

PEMBUATAN BATAKO DARI ABU HASIL INSINERASI SAMPAH DOMESTIK DAN KARAKTERISASINYA

Etty Marti Wigayati¹, Muljadi¹

ABSTRACT

Garbage problems are increasing day by day. Garbage problems may generate environmental pollution problems with its impact are continued to be increased. One of the technology to destroy the garbage is by incinerator. The study was trying to reuse the ash resulted from the incineration of garbage by incinerator which have an added value. The ash composition was similar as clay, so the ash could be used as a raw material for making batako which are the weight ratio between sand and comment was 3:1. Some of sand was substituted by ash from incinerator with compositions of 0%, 10%, 20%, 25%, and 30%. All the raw materials were homogenously mixed, and then were formed by casting and were dried in open air variation of time between 7 days and 28 days. The resulting dried batako were characterized for its density as indicated the decreasing density was in line with the increasing of ash as substituted and the drying time of 28 days gave result the bigger one. The porosity value decreased along with the ash content and giving the smallest one after drying 28 days. The water absorption value will decreased along with the increasing ash content and the longer time of drying process. The bending and compressive strength value were growing larger with increasing ash content, and by giving 25% ash, the compressive strength value became stabilized. Comparing to the existing batako market, batako using incinerator ash gave better quality.

Keywords: *Incinerator, Characterization, Density, Porosity, Water absorption, Bending strength, Compressive strength*

PENDAHULUAN

Sampah pada dasarnya merupakan suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari hasil aktivitas manusia maupun proses-proses alam yang tidak mempunyai nilai ekonomi, bahkan dapat mempunyai nilai ekonomi yang negatif karena dalam penanganannya baik untuk membuang maupun membersihkannya memerlukan biaya yang cukup besar.

Sampah dan pengelolaannya kini menjadi masalah yang kian mendesak di kota-kota di Indonesia, sebab apabila tidak dilakukan penanganan yang baik mengakibatkan terjadinya perubahan keseimbangan lingkungan yang merugikan atau tidak diharapkan sehingga dapat mencemari lingkungan baik terhadap tanah, air maupun udara. Oleh karena itu untuk mengatasi masalah pencemaran tersebut diperlukan penanganan dan pengendalian terhadap sampah. Penanganan dan

pengendalian akan menjadi semakin kompleks dan rumit dengan semakin kompleksnya jenis maupun komposisi dari sampah sejalan dengan semakin majunya kebudayaan. Penanganan sampah di perkotaan relatif lebih sulit dibanding sampah di desa-desa. Karakteristik sampah dari tiap daerah biasanya berbeda.

Masalah yang sering muncul dalam penanganan sampah kota adalah masalah biaya operasional yang tinggi dan semakin sulitnya ruang yang pantas untuk pembuangan. Sebagai akibat biaya operasional yang tinggi, kebanyakan kota-kota di Indonesia hanya mampu mengumpulkan dan membuang $\pm 60\%$ dari seluruh produksi sampahnya. Dari 60% ini, sebagian besar ditangani dan dibuang dengan cara yang tidak saniter, boros dan mencemari⁽¹⁾.

Salah satu cara pengolahan sampah adalah dengan teknologi pembakaran (*incineration*). Dengan cara ini dihasilkan produk samping berupa abu

¹Pusat Penelitian Fisika-LIPI, Kawasan Puspiptek Serpong.
Telp.: (021)7560570, Fax: (021)7560554, Email: etty001@lipi.go.id

dan gas buang yang dapat dikonversikan menjadi energi listrik. Keuntungan lainnya dari penggunaan alat ini adalah:

1. Dapat dihasilkan abu sebanyak 20–25% dari total jumlah sampah yang dibakar.
2. Abu atau terak dari sisa pembakaran cukup kering, stabil dan bebas dari pembusukan dan bisa langsung dibawa ke tempat penimbunan di lahan kosong, rawa ataupun daerah rendah sebagai bahan pengurug.
3. Pada instalasi yang cukup besar dengan kapasitas ± 300 ton/hari dapat dilengkapi dengan pembangkit listrik sehingga energi listrik (± 96.000 MWH/tahun) yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk menekan biaya proses⁽¹⁾.

Abu dari insinerator dapat pula dimanfaatkan untuk keperluan lain yang bersifat peningkatan nilai ekonomi yaitu sebagai bahan membuat batako, salah satu komponen bahan bangunan, karena pada saat ini kebutuhan bahan bangunan adalah sangat besar. Dari kandungan senyawa-senyawa yang terdapat pada abu insinerator, diketahui bahwa abu insinerator mengandung senyawa-senyawa yang mendukung terhadap proses hidratisasi semen. Pada semen portland senyawa tersebut adalah SiO_2 sebesar 60,1% dan Fe_2O_3 sebesar 5%⁽³⁾. Abu insinerator cocok digunakan untuk bahan pembuat batako karena pada abu insinerator komposisi bahan yang terkandung di dalamnya menyerupai komposisi *clay*. Keuntungan pemanfaatan abu insinerator adalah:

- Penggunaan abu dari sampah insinerator akan mengurangi penggunaan pasir, sehingga dapat mengurangi kerusakan alam sebagai dampak dari penambangan pasir.
- Pengurangan penggunaan *clay* dan pasir dengan digunakannya abu dapat menjaga stabilitas lingkungan.

- Secara ekonomi akan memberikan nilai tambah terhadap pemanfaatan sampah.

Abu insinerator yang digunakan pada penelitian ini berasal dari proses insinerasi sampah domestik, yaitu sampah dari rumah tangga yang sudah dipisahkan dari logam/kaleng dan gelas. Komponen-komponen sampah rumah tangga yang digunakan antara lain berupa: kertas, sisa sayuran, kulit buah, dedaunan, dan sebagian kecil ranting-ranting pohon. Untuk sampah yang sudah dipisah seperti ini volume abu yang dihasilkan tinggal 5% dari volume sampah asal. Abu dari hasil insinerasi sudah stabil karena mengalami pembakaran pada temperatur sekitar 800°C , dan insinerator yang dipergunakan adalah *multichamber incinerator* dengan proses pembakaran bertingkat. Sampah dibakar menjadi abu di ruang bakar primer, kemudian gas buang yang dihasilkan dibakar lagi di ruang bakar sekunder dengan suhu 800°C – 1000°C , sehingga bahan-bahan organik maupun bahan-bahan infeksius sudah terbakar habis, maka tidak membahayakan kesehatan, sedangkan dioksin tidak terbentuk karena sampah rumah tangga yang dibakar telah betul-betul dipilih dan bahan-bahan plastik, karet dan bahan bakar berbahaya lainnya (misalnya baterai bekas, barang-barang elektronik, dan lain-lain). Abu tersebut mempunyai kehalusan <100 mesh, dengan berat jenis $1,29 \text{ g/cm}^3$. Dengan membandingkan berat jenis abu insinerator dengan berat jenis material beton yang digunakan (semen dan pasir), maka penggunaan abu insinerator dalam campuran beton akan mengurangi volume dan berat jenis beton itu sendiri, karena $\rho_{\text{abu}} \ll \rho_{\text{material beton}}$. Kehalusan abu sangat menentukan terhadap proses hidratisasi semen yang sedang berlangsung karena kehalusan tersebut

menjadikan campuran lebih homogen. Campuran semen dan pasir dengan abu insinerator yang homogen akan menjadikan campuran lebih reaktif terhadap proses hidratisasi semen. Reaksi pengikatan yang kuat dipengaruhi oleh kehalusan bahan dan juga kehalusan bahan mengurangi pori-pori di dalam bahan sehingga batako menjadi lebih padat dan kuat⁽⁴⁾.

Batako adalah salah satu jenis bahan bangunan yang berbentuk seperti bata, yang umumnya dibuat dari campuran semen portland, pasir, tanah liat/*clay* dan air. Berdasarkan tingkat mutu, klasifikasi tingkat mutu batako diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kualifikasi Batako

Tingkat mutu bata	Kekuatan tekan minimal (Kg/cm ²)	Daya serap air maksimal(%)
I	100	25
II	70	35
III	40	45
IV	25	55

Sumber: Departemen Perindustrian SII 0285-84, 1984⁽⁵⁾

Pada penelitian ini batako dibuat dari abu insinerator, karenanya batako ini mempunyai beberapa keunggulan antara lain:

- Batako lebih kuat dibandingkan dengan beberapa jenis bata cetak yang beredar di pasaran seperti bata merah, dan batako transkapur.
- Batako lebih ringan sehingga dapat mengurangi beban pada pondasi bangunan.
- Dapat dibuat dengan peralatan press yang sederhana.
- Bahan pembuatan batako mudah didapatkan.
- Hemat dalam penggunaan air.

- Proses pengerasan batako lebih efisien karena hanya melalui proses pengerasan alami yaitu pengerasan di udara.

Karakteristik batako yang ada di pasaran:

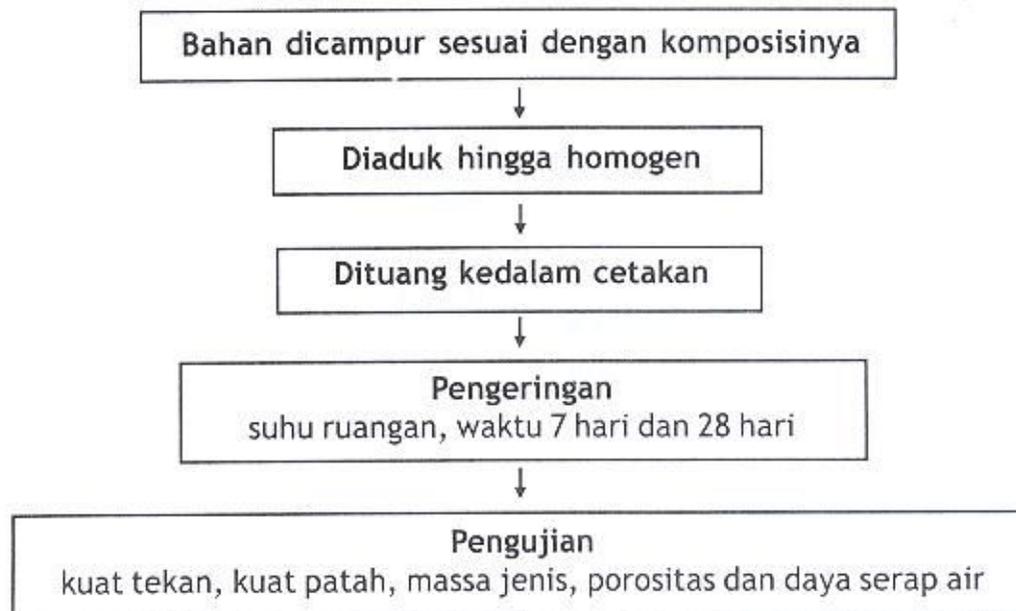
Densitas	1,63 gr/cm ³
Porositas	31,75 %
Daya serap air	27,88 %
Kekuatan patah	3,455 kg/cm ²
Kekuatan tekan	2,45 kg/cm ²

Aplikasi batako ini dapat digunakan sebagai bahan bangunan yang aman baik untuk interior maupun eksterior.

METODOLOGI

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan batako adalah abu insinerator, semen, pasir dan air. Perbandingan berat antara semen dan pasir adalah 1:3, sedangkan abu insinerator akan mengganti sebagian dari pasir. Komposisi abu insinerator dibuat bervariasi yaitu: 0%, 10%, 15%, 20%, 25% dan 30% berat dari pasir. Diagram alir preparasi sampel diperlihatkan pada Gambar 1. Bahan baku dicampur, diaduk sampai campuran homogen. Kemudian ditambahkan air hingga campuran mempunyai kekentalan tertentu yang dapat dicetak. Pembentukan sampel dilakukan dengan pencetakan, selanjutnya dikeringkan secara perlahan-lahan dengan diangin anginkan selama 7 hari dan 28 hari di udara terbuka (berdasar standar pengeringan semen). Pengujian sifat fisik terhadap batako yang dihasilkan antara lain: uji kuat patah, uji tekan, daya serap air, porositas, dan densitas.

DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Preparasi Sampel

Abu yang digunakan pada penelitian ini merupakan abu dari hasil proses insinerasi sampah rumah tangga kompleks perumahan Puspipetek, di mana sampah rumah tangga tersebut telah diseleksi terlebih dahulu dengan memisahkan dari komponen-komponen logam atau kaleng, gelas atau kaca, dan batu atau tanah. Jadi sampah yang dibakar dengan insinerator hanya mengandung: kertas, kantong plastik, botol plastik minuman, sisa sayuran/kulit buah, dedaunan, dan ranting-ranting kecil dari pohon. Sampah rumah tangga tersebut dibakar menggunakan *multichamber incinerator* dengan suhu ruang bakar primer 600°C–800°C dan suhu ruang bakar sekunder 800°C–1000°C. Abu yang dihasilkan dari proses insinerasi dianalisis menggunakan *Atomic Absorption Spectrometer* (AAS), dan hasil analisisnya diperlihatkan pada Tabel 2 sebagai berikut.

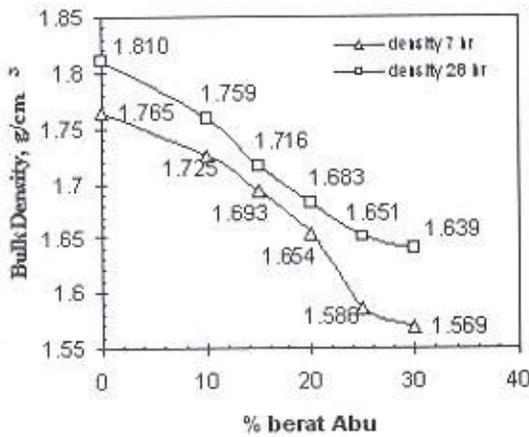
Tabel 2. Komposisi Kimia Abu dari Sampah Rumah Tangga

Senyawa	Komposisi % berat
SiO ₂	49,26
Al ₂ O ₃	8,04
Fe ₂ O ₃	1,44
CaO	22,07
MgO	1,06
Na ₂ O	5,51
K ₂ O	2,17
TiO ₂	Tidak terdeteksi
SO ₃	0,06
P ₂ O ₅	Tidak terdeteksi
Total Cl	0,005
Los Of Ignition	10,385

HASIL DAN PEMBAHASAN

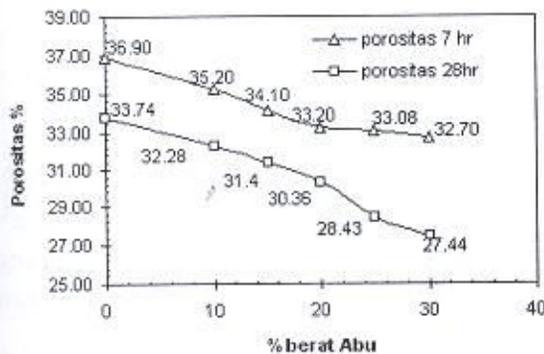
Hasil pengukuran densitas dari sampel dengan variasi penambahan abu ditunjukkan Gambar 2. Dengan penambahan abu semakin banyak maka densitas dari sampel akan cenderung menurun, karena abu memiliki partikel halus dan ringan. Begitu juga semakin lama proses pengeringan nilai

densitas semakin besar. Proses pemadatan pada semen dikarenakan adanya reaksi hidratisi, dan reaksi ini berlangsung lama, dan maksimum umumnya pada semen terjadi pada 28 hari. Oleh karena itu densitas sampel dikeringkan 7 hari lebih rendah dibandingkan dengan pengeringan 28 hari^(6,7,8). Jadi penambahan abu berfungsi sebagai pengikat utama pada pembuatan batako, dan juga dengan adanya penambahan abu maka bobot dari batako cenderung lebih ringan.



Gambar 2. Kurva Hasil Pengukuran Densitas Terhadap Variasi Penambahan Abu

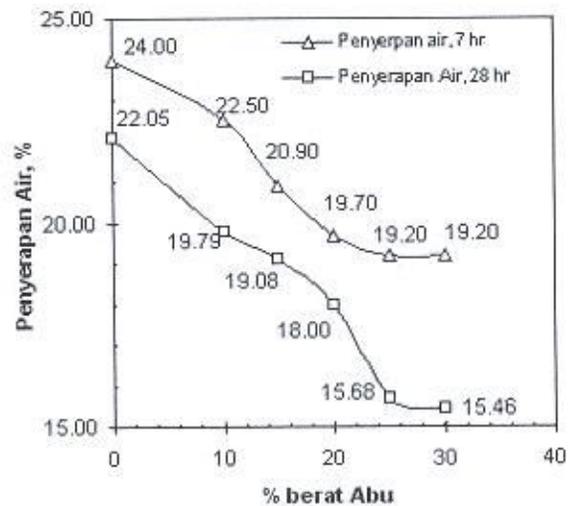
Hasil pengujian porositas terhadap variasi komposisi abu dan lamanya pengeringan diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva Hasil Pengukuran Porositas Terhadap Variasi Penambahan Abu

Gambar 3 menunjukkan bahwa dengan bertambahnya abu maka porositas sampel semakin rendah, berarti celah/pori memadat sehingga membentuk batas butir yang sempurna. Dengan memadatnya sampel maka porositas menurun, pada pengeringan 28 hari memberikan hasil porositas yang lebih kecil, yaitu 27,44% dengan komposisi abu sebesar 30%.

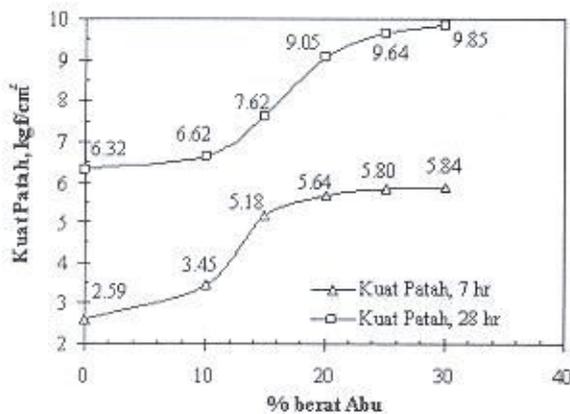
Pengujian daya serap air terhadap variasi komposisi abu diperlihatkan pada Gambar 4. Nilai daya serap air dari sampel menunjukkan bahwa dengan penambahan abu maka butiran-butiran semakin rapat, sehingga air tidak dapat masuk celah/pori atau daya serap air semakin rendah.



Gambar 4. Kurva Hasil Pengukuran Serapan Air Terhadap Variasi Penambahan Abu

Seperti halnya dengan hasil uji porositas, semakin kecil nilai penyerapan air maka semakin padat batako yang dihasilkan. Setelah pengeringan selama 28 hari diperoleh nilai penyerapan air 15,46–15,68 % pada komposisi abu sekitar 25–30 % berat.

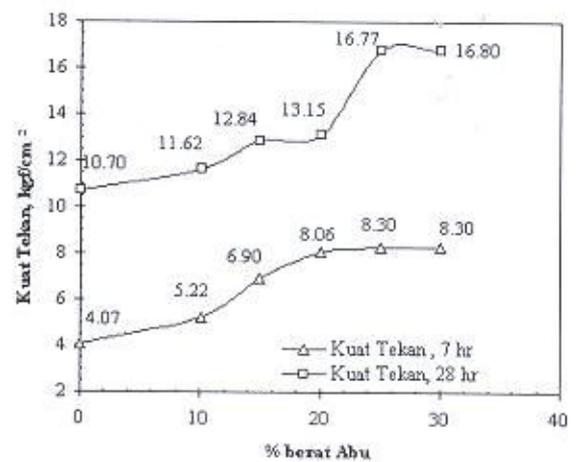
Hasil pengukuran kekuatan patah dengan variasi persen abu diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Pengukuran Kekuatan Patah Terhadap Komposisi Abu Insinerator

Kekuatan mekanik suatu bahan tergantung dari kepadatan bahan tersebut, semakin padat bahan tersebut porositas atau penyerapan air semakin rendah, maka semakin besar kekuatan mekanik bahan tersebut. Jadi pada Gambar 5 terlihat bahwa semakin banyak komposisi abu serta semakin lama waktu pengeringan maka kekuatan patahnya cenderung meningkat. Peningkatan kekuatan patah yang tajam terjadi pada penambahan abu dari 0% sampai dengan 25% yaitu dari 6,32 kg/cm² menjadi 9,64 kg/cm². Tetapi pada penambahan abu dari 25% ke 30% peningkatan kuat patahnya sangat rendah yaitu dari 9,64 kg/cm² menjadi 9,85 kg/cm². Hal ini disebabkan ruang pori sudah terisi oleh partikel abu, dan reaksi ikatan antara abu dengan semen telah berlangsung sempurna pada pengeringan 28 hari.

Demikian pula untuk kekuatan tekan seperti ditunjukkan pada Gambar 6, bahwa sampel tersebut mempunyai pola karakteristik yang sama dengan kuat patah. Bertambah besar persentase abu dan waktu pengeringan maka kuat tekannya cenderung meningkat. Tetapi nilai optimal kuat tekan pada komposisi abu 25–30% dengan nilai kuat tekan sekitar 16,77–16,80 kg/cm².



Gambar 6. Hasil Pengamatan Kuat Tekan Terhadap % Abu Insinerator

KESIMPULAN

Pada pembuatan batako dengan mempergunakan abu hasil insenerasi sampah domestik memberikan hasil batako dengan karakteristik :

Densitas	1,639 gr/cm ³
Porositas	27,44 %
Serapan air	15,46 %
Kekuatan patah	9,85 kgf/cm ²
Kekuatan tekan	16,80 kgf/cm ²

Karakteristik tersebut didapat pada komposisi abu 30% dari berat pasir, dengan waktu pengeringan 28 hari. Bila dibandingkan dengan batako yang ada di pasaran maka batako dengan bahan baku abu insinerator lebih padat, serapan air lebih kecil dan kekuatan mekaniknya lebih baik. Sehingga abu dari hasil pembakaran sampah domestik dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- (1) Daniel T. S., Hasan, P. dan Vonny, S. 1985, *Teknologi Pemanfaatan Sampah Kota dan Peran Pemulung Sampah: Suatu Pendekatan Konseptual*, PPLH ITB, Bandung.

- (2) Dinas Kebersihan Kota DKI Jakarta. 1985, "*Permasalahan dan Pengelolaan Sampah Kota Jakarta*". Jakarta.
- (3) Pribadiyono, 1991, *Abu Insenerator dan Aplikasinya Untuk Bahan Bangunan*, Universitas Airlangga, Surabaya.
- (4) Nurrahman, N. 1985, "Proses Pembuatan bata/genteng keramik dengan cara sederhana", *Buletin Informasi Bahan Bangunan*, Th VI, Balai Penelitian Bahan, Kanwil/ Dinas Perindustrian DKI Jakarta.
- (5) SII 0285-84, 1984, Departemen Perindustrian.
- (6) R.W. Cahn, P Haasen, E.J. Kramer, 1991, *Characterization of Materials, Material Science and Tecnology*, Volume SA, Part 1, Weinheim.
- (7) Moore D.F, 1978. "*Recomendation for an International Minimum Skid Resistance for Pavement*", HRB Special Report 175.
- (8) LIPI, 1997, "Suatu tinjauan terhadap kuat tekan dan ketahanan aus pada bata blok", *Seri Teknologi Indonesia*, jilid 20, Jakarta.

PENENTUAN PRESISI DAN BIAS METODE PENGUJIAN AIR DAN AIR LIMBAH MELALUI UJI BANDING ANTAR LABORATORIUM

Anwar Hadi¹

ABSTRACT

Determination of method precision and bias for testing of water and wastewater can be conducted by inter-laboratory comparison. Performance evaluation sample was determined by provider as assign value and distributed to participants. The assign value is used as comparison with laboratory result and grand mean is calculated to determine method bias. The method precision is determined by standard deviation from result of all laboratories participant divided by grand mean. The result of inter-laboratory comparison for testing of SO_4^{2-} showed that method precision 5.4% and method bias 0.3% for assign value 19.9 mg/l. On the other hand, the standard methods for the Examination of water and wastewater showed that the method precision and bias for SO_4^{2-} are 1.7% and 9% for assign value 7.45 mg/l. For testing of Cl^- in water and wastewater, the result of inter-laboratory comparison gave method precision and bias 7.4% and 2.1% for assign value 29.5 mg/l. The method precision and bias from the Standard Methods are 4.2% and 1.7% with assign value 241 Cl^-/l . Furthermore, the method precision from the standard methods for COD is 5.6% with assign value 195 mg/l and method precision from the result of inter-laboratory comparison is 6.4%, method bias 3.4% with assign value 194 mg/l. The participant of inter-laboratory comparison program could comply with the standard methods for testing of SO_4^{2-} , Cl^- , COD in water and waste water.

Keywords: Inter-laboratory comparisons, Method bias, Method precision, Water and wastewater testing, Chloride, Sulfate, COD

PENDAHULUAN

Untuk mendapatkan validitas data hasil pengujian, sampel harus diuji oleh personil yang kompeten dengan menggunakan peralatan atau instrumentasi yang telah dikalibrasi serta kondisi akomodasi dan lingkungan pengujian yang mendukung. Selain itu, penggunaan metode yang valid juga memegang peranan yang sangat penting. Validasi metode merupakan konfirmasi melalui pengujian dan pengadaan bukti yang objektif bahwa persyaratan tertentu untuk suatu maksud khusus dipenuhi.

Proses validasi metode merupakan kegiatan untuk mendapatkan informasi penting dalam menilai kemampuan sekaligus keterbatasan dari suatu metode pengujian. Dalam melakukan validasi metode, teknik yang digunakan untuk menentukan unjuk kerja suatu metode merupakan kombinasi dari hal-hal berikut:

- kalibrasi dengan menggunakan standar acuan atau bahan acuan;
- pembandingan hasil yang diperoleh dengan metode lain;
- uji banding antar laboratorium;
- asesmen yang sistematis dari faktor-faktor yang mempengaruhi hasil meliputi antara lain penentuan batas deteksi, linearitas, akurasi dan presisi metode, uji reipitabilitas dan reproduisibilitas; serta
- asesmen pada ketidakpastian hasil yang berdasarkan pemahaman ilmiah dari prinsip teoritis metode dan pengalaman praktis⁽¹⁾.

Bila suatu metode pengujian telah divalidasi oleh lembaga atau organisasi nasional maupun internasional yang kompeten maka metode tersebut dikenal dengan metode standar. Jika metode standar diadopsi oleh negara lain maka proses uji banding metode dilakukan untuk mengetahui kemampuan sekaligus keterbatasan penerapan metode standar oleh laboratorium-

¹Pusat Sarana Pengendalian Dampak Lingkungan-Kementerian Negara Lingkungan Hidup (Pusarpedal-KNLH), d/a. Kawasan PUSPIPEK Gedung 210 Jl. Raya PUSPIPEK Serpong Tangerang-Banten, 08121127767, Email: cak_war@yahoo.com