

# RSNI3

RSNI3 ISO 306:2022  
(Ditetapkan oleh BSN tahun 2024)

Rancangan Standar Nasional Indonesia 3

---

## Plastik - Material termoplastik - Penentuan temperatur pelunakan vicat (VST)

*Plastics - Thermoplastic materials - Determination of Vicat softening temperature (VST)*

(ISO 306:2022, IDT)

Pengguna dari RSNI ini diminta untuk menginformasikan adanya hak paten dalam dokumen ini, bila diketahui, serta memberikan informasi pendukung lainnya (pemilik paten, bagian yang terkena paten, alamat pemberi paten dan lain-lain).



## Daftar isi

Daftar isi .....	i
Prakata .....	iii
1 Ruang lingkup .....	2
2 Acuan normatif .....	2
3 Istilah dan definisi .....	4
4 Prinsip .....	4
5 Peralatan .....	4
6 Spesimen uji .....	12
7 Pengkondisian .....	14
8 Prosedur .....	14
9 Presisi .....	16
10 Laporan uji .....	16
Lampiran A (informatif) Perbandingan hasil VST yang diperoleh dengan bak pemanas terisi cairan dan unit pemanas kontak langsung .....	18
Lampiran B (informatif) Perbandingan hasil VST yang diperoleh dengan bak pemanas terisi cairan dan wadah terfluidisas .....	22
Lampiran C (informatif) Keberulangan dan presisi .....	26
Bibliografi .....	32
Tabel A.1 — Hasil studi perbandingan (laju pemanasan 50 °C/h), VST (°C) .....	18
Tabel B.1 — Hasil studi perbandingan, VST [°C] .....	22
Tabel C.1 — Data presisi untuk bak pemanas terisi cairan, Metode A120, VST (°C) .....	28
Tabel C.2 — Data presisi untuk wadah terfluidisasi, Metode A120, VST (°C) .....	28
Tabel C.3 — Data presisi untuk bak pemanas terisi cairan, Metode B50, VST (°C) .....	28
Tabel C.4 — Data presisi untuk wadah terfluidisasi, Metode B50, VST (°C) .....	30
Gambar 1 — Tampilan skema salah satu jenis peralatan pengujian dengan alat pemanas yang diisi dengan cairan atau bubuk terfluidisasi untuk penentuan VST .....	8
Gambar 2 — Tampilan skema peralatan pengujian dengan unit pemanas kontak langsung untuk penentuan VST .....	10
Gambar A.1 — Plot data dari Tabel A.1 .....	20
Gambar B.1 — Plot data dari Tabel B.1 — Metode B50 dan A120 .....	24

## Prakata

SNI ISO 306:2022, *Plastik - Material termoplastik - Penentuan temperatur pelunakan vicat (VST)* merupakan standar revisi dari SNI ISO 306:2011, *Plastik - Bahan termoplastik - Penentuan temperatur pelunakan Vicat*. Standar ini disusun dengan jalur adopsi tingkat keselarasan identik dari ISO 306:2022, *Plastics — Thermoplastic materials — Determination of Vicat softening temperature (VST)*, dengan metode adopsi terjemahan dua bahasa dan ditetapkan oleh BSN Tahun 2024.

Dalam standar ini istilah “*this document*” pada standar ISO 306:2022 yang diadopsi diganti dengan “*this standard*” dan diterjemahkan menjadi “standar ini”.

Perubahan pada standar ini meliputi:

- Penambahan metode baru yaitu wadah terfluidisasi (*fluidized bed*)
- Penambahan data presisi dan akurasi

Standar ini disusun oleh Komite Teknis 83-04, Metode uji plastik. Standar ini telah dibahas melalui rapat teknis dan disepakati dalam rapat konsensus pada tanggal 27 Agustus 2024 melalui telekonferensi, yang dihadiri oleh para pemangku kepentingan (*stakeholders*) terkait, yaitu perwakilan dari pemerintah, pelaku usaha, konsumen, dan pakar. Standar ini telah melalui tahap jajak pendapat pada tanggal 4 September 2024 sampai 18 September 2024 dengan hasil akhir disetujui menjadi SNI.

Apabila pengguna menemukan keraguan dalam Standar ini, maka disarankan untuk melihat standar aslinya, yaitu ISO 306:2022, dan/atau dokumen terkait lain yang menyertainya.

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

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

## Plastik — Material termoplastik — Penentuan temperatur pelunakan Vicat (VST)

### 1 Ruang lingkup

**1.1** Standar ini menetapkan empat metode penentuan temperatur pelunakan Vicat (VST) untuk material termoplastik:

- Metode A50 menggunakan gaya 10 N dan laju pemanasan 50 °C/h;
- Metode B50 menggunakan gaya 50 N dan laju pemanasan 50 °C/h;
- Metode A120 menggunakan gaya 10 N dan laju pemanasan 120 °C/h;
- Metode B120 menggunakan gaya 50 N dan laju pemanasan 120 °C/h.

**1.2** Metode ini hanya digunakan untuk termoplastik, untuk mengukur temperatur pada saat termoplastik mulai melunak secara cepat.

### 2 Acuan normatif

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

ISO 291, *Plastics — Standard atmospheres for conditioning and testing*

ISO 293, *Plastics — Compression moulding of test specimens of thermoplastic materials*

ISO 294-1, *Plastics — Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials — Part 1: General principles, and moulding of multipurpose and bar test specimens*

ISO 294-2, *Plastics — Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials — Part 2: Small tensile bars*

ISO 294-3, *Plastics — Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials — Part 3: Small plates*

ISO 472, *Plastics — Vocabulary*

ISO 2818, *Plastics — Preparation of test specimens by machining*

ISO 16012, *Plastics — Determination of linear dimensions of test specimens*

ISO 20753, *Plastics — Test specimens*

IEC 60584-1, *Thermocouples — Part 1: EMF specifications and tolerances*

IEC 60584-3, *Thermocouples — Part 3: Extension and compensating cables — Tolerances and identification system*

## Plastics — Thermoplastic materials — Determination of Vicat softening temperature (VST)

### 1 Scope

1.1 This standard specifies four methods for the determination of the Vicat softening temperature (VST) of thermoplastic materials:

- Method A50 using a force of 10 N and a heating rate of 50 °C/h;
- Method B50 using a force of 50 N and a heating rate of 50 °C/h;
- Method A120 using a force of 10 N and a heating rate of 120 °C/h;
- Method B120 using a force of 50 N and a heating rate of 120 °C/h.

1.2 The methods specified are applicable only to thermoplastics, for which they give a measure of the temperature at which the thermoplastics start to soften rapidly.

### 2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this standard. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

ISO 291, *Plastics — Standard atmospheres for conditioning and testing*

ISO 293, *Plastics — Compression moulding of test specimens of thermoplastic materials*

ISO 294-1, *Plastics — Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials — Part 1: General principles, and moulding of multipurpose and bar test specimens*

ISO 294-2, *Plastics — Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials — Part 2: Small tensile bars*

ISO 294-3, *Plastics — Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials — Part 3: Small plates*

ISO 472, *Plastics — Vocabulary*

ISO 2818, *Plastics — Preparation of test specimens by machining*

ISO 16012, *Plastics — Determination of linear dimensions of test specimens*

ISO 20753, *Plastics — Test specimens*

IEC 60584-1, *Thermocouples — Part 1: EMF specifications and tolerances*

IEC 60584-3, *Thermocouples — Part 3: Extension and compensating cables — Tolerances and identification system*

IEC 60751, *Industrial platinum resistance thermometers and platinum temperature sensors*

### **3 Istilah dan definisi**

Untuk keperluan standar ini, istilah dan definisi yang diberikan dalam ISO 472 dan berikut ini berlaku. ISO dan IEC memelihara basis data terminologi untuk digunakan dalam standardisasi di alamat berikut:

— Platform penjelajahan ISO Online: tersedia di <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: tersedia di <https://www.electropedia.org/>

#### **3.1**

##### **penetrasi**

jarak di mana ujung indenter harus menembus ke dalam spesimen yang diuji

Catatan 1 untuk entri: Jarak ini dinyatakan dalam millimeter (mm)..

#### **3.2**

##### **beban**

gaya yang diterapkan ke spesimen uji melalui ujung indenter

Catatan 1 untuk entri: Gaya ini dinyatakan dalam Newton (N).

#### **3.3**

##### **Temperatur pelunakan Vicat**

##### **VST**

Temperatur dimana indenter berujung rata akan menembus spesimen hingga kedalaman 1 mm pada beban yang ditetapkan (3.2) dengan menggunakan laju pemanasan yang telah dipilih.

Catatan 1 untuk entri: Temperatur ini dinyatakan dalam derajat Celsius (°C).

### **4 Prinsip**

Temperatur ditentukan pada saat ujung indenter standar dengan titik penetrasi yang rata, di bawah beban standard, menembus sedalam 1 mm ke dalam permukaan spesimen uji plastik. Ujung indenter menekan secara tegak lurus terhadap spesimen uji dengan gaya dan laju pemanasan yang ditetapkan pada spesimen uji

Temperatur spesimen, dalam derajat Celsius (°C), diukur sedekat mungkin pada daerah sekitar penetrasi 1 mm, dinyatakan sebagai VST.

### **5 Peralatan**

#### **5.1 Alat untuk penetrasi**

Peralatan pada dasarnya harus dibuat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 (atau Gambar 2). Peralatan ini terdiri dari rangka logam kaku dengan batang bergerak bebas dalam arah vertikal. Salah satu ujung batang dilengkapi dengan pelat pemikul beban dan ujung lainnya dilengkapi dengan ujung indenter. Dasar rangka dilengkapi dengan pelat penyangga atau perangkat pengaplikasian beban lain yang sesuai.



IEC 60751, *Industrial platinum resistance thermometers and platinum temperature sensors*

### 3 Terms and definitions

For the purposes of this standard, the terms and definitions given in ISO 472 and the following apply. ISO and IEC maintain terminology databases for use in standardization at the following addresses:

— ISO Online browsing platform: available at <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: available at <https://www.electropedia.org/>

#### 3.1

##### **penetration**

distance over which the indenting tip has to penetrate into the specimen under test

Note 1 to entry: It is expressed in millimetres (mm).

#### 3.2

##### **load**

force applied to test specimen by means of the indenting tip

Note 1 to entry: It is expressed in Newtons (N).

#### 3.3

##### **Vicat softening temperature**

##### **VST**

temperature at which a flat-ended indenter will penetrate the specimen to a depth of 1 mm under a specified load (3.2) using a selected uniform rate of temperature rise

Note 1 to entry: It is expressed in degrees Celsius (°C).

### 4 Principle

The temperature at which a standard indenting tip with a flat point, under a standardized load, penetrates 1 mm into the surface of a plastic test specimen is determined. The indenting tip exerts a specified force perpendicular to the test specimen, while the specimen is heated at a specified and uniform rate.

The temperature, in degree Celsius (°C), of the specimen, measured as close as possible to the indented area at 1 mm penetration, is quoted as the VST.

### 5 Apparatus

#### 5.1 Means of producing penetration

The apparatus shall be constructed essentially as shown in Figure 1 (or Figure 2). It consists of a rigid metal frame in which a rod moves freely in the vertical direction. One end of the rod is fitted with a weight-carrying plate and the other end is equipped with an indenting tip. The base of the frame is fitted with a support plate or other suitable load-application device.

Direkomendasikan agar batang dan rangka dibuat dari material yang muai panasnya rendah. Kecuali jika bagian-bagian vertikal peralatan mempunyai koefisien muai panas linier yang sama, perbedaan perubahan panjang bagian-bagian ini selama pengujian menyebabkan kesalahan dalam pembacaan penetrasi dari spesimen uji.

Pada saat pembuatan, atau setelah perbaikan atau penggantian rangka uji, pengujian blanko harus dilakukan pada setiap peralatan dengan menggunakan spesimen uji yang terbuat dari material kaku yang mempunyai koefisien muai yang rendah dan ketebalan yang sebanding dengan spesimen yang diuji. Uji blanko harus mencakup rentang temperatur yang akan digunakan dalam penentuan sebenarnya, dan nilai koreksi harus ditentukan untuk setiap temperatur. Jika nilai koreksinya 0,02 mm atau lebih besar, nilainya dan tanda aljabarnya harus dicatat; dan nilai koreksi diterapkan pada setiap hasil pengujian pada pembacaan penetrasi spesimen uji.

**CATATAN** Kaca invar dan borosilikat telah ditemukan cocok sebagai material untuk spesimen uji pada uji blanko.

## **5.2 Indentor**

Indentor harus terbuat dari baja yang dikeraskan, panjangnya minimum 2 mm, dengan penampang melingkar dan luas  $(1,000 \pm 0,015) \text{ mm}^2$  (sesuai dengan diameter ujung indentor  $(1,128 \pm 0,008) \text{ mm}$ ) dan dipasang di bagian bawah batang. Indentor, ketika bersentuhan dengan spesimen, harus tegak lurus terhadap batang. Ujungnya harus bebas dari gerigi (*burrs*) atau ketidaksempurnaan lainnya.

## **5.3 Alat pemanas**

Alat pemanas harus bak pemanas yang berisi cairan yang sesuai, wadah terfluidisasi, atau unit pemanas kontak langsung, lihat Gambar 2. Untuk media panas selain gas (udara) spesimen uji harus direndam hingga kedalaman sekurangnya 35 mm.

Pengaduk atau alat yang efisien untuk memfluidisasi media panas padat harus disediakan. Jika cairan digunakan untuk perpindahan panas, harus ditetapkan bahwa cairan yang dipilih stabil pada kisaran temperatur yang digunakan dan tidak memengaruhi material yang diuji, misalnya menyebabkan material mengembang atau retak.

Metode yang menggunakan media panas cair harus dianggap sebagai metode acuan jika ada keraguan atau konflik, jika mungkin, dalam kisaran temperatur yang dipertimbangkan.

Peralatan pemanas harus dilengkapi dengan unit kontrol sehingga temperatur dinaikkan secara seragam sebesar  $(50 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C/h}$  atau  $(120 \pm 10) \text{ }^\circ\text{C/h}$ .

Laju pemanasan harus diverifikasi secara berkala baik dengan memeriksa pembacaan temperatur otomatis, atau memeriksa temperatur secara manual. Persyaratan untuk laju pemanasan harus dianggap terpenuhi jika setiap interval 6 min selama pengujian, perubahan temperatur adalah  $(5,0 \pm 0,5) \text{ }^\circ\text{C}$  atau  $(12,0 \pm 1,0) \text{ }^\circ\text{C}$ .

10 menit pertama atau hingga  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  kenaikan diperbolehkan berada di luar toleransi yang ditentukan karena banyak instrumen menggunakan kontrol PID untuk pemanasan, dan merupakan hal yang normal bagi pengontrol untuk menyetel sendiri ke daya yang benar dan persyaratan interval untuk melakukan laju kenaikan yang diperlukan.

**CATATAN** Diperlukan suatu cara untuk mempercepat laju pendinginan peralatan pemanas.

It is recommended that the rod and frame(s) be constructed of low thermal expansion material. Unless vertical parts of the apparatus have the same coefficient of linear thermal expansion, the difference in change of length of these parts during the test introduces an error in the reading of the apparent penetration of the test specimen.

At the time of manufacture, or after repair or replacement of test frame, a blank test shall be made on each apparatus using a test specimen made of rigid material having a low coefficient of expansion and a thickness comparable to that of the specimen under test. The blank test shall cover the temperature ranges to be used in the actual determination, and a correction term shall be determined for each temperature. If the correction term is 0,02 mm or greater, its value and algebraic sign shall be recorded; and the term applied to each test result by adding it algebraically to the reading of the apparent penetration of the test specimen.

**NOTE** Invar and borosilicate glass have been found suitable as materials for the test specimen in the blank test.

## 5.2 Indenter

It shall be made of hardened steel, at least 2 mm long, of circular cross-section and of area  $(1,000 \pm 0,015)$  mm<sup>2</sup> (corresponding to an indenting tip diameter of  $(1,128 \pm 0,008)$  mm) and fixed at the bottom of the rod. The indenter, when in contact with the specimen, shall be perpendicular to the rod. The tip shall be free from burrs or other imperfections.

## 5.3 Heating equipment

The heating equipment shall be a heating bath containing a suitable liquid, a fluidized bed, or a direct contact heating unit, see Figure 2. For heat transfer media other than gas (air) the test specimen shall be immersed to a depth of at least 35 mm.

An efficient stirrer or means to fluidize the solid heat transfer medium shall be provided. If liquids are used for heat transfer, it shall be established that the liquid chosen is stable over the temperature range used and does not affect the material under test, for example causing it to swell or crack.

The method using a liquid heat transfer medium shall be considered a reference method in case of doubts or conflicts, if possible, in the temperature range under consideration.

The heating equipment shall be provided with a control unit so that the temperature is raised at a uniform rate of  $(50 \pm 5)$  °C/h or  $(120 \pm 10)$  °C/h.

The heating rate shall be verified periodically either by checking the automatic temperature reading, or manually checking the temperature. The requirement for the heating rate shall be considered satisfied if, over every 6 min interval during the test, the temperature change is  $(5,0 \pm 0,5)$  °C or  $(12,0 \pm 1,0)$  °C.

It is allowable for the first 10 min or up to 40 °C of the ramp to be outside of the prescribed tolerances as many instruments use a PID control for the heating, and it is normal for the controller to tune itself to the correct power and interval requirements to perform the required ramp rate.

**NOTE** A means of accelerating the cooling rate of the heating equipment has been found to be desirable.

Parafin cair, minyak transformator, gliserol dan minyak silikon adalah cairan media panas yang sesuai, namun cairan lain dapat diterima. Untuk wadah terfluidisasi, bubuk aluminium oksida terbukti sesuai.

**5.4 Beban**

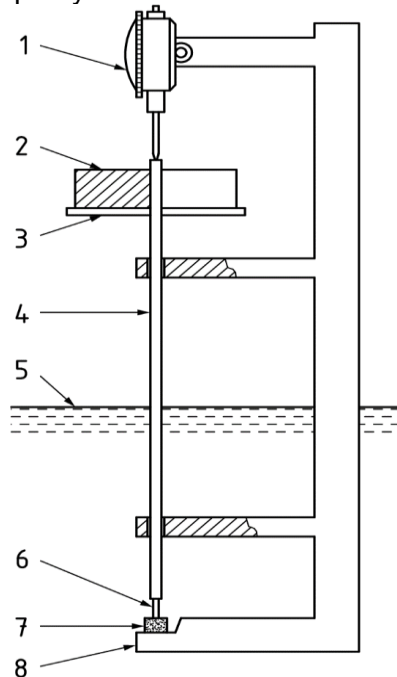
Satu set beban harus disediakan sehingga beban total yang diterapkan ke spesimen uji adalah  $(10 \pm 0,2)$  N untuk metode A50 dan A120 atau  $(50 \pm 1,0)$  N untuk metode B50 dan B120.

**5.5 Alat pengukur temperatur**

Gunakan alat pengukur temperatur yang sesuai dengan rentang yang sesuai dan dengan resolusi  $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$  (atau dapat dibaca hingga  $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ ) dan akurasi  $\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ . Alat pengukur temperatur harus dikalibrasi pada kedalaman perendaman khusus untuk peralatan yang digunakan dan dalam kisaran temperatur yang mencakup temperatur pelunakan Vicat yang akan diukur. Jika ada beberapa stasiun pengujian disarankan agar bak pemanas dilengkapi dengan alat pengukur temperatur terpisah. Dalam hal ini, bagian pembacaan temperatur pada instrumen harus ditempatkan tidak lebih dari 12,5 mm dari titik kontak ujung indentasi dengan spesimen. Bagian pembacaan temperatur pada instrumen tidak boleh menyentuh spesimen atau bersentuhan dengan bagian manapun dari rangka.

**CATATAN** Metode kalibrasi alat pengukur temperatur mencakup kalibrasi statis (pada satu atau lebih temperatur konstan) dan kalibrasi dinamis (menggunakan laju pemanasan konstan). Kalibrasi dinamis mampu mengukur jeda temperatur pada perangkat pengukur temperatur internal, namun memerlukan perangkat pengukur temperatur referensi dengan sifat dinamis yang sesuai.

Termokopel harus sesuai dengan persyaratan IEC 60584-1 dan IEC 60584-3. Termometer resistansi harus sesuai dengan persyaratan IEC 60751.



**Keterangan**

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1 alat pengukur penetrasi      | 5 perkiraan tinggi cairan atau bubuk terfluidisasi |
| 2 beban yang dapat diganti     | 6 ujung indenter                                   |
| 3 pelat penyangga              | 7 spesimen uji                                     |
| 4 batang dengan ujung indenter | 8 penyangga/rangka spesimen uji                    |

**Gambar 1 — Tampilan skema salah satu jenis peralatan pengujian dengan alat pemanas yang diisi dengan cairan atau bubuk terfluidisasi untuk penentuan VST**

Liquid paraffin, transformer oil, glycerol and silicone oils are suitable heat transfer liquids, but others are acceptable. For fluidized beds, aluminium oxide powder has been found suitable.

#### 5.4 Weights

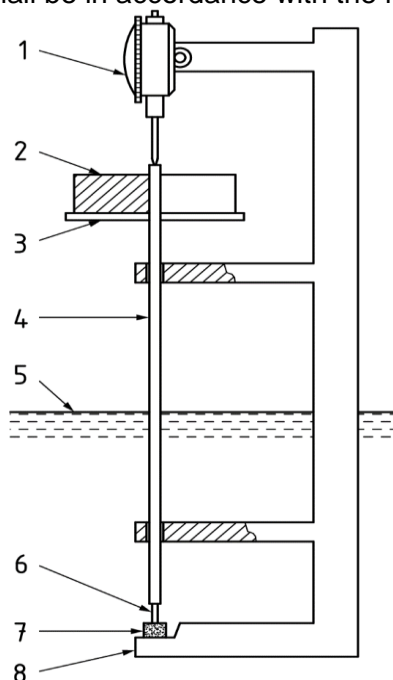
A set of weights shall be provided so that the total load applied to the test specimen is  $(10 \pm 0,2)$  N for methods A50 and A120 or  $(50 \pm 1,0)$  N for methods B50 and B120.

#### 5.5 Temperature-measuring device

Use a suitable temperature-measuring device of appropriate range and with a resolution of  $0,1$  °C (or readable to  $0,1$  °C) and an accuracy of  $\pm 1$  °C. The temperature-measuring devices shall be calibrated at the depth of immersion particular to the apparatus in use and in a temperature range that comprises the Vicat softening temperatures to be measured. It is recommended that the heating bath is equipped with a separate temperature-measuring device at each test station if there are several. In this case, the temperature-sensing part of the instrument shall be located not farther than  $12,5$  mm from the point where the indenting tip contacts the specimen. The temperature sensing part of the instrument shall not touch the specimen or be in contact with any part of the frame.

**NOTE** Methods of calibration of the temperature-measuring devices include static calibration (at one or more constant temperatures) and dynamic calibration (using a constant heating-rate). Dynamic calibration is capable of measuring temperature lag of the build-in temperature measuring device but requires a reference temperature measuring device with suitable dynamic properties.

Thermocouples shall be in accordance with the requirements of IEC 60584-1 and IEC 60584-3. Resistance thermometers shall be in accordance with the requirements of IEC 60751.

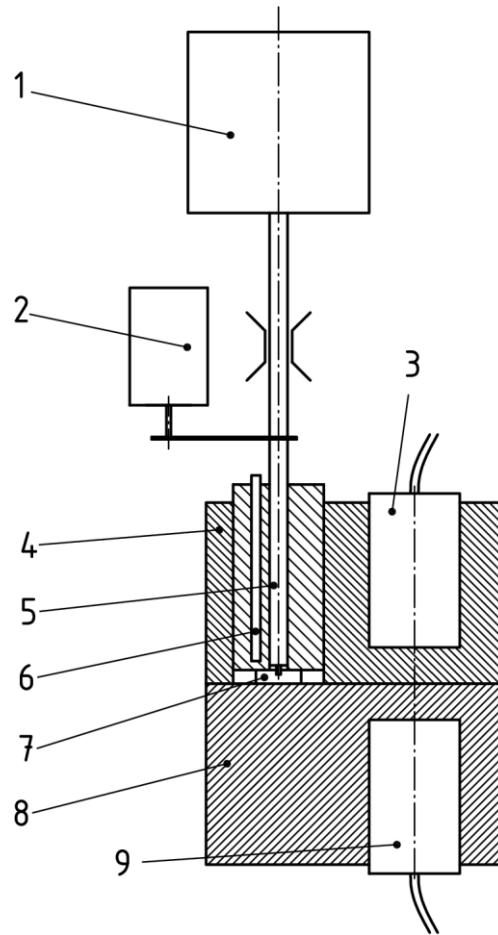


#### Key

1 penetration-measuring device  
2 replaceable weight  
3 support plate  
4 rod with indenting tip

5 approximate level of liquid or fluidized powder bed  
6 indenting tip  
7 test specimen  
8 test-specimen support/frame

**Figure 1 — Schematic view of one type of testing apparatus with a heating equipment filled with liquid or fluidized powder bed for determination of the VST**



**Keterangan**

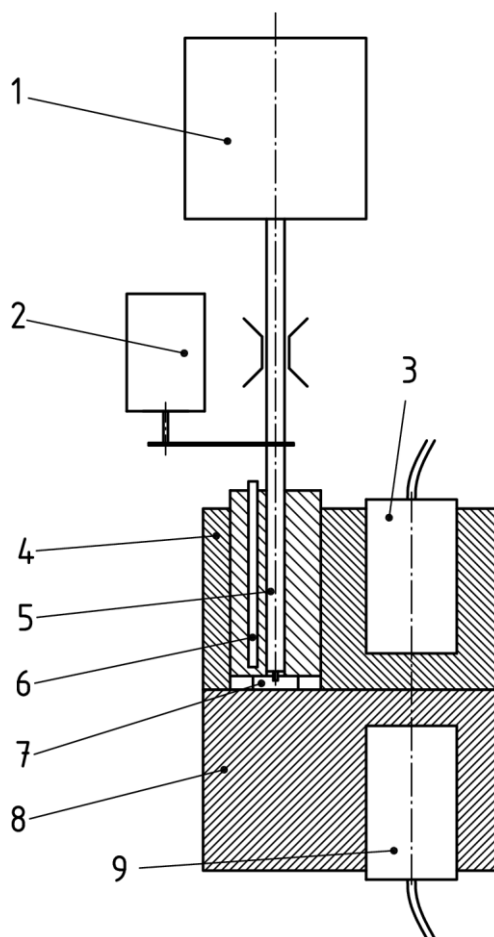
- |                                |                            |
|--------------------------------|----------------------------|
| 1 beban                        | 6 alat pengukur temperatur |
| 2 alat pengukur penetrasi      | 7 spesimen uji             |
| 3 pemanas atas                 | 8 blok pemanas bawah       |
| 4 blok pemanas atas            | 9 pemanas bawah            |
| 5 batang dengan ujung indenter |                            |

**Gambar 2 — Tampilan skema peralatan pengujian dengan unit pemanas kontak langsung untuk penentuan VST**

**5.6 Alat pengukur penetrasi**

Gunakan *dial gauge* terkalibrasi, atau alat penunjuk atau perekam lainnya, termasuk alat pembaca perpindahan listrik, seperti transduser perpindahan variabel linier/ *linear variable displacement transduce* (LVDT), untuk mengukur penetrasi spesimen pada titik di mana ujung indenter bersentuhan dengan spesimen. Alat pengukur penetrasi harus dapat dibaca hingga 0,01 mm.

Jika *dial gauge* analog digunakan, gaya dorong *dial gauge* yang berkontribusi terhadap gaya dorong pada spesimen uji harus dicatat. Gaya pegas *dial gauge* diarahkan ke atas dan dikurangi dari beban; pada tipe lain, gaya ini bekerja ke bawah dan ditambahkan pada beban.

**Key**

1 weight

2 penetration-measuring device

3 upper heater

4 upper heating block

5 rod with indenting tip

6 temperature-measuring device

7 test specimen

8 lower heating block

9 lower heater

**Figure 2 — Schematic view of testing apparatus with a direct-contact heating unit for determination of the VST**

### 5.6 Penetration-measuring device

Use a calibrated dial gauge, or any other indicating or recording device, including electrical displacement sensing apparatus, such as a linear variable displacement transducer (LVDT), to measure the penetration of the specimen at the point where the indenting tip contacts the specimen. The penetration-measuring device shall be readable to 0,01 mm.

When analogue dial gauges are used, the thrust of the dial gauge, which contributes to the thrust on the test specimen, shall be recorded. The force of the dial gauge spring is directed upwards and is subtracted from the load; in other types, this force acts downwards and is

Karena gaya yang diberikan oleh pegas pada dial gauge tertentu sangat bervariasi selama *stroke*, gaya ini diukur pada posisi dimana ujung indentor telah menembus 1 mm ke dalam spesimen. Gabungan gaya dorong ke bawah, yang ditentukan selama kalibrasi peralatan, yang disebabkan oleh batang, ujung indentor dan gaya ke atas atau ke bawah yang dilakukan oleh pegas dial gauge dalam rentang pengukuran yang digunakan selama pengujian, tidak boleh melebihi 1 N.

### **5.7 Mikrometer dan *gauge***

Alat ini digunakan untuk mengukur lebar dan ketebalan spesimen uji. Mikrometer dan *gauge* ini harus dapat dibaca hingga 0,01 mm dan sesuai dengan ISO 16012.

## **6 Spesimen uji**

**6.1** Setidaknya dua spesimen uji harus digunakan untuk menguji setiap sampel. Spesimen uji harus memiliki tebal antara 3 mm dan 6,5 mm dan paling sedikit berukuran 9,5 mm persegi atau diameter 9,5 mm. Permukaannya harus rata dan sejajar serta bebas dari kelebihan material yang menempel pada produk cetakan. Material tersebut harus dibuat sesuai dengan spesifikasi, jika ada, untuk material yang diuji. Jika spesifikasi tersebut tidak ada, prosedur apa pun yang sesuai yang digunakan untuk penyiapan spesimen uji harus disetujui oleh pihak yang berkepentingan.

**6.2** Jika benda uji yang diserahkan untuk pengujian berbentuk material cetakan (misalnya material bubuk atau butiran), maka benda uji tersebut harus dicetak menjadi spesimen dengan tebal 3 mm sampai 6,5 mm, sesuai dengan spesifikasi yang berkaitan dengan material yang diuji. atau sesuai dengan ISO 293, ISO 294-1, ISO 294-2, ISO 294-3, atau ISO 20753 jika tidak ada spesifikasi material. Jika hal ini tidak dapat diterapkan, prosedur lain harus digunakan sesuai kesepakatan antara pihak-pihak yang berkepentingan.

**6.3** Untuk material lembaran, tebal spesimen uji harus sama dengan tebal lembaran, kecuali sebagai berikut.

a) Jika ketebalan melebihi 6,5 mm, spesimen uji harus dikurangi ketebalannya menjadi 3 mm hingga 6,5 mm dengan proses permesinan pada satu permukaan (sesuai dengan ISO 2818), permukaan lainnya dibiarkan utuh. Permukaan uji haruslah permukaan yang utuh.

b) Jika ketebalan lembaran kurang dari 3 mm, tidak lebih dari tiga lembar harus ditumpuk bersama-sama dalam kontak langsung untuk menghasilkan ketebalan total antara 3 mm dan 6,5 mm dan ketebalan bagian atas (yang diukur) harus sebesar minimum 1,5 mm. Penumpukan potongan dengan ketebalan lebih kecil tidak selalu memberikan hasil pengujian yang sama.

Jika spesimen uji diambil dari bagian yang dibentuk, pastikan spesimen uji tersebut:

- diambil dari bagian yang relatif datar dan sebaiknya tidak bergurat pada bagian yang akan diuji;
- berada dalam kontak planar satu sama lain ketika beberapa bagian ditumpuk;
- diposisikan sedemikian rupa sehingga permukaan yang bergurat dari sampel (atau permukaan bergurat dari seluruh potongan) tidak bersentuhan dengan ujung indentor.

**6.4** Hasil pengujian yang diperoleh mungkin bergantung pada kondisi pencetakan yang digunakan dalam penyiapan spesimen uji, meskipun ketergantungan seperti itu tidak umum. Ketika menguji material yang hasilnya bergantung pada kondisi pencetakan, prosedur anil khusus atau prosedur pengondisian awal dapat digunakan sebelum pengujian asalkan disetujui oleh pihak yang berkepentingan.



added to the load. Since the force exerted by the spring in certain dial gauges varies considerably over the stroke, this force is measured at the position where the indenting tip has penetrated 1 mm into the specimen. The combined downward thrust, determined during calibration of the apparatus, due to the rod, the indenting tip and the upward or downward force exerted by the dial gauge spring in the measurement range used during the test, shall not exceed 1 N.

## 5.7 Micrometers and gauges

These are used to measure the width and thickness of the test specimens. They shall be readable to 0,01 mm and conform to ISO 16012.

## 6 Test specimens

**6.1** At least two test specimens shall be used to test each sample. The test specimens shall be between 3 mm and 6,5 mm thick and at least 9,5 mm square or of 9,5 mm diameter. Their surfaces shall be flat and parallel and free from flash. They shall be made in accordance with the specifications, if any, for the material under test. In the absence of such specifications, any suitable procedure used for the preparation of test specimens shall be agreed upon by the interested parties.

**6.2** If the samples submitted for test are in the form of moulding materials (for example, powder or granulated materials), these shall be moulded into specimens 3 mm to 6,5 mm thick, in accordance with the specifications relating to the material under test, or in accordance with ISO 293, ISO 294-1, ISO 294-2, ISO 294-3, or ISO 20753 if no material specification exists. If these are not applicable, other procedures shall be used as agreed between the interested parties.

**6.3** For sheet materials, the thickness of the test specimens shall be equal to the thickness of the sheet, except as follows.

a) If the thickness exceeds 6,5 mm, the test specimens shall be reduced in thickness to 3 mm to 6,5 mm by machining one surface (in accordance with ISO 2818), the other surface being left intact. The test surface shall be the intact one.

b) If the thickness of the sheet is less than 3 mm, not more than three pieces shall be stacked together in direct contact to give a total thickness between 3 mm and 6,5 mm and the thickness of the upper (measured) piece shall be at least 1,5 mm. Stacking of pieces of lesser thickness does not always give the same test result.

If test specimens are taken from formed parts, ensure that the specimens:

- are taken from a relatively flat and preferably non-grained area of the part to be tested;
- are in planar contact to each other when several pieces are stacked;
- are positioned in such a way that the grained surface of the sample is (or the grained surfaces of all the pieces are) facing away from the indentation tip.

**6.4** The test results obtained may depend on the moulding conditions used in the preparation of the test specimens, although such a dependence is not common. When testing materials for which the results do depend on the moulding conditions, special annealing or preconditioning procedures may be used before testing provided they are agreed to by the interested parties.

## **7 Pengkondisian**

Kondisikan minimum 16 h pada iklim normal 23/50-2 menurut ISO 291 atau sesuai dengan spesifikasi material yang sesuai.

Jika VST dari material yang diselidiki tidak dipengaruhi oleh kelembaban, pengendalian kelembaban harus dihilangkan.

## **8 Prosedur**

**8.1** Jika menggunakan bak pemanas terisi cairan atau wadah terfluidisasi, pasang spesimen uji secara horizontal di bawah ujung indenter tanpa beban, tegak lurus terhadap ujung indenter. Jika menggunakan unit pemanas kontak langsung, letakkan spesimen uji secara horizontal dan tegak lurus terhadap arah gerak ujung indenter, tanpa menempatkan ujung indenter pada spesimen uji. Ujung indenter tidak boleh lebih dekat dari 3 mm ke tepi spesimen uji. Permukaan spesimen uji yang bersentuhan dengan dasar peralatan harus rata.

**8.2** Jika menggunakan bak pemanas terisi cairan atau wadah terfluidisasi (lihat Gambar 1), letakkan rakitan batang/rangka di dalam peralatan pemanas. Jika menggunakan unit pemanas kontak langsung, posisikan spesimen di antara dua balok dan turunkan ujung indenter ke spesimen (lihat Gambar 2). Temperatur peralatan pemanas harus maksimum 25 °C pada awal setiap pengujian, kecuali pengujian sebelumnya menunjukkan bahwa material yang diuji, tidak ada kesalahan yang disebabkan oleh temperatur awal lain dan temperatur awal paling sedikit 50 °C di bawah VST yang diharapkan.

**8.3** Dengan indenter masih pada posisinya, tambahkan beban yang cukup pada pelat penyangga (atau bebaskan indenter dengan cara lain yang sesuai), sehingga gaya dorong total pada spesimen uji adalah  $(10 \pm 0,2)$  N untuk metode A50 dan A120 dan  $(50 \pm 1,0)$  N untuk metode B50 dan B120. Setelah 5 min dengan beban diterapkan, catat pembacaan alat pengukur indentasi) (lihat 5.5) atau setel instrumen ke nol.

**8.4** Naikkan temperatur dengan kecepatan yang seragam  $(50 \pm 5)$  °C/h atau  $(120 \pm 10)$  °C/h sesuai dengan metode pengujian yang dipilih. Jika menggunakan bak pemanas terisi cairan atau wadah terfluidisasi, aduk media pemanas dengan baik selama pengujian. Untuk uji referensi, laju 50 °C/h harus digunakan.

**CATATAN** Untuk beberapa material yang diuji pada laju pemanasan lebih tinggi (120 °C/h), temperatur pelunakan Vicat telah diamati hingga 10 °C lebih tinggi daripada yang diperoleh saat pengujian pada 50 °C/h.

**8.5** Catat temperatur media pemanas atau blok pemanas (lihat 5.4) ketika indenter telah menembus spesimen uji sebesar  $(1 \pm 0,01)$  mm dari posisi awalnya, seperti yang ditentukan dalam 8.3, dan catat sebagai VST dari spesimen uji tersebut.

**8.6** Nyatakan VST material yang diuji sebagai rata-rata aritmatika VST spesimen yang diuji. Jika kisaran hasil individual lebih besar dari 2 °C, catat hasil individual [lihat Pasal 10, daftar item h)] dan ulangi pengujian untuk kedua kalinya dengan menggunakan satu set tambahan yang terdiri dari setidaknya dua spesimen. Jika terjadi pengujian berulang, laporkan nilai individual dari pengujian pertama dan kedua. Laporkan VST dengan satu desimal. Nyatakan hasil uji ke desimal Celcius terdekat.

## 7 Conditioning

Condition for at least 16 h at the normal climate 23/50-2 according to ISO 291 or in accordance with the appropriate material specification.

If the VST of the material under investigation is not affected by moisture, controlling of the moisture shall be omitted.

## 8 Procedure

**8.1** If using a liquid-filled heating bath or a fluidized bed, mount the test specimen horizontally under the indenting tip of the unloaded rod, perpendicular to the indenting tip. If using a Direct-contact heating unit, place the test specimen horizontally and perpendicular to the direction of travel of the indenting tip, without placing the indenting tip on the specimen. The indenting tip shall at no point be nearer than 3 mm to the edge of the test specimen. The surface of the test specimen in contact with the base of the apparatus shall be flat.

**8.2** If using a liquid-filled heating bath or a fluidized bed (see Figure 1), place the rod/frame assembly in the heating equipment. If using a direct-contact heating unit, position the specimen between the two blocks and lower the indenting tip on to the specimen (see Figure 2). The temperature of the heating equipment shall be a maximum of 25 °C at the start of each test, unless previous tests have shown that, for the material under test, no error is caused by starting at another temperature and the starting temperature is at least 50 °C below the expected VST.

**8.3** With the indenter still in position, add a sufficient weight to the support plate (or load the indenter in another suitable way), so that the total thrust on the test specimen will be  $(10 \pm 0,2)$  N for methods A50 and A120 and  $(50 \pm 1,0)$  N for methods B50 and B120. After 5 min with the load applied, note the reading of the indentation-measuring device) (see 5.5) or set the instrument to zero.

**8.4** Increase the temperature at a uniform rate of  $(50 \pm 5)$  °C/h or  $(120 \pm 10)$  °C/h as appropriate for the test method selected. When a liquid-filled heating bath or a fluidized bed is used, stir the heating medium well during the test. For reference tests, a rate of 50 °C/h shall be used.

**NOTE** For some materials tested at the higher heating rate (120 °C/h), Vicat softening temperatures have been observed which are up to 10 °C higher than those obtained when testing at 50 °C/h.

**8.5** Record the temperature of the heating medium or the heating block (see 5.4) when the indenter has penetrated into the test specimen by  $(1 \pm 0,01)$  mm from its starting position, as defined in 8.3, and record it as the VST of the test specimen.

**8.6** Express the VST of the material under test as the arithmetic mean of the VSTs of the specimens tested. If the range of the individual results is greater than 2 °C, record the individual results [see Clause 10, list item h)] and repeat the test a second time using an additional set of at least two specimens. In the event of repeat testing, report the individual values from both the first and second tests. Report the VST with one decimal. Express the test result(s) to the nearest decimal Celsius.

## **9 Presisi**

Lihat Lampiran C. Untuk perbandingan hasil, lihat Lampiran A dan B.

## **10 Laporan uji**

Laporan uji harus mencakup informasi berikut:

- a) acuan ke standar ini, yaitu SNI ISO 306:2022;
- b) identifikasi lengkap terhadap material yang diuji;
- c) metode yang digunakan (A50, A120, B50 atau B120);
- d) ketebalan dan jumlah lapisan spesimen uji komposit (yaitu spesimen uji yang terdiri lebih dari satu lapisan) jika digunakan;
- e) metode preparasi spesimen uji yang digunakan;
- f) jenis peralatan pemanas;
- g) jenis media perpindahan panas yang digunakan;
- h) prosedur pengkondisian dan anil yang digunakan, jika ada;
- i) temperatur pelunakan Vicat (VST) rata-rata material, dalam derajat Celcius, kecuali jika rentang dari hasil set pertama melebihi 2 °C, dalam hal ini semua hasil individual harus dilaporkan ;
- j) setiap karakteristik spesimen uji yang tidak biasa yang terlihat selama pengujian atau setelah dikeluarkan dari peralatan;
- k) tanggal pengujian.

## 9 Precision

See Annex C. For comparison of results, see Annexes A and B.

## 10 Test report

The test report shall include the following information:

- a) a reference to this standard, i.e. SNI ISO 306:2022;
- b) full identification of the material tested;
- c) the method employed (A50, A120, B50 or B120);
- d) the thickness and the number of layers of composite test specimens (i.e. specimens consisting of more than one layer) if these are used;
- e) the method of preparation of the test specimens used;
- f) the type of heating equipment;
- g) the type of heat transfer media being used;
- h) the conditioning and annealing procedures used, if any;
- i) the mean Vicat softening temperature (VST) of the material, in degrees Celsius, unless the range of the first set of results exceeds 2 °C in which case all the individual results shall be reported;
- j) any unusual characteristics of the test specimen noted during the test or after removal from the apparatus;
- k) the date of the test.

**Lampiran A**  
(informatif)

**Perbandingan hasil VST yang diperoleh dengan bak pemanas terisi cairan dan unit pemanas kontak langsung**

Studi perbandingan telah dilakukan untuk menguji VST dari 10 material yang diukur menggunakan bak pemanas terisi cairan yang mengandung minyak silikon dan teknik pemanas kontak langsung dalam hal ini panas ditransfer ke spesimen secara kontak langsung dengan permukaan logam. Hasil ditampilkan dalam Tabel A.1 dan Gambar A.1, seluruh nilai terletak pada pita sebaran sekitar  $\pm 2\%$ . Kemiringan kurva regresi adalah 1,008, dengan perbedaan VST antara dua teknik pemanasan lebih kecil dari 1%. Oleh karena itu, untuk tujuan praktis kedua teknik dapat dianggap memberikan nilai yang sama.

**CATATAN** Data ini diperoleh dari RRT tahun 2009 (lihat Lampiran C, C.1).

**Tabel A.1 — Hasil studi perbandingan (laju pemanasan 50 °C/h), VST (°C)**

Material uji	Tipe material	VST menggunakan bak pemanas terisi cairan		VST menggunakan pemanas kontak langsung	
		Beban 10 N	Beban 50 N	Beban 10 N	Beban 50 N
PE 4261 A	Polietilena	125,6	—	125,9	—
PE Sampel 1	Polietilena	91,4	—	91,7	—
PE Sampel 2	Polietilena	97,4	—	97,7	—
Terluran GP-22	ABS	105,8	99,6	105,0	98,5
Terluran GP-35	ABS	103,7	96,4	102,3	96,2
Terluran HI-10	ABS	104,9	98,5	105,1	97,0
Terluran EGP-7	ABS	108,2	100,1	107,1	100,5
Terluran HH-12	ABS	119,3	111,8	119,7	110,3
Terluran 967K	ABS	103,0	94,9	102,8	93,5
PS 143E	Polistirena	—	84,0	—	83,7

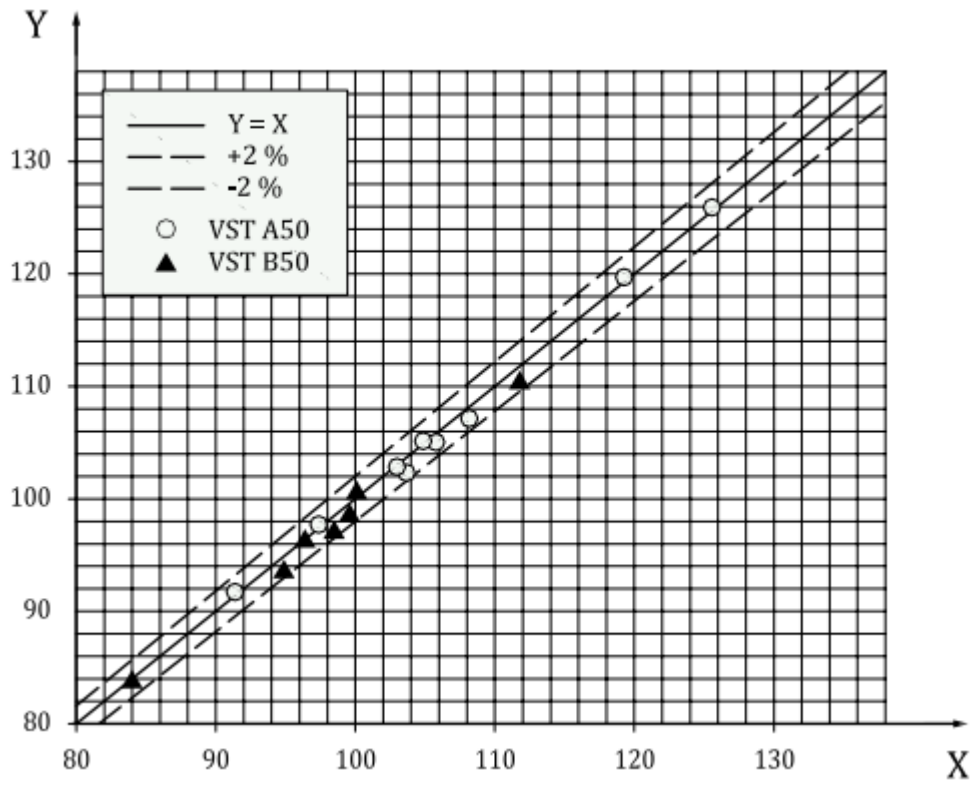
**Annex A**  
(informative)  
**Comparison of VST results obtained with liquid-filled heating bath and direct-contact heating unit**

A comparison study was conducted to determine the VST of 10 materials measured using a liquid-filled heating bath containing silicone oil and a direct-contact heating technique in which heat was transmitted to the specimens by direct contact with metal surfaces. The results are shown in Table A.1 and Figure A.1, all values falling within a scatter band of  $\pm 2\%$ . The slope of the regression curve is 1,008, suggesting that the difference in VST between the two heating techniques is less than 1%. Hence, for practical purposes the two techniques are considered to give identical values.

**NOTE** These data were obtained by RRT in 2009 (see Annex C, C.1).

**Table A.1 — Results of comparison study (heating rate 50 °C/h), VST (°C)**

Test material	Type of material	VST using liquid-filled heating bath		VST using direct-contact heating	
		10 N load	50 N load	10 N load	50 N load
PE 4261 A	Polyethylene	125,6	—	125,9	—
PE Sample 1	Polyethylene	91,4	—	91,7	—
PE Sample 2	Polyethylene	97,4	—	97,7	—
Terluran GP-22	ABS	105,8	99,6	105,0	98,5
Terluran GP-35	ABS	103,7	96,4	102,3	96,2
Terluran HI-10	ABS	104,9	98,5	105,1	97,0
Terluran EGP-7	ABS	108,2	100,1	107,1	100,5
Terluran HH-12	ABS	119,3	111,8	119,7	110,3
Terluran 967K	ABS	103,0	94,9	102,8	93,5
PS 143E	Polystyrene	—	84,0	—	83,7



**Keterangan**

X VST menggunakan bak pemanas terisi cairan

Y VST menggunakan pemanas kontak langsung

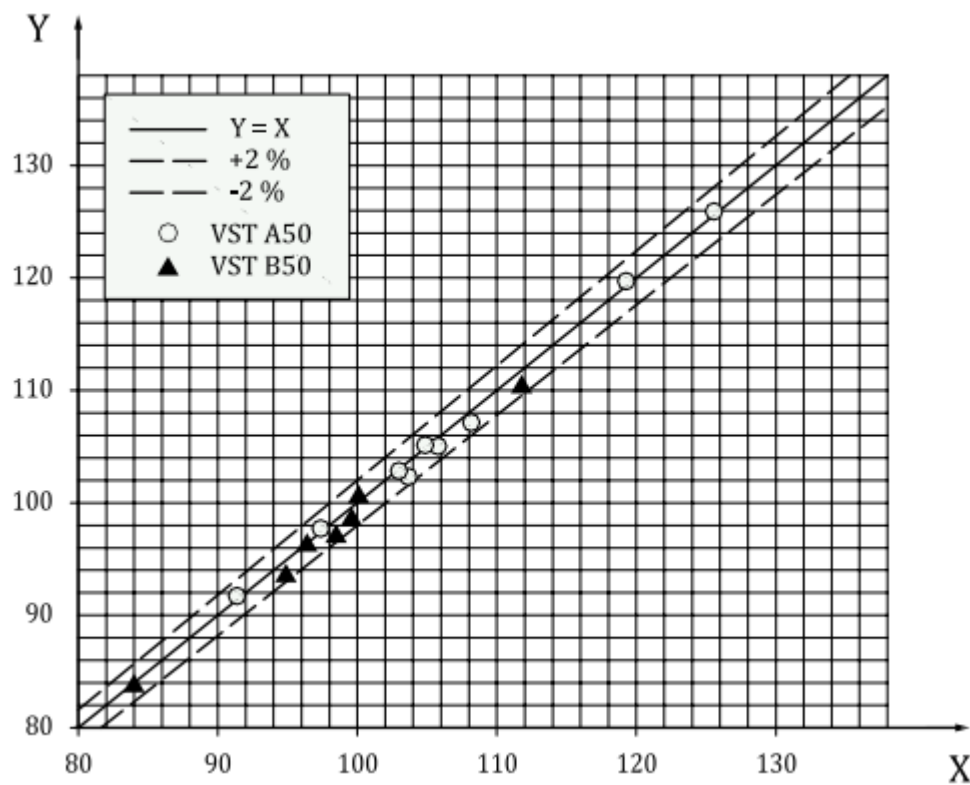
Regresi linier

$$y = -1,29123 + 1,00794 x$$

$$R^2 = 0,99465$$

**Gambar A.1 — Plot data dari Tabel A.1**



**Key**

X VST using Liquid-filled Heating Bath

Y VST using Direct-contact heater

Linear regression

$$y = -1,29123 + 1,00794 x$$

$$R^2 = 0,99465$$

**Figure A.1 — Plot of data presented in Table A.1**

**Lampiran B**  
(informatif)

**Perbandingan hasil VST yang diperoleh dengan bak pemanas terisi cairan dan wadah terfluidisasi**

Studi perbandingan telah dilakukan untuk menguji VST (metode B50 dan metode A120) dengan peralatan bak pemanas terisi cairan yang mengandung minyak silikon (untuk 7 material) dan alat wadah terfluidisasi dengan bubuk aluminium oksida (untuk 11 material). Hasil yang diperoleh dan jumlah laboratorium yang terlibat ditampilkan dalam Tabel B.1 dan Gambar B.1. Hasil ini menunjukkan bahwa seluruh nilai terletak pada pita sebaran sekitar  $\pm 2\%$ . Kemiringan kurva regresi adalah 1,0157 (regresi linier dengan koefisien korelasi sebesar 0,9997). Oleh karena itu, untuk tujuan praktis kedua teknik tersebut dapat dianggap memberikan nilai yang sama pada rentang temperatur umum.

**CATATAN** Data ini diperoleh dari pengujian interlaboratorium tahun 2009 (lihat C.1).

**Tabel B.1 —Hasil studi perbandingan, VST [°C]**

		Metode uji B50		Metode uji A120	
		Laju pemanasan 50 °C /jam Beban 50 N		Laju pemanasan 120 °C /jam Beban 10 N	
Material	Tipe material	VST menggunakan bak pemanas terisi cairan	VST menggunakan wadah terfluidisasi	VST menggunakan bak pemanas terisi cairan	VST menggunakan wadah terfluidisasi
PS	Polistirena	91,6	91,5	99,2	98,9
POM 1	Polioksimetilena	147,8	149,1	160,7	162,9
PC	Polikarbonat	144,1	144,8	151,7	152,3
POM 2	Polioksimetilena	153,9	155,3	163,9	164,6
PPE	Polifenilena eter	193,4	193,4	203,9	205,3
PES	Polietersulfon	217,4	220,8	225,5	227,4
PPS	Polifenilena sulfida	260,4	264,6	272,3	273,5
LCP 1	Polimer kristal cair	—	231,9	—	302,3
LCP 2	Polimer kristal cair	—	221,8	—	303,2
PEEK	Polietereterketon	—	330,3	—	340,0
LCP 4	Polimer kristal cair	—	269,6	—	361,4
<b>Jumlah laboratorium</b>		6	2	7	2
<b>Jumlah material</b>		7	11	7	11

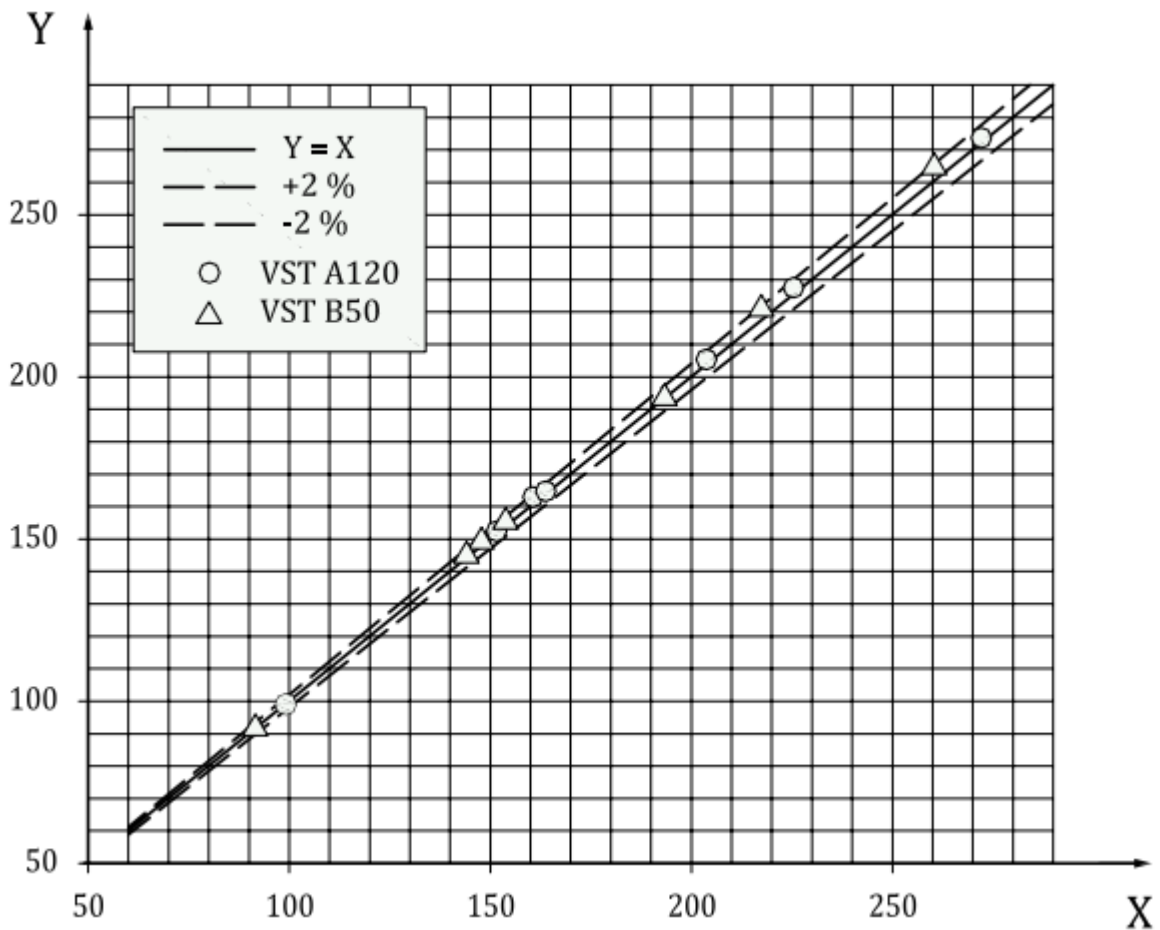
**Annex B**  
(informative)  
**Comparison of VST results obtained with liquid-filled heating bath and fluidized bed**

A comparison study was conducted measuring the VST (method B50 and method A120) by means of a liquid-filled heating bath apparatus containing silicone oil (for 7 materials) and a fluidized bed apparatus with aluminium-oxide powder (for 11 materials). The results obtained, and the number of laboratories involved are shown in Table B.1, and Figure B.1. These results show that all values fall within a scatter band of  $\pm 2\%$ . The slope of the regression curve is 1,0157 (linear regression with a correlation coefficient of 0,9997). Hence, for practical purposes the two techniques are considered to give identical values over the common temperature range.

**NOTE** These data were obtained by an interlaboratory testing in 2009 (see C.1).

**Table B.1 — Results of comparison study, VST [°C]**

		Test method B50		Test method A120	
		Heating rate 50 °C /h Load 50 N		Heating rate 120 °C /h Load 10 N	
Material	Type of material	VST using liquid-filled heating bath	VST using fluidized bed	VST using liquid-filled heating bath	VST using fluidized bed
PS	Polystyrene	91,6	91,5	99,2	98,9
POM 1	Polyoxymethylene	147,8	149,1	160,7	162,9
PC	Polycarbonate	144,1	144,8	151,7	152,3
POM 2	Polyoxymethylene	153,9	155,3	163,9	164,6
PPE	Polyphenylene ether	193,4	193,4	203,9	205,3
PES	Polyetersulfone	217,4	220,8	225,5	227,4
PPS	Polyphenylene sulfide	260,4	264,6	272,3	273,5
LCP 1	Liquid-crystal polymer	—	231,9	—	302,3
LCP 2	Liquid-crystal polymer	—	221,8	—	303,2
PEEK	Polyetheretherketone	—	330,3	—	340,0
LCP 4	Liquid-crystal polymer	—	269,6	—	361,4
<b>Number of laboratories</b>		6	2	7	2
<b>Number of materials</b>		7	11	7	11



**Keterangan**

X VST menggunakan bak pemanas terisi cairan (°C)

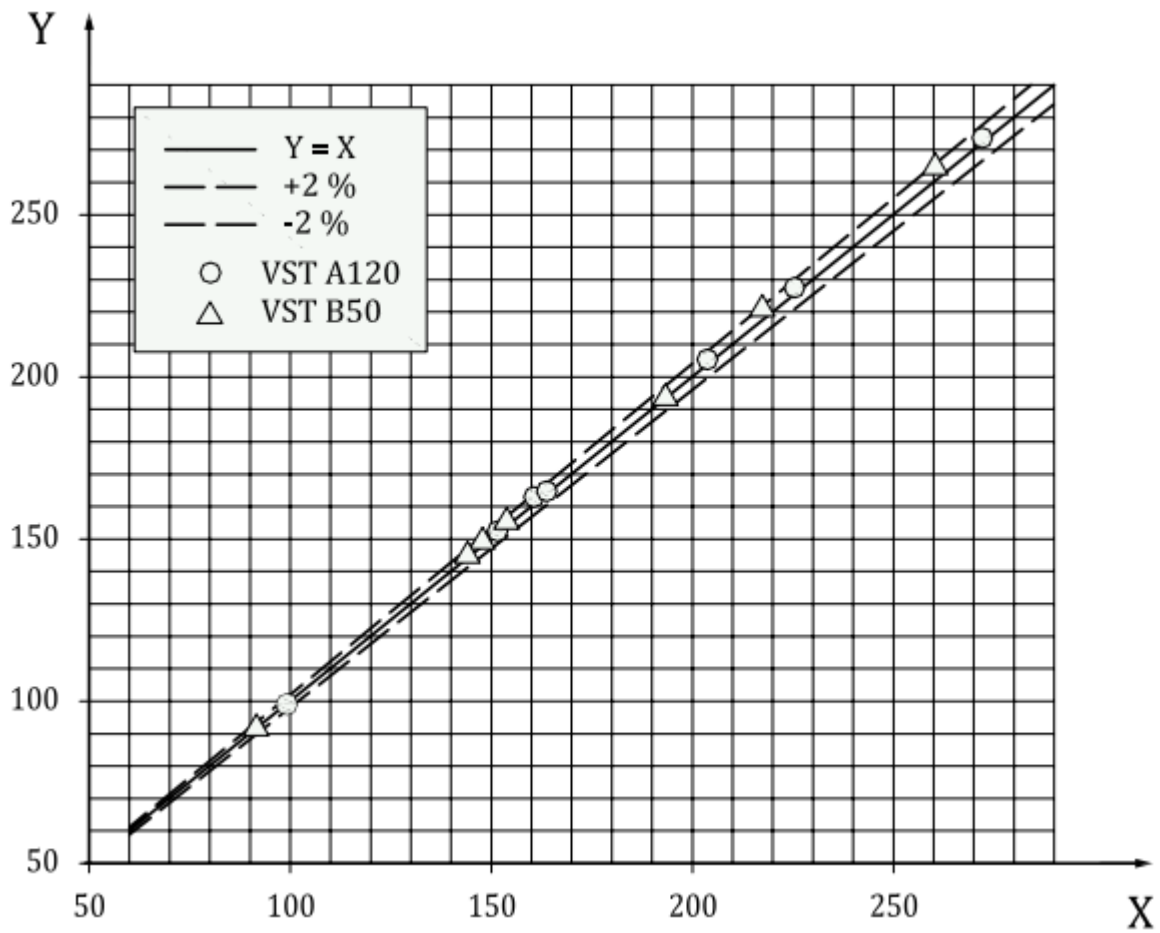
Y VST menggunakan wadah terfluidisasi (°C)

Regresi linier

$$y = -1,50864 + 1,01574 x$$

$$R^2 = 0,99969$$

**Gambar B.1 — Plot data dari Tabel B.1 — Metode B50 dan A120**



**Key**

- X VST using liquid-filled heating bath (°C)
- Y VST using Fluidized Bed (°C)
- Linear regression
- $y = -1,50864 + 1,01574 x$
- $R^2 = 0,99969$

**Figure B.1 — Plot of data presented in Table B.1 — Methods B50 and A120**

**Lampiran C**  
(informatif)  
**Repeatability dan presisi**

### C.1 Presisi

Uji interlaboratorium yang melibatkan 11 material dan 7 laboratorium dilaksanakan pada tahun 2009 sesuai dengan ISO 5725-2<sup>[1]</sup> untuk menentukan presisi metode yang digunakan pada standar ini.

### C.2 Kondisi uji

Spesimen yang terbuat dari 11 material yang berbeda dikirimkan ke 7 laboratorium. Spesimen uji untuk masing-masing material dicetak secara injeksi oleh satu laboratorium yang menawarkan sampel.

Kondisi uji lainnya dilaporkan di bawah ini:

- metode uji: sesuai dengan standar ini;
- peralatan pemanas: terisi cairan, wadah terfluidisasi;
- spesimen yang diuji: 6 (3 spesimen x 2 kali);
- metode: A120 (10 N, 120 °C /h) dan B50 (50 N, 50 °C /h).

Tidak semua laboratorium menguji semua material menggunakan semua tipe peralatan. Untuk bak pemanas terisi cairan, 7 laboratorium menguji 7 material. Untuk wadah terfluidisasi, 2 laboratorium menguji 11 material. Beberapa material tidak dapat diuji dengan bak pemanas terisi cairan karena VST-nya terlalu tinggi untuk minyak silikon.

### C.3 Data presisi

Hasil ditampilkan pada Tabel C.1 sampai C.4. Pada tabel tersebut, karakteristik statistik yang digunakan adalah:

- $s_r$  = standar deviasi dalam laboratorium;
- $s_R$  = standar deviasi antar laboratorium;
- $r$  = batas *repeatability* 95 % = 2,8  $s_r$ ;
- $R$  = batas *reproducibility* 95 % = 2,8  $s_R$ ;

### C.4 Pernyataan presisi

Data pada Tabel C.1 hingga C.4 sebaiknya tidak diterapkan secara ketat pada penerimaan atau penolakan material, karena data tersebut khusus untuk round robin dan belum tentu mewakili lot, kondisi, material atau laboratorium lain. Pengguna dari metode uji ini harus menerapkan prinsip ISO 5725-2<sup>[1]</sup> untuk menghasilkan data spesifik untuk laboratorium dan materialnya, atau antar laboratorium tertentu. Segala penilaian yang dibuat berdasarkan  $r$  dan  $R$  memiliki kemungkinan benar sekitar 95 %. Prinsip berikut akan berlaku untuk data tersebut.

## Annex C (informative) Repeatability and precision

### C.1 Precision

An interlaboratory test involving 11 materials and 7 laboratories was conducted in 2009 in accordance with ISO 5725-2<sup>[1]</sup> to determine the precision of the method specified in this standard.

### C.2 Test conditions

Specimens made of 11 different materials were sent to 7 laboratories. Test specimens for each material were injection-moulded by one laboratory which offered the sample.

The other test conditions are reported below:

- test method: in accordance with this standard
- heating equipment: Liquid-filled, fluidized bed;
- specimens tested; 6 (3 specimens x 2 times);
- methods: A120 (10 N, 120 °C /h) and B50 (50 N, 50 °C /h).

Not every laboratory tested every material using every type of equipment. For liquid-filled heating bath, 7 laboratories tested 7 materials. For fluidized bed, 2 laboratories tested 11 materials. Some materials could not be tested with a liquid-filled heating bath because their VST was too high for the silicone oil.

### C.3 Precision data

The results are shown in Tables C.1 to C.4. In those tables, the statistical properties used are:

$s_r$  = within laboratory standard deviation;

$s_R$  = between laboratory standard deviation;

$r$  = 95 % repeatability limit = 2,8  $s_r$ ;

$R$  = 95 % reproducibility limit = 2,8  $s_R$ ;

### C.4 Precision statement

The data in Tables C.1 to C.4 should not be rigorously applied to acceptance or rejection of material, as those data are specific to the round robin and are not necessarily representative of other lots, conditions, materials or laboratories. Users of this test method should apply the principles of ISO 5725-2<sup>[1]</sup> to generate data specific to their laboratory and materials, or between specific laboratories. Any judgment made in accordance with  $r$  and  $R$  would have an approximately 95 % probability of being correct. The following principles would then be valid for such data.

Konsep *repeatability*  $r$  dan *reproducibility*  $R$ . Jika  $s_r$  dan  $s_R$  telah dihitung dari sekumpulan data yang cukup besar, maka hasil uji harus dinilai sebagai berikut:

- *repeatability*  $r$ : Dua hasil uji sebaiknya dinilai tidak sama jika perbedaannya lebih dari nilai  $r$  material tersebut;
- *reproducibility*  $R$ : Dua hasil uji sebaiknya dinilai tidak sama jika perbedaannya lebih dari nilai  $R$  material tersebut.

**Tabel C.1 — Data presisi untuk bak pemanas terisi cairan, Metode A120, VST (°C)**

Material	Tipe material	Jumlah laboratorium	Bak pemanas terisi cairan				
			A120				
			Rata-rata	$s_r$	$s_R$	$r$	$R$
PS	Polistirena	7	99,2	0,1	0,8	0,4	2,3
POM 1	Polioksimetilena	7	160,7	0,2	2,0	0,6	5,6
PC	Polikarbonat	7	151,7	0,3	1,6	0,8	4,4
POM 2	Polioksimetilena	7	163,9	0,1	0,9	0,3	2,6
PPE	Poli(fenilena eter)	7	203,9	0,3	1,7	0,8	4,6
PES	Polietersulfon	7	225,5	0,9	2,6	2,5	7,2
PPS	Polifenilena sulfida	7	272,3	0,5	1,6	1,4	4,4

**Tabel C.2 — Data presisi untuk wadah terfluidisasi, Metode A120, VST (°C)**

Material	Tipe material	Jumlah laboratorium	Wadah terfluidisasi				
			A120				
			Rata-rata	$s_r$	$s_R$	$r$	$R$
PS	Polistirena	2	98,9	0,1	0,1	0,3	0,3
POM 1	Polioksimetilena	2	162,9	0,2	0,2	0,6	0,6
PC	Polikarbonat	2	152,3	0,4	0,8	1,1	2,4
POM 2	Polioksimetilena	2	164,6	0,1	0,1	0,2	0,4
PPE	Poli(fenilena eter)	2	205,3	0,5	1,8	1,3	5,1
PES	Polietersulfon	2	227,4	0,3	1,2	0,9	3,3
PPS	Polifenilena sulfida	2	273,5	0,7	1,0	2,0	2,9
LCP 1	Polimer kristal cair	2	302,3	0,6	4,5	1,6	12,7
LCP 2	Polimer kristal cair	2	303,2	0,8	1,0	2,4	2,7
PEEK	Polietereterketon	2	340,0	0,4	1,1	1,2	3,0
LCP 4	Polimer kristal cair	2	361,4	1,2	1,3	3,5	3,8

**Tabel C.3 — Data presisi untuk bak pemanas terisi cairan, Metode B50, VST (°C)**

Material	Tipe material	Jumlah laboratorium	Bak pemanas terisi cairan				
			B50				
			Rata-rata	$s_r$	$s_R$	$r$	$R$
PS	Polistirena	6	91,6	0,1	0,7	0,3	1,9
POM 1	Polioksimetilena	6	147,8	0,2	0,9	0,6	2,5
PC	Polikarbonat	6	144,1	0,5	0,6	1,3	1,7
POM 2	Polioksimetilena	6	153,9	0,2	0,8	0,7	2,3
PPE	Poli(fenilena eter)	6	193,4	0,2	1,0	0,5	2,8
PES	Polietersulfon	6	217,4	0,3	3,2	0,9	9,0
PPS	Polifenilena sulfida	6	260,4	0,7	2,1	1,9	5,8



Concept of repeatability  $r$  and reproducibility  $R$ . If  $s_r$  and  $s_R$  have been calculated from a large enough body of data, then test results shall be judged as follows:

- repeatability  $r$ : Two test results should be judged not equivalent if they differ by more than the  $r$  value for the material;
- reproducibility  $R$ : Two test results should be judged not equivalent if they differ by more than the  $R$  value for the material.

**Table C.1 — Precision data for liquid-filled heating bath, Method A120, VST (°C)**

Material	Type of material	Number of laboratories	Liquid-filled heating bath				
			A120				
			Average	$s_r$	$s_R$	$r$	$R$
PS	Polystyrene	7	99,2	0,1	0,8	0,4	2,3
POM 1	Polyoxymethylene	7	160,7	0,2	2,0	0,6	5,6
PC	Polycarbonate	7	151,7	0,3	1,6	0,8	4,4
POM 2	Polyoxymethylene	7	163,9	0,1	0,9	0,3	2,6
PPE	Poly(phenylene ether)	7	203,9	0,3	1,7	0,8	4,6
PES	Polyetersulfone	7	225,5	0,9	2,6	2,5	7,2
PPS	Polyphenylene sulfide	7	272,3	0,5	1,6	1,4	4,4

**Table C.2 — Precision data for fluidized bed, Method A120, VST (°C)**

Material	Type of material	Number of laboratories	Fluidized bed				
			A120				
			Average	$s_r$	$s_R$	$r$	$R$
PS	Polystyrene	2	98,9	0,1	0,1	0,3	0,3
POM 1	Polyoxymethylene	2	162,9	0,2	0,2	0,6	0,6
PC	Polycarbonate	2	152,3	0,4	0,8	1,1	2,4
POM 2	Polyoxymethylene	2	164,6	0,1	0,1	0,2	0,4
PPE	Poly(phenylene ether)	2	205,3	0,5	1,8	1,3	5,1
PES	Polyetersulfone	2	227,4	0,3	1,2	0,9	3,3
PPS	Polyphenylene sulfide	2	273,5	0,7	1,0	2,0	2,9
LCP 1	Liquid-crystal polymer	2	302,3	0,6	4,5	1,6	12,7
LCP 2	Liquid-crystal polymer	2	303,2	0,8	1,0	2,4	2,7
PEEK	Polyetheretherketone	2	340,0	0,4	1,1	1,2	3,0
LCP 4	Liquid-crystal polymer	2	361,4	1,2	1,3	3,5	3,8

**Table C.3 — Precision data for liquid-filled heating bath, Method B50, VST (°C)**

Material	Type of material	Number of laboratories	Liquid-filled heating bath				
			B50				
			Average	$s_r$	$s_R$	$r$	$R$
PS	Polystyrene	6	91,6	0,1	0,7	0,3	1,9
POM 1	Polyoxymethylene	6	147,8	0,2	0,9	0,6	2,5
PC	Polycarbonate	6	144,1	0,5	0,6	1,3	1,7
POM 2	Polyoxymethylene	6	153,9	0,2	0,8	0,7	2,3
PPE	Poly(phenylene ether)	6	193,4	0,2	1,0	0,5	2,8
PES	Polyetersulfone	6	217,4	0,3	3,2	0,9	9,0
PPS	Polyphenylene sulfide	6	260,4	0,7	2,1	1,9	5,8

Tabel C.4 — Data presisi untuk wadah terfluidisasi, Metode B50, VST (°C)

Material	Tipe material	Jumlah laboratorium	Wadah terfluidisasi				
			B50				
			Rata-rata	s <sub>r</sub>	s <sub>R</sub>	r	R
PS	Polistirena	2	91,5	0,1	0,1	0,2	0,3
POM 1	Polioksimetilena	2	149,1	0,3	0,3	1,0	1,0
PC	Polikarbonat	2	144,8	0,4	0,4	1,2	1,2
POM 2	Polioksimetilena	2	155,3	0,3	0,3	0,8	0,8
PPE	Poli(fenilena eter)	2	193,4	0,1	0,1	0,3	0,3
PES	Polietersulfon	2	220,8	0,1	1,4	0,2	4,0
PPS	Polifenilena sulfida	2	264,6	0,6	0,6	1,8	1,8
LCP 1	Polimer kristal cair	2	231,9	1,4	1,4	3,9	3,9
LCP 2	Polimer kristal cair	2	221,8	0,3	0,3	0,8	0,8
PEEK	Polietereterketon	2	330,3	0,6	0,6	1,6	1,6
LCP 4	Polimer kristal cair	2	269,6	0,8	0,8	2,2	2,2

Table C.4 — Precision data for fluidized bed, Method B50, VST (°C)

Material	Type of material	Number of laboratories	Fluidized bed				
			B50				
			Average	s <sub>r</sub>	s <sub>R</sub>	r	R
PS	Polystyrene	2	91,5	0,1	0,1	0,2	0,3
POM 1	Polyoxymethylene	2	149,1	0,3	0,3	1,0	1,0
PC	Polycarbonate	2	144,8	0,4	0,4	1,2	1,2
POM 2	Polyoxymethylene	2	155,3	0,3	0,3	0,8	0,8
PPE	Poly(phenylene ether)	2	193,4	0,1	0,1	0,3	0,3
PES	Polyetersulfone	2	220,8	0,1	1,4	0,2	4,0
PPS	Polyphenylene sulfide	2	264,6	0,6	0,6	1,8	1,8
LCP 1	Liquid-crystal polymer	2	231,9	1,4	1,4	3,9	3,9
LCP 2	Liquid-crystal polymer	2	221,8	0,3	0,3	0,8	0,8
PEEK	Polyetheretherketone	2	330,3	0,6	0,6	1,6	1,6
LCP 4	Liquid-crystal polymer	2	269,6	0,8	0,8	2,2	2,2

## Bibliografi

- [1] ISO 5725-2, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method*

## Informasi perumus SNI

**[1] Komite Teknis Perumusan SNI**

Komite Teknis 83-04, Metode uji plastik

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

Ketua : M. Ghozali  
Wakil ketua : Roni Cristiono  
Sekretaris : Krisma Yessi Sianturi  
Anggota : Yasmita  
Syuhada  
M. Chalid  
Sri Rahayu  
Fajar AD. Budiyono  
Glendy Julian  
Ihsan Safari

**[3] Konseptor rancangan SNI**

Bambang Afrinaldi

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

Direktorat Pengembangan Standar Agro, Kimia, Kesehatan dan Penilaian Kesesuaian-  
Badan Standardisasi Nasional