

## **Kertas dan karton – Cara uji daya tembus udara (rentang medium) – Bagian 5: Metode Gurley**

**Paper and board – Determination of air permeance (medium range)  
– Part 5: Gurley method**

(ISO 5636-5:2013, IDT)

© ISO 2013– All rights reserved

© BSN 2020 untuk kepentingan adopsi standar © ISO menjadi SNI – Semua hak dilindungi

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis BSN

**BSN**

Email: [dokinfo@bsn.go.id](mailto:dokinfo@bsn.go.id)

[www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)

Diterbitkan di Jakarta

## Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata .....	ii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah dan definisi .....	1
4 Prinsip.....	3
5 Peralatan dan bahan .....	3
6 Pengambilan contoh.....	7
7 Pengkondisian .....	7
8 Persiapan contoh uji .....	7
9 Kalibrasi.....	7
10 Prosedur .....	7
11 Perhitungan dan pernyataan hasil .....	9
12 Laporan hasil uji.....	11
Lampiran A (normatif) Pemeriksaan volume – Peralatan Gurley .....	13
Lampiran B (informatif) Variasi peralatan .....	17
Lampiran C (informatif) Data presisi.....	19
Bibliografi.....	23

## Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) ISO 5636-5:2013 dengan judul *Kertas dan karton – Cara uji daya tembus udara (rentang medium) – Bagian 5: metode Gurley* merupakan adopsi identik dari ISO 5636-5:2013, *Paper and board – Determination of air permeance (medium range) – Part 5: Gurley method*, dengan metode terjemahan dua bahasa (bilingual). Standar ini merevisi SNI ISO 5636-5:2011, *Kertas dan karton – Cara uji daya tembus udara dan daya tahan udara (rentang medium) - Bagian 5: metode Gurley*. Revisi ini juga dimaksudkan untuk harmonisasi dengan standar internasional yang berlaku.

Perubahan dibandingkan dengan SNI ISO 5636-5:2011 adalah penambahan data presisi (Lampiran C).

Apabila pengguna menemukan keraguan dalam standar ini maka disarankan untuk melihat standar aslinya, yaitu ISO 5636-5:2013 dan/atau dokumen terkait lain yang menyertainya.

SNI ini disusun sesuai dengan ketentuan yang diberikan dalam:

- Peraturan BSN No. 2 Tahun 2018 tentang Pedoman Adopsi Standar dan Publikasi Internasional menjadi SNI.
- Peraturan Kepala BSN No. 4 Tahun 2016 tentang Pedoman Penulisan Standar Nasional Indonesia.
- Peraturan BSN No. 12 Tahun 2018 tentang Perubahan Atas Peraturan Badan Standardisasi Nasional Nomor 1 Tahun 2018 tentang Pedoman Tata Cara Penomoran Standar Nasional Indonesia.

Pada saat SNI ini dipublikasikan, terdapat standar ISO dalam acuan normatif yang telah diadopsi menjadi Standar Nasional Indonesia (SNI), yaitu:

- ISO 48:2010, *Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of hardness (hardness between 10 IRHD and 100 IRHD)* telah diadopsi secara identik menjadi SNI ISO 48:2012, *Karet, vulkanisat atau termoplastik – Penentuan kekerasan (kekerasan antara 10 IRHD dan 100 IRHD)*
- ISO 186:2002, *Paper and board — Sampling to determine average quality* telah diadopsi secara identik menjadi SNI ISO 186:2015, *Kertas dan karton — Pengambilan contoh untuk menentukan kualitas rata-rata*.
- ISO 187:1990, *Paper, board and pulps — Standard atmosphere for conditioning and testing and procedure for monitoring the atmosphere and conditioning of samples* telah diadopsi secara identik menjadi SNI ISO 187:2011, *Kertas, karton dan pulp — Ruang standar untuk pengkondisian dan pengujian serta prosedur pemantauan ruang dan pengkondisian contoh*.
- ISO 385:2005, *Laboratory glassware — Burettes* telah diadopsi secara identik menjadi SNI ISO 385:2005, *Peralatan gelas laboratorium - Buret*

Standar ini merupakan bagian adopsi dari seri ISO 5636, *Paper and board — Determination of air permeance (medium range)* yang terdiri dari:

- Bagian 1: Metode umum, telah ditarik pada tahun 2016 karena dianggap sudah tidak dipakai.
- Bagian 2: Metode Schopper, telah ditarik pada tahun 2006 karena dianggap sudah tidak dipakai.
- Bagian 3: Metode Bendtsen.
- Bagian 4: Metode Sheffield.
- Bagian 5: Metode Gurley.

- Bagian 6: Metode Oken.

Standar ini disusun oleh Komite Teknis, 85–01 Teknologi Kertas dan telah dikonsensuskan di Cirebon pada tanggal 11 September 2020 yang dihadiri oleh wakil-wakil dari pemerintah, produsen, konsumen, tenaga ahli, pakar di bidang pulp dan kertas, dan institusi terkait lainnya.

SNI ini telah melalui tahap jajak pendapat pada tanggal 16 Oktober 2020 sampai dengan 15 November 2020 dengan hasil akhir disetujui menjadi SNI.

Perlu diperhatikan bahwa kemungkinan beberapa unsur dari dokumen standar ini dapat berupa hak paten. Badan Standardisasi Nasional tidak bertanggung jawab untuk pengidentifikasian salah satu atau seluruh hak paten yang ada.

## Kertas dan karton – Cara uji daya tembus udara (rentang medium) – Bagian 5: Metode Gurley

### 1 Ruang lingkup

SNI ISO 5636 bagian ini menetapkan metode Gurley untuk penentuan daya tembus udara kertas dan karton menggunakan alat uji daya tahan udara, peralatan Gurley.

Standar ini dapat diterapkan pada kertas dan karton yang mempunyai daya tembus udara antara  $0,1 \mu\text{m}/(\text{Pa.s})$  dan  $100 \mu\text{m}/(\text{Pa.s})$  ketika diuji dengan peralatan Gurley.

Standar ini tidak cocok untuk bahan yang permukaannya kasar, yang tidak dapat dijepit dengan baik untuk menghindari kebocoran.

SNI ISO 5636 bagian ini dapat juga digunakan untuk menentukan daya tahan udara kertas dan karton.

### 2 Acuan normatif

Dokumen berikut, secara keseluruhan atau sebagian, diacu secara normatif dalam dokumen ini dan sangat diperlukan untuk penerapannya. Untuk acuan bertanggal, hanya edisi yang dikutip yang berlaku. Untuk acuan tidak bertanggal, edisi terbaru dokumen yang diacu yang berlaku (termasuk amandemennya).

ISO 48, *Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of hardness (hardness between 10 IRHD and 100 IRHD)*

ISO 186, *Paper and board — Sampling to determine average quality*

ISO 187, *Paper, board and pulps — Standard atmosphere for conditioning and testing and procedure for monitoring the atmosphere and conditioning of samples*

ISO 385, *Laboratory glassware — Burettes*

ISO 3104, *Petroleum products — Transparent and opaque liquids — Determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity*

### 3 Istilah dan definisi

Untuk tujuan penggunaan dokumen ini, istilah dan definisi berikut ini berlaku.

#### 3.1

##### daya tembus udara

laju alir udara rata-rata yang melewati satuan luas pada perbedaan satuan tekanan dalam satuan waktu, pada kondisi yang telah ditetapkan

**CATATAN 1 untuk entri** Daya tembus udara dinyatakan dalam mikrometer per pascal detik [ $1 \text{ ml}/(\text{m}^2.\text{Pa.s}) = 1 \mu\text{m}/(\text{Pa.s})$ ].

**CATATAN 2 untuk entri** Sifat ini disebut daya tembus udara, dan bukan permeabilitas udara, karena dilaporkan sebagai sifat lembaran dan tidak distandardisasi terhadap tebal untuk menghasilkan sifat bahan per satuan tebal.

## Paper and board – Determination of air permeance (medium range) – Part 5: Gurley method

### 1 Scope

This part of SNI ISO 5636 specifies the Gurley method for determining the air permeance of paper and board using an air resistance tester, the Gurley apparatus.

It is applicable to papers and boards which have air permeances between 0,1  $\mu\text{m}/(\text{Pa}\cdot\text{s})$  and 100  $\mu\text{m}/(\text{Pa}\cdot\text{s})$  when tested with the Gurley apparatus

It is unsuitable for rough-surfaced materials, which cannot be securely clamped to avoid leakage.

This part of SNI ISO 5636 may also be used to determine the air resistance of paper and board.

### 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 48, *Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of hardness (hardness between 10 IRHD and 100 IRHD)*

ISO 186, *Paper and board — Sampling to determine average quality*

ISO 187, *Paper, board and pulps — Standard atmosphere for conditioning and testing and procedure for monitoring the atmosphere and conditioning of samples*

ISO 385, *Laboratory glassware — Burettes*

ISO 3104, *Petroleum products — Transparent and opaque liquids — Determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity*

### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

#### 3.1

##### **air permeance**

mean air flow rate through unit area under unit pressure difference in unit time, under specified conditions

**NOTE 1 to entry** Air permeance is expressed in micrometres per pascal second [ $1 \text{ ml}/(\text{m}^2\cdot\text{Pa}\cdot\text{s}) = 1 \mu\text{m}/(\text{Pa}\cdot\text{s})$ ].

**NOTE 2 to entry** This property is called air permeance, and not air permeability, because it is reported as a sheet property and is not standardized with respect to thickness to give a material property per unit thickness.

### 3.2

#### daya tahan udara

waktu yang diperlukan oleh udara dengan volume tertentu pada satuan tekanan untuk melewati satuan luas

**CATATAN untuk entri** Daya tahan udara dinyatakan dalam detik per 100 mililiter [s/(100 ml)].

## 4 Prinsip

Udara dikompresi oleh beban dari silinder vertikal yang mengapung dalam suatu cairan. Contoh uji diletakkan bersentuhan dengan udara terkompresi dan silinder turun perlahan saat udara melewati contoh uji. Waktu yang diberikan oleh sejumlah volume udara untuk melewati contoh uji, yaitu daya tahan udara diukur dan dari data ini daya tembus udara dihitung.

## 5 Peralatan dan bahan

**5.1 Peralatan Gurley**, lihat Gambar 1, terdiri dari silinder luar (lihat 5.1.3) yang sebagian diisi dengan fluida penyekat (lihat 5.2) dan sebuah silinder dalam (lihat 5.1.4) yang mempunyai bagian atas terbuka, dapat meluncur dengan bebas pada silinder luar. Tekanan udara, diakibatkan oleh beban dari silinder dalam, yang diterapkan pada contoh uji yang diletakkan di antara pelat penjepit (lihat 5.1.1) dalam sebuah *orifice* melingkar.

**5.1.1 Pelat penjepit** berada di bawah alat uji, dan tabung umpan tengah mengarahkan udara bertekanan ke pelat penjepit. Beberapa versi peralatan ini menggunakan pengaturan pemutar tangan (*jackcrew*) untuk mengencangkan pelat penjepit, yang lain dilengkapi dengan bobot mati 901 g yang memuat lengan tuas dan yang lain menggunakan sistem pneumatik. Gaya penjepitan yang disarankan adalah  $(180 \pm 30)$  N. Mekanisme ini merupakan teknik untuk memberikan beban yang seragam, dan dengan demikian meminimalkan pengaruh operator pada pengujian. Gaya penjepitan yang diatur adalah metode penjepitan yang lebih disukai.

**5.1.2 Gasket karet** yang melekat pada pelat penjepit di sisi yang terkena tekanan udara mencegah kebocoran udara antara permukaan kertas dan pelat penjepit. Gasket terdiri dari bahan tipis, elastis, tahan minyak, non-pengoksidasi, memiliki permukaan yang halus, ketebalan 0,7 mm hingga 1,0 mm dan kekerasan 50 IRHD (*International Rubber Hardness Degrees*) sesuai dengan ISO 48. Diameter dalam gasket adalah sekitar 28,6 mm dan diameter luar sekitar 34,9 mm. Lubang gasket sejajar secara konsentris dengan lubang yang berada pada pelat penjepit. Untuk menyejajarkan dan melindungi gasket dalam penggunaannya, direkatkan ke alur di dalam pelat penjepit. Alur ini konsentris dengan lubang yang ada dalam pelat, mempunyai diameter dalam  $(28,50 \pm 0,15)$  mm dan kedalaman  $(0,45 \pm 0,05)$  mm. Diameter luarnya adalah  $(35,2 \pm 0,1)$  mm untuk kenyamanan dalam memasukan dan memasang gasket. Gasket ketika dipasang di bagian dalam alur konsentris menetapkan luas pengukuran dan harus mempunyai diameter dalam  $(28,6 \pm 0,1)$  mm (luas 642 mm<sup>2</sup>). Gasket sebaiknya diganti secara berkala.

**5.1.3 Silinder luar** dengan tinggi 254 mm dan diameter dalam 82,6 mm. Permukaan dalam mempunyai tiga atau empat garis, tidak kurang dari 190 mm dan panjang tidak lebih dari 245,5 mm, serta luas 2,4 mm persegi atau diameter 2,4 mm, berjarak sama yang bertindak sebagai penuntun silinder dalam.



### 3.2

#### air resistance

time required for a specific volume of air under unit pressure to pass through unit area

**NOTE to entry** Air resistance is expressed in seconds per 100 millilitres [s/(100 ml)].

## 4 Principle

The air is compressed by the weight of a vertical cylinder floating in a liquid. A test piece is in contact with the compressed air and the cylinder falls steadily as air passes through the test piece. The time for a given volume of air to pass through the test piece, i.e. the air resistance is measured and from this the air permeance is calculated.

## 5 Apparatus and materials

**5.1 Gurley apparatus**, see Figure 1, that consists of an outer cylinder (see 5.1.3) partly filled with sealing fluid (see 5.2) and an inner cylinder (see 5.1.4) having an open top, sliding freely in the outer cylinder. Air pressure, provided by the weight of the inner cylinder, is applied to the test piece held between clamping plates (see 5.1.1) in a circular orifice.

**5.1.1 Clamping plates** are at the base of the apparatus, and a central feed tube directs the pressurized air to the clamping plates. Some versions of this apparatus use a hand-tightened capstan (jackscrew) arrangement to tighten the clamping plates together, others are equipped with a dead weight of 901 g loading a lever arm and others use a pneumatic system. The recommended clamping force is  $(180 \pm 30)$  N. This mechanism provides a technique to give uniform loading, and thus minimize the operator influence on the test. Controlled clamping force is the preferred method of clamping the test piece.

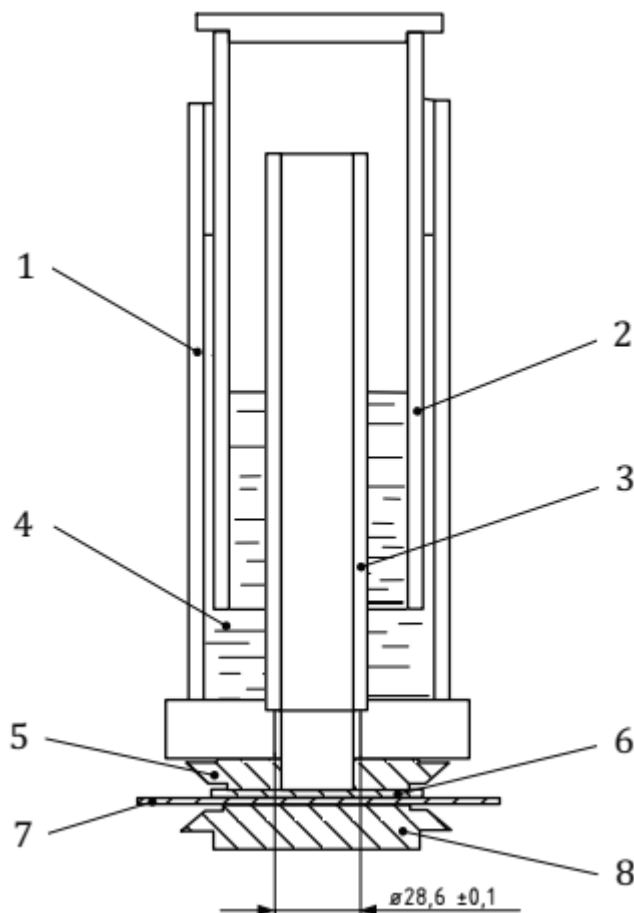
**5.1.2 Rubber gasket** attached to the clamping plate on the side exposed to the air pressure prevents leakage of air between the surface of the paper and the clamping plate. The gasket consists of a thin, elastic, oil-resistant, non-oxidizing material, having a smooth surface, a thickness of 0,7 mm to 1,0 mm and a hardness of 50 IRHD (International Rubber Hardness Degrees) in accordance with ISO 48. The inside diameter of the gasket is about 28,6 mm and the outside diameter is about 34,9 mm. The aperture of the gasket is concentrically aligned with the aperture in the clamping plates. To align and protect the gasket in use, it is cemented to a groove machined in the upper clamping plate. The groove is concentric with the aperture in the opposing plate, has an internal diameter of  $(28,50 \pm 0,15)$  mm and a depth of  $(0,45 \pm 0,05)$  mm. Its outside diameter is  $(35,2 \pm 0,1)$  mm for convenience in inserting and attaching the gasket. The gasket, when mounted inside the concentric groove, defines the measurement area and shall have an inside diameter of  $(28,6 \pm 0,1)$  mm ( $642 \text{ mm}^2$  area). The gasket should be changed at regular intervals.

**5.1.3 Outer cylinder** with a height of 254 mm and an internal diameter of 82,6 mm. The inner surface has three or four bars, not less than 190 mm and not greater than 245,5 mm in length and 2,4 mm square or 2,4 mm diameter, spaced equidistantly to serve as guides for the inner cylinder.

**5.1.4 Silinder dalam**, dengan unit skala 50 ml dan pembacaan skala penuh minimal 300 ml. Silinder dapat memiliki skala 25 ml di antara tanda 0 ml dan 100 ml. Tanda skala mewakili volume sebenarnya dari silinder dalam dan mempunyai keakuratan 3 %. Volume sebenarnya dari silinder dalam dapat diperiksa dengan melakukan prosedur yang diberikan pada Lampiran A. Silinder mempunyai tinggi  $(254,0 \pm 0,5)$  mm, diameter luar  $(76,2 \pm 0,5)$  mm dan diameter dalam sekitar 74 mm sehingga massa silinder adalah  $(567,0 \pm 0,5)$  g.

**5.1.5 Volume** yang dimaksud adalah volume nominal dan secara prinsip sebaiknya ditingkatkan dengan volume fluida, yang dipindahkan oleh dinding silinder dalam selama pengujian. Pada prakteknya, kesalahan ini umum terjadi pada semua instrumen jenis ini, sehingga dapat diabaikan.

dimensi dalam milimeter



**keterangan**

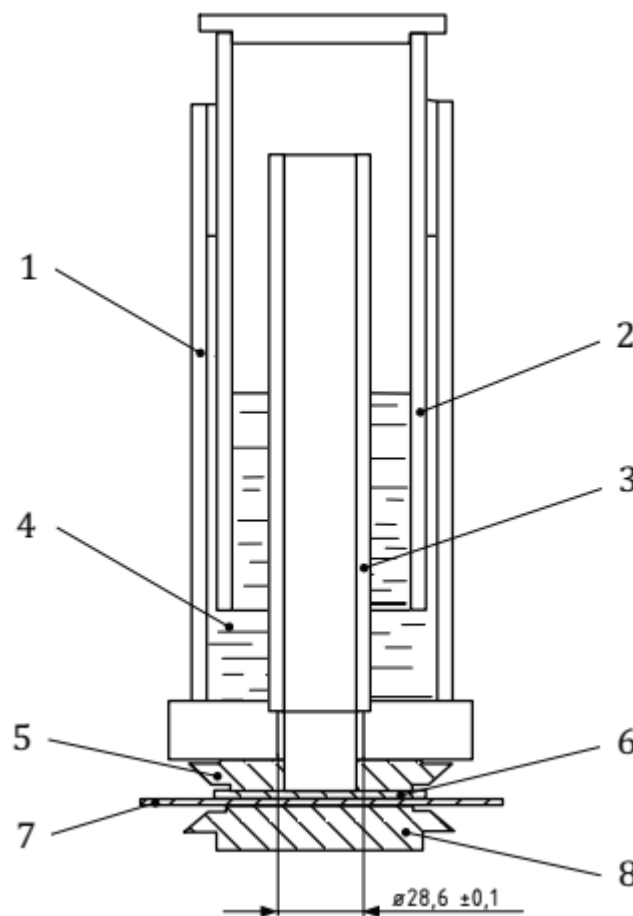
1. silinder luar
2. silinder dalam dengan massa 567 g
3. tabung umpan tengah
4. fluida penyekat
5. pelat penjepit atas
6. gasket karet
7. contoh uji
8. pelat penjepit bawah

**Gambar 1 – Sketsa diagram dari peralatan alat daya tahan udara (Gurley)**

**5.1.4 Inner cylinder**, graduated in units of 50 ml and with a full-scale reading of at least 300 ml. It may have 25 ml graduations between the 0 ml and 100 ml markings. The scale markings represent true volumes enclosed within the inner cylinder and shall be accurate to within 3 %. The exact volume of the inner cylinder may be checked by means of the procedure given in Annex A. The cylinder has a height of  $(254,0 \pm 0,5)$  mm, an external diameter of  $(76,2 \pm 0,5)$  mm and an internal diameter about 74 mm such that the mass of the cylinder assembly is  $(567,0 \pm 0,5)$  g.

**5.1.5 Volumes** referred to are nominal volumes and should, in principle be increased by the volume of fluid displaced by the walls of the inner cylinder during the test. In practice, since this error is common to all instruments of this type, it is ignored.

dimension in millimetres



**key**

1. outer cylinder
2. inner cylinder mass 567 g
3. central feed tube
4. sealing fluid
5. upper clamping plate
6. rubber gasket
7. test piece
8. lower clamping plate

**Figure 1 — Diagrammatic sketch of air resistance (Gurley) apparatus**

**5.2 Fluida penyekat**, minyak mempunyai densitas  $(860 \pm 30) \text{ kg/m}^3$  [ $(0,86 \pm 0,03) \text{ g/cm}^3$ ], viskositas antara 16 cP hingga 19 cP pada 20 °C sesuai dengan ISO 3104, dan titik nyala minimal 135 °C.

**CATATAN** Perubahan spesifikasi viskositas minyak dari sebuah viskositas kinematik dari 10 mm<sup>2</sup>/s ke 13 mm<sup>2</sup>/s pada 38 °C didasarkan pada sifat fisik khas minyak parafin ringan.

**5.3 Peralatan tambahan**, alat pencatat waktu, atau pengukur waktu elektrik yang mempunyai akurasi 0,5 % pada semua tingkatan dan mampu dibaca sampai ketelitian 0,1 s terdekat.

**5.4 Pelat datar tidak-berpori**, berukuran sekitar 100 mm x 100 mm, yang dapat dijepit di antara pelat penjepit untuk memeriksa pembacaan nol.

## 6 Pengambilan contoh

Jika kualitas rata-rata dari suatu induk contoh ditentukan, pengambilan contoh harus dilakukan sesuai dengan ISO 186. Jika pengujian dilakukan untuk tipe contoh yang lain, pastikan contoh uji yang diambil mewakili contoh yang diterima.

## 7 Pengkondisian

Kondisikan contoh sesuai dengan ISO 187.

## 8 Persiapan contoh uji

Siapkan contoh uji dalam ruang kondisi yang sama dengan yang digunakan untuk mengondisikan contoh.

Potong tidak kurang dari 10 contoh uji dan identifikasi kedua sisinya, misalnya sisi 1 dan sisi 2. Area uji harus bebas dari lipatan, kerutan, lubang, tanda air, atau cacat yang tidak melekat pada contoh. Jangan memegang bagian contoh uji yang akan menjadi bagian dari area uji. Ukuran contoh uji yang memadai adalah 100 mm x 100 mm.

Jika daya tembus udara yang diukur pada kedua sisi secara signifikan berbeda dan jika perbedaan ini harus ditampilkan dalam laporan hasil uji, diperlukan 10 pengujian untuk setiap sisi.

## 9 Kalibrasi

Kalibrasi peralatan sesuai dengan instruksi pembuat alat atau sesuai dengan Lampiran A.

## 10 Prosedur

Lakukan pengujian pada kondisi lingkungan yang sama dengan pengkondisian dan persiapan contoh uji.

Pengujian harus dilakukan sesuai dengan instruksi pembuat alat.

Uji minimal 10 contoh uji, lima pada sisi 1 bagian atas dan lima pada sisi 1 bagian bawah.

## SNI ISO 5636-5:2013

**5.2 Sealing fluid**, oil having a density of  $(860 \pm 30) \text{ kg/m}^3$  [ $(0,86 \pm 0,03) \text{ g/cm}^3$ ], a viscosity of 16 cP to 19 cP at 20 °C in accordance with ISO 3104, and a flash point of at least 135 °C.

**NOTE** The change in specification of the oil viscosity from that of a kinematic viscosity of 10 mm<sup>2</sup>/s to 13 mm<sup>2</sup>/s at 38 °C is based on the typical physical properties of lightweight paraffin oils.

**5.3 Ancillary equipment**, stopwatch, or electric timer, accurate to within 0,5 % at all levels and capable of being read to the nearest 0,1 s.

**5.4 Flat non-porous plate**, of approximate dimensions 100 mm x 100 mm, which can be clamped between the clamping plates to check the zero reading

## 6 Sampling

If the mean quality of a lot is to be determined, sampling shall be in accordance with ISO 186. If the tests are made on another type of sample, make sure that the test pieces taken are representative of the sample received.

## 7 Conditioning

Condition the sample in accordance with ISO 187.

## 8 Preparation of test pieces

Prepare the test pieces in the same atmospheric conditions as those used to condition the sample.

Cut not less than 10 test pieces and identify their two sides, for example side 1 and side 2. The test area shall be free from folds, wrinkles, holes, watermarks or defects not inherent to the sample. Do not handle the part of the test piece which will become part of the test area. An adequate test-piece size is 100 mm x 100 mm.

If the air permeances measured on the two sides are significantly different and if this difference is required to be shown in the test report, 10 tests are required for each side.

## 9 Calibration

Calibrate the apparatus according to the instructions of the manufacturer or according to Annex A.

## 10 Procedure

Carry out the test in the same atmospheric conditions used for conditioning and preparation of the test pieces.

Tests shall be performed according to the instructions of the manufacturer.

Test a minimum of 10 test pieces, five with side 1 up and five with side 1 down.

Sangat penting menghindari getaran dari peralatan, karena dapat meningkatkan laju perpindahan udara.

Periksa pembacaan aliran udara yang diperoleh dengan pelat tidak berpori (lihat 5.4) yang dijepit pada pelat penjepit adalah nol.

Untuk kertas dengan kebocoran udara permukaan atau kebocoran melalui lembaran dapat menjadi masalah, gaya penjepitan harus dikontrol untuk memastikan *repeatability*. Gaya penjepitan harus memiliki keterulangan dan diatur pada gaya  $(180 \pm 30)$  N.

Tempatkan contoh uji di antara pelat penjepit dan ukur waktu yang diperlukan, dalam detik, untuk mencapai dua kali secara berturut-turut tanda skala 50 ml pertama agar melewati batas silinder luar. Waktu harus diukur sampai ketelitian 0,1 s terdekat. Ulangi untuk contoh uji berikutnya.

Untuk kertas dan karton yang relatif tidak tembus udara, pembacaan dapat dilakukan pada saat mencapai rentang 50 ml pertama. Pada kertas yang sangat berpori, diperlukan volume udara yang lebih besar. Jika kestabilan gerakan silinder dalam tidak tercapai sebelum tanda nol, pengukuran waktu dapat dimulai pada tanda 50 ml.

Jika pengukuran dilakukan selain volume 100 ml, hitung waktu berdasarkan 100 ml.

## 11 Perhitungan dan pernyataan hasil

### 11.1 Perhitungan daya tembus udara

Hitung daya tembus udara,  $P$ , dalam mikrometer per pascal detik, hingga tiga angka penting, dari Persamaan (1):

$$P = \frac{135,3}{t} \quad (1)$$

Dengan  $t$  adalah waktu rata-rata, dalam detik, untuk mencapai 100 ml udara (yang terukur pada tanda volume silinder).

Persamaan (1) ini berdasarkan pada perbedaan tekanan rata-rata 1,22 kPa, luas pengujian 642 mm<sup>2</sup> dan volume 100 ml udara yang melewati contoh uji diukur pada tekanan ruang.

**CATATAN** Karena prinsip pengujian metode ini, tekanan aktual dalam instrumen menurun seiring penurunan silinder dalam minyak dan volume sesungguhnya yang melewati contoh uji sedikit lebih besar daripada skala volume. Pada prakteknya, karena kesalahan tersebut konsisten dan biasa terjadi pada semua jenis instrumen ini, maka dapat diabaikan.

Jika daya tahan udara diperlukan, harus dilaporkan sebagai “Daya tahan udara (Gurley)” dalam detik yaitu waktu rata-rata,  $t$ . Laporkan nilai daya tahan udara hingga dua angka penting.

Jika diperlukan, hitung daya tembus udara rata-rata tiap sisi secara terpisah. Jika nilai rata-rata dari kedua sisi secara signifikan berbeda (lebih dari 10 %), 10 kali pengujian diperlukan untuk tiap sisi.

### 11.2 Pelaporan hasil

Laporkan daya tembus udara dengan tiga angka penting.

## SNI ISO 5636-5:2013

It is essential to avoid vibration of the apparatus, as this increases the rate of air displacement.

Check that the air flow reading obtained with the non-porous plate (see 5.4) clamped in the clamping plates is zero.

For those papers where surface air leakage or leakage through the sheet may be a problem, the clamping force shall be controlled to ensure repeatability. The clamping force shall be repeatable and set at a force of  $(180 \pm 30)$  N.

Place a test piece between the clamping plates and measure the time required, in seconds, for the first two consecutive 50 ml scale markings to pass the rim of the outer cylinder. The time shall be measured to the nearest 0,1 s. Repeat for the remaining test pieces.

For relatively impermeable papers and boards, the reading may be taken at the end of the first 50 ml interval. With very open or porous papers, a larger volume of air may be timed. If a steady movement of the inner cylinder is not attained before the zero mark is reached, timing may be started at the 50 ml mark.

If a volume other than 100 ml is used, calculate the time-based on 100 ml.

## 11 Calculation and expression of results

### 11.1 Calculation of air permeance

Calculate the air permeance,  $P$ , in micrometres per pascal second, to three significant figures, from Equation (1):

$$P = \frac{135,3}{t} \quad (1)$$

where  $t$  is the mean time, in seconds, for the passage of 100 ml of air (as measured on the volume marks on the cylinder).

Equation (1) is based on a mean pressure difference of 1,22 kPa and a test area of 642 mm<sup>2</sup> and a volume of 100 ml of air passing through the test piece measured at room pressure.

**NOTE** Due to the testing principle of this method, the actual pressure in the instrument decreases as the cylinder descends into the oil and the actual volumes passing through the test piece are slightly greater than the scale volumes. In practice, since these errors are consistent and common to all instruments of this type, they are ignored.

If the air resistance is required, this shall be reported as “Air resistance (Gurley)” in seconds and is the mean time,  $t$ . Report air resistance with two significant figures.

If required, calculate the mean air permeance for each side separately. If the means for the two sides are significantly different (more than 10 %), 10 tests are required for each side.

### 11.2 Reporting the results

Report the air permeance with three significant figures.

Jika daya tembus udara diukur pada dua sisi nilainya secara signifikan berbeda (lebih dari 10 %) dan jika perbedaan ini perlu ditampilkan dalam laporan hasil uji, laporkan nilai rata-rata untuk dua sisi tersebut secara terpisah. Sebaliknya, hitung nilai rata-rata pengukuran untuk kedua sisi.

### 11.3 Simpangan baku dan koefisien variasi

Jika simpangan baku atau koefisien variasi diperlukan menggunakan peralatan Gurley, pertama hitung daya tembus udara untuk contoh uji individu dan simpangan baku atau koefisien variasi.

Jika hasil untuk kedua sisi dilaporkan secara terpisah, hitung simpangan baku atau koefisien variasi untuk kedua sisi secara terpisah.

## 12 Laporan hasil uji

Laporan hasil uji harus mencakup informasi berikut:

- a) acuan ke SNI ISO 5636 bagian ini;
- b) tanggal dan tempat pengujian;
- c) seluruh informasi yang diperlukan untuk identifikasi contoh;
- d) kondisi lingkungan yang digunakan;
- e) jumlah contoh uji yang diuji, sebagaimana ditentukan dalam 10 dan 11.1;
- f) volume terukur, jika berbeda dari 100 ml;
- g) daya tembus udara rata-rata sebagaimana ditentukan dalam 11.2;
- h) jika diperlukan, daya tembus udara sebagaimana ditentukan dalam 11.1;
- i) jika diperlukan, simpangan baku atau koefisien variasi atau nilai tiap sisi, sebagaimana ditentukan dalam 11.3;
- j) setiap penyimpangan dari SNI ISO 5636 bagian ini yang dapat memengaruhi hasil.



## **SNI ISO 5636-5:2013**

If the air permeances measured on the two sides differ significantly (more than 10 %) and if this difference is required to be shown in the test report, report the means for the two sides separately. Otherwise, calculate the mean value of the measurements for the two sides.

### **11.3 Standard deviation and coefficient of variation**

If the standard deviation or coefficient of variation is required using the Gurley apparatus, first calculate the air permeances for the individual test pieces and from it the standard deviation or coefficient of variation.

If the results for the two sides are reported separately, calculate the standard deviations or coefficients of variation for the two sides separately.

## **12 Test report**

The test report shall include the following information:

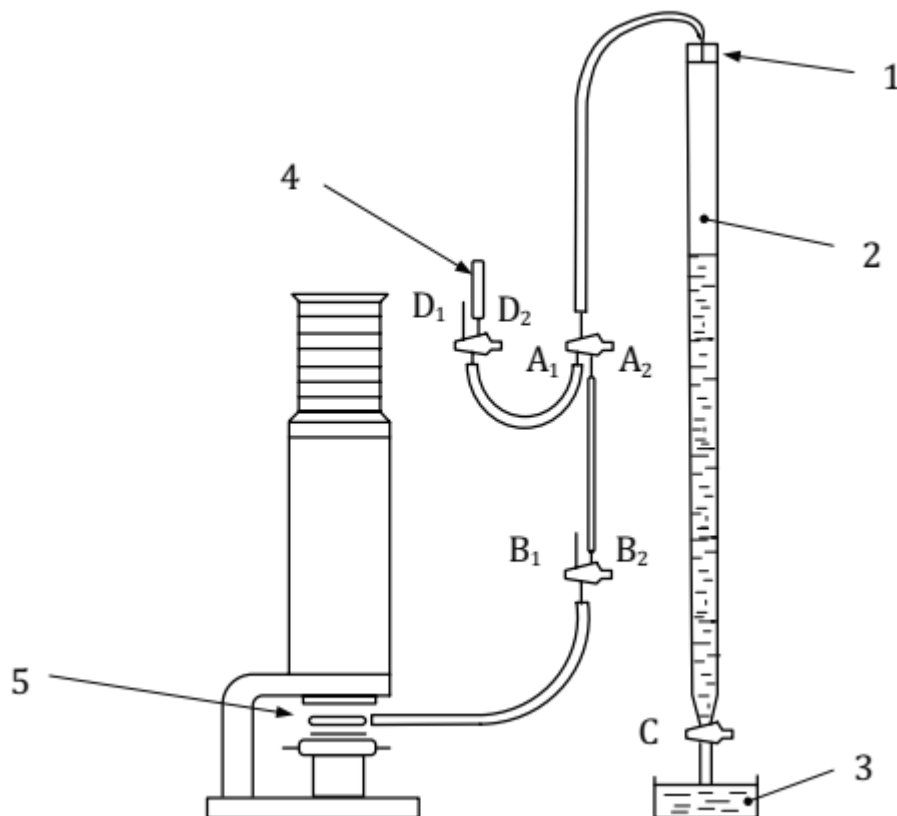
- a) a reference to this part of ISO 5636;
- b) date and place of testing;
- c) all the information necessary for complete identification of the sample;
- d) the conditioning atmosphere used;
- e) the number of test pieces tested, as specified in 10 and 11.1;
- f) the measured volume, if different from 100 ml;
- g) the mean air permeance or permeances as specified in 11.2;
- h) if required, the air resistance or air resistances, as specified in 11.1;
- i) if required, the standard deviation or coefficient of variation or the values for each side, as specified in 11.3;
- j) any deviations from this part of SNI ISO 5636 that may have affected the results.

## Lampiran A (normatif)

### Pemeriksaan volume – Peralatan Gurley

Periksa peralatan dari kebocoran udara dengan cara menjepit lembaran plastik atau logam tipis yang halus, kaku, dan tidak tembus udara, di antara pelat penjepit. Menggunakan Pasal 10, kebocoran tidak boleh lebih dari 50 ml dalam 5 h. Jika terdapat kebocoran lebih dari 50 ml dalam 5 h, ulangi pemeriksaan dengan lembaran karet lunak menggantikan bahan permukaan keras. Tidak ada udara yang lolos pada pelat penjepit dan tempat lain yang terdeteksi. Tambah tiap kebocoran dengan *neoprene* atau bahan perekat lain yang sesuai.

Periksa volume silinder dalam dengan peralatan yang ditunjukkan pada Gambar A.1. Dengan menggunakan sebuah adaptor khusus (Gambar A.2), sambungkan peralatan Gurley dengan buret kelas A 100 ml, sesuai dengan ISO 385, skala ukuran 0,2 ml melalui dua keran kaca A dan B. Hubungkan keran lain D ke jalur vakum dan keran A. Untuk semua sambungan, gunakan pipa karet bertekanan.



#### keterangan

- |                  |                        |
|------------------|------------------------|
| 1. sumbat karet  | 4. penghubung ke vakum |
| 2. buret 100 ml  | 5. pelat adaptor       |
| 3. penampung air | A hingga D keran       |

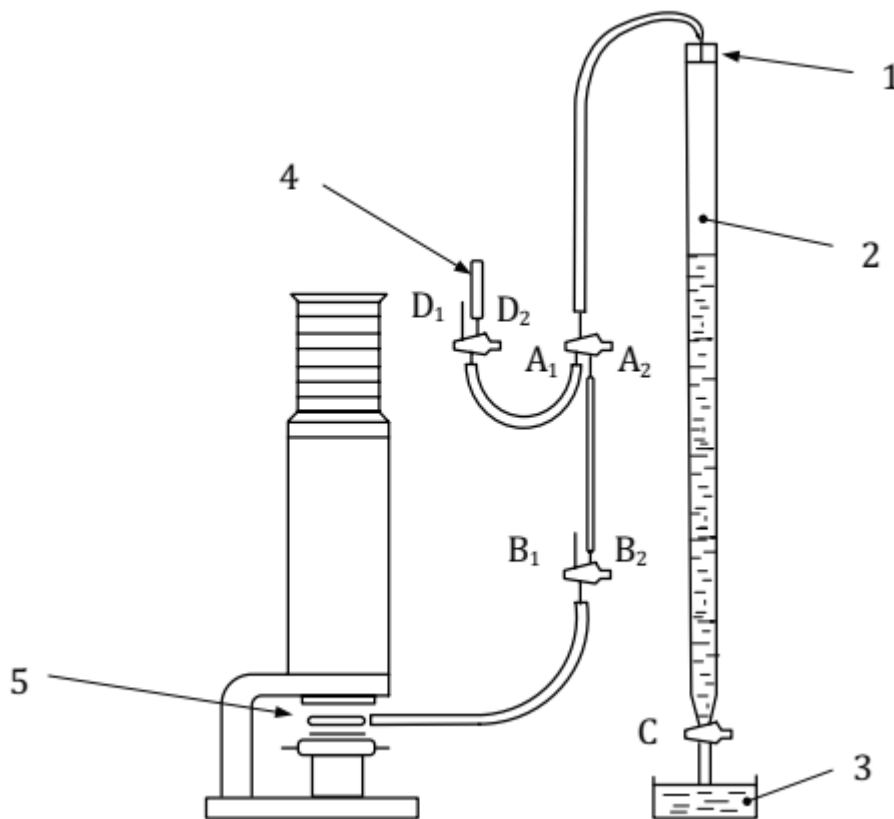
**Gambar A.1 – Peralatan kalibrasi**

## Annex A (normative)

### Volume check – Gurley apparatus

Check the apparatus for air leakage by clamping a thin sheet of smooth, rigid, impermeable metal or plastic between the orifice plates. Using the procedure in Clause 10, the leakage shall not exceed 50 ml in 5 h. If there is a leak exceeding 50 ml in 5 h, repeat the check with a sheet of soft rubber in place of the hard-surfaced material. No air will then escape at the clamping plates and leaks elsewhere can be detected. Seal any leaks with neoprene or another suitable adhesive.

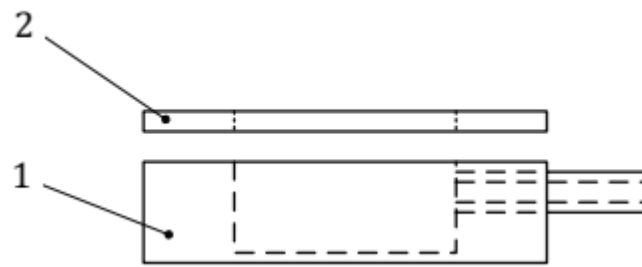
Check the volume of the inner cylinder with the apparatus shown in Figure A.1. By means of a special adaptor plate (Figure A.2), connect the Gurley apparatus to a 100 ml class A burette, in accordance with ISO 385, graduated in 0,2 ml through two glass stopcocks A and B. Connect another stopcock D to a vacuum line and to stopcock A. For all connections, use rubber pressure tubing.



#### key

- |                    |                         |
|--------------------|-------------------------|
| 1. rubber stopper  | 4. connection to vacuum |
| 2. 100 ml burette  | 5. adaptor plate        |
| 3. water collected | A to D stopcocks        |

**Figure A.1 – Calibration apparatus**

**keterangan**

1. kuningan
2. karet

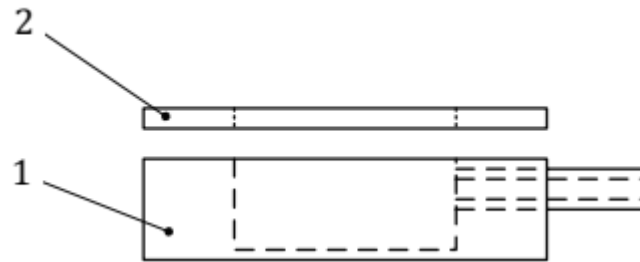
**Gambar A.2 – Pelat adaptor**

Isi buret dengan air dengan cara membuka keran  $A_2$ ,  $D_2$  dan C, sampai level air di atas tanda 35 ml. Kembalikan tekanan ruang dalam buret dengan membuka  $D_1$ . Buka  $B_1$ , dan naikkan silinder dalam hingga di atas level minyak sehingga tanda nol sekitar 1,5 mm di atas titik acuan pada silinder luar. Buka  $A_2$  dan  $B_2$  dan atur tanda nol hingga tepat pada titik acuan dengan cara mengalirkan air dari buret. Periksa kebocoran udara dengan cara membiarkan selama 15 min. Jika silinder bergerak, periksa seluruh sambungan dari kebocoran.

Atur tanda nol dengan tepat pada titik acuan dan baca buret sampai ketelitian 0,1 ml terdekat. Keluarkan air dari buret hingga tanda 50 ml pertama dari silinder dalam bertepatan dengan titik acuan dan baca kembali buret sampai ketelitian 0,1 ml terdekat. Selisih di antara pembacaan merupakan volume udara yang dipindahkan dari peralatan Gurley untuk rentang 50 ml pertama.

Lakukan tiga kali pengukuran untuk tiap rentang 50 ml dari nol sampai skala penuh dan hitung rata-rata tiap kelompok dari tiga pengukuran. Jika rata-rata dari tiga kali pengukuran tidak dalam rentang 1,0 ml, ulangi pengukuran. Kurangi 5,7 % dari tiap nilai rata-rata untuk mengkompensasi volume fluida yang digantikan oleh dinding silinder dalam, ganti level minyak antara silinder, dan ganti tekanan yang berada dalam silinder dalam. Jika kesalahan lebih dari 3 %, gabungkan tabel koreksi untuk skala ukuran silinder dalam.

Suatu prosedur alternatif yang tidak membutuhkan penggunaan buret 100 ml yang terkalibrasi adalah dengan menimbang volume air yang dialirkan sampai ketelitian 0,1 g terdekat dan tentukan volume dengan menggunakan perhitungan densitas air.

**key**

- 1. brass
- 2. rubber

**Figure A.2 – Adaptor plate**

Fill the burette with water by opening stopcocks  $A_2$ ,  $D_2$  and C, in that order, until the water level is above the 35 ml mark. Restore atmospheric pressure in the burette by opening D1. Open B1, and raise the inner cylinder above the oil level so that its zero mark is about 1,5 mm above a reference point on the outer cylinder. Open  $A_2$  and  $B_2$  and bring the zero mark exactly to the reference point by running water from the burette. Check for air leaks by allowing the apparatus to stand for 15 min. If the cylinder has moved, check all connections for leakage.

Adjust the zero mark exactly to the reference point and read the burette to the nearest 0,1 ml. Run water from the burette until the first 50 ml mark on the inner cylinder coincides with the reference point and read the burette again to the nearest 0,1 ml. The difference between the readings gives the volume of air delivered by the Gurley apparatus for the first 50 ml interval.

Perform three measurements for each 50 ml interval from zero to full scale and calculate the mean of each set of three. If any of the three measurements are not within 1,0 ml of the mean, repeat the measurements. Subtract 5,7 % from each mean value to compensate for the volume of fluid displaced by the walls of the inner cylinder, change in oil levels between the cylinders, and the change of pressure within the inner cylinder. If the error is more than 3 %, compile a correction table for the graduation of the inner cylinder.

An alternative procedure that does not require the use of a calibrated 100 ml burette is to weigh the volume of water collected to the nearest 0,1 g and determine the volume by calculation using the density of water.

## Lampiran B (informatif)

### Variasi peralatan

Beberapa silinder dapat juga memiliki skala ukur dengan satuan 25 ml untuk 100 ml pertama, dan dapat memiliki skala ukur pada interval 400 ml. Pada beberapa silinder, penandaan skala ukur dapat diganti dengan penempelan label skala ukur.

Silinder dalam alternatif dengan massa 142 g juga tersedia. Aliran udara yang didapat dengan silinder ini diperkirakan  $\frac{1}{4}$  kali dari yang didapat oleh silinder 567 g.

Penjepit alternatif berukuran 161 mm<sup>2</sup> (diameter 14,3 mm) atau 64 mm<sup>2</sup> (diameter 9,0 mm) juga tersedia dan memberikan aliran udara sekitar  $\frac{1}{4}$  dan  $\frac{1}{10}$  dari normal.

Penggunaan silinder atau penjepit alternatif tersebut di atas harus dilaporkan karena merupakan penyimpangan dari metode yang dijelaskan dalam Standar Nasional ini. Lebih lanjut amati bahwa hasilnya dapat dikonversi hanya mendekati hasil yang diperoleh dengan menggunakan peralatan standar.

**Annex B**  
(informative)

**Variations in apparatus**

Some of the inner cylinders are also graduated in units of 25 ml for the first 100 ml and may have a graduation at the 400 ml interval. On some cylinders, the engraved graduations are replaced by an adhesive graduation label.

Alternative inner cylinders with a mass of 142 g are available. Air flows obtained with these cylinders are approximately 1/4 of those obtained with the 567 g cylinders.

Alternative clamps to expose an area of 161 mm<sup>2</sup> (diameter 14,3 mm) or 64 mm<sup>2</sup> (diameter 9,0 mm) are available and these give air flows about 1/4 and 1/10 of normal.

The use of the alternative cylinders referred to above shall be reported since it is a deviation from the method described in this National Standard. Further observe that the results can be converted only approximately to those which would be obtained with the standard apparatus.

## Lampiran C (informatif)

### Data presisi

Data presisi ditampilkan pada Tabel C.1 dan Tabel C.2 diperoleh dari CEPI-CTS, *the Comparative Testing Service of the Confederation of European Paper Industries*. Estimasi *repeatability* dan *reproducibility* dari program CEPI-CTS didasarkan pada uji *round-robin* tahun 2011 dengan 13 laboratorium menguji tiga bahan contoh berbeda.

Perhitungan dibuat sesuai dengan ISO/TR 24498<sup>[2]</sup> dan TAPPI T 1200.<sup>[3]</sup>

Simpangan baku *repeatability* yang dilaporkan dalam Tabel C.1 adalah simpangan baku *repeatability* “pooled” yaitu, simpangan baku dihitung sebagai akar kuadrat tengah dari simpangan baku laboratorium yang berpartisipasi. Ini berbeda dari definisi konvensional *repeatability* dalam ISO 5725-1.<sup>[1]</sup>

Batas *repeatability* dan *reproducibility* yang dilaporkan adalah estimasi dari perbedaan maksimum yang diperkirakan dalam 19 dari 20 kejadian, ketika membandingkan dua hasil pengujian untuk bahan yang sejenis dengan yang dijelaskan di bawah kondisi pengujian yang sama. Estimasi ini dapat tidak berlaku untuk bahan yang berbeda atau kondisi pengujian yang berbeda.

Batas *repeatability* dan *reproducibility* dihitung dengan mengalikan simpangan baku *repeatability* dan *reproducibility* dengan 2,77.

**CATATAN 1** Simpangan baku *repeatability* dan simpangan baku dalam laboratorium adalah identik. Namun, simpangan baku *reproducibility* TIDAK sama dengan simpangan baku antar-laboratorium. Simpangan baku *reproducibility* mencakup simpangan baku antar-laboratorium dan simpangan baku dalam satu laboratorium, yaitu:

$$s^2_{\text{repeatability}} = s^2_{\text{dalam lab}} \quad \text{tetapi} \quad s^2_{\text{reproducibility}} = s^2_{\text{dalam lab}} + s^2_{\text{antar lab}}$$

**CATATAN 2**  $2,77 = 1,96 \times \sqrt{2}$ , apabila hasil pengujian memiliki distribusi normal dan simpangan baku  $s$  didasarkan pada sejumlah besar pengujian.

**Tabel C.1 — Estimasi *repeatability* metode uji CEPI-CTS**

Contoh	Jumlah laboratorium	Nilai rata-rata $\bar{s}$	Simpangan baku <i>repeatability</i> $s_r$ $s$	Koefisien variasi $C_{V,r}$ %	Batas <i>repeatability</i> $r$ $s$
Level 1	12 <sup>a</sup>	47,7	2,10	4,40	5,82
Level 2	13	99,8	2,59	2,60	7,18
Level 3	13	505	15,1	2,99	41,9
<sup>a</sup> Tidak termasuk <i>outlier</i> .					



## Annex C (informative)

### Precision Data

The precision data presented in Tables C.1 and C.2 has been obtained from CEPI-CTS, the Comparative Testing Service of the Confederation of European Paper Industries. Estimates of repeatability and reproducibility from the CEPI-CTS program are based on round-robin work in 2011 in which 13 laboratories tested three different sample materials.

The calculations have been made according to ISO/TR 24498<sup>[2]</sup> and TAPPI T 1200.<sup>[3]</sup>

The repeatability standard deviation reported in Table C.1 is the “pooled” repeatability standard deviation that is, the standard deviation is calculated as the root-mean-square of the standard deviations of the participating laboratories. This differs from the conventional definition of repeatability in ISO 5725-1.<sup>[1]</sup>

The repeatability and reproducibility limits reported are estimates of the maximum difference which should be expected in 19 of 20 instances, when comparing two test results for material similar to those described under similar test conditions. These estimates may not be valid for different materials or different test conditions.

Repeatability and reproducibility limits are calculated by multiplying the repeatability and reproducibility standard deviations by 2,77.

**NOTE 1** The *repeatability standard deviation* and the *within-laboratory standard deviation* are identical. However, the *reproducibility standard deviation* is NOT the same as *between-laboratories standard deviation*. The reproducibility standard deviation includes both the between-laboratories standard deviation and the standard deviation within a laboratory, viz.:

$$s_{\text{repeatability}}^2 = s_{\text{within lab}}^2 \quad \text{but} \quad s_{\text{reproducibility}}^2 = s_{\text{within lab}}^2 + s_{\text{between lab}}^2$$

**NOTE 2**  $2,77 = 1,96 \times \sqrt{2}$  provided that the test results have a normal distribution and that the standard deviation  $s$  is based on a large number of tests.

**Table C.1 — Estimation of repeatability of the test method from CEPI-CTS**

Sample	Number of laboratories	Mean value  $s$	Repeatability standard deviation  $s_r$ $s$	Coefficient of variation  $C_{V,r}$ %	Repeatability limit  $r$ $s$
Level 1	12 <sup>a</sup>	47,7	2,10	4,40	5,82
Level 2	13	99,8	2,59	2,60	7,18
Level 3	13	505	15,1	2,99	41,9
<sup>a</sup> Outlier not included.					

Tabel C.2 — Estimasi *reproducibility* metode uji CEPI-CTS

Contoh	Jumlah laboratorium	Nilai rata-rata $\bar{s}$	Simpangan baku <i>reproducibility</i> $s_r$ s	Koefisien variasi $C_{V,r}$ %	Batas <i>reproducibility</i> $R$ s
Level 1	12 <sup>a</sup>	47,7	1,67	3,50	4,63
Level 2	13	99,8	6,02	6,03	16,7
Level 3	13	505	73,3	14,5	203
<sup>a</sup> Tidak termasuk <i>outlier</i> .					

Table C.2 — Estimation of the reproducibility of the test method from CEPI-CTS

Sample	Number of laboratories	Mean value $\bar{x}$	Reproducibility standard deviation $s_r$ s	Coefficient of variation $C_{V,r}$ %	Reproducibility limit $R$ s
Level 1	12 <sup>a</sup>	47,7	1,67	3,50	4,63
Level 2	13	99,8	6,02	6,03	16,7
Level 3	13	505	73,3	14,5	203
a Outlier not included.					

## Bibliografi

- [1] ISO 5725-1:1994, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 1: General principles and definitions*
- [2] ISO/TR 24498:2006, *Paper, board and pulps — Estimation of uncertainty for test methods*
- [3] TAPPI Test method T 1200 sp-07, *Interlaboratory evaluation of test methods to determine TAPPI repeatability and reproducibility*

## Informasi pendukung terkait perumus standar

- [1] **Komtek/Sub Komtek perumus SNI**  
Komite Teknis 85-01, Teknologi Kertas
  
- [2] **Susunan keanggotaan Komtek perumus SNI**
  - Ketua : Edy Sutopo
  - Sekretaris : Yasmita
  - Anggota : Emil Satria
  - Rr. Citra Rapati
  - Andoyo Sugiharto
  - Heronimus Judi Tjahjono
  - Nina Elyani
  - Dede Ermawan
  - Susi Sugesty
  - Uu Wahyudin
  - Papua Yunianto
  - Nurmayanti
  - Liana Bratasida
  
- [3] **Konseptor rancangan SNI**  
Balai Besar Pulp dan Kertas
  
- [4] **Sekretariat pengelola Komtek perumus SNI**  
Pusat Standardisasi Industri - Badan Penelitian dan Pengembangan Industri  
Kementerian Perindustrian