangkan Pertamina, seperti halnya Premium, adalah produk BBM dari pengolahan minyak bumi. Sedangkan Pertamina dihasilkan dengan penambahan zat aditif dalam proses pengolahannya di kilang minyak. Karakteristik dari Pertamina adalah ditujukan untuk kendaraan bermotor yang menggunakan angka oktan tinggi dan tanpa timbal, memiliki angka oktan 92,

bebas timbal, ethanol sebagai peningkat nilai oktannya, serta menghasilkan Cox dan Nox dalam jumlah kecil (Yomi, 2012).

Metode

Penelitian ini dimulai pada hari Sabtu tanggal 29 September 2012 setiap pk 09.00 WIB sampai dengan selesai. Tempat penelitian di lingkungan Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya, tepatnya di halaman sebelah barat Jurusan Fisika dan sebagian di jalan Sri Gading dalam nomor 47 Malang.

Peralatan penelitian meliputi 10 buah sepeda motor, 1 set alat *P-TRAK® Ultrafine Particle Counter Model 8525*, 1 set alat *Anemomaster A031 Kanomax*, Tachometer, gelas ukur 250 ml, 2 buah jurigen kecil 500 ml dengan selang, dan meteran. Adapun bahan untuk penelitian antara lain bahan bakar minyak Premium88 dan Pertamina92 dan isopropyl alcohol 98.8%. Persiapan alat dan bahan ini terdiri dari dua bagian yaitu persiapan sepeda motor yang akan diukur emisinya dan persiapan alat *P-TRAK® Ultrafine Particle Counter Model 8525* yang digunakan untuk mengukur emisi UFP sepeda motor. Persiapan yang pertama yaitu persiapan sepeda motor yang akan diukur konsentrasi UPnya, yang dapat dilihat pada table 1.

Tabel 1. Sampel sepeda motor

Sepeda Motor	Tahun	Km	cc
Yamaha Vega ZR	2010	19438.7	113.7
Suzuki Satria F150	2010	20640.7	150
Honda Blade	2011	13435.4	110
Yamaha Mio Soul	2010	17930.5	113
Honda Beat	2012	1541.7	108
Suzuki Hayate	2011	14638	125
Honda Revo	2009	45768.5	110
Honda Beat (Putih)	2012	2026.6	108
Honda Supra 125	2009	74812.5	125
Yamaha Xeon	2009	37083.3	125

Perlakuan selanjutnya adalah pemasangan takometer pada sepeda motor. Pemasangan takometer bertujuan untuk mengetahui seberapa besar putaran mesin sepeda motor yang akan diteliti. Pada sebuah takometer terdapat beberapa kabel dengan tiga warna yang berbeda seperti pada Tabel 2.

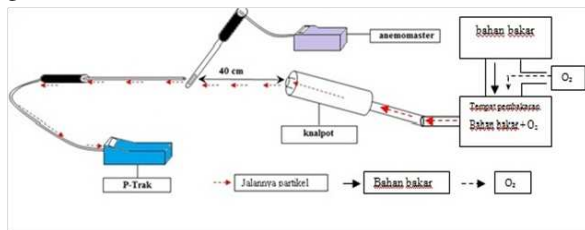
Tabel 2. Kabel pemasangan takometer sepeda motor

	Honda	Yamaha	Suzuki
Positif	Merah	Merah	Merah
Negatif	Hijau	Hitam	Hitam strip Putih
Pulser	Biru strip Kuning	Putih strip Biru	Biru strip Kuning

Persiapan yang kedua adalah persiapan alat *P-TRAK® Ultrafine Particle Counter Model 8525*. Sebelum melakukan penelitian perlu adanya kalibrasi alat tersebut.

Pada awalnya, proses pengambilan data dilakukan dengan cara diameter mulut knalpot diukur terlebih dahulu menggunakan penggaris minimal 5 kali perulangan. Pengaturan putaran mesin dipastikan dalam kondisi 1250 rpm (putaran per menit). Penentuan jarak yang digunakan ini sebelumnya telah dipertimbangkan dengan matang.

Adapun posisi alat pengukuran diperlihatkan oleh gambar 5.



Gambar 5. Posisi alat pengukuran

Setelah kondisi probe sudah dipasang pada alat P-trak, katrid isopropyl alcohol sudah dimasukkan pada alat P-trak. Maka pengambilan data siap untuk dilakukan. Dengan mengatur Log Interval pada P-Trak, alat ini akan menangkap UP pada 10 detik sekali. Waktu yang diperlukan dalam pengambilan data untuk setiap bahan bakar minyak dilakukan selama 15 menit.

Ketika sepeda motor sudah dinyalakan, timer dan P-Trak secara bersamaan diaktifkan. P-Trak akan merekam berapa partikel yang ditangkap setiap 10 detik. Untuk mengetahui *flow rate* dari sepeda motor, digunakan *Kanomax A031 Anemomaster*. Setelah 15 menit kemudian, sepeda motor dimatikan. Pada waktu yang sama P-Trak juga dinonaktifkan dengan cara menekan tombol enter pada alat. Data selama 15 menit sudah direkam oleh P-trak. Semua proses perhitungan dilakukan dalam *Microsoft excel 2007*. Setelah semua variable telah diperoleh nilainya (*A*, *v*, *c*, dan ΔVol), langkah selanjutnya yaitu menghitung besar emisi faktor untuk masing-masing sepeda motor.

$$Ef = \frac{A \cdot v \cdot \int_0^t c(t) dt}{\Delta Vol} \quad (3)$$

Keterangan:

Ef = emission factor ($\frac{\text{partikel}}{\text{Liter}}$)

A = luas penampang mulut knalpot (cm^2)

v = flow rate (cm/s)

$\int_0^t c(t) dt$ = konsentrasi total ($\frac{\text{partikel}}{cc} \cdot \frac{\text{sekon}}{cc}$)

ΔVol = volume bahan bakar yang terbakar (*Liter*)

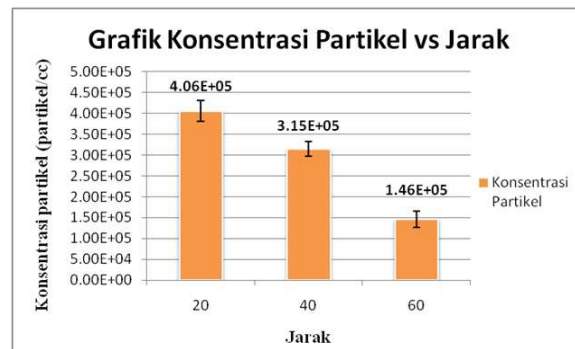
Setelah perhitungan emisi faktor selesai, selanjutnya perhitungan diinterpretasikan dalam bentuk grafik. Dari grafik tersebut dapat dilihat korelasi masing-masing bahan bakar minyak dengan emisi faktor yang dihasilkan oleh sepeda motor. Karena pengukuran tersebut dilakukan secara berulang, maka hasil emisi faktor untuk masing-masing kendaraan sesuai dengan bentuk berikut, $Ef = Ef \pm \delta Ef$

$\delta Ef =$

$$\sqrt{\left(\frac{\delta Ef}{\delta A} \delta A\right)^2 + \left(\frac{\delta Ef}{\delta v} \delta v\right)^2 + \left(\frac{\delta Ef}{\delta c} \delta c\right)^2 + \left(\frac{\delta Ef}{\delta \Delta Vol} \delta \Delta Vol\right)^2} \quad (4)$$

Hasil dan Pembahasan

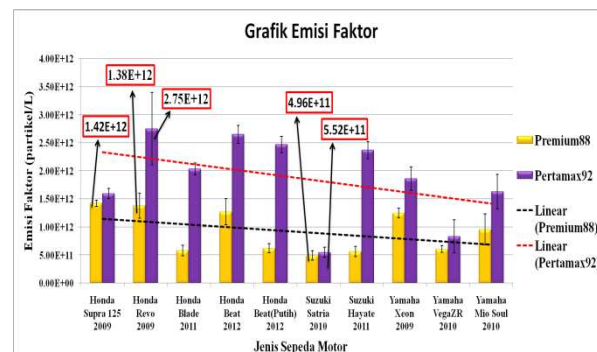
Jarak terbaik P-Trak terhadap knalpot yang ditetapkan dalam penelitian ini ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Penentuan jarak terbaik dalam pengukuran

Awalnya jarak yang digunakan adalah 20 cm, 40 cm, dan 60 cm. Dengan keterbatasan kemampuan alat, ternyata pada jarak 20 cm alat menangkap partikel terlalu besar hingga mencapai batas maksimal (5×10^5 partikel/cc). Pada jarak 40 cm ternyata alat sudah menangkap partikel dengan konstan. Pada jarak 60 cm, alat menangkap partikel terlalu rendah. Maka digunakanlah jarak 40 cm tersebut sebagai jarak aman untuk menangkap partikel dari sepeda motor.

Besar emisi faktor kesepuluh sepeda motor dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Emisi faktor

Kecenderungan yang tersampaikan dari gambar 16 adalah emisi faktor yang ditimbulkan oleh pembakaran bahan bakar minyak Pertamina92 lebih besar daripada emisi faktor yang ditimbulkan oleh pembakaran bahan bakar minyak Premium88. Kecenderungan tersebut disebabkan oleh relatif sempurnanya suatu pembakaran. Suatu hasil pembakaran sangat terpengaruh oleh karakterisasi bahan bakar minyak itu sendiri, dalam hal ini adalah nilai oktan yang terkandung. Premium88 dan Pertamina92 merupakan jenis dari bensin. Namun yang membedakan keduanya adalah tingkat VOC. VOC yang tidak lain adalah senyawa organik yang mudah menguap yang berpengaruh terhadap meningkatnya nilai oktan suatu bahan bakar minyak. Dalam hal ini VOC yang dimaksud adalah etanol. Etanol merupakan suatu senyawa yang sifat fisisnya mampu dengan mudah bergabung dengan ikatan hidrogen. Oleh karena itu, maka dihasilkan nilai oktan yang relatif tinggi dari

suatu bahan bakar minyak. Sesuai dengan teori yang telah disampaikan sebelumnya, bahwa oktan merupakan salah satu jenis dari hidrokarbon, maka pada saat bahan bakar minyak dibakar akan muncul senyawa organik yang struktur dasarnya terdiri atas atom karbon dan hidrogen (Lukitaningsih dkk., 2001). Senyawa inilah yang dikenal dengan nama PAH. Teremisinya PAH dan VOC dalam jumlah besar di proses pembakaran yang relatif sempurna, maka diakibatkan munculnya UP. Jika dilihat dari garis linear yang terbentuk, emisi faktor yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar minyak Premium88 $\pm$ 50% lebih sedikit dibanding dengan besar UP yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar minyak Pertamina92. Kisaran nilai emisi faktor untuk bahan bakar minyak Pertamina92 adalah $5,52 \times 10^{11} \pm 9,30 \times 10^{10}$ partikel/L sampai dengan $2,75 \times 10^{12} \pm 6,64 \times 10^{11}$ partikel/L. Sedangkan untuk nilai emisi faktor untuk bahan bakar minyak Premium88 adalah $4,96 \times 10^{11} \pm 8,43 \times 10^{10}$ partikel/L sampai dengan $1,42 \times 10^{12} \pm 5,42 \times 10^{10}$ partikel/L.

Simpulan

Dari penelitian mengenai pengaruh bahan bakar minyak terhadap emisi UP sepeda motor dapat disimpulkan bahwa konsentrasi UP yang terukur dari bahan bakar minyak Pertamina92 bernilai lebih besar daripada Premium88. Demikian pula emisi faktor dari bahan bakar minyak Pertamina92 bernilai lebih besar $\pm$ 50% daripada emisi faktor dari bahan bakar minyak Premium88. Kisaran nilai emisi faktor untuk bahan bakar minyak Pertamina92 adalah $5,52 \times 10^{11} \pm 9,30 \times 10^{10}$ partikel/L sampai dengan $2,75 \times 10^{12} \pm 6,64 \times 10^{11}$ partikel/L. Sedangkan untuk nilai emisi faktor untuk bahan bakar minyak Premium88 adalah $4,96 \times 10^{11} \pm 8,43 \times 10^{10}$ partikel/L sampai dengan $1,42 \times 10^{12} \pm 5,42 \times 10^{10}$ partikel/L. Jika penelitian semacam ini ingin lebih dikembangkan, maka dapat disarankan untuk dilakukannya penelitian terhadap kandungan VOC dan PAH yang teremis. Agar dapat diketahui seberapa besar kandungan polutan tersebut dalam suatu bahan bakar minyak. Kemudian diharapkan untuk penelitian selanjutnya, penelitian dapat dilakukan ditempat yang benar-benar mendukung, sehingga pengaruh lingkungan luar dapat terminimalisasi.

Daftar Pustaka

- [1] Alshawwa, A. 2008. Hygroscopicity of Mixed Inorganic/Surfactant Ultrafine Aerosol Particles. *Chemistry*. Irvine, University Of California. Doctor Of Philosophy: 18.
- [2] Arianto, A. 2011. Kendaraan Bermotor di Indonesia Terbanyak di ASEAN. *TEMPO 19 Agustus 2011*. Jakarta.
- [3] Baldasano J.M, Valera E dan J. P. 2002. Air quality data from large cities. *The Science of the Total Environment*: 1.
- [4] Earth, U. L. (2010). Sumber Hidrokarbon. Akses tanggal 13 Maret, 2013, dari <http://ultrawomen.wordpress.com/tag/sumber-hidrokarbon/>.
- [5] Kirchstetter, T. W., Harley, R.A., et al., 1999. On-road measurement of fine particle and nitrogen oxide emissions from light and heavy-duty motor vehicles. *Atmospheric Environment*. 18: 2955–2968.
- [6] Lukitaningsih, E., B. S. A. S. dan dan S. Noegrohati. 2001. Analisis Kandungan Senyawa Hidrokarbon Polisiklik Aromatik Dalam Daging Olahan. *Majalah Farmasi Indonesia*. 3.
- [7] 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: 1.
- [8] Team, B. R. (2012). Karakteristik Bahan Bakar. Sabtu, 1 September 2012. Akses tanggal 3 Desember, 2012.
- [9] Valley, S. J. 2012. Emission Factor. N. S. F. Office, Air Pollution Control District. California.
- [10] Wikipedia. (2011). Bahan Bakar Minyak. Akses tanggal 3 Desember, 2012, dari <http://id.m.wikipedia.org/wiki/BahanBakarMinyak>.
- [11] Wikipedia. (2011). Karburator. Akses tanggal 3 Desember, 2012, dari <http://id.m.wikipedia.org/wiki/karburator>.
- [12] Wikipedia. (2013). Pembakaran. Akses tanggal 13 Maret, 2013, dari <http://id.wikipedia.org/wiki/Pembakaran>.
- [13] Yaws, C. L. 1999. Chemical Properties Handbook. 1, McGraw-Hill Education. New York.
- [14] Yomi. (2012). Perbedaan BBM Premium, Pertamina, dan Pertamina Plus. Akses tanggal 3 Desember, 2012, dari [http:// www.ciricara.com](http://www.ciricara.com).