

Studi *Fuel Economy* Penggunaan Bahan Bakar Biosolar dan Solar #51 pada Kendaraan Penumpang

Siti Yubaidah^{1,*}, Hari Setiapraja¹ dan Budi Rochmanto¹

¹Balai Teknologi Termodinamika, Motor dan Propulsi, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi – Tangerang

*Korespondensi: siti.yubaidah@bppt.go.id

Abstrak. Kelangkaan sumber energi dari energi minyak bumi telah membuat pemerintah melakukan langkah penghematan dan mulai beralih pada pemakaian energi biofuel. Penelitian biosolar untuk bahan bakar kendaraan mesin diesel secara masif diberbagai negara termasuk Indonesia. Kajian teknis mengenai nilai ekonomis bahan bakar diesel di pasaran pada kendaraan penumpang telah dilakukan. Tujuan pengujian untuk mengetahui pengaruh penggunaan biosolar pada emisi gas buang dan biaya operasional kendaraan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 2 kendaraan yaitu yang memiliki silinder 2500 cc dengan 3 variasi bahan bakar, yaitu biosolar, solar 51#1 dan solar 51#2. Metode uji konsumsi bahan bakar menggunakan standar global yang dikeluarkan oleh United Nations Economic Commission for Europe, yakni UN ECE R101. Hasilnya menunjukkan bahwa untuk jarak tempuh per liter, dan emisi gas buang yang dihasilkan untuk bahan bakar solar 51#2 menghasilkan tingkat keekonomian yang terbaik. Untuk biaya bahan bakar per km, penggunaan biosolar mempunyai nilai ekonomis yang paling tinggi dengan selisih yang cukup signifikan.

Kata kunci: biosolar, diesel, konsumsi bahan bakar,emisi gas buang

© 2017. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Pertumbuhan jumlah kendaraan dan perkembangan industri telah mendorong konsumsi bahan bakar minyak di Indonesia. Pertumbuhan konsumsi yang tidak dapat diimbangi dengan kapasitas produksi yang dihasilkan Indonesia telah membuat Indonesia menjadi negara pengimpor bahan bakar fosil. Konsumsi BBM di Indonesia pada tahun 2011 mencapai 41,7 juta kiloliter, tahun 2012 mencapai 47 juta kl, dan tahun 2013 mencapai 51 juta kl. Konsumsi tersebut didominasi oleh bahan bakar bersubsidi, karena untuk pemakaian bahan bakar non subsidi hanya 4% dari total konsumsi bahan bakar di Indonesia.

Sebagai negara pengimpor BBM, Indonesia perlu menjaga suplai BBM untuk kebutuhan di dalam negeri. Meskipun eksplorasi cadangan sumber minyak baru telah dilakukan, namun dengan peningkatan kebutuhan akan bahan bakar yang tinggi dan ketergantungan akan bahan bakar dari sumber fosil ini masih tinggi. Peraturan presiden No.5 Tahun 2006 menyebutkan mengenai bauran energi nasional untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak.

Dampak pembauran energi yang tercantum dalam kebijakan pemerintah tersebut dapat berakibat pada 3 komponen utama. Pertama ketahanan energi. Sebagai negara yang mendominasi kebutuhan energinya dari impor maka energy security menjadi kendala untuk menjadi negara yang berdaulat. Dengan diversifikasi energi diharapkan adanya pengurangan jumlah impor, mengurangi ketergan-

tungan terhadap bahan bakar minyak dan ketahanan terhadap cadangan energi nasional dapat dijaga. Faktor kedua adalah dampak ekonomi. Kajian teknis sudah melaporkan bahwa berbagai bahan bakar alternatif pengganti minyak dapat menghasilkan biaya operasional yang murah dan juga dapat meningkatkan investasi dalam negeri melalui pembangunan infrastrukturnya. Untuk Indonesia pengurangan pemakaian bahan bakar minyak bersubsidi juga akan secara significant menghemat devisa negara. Dan faktor terakhir adalah dampak lingkungan. Lingkungan sudah menjadi isu internasional dalam pengembangan energi saat ini. Peraturan presiden No. 61 Tahun 2011 telah secara jelas menyebutkan mengenai rencana aksi nasional penurunan emisi gas rumah kaca. Dalam bidang transportasi, berbagai bahan bakar alternative merupakan sumber menjanjikan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca.

Dalam kajian ini berbagai bahan bakar yang sudah beredar di Indonesia khususnya kendaraan bermesin diesel akan dikaji dari segi *fuel economy* nya. Hal ini ditujukan untuk memberikan informasi terkait perbandingan nilai ekonomi dari setiap bahan bakar untuk memberikan rekomendasi terkait pemakaian bahan bakar yang sesuai dengan potensi sumber daya dan teknologi kendaraan yang berada di Indonesia.

Tinjauan Pustaka

Regulasi mengenai ambang batas emisi kendaraan bermotor di Indonesia diawali dengan keputu-

san Menteri Lingkungan Hidup nomor 35 Tahun 1993. Pada peraturan ini, Metode ujinya adalah statis dengan emisi gas buang yang dibatasi adalah CO dan HC untuk kendaraan bensin, Sedangkan untuk kendaraan diesel yang diatur adalah kadar opasitasnya. Untuk lebih menekan polusi udara dari kendaraan bermotor, Kepmen LH 35 Tahun 1993 direvisi dengan Kepmen LH 141 Tahun 2003 yang kemudian di revisi Peraturan Menteri Negara LH Nomor 04 Tahun 2009. Peraturan ini mengatur tentang standar uji emisi gas buang kendaraan bermotor dengan baku mutu emisi CO, HC, NOx untuk kendaraan bensin dan ditambahkan dengan PM untuk kendaraan diesel. Metodologi dan ambang batasnya mengacu kepada standar EURO II. Hasil kajian Kementerian Lingkungan Hidup menunjukkan bahwa pemberlakuan regulasi Euro 2 dapat secara significant menurunkan polusi udara jika dibandingkan dengan skenario tanpa penerapan Euro 2. Jadi pemberlakuan ambang batas yang lebih ketat sangat efektif untuk mengontrol polusi udara dari kendaraan bermotor. Berdasarkan data dari Gaikindo mengenai populasi kendaraan yang meningkat secara logaritmik maka dampak pemberlakuan Euro 2 terutama untuk kota kota besar dengan populasi kendaraan yang padat menjadi semakin mengecil keefektifannya dalam mengontrol kenaikan polusi udara. Sehingga Euro 4 dengan baku mutu emisi yang lebih rendah lebih dari 50 % dapat dipertimbangkan sebagai salah satu langkah efektif dalam mengontrol kenaikan polusi udara yang sesuai dengan laju pertumbuhan kendaraan.

Selain hal tersebut, pemberlakuan ASEAN MRA juga menjadi isu yang penting karena apabila regulasi yang diterapkan diIndonesia masih lebih rendah dari Negara competitor maka dipastikan kendaraan impor dapat membanjiri Indonesia tetapi tidak berlaku sebaliknya untuk kendaraan yang diproduksi di Indonesia. Dengan kata lain, penerapan ambang batas emisi juga merupakan kompromi supaya industri otomotive diIndonesia dapat bersaing dipasaran international.

Kajian terkait pemakaian campuran biodiesel dalam skala riset sudah banyak dilakukan. S. Bari telah melaporkan pengaruh pemakaian campuran B20 yang berasal dari minyak canola yang diterapkan pada bus dengan engine 6 silinder berkapasitas silinder 6.8 L pada kinerja dan emisi gas buangnya yang di test pada chassy dynamometer. Hasil kajiannya menunjukkan bahwa power dan torsi relative sama antara diesel fuel dan B20, begitu juga dengan karakteristik pembakarannya yang tidak menunjukkan perbedaan significant antara diesel fuel dan B20.

Untuk emisi, pemakaian B20 menghasilkan

penurunan CO, HC dan partikulat. S. Bari juga melaporkan bahwa penurunan partikulat dapat mencapai 47% pada beban penuh. Tetapi untuk emisi NOx terjadi kenaikan sekitar 4.4% yang terjadi akibat meningkatnya temperatur pembakaran. Hasil yang sama juga dilaporkan oleh G.J Thompson dan J. Nuszowski serta M. Canakci yang mengkaji biodiesel dengan rasio tinggi, dimana pemakaian biodiesel dapat menurunkan emisi CO, THC dan partikulat/asap sedangkan untuk NOx mengalami kenaikan. G.J Thompson juga melaporkan bahwa tergantung dari properties diesel fuel yang digunakan (cetane number) maka emisi NOx dari B20 juga dapat identik dengan diesel fuel (tidak ada kenaikan berarti).

Metode Penelitian

Secara umum kajian *fuel economy* dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- Pengujian kendaraan pada *chassis dynamometer*.
- Analisis kandungan gas buang kendaraan.
- Perhitungan konsumsi bahan bakar dengan metode *carbon balance*.
- Perhitungan biaya bahan bakar pada kendaraan.

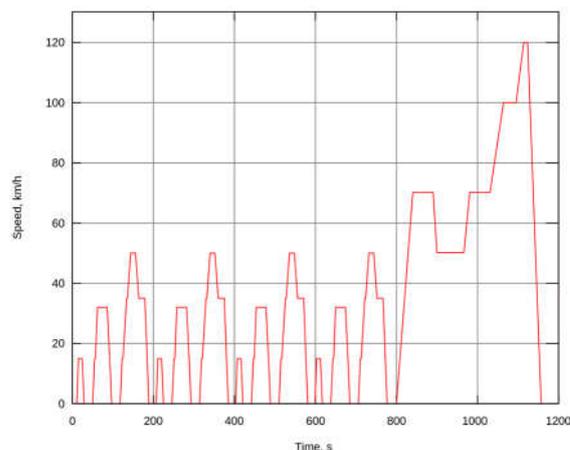
Adapun uraian metode dan langkah kegiatan yang dilakukan dalam kajian ini adalah :

1. Standar Pengujian

Pengujian konsumsi bahan bakar dilakukan dengan standar global untuk pengujian kendaraan yang dikeluarkan oleh United Nations Economic Commission for Europe, yakni UN ECE R101.

a. Siklus kecepatan

Siklus Kecepatan Siklus kecepatan pada standar uji UN ECE R101 terdiri atas dua siklus, yakni siklus perkotaan (urban) dengan tiga pengulangan dan siklus luar kota (extra urban). Siklus kecepatan kendaraan dalam pengujian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Siklus urban dan extra urban pada standar uji UN ECE R101

b. Metode Perhitungan

Perhitungan konsumsi bahan bakar dilakukan dengan metode *carbon balance* dari emisi gas buang kendaraan. Emisi gas buang yang dibutuhkan dalam perhitungan adalah karbon monoksida (CO), total hidrokarbon (HC) dan karbon dioksida (CO₂). Perhitungan konsumsi bahan bakar dihitung dalam satuan per 100 km. Berikut ini adalah persamaan yang digunakan untuk perhitungan konsumsi bahan bakar untuk kendaraan bermesin diesel:

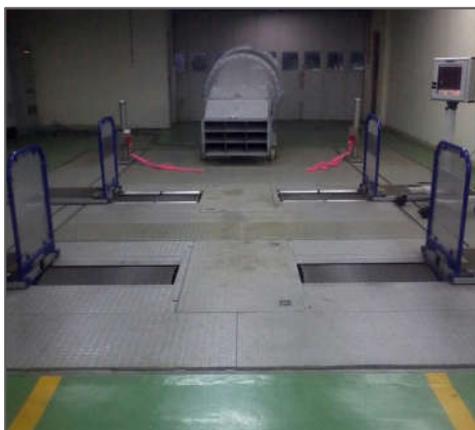
$$FC = \frac{0.1155}{D} \times [0.866HC + 0.429CO + 0.273CO_2] \tag{1}$$

dimana FC adalah fuel consumption dalam liter per 100 km (untuk bensin dan diesel) atau m³ per 100 km untuk CNG, HC adalah emisi hidrokarbon (g/km), CO adalah emisi karbon monoksida (g/km), CO₂ adalah emisi karbon dioksida (g/km) dan D adalah densitas bahan bakar uji (gram/cm³).

2. Perangkat Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan perangkat peralatan yang meliputi chassis dynamometer AVL, constant volume sampling AVL CVS i60 dan gas analyser AVL AMA i60.

Chassis dynamometer adalah sebuah peralatan berupa roller/silinder yang bisa berputar bebas sebagai tempat/landasan berputarnya roda-roda penggerak kendaraan bermotor ketika diuji. Alat ini dilengkapi dengan sensor beban dan sensor-sensor lainnya (temperatur, tekanan udara, kelembaban, putaran dll) yang terhubung ke komputer monitor dan kendali. Roller juga terhubung dengan sebuah rem/beban magnetik yang dapat dikontrol melalui komputer kendali, sehingga dapat mensimulasikan beban. Karakteristik utama dari chassis dynamometer adalah harus mampu mensimulasi beban jalan sebagai fungsi kecepatan kendaraan, sehingga ketika kendaraan diuji berjalan di atas chassis dynamometer tersebut kondisinya mendekati nyata yaitu seperti berjalan di jalan raya.



Gambar 2. Roller Dynamometer yang dilengkapi dengan blower pendingin

Constant volume sampling AVL CVS i60 untuk memudahkan pengukuran massa emisi gas buang kendaraan dalam keadaan sebenarnya. Sistem yang digunakan adalah sistem Constant Volume Sampler (CVS). Pada sistem ini dilakukan pengenceran gas buang kendaraan secara terus menerus dengan jalan mencampur dengan udara bebas yang kondisinya terkontrol. Untuk CVS diesel terdapat tambahan berupa sistem penukar kalor.

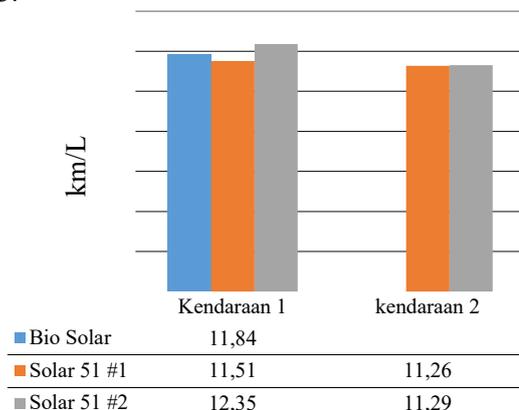
Gas analyser AVL AMA i60 digunakan untuk menganalisa kandungan sampel gas buang yang telah terdilusi dengan peralatan CVS.

3. Kendaraan dan Bahan Bakar Uji

Pengujian konsumsi bahan bakar (*fuel economy*) telah dilakukan pada kendaraan diesel 1 (2500 cc) dan diesel 2 (2500 cc). Sedangkan bahan bakar yang digunakan dalam pengujian tersebut adalah biosolar, solar 51 #1 dan solar 51 #2. Pengulangan dalam pengujian dilakukan sebanyak tiga kali untuk tiap bahan bakar uji.

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian konsumsi bahan bakar pada mobil uji bermesin diesel diatas ditunjukkan Gambar 3.



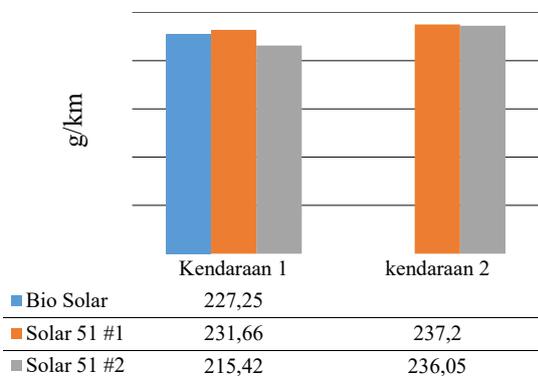
Gambar 3. Hasil uji konsumsi bahan bakar kendaraan diesel

Konsumsi bahan bakar kendaraan 1 dengan capaian jarak per kilometer yang terendah dihasilkan dari bahan bakar Solar 51 #1. Biosolar memberikan tingkat keekonomian yang lebih baik daripada Solar 51 #1. Solar 51 #2 memberikan nilai yang tertinggi. Pada kendaraan 2, dalam selisih yang tidak signifikan, Solar 51 #2 memberikan keekonomian yang lebih baik daripada Solar 51 #1.

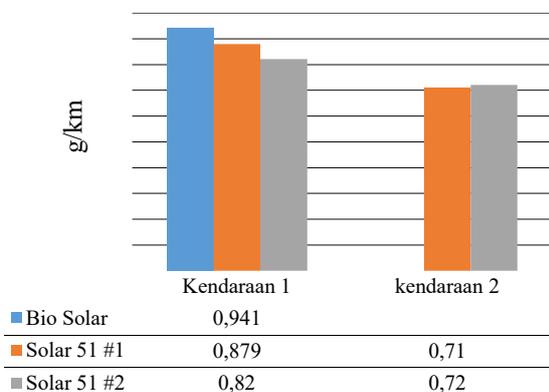
Tinjauan kandungan CO₂ dalam emisi gas buang ditampilkan pada Gambar 4. Emisi CO₂ dengan nilai tertinggi dihasilkan dari pengujian kendaraan 1 dengan bahan bakar Solar 51 #1. Pengujian dengan bahan bakar Solar 51 #2 menghasilkan CO₂ yang terendah.

Nilai emisi karbon monoksida dari kendaraan diesel ditunjukkan dalam Gambar 5. Nilai emisi

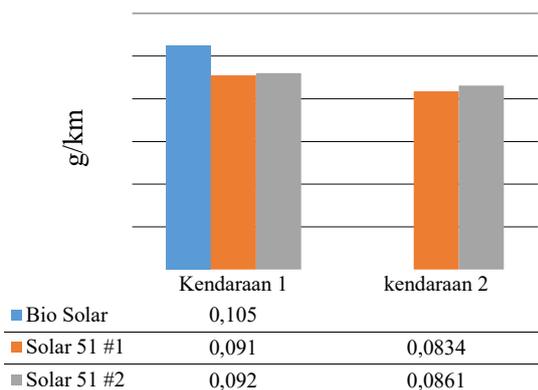
karbon monoksida yang dihasilkan dari kendaraan uji kendaraan 1 menghasilkan angka yang lebih tinggi daripada kendaraan 2. Nilai emisi kendaraan 1 yang tertinggi dihasilkan dari penggunaan biosolar, disusul dengan Solar 51 #1 dan Solar 51 #2.



Gambar 4. Emisi CO₂ kendaraan uji bermesin diesel



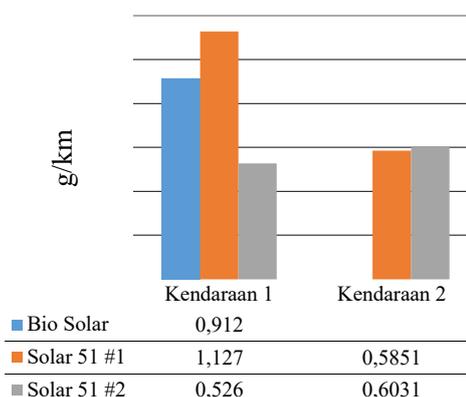
Gambar 5. Emisi CO kendaraan uji bermesin diesel



Gambar 6. Emisi HC kendaraan uji bermesin diesel

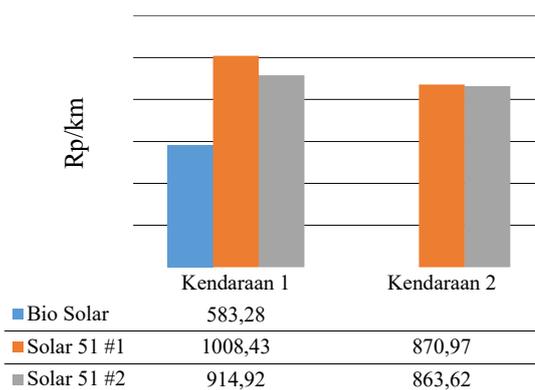
Nilai emisi karbon monoksida dari kendaraan dengan berbagai bahan bakar uji ditunjukkan dalam Gambar 6. Secara umum, nilai emisi HC pada kendaraan 1 memperlihatkan nilai yang lebih tinggi daripada kendaraan 2. Angka tertinggi pada kendaraan 1 dihasilkan pada penggunaan dengan biosolar. Nilai HC ini diduga diakibatkan oleh campuran bahan bakar/udara yang kaya atau proses pengkambutan dalam injeksi yang tidak sempurna.

Nilai emisi karbon monoksida dari kendaraan dengan berbagai bahan bakar uji ditunjukkan dalam Gambar 7. Emisi NO_x dihasilkan pada pembakaran dengan suhu tinggi. Jika dibandingkan antara kedua mobil, kendaraan 1 cenderung menghasilkan nilai emisi yang lebih tinggi dibandingkan kendaraan 2. Nilai yang tertinggi dihasilkan dari Solar 51 #1, disusul biosolar dan Solar 51 #2. Perbedaan antara Solar 51 #1 dengan Solar 51 #2 pada kendaraan 2 menghasilkan perbedaan yang tipis.



Gambar 7. Emisi NO_x kendaraan uji bermesin diesel

Perhitungan juga dilakukan untuk biaya bahan bakar yang dikeluarkan untuk kendaraan uji bermesin diesel. Gambar 8 menunjukkan biaya bahan bakar kendaraan uji per kilometer. Perhitungan untuk meninjau *fuel economy* dari sisi biaya bahan bakar dilakukan dengan acuan harga bahan bakar berdasarkan harga satuan per liter, yaitu biosolar Rp 6.900, solar 51 #1 Rp 11.600 dan solar 51 #2 Rp 11.300. Hasil perhitungan tersebut ditampilkan dalam grafik pada gambar 8.



Gambar 8. Biaya bahan bakar per km pada kendaraan diesel

Penggunaan biosolar pada kendaraan 1 memberikan biaya yang jauh lebih rendah dibanding Solar 51 #1 dan Solar 51 #2. Hal ini terjadi mengingat harga bahan bakar yang jauh lebih murah. Solar 51 #1 dengan harga yang tertinggi dan tingkat *fuel economy* yang lebih tinggi dari Solar 51 #2 menghasilkan biaya per kilometer yang tertinggi. Pada

kendaraan 2, biaya bahan bakar untuk Solar 51 #1 dan Solar 51 #2 tidak menghasilkan perbedaan yang signifikan. Biaya yang lebih tinggi diberikan oleh Solar 51 #1.

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari kajian *fuel economy* ini adalah:

- Penggunaan bahan bakar dengan angka cetane yang lebih tinggi, mampu menghasilkan nilai emisi yang lebih rendah pada parameter CO₂, CO, HC dan NO_x
- Pada bahan bakar mesin diesel dengan angka cetane tinggi pula akan dihasilkan konsumsi bahan bakar yang lebih irit.
- Jika dilihat dari nilai ekonomis yaitu berapa biaya yang dikeluarkan tiap satuan liter, bahan bakar biosolar mempunyai nilai yang paling ekonomis karena harganya yang relatif lebih murah walau konsumsi bahan bakar tidak terlalu irit.

Daftar pustaka

- [1] Standar uji UN ECE R101
- [2] Peraturan pemerintah No. 41 Tahun 1999: Pengendalian pencemaran udara
- [3] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 141 Tahun 2003: Ambang batas emisi gas buang tipe baru dan kendaraan bermotor yang sedang diproduksi
- [4] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 141 Tahun 2009: Ambang batas emisi gas buang tipe baru
- [5] Standar uji UN ECE R83-05
- [6] Biatna D.T, Ary Budi M, Utari A. (2013). Ketersediaan SNI dan lembaga penilaian kesesuaian serta kesiapan industri sektor otomotif menghadapi regulasi UN ECE. Jurnal Standardisasi volume 16 nomor 3. Hal 235-246
- [7] Piotr Bielaczyc, Andrzej Szczocka. (2007). *Analysis of uncertainty of the emission measurement of gaseous pollutants on chassis dynamometer*. SAE 2007-01-1324
- [8] ECER83-04 (2000): *Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the emission of pollutants according to engine fuel requirements*.
- [9] ISO/IEC 17025 first edition (1999) *General Requirements for the Competence of Testing and Calibration laboratories International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology*, 1993.

[10] SNI-19-17025 (2000) *Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Penguji dan Kalibrasi*.

[11] APLAC TC 004, (2001) *Method of Stating Test Results and Compliance with Specification*.