

## **Kertas dan karton – Cara uji kekuatan ikatan internal**

### ***Paper and board — Determination of internal bond strength***

(ISO 16260:2016, IDT)

© ISO 2016 – All rights reserved

© BSN 2018 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
Pendahuluan.....	iii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah dan definisi .....	1
4 Prinsip.....	3
5 Peralatan dan data teknis .....	3
6 Pengambilan contoh .....	11
7 Pengkondisian .....	11
8 Persiapan rangkaian uji .....	11
9 Kalibrasi.....	13
10 Prosedur .....	13
11 Pernyataan hasil .....	13
12 Laporan hasil uji.....	15
Lampiran A (normatif) Pemeliharaan dan kalibrasi.....	17
Lampiran B (informatif) Presisi .....	21
Lampiran C (informatif) Verifikasi dan pemenuhan perangkat dengan standar .....	25
Bibliografi.....	29

## **Prakata**

Standar Nasional Indonesia (SNI) ISO 16260:2016, dengan judul *Kertas dan karton – Cara uji kekuatan ikatan internal* merupakan adopsi identik dari ISO 16260:2016, *Paper and board — Determination of internal bond strength*, dengan metode terjemahan dua bahasa (*bilingual*) dan ditetapkan oleh BSN pada tahun 2018. Adopsi ini dimaksudkan untuk harmonisasi dengan standar internasional yang berlaku.

Apabila pengguna menemukan keraguan dalam standar ini, maka disarankan untuk melihat standar aslinya, yaitu ISO 16260:2016.

Untuk tujuan ini telah dilakukan perubahan editorial yaitu istilah '*this International Standard*' diganti dengan '*this National Standard*' dan diterjemahkan menjadi 'Standar Nasional ini'.

SNI ini disusun sesuai dengan ketentuan yang diberikan dalam:

- a) 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*.
- b) Peraturan BSN No. 2 Tahun 2018 tentang *Pedoman Adopsi Standar dan Publikasi Internasional menjadi SNI*.
- c) Peraturan Kepala BSN No. 4 Tahun 2016 tentang *Pedoman Penulisan Standar Nasional Indonesia*.

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

- a) Acuan normatif ISO 186:2002, *Paper and board - Sampling to determine average quality* telah diadopsi menjadi SNI ISO 186:2015, *Kertas dan karton – Pengambilan contoh untuk menentukan kualitas rata-rata*;
- b) Acuan normatif 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 menjadi SNI ISO 187:2011, *Kertas, karton dan pulp – Ruang standar untuk pengkondisian dan pengujian serta prosedur pemantauan ruang dan pengkondisian contoh*.

Standar ini disusun oleh Komite Teknis 85–01 Teknologi Kertas dan telah dikonsensuskan di Bogor pada tanggal 27 September 2018 sampai dengan 29 September 2018 yang dihadiri oleh wakil-wakil dari pemerintah, pelaku usaha, konsumen, tenaga ahli, pakar di bidang pulp dan kertas, dan institusi terkait lainnya.

SNI ini telah melalui tahap jajak pendapat pada tanggal 20 Oktober 2018 sampai dengan 19 November 2018 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.

## Pendahuluan

Lembaran kertas dan karton, selama pencetakan, konversi atau aplikasi produk khusus, dapat dikenakan dorongan, tumbukan atau hentakan beban cukup besar yang menyebabkan kerusakan struktural. Umumnya pengamatan terhadap kerusakan struktural permukaan datar termasuk permukaan yang tercabut, menggelembung dan kerusakan struktur bagian dalam.

Standar Nasional ini menjelaskan suatu metode penentuan kekuatan ikatan internal produk pulp, kertas atau karton. Terdapat metode lain yang diterbitkan<sup>[4][8]</sup> untuk menentukan ketahanan tarik arah "Z" atau arah tebal, tetapi dalam metode ini, gaya delaminasi diterapkan pada tingkat yang jauh lebih tinggi daripada metode lainnya. Oleh karena itu, metode ini lebih disukai untuk memprediksi kinerja lembaran pada saat kondisi pencetakan atau *converting*.

## **Introduction**

Paper and board sheets may, during printing, conversion or specific product applications, be subjected to impulses, impacts or shock loads of sufficient magnitude to cause structural failure. Commonly observed in-plane structural failures include surface picking, blistering and interior delimitation.

This National Standard describes one method for determining the internal bond strength of a product of pulp, paper or board. There are other published methods<sup>[4][8]</sup> for determining “Z” or thickness direction tensile strength, but in this method, the delaminating force is applied at a rate very much higher than in other methods. This method may, therefore, be preferred for predicting sheet performance under printing or converting conditions.

## Kertas dan karton – Cara uji kekuatan ikatan internal

### 1 Ruang lingkup

Standar Nasional ini menjelaskan metode pengukuran energi yang dibutuhkan untuk mendelaminasi contoh uji kertas atau karton secara cepat. Terkelupasnya contoh uji pada arah "Z" atau arah tebal diinisiasi oleh pendulum yang memiliki massa yang telah ditentukan, bergerak pada kecepatan yang telah ditentukan.

Prosedur ini sesuai untuk kertas dan karton tunggal maupun multi-lapis, termasuk lembaran yang disalut dan yang dilaminasi dengan lapisan polimer sintetis. Prosedur ini sangat sesuai untuk kertas dan karton yang dikenai tumbukan cepat, dorongan, atau hentakan beban cukup besar pada arah Z<sup>[4][8]</sup> selama pencetakan atau konversi.

Prosedur uji mensyaratkan kesesuaian pita perekat dua sisi pada kedua sisi potongan contoh uji di bawah tekanan. Untuk alasan ini, metode ini dapat tidak sesuai untuk bahan yang dapat rusak secara struktural oleh tekanan atau cukup berpori yang memungkinkan migrasi adhesif pita ke dalam atau melalui contoh uji.

### 2 Acuan normatif

Dokumen acuan berikut, seluruhnya atau sebagian, sangat diperlukan untuk penggunaan dokumen ini. Untuk acuan bertanggal, hanya edisi tersebut yang digunakan. Untuk acuan tidak bertanggal, acuan dengan edisi terakhir yang digunakan (termasuk semua amandemennya).

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

ISO 187, *Paper and board – Conditioning atmosphere for conditioning and testing and procedure for monitoring the atmosphere and conditioning of samples*.

EN 755-2:2013, *Aluminium and aluminium alloys - Extruded rod/bar, tube and profiles - Part 2: Mechanical properties*.

### 3 Istilah dan definisi

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

#### 3.1

##### **kekuatan ikatan internal**

energi potensial rata-rata, pada permukaan dinyatakan dalam  $\text{J/m}^2$ , yang diperlukan untuk mendelaminasi contoh uji pada kondisi standar

**CATATAN** Hasilnya adalah perbedaan energi potensial contoh uji sebelum dan sisa energi setelah delaminasi.

#### 3.2

##### **rangkaian uji**

contoh uji, yang dilaminasi antara dua lembar pita berperekat dua sisi, dengan sisi bawah pita bagian bawah menempel pada landasan logam kaku dan sisi atas pita bagian atas menempel pada pelat aluminium berbentuk "L"

## Paper and board — Determination of internal bond strength

### 1 Scope

This National Standard describes a method to measure the energy required to rapidly delaminate a test piece of paper or board. Rupture of the test piece in the “Z” or thickness direction is initiated by a pendulum having a defined mass, moving at a defined velocity.

The procedure is suitable for both single- and multi-ply papers and boards, including coated sheets and those that are laminated with synthetic polymer films. It is particularly suitable for papers and boards that may be subjected to z-direction<sup>[4][8]</sup> rapid impacts, impulses or shock loads during printing or conversion.

The test procedure entails the adherence of double-sided adhesive tape to both sides of the test piece under pressure. For this reason, the method may be unsuitable for materials that might be structurally damaged by compression or are porous enough to permit migration of the tape adhesive into or through the test piece.

### 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 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*

EN 755-2:2013, *Aluminium and aluminium alloys — Extruded rod/bar, tube and profiles — Part 2: Mechanical properties*

### 3 Terms and definitions

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

#### 3.1

##### **internal bond strength**

average potential energy, expressed as J/m<sup>2</sup> of surface, required to delaminate a test piece under the conditions of the test

**NOTE** The result is the difference of the potential energy before and the remaining energy after delaminating the test piece.

#### 3.2

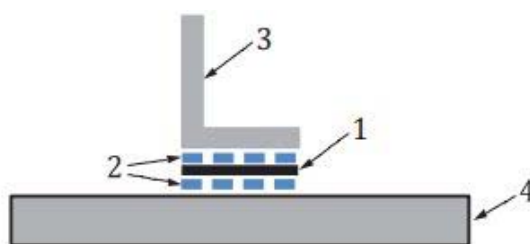
##### **test assembly**

test piece, laminated between two pieces of double-sided adhesive tape, with the bottom side of the lower tape adhered to a rigid metal anvil and the upper side of the upper tape adhered to an “L”-shaped aluminium platen



## 4 Prinsip

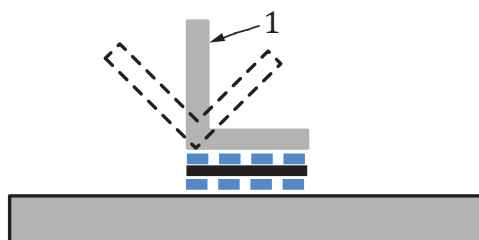
Suatu contoh uji berbentuk persegi ditempelkan pada landasan logam datar dengan menggunakan pita berperekat dua sisi. Pelat aluminium berbentuk "L" dengan area permukaan yang sama dengan contoh uji kemudian ditempelkan ke permukaan atas contoh uji, menggunakan pita berperekat dua sisi. Rangkaian ditunjukkan pada Gambar 1. Rangkaian dijaga dalam posisinya dan pendulum dibiarkan menumbuk permukaan dalam bagian atas pelat, menyebabkan pelat tersebut berotasi di sekitar sudut luarnya, memisahkan contoh uji pada arah "Z" atau arah tebal (lihat Gambar 2). Energi yang diserap saat mengelupas contoh uji dihitung dari pengukuran ayunan berlebih dari pendulum serta massa dan dimensi komponen sistem yang diketahui.



### Keterangan

1. contoh uji
2. pita berperekat dua sisi
3. pelat aluminium
4. landasan logam

**Gambar 1 – Komponen rangkaian uji**



### Keterangan

1. arah dan titik tumbukan pendulum

**Gambar 2 – Titik tumbukan pendulum terhadap landasan**

Data presisi tercantum dalam Lampiran B.

Verifikasi kesesuaian alat ukur yang menggunakan alat tumbukan dijelaskan dalam Lampiran C.

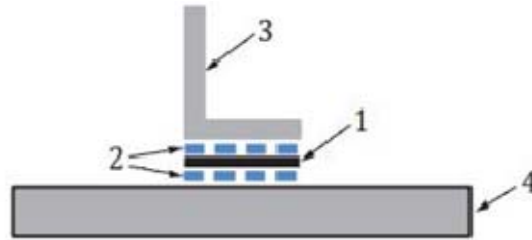
## 5 Peralatan dan data teknis

### 5.1 Peralatan

**5.1.1** Alat untuk persiapan rangkaian uji, dengan dimensi  $(25,4 \pm 0,2)$  mm x  $(25,4 \pm 0,2)$  mm untuk pengujian dengan cara menekan komponen rangkaian uji secara bersamaan pada tekanan terkontrol untuk waktu yang terkontrol. Selama siklus penekanan, pelat aluminium (5.1.4) harus dijepit pada posisinya dengan aman untuk mencegah pergerakan.

## 4 Principle

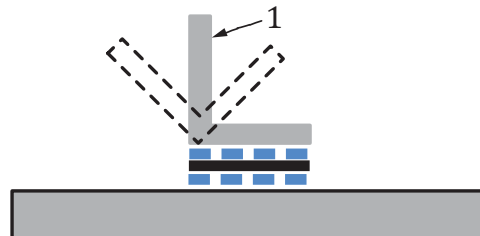
A square test piece is adhered to a flat metal anvil by means of double-sided adhesive tape. An “L”-shaped aluminium platen with the same surface area as the test piece is then adhered to the upper surface of the test piece, again, using double-sided adhesive tape. The assembly is shown in Figure 1. The assembly is secured in position and a pendulum allowed to impact the upper inside surface of the platen, causing it to rotate about its outside corner, splitting the test piece in the “Z” or thickness direction (see Figure 2). The energy absorbed in rupturing the test piece is calculated from the measurement of the subsequent over-swing of the pendulum and the known masses and dimensions of the system components.



### Key

- 1. test piece
- 2. double-sided adhesive tape
- 3. aluminium platen
- 4. metal anvil

**Figure 1— Components of a test assembly**



### Key

- 1. pendulum strike point and direction

**Figure 2 — Pendulum to anvil strike point**

Precision data are provided in Annex B.

Verification of the measuring instrument compliance using an impact device is described in Annex C.

## 5 Apparatus and technical data

### 5.1 Apparatus

**5.1.1** Device for the preparation of the test assembly, with the dimensions  $(25,4 \pm 0,2)$  mm  $\times$   $(25,4 \pm 0,2)$  mm for testing by pressing the components of the test assembly together at a controlled pressure for a controlled time. During the pressure cycle, the aluminium platen (5.1.4) should be securely clamped in position to prevent flexing.

**CATATAN** Sebagian besar alat persiapan uji yang tersedia secara komersial mampu secara simultan menyiapkan lima rangkaian uji.

Pastikan bahwa alat uji diletakkan pada posisi datar dalam arah depan-belakang dan kiri-kanan serta pendulum dalam posisi horizontal saat terkunci.

**5.1.2** Pendulum, dipasang pada tumpuan dengan menggunakan *spindle* horizontal pada bantalan gesekan rendah. Pendulum harus bebas berotasi pada posisi horizontal melalui minimal 180°. Pada ujungnya, pendulum dilengkapi sebuah bola logam penumbuk yang kontak dengan bagian dalam pelat aluminium pada rangkaian uji ketika pendulum mencapai posisi vertikal. Untuk meminimalkan kehilangan energi karena vibrasi, pusat gravitasi pendulum harus berada pada titik tumbukan bola penumbuk dengan pelat aluminium. Tidak boleh ada bagian yang longgar pada konstruksi pendulum yang dapat menambah berat rangkaian.

**5.1.3** Alat untuk melindungi pendulum pada posisi horizontal, dengan ketentuan cepat, bebas vibrasi.

**5.1.4** Rangkaian uji, dibentuk dari landasan stasioner (alas) dan pelat aluminium dapat terpisah yang merupakan sudut siku-siku dalam potongan melintang bersama dengan contoh uji dan pita berperekat (lihat Gambar 1).

Landasan yang dimaksud digunakan di beberapa alat persiapan contoh uji seharusnya diberi tanda yang tidak dapat hilang untuk memastikan selalu ditempatkan pada posisi yang sama pada alat persiapan. Rangkaian uji dipasang secara aman pada posisinya agar pendulum menumbuk pusat pukul dari pelat aluminium ketika sumbu rotasi berada di sudut luar dari sudut siku-siku pelat (lihat Gambar 2).

**5.1.5** Alat penunjuk sudut puncak ayunan pendulum setelah bertumbukan dengan rangkaian uji.

**5.1.6** Alat untuk mengkonversi sudut puncak ayunan pendulum ke nilai kekuatan ikatan internal. Metode yang umum digunakan termasuk komputer *encoder* optis dan skala mekanis/penunjuk gesekan.

**5.1.7** Alat opsional untuk memperluas rentang alat. Hal ini dapat dicapai dengan pemasangan pendulum dari massa yang berbeda, atau menambahkan beban ke pendulum, atau mengurangi area permukaan contoh uji dengan jumlah yang tidak lebih dari 50 %. Pengguna Standar Nasional ini harus berkonsultasi dengan pabrik pembuat alat uji mengenai pemasangan dan verifikasi opsi tersebut. Setiap modifikasi pada alat harus dimasukkan dalam laporan pengujian.

**5.1.8** Alat yang sesuai untuk memotong strip dari bahan uji ( $25,4 \pm 0,2$ ) mm (5.2.5) lebar dan panjangnya cukup untuk dipasang dalam alat persiapan rangkaian uji.

**5.1.9** Pisau atau alat pemotong *multi-blade*, untuk memisahkan rangkaian uji yang dipersiapkan pada alat persiapan rangkaian uji *multi-station*.

**5.1.10** Pita kertas berperekat dua sisi, dengan *release* liner tipis (lihat 5.2.4).

**5.1.11** Pelarut, yang sesuai untuk menghilangkan sisa perekat dari landasan dan pelat aluminium.

**NOTE** Most commercially available preparation stations are capable of simultaneously preparing five test assemblies.

Ensure that the test instrument is levelled in the front–back and left–right directions and the pendulum is horizontal when in the latched position.

**5.1.2** Pendulum, mounted on a pedestal by means of a horizontal spindle supported on low-friction bearings. The pendulum shall be free to rotate from a horizontal position through at least 180°. At its free end, the pendulum carries a metal striker ball which contacts the inside face of the aluminium platen on the test assembly when the pendulum reaches the vertical position. To minimize energy losses due to vibration, the centre of gravity of the pendulum should be at the point of impact of the striker ball with the aluminium platen. There should be no looseness in the construction of pendulums that have augmented weight assemblies.

**5.1.3** A means for securing the pendulum in a horizontal position, with provision for a rapid, vibration-free release.

**5.1.4** Test assembly, is formed from a stationary anvil (base) and a separable aluminium platen that is a right angle in cross section together with the test piece and adhesive tape (see Figure 1).

Anvils intended for use in multiple test piece preparation stations should be indelibly marked to ensure that they are always placed in the same position in the preparation station. The test assembly is securely held in position so that the pendulum strikes the centre of percussion of the aluminium platen when the axis of rotation is at the outside corner of the right angle of the platen (see Figure 2).

**5.1.5** A means of registering the peak angular swing of the pendulum after impact with the test assembly.

**5.1.6** A means to convert the peak angular swing of the pendulum to an internal bond strength value. Commonly employed methods include optical encoder computer and mechanical scale/friction pointer.

**5.1.7** An optional means to extend the range of the instrument. This may be achieved by fitting pendulums of different masses, or by adding augmenting weights to the pendulum, or reducing the surface area of the test piece by an amount not exceeding 50 %. The user of this National Standard should consult the manufacturer of the test instrument regarding the installation and verification of such options. Any such modifications to the instrument shall be included in the test report.

**5.1.8** Device suitable for cutting strips of the test material (25,4 ± 0,2) mm (5.2.5) wide and of sufficient length to mount in the test assembly preparation device.

**5.1.9** Knife or multi-blade cutting device, for separating test assemblies prepared in a multi-station test assembly preparation device.

**5.1.10** Double-sided adhesive paper tape, with a creped release liner (see 5.2.4).

**5.1.11** Solvent, suitable for removing adhesive residue from the anvils and aluminium platens.

## 5.2 Data teknis

### 5.2.1 Alat/rentang pendulum

**Tabel 1 – Alat dan rentang pendulum**

	Rentang 0	Rentang 1 SB rendah	Rentang 2 SB tinggi	Rentang 3
Rentang pengukuran ( $J/m^2$ ) (rekomendasi, atau, sesuai instruksi pabrik)	50 - 400	100 - 600	200 – 1.200	300 – 2.400
Sesuai dengan skala Scott-Bond (SB)		Rentang rendah 0 - 525	Rentang tinggi 210 – 1.050	
Panjang pendulum, $L$ , (mm), hingga $\pm 0,2$ mm	228,6	228,6	228,6	228,6
Pengurangan panjang pendulum <sup>a</sup> , $L_{red}$ , (mm)	130 - 140	145 - 170	170 - 190	180 - 200
Massa pendulum $\pm 4$ g	133	190	380	760
Rentang toleransi energi potensial <sup>a</sup> Energi Potensial (Nm) dihitung dari $m \times g \times h$	0,29 - 0,31	0,41 - 0,44	0,84 - 0,88	1,60 - 1,72
<sup>a</sup> Faktor yang menentukan adalah energi potensial yang disimpan dalam pendulum pada awal pengujian. Setelah pendulum dilepaskan, energi potensial diubah menjadi energi kinetik karena pendulum menumbuk pada pelat aluminium. Penentuan panjang pendulum yang dikurangi berfungsi sebagai pemeriksaan cepat kondisi alat. Pemeriksaan yang lebih akurat dimungkinkan dengan menerapkan metode yang dijelaskan dalam 5.2.3 (mengurangi panjang pendulum, $L_{red}$ )				

### 5.2.2 Pelat aluminium/landasan

Pelat aluminium:

*Alloy* EN AW 6060 T66 (AlMgSi0,5 F 22) menurut EN 755-2:2013, Tabel 38.

Alat dimana *alloy*, yang digunakan untuk pelat, tidak dapat diidentifikasi, hanya pelat aluminium asli yang harus digunakan.

**CATATAN** Alat "lebih baru" memiliki tanda pada pelat yang mengidentifikasi *alloy* yang digunakan. Ini bukan untuk alat "lama".

Kompensasi: Skala dari alat Scott-Bond mengandung kompensasi yang memperhitungkan pelat *alloy* asli. Jika *alloy* diubah, kompensasi yang digunakan dapat tidak sesuai dan akan menyebabkan kesalahan nilai yang diperoleh. Faktor koreksi tidak berlaku untuk alat digital.

Permukaan: Kekasaran permukaan:  $R_z \leq 3,8 \mu m^{[1][2]}$

Massa pelat aluminium:  $(11,3 \pm 0,2)$  g

Pakai dan sobek: Penggantian setelah 10.000 pengukuran atau ketika terdapat tanda deformasi atau goresan pada pendulum.

Landasan:

Kekasaran permukaan:  $R_z \leq 3,8 \mu m^{[1][2]}$

## 5.2 Technical data

### 5.2.1 Instrument/pendulum ranges

**Table 1 — Instrument and pendulum ranges**

	Range 0	Range 1 SB low	Range 2 SB high	Range 3
Measuring range (J/m <sup>2</sup> ) (recommendation, otherwise, manufacturers' instructions)	50 to 400	100 to 600	200 to 1.200	300 to 2.400
Corresponds to Scott-Bond (SB) scale.		Low-range 0 to 525	High-range 210 to 1.050	
Pendulum length, <i>L</i> , (mm), to $\pm 0,2$ mm	228,6	228,6	228,6	228,6
Reduced pendulum length <sup>a</sup> , <i>L<sub>red</sub></i> , (mm)	130 to 140	145 to 170	170 to 190	180 to 20
Mass of pendulum $\pm 4$ g.	133	190	380	760
Tolerance range potential energy <sup>a</sup> Potential Energy (Nm) calculated from $m \times g \times h$	0,29 to 0,31	0,41 to 0,44	0,84 to 0,88	1,60 to 1,72
<sup>a</sup> The decisive factor is the potential energy that is stored in the pendulum at the start of the test. Once the pendulum is released, the potential energy is converted into kinetic energy as the pendulum impacts the aluminium platen. The determination of the reduced pendulum length serves as a fast check-up of the device's condition. A more accurate examination is possible by applying the method described in 5.2.3 (reduced pendulum length, <i>L<sub>red</sub></i> ).				

### 5.2.2 Aluminium platen/anvil

Aluminium platen:

Alloy EN AW 6060 T66 (AlMgSi0, 5 F 22) according to EN 755-2:2013, Table 38.

Devices where the alloy, used for the platen, cannot be identified, only original aluminium platen shall be used.

**NOTE** "Newer" devices have a marking on the platen that identifies the alloy used. This is not the case for "old" devices.

Compensation: The scales of the Scott-Bond devices contain a compensation that takes account of the original alloy of the platen. If the alloy is changed, the compensation used may not be appropriate and this would lead to erroneous values being obtained. This correction factor is not applicable for digital devices.

Surface: Surface roughness:  $R_z \leq 3,8 \mu\text{m}^{[1][2]}$

Mass of an aluminium platen:  $(11,3 \pm 0,2)$  g

Wear and tear: Replacement after 10.000 measurements or when there are significant traces of deformation or pendulum markings.

Anvil:

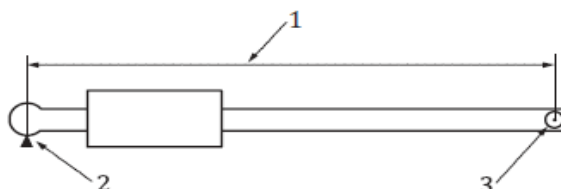
Surface roughness:  $R_z \leq 3,8 \mu\text{m}^{[1][2]}$

### 5.2.3 Pendulum

Titik tumbukan pendulum pada pelat aluminium: Dipusatkan pada landasan dan  $(21 \pm 0,2)$  mm dari tepi bawah pelat aluminium tanpa contoh dan tanpa pita berperekat.

Kualitas bantalan pendulum: Kehilangan energi saat bebas berosilasi  $<1\%$ .

Panjang pendulum:  $(228,6 \pm 0,2)$  mm, diukur seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



#### Keterangan

1. jarak antara titik kontak dan pusat rotasi pendulum,  $(228,6 \pm 0,2)$  mm
2. titik kontak untuk  $m(90^\circ)$  massa total pada defleksi  $90^\circ$
3. pusat rotasi

**Gambar 3 - Pengurangan panjang pendulum,  $L_{red}$**

Penghitungan ini menentukan posisi massa pusat pada garis pusat poros pendulum. Ditentukan dengan mengukur periode rata-rata,  $t_s$ , dari satu osilasi. Defleksi pendulum  $\leq 3$  dan mengukur waktu untuk minimal 10 osilasi untuk mendapatkan rata-rata yang dapat diandalkan. Hitung  $L_{red}$  sesuai dengan Rumus (1):

$$L_{red} = \left( \frac{t_s}{2\pi} \right)^2 \times g \quad 1)$$

#### Keterangan

- $t_s$  adalah periode rata-rata satu osilasi (s);  
 $g$  adalah percepatan karena gravitasi ( $m/s^2$ ).

### 5.2.4 Pita berperekat

Pita berperekat harus sesuai dengan:

$$\text{Finat FTM1} = 15 \text{ N}/(25,4 \text{ mm} \pm 0,2)$$

**CATATAN 1** ASTM D 3330/D3330M-0,4 (2010) (= 56 N/100 mm) banyak digunakan, tetapi spesifikasi tidak memberikan presisi yang sama dengan metode FINAT.

**CATATAN 2** Dalam daftar di bawah ini, contoh pita berperekat yang memenuhi persyaratan di atas:

- Nitto P-50<sup>TM1)</sup>;
- Tesa tesafix 4961<sup>TM1)</sup>;
- 3M<sup>TM1)</sup> tipe 410 M.

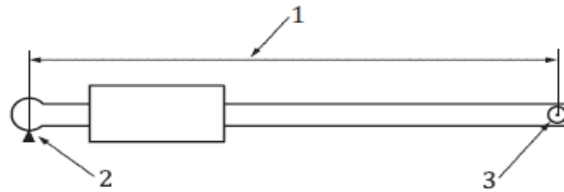
<sup>1</sup> Informasi ini diberikan untuk kenyamanan pengguna Standar Nasional ini dan produk ini bukan merupakan promosi oleh ISO.

### 5.2.3 Pendulum

Pendulum point of impact onto the aluminium platen: Centred on the anvil and  $(21 \pm 0,2)$  mm from the aluminium platen's lower edge without a sample and without adhesive tape.

Quality of the pendulum bearing: Energy loss when freely oscillating  $< 1 \%$ .

Pendulum length:  $(228,6 \pm 0,2)$  mm, measured as indicated in Figure 3.



#### Key

1. distance between contact point and centre of pendulum rotation,  $(228,6 \pm 0,2)$  mm
2. contact point for  $m(90^\circ)$  total mass at  $90^\circ$  deflection
3. centre of rotation

**Figure 3 — Reduced pendulum length,  $L_{red}$**

This calculation determines the position of the centre mass on the centreline of the pendulum shaft. It is determined by measuring the average period,  $t_s$ , of one oscillation. Deflect the pendulum  $\leq 3$  and measure the time for at least 10 oscillations to get a reliable average. Calculate  $L_{red}$  according to Formula (1):

$$L_{red} = \left( \frac{t_s}{2\pi} \right)^2 \times g \quad 1)$$

#### where

- $t_s$  is the average period of one oscillation (s);  
 $g$  is the acceleration due to gravity ( $\text{m/s}^2$ ).

### 5.2.4 Adhesive tape

The adhesive tape shall be according to:

$$\text{Finat FTM1} = 15 \text{ N}/(25,4 \text{ mm} \pm 0,2)$$

**NOTE 1** ASTM D 3330/D3330M-0,4 (2010) (= 56 N/100 mm) is used by many, but the specification does not give the same precision as the FINAT method.

**NOTE 2** In the list below, examples of tapes are given that fulfil the above requirements:

- Nitto P-50<sup>TM2</sup>;
- Tesa tesafix 4961<sup>TM1</sup>;
- 3M<sup>TM1</sup> type 410 M.

<sup>1</sup> This information is given for the convenience of user of this National Standard and does not constitute an endorsement by ISO of these products.



Pelanggan dan pemasok harus sepakat mengenai pita ber perekat, yang memenuhi persyaratan di atas, yang akan digunakan.

### 5.2.5 Contoh uji

Ukuran sisi panjang contoh uji harus  $(25,4 \pm 0,2)$  mm.

## 6 Pengambilan contoh

Jika pengujian dilakukan untuk mengevaluasi induk contoh, contoh harus dipilih sesuai dengan ISO 186. Jika pengujian dilakukan pada tipe contoh lain, pastikan contoh uji yang diambil mewakili contoh yang diterima.

## 7 Pengkondisian

Kondisikan contoh sesuai dengan ISO 187.

## 8 Persiapan rangkaian uji

**8.1** Dari setiap bahan uji, potong strip dengan lebar  $(25,4 \pm 0,2)$  mm (lihat 5.2.5) dengan panjang yang cukup sesuai dengan alat persiapan yang digunakan.

**CATATAN** Alat persiapan yang tersedia secara komersial biasanya membutuhkan panjang strip 140 mm hingga 178 mm.

Pegang strip hanya pada bagian paling ujung dan buang semua lipatan, kerutan atau abnormalitas lainnya.

**8.2** Pasang alat persiapan dengan pita ber perekat, strip uji, landasan dan pelat sesuai dengan instruksi pembuat alat, pastikan bahwa landasan dan pelat bebas dari perekat dan sisa serat dari pengujian sebelumnya.

**8.3** Operasikan alat persiapan dengan menerapkan salah satu tekanan di bawah ini untuk periode yang ditetapkan.

Untuk beberapa bahan, dapat menggunakan tekanan dan waktu penekanan yang berbeda.

Tekanan:      Rendah —  $(400 \pm 13)$  kPa  
                     Sedang —  $(690 \pm 20)$  kPa  
                     Tinggi —  $(1.035 \pm 34)$  kPa

Waktu penekanan adalah  $(3 \pm 0,5)$  detik.

Untuk karton kasar dan/atau yang dapat dimampatkan (misalnya *core boards*), gunakan tekanan 400 kPa dan waktu penekanan  $(15 \pm 1)$  detik.

Tekanan dan waktu penekanan harus disepakati antara pembeli dan penjual.

## SNI ISO 16260:2016

The customer and supplier should agree which adhesive tape, of those fulfilling the above requirement, is to be used.

### 5.2.5 Test piece

The test piece size shall be  $(25,4 \pm 0,2)$  mm edge length. .

## 6 Sampling

If tests are being made to evaluate a lot, the sample shall be selected in accordance with ISO 186. If the tests are made on another type of sample, make sure that the specimens taken are representative of the sample received.

## 7 Conditioning

Conditioning shall be carried out in accordance with ISO 187.

## 8 Preparation of test assemblies

**8.1** From each test specimen, cut strips  $(25,4 \pm 0,2)$  mm (see 5.2.5) wide of sufficient length to fit the preparation device in use.

**NOTE** Commercially available preparation stations typically require strips 140 mm to 178 mm long.

Handle the strips by the extreme ends only and discard any that exhibit creases, wrinkles or other abnormalities.

**8.2** Load the preparation station with adhesive tape, test strip, anvils and platens in accordance with the manufacturer's instructions, ensuring that the anvils and platens are free from adhesive and fibre residue from previous tests.

**8.3** Operate the preparation station so as to apply one of the pressures below for the specified period.

For some materials, it may be necessary to use a different pressure and pressing period

Pressure:      Low —  $(400 \pm 13)$  kPa  
                     Medium —  $(690 \pm 20)$  kPa  
                     High —  $(1.035 \pm 34)$  kPa

The pressing period for these is  $(3 \pm 0,5)$  s.

For rough and/or compressible boards (e.g. core boards), pressure 400 kPa and pressing period  $(15 \pm 1)$  s is used.

The pressure and the pressing period should be agreed between the buyer and seller.

**8.4** Gunakan pisau atau alat pemotong yang terpasang untuk memisahkan rangkaian uji individual. Jika perlu, potong bagian sisi contoh uji/pita berpelekat untuk menghilangkan semua tumpang tindih.

## **9 Kalibrasi**

Kalibrasi alat persiapan dan alat uji pada interval yang diperlukan sesuai dengan instruksi pabrik pembuat alat dan/atau prosedur yang diberikan dalam Lampiran A.

## **10 Prosedur**

**10.1** Lakukan pengujian pada kondisi udara yang sama seperti yang digunakan untuk mengkondisikan contoh uji.

**10.2** Pilih rentang alat yang sesuai untuk bahan yang diuji.

**10.3** Kunci pendulum pada posisi horizontal. Pada alat dengan indikasi mekanis, pastikan bahwa penunjuk diayunkan ke arah berlawanan dengan ayunan pendulum pada saat tumbukan sampai berhenti pada pin pengunci pendulum.

**10.4** Ambil rangkaian uji pertama, yang terdiri atas landasan, contoh uji/pita berpelekat, dan pelat aluminium, dan tempatkan pada posisi dalam zona pukul pendulum. Amankan rangkaian uji dengan kokoh menggunakan perlengkapan yang disediakan.

**10.5** Operasikan mekanisme pelepasan pendulum dan biarkan pendulum memukul pelat aluminium, mengelupaskan contoh uji. Jika memungkinkan, tangkap pelat untuk mencegah kerusakan ketika kontak dengan benda keras.

**10.6** Periksa kedua permukaan dari setiap bagian yang terkelupas dari contoh uji. Buang hasil uji yang menunjukkan delaminasi sebagian, terikat pada pita perekat, pita *show-through* atau pita yang terkelupas dari logam di sisi utama.

**10.7** Catat nilai hasil uji. Jika sesuai, pasang kembali pendulum, lepaskan rangkaian uji dan atur ulang alat untuk pengujian selanjutnya.

**10.8** Lakukan minimal lima kali pengujian untuk setiap arah utama bahan uji.

**10.9** Jika pita yang menempel pada logam mengelupas teramati pada contoh dengan kekuatan ikatan internal yang tinggi, perlu untuk meningkatkan tekanan penjepit sampai 1.035 kPa. Kehati-hatian harus dilakukan untuk memastikan bahwa tidak ada ikatan berpelekat yang menempel atau pita transparan di salah satu dari permukaan yang terkelupas yang mengikuti terkelupasnya contoh uji.

## **11 Pernyataan hasil**

**11.1** Untuk setiap arah yang diuji, hitung nilai kekuatan ikatan internal rata-rata hingga tiga angka penting.

**11.2** Untuk setiap arah yang diuji, hitung simpangan baku atau koefisien variasi hasil hingga dua angka penting.

**8.4** Use a knife or inbuilt cutting device to separate the individual test assemblies. If necessary, trim the edges of the test piece/tape sandwich to remove any overlap.

## **9 Calibration**

Calibrate the preparation station and the test instrument at required intervals in accordance with the manufacturer's instructions and/or the procedures given in Annex A.

## **10 Procedure**

**10.1** Carry out the tests under the same atmospheric conditions as those used to condition the test pieces.

**10.2** Select an instrument range appropriate for the material being tested.

**10.3** Latch the pendulum in the horizontal position. On instruments with mechanical indication, ensure that the pointer is swung in a direction opposite to that of the swing of the pendulum at the time of impact until it comes to rest against the pendulum latch pin.

**10.4** Take the first test assembly, consisting of an anvil, test piece/tape sandwich, and aluminium platen, and place it in position in the pendulum strike zone. Secure the test assembly firmly in position using the fixtures provided.

**10.5** Operate the pendulum release mechanism and allow the pendulum to strike the aluminium platen, rupturing the test piece. If possible, capture the platen to prevent damage to it by contact with hard objects.

**10.6** Examine both surfaces of any test piece rupture. Discard results of tests that exhibit partial delamination, tape to tape bonding, tape show-through or tape to metal peel at the leading edge of the rupture.

**10.7** Note the test value. If appropriate, re-latch the pendulum, remove the test assembly and reset the instrument for the next test.

**10.8** Make at least five tests in each principal direction of the test material.

**10.9** If tape to metal peel is observed with samples of high internal bond strength, it may be necessary to increase the clamping pressure to 1.035 kPa. Care shall be taken to ensure that there is no tape bonding or show through of tape at either of the rupture surfaces following the test piece rupture.

## **11 Expression of results**

**11.1** For each direction tested, calculate the mean value of internal bond strength to three significant figures.

**11.2** For each direction tested, calculate the standard deviation or coefficient of variation of results to two significant figures.

**CATATAN** Perbandingan data pengujian dari alat uji mekanik ikatan internal *Scott* dengan data dari versi elektronik terkini menunjukkan dua masalah. Pertama, rentang atas dan bawah dari alat terdahulu yang menggunakan beban yang dapat dilepas untuk meningkatkan rentang pendulum tidak sesuai. Penambahan berat menggeser titik pusat pukul pendulum, dengan demikian, mempengaruhi baik rentang maupun hilangnya vibrasi internal. Untuk memperbaiki masalah ini, setelahnya, alat elektronik menggunakan ekstrapolasi skala rentang bawah saat memperluas rentang alat. Ketika korelasi dan kesepakatan dengan data skala rentang bawah (tanpa penambahan bobot pendulum) sangat lurus, tidak mungkin untuk mengkorelasi hasil uji alat elektronik dengan data yang diambil dari alat mekanis yang berada dalam konfigurasi rentang tinggi.<sup>[11]</sup>

## 12 Laporan hasil uji

Laporan hasil uji harus mencakup informasi berikut:

- a) acuan terhadap Standar Nasional ini, yaitu SNI ISO 16260;
- b) tanggal dan tempat pengujian;
- c) semua informasi yang diperlukan untuk identifikasi contoh secara lengkap;
- d) tipe alat yang digunakan;
- e) suhu dan kelembapan relatif yang digunakan saat pengujian;
- f) jumlah contoh uji pada setiap arah uji;
- g) tekanan yang digunakan saat persiapan rangkaian uji, dalam kPa;
- h) waktu penekanan yang diaplikasikan, dalam detik;
- i) tipe pita yang digunakan;
- j) hasil aritmatika rata-rata, sebagaimana dihitung dalam 11.1;
- k) simpangan baku atau koefisien variasi, sebagaimana dihitung dalam 11.2;
- l) setiap penyimpangan dari prosedur yang dijelaskan dalam Standar Nasional ini yang dapat mempengaruhi hasil.

**NOTE** Comparisons of test data from the mechanical Scott Internal Bond Tester with data from later electronic versions pose two problems. First, the upper and lower ranges on earlier instruments that use removable weights to increase the range of the pendulum do not agree. The weight additions shift the pendulum's centre of percussion, thereby, affecting both its range and internal vibrational losses. To correct this problem, later, electronic instruments use an extrapolated lower range scale when extending the range of the instrument. While correlations and agreement with low range scale (without additional pendulum weights) data are straightforward, it is not possible to correlate electronic instrument test results with data taken on a mechanical instrument that is in the high range configuration.<sup>[11]</sup>

## **12 Test report**

The test report shall include the following information:

- a) a reference to this National Standard, i.e. SNI ISO 16260;
- b) the date and place of testing;
- c) all the information necessary for complete identification of the sample;
- d) the type of instrument used;
- e) the temperature and relative humidity used for the test;
- f) the number of test pieces tested in each direction;
- g) the pressure used in preparing the test assemblies, in kPa;
- h) the time that pressure was applied in s;
- i) the type of tape used;
- j) the arithmetic mean results, as calculated in 11.1;
- k) the standard deviations or coefficients of variation, as calculated in 11.2;
- l) any deviations from the procedure described in this National Standard that may have influenced the results.

## Lampiran A (normatif)

### Pemeliharaan dan kalibrasi

#### A.1 Unit persiapan perangkaan uji

**A.1.1** Periksa pelat aluminium. Pelat harus bebas dari penyok, goresan dan sisa adhesif. Permukaan kontak harus rata dan ujungnya bebas dari *burrs*. Verifikasi bahwa dimensi dari permukaan kontak pita adalah  $(25,4 \pm 0,2)$  mm  $\times$   $(25,4 \pm 0,2)$  mm. Sifat fisik aluminium berbeda untuk *alloy* yang berbeda, dengan demikian, mempengaruhi koefisien restitusi antara pelat aluminium dan titik tumbukan bola baja pada pendulum. Gunakan *alloy* yang ditetapkan dalam 5.2.2.

**A.1.2** Gunakan *load cell*, pengukur tekanan atau alat lain yang sesuai untuk memverifikasi bahwa alat apapun yang digunakan untuk menyiapkan rangkaian uji dapat mengaplikasikan tekanan sesuai dengan 8.3.

#### A.2 Pendulum dan perlengkapan terkait

Selama pengujian, energi potensial pendulum didistribusikan dengan beberapa cara sebagai berikut:

- a) energi untuk mengelupas contoh uji;
- b) energi dalam ayunan pendulum yang berlebih;
- c) kehilangan gesekan proporsional dengan ayunan yang berlebih;
- d) kehilangan vibrasi karena konstruksi pendulum;
- e) energi untuk memindahkan pelat aluminium.

**A.2.1** Pastikan *spindle* pendulum horizontal dan bantalan dipelihara sesuai dengan instruksi pabrik pembuat alat.

**A.2.2** Tentukan massa pendulum dengan menimbang atau merujuk ke spesifikasi pabrik pembuat alat.

**A.2.3** Jika pendulum dibuat dari beberapa komponen, verifikasi bahwa tidak ada pergerakan relatif antar komponen.

**A.2.4** Verifikasi bahwa pendulum pada posisi horizontal ketika dalam posisi terkunci dan pelepasan pada saat beroperasi lancar tanpa memberikan perpindahan ke atas pendulum saat dilepaskan.

**A.2.5** Verifikasi bahwa alat dilengkapi dengan alat mekanis atau elektronik untuk mengurangi kehilangan energi melalui gesekan, vibrasi dan memindahkan pelat aluminium dari total energi yang hilang selama pengujian.

**A.2.6** Alat yang digunakan saat ini menggunakan perhitungan kehilangan energi dari pengukuran pergerakan sudut dan konstanta seperti massa pendulum dan pusat lokasi massa. Sudut perpindahan ditentukan oleh penunjuk gesekan mekanis atau sekarang lebih umum oleh *encoder* optik.

## **Annex A** (normative)

### **Maintenance and calibration**

#### **A.1 Test assembly preparation station**

**A.1.1** Inspect the aluminium platen(s). They shall be free from dents, scratches and adhesive residue. Contact surfaces shall be flat and edges free from burrs. Verify that the dimensions of the tape contact faces are  $(25,4 \pm 0,2)$  mm  $\times$   $(25,4 \pm 0,2)$  mm. The physical properties of aluminium differ for different alloys, thus, affecting the coefficient of restitution between the aluminium platen(s) and the steel sphere impact point on the pendulum. Use the alloy specified in 5.2.2.

**A.1.2** Use a load cell, pressure gauge or other suitable device to verify that any device employed to prepare the test assembly can apply a pressure according to 8.3.

#### **A.2 Pendulum and associated fixtures**

During the test, the potential energy of the pendulum is distributed in several ways as follows:

- a) energy to rupture the test piece;
- b) energy in the pendulum excess swing;
- c) frictional losses proportional to the excess swing;
- d) vibrational losses due to pendulum construction;
- e) energy to move the aluminium platen.

**A.2.1** Ensure that the pendulum spindle is horizontal and the bearings are maintained according to the manufacturer's instructions.

**A.2.2** Determine the mass of the pendulum by weighing or reference to the manufacturer's specifications.

**A.2.3** In the case of pendulums fabricated from multiple components, verify that there is no relative movement between components.

**A.2.4** Verify that the pendulum is horizontal when held in the latched position and that the release operates smoothly without imparting any upward displacement to the pendulum on release.

**A.2.5** Verify that the instrument is equipped with mechanical or electronic means to subtract energy loss through friction, vibration and moving the aluminium platen from the total energy lost during the test.

**A.2.6** Instruments in current use calculate energy losses from measurements of pendulum angular displacement and constants such as the pendulum mass and centre of mass location. Angular displacement is determined by a mechanical friction pointer or now more commonly by an optical encoder.



Idealnya, alat harus diverifikasi dengan pengukuran independen dari perpindahan dan perhitungan pendulum, dengan membandingkan nilai yang terhitung dari kekuatan ikatan internal yang tertera pada alat. Dalam praktiknya, rata-rata pengguna mungkin tidak memiliki peralatan yang dibutuhkan.

Suatu sistem kalibrasi alternatif yang ditawarkan oleh beberapa pabrik pembuat alat terdiri dari set pemberat logam berbagai ukuran dan peralatan didesain untuk dipasang guna menggantikan rangkaian uji normal. Pemberat ditempatkan pada alat dan pukul dengan pendulum. Nilai kekuatan ikatan internal yang ditunjukkan alat dibandingkan dengan nilai yang tertera pada pemberat dari pabrik pembuat alat pemberat. Sistem verifikasi semacam itu, yang menunjukkan keberadaan alat utama, biasanya spesifik untuk satu pembuat alat.

Ideally, the instrument should be verified by independent measurement of the pendulum displacement and calculation, comparing the calculated values of internal bond strength with those indicated by the instrument. In practice, the average user may not have the required equipment available.

An alternative calibration system offered by some equipment manufacturers consists of sets of metal weights of various sizes and a mounting fixture designed to replace the normal test assembly. A weight is placed in the fixture and struck by the pendulum. The indicated value of internal bond strength from the instrument is compared with the value assigned to the weight by the manufacturer. Such verification systems, which imply the existence of a master instrument, are usually specific to one maker of instrument.

## Lampiran B (informatif)

### Presisi

#### B.1 Umum

Pernyataan presisi diperoleh dari uji *round robin* yang dilakukan selama bulan Juni hingga September 2012 menggunakan empat kualitas karton dan pita berpelekat dua sisi yang seragam. Hasilnya adalah sebagai berikut.

Setiap laboratorium diinstruksikan untuk melakukan 10 kali pengujian pada setiap contoh untuk arah mesin dan silang mesin sehingga total 20 hasil uji per contoh.

Pengujian dilakukan pada tekanan (medium)  $(690 \pm 20)$  kPa dan waktu penekanan 3 detik (lihat 8.3).

Contoh A: Amplop manila,  $108 \text{ g/m}^2$ , *pulp-virgin kraft*.

Contoh B: Karton liner,  $205 \text{ g/m}^2$ , *pulp-virgin kraft*.

Contoh C: Karton salut silinder,  $384 \text{ g/m}^2$ , pulp-kertas koran daur ulang.

Contoh D: Karton boks lipat salut,  $303 \text{ g/m}^2$ , pulp-sulfat yang belum diputihkan.

#### B.2 Hasil

Data disajikan pada Tabel B.1 dan Tabel B.2.

Perhitungan dibuat sesuai dengan ISO/TR 24498<sup>[5]</sup> dan TAPPI T 1200<sup>[9]</sup>.

Simpangan baku *repeatability* adalah simpangan baku *repeatability* "kumpulan"; yaitu, simpangan baku dihitung sebagai *root-mean-square* dari beberapa simpangan baku laboratorium yang berpartisipasi. Ini berbeda dari definisi *repeatability* konvensional dalam ISO 5725-1<sup>[3]</sup>.

Batas-batas *repeatability* dan *reproducibility* yang dilaporkan adalah estimasi perbedaan maksimum yang diharapkan dalam 19 dari 20 contoh, ketika membandingkan dua hasil uji untuk bahan yang sama terhadap yang dijelaskan dalam kondisi pengujian yang sama. Estimasi ini tidak berlaku untuk bahan yang berbeda atau kondisi pengujian yang berbeda. Batas-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 laboratorium, yaitu:

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

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

## Annex B (informative)

### Precision

#### B.1 General

The precision statement was obtained from a round robin test that was conducted over the months of June thru September 2012 using four grades of paperboard and a uniform source of double-sided tape. The results are as follows.

Each laboratory was instructed to run 10 tests on each sample for both machine and cross-machine directions for a total of 20 test results per sample.

The tests were run at the (medium) pressure  $(690 \pm 20)$  kPa and pressure time 3 s (see 8.3).

Sample A: Manila envelope stock, 108 g/m<sup>2</sup>, pulp – virgin kraft.

Sample B: Liner board, 205 g/m<sup>2</sup>, pulp – virgin kraft.

Sample C: Coated cylinder board, 384 g/m<sup>2</sup>, pulp – recycled old newsprint.

Sample D: Coated folding box board, 303 g/m<sup>2</sup>, pulp – unbleached sulphate.

#### B.2 Results

The data are presented in Tables B.1 and B.2.

The calculations were made according to ISO/TR 24498<sup>[5]</sup> and TAPPI T 1200<sup>[9]</sup>.

The repeatability standard deviation reported 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>[3]</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 the between-laboratories standard deviation. The reproducibility standard deviation includes both the between-laboratories standard deviation and the standard deviation within a laboratory, as follows:

$$s^2_{\text{repeatability}} = s^2_{\text{within lab}} \text{ but } s^2_{\text{reproducibility}} = s^2_{\text{within lab}} + s^2_{\text{between lab}}$$

**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.

Tabel B.1 — Estimasi *repeatability*

Contoh	Jumlah laboratorium	Kekuatan ikatan internal rata-rata $\text{J/m}^2$	Simpangan baku <i>repeatability</i> $s_r$ $\text{J/m}^2$	Koefisien variasi $C_{V,r}$ %	Batas <i>repeatability</i> $r$ $\text{J/m}^2$
A	7	539	65,5	12,2	182,0
B	10	389	33,3	8,6	92,3
C	10	160	17,2	10,8	47,7
D	10	157	10,4	6,6	28,8

Table B.2 — Estimasi *reproducibility*

Contoh	Jumlah laboratorium	Kekuatan ikatan internal rata-rata $\text{J/m}^2$	Simpangan baku <i>reproducibility</i> $s_R$ $\text{J/m}^2$	Koefisien variasi $C_{V,R}$ %	Batas <i>reproducibility</i> $R$ $\text{J/m}^2$
A	7	539	85,0	15,8	235,6
B	10	389	41,2	10,6	114,2
C	10	160	21,1	13,2	58,5
D	10	157	17,9	11,4	49,6

Table B.1 — Estimation of repeatability

Sample	Number of laboratorium	Mean internal bond strength  $\text{J/m}^2$	Repeatability standard deviation  $s_r$ $\text{J/m}^2$	Coefficient of variation  $C_{V,r}$ %	Repeatability limit  $r$ $\text{J/m}^2$
A	7	539	65,5	12,2	182,0
B	10	389	33,3	8,6	92,3
C	10	160	17,2	10,8	47,7
D	10	157	10,4	6,6	28,8

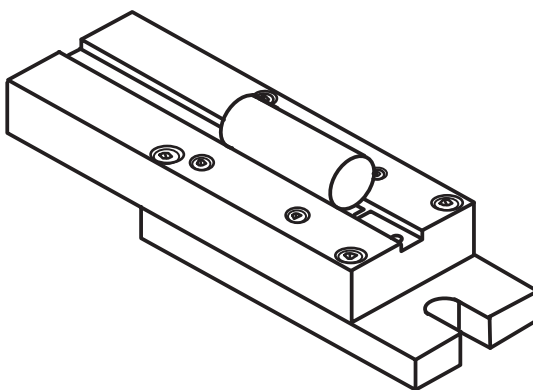
Table B.2 — Estimation of reproducibility

Sample	Number of laboratorium	Mean internal bond strength  $\text{J/m}^2$	Reproducibility standard deviation  $s_R$ $\text{J/m}^2$	Coefficient of variation  $C_{V,R}$ %	Reproducibility limit  $R$ $\text{J/m}^2$
A	7	539	85,0	15,8	235,6
B	10	389	41,2	10,6	114,2
C	10	160	21,1	13,2	58,5
D	10	157	17,9	11,4	49,6

## Lampiran C (informatif)

### Verifikasi dan pemenuhan perangkat dengan standar

Alat tumbukan untuk memeriksa standar yang ditunjukkan pada Gambar C.1 dan dalam bentuk foto pada Gambar C.2. Potongan massa silindris yang telah ditentukan sebelumnya diposisikan pada alat sedemikian sehingga, pusat pukul, ujung pendulum memukul pusat lingkaran pada defleksi  $0^\circ$ . Hal ini menyerap energi pendulum yang dampaknya kemudian dipindahkan ke contoh uji.



**Gambar C.1 – Alat tumbukan dengan potongan massa silindris dalam 3D**



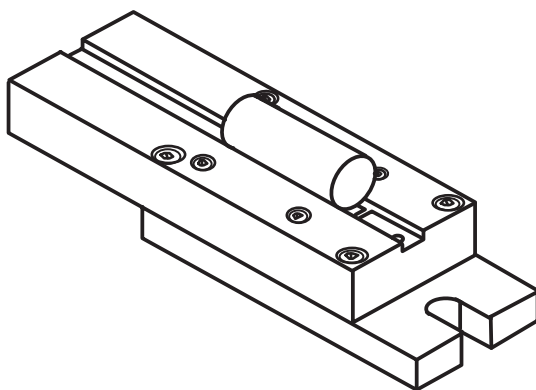
**Gambar C.2 – Alat tumbukan yang terpasang dengan potongan massa silinder dan pendulum**

Untuk alat dari pabrik pembuat alat yang berbeda, terdapat adaptor untuk memastikan bahwa potongan massa silinder akan dipukul dengan tepat pada bagian tengah oleh pendulum pada defleksi  $0^\circ$ . Contoh uji tersedia dalam gradasi 10 g, berat ditentukan oleh panjang silinder.

## Annex C (informative)

### Verification of device compliance with a standard

An impact device for checking the standard is shown in the form of a drawing in Figure C.1 and in the form of a photograph in Figure C.2. Pre-defined cylindrical mass pieces are positioned in the device such that, at the centre of percussion, the tip of the pendulum bob strikes the centre of the circle at 0° deflection. This absorbs the pendulum energy which the impact then transfers to the test piece.



**Figure C.1 — Impact device with a cylindrical mass piece in 3D**



**Figure C.2 — Mounted impact device with a cylindrical mass piece and pendulum bob**

For devices from different manufacturers, there is an adapter that ensures that the cylindrical mass pieces will be reliably struck in the centre by the pendulum bob at 0° deflection. The test pieces are available in gradations of 10 g, the weight being determined by the length of the cylinder.



Desain pendulum yang sama harus memberikan nilai yang sama ketika massa yang sama dipukul. Keadaan ini menghasilkan kenaikan nilai pada Tabel C.1 yang, untuk alasan fisik, berbeda untuk pengukuran rentang 1 dan pengukuran rentang 2.

Hasil pengukuran yang identik tidak akan pernah diperoleh ketika bahan yang sama diuji dalam dua rentang pengukuran.

**Tabel C.1 – Tabel nilai untuk rentang pengukuran 1 dan 2**

Berat contoh uji g	Rentang pengukuran 1 J/m <sup>2</sup>	Rentang pengukuran 2 J/m <sup>2</sup>
20	130	
30	205	230
40	260	320
50	310	400
60	360	460
70	400	510
80	440	580
90	465	630
100	500	680
110		710
120		740
130		770
140		800
150		815
160		830
180		870
200		910
220		950
230		970

Untuk memeriksa alat ukur yang menentukan apakah itu sesuai dengan Standar Nasional ini, pengukuran dilakukan dalam rentang pengukuran menggunakan perangkat pukul dan contoh uji yang ditunjukkan pada masing-masing tabel, nilai yang terukur dicatat.

Lima pengukuran harus dilakukan dengan menggunakan masing-masing contoh uji dan hasilnya dirata-rata. Pengukuran yang gagal harus dibuang dan diganti nilai baru dari pengulangan uji.

Suatu alat yang memenuhi Standar Nasional ini jika, dan hanya jika, nilai rata-rata dari lima pengujian yang hampir sama dengan nilai-nilai dalam Tabel C.1 ketika memperhatikan toleransi.

Penyimpangan  $\pm 3\%$  dari nilai pada Tabel C.1 diperbolehkan untuk alat yang dibuat pada tahun 2011 atau lebih baru. Penyimpangan  $\pm 10\%$  dari nilai pada Tabel C.1 diperbolehkan untuk model lama.

Kecenderungan dari setiap penyimpangan dari nilai-nilai pada Tabel C.1 adalah sama untuk semua contoh uji. Hal ini berarti bahwa hasil yang diperoleh dengan satu alat dan dalam satu rentang pengukuran akan selalu cenderung lebih tinggi atau lebih rendah dari nilai yang terdapat pada Tabel C.1.

Similar pendulum designs shall supply the same values when the same mass pieces are struck. This circumstance gives rise to the values in Table C.1 which, for physical reasons, differ for measuring range 1 and measuring range 2.

Identical results of measurement will never be obtained when the same material is tested in two measuring ranges.

**Table C.1 — Table of values for measuring ranges 1 and 2**

Test piece weight g	Measuring range 1 J/m <sup>2</sup>	Measuring range 2 J/m <sup>2</sup>
20	130	
30	205	230
40	260	320
50	310	400
60	360	460
70	400	510
80	440	580
90	465	630
100	500	680
110		710
120		740
130		770
140		800
150		815
160		830
180		870
200		910
220		950
230		970

To check a measuring instrument to determine whether it complies with this National Standard, measurements are conducted in the measuring range using the impact device and the test pieces cited in the respective table, the measured values being noted.

Five measurements are to be performed using each test piece and the results averaged. Obvious faulty measurements shall be discarded and replaced by a repetition of the test with a new value.

A device complies with this National Standard if, and only if, the average values from five single measurements coincide with the values in Table C.1 while observing a tolerance.

Deviations of  $\pm 3\%$  of the value in Table C.1 are permissible for devices built in 2011 or later. Deviations of  $\pm 10\%$  of the value in Table C.1 are permissible for older models.

The tendency of any deviations from the values in Table C.1 is the same for all test pieces. This means that the results obtained with one device and in one measuring range will always tend to be higher or lower than the corresponding values in Table C.1.

## Bibliografi

- [1] ISO 4287, *Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method — Terms, definitions and surface texture parameters*
- [2] ISO 4288, *Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method — Rules and procedures for the assessment of surface texture*
- [3] ISO 5725-1, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 1: General principles and definitions*
- [4] ISO 15754, *Paper and board — Determination of z-directional tensile strength*
- [5] ISO/TR 24498, *Paper, board and pulps — Estimation of uncertainty for test methods*
- [6] ASTM D3330/D3330M-04(2010), *Standard Test Method for Peel Adhesion of Pressure-Sensitive Tape*
- [7] TAPPI T 541, *Internal bond strength of paperboard (z-direction tensile)*
- [8] TAPPI T 569 om-09, *Internal bond strength (Scott type), Section 13.3*
- [9] TAPPI T 1200, *Interlaboratory evaluation of test methods to determine TAPPI repeatability and reproducibility*
- [10] Blockman A.F., & Wickstrand W.C. *Interfiber Bond Strength of Paper*. TAPPI. 1958, 41 p. 191A
- [11] FINAT Technical Handbook, 9th edition, FTM 1, *Peel adhesion (180°) at 300 mm per minute*



## Informasi pendukung terkait perumus standar

### [1] Komite perumus SNI

Komite Teknis 85-01 Teknologi Kertas

### [2] Susunan keanggotaan Komite perumus SNI

Ketua : Ir. Edy Sutopo, M.Si.  
Sekretaris : M. Rahayu, S.T.P  
Anggota : Ir. Emil Satria, M.Si.  
Rr. Citra Rapati, S. Hut, M.Si  
Dr. Gatot Ibnusantosa  
Dra. Nina Elyani, Msi  
Ir. Heronimus Judi Tjahjono, MT  
Dharmawan, S.Si  
Dra. Susi Sugesty  
Uu Wahyudin  
Papua Yuniarto  
Dian SR Kusumastuti, S.Hut, M.Si.  
Dra. Liana Bratasida, M.Si.

### [3] Konseptor rancangan SNI

Balai Besar Pulp dan Kertas

### [4] Sekretariat pengelola Komite perumus SNI

Pusat Standardisasi Industri - Badan Penelitian dan Pengembangan Industri  
Kementerian Perindustrian