

# RSNI3

RSNI3 ISO 384:2015  
(Ditetapkan oleh BSN Tahun 202X)

Rancangan Standar Nasional Indonesia 3

---

## **Peralatan laboratorium berbahan gelas dan plastik - Prinsip desain dan konstruksi instrumen volumetrik**

*Laboratory glass and plastics ware — Principles of design  
and construction of volumetric instruments*

(ISO 384:2015, IDT)



## Daftar isi

Daftar isi .....	i
Prakata .....	ii
1 Ruang lingkup .....	2
2 Acuan normatif .....	2
3 Istilah dan definisi .....	2
4 Satuan volume dan temperatur acuan .....	2
5 Akurasi volumetrik .....	4
6 Metode kalibrasi dan penggunaan .....	6
7 Konstruksi .....	6
8 Dimensi linear .....	10
9 Garis graduasi .....	10
10 Skala .....	12
11 Gambar garis graduasi .....	18
12 Penandaan .....	20
13 Visibilitas garis graduasi, angka dan inskripsi .....	22
Lampiran A (normatif) Kesalahan maksimum yang diperbolehkan terkait dengan diameter dalam pada meniskus .....	24
Bibliografi .....	30
Gambar 1 – Panjang dan urutan garis graduasi .....	16
Gambar 2 – Posisi garis graduasi .....	18
Tabel A. 1 – Diameter dalam maksimum tabung pada garis graduasi untuk instrumen volumetrik kelas A dan kelas AS, sesuai dengan kesalahan maksimum yang diperbolehkan yang dipilih .....	26

## **Prakata**

SNI ISO 384: 2015, *Peralatan laboratorium berbahan gelas dan plastik - Prinsip desain dan konstruksi instrumen volumetrik*, merupakan standar yang disusun dengan jalur adopsi identik dari ISO 384: 2015, *Laboratory glass and plastics ware - Principles of design and construction of volumetric instruments* dengan metode terjemahan dua bahasa yang ditetapkan oleh BSN pada tahun 202X.

Standar ini menggantikan SNI ISO 384:2015, *Peralatan gelas dan plastik untuk laboratorium - Prinsip desain dan konstruksi instrumen volumetrik*, yang disusun dengan metode adopsi *republication-reprint* dan ditetapkan oleh BSN Tahun 2019.

Dalam Standar ini istilah "*this document*" pada standar ISO 384: 2015 yang diadopsi diganti dengan "*this Standard*" dan diterjemahkan menjadi "Standar ini".

Terdapat standar yang dijadikan sebagai acuan normatif dalam Standar ini telah diadopsi menjadi SNI, yaitu:

- ISO 4787, *Laboratory glassware — Volumetric instruments — Methods for testing of capacity and for use*, telah diadopsi dengan tingkat keselarasan identik menjadi SNI ISO 4787:2021, *Gelas laboratorium dan barang plastik — Instrumen volumetrik — Metode pengujian kapasitas dan penggunaan*.
- ISO/IEC Guide 99, *International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM)*, telah diadopsi dengan tingkat keselarasan identik menjadi SNI ISO Guide 99:2016, *Kosakata internasional metrologi - Konsep dasar dan umum serta istilah*).

Standar ini disusun oleh Komite Teknis 11-08, Prasarana Laboratorium Biologi dan Kimia. Standar ini telah dibahas dalam rapat teknis dan disepakati dalam rapat konsensus di Jakarta melalui telekonferensi pada tanggal 7 Agustus 2024. Hadir dalam rapat tersebut wakil dari pemerintah, pelaku usaha, konsumen, dan pakar. Standar ini telah melalui tahap jajak pendapat pada tanggal .....2024 sampai dengan .....2024 dengan hasil akhir disetujui menjadi SNI.

Apabila pengguna menemukan keraguan dalam standar ini maka disarankan untuk melihat standar aslinya yaitu ISO 384: 2015 dan/atau dokumen terkait lain yang menyertainya.

Perlu diperhatikan bahwa kemungkinan beberapa unsur dari Standar ini dapat berupa hak kekayaan intelektual (HAKI). Namun selama proses perumusan SNI, Badan Standardisasi Nasional telah memperhatikan penyelesaian terhadap kemungkinan adanya HAKI terkait substansi SNI. Apabila setelah penetapan SNI masih terdapat permasalahan terkait HAKI, Badan Standardisasi Nasional tidak bertanggung jawab mengenai bukti, validitas, dan ruang lingkup dari HAKI tersebut.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan untuk memastikan bahwa penyajian SNI dengan metode dua bahasa dapat menampilkan bahasa Indonesia pada halaman genap dan bahasa Inggris pada halaman ganjil.”**

## Peralatan laboratorium berbahan gelas dan plastik - Prinsip desain dan konstruksi instrumen volumetrik

### 1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan prinsip desain instrumen volumetrik yang dibuat dari gelas atau plastik untuk penggunaan paling handal dan nyaman pada derajat akurasi yang dimaksudkan.

### 2 Acuan normatif

Dokumen acuan berikut sangat diperlukan untuk penerapan Standar ini. Untuk acuan bertanggal, hanya edisi yang disebutkan yang berlaku. Untuk acuan tidak bertanggal, berlaku edisi terakhir dari dokumen acuan tersebut (termasuk seluruh perubahan/amendemennya).

ISO 383, *Laboratory glassware - Interchangeable conical ground joints*

ISO 4787, *Laboratory glassware - Volumetric instruments - Methods for testing of capacity and for use*

ISO/IEC Guide 99, *International vocabulary of metrology - Basic and general concepts and associated terms (VIM)*

### 3 Istilah dan definisi

Untuk keperluan Standar ini, istilah dan definisi yang ditetapkan dalam ISO/IEC Guide 99 berlaku.

### 4 Satuan volume dan temperatur acuan

#### 4.1 Satuan volume

Satuan volume harus mililiter (ml), ekuivalen dengan satu sentimeter kubik (cm<sup>3</sup>).

#### 4.2 Temperatur acuan

Temperatur acuan standar, yaitu temperatur saat instrumen volumetrik mengisi atau mengeluarkan isinya (kapasitas), harus 20 °C.

Jika instrumen volumetrik dipersyaratkan untuk penggunaan oleh suatu negara yang telah mengadopsi suatu temperatur acuan standar 27 °C, maka harus diganti dengan 20 °C.

**CATATAN** Kapasitas instrumen volumetrik bervariasi sesuai dengan perubahan temperatur. Instrumen volumetrik yang telah dikondisikan pada temperatur 20 °C, tetapi digunakan pada 27 °C atau sebaliknya, akan menunjukkan kesalahan tambahan 0,007% jika terbuat dari gelas borosilikat yang memiliki koefisien ekspansi termal kubik  $9,9 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , dan 0,02% jika terbuat dari gelas *soda-lime* yang memiliki koefisien ekspansi termal kubik  $27 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ . Kesalahan ini lebih rendah dari batas kesalahan sebagian besar instrumen volumetrik. Oleh karena itu, temperatur acuan tidak begitu penting dalam penggunaan praktis ketika terkait dengan peralatan gelas.

Error! Reference source not found.

## 1 Scope

This Standard sets out principles for the design of volumetric instruments manufactured from glass or from plastics in order to facilitate the most reliable and convenient use to the intended degree of accuracy.

## 2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

ISO 383, *Laboratory glassware — Interchangeable conical ground joints*

ISO 4787, *Laboratory glassware — Volumetric instruments — Methods for testing of capacity and for use*

ISO/IEC Guide 99, *International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM)*

## 3 Terms and definitions

For the purposes of this Standard, the terms and definitions given in ISO/IEC Guide 99 apply.

## 4 Unit of volume and reference temperature

### 4.1 Unit of volume

The unit of volume shall be the millilitre (ml), which is equivalent to one cubic centimetre (cm<sup>3</sup>).

### 4.2 Reference temperature

The standard reference temperature, i.e. the temperature at which the volumetric instrument is intended to contain or deliver its volume (capacity), shall be 20 °C.

When the volumetric instrument is required for use in a country which has adopted a standard reference temperature of 27 °C, this figure shall be substituted for 20 °C.

**NOTE** The capacity of volumetric instruments varies with change of temperature. A volumetric instrument which was adjusted at 20 °C, but used at 27 °C or vice versa, would show an extra error of only 0,007% if it is made of borosilicate glass having a coefficient of cubic thermal expansion of  $9,9 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  and of 0,02% if it is made of soda-lime glass having a coefficient of cubic thermal expansion of  $27 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ . These errors are smaller than the limits of error for most volumetric instruments. It follows, therefore, that the reference temperature is of minor importance in practical use when dealing with glassware.

Akan tetapi, pada saat melakukan kalibrasi, temperatur acuan harus diacu, khususnya jika menggunakan peralatan volumetrik plastik.

## 5 Akurasi volumetrik

5.1 Akurasi terdiri atas dua kelas:

- tingkat tinggi harus ditandai sebagai “kelas A” atau “kelas AS”;
- tingkat rendah harus ditandai sebagai “kelas B”.

5.2 Kesalahan maksimum yang diperbolehkan untuk setiap jenis instrumen volumetrik harus ditetapkan dan disesuaikan dengan metode, tujuan penggunaan, dan kelas akurasi.

5.3 Nilai numerik kesalahan maksimum yang diperbolehkan untuk instrumen volumetrik untuk penggunaan umum harus lebih dipilih dari seri 10 - 12 - 15 - 20 - 25 - 30 - 40 - 50 - 60 - 80 atau kelipatan desimalnya yang sesuai.

**CATATAN** Seri angka ini telah diadopsi karena sub kelipatan desimal dari beberapa angka tidak bulat, sebagai contoh 31,5 akan tampak menyiratkan derajat presisi yang tidak dimaksudkan dan tidak dapat diukur dalam praktiknya.

5.4 Kesalahan maksimum yang diperbolehkan yang ditetapkan untuk satu seri ukuran instrumen volumetrik sebaiknya menunjukkan peningkatan yang seragam sesuai dengan kapasitasnya.

5.5 Kesalahan maksimum yang diperbolehkan untuk kelas B, sebaiknya secara umum kira-kira dua kali dari yang diperbolehkan untuk kelas A atau AS.

5.6 Untuk instrumen volumetrik yang memiliki skala, kesalahan maksimum yang diperbolehkan untuk kedua kelas akurasi harus tidak boleh melewati volume yang ekuivalen (lihat Lampiran A) dari bagian skala terkecil.

5.7 Kesalahan maksimum yang diperbolehkan (*maximum permissible error*, MPE) untuk kelas A atau AS bergantung pada diameter dalam  $D$  garis graduasi yang terkait (dalam satuan milimeter) dan harus tidak boleh lebih kecil dari yang dihasilkan menggunakan Rumus (1):

$$MPE \geq \frac{\pi}{4} D^2 (0,4 + 0,01D) \quad (1)$$

Batas kelas B yang sesuai harus diturunkan sesuai dengan 5.5.

**CATATAN** Rumus diatas berlaku untuk instrumen volumetrik yang paling umum yang memiliki penampang melintang lingkaran, akan tetapi dapat juga diterapkan untuk penampang melintang non-lingkaran. Lihat lampiran A.

5.8 Selain 5.7, kesalahan maksimum yang diperbolehkan, yang ditetapkan untuk setiap instrumen volumetrik yang dirancang untuk mengeluarkan, juga harus tidak kurang dari empat kali standar deviasi yang ditentukan secara eksperimental oleh operator berpengalaman, dari sedikitnya 10 penentuan kapasitas, yang dilakukan secara berturut-turut, yang dikeluarkan pada instrumen volumetrik yang sama, dilakukan secara ketat sesuai dengan metode yang ditentukan untuk instrumen volumetrik ini dalam ISO 4787.

However, when performing calibrations, it is important to refer to the reference temperature, especially when considering volumetric plastic ware.



## 5 Volumetric accuracy

5.1 There are two classes of accuracy:

- the higher grade shall be designated “class A” or “class AS”;
- the lower grade shall be designated “class B”.

5.2 The maximum permissible error shall be specified for each type of volumetric instrument in regard to the method and purpose of use and the class of accuracy.

5.3 The numerical values of maximum permissible error for volumetric instruments for general purposes shall be preferably chosen from the series 10 – 12 – 15 – 20 – 25 – 30 – 40 – 50 – 60 – 80, or a suitable decimal multiple thereof.

**NOTE** This series of preferred numbers has been adopted because decimal sub-multiples of some of the unrounded numbers, for example 31,5, would appear to imply a degree of precision which is not intended and which could not be measured in practice.

5.4 The maximum permissible error specified for a series of sizes of a volumetric instrument should provide a reasonably uniform progression in relation to capacity.

5.5 The maximum permissible error permitted for class B should, in general, be approximately twice as permitted for class A or AS.

5.6 For volumetric instruments having a scale, the maximum permissible error for either class of accuracy shall not exceed the volume equivalent (see Annex A) of the smallest scale division.

5.7 The maximum permissible error MPE for class A or AS depends on the internal diameter  $D$  (in millimetres) at the related graduation line and shall not be smaller than derived by Formula (1):

$$\text{MPE} \geq \frac{\pi}{4} D^2 (0,4 + 0,01 D) \quad (1)$$

The corresponding class B limit shall be derived in accordance with 5.5.

**NOTE** The above formula applies for the most common volumetric instruments which have a circular cross-section, but may be transferred to non-circular cross-sections as well. See Annex A.

5.8 In addition to 5.7, the maximum permissible error specified for any volumetric instrument designed to deliver shall also be not less than four times the standard deviation determined experimentally by an experienced operator from a series of at least 10 consecutive determinations of delivered capacity on the same volumetric instrument, carried out strictly in accordance with the method specified for this volumetric instrument in ISO 4787.

## 6 Metode kalibrasi dan penggunaan

Metode kalibrasi dan penggunaan setiap jenis instrumen volumetrik dijelaskan secara luas dalam ISO 4787.

Prosedur umum didasarkan pada penentuan gravimetri volume air, baik yang ada di dalam atau dikeluarkan oleh instrumen volumetrik yang diujikan. Volume air tersebut dihitung dari massanya dengan mempertimbangan daya apung udara dan densitas air.

Instrumen volumetrik yang terbuat dari plastik sebaiknya lebih sering dikalibrasi daripada instrumen gelas, karena stabilitas jangka panjang instrumen plastik lebih rendah.

## **7 Konstruksi**

### **7.1 Bahan**

Instrumen volumetrik harus terbuat dari gelas atau plastik dengan sifat kimia dan termal yang sesuai. Instrumen, sedapat mungkin, harus bebas dari cacat yang dapat dilihat serta bebas dari tekanan internal.

### **7.2 Ketebalan dinding**

Instrumen volumetrik harus memiliki konstruksi yang cukup kuat sehingga dapat menahan penggunaan yang biasa di laboratorium dan ketebalan dinding harus tidak boleh menunjukkan penyimpangan keseragaman.

### **7.3 Bentuk**

Semua instrumen volumetrik harus memiliki bentuk yang memudahkan penggunaannya, dan akan lebih disukai penampang melintang yang berbentuk lingkaran.

### **7.4 Kapasitas**

**7.4.1** Nilai numerik kapasitas instrumen volumetrik untuk penggunaan umum sebaiknya dipilih dari seri 10 - 20 - 25 - 50, atau kelipatan atau sub-kelipatan desimal.

Kapasitas instrumen volumetrik untuk aplikasi khusus dapat memiliki nilai yang berbeda; misalnya pipet dengan kapasitas 3 ml hingga 9 ml.

**7.4.2** Nilai numerik volume yang ekuivalen dengan bagian terkecil pada instrumen volumetrik yang memiliki skala harus dipilih dari seri 1 - 2 - 5, atau kelipatan atau sub-kelipatan desimal.

**7.4.3** Dalam hal suatu instrumen volumetrik untuk penggunaan khusus yang diberi skala untuk pembacaan kapasitas secara langsung jika digunakan pada cairan selain air, spesifikasi sebaiknya menunjukkan kapasitas terkait ketika menggunakan air murni, sehingga kasus yang terakhir dapat digunakan untuk kalibrasi.

## **6 Methods of calibration and use**

The method of calibration and use for each type of volumetric instrument is extensively described in ISO 4787.

The general procedure is based upon a gravimetric determination of the volume of water, either contained in or delivered by the volumetric instrument under test. This volume of water is calculated from its mass under consideration of air buoyancy and water density.

Volumetric instruments manufactured from plastics should be considered to be calibrated more often than glass instruments, because of the lower long-term stability of plastic instruments.

## **7 Construction**

### **7.1 Material**

Volumetric instruments shall be constructed of glass or plastic of suitable chemical and thermal properties. They shall be as free as possible from visible defects and shall be reasonably free from internal stress.

### **7.2 Wall thickness**

The volumetric instruments shall be sufficiently robust in construction to withstand usual laboratory usage and the wall thickness shall show no gross departure from uniformity.

### **7.3 Shape**

All volumetric instruments shall be of a shape which will facilitate the intended use, and should preferably be of circular cross-section.

### **7.4 Capacity**

**7.4.1** The numerical values of capacity of volumetric instruments for general purposes should preferably be chosen from the series 10 – 20 – 25 – 50, or a decimal multiple or sub-multiple thereof.

The capacity of volumetric instruments for special applications may have differing values; there are e.g. pipettes with capacities of 3 ml to 9 ml.

**7.4.2** The numerical value of the volume equivalents of the smallest division on volumetric instruments having a scale shall be chosen from the series 1 – 2 – 5, or a decimal multiple or sub-multiple thereof.

**7.4.3** In the case of a special purpose volumetric instrument which is to be graduated for direct reading of capacity when used with a specific liquid other than water, the specification should preferably indicate the corresponding capacity when used with pure water, so that the latter can be used for calibration.

### **7.5 Stabilitas**

Instrumen volumetrik yang memiliki alas datar harus berdiri secara vertikal tanpa berayun atau berputar jika ditempatkan pada permukaan yang datar dan sumbu bagian yang diukur dari wadah sebaiknya vertikal, kecuali jika ditentukan sebaliknya.

## **7.6 Jet pengeluaran**

**7.6.1** Jet pengeluaran pada bagian ujung bawah instrumen volumetrik sebaiknya memiliki konstruksi yang kuat baik dengan ujung halus dan lancip gradual atau berbentuk kapiler, keduanya tanpa penyempitan tiba-tiba pada lubang yang dapat menimbulkan aliran turbulen.

**7.6.2** Bagian ujung jet harus dirapikan menggunakan salah satu metode yang tercantum di bawah ini dengan urutan prioritas:

- a) permukaan dirapikan menggunakan panas tegak lurus dengan sumbu, kemudian dibubut sedikit miring di bagian luar dan dipoles;
- b) permukaan dibubut secara halus tegak lurus dengan sumbu dan dipoles api (opsional);
- c) potong permukaan tegak lurus dengan sumbu dan dipoles.

Jet gelas yang dirapikan dengan cara dipoles api mengurangi bahaya pecah saat digunakan, tetapi sebaiknya tidak menghasilkan penyempitan mendadak atau tekanan yang tidak seharusnya.

**7.6.3** Jet harus dibuat dari tabung gelas atau dari bahan plastik yang sesuai. Jet lebih disukai membentuk bagian integral dengan instrumen volumetrik. Jika tidak demikian, jet harus diidentifikasi secara jelas untuk menghubungkannya dengan instrumen volumetrik terkait atau, jika cukup, dengan ukuran nominal instrumen volumetrik.

## **7.7 Penutup**

**7.7.1** Penutup gelas sebaiknya dibubut (*ground*) sehingga dapat dipertukarkan, dalam hal ini bagian bubutan harus memenuhi ISO 383. Jika dipasang secara individual, penutup gelas harus dibubut dengan baik untuk mencegah kebocoran, lebih disukai dengan keruncingan kira-kira 1:10.

**7.7.2** Penutup yang berbahan plastik inert yang sesuai dapat menjadi alternatif bahan gelas. Dalam hal ini, soket berbahan gelas atau plastik yang sesuai dengan penutup sebaiknya sesuai dengan ISO 383.

## **7.8 Katup atau alat sejenis**

**7.8.1** Katup dan alat sejenis harus dirancang sedemikian rupa sehingga pengontrolan aliran keluar dapat dilakukan dengan lancar dan tepat dan mencegah tingkat kebocoran yang lebih besar dari yang diperbolehkan pada spesifikasi untuk instrumen volumetrik.

**7.8.2** Katup dan alat sejenis harus dibuat dari bahan gelas atau plastik inert yang sesuai.

**7.8.3** Semua katup yang berbahan gelas harus memiliki kunci dan barel yang dibubut halus dan lebih disukai dengan keruncingan 1:10 serta harus memenuhi spesifikasi nasional atau internasional yang sesuai.

**7.8.4** Barel katup berbahan gelas yang memiliki kunci berbahan plastik harus dipoles bagian dalamnya dan dapat memiliki keruncingan 1:5 atau 1:10.

## **7.5 Stability**

Volumetric instruments provided with a flat base shall stand vertically without rocking or spinning when placed on a level surface and, unless specified otherwise, the axis of the graduated portion of the vessel should be vertical.

## 7.6 Delivery jets

**7.6.1** Delivery jets at the lower end of volumetric instruments should be strongly constructed either with a smooth and gradual taper or a capillary end, both without sudden constriction at the orifice which could give rise to turbulent outflow.

**7.6.2** The end of the jet shall be finished by one of the methods listed below in order of preference:

- a) hot finished square with the axis, slightly bevelled on the outside and polished;
- b) smoothly ground square with the axis and optionally fire-polished;
- c) cut square with the axis and polished.

A fire-polished finish of glass jets reduces the danger of chipping in use, but should not result in sudden constriction or in undue stress.

**7.6.3** The jet shall be made either from glass tubing or from suitable plastics material. It shall preferably form an integral part of the volumetric instrument. Otherwise, the jet shall be clearly identified to link it to the related volumetric instrument or, if sufficient, to the nominal size of the volumetric instrument.

## 7.7 Stoppers

**7.7.1** Glass stoppers should preferably be ground so as to be interchangeable, in which case the ground portions shall comply with ISO 383. If individually fitted, they shall be well ground so as to prevent leakage, preferably with a taper of approximately 1:10.

**7.7.2** Stoppers of a suitably inert plastics material may be permitted as an alternative to glass. In such cases, the glass or plastic socket into which the stopper fits should preferably comply with ISO 383.

## 7.8 Stopcocks or similar devices

**7.8.1** Stopcocks and similar devices shall be designed to permit smooth and precise control of outflow and to prevent a rate of leakage greater than that allowed in the specification for the volumetric instrument.

**7.8.2** Stopcocks and similar devices shall be made from glass or from suitable inert plastics material.

**7.8.3** All-glass stopcocks shall have the key and barrel finely ground preferably to a taper of 1:10 and shall comply with appropriate national or international specifications.

**7.8.4** Glass stopcock barrels to receive plastics keys shall be polished internally and may have a taper of 1:5 or 1:10.

**7.8.5** Komponen katup dapat dipasangkan dengan alat penahan yang sesuai.

## 8 Dimensi linear

8.1 Persyaratan dimensi linear harus ditetapkan untuk semua instrumen volumetrik sedemikian rupa untuk memastikan bahwa:

- instrumen volumetrik sesuai dan memuaskan untuk tujuan penggunaannya;
- dalam serangkaian ukuran instrumen volumetrik, bentuk dan proporsi yang tidak perlu dan tidak konsisten dapat dihindari;
- suatu batasan diterapkan pada diameter dalam maksimum pada garis atau garis-garis graduasi (lihat 5.7 dan Lampiran A). Batasan ini dapat berupa batasan langsung pada diameter dalam atau batasan tidak langsung berupa batasan minimum pada panjang skala;
- persyaratan jarak antar garis graduasi yang ditetapkan pada 10.1.2 tercapai;
- persyaratan stabilitas yang ditetapkan pada 7.5 dapat dicapai.

8.2 Persyaratan dimensi sebaiknya tidak lebih ketat dari yang diperlukan untuk mencapai tujuan yang tercantum dalam 8.1. Dimensi linear harus ditentukan dalam milimeter.

8.3 Untuk memberikan kebebasan maksimum dalam pembuatan, dengan memperhatikan batasan-batasan yang terdapat pada 8.1, dimensi dapat dibagi menjadi dua kategori penting dan diklasifikasikan sebagai "dimensi esensial" dan "dimensi yang direkomendasikan"

8.4 Pada spesifikasi yang menggunakan kedua kategori dimensi tersebut, persyaratan 8.1 c) dan d) harus dimasukkan sebagai dimensi esensial.

8.5 Persyaratan 8.1 b) dalam banyak kasus dapat dipastikan secara memadai oleh dimensi yang direkomendasikan.

8.6 Dimensi esensial harus dinyatakan dalam spesifikasi dengan salah satu cara berikut, gunakan yang paling sesuai:

- angka tertentu dengan toleransi;
- angka maksimum dan minimum;
- angka maksimum atau minimum, jika batas lainnya tidak penting atau dikendalikan oleh faktor lain dalam spesifikasi.

## 9 Garis graduasi

9.1 Garis graduasi dan tanda lingkaran (*ring mark*) harus berupa garis seragam yang bersih dan permanen, dengan ketebalan yang spesifik sebagaimana yang dijelaskan dibawah ini.

9.2 Untuk instrumen volumetrik dengan atau tanpa skala, ketebalan maksimum  $\delta$  garis graduasi harus ditentukan sesuai dengan diameter tabung dalam  $D$  (dalam milimeter):

$$\delta \leq 0,4 \text{ mm untuk diameter tabung dalam } D \leq 40 \text{ mm} \quad (2)$$

dan

$$\delta \leq [(0,4 + 0,01 D^2)] \text{ mm untuk diameter tabung dalam } D > 40 \text{ mm} \quad (3)$$

**CATATAN** Untuk instrumen volumetrik dengan penampang berbentuk non lingkaran, lihat Lampiran A

7.8.5 Stopcock components may be fitted with suitable retaining devices.

## 8 Linear dimensions

**8.1** Linear dimensional requirements shall be specified for all volumetric instruments in such a way as to ensure that:

- a) the volumetric instrument is convenient and satisfactory for its intended use;
- b) in a series of sizes of a volumetric instrument, unnecessary inconsistencies in shape and proportions can be avoided;
- c) a limitation is placed on the maximum inner diameter at the graduation line or lines (see 5.7 and Annex A). This limitation may be a direct limitation on the inner diameter or an indirect one by a minimum limitation on scale length;
- d) the requirement for spacing of graduation lines specified in 10.1.2 is achieved;
- e) the stability requirements of 7.5 can be achieved.

**8.2** Dimensional requirements should not be more restrictive than is necessary to achieve the aims listed in 8.1. Linear dimensions shall be specified in millimetres.

**8.3** In order to permit maximum freedom in manufacture within the restrictions imposed by 8.1, dimensions may be divided into two categories of importance and classified as “essential dimensions” and “recommended dimensions”.

**8.4** In a specification where these two categories of dimensions are used, the requirements of 8.1 c) and d) shall be included as essential dimensions.

**8.5** The requirements of 8.1 b) can in many cases be ensured sufficiently by recommended dimensions.

**8.6** Essential dimensions shall be expressed in specifications by one of the following ways, whichever is the most suitable or convenient:

- a) a specified figure with tolerance;
- b) a maximum and minimum figure;
- c) a maximum or a minimum figure, if the other limit is unimportant or is controlled by other factors in the specification.

## 9 Graduation lines

**9.1** Graduation lines and ringmarks shall be clean, permanent, uniform lines of specified thickness as described below.

**9.2** For volumetric instruments with or without scale, a maximum thickness  $\delta$  of graduation lines shall be specified according to the inner tube diameter  $D$  (in millimetres):

$$\delta \leq 0,4 \text{ mm for inner tube diameters of } D \leq 40 \text{ mm} \quad (2)$$

and

$$\delta \leq [(0,4 + 0,01 D) / 2] \text{ mm for inner tube diameters of } D > 40 \text{ mm} \quad (3)$$

**NOTE** For volumetric instruments with non-circular shaped cross-sections, see Annex A.

**9.3** Pada instrumen volumetrik yang memiliki skala, ketebalan maksimum  $\delta$  garis harus tidak boleh melebihi setengah dari jarak minimum  $h$  antara pusat-pusat garis yang berdekatan:

$$\delta \leq h / 2 \text{ mm} \quad (4)$$

**9.4** Semua garis graduasi harus terletak pada bidang datar di sudut kanan sumbu longitudinal bagian bergraduasi dari instrumen volumetrik. Pada instrumen volumetrik yang dilengkapi dengan alas datar, garis graduasi harus terletak pada bidang yang sejajar dengan alas.

**9.5** Garis graduasi sebaiknya disituasikan tidak kurang dari 5 mm dari setiap perubahan diameter.

**9.6** Pada instrumen volumetrik yang tidak memiliki skala, semua garis graduasi sebaiknya diperpanjang di sekitar keliling instrumen volumetrik, kecuali jika suatu celah, tidak melebihi 10% dari keliling, diperbolehkan. Jika instrumen volumetrik dibatasi arah melihat yang biasa digunakan, celah ini sebaiknya berada di kanan atau kiri dari arah tampilan yang biasa.

## 10 Skala

### 10.1 Jarak antar garis graduasi

**10.1.1** Jarak antar garis graduasi sebaiknya teratur (kecuali dalam kasus khusus di mana skala berada pada bagian kerucut atau bagian yang runcing dari instrumen volumetrik dan terjadi perubahan subbagian).

**10.1.2** Jarak minimum  $h$  antara pusat-pusat garis graduasi yang bersebelahan harus tidak boleh kurang dari:

$$h \geq (0,8 + 0,02 D) \text{ mm} \quad (5)$$

di mana  $D$  adalah diameter bagian dalam tabung dalam milimeter.

**CATATAN** Untuk bagian melintang tidak berbentuk sirkular, lihat Lampiran A.

### 10.2 Panjang garis graduasi (lihat Gambar 2)

#### 10.2.1 Umum

Pada instrumen volumetrik bagian penampang lingkaran yang memiliki skala, panjang garis graduasi harus bervariasi sehingga dapat dibedakan dengan jelas dan harus sesuai dengan ketentuan 10.2.2, 10.2.3 atau 10.2.4.

#### 10.2.2 Pola graduasi I

- Panjang garis pendek sebaiknya kira-kira, tetapi tidak kurang dari, 50% dari keliling instrumen volumetrik.
- Panjang garis sedang sebaiknya kira-kira 65% dari keliling instrumen volumetrik dan sebaiknya memanjang secara simetris pada setiap ujung di luar ujung garis pendek.
- Garis panjang sebaiknya memanjang sempurna disekitar keliling instrumen volumetrik. Celah diperbolehkan, namun tidak melebihi 10% dari keliling (lihat 9.6).

**9.3** On volumetric instruments having a scale, the specified maximum thickness  $\delta$  of lines shall not exceed one-half of the minimum distance  $h$  between the centres of adjacent lines:



$$\delta \leq h/2 \text{ mm} \quad (4)$$

**9.4** All graduation lines shall lie in planes at right angles to the longitudinal axis of the graduated portion of the volumetric instrument. On volumetric instruments provided with a flat base, the graduation lines shall therefore lie in planes parallel to the base.

**9.5** Graduation lines should preferably be situated not less than 5 mm from any change in diameter.

**9.6** On volumetric instruments not having a scale, all graduation lines should extend completely round the circumference of the volumetric instrument, except that a gap, not exceeding 10 % of the circumference, may be permitted. In the case of an volumetric instrument which is restricted as to the usual direction of viewing in use, this gap should be at the right or left of the usual direction of view.

## 10 Scales

### 10.1 Spacing of graduation lines

**10.1.1** There should be no evident irregularity in the spacing of graduation lines (except in special cases where the scale is on a conical or tapered portion of the volumetric instrument and a change of subdivision takes place).

**10.1.2** The minimum distance  $h$  between the centres of adjacent graduation lines shall be not less than:

$$h \geq (0,8 + 0,02 D) \text{ mm} \quad (5)$$

where  $D$  is the inner diameter of the tube in millimetres.

**NOTE** For non-circular cross-sections, see Annex A.

### 10.2 Length of graduation lines (see Figure 2)

#### 10.2.1 General

On volumetric instruments of circular cross-section having a scale, the length of the graduation lines shall be varied so as to be clearly distinguishable and shall be in accordance with the provisions of 10.2.2, 10.2.3 or 10.2.4.

#### 10.2.2 Graduation pattern I

- a) The length of the short lines should be approximately, but not less than, 50 % of the circumference of the volumetric instrument.
- b) The length of the medium lines should be approximately 65 % of the circumference of the volumetric instrument and should extend symmetrically at each end beyond the end of the short lines.
- c) The long lines should extend completely round the circumference of the volumetric instrument, but a gap, not exceeding 10 % of the circumference, may be permitted (see 9.6).

#### 10.2.3 Pola graduasi II

- a) Panjang dari garis pendek sebaiknya tidak kurang dari 10% dan tidak lebih dari 20% dari keliling instrumen volumetrik.
- b) Panjang dari garis sedang sebaiknya kira-kira 1,5 kali panjang garis pendek dan sebaiknya memanjang secara simetris di setiap ujung di luar ujung garis pendek.
- c) Garis panjang sebaiknya memanjang sempurna keliling instrumen volumetrik, celah diperbolehkan, namun tidak melebihi 10% dari keliling, (lihat 9.6).

#### **10.2.4 Pola graduasi III**

- a) Panjang dari garis pendek sebaiknya tidak kurang dari 10% dan tidak lebih dari 20% dari keliling instrumen volumetrik.
- b) Panjang dari garis sedang sebaiknya kira-kira 1,5 kali panjang garis pendek dan sebaiknya memanjang secara simetris di setiap ujung di luar ujung garis pendek.
- c) Panjang dari garis panjang sebaiknya tidak kurang dari dua kali panjang garis pendek dan sebaiknya memanjang secara simetris di setiap ujung di luar ujung garis pendek dan sedang.

#### **10.2.5 Kasus khusus**

Dalam kasus khusus diperlukan skala pada penampang melintang non-lingkaran atau bagian kerucut atau meruncing dari suatu instrumen volumetrik, persyaratan 10.2.2, 10.2.3 atau 10.2.4 sebaiknya dimodifikasi dengan tepat.

### **10.3 Urutan garis graduasi (lihat Gambar 1)**

**10.3.1** Pada instrumen volumetrik dengan volume ekuivalen bagian skala terkecilnya 1 ml (atau kelipatan atau sub-kelipatan desimal):

- a) setiap garis graduasi kesepuluh adalah garis panjang;
- b) terdapat garis sedang diantara dua garis panjang yang berurutan;
- c) terdapat empat garis pendek antara garis sedang dan panjang yang berurutan.

**10.3.2** Pada instrumen volumetrik dengan volume yang ekuivalen dengan bagian skala terkecilnya 2 ml (atau desimal ganda atau sub-kelipatannya):

- a) setiap garis graduasi kelima adalah garis panjang;
- b) terdapat empat garis pendek antara garis sedang dan garis panjang secara berurutan.

**10.3.3** Pada instrumen volumetrik di mana volume yang ekuivalen dengan bagian skala terkecilnya 5 ml (atau desimal ganda atau sub-kelipatannya):

- a) setiap garis graduasi kesepuluh adalah garis panjang;
- b) terdapat empat garis sedang yang berjarak sama antara dua garis panjang yang berurutan;
- c) terdapat satu garis pendek antara dua garis sedang berturut-turut atau antara garis sedang dan garis panjang secara berurutan.

#### **10.2.3 Graduation pattern II**

- a) The length of the short lines should be not less than 10 % and not more than 20 % of the circumference of the volumetric instrument.
- b) The length of the medium lines should be approximately 1,5 times the length of the short lines and should extend symmetrically at each end beyond the end of the short lines.
- c) The long lines should extend completely round the circumference of the volumetric instrument, but a gap, not exceeding 10 % of the circumference, may be permitted (see 9.6).

#### 10.2.4 Graduation pattern III

- a) The length of the short lines should be not less than 10 % and not more than 20 % of the circumference of the volumetric instrument.
- b) The length of the medium lines should be approximately 1,5 times the length of the short lines and should extend symmetrically at each end beyond the ends of the short lines.
- c) The length of the long lines should be not less than twice the length of the short lines and should extend symmetrically at each end beyond the ends of the short and medium lines.

#### 10.2.5 Special cases

In special cases where scales are required on non-circular cross-section or conical or tapered portions of a volumetric instrument, the requirements of 10.2.2, 10.2.3 or 10.2.4 should be appropriately modified.

### 10.3 Sequence of graduation lines (see Figure 1)

**10.3.1** On volumetric instruments in which the volume equivalent of the smallest scale division is 1 ml (or a decimal multiple or sub-multiple thereof):

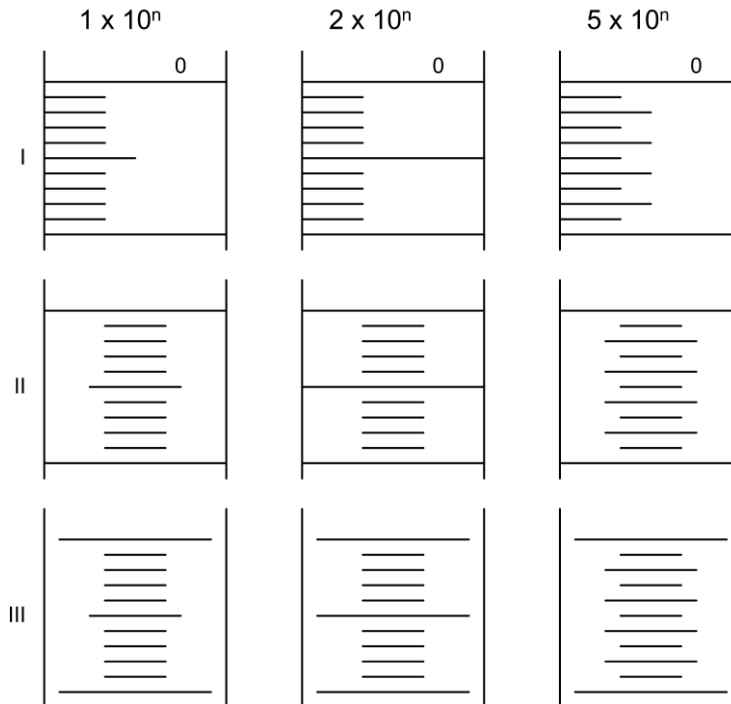
- a) every tenth graduation line is a long line;
- b) there is a medium line midway between two consecutive long lines;
- c) there are four short lines between consecutive medium and long lines.

**10.3.2** On volumetric instruments in which the volume equivalent of the smallest scale division is 2 ml (or a decimal multiple or sub-multiple thereof):

- a) every fifth graduation line is a long line;
- b) there are four short lines between two consecutive long lines.

**10.3.3** On volumetric instruments in which the volume equivalent of the smallest scale division is 5 ml (or a decimal multiple or sub-multiple thereof):

- a) every tenth graduation line is a long line;
- b) there are four medium lines equally spaced between two consecutive long lines;
- c) there is one short line between two consecutive medium lines or between consecutive medium and long lines.



**Keterangan**

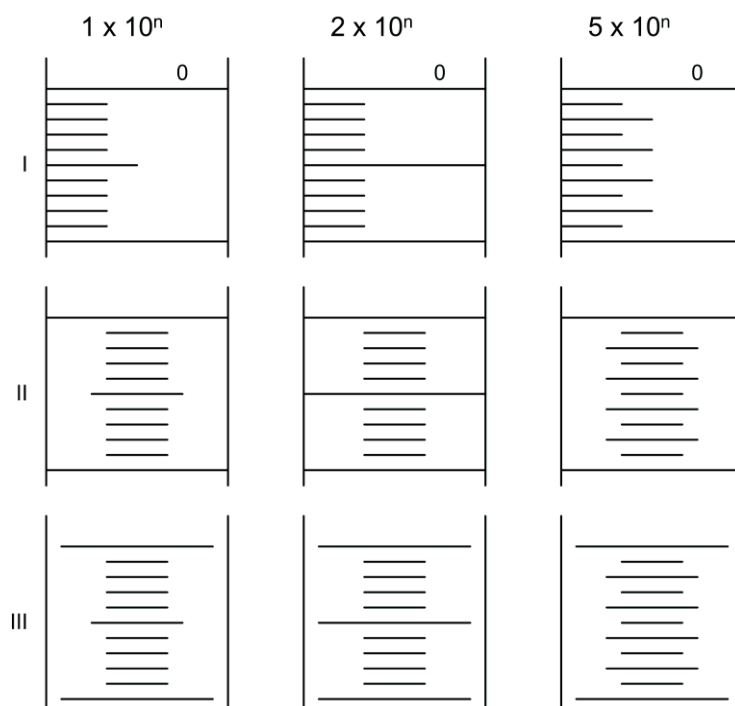
- I Pola graduasi I, lihat 10.2.2
- II Pola graduasi II, lihat 10.2.3
- III Pola graduasi III, lihat 10.2.4

**Gambar 1 – Panjang dan urutan garis graduasi**

**10.4 Posisi garis graduasi (lihat Gambar 2)**

**10.4.1** Pada instrumen volumetrik yang bergraduasi sesuai pola I dengan skala vertikal sesuai 10.2.2, ujung garis graduasi pendek harus terletak pada garis vertikal imajiner pada bagian tengah bawah dari bagian depan instrumen volumetrik, garis itu sendiri cenderung memanjang ke kiri, jika instrumen volumetrik dilihat dari depan pada posisi penggunaan normal.

**10.4.2** Pada instrumen volumetrik yang bergraduasi sesuai pola II atau pola III dengan skala vertikal sesuai dengan 10.2.3 dan 10.2.4, titik tengah garis graduasi pendek dan sedang harus terletak pada garis vertikal imajiner pada bagian tengah bawah dari bagian depan instrumen volumetrik, ketika instrumen volumetrik dilihat dari depan pada posisi penggunaan normal.

**Key**

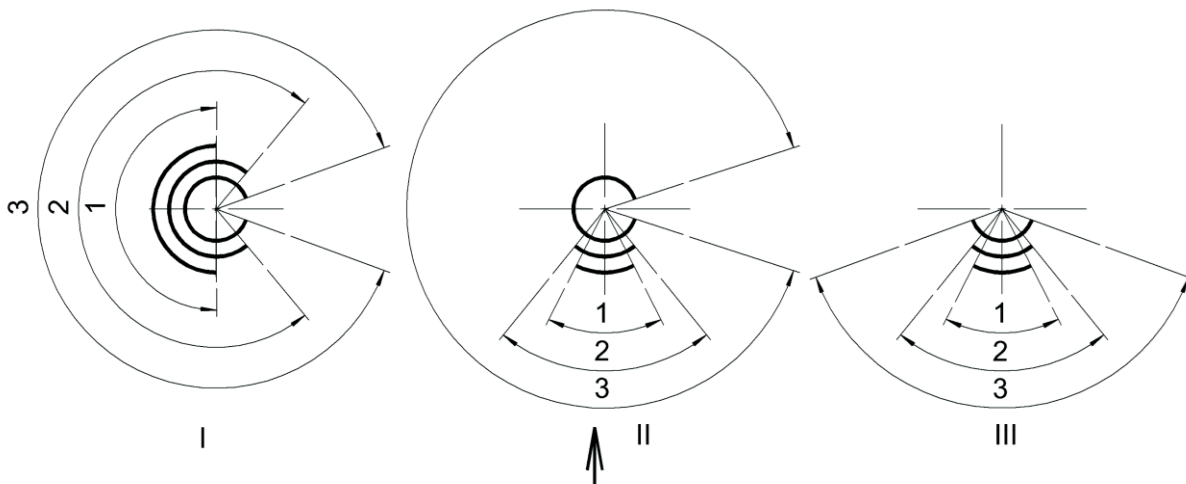
- I Graduation pattern I, see 10.2.2
- II Graduation pattern II, see 10.2.3
- III Graduation pattern III, see 10.2.4

**Figure 1 – Length and sequence of graduation lines**

#### 10.4 Position of graduation lines (see Figure 2)

**10.4.1** On volumetric instruments graduated according to pattern I with vertical scales in accordance with 10.2.2, the ends of the short graduation lines shall lie on an imaginary vertical line down the centre of the front of the volumetric instrument, the lines themselves extending preferably to the left, when the volumetric instrument is viewed from the front in the position of normal use.

**10.4.2** On volumetric instruments graduated according to pattern II or III with vertical scales in accordance with 10.2.3 and 10.2.4, the mid-points of the short and medium graduation lines shall lie on an imaginary vertical line down the centre of the front of the volumetric instrument, when the volumetric instrument is viewed from the front in the position of normal use.



**Keterangan**

I	Pola graduasi I, lihat 10.4.1	1	garis pendek
II	Pola graduasi II, lihat 10.4.2	2	garis sedang
III	Pola graduasi III, lihat 10.4.2	3	garis panjang

**Gambar 2 – Posisi garis graduasi**

**11 Gambar garis graduasi**

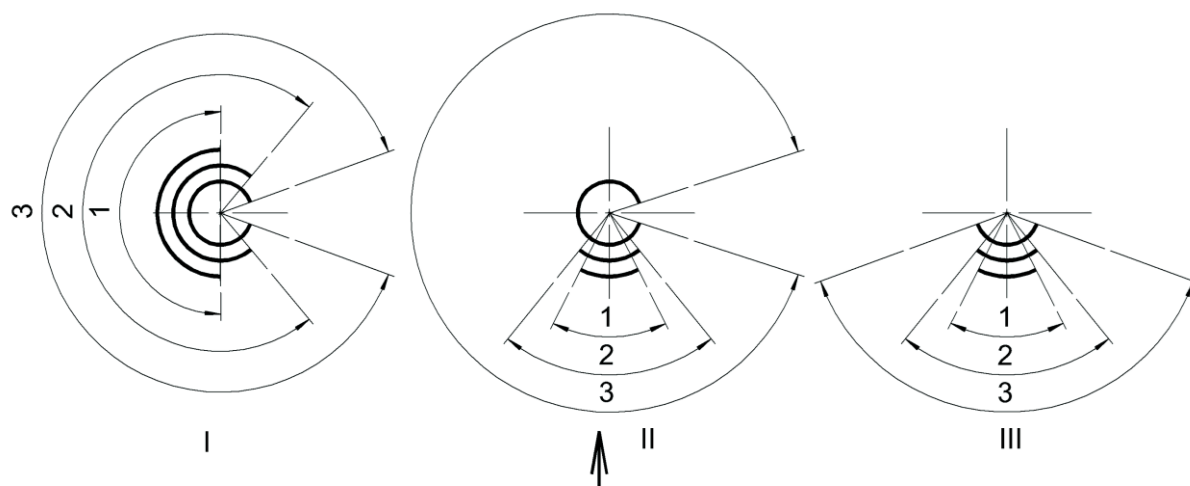
**11.1** Pada instrumen volumetrik dengan satu garis graduasi, angka yang menunjukkan kapasitas nominal dapat disertakan dengan inskripsi lainnya dan tidak harus berdekatan dengan garis graduasi.

**11.2** Pada instrumen volumetrik yang memiliki dua atau tiga garis graduasi, angka yang menunjukkan kapasitas nominal tidak harus berdekatan dengan garis terkait, jika digunakan metode identifikasi yang lebih sesuai, misalnya dalam informasi produk, sertifikat kalibrasi atau katalog yang telah diterbitkan.

**11.3** Pada instrumen volumetrik yang memiliki satu garis graduasi utama dan sejumlah kecil garis tambahan, angka yang menunjukkan kapasitas utama dapat disertakan dengan inskripsi lain seperti pada 11.1 dengan ketentuan bahwa garis graduasi tambahan diidentifikasi dengan tepat.

**11.4** Pada instrumen volumetrik yang memiliki skala:

- a) skala harus digambarkan sedemikian rupa sehingga nilai yang sesuai dengan setiap garis graduasi mudah diidentifikasi;
- b) skala biasanya hanya memiliki satu set gambar;
- c) setidaknya setiap garis kesepuluh harus digambarkan;
- d) gambar harus dibatasi pada garis graduasi yang panjang dan sebaiknya ditempatkan tepat di atas garis graduasi dan sedikit di sebelah kanan garis graduasi yang lebih pendek yang bersebelahan;
- e) jika dalam kasus tertentu perlu untuk menggunakan angka yang berkaitan dengan garis graduasi sedang atau pendek, angka tersebut sebaiknya ditempatkan sedikit di sebelah kanan ujung garis sedemikian rupa sehingga perpanjangan garis akan membagi dua angka tersebut.

**Key**

I	Graduation pattern I, see 10.4.1	1	short line
II	Graduation pattern II, see 10.4.2	2	medium line
III	Graduation pattern III, see 10.4.2	3	long line

**Figure 2 – Position of graduation lines****11 Figuring of graduation lines**

**11.1** On volumetric instruments with one graduation line, the number representing nominal capacity may be included with the other inscriptions and need not be adjacent to the graduation line.

**11.2** On volumetric instruments having two or three graduation lines, the numbers representing nominal capacity need not be adjacent to the lines to which they relate, if a more suitable method of identification is used, e.g. in the product information, the calibration certificate or in published catalogues.

**11.3** On volumetric instruments having one principal graduation line and a small number of subsidiary lines, the number representing the principal capacity may be included with the other inscriptions as in 11.1 provided that the subsidiary graduation lines are suitably identified.

**11.4** On volumetric instruments having a scale:

- the scale shall be so figured as to enable the value corresponding to each graduation line to be readily identified;
- the scale should normally have only one set of figures;
- at least every tenth line shall be figured;
- figures shall be confined to long graduation lines and should be placed immediately above the line and slightly to the right of the adjacent shorter graduation lines;
- where it is necessary in special cases to use a number relating to a medium or short graduation line, the number should be placed slightly to the right of the end of the line in such a way that an extension of the line would bisect it.

Jika digunakan garis panjang yang sesuai dengan 10.2.3 (yaitu tidak memanjang sepenuhnya di sekitar instrumen volumetrik), skema alternatif pengukuran dapat diperbolehkan, di mana gambar ditempatkan sedikit di sebelah kanan ujung garis panjang sedemikian rupa sehingga perpanjangan garis akan membagi dua gambar tersebut.

## 12 Penandaan

**12.1** Inskripsi berikut harus ditandai secara permanen pada setiap instrumen volumetrik:

- angka yang menunjukkan nominal kapasitas (kecuali untuk instrumen volumetrik dengan garis graduasi yang menunjukkan kapasitas);
- lambang "ml" atau lambang "cm<sup>3</sup>" untuk menunjukkan bahwa satuan instrumen volumetrik digraduasi;
- inskrripsi "20 °C" untuk menunjukkan suhu acuan standar; dengan pengecualian, jika suhu acuan adalah 27 ° C, maka nilai ini harus diganti dengan 20 °C;
- tulisan "**In**" untuk menunjukkan bahwa instrumen volumetrik telah disesuaikan untuk **mengisi** kapasitas yang ditunjukkan, atau tulisan "**Ex**" untuk menunjukkan bahwa instrumen volumetrik telah disesuaikan untuk **mengeluarkan** kapasitas yang ditunjukkan;
- inskrripsi "A", "AS" atau "B" untuk menunjukkan kelas akurasi dari instrumen volumetrik yang dimaksudkan;
- pada instrumen volumetrik yang dimaksudkan untuk digunakan dengan waktu tunggu tertentu, maka waktu tunggu tersebut harus tertulis. Sebagai contoh: "**Ex+5 s**";
- nama dan/atau tanda pabrikan dan/atau pemasok.

Disarankan untuk menandai instrumen volumetrik yang sesuai dengan Standar Internasional ISO dengan nomor Standar Internasional ISO tersebut.

**12.2** Jika diperlukan dalam kebutuhan metrologi legal, informasi tambahan berikut harus ditandai pada instrumen volumetrik Kelas "A" atau "AS" untuk tujuan verifikasi atau sertifikasi resmi:

- tanda identifikasi, yang harus diulang pada semua bagian yang dapat dilepas yang dapat mempengaruhi akurasi volumetrik;
- waktu pengeluaran, dalam detik, dapat ditandai pada badan instrumen volumetrik (opsional);
- nama atau formula kimia cairan tertentu, dalam hal instrumen volumetrik dibuat secara khusus untuk pembacaan kapasitas secara langsung ketika digunakan dengan cairan tertentu tersebut selain air;
- kesalahan maksimum yang diperbolehkan untuk instrumen volumetrik, misalnya "± . ml "

**12.3** Inskripsi berikut juga harus ditandai pada instrumen volumetrik di mana diterapkan penggunaannya:

- dalam hal instrumen volumetrik terbuat dari gelas yang memiliki koefisien ekspansi termal (kubik) di luar kisaran  $25 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  hingga  $30 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  (yaitu di luar kisaran dari jenis gelas *soda-lime* yang biasanya), indikasi untuk efek ini, sehingga untuk keperluan sertifikasi koreksi yang tepat dapat dilakukan; persyaratan ini akan dipenuhi oleh nama pabrik dan/atau merek dagang jika bahan dan/atau koefisien ekspansi termal diberikan dalam informasi produk atau diterbitkan dalam katalog yang sesuai;
- dalam hal instrumen volumetrik terbuat dari plastik, indikasi bahan yang merujuk pada faktor ekspansi termal (kubik); persyaratan ini akan dipenuhi oleh nama pabrikan dan/atau merek dagang jika bahan dan/atau koefisien ekspansi termal diberikan dalam informasi produk atau diterbitkan dalam katalog yang sesuai.



Where long lines complying with 10.2.3 are used (i.e. not extending completely round the volumetric instrument), an alternative scheme of figuring may be permitted, in which the figure is placed slightly to the right of the end of the long line in such a way that an extension of the line would bisect it.

## 12 Marking

**12.1** The following inscriptions shall be permanently marked on each volumetric instrument:

- a) a number indicating the nominal capacity (except for volumetric instruments with graduation lines figured to indicate capacity);
- b) the symbol "ml" or the symbol "cm<sup>3</sup>" to indicate the unit in terms of which the volumetric instrument is graduated;
- c) the inscription "20 °C" to indicate the standard reference temperature; where, exceptionally, the reference temperature is 27 °C, this value shall be substituted for 20 °C;
- d) the letters "In" to indicate that the volumetric instrument has been adjusted **to contain** its indicated capacity, or the letters "Ex" to indicate that the volumetric instrument has been adjusted **to deliver** its indicated capacity;
- e) the inscription "A", "AS" or "B" to indicate the class of accuracy to which the volumetric instrument is intended to belong;
- f) on volumetric instruments intended for use with a specified waiting time, the waiting time shall be inscribed. For example: "**Ex+5 s**";
- g) the manufacturer's and/or supplier's name and/or mark.

It is recommended to mark volumetric instruments complying with an ISO International Standard with the number of that ISO International Standard.

**12.2** If required by legal metrology, additional information shall be marked on Class "A" or "AS" volumetric instruments intended for official verification or certification:

- a) an identification mark, which shall be repeated on all removable parts which might affect the volumetric accuracy;
- b) the delivery time, in seconds, may optionally be marked on the volumetric instrument's body;
- c) in the case of a volumetric instrument which has been specially constructed for direct reading of capacity when used with a specific liquid other than water, the name or chemical formula of the liquid in question;
- d) the maximum permissible error applying for the volumetric instrument, for example "± . . ml".

**12.3** The following inscriptions shall also be marked on volumetric instruments to which they apply:

- a) in the case of an volumetric instrument made from a glass having a coefficient of (cubical) thermal expansion outside the range  $25 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  to  $30 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  (i.e. outside the range of the usual types of soda-lime glass), an indication to this effect, so that for certification purposes the appropriate correction may be done; this requirement will be met by the manufacturer's name and/or trade mark if the material and/or coefficient of thermal expansion is given in the product information or is published in corresponding catalogues;
- b) in the case of an volumetric instrument made from plastics an indication to the material which gives reference to the (cubical) thermal expansion factor; this requirement will be met by the manufacturer's name and/or trade mark if the material and/or coefficient of thermal expansion is given in the product information or is published in the corresponding catalogues.

- c) instrumen volumetrik tiup seperti pipet tiup harus dilengkapi dengan pita putih sempit di bawah kode warna. Selain itu, instrument volumetrik tersebut dapat memiliki inskripsi yang menunjukkan bahwa instrumen tersebut untuk tiup (misalnya, "tiup", "*à souffler*" atau yang serupa).

### **13 Visibilitas garis graduasi, angka dan inskripsi**

**13.1** Semua angka dan inskripsi harus berukuran dan berbentuk sedemikian rupa sehingga dapat terbaca dengan jelas dalam kondisi penggunaan yang biasa.

**13.2** Semua garis graduasi, angka dan inskripsi harus terlihat jelas dan permanen.

- c) blow-out volumetric instruments such as blow-out pipettes shall be provided with a narrow white band below any colour coding. Additionally, they may have an inscription indicating that the instrument is for blow-out (for example, "blow-out", "à souffler" or similar).

### **13 Visibility of graduation lines, figures and inscriptions**

**13.1** All figures and inscriptions shall be of such size and form as to be clearly legible under usual conditions of use.

**13.2** All graduation lines, figures and inscriptions shall be clearly visible and permanent.

## Lampiran A (normatif)

### Kesalahan maksimum yang diperbolehkan terkait dengan diameter dalam pada meniskus

Subpasal 5.7 pada Standar ini menetapkan persyaratan bahwa kesalahan maksimum yang diperbolehkan (MPE) untuk setiap instrumen volumetrik kelas A dan kelas AS harus tidak kurang dari yang dihitung dengan pertimbangan diameter dalam pada garis graduasi dengan menggunakan Rumus (1).

MPE untuk instrumen volumetrik yang memiliki garis graduasi, penampang melintang non-lingkaran dihitung dengan persamaan

$$MPE^3 \geq A \times L \quad (A.1)$$

dan dalam hal instrumen volumetrik memiliki garis graduasi, sebuah tabung silinder dengan diameter bagian dalam  $D$  berdasarkan persamaan

$$MPE \geq \frac{\pi}{4} D^2 L \quad (A.2)$$

dengan keterangan sebagai berikut:

MPE	adalah kesalahan maksimum yang diperbolehkan, dalam mikroliter;
A	adalah penampang melintang internal instrumen pada meniskus;
D	adalah diameter internal, dalam milimeter, dari tabung di meniskus;
L	adalah ekuivalen linear MPE, dalam milimeter.

$L$  ekuivalen linear adalah panjang tabung berdiameter  $D$  yang ditempati oleh volume maksimum kesalahan yang diperbolehkan MPE. Ekuivalen linear  $L$  dari MPE tersebut sebaiknya tidak lebih kecil dari kesalahan pembacaan.

Ekuivalen linear

$$L = L_0 + P \quad (A.3)$$

dapat dianggap terdiri atas dua komponen:

- a) nilai minimum dasar  $L_0 = 0,4$  mm yang merupakan batas terendah, bahkan pada tabung berdiameter sangat kecil, yang telah terbukti memuaskan dalam penggunaan normal dan praktis untuk memudahkan pembacaan perubahan volume;
- b) kelonggaran tambahan untuk kesalahan paralaks potensial dalam membaca, yang terkait dengan diameter, dan untuk penggunaan simbol " $P$ ".

Nilai untuk komponen paralaks  $P$  ini dapat diturunkan sebagai berikut. Jika  $\theta$  merupakan sudut antara garis pandang operator ke meniskus dan tangensial bidang horizontal ke meniskus, maka:

$$\tan \theta = \frac{P}{D_e/2} = \frac{H}{d + D_e/2} \quad (A.4)$$

menghasilkan

$$P = \frac{HD_e}{2d + D_e} \quad (A.5)$$

## Annex A (normative)

### Maximum permissible error in relation to the inner diameter at the meniscus

Subclause 5.7 of this Standard specifies a requirement that the maximum permissible error MPE for any volumetric instrument of class A and class AS shall not be less than that calculated under consideration of the inner diameter at the graduation line by means of Formula (1).

The MPE for volumetric instruments having at the graduation line a non-circular cross-section is calculated by the equation

$$\text{MPE} \geq A \times L \quad (\text{A.1})$$

and in case of volumetric instruments having at the graduation line a cylindrical tube with inner diameter  $D$  by the equation

$$\text{MPE} \geq \frac{\pi}{4} D^2 L \quad (\text{A.2})$$

where

- MPE is the maximum permissible error, in microlitres;
- $A$  is the internal cross-section of the instrument at the meniscus;
- $D$  is the internal diameter, in millimetres, of the tube at the meniscus;
- $L$  is the linear equivalent of the MPE, in millimetres.

The linear equivalent  $L$  is the length of tube of diameter  $D$  occupied by the volume of the maximum permissible error MPE. This linear equivalent  $L$  of the MPE should not be smaller than the reading error.

The linear equivalent

$$L = L_0 + P \quad (\text{A.3})$$

can be considered to be made up of two components:

- a) a basic minimum of  $L_0 = 0,4$  mm which is the lowest limit, even on tubes of very small diameter, which has proved to be satisfactory in normal use and practicable for easy reading of volume changes;
- b) an additional allowance for potential parallax error in reading, which is related to the diameter, and for which the symbol " $P$ " is used.

The value for this parallax component  $P$  can be derived as follows. If  $\theta$  is the angle between the operator's sight-line to the meniscus and the horizontal plane tangential to the meniscus, then:

$$\tan \theta = \frac{P}{D_e / 2} = \frac{H}{d + D_e / 2} \quad (\text{A.4})$$

which yields

$$P = \frac{HD_e}{2d + D_e} \quad (\text{A.5})$$

keterangan

- $P$  adalah kesalahan pembacaan, dalam milimeter;
- $d$  adalah jarak mata operator dari skala, dalam milimeter;
- $H$  adalah jarak mata operator di atas atau di bawah tangensial bidang horizontal ke meniskus; dalam milimeter;
- $D_e$  adalah diameter luar tabung, leher atau kolom yang membawa skala; dalam milimeter.

Dari rumus di atas, ekivalen linear  $L$  dapat diturunkan sebagai berikut

$$L \geq L_0 + \frac{H \cdot D_e}{2d + D_e} \tag{A.6}$$

Dan juga kesalahan maksimum yang diperbolehkan sebagai berikut

$$MPE \geq \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot \left( L_0 + \frac{H \cdot D_e}{2d + D_e} \right) \tag{A.7}$$

Dalam penerapan praktis, dengan  $d = 200$  mm dan  $H = 5$  mm dan dimensi tabung mirip dengan ISO 4803, bahwa  $D \gg D_e$  dan tanpa adanya kesalahan signifikan, perkiraan yang baik dapat diberikan terhadap rentang diameter dalam yang ekstrim  $D$  dari 1 mm sampai 100 mm melalui rumus yang telah disederhanakan:

$$L^3 (0,4 + 0,01 D) \tag{A.8}$$

dan

$$MPE \geq \frac{\pi}{4} D^2 (0,4 + 0,01 D) \tag{A.9}$$

Dimana  $L$  dan  $D$  dinyatakan dalam milimeter dan MPE dalam mikroliter.

Untuk rangkaian kesalahan maksimum yang diperbolehkan yang dijelaskan dalam 5.3 pada Standar ini, diameter dalam maksimum yang sesuai pada meniskus yang terdapat pada Tabel A.1 telah dihitung menggunakan Rumus (A.9).

**Tabel A. 1 – Diameter dalam maksimum tabung pada garis graduasi untuk instrumen volumetrik kelas A dan kelas AS, sesuai dengan kesalahan maksimum yang diperbolehkan yang dipilih**

Kesalahan maksimum yang diperbolehkan	Diameter dalam tabung maksimum pada garis graduasi	Kesalahan maksimum yang diperbolehkan	Diameter dalam tabung maksimum pada garis graduasi
$\pm \mu\text{l}$	mm	$\pm \mu\text{l}$	mm
0,1	0,56	80	14
0,2	0,78	100	15
0,3	0,96	120	16
0,4	1,1	150	18
0,5	1,2	200	21
0,6	1,4	250	23
0,8	1,6	300	24
1	1,8	400	27
2	2,5	500	30
3	3,0	600	32

where

$P$  is the error in reading, in millimetres;

$d$  is the distance of the operator's eye from the scale, in millimetres;

$H$  is the distance of the operator's eye above or below the horizontal plane tangential to the meniscus, in millimetres;

$D_e$  is the tube outer diameter, neck or column which carries the scale, in millimetres.

From the above formulae, the linear equivalent  $L$  can be derived as

$$L \geq L_0 + \frac{H \cdot D_e}{2d + D_e} \quad (\text{A.6})$$

as well as the maximum permissible error MPE as

$$\text{MPE} \geq \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot \left( L_0 + \frac{H \cdot D_e}{2d + D_e} \right) \quad (\text{A.7})$$

In practical application with  $d = 200$  mm and  $H = 5$  mm and tube dimensions similar to ISO 4803, it follows that  $D \gg D_e$  and without significant error, a good approximation can be given over the extreme range of inner diameters  $D$  from 1 mm up to 100 mm by the simplified formulae:

$$L \approx (0,4 + 0,01D) \quad (\text{A.8})$$

and

$$\text{MPE} \geq \frac{\pi}{4} D^2 (0,4 + 0,01D) \quad (\text{A.9})$$

where  $L$  and  $D$  are given in millimetres and the MPE in microlitres.

For the series of maximum permissible error specified in 5.3 of this Standard, appropriate maximum inner diameters at the meniscus which are listed in Table A.1 have been calculated by Formula (A.9).

**Table A.1 – Maximum inner diameter of tube at the graduation line appropriate to selected maximum permissible error for volumetric instruments class A and class AS**

Maximum permissible error	Maximum inner tube diameter at the graduation line	Maximum permissible error	Maximum inner tube diameter at the graduation line
$\pm\mu\text{l}$	mm	$\pm\mu\text{l}$	mm
0,1	0,56	80	14
0,2	0,78	100	15
0,3	0,96	120	16
0,4	1,1	150	18
0,5	1,2	200	21
0,6	1,4	250	23
0,8	1,6	300	24
1	1,8	400	27
2	2,5	500	30
3	3,0	600	32

**Tabel A.1 – Diameter dalam maksimum tabung pada garis graduasi untuk instrumen volumetrik kelas A dan kelas AS, sesuai dengan kesalahan maksimum yang diperbolehkan yang dipilih (lanjutan)**

<b>Kesalahan maksimum yang diperbolehkan</b>	<b>Diameter dalam tabung maksimum pada garis graduasi</b>	<b>Kesalahan maksimum yang diperbolehkan</b>	<b>Diameter dalam tabung maksimum pada garis graduasi</b>
$\pm\mu\text{l}$	mm	$\pm\mu\text{l}$	mm
4	3,4	800	36
5	3,8	1 000	40
6	4,2	1 200	43
8	4,8	1 500	47
10	5,3	2 000	52
12	5,8	2 500	57
15	6,4	3 000	61
20	7,3	4 000	68
25	8,1	5 000	75
30	8,7	6 000	80
40	10	8 000	89
50	11	10 000	97
60	12	-	-



**Table A.1 – Maximum inner diameter of tube at the graduation line appropriate to selected maximum permissible error for volumetric instruments class A and class AS (continued)**

Maximum permissible error	Maximum inner tube diameter at the graduation line	Maximum permissible error	Maximum inner tube diameter at the graduation line
$\pm\mu\text{l}$	mm	$\pm\mu\text{l}$	mm
4	3,4	800	36
5	3,8	1 000	40
6	4,2	1 200	43
8	4,8	1 500	47
10	5,3	2 000	52
12	5,8	2 500	57
15	6,4	3 000	61
20	7,3	4 000	68
25	8,1	5 000	75
30	8,7	6 000	80
40	10	8 000	89
50	11	10 000	97
60	12	-	-

## Bibliografi

ISO 4803, *Laboratory glassware — Borosilicate glass tubing*

## **Informasi perumus SNI**

### **[1] Komite Teknis Perumusan SNI**

Komite Teknis 11-08 Prasarana Laboratorium Biologi dan Kimia

### **[2] Susunan keanggotaan Komite Teknis Perumusan SNI**

Ketua : Ahmad Wibisana  
Sekretaris : Suhendar  
Anggota :  
1. Wihatmoko Waskitoaji  
2. Jojor  
3. Erna Hernayati  
4. Rahmat Hidayat  
5. Prasetyawan Yunianto  
6. Cristina Sandjaja  
7. Joddy Arya Laksmono  
8. Oman Zuas  
9. Tom Abbel S  
10. Agus Nurul Iman

### **[3] Konseptor Rancangan SNI**

Jojor

### **[4] Sekretariat pengelola Komite Teknis Perumusan SNI**

Direktorat Pengembangan Standar Agro, Kimia, Kesehatan, dan Penilaian Kesesuaian  
Badan Standardisasi Nasional  
Jl. Kuningan Barat Raya No. 01A, Kuningan, Mampang Prapatan, Jakarta Selatan, DKI  
Jakarta 12710