

RANCANG BANGUN DAN PRODUKSI OPACITY METER BERBASIS BAHAN LOKAL SERTA PENYUSUNAN DAN PEMBAKUAN SISTEM KALIBRASINYA

(Design and Production of Opacity Meter Based on Local Material and The Development of Calibration System)

Arief Sabdo Yuwono, Budi Indra Setiawan, I Dewa Made Subrata, Gardjito
Dep. Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian IPB

ABSTRAK

Penelitian rancang bangun dan produksi *Opacity Meter* ini didasarkan pada hasil pengamatan dan pengalaman dimana instrumen yang ada dan ditemui di lapangan selalu berasal dari luar negeri (impor). Padahal instrumen ini tergolong sederhana. Kepekatan asap (opasitas) merupakan salah satu parameter kualitas udara emisi yang wajib dipantau sesuai Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-13/MENLH/3/1995 tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak dan No. KEP-129/MENLH/2003 tentang Baku Mutu Emisi Usaha dan atau Kegiatan Minyak dan Gas Bumi. "*Opacity Meter - Made in Indonesia*" ini ditargetkan bisa mensubstitusi secara parsial *Opacity Meter* impor yang jauh lebih mahal dan kurang akurat yang selama ini dipakai di Indonesia. Dengan demikian, rancang bangun, produksi dan pengembangan alat tersebut, termasuk sistem dan perangkat kalibrasi, bersifat sangat penting. Bila terkalibrasi oleh lembaga resmi pemegang otoritas di Indonesia maka *Opacity Meter* ini dapat dipergunakan sebagai alat ukur yang sah. Tujuan penelitian ini adalah merancang-bangun *Opacity Meter* berbasis bahan lokal, memproduksi *Opacity Meter* dan melakukan uji unjuk kerja di lapangan dalam kegiatan pemantauan lingkungan dan, membangun dan merintis pembakuan sistem kalibrasi *Opacity Meter*. Produksi *Opacity Meter* dilakukan dengan melibatkan bengkel dan unit usaha lokal, yaitu bengkel sablon, bengkel las/ketok, bengkel kayu, bengkel pengrajin lensa, toko material, toko asesoris dan pengrajin produk karet. Pada akhir masa penelitian saat ini telah dihasilkan "*Opacity Meter - Made in Indonesia*" yang berfungsi dengan baik dan telah disosialisasikan ke beberapa institusi yang bergerak dalam kegiatan pemantauan lingkungan di Indonesia.

Kata kunci : Opasitas, opacity meter, emisi, limbah gas, sumber tidak bergerak, kalibrasi.

ABSTRACT

Research on design and production of opacity meter is based on observation and field experiences where opacity meter used in Indonesia is always produced abroad although such kind of instrument can be classified as a simple instrument. Opacity meter is an instrument to monitor opacity of waste gases emitted from industrial stack. Opacity is a parameter of waste gas obligatory to be monitored according to Decree of State Minister of Environment (KEP-13/MENLH/3/1995 on Emission Standard for Stationary Sources and KEP-129/MENLH/2003 on Emission Standard for Oil and Gas Industry). Design and production of "*Opacity Meter - Made in Indonesia*" is intended to substitute partially opacity meter imported from abroad. Therefore, design, production and development of this instrument, as well as development of calibration system is an important research project. If the designed instrument can be well calibrated by Indonesian authority, then this instrument can be implemented as valid measurement instrument. The objectives of the research are to design opacity meter based on local raw material; to produce prototype of opacity meter and to run field performance test in the framework of environmental

monitoring activity; and, to develop and to do pioneering work on development of calibration system for opacity meter. Production process of opacity meter involved micro and local scale workshops such as offset workshop, welding workshop, wood product processing workshop, lens production workshop, building material shop, handicraft accessories shop, and synthetic rubber product processing workshop. At the end of research period today "Opacity Meter - Made in Indonesia" has been produced and showed a good performance. The instrument has also been introduced to a number of environmental monitoring institutions in Indonesia.

Keywords : Opacity, opacity meter, emission, waste gas, stationary sources, calibration system.

PENDAHULUAN

Penurunan kualitas udara merupakan salah satu contoh nyata degradasi lingkungan yang terjadi di Indonesia. Dampak yang timbul berupa tingginya kasus-kasus penyakit (Tabel 1) yang berhubungan dengan buruknya kualitas udara dan menjadi ancaman serius bagi upaya menuju Indonesia sehat. Kualitas udara berhubungan dengan bahan kimia dalam udara. Studi telah dilakukan seperti evaluasi terhadap bahan kimia toksik dalam udara, evaluasi sumber utama toksin udara, dsb (Hunter dan Hirsch, 2004). Berbagai upaya pemerintah dan masyarakat dalam mengembalikan kualitas udara yang sehat antara lain adalah kewajiban pemantauan kualitas udara emisi (gas buang) industri (KLH, 1995; 1999; 2003) menggunakan *Opacity Meter*. Semakin pekat gas buang maka semakin kotor udara emisi karena mengandung semakin banyak partikulat. Selama ini pemantauan gas buang tersebut dilakukan dengan *Opacity Meter* impor dari negara maju meski komponen alat ini semua tersedia di Indonesia dan prinsip kerjanya sederhana. Oleh sebab itu, sebuah terobosan perlu dilakukan guna memproduksi alat tersebut di dalam negeri, menggunakan bahan lokal, memanfaatkan bengkel kecil lokal dan tenaga ahli dalam negeri. Tindakan ini memberi kontribusi terhadap upaya pengentasan kemiskinan karena memberdayakan masyarakat lokal. Meskipun komponennya dibuat di bengkel lokal, *Opacity Meter – Made in Indonesia* ini ditargetkan mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan produk impor, yaitu aspek tingkat akurasi yang lebih tinggi, dimensi alat dan kemasan luar yang lebih kecil, bobot total lebih ringan, bahan lensa anti-pecah, serta harga yang jauh lebih murah. Hingga saat ini produk impor masih menggunakan lensa konvensional yang mudah pecah

(fragile) dan harga yang relatif mahal untuk ukuran instrumen sederhana. Selain itu, beberapa hal yang perlu dikembangkan berkaitan dengan alat ini antara lain pengembangan sistem dan perangkat kalibrasi, sosialisasi dan diseminasi produk ke berbagai pihak yang berkepentingan sehingga menjadi produk yang dikenal, teruji dan dapat dipasarkan. Tujuan penelitian ini adalah merancang-bangun *Opacity Meter* berbasis bahan lokal, memproduksi *Opacity Meter* dan melakukan uji unjuk kerja di lapangan dalam kegiatan pemantauan lingkungan dan, membangun dan merintis pembakuan sistem kalibrasi *Opacity Meter*.

Tabel 1. Kasus penyakit yang terkait dengan kualitas udara (Word Bank, 2003)

Jenis penyakit	Jumlah kasus					
	Partikulat (PM)		Timbal (Pb)		NO ₂	
	1990	2000	1990	2000	1990	2000
Kematian Prematur	1.160	1.067	346	622		
Gejala Pernafasan (Juta)	31,6	29,1	-	-	1,98	3,56
Penyakit Pernafasan Rendah	104.121	95.792	-	-	-	-
Serangan Asma	464.148	427.017	-	-	-	-
Bronkhitis Kronis	10.562	9.717	-	-	-	-
Darah Tinggi	-	-	211.323	380.382	-	-
Serangan Jantung Tidak Fatal	-	-	283	509	-	-

METODE PENELITIAN

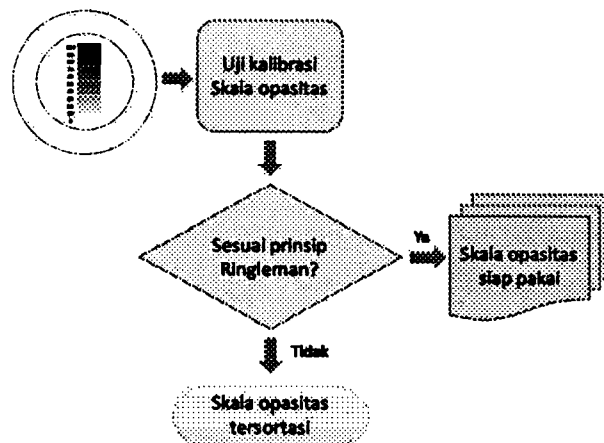
Rancang Bangun dan Produksi *Opacity Meter*

Peralatan yang diperlukan dalam rancang bangun adalah seperangkat komputer sedangkan untuk produksi meliputi perangkat peralatan perbengkelan kayu, perbengkelan logam, peralatan bengkel sablon dan peralatan bengkel las/ketok. Bahan-bahan yang diperlukan untuk memproduksi *Opacity Meter* meliputi Skala opasitas dalam selang 0-100% berbahan tinta cetak dan plastik; Lensa transparan tebal 3 mm; Karet lunak pelindung mata; Struktur dasar *Opacity Meter* dari bahan polypropylene; Cat dan pelapis cat (pernis); Kayu masif dan pelapis kayu (politur); *Box handel* berbahan baja anti karat; Kunci box; Label dalam berbahan dasar plastik; Label luar berbahan metal; Engsel 4 cm; Sekrup ¾" dan 1"; Busa (styrofoam) 1 cm. *Opacity Meter* dirancangbangun dengan langkah-langkah sebagai berikut: Rancangan struktur dasar berbahan

polypropylene - Membangun struktur dasar - Pemeriksaan kualitas struktur - Pengecatan dan pelapisan cat - Pemasangan lensa dan skala opasitas - Pemasangan karet pelindung mata - Perekatan label - Pembuatan box kemasan luar beserta perekatan label luar - Pemasangan *box handel* dan kunci.

Uji Skala Opasitas

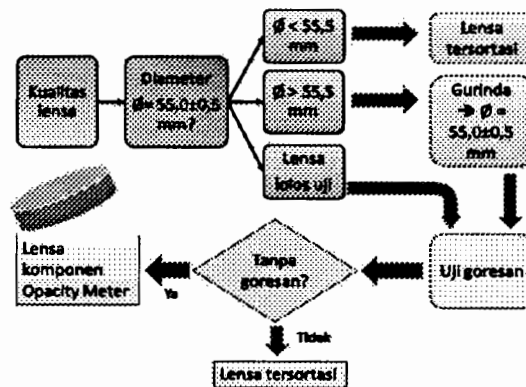
Bahan-bahan yang diperlukan mencakup tiga (3) jenis, yaitu bahan uji skala opasitas (opacity), lensa *Opacity Meter*, dan struktur dasar *Opacity Meter* berbahan polymer. Peralatan yang digunakan untuk kalibrasi meliputi sistem dan perangkat kalibrasi *Opacity Meter* yang dibangun pada tahap penelitian pertama, dan *Ring tester* ($\Phi = 5,5$ cm). Pengujian terhadap skala opasitas dari *Opacity Meter* ditempuh dengan cara menempatkan skala opasitas dalam sebuah slot khusus yang berada dalam perangkat kalibrasi. Sumber cahaya dengan intensitas tertentu (yang dapat diatur) dipancarkan mengenai skala opasitas tersebut. Data intensitas cahaya sebelum dan sesudah melewati skala opasitas dicatat dan dimasukkan kedalam komputer. Hasil pengolahan data perubahan intensitas cahaya harus sesuai dengan perhitungan teoritis penurunan intensitas cahaya menurut metode *Ringleman* yang diperbaiki (*updated Ringleman principles*). Apabila skala opasitas yang diuji tidak memenuhi syarat maka skala opasitas tersebut disingkirkan (*tersortasi*) dari komponen *Opacity Meter*. Skema metode pengujian skala opasitas ini disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Skema metode pengujian skala opasitas

Pengujian Lensa *Opacity Meter*

Pengujian lensa *Opacity Meter* adalah sejenis uji konsistensi kualitas lensa yang diproduksi oleh bengkel lokal. Uji ini diperlukan guna meyakinkan bahwa hasil kerja bengkel lokal memenuhi kriteria rancangan. Parameter kualitas lensa menyangkut akurasi diameter serta jumlah dan tingkat goresan. Pengujian dilakukan dengan cara sederhana, yaitu menempatkan lensa kedalam sebuah cincin yang disebut *ring tester*. Ring tester ini terbuat dari bahan polymer (PP, polypropylene) dan berdiameter dalam (inner diameter) $\varnothing_{in} = 55$ mm. Setiap lensa yang siap menjadi komponen *Opacity Meter* harus mempunyai diameter luar $\varnothing_{out} = 55 \text{ mm} \pm 0,5$ mm. apabila tidak memenuhi syarat ini maka lensa tersortasi. Pengujian terhadap goresan dilakukan dengan cara menempatkan lensa yang sudah lolos uji akurasi diameter dibawah sorot lampu dengan intensitas cahaya tinggi (sejenis "lampu hemat energi", $P = 18-25$ Watt). Bila dalam pengamatan dibawah sinar lampu tersebut dan dengan bantuan kaca pembesar (loupe) terlihat adanya goresan maka lensa ini disortasi atau tidak terpakai. Sebaliknya, bila lolos maka menjadi komponen *Opacity Meter*. Skema pengujian mutu lensa disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Skema prosedur pengujian lensa *Opacity Meter*

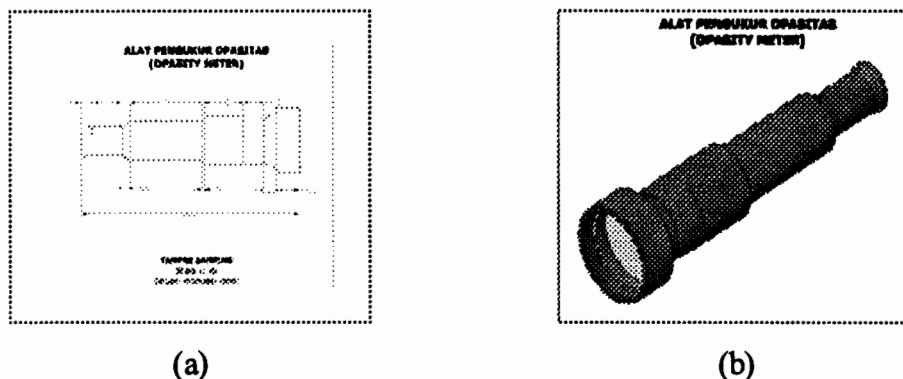
Sosialisasi Produk dan Publikasi Ilmiah

Bahan dan peralatan yang diperlukan guna melaksanakan sosialisasi dan publikasi *Opacity Meter* adalah *leaflet Opacity Meter* (A4; full colour; 2000 eksemplar), artikel ilmiah yang siap kirim berisi rancang bangun dan uji unjuk

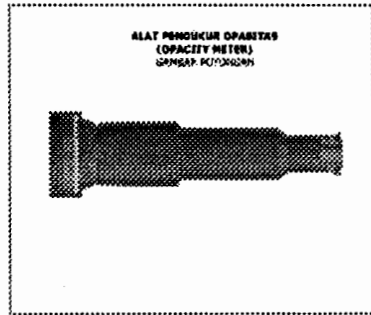
kerja (performance test) *Opacity Meter*, cetakan poster *Opacity Meter*, prototipe *Opacity Meter* yang lolos uji mutu dan siap pakai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

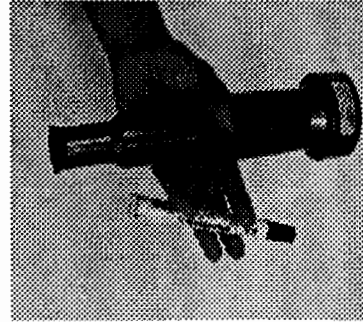
Hasil yang disajikan dalam tulisan ini adalah hasil hingga akhir tahun ke-1 (akhir 2009). Penelitian ini direncanakan berlangsung hingga tahun 2010 dengan target pengembangan sistem kalibrasi. Hingga akhir 2009 prototipe *Opacity Meter* telah terbangun seperti disajikan dalam Gambar 3a dan 3b. Pada gambar terlihat bahwa prototipe alat *Opacity Meter* berwarna abu-abu tua hingga mendekati hitam batubara. *Opacity Meter* ini juga didisain bersama-sama dengan kotak kemasannya (box), seperti disajikan dalam Gambar 4. Kotak kemasan tersebut terbuat dari bahan kayu masif dengan lapisan dempul dan politur di bagian luar. Spesifikasi teknis lain tentang *Opacity Meter* adalah sebagai berikut: Panjang = 25,7 cm; Diameter lensa $\varnothing = 59,5$ mm; Dimensi dalam kemasan kayu (box): P = 30 cm; L = 12 cm; T = 9 cm; Skala opasitas: 0-10-20-30-40-50-60-70-80-90-100%. Pengujian telah dilakukan dengan cara menggunakannya dalam pengukuran tingkat kepekatan asap, baik dalam skala laboratorium maupun asap yang dihasilkan dari industri. Kegiatan pelaksanaan pengujian alat *Opacity Meter* disajikan dalam Gambar 5.



Gambar 3a. Hasil rancang bangun *Opacity Meter* (a dan b)

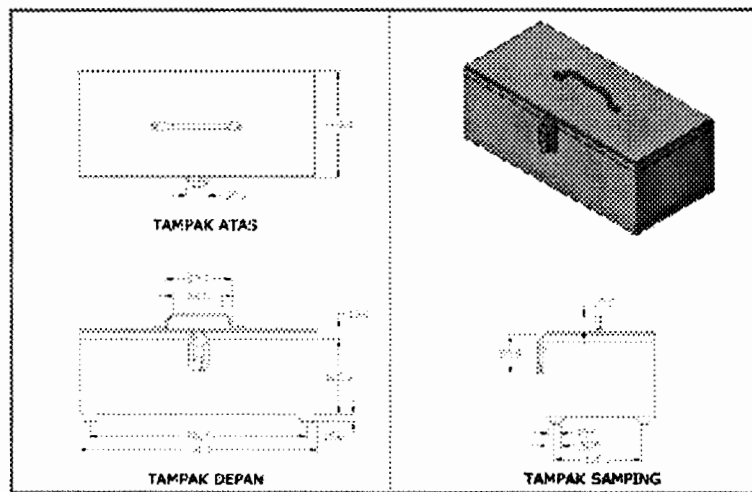


(c)



(d)

Gambar 3b. Hasil rancang bangun *Opacity Meter* (c dan d)



Gambar 4. Hasil rancangan kotak kemasan *Opacity Meter*



Gambar 5. Pengujian prototipe *Opacity Meter* di Kampus IPB Darmaga

KESIMPULAN

Rancang-bangun Opacity Meter berbasis bahan lokal telah dilakukan dengan hasil baik. Prototipe Opacity Meter telah dihasilkan dan diuji unjuk kerja di lapangan dalam kegiatan pemantauan lingkungan. Pengembangan sistem kalibrasi *Opacity Meter* akan dilakukan pada tahun ke-2 kegiatan penelitian ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Departemen Pendidikan Nasional yang telah memberikan dukungan finansial penelitian. Selain itu, ucapan terima kasih juga ditujukan kepada para mahasiswa (Sdri. Beki Wiji Utari dkk), teknisi (Ahmad Jumadi dkk), para praktisi pemantauan lingkungan dan akademisi di IPB, TL-ITB, TL-ITS, PPLH-IPB, PPLH-UNMUL, HIPERKES Semarang, BTKL Surabaya, BTKL-PPM Banjarmasin, BTKL Palembang, INRR, PKSPL-IPB, PPMAL-UNSRI, dan beberapa konsultan lingkungan Bogor dan Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- De Nevers, N. 1995. Air Pollution Control Engineering. McGraw-Hill, Co. New York.
- Hunter, BT and Hirsch, T. 2004. Udara dan Kesehatan Anda. Buana Ilmu Populer. Jakarta.
- KLH. 1995. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-13/MENLH/3/1995 tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak. Kementerian Negara Lingkungan Hidup. Jakarta
- KLH. 1999. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Kementerian Negara Lingkungan Hidup. Jakarta
- KLH. 2003. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-129/MENLH/2003 tentang Baku Mutu Emisi Usaha dan atau Kegiatan Minyak dan Gas Bumi. Kementerian Negara Lingkungan Hidup. Jakarta
- Ladou, J. 2007. Current Occupational & Environmental Medicine 4th ed. cGraw-Hill International Edition. New York.
- Peavy, H.S, Rowe, D.R., Tchobanoglous, G. 1985. Environmental Engineering. McGraw-Hill Book Co., Singapore.

US Bureau of Mines, 1967. Ringleman smoke chart. US Department of Interior, Bureau of Mines. Washington.

World Bank. 2003. Pemantauan Lingkungan Indonesia 2003. The World Bank Office, Jakarta.