

**Plastik - Penentuan laju alir massa lelehan (MFR)
dan laju alir volume lelehan (MVR) termoplastik -
Bagian 1: Metode standar**

***Plastics — Determination of the melt mass-flow rate (MFR)
and melt volume-flow rate (MVR) of thermoplastics —
Part 1: Standard method***

(ISO 1133-1:2022, 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
Pendahuluan.....	iv
1 Ruang lingkup	2
2 Acuan normatif.....	2
3 Istilah dan definisi	2
4 Prinsip.....	6
5 Peralatan	6
6 Sampel uji.....	18
7 Verifikasi temperatur, pembersihan dan pemeliharaan peralatan.....	20
8 Prosedur A: metode pengukuran massa	24
9 Prosedur B: metode pengukuran perpindahan.....	30
10 Rasio laju alir	36
11 Ketelitian	38
12 Laporan uji	38
Lampiran A (normatif) Kondisi uji untuk penentuan MFR dan MVR.....	42
Lampiran B (informatif) Kondisi yang ditentukan dalam Standar Internasional untuk penentuan laju alir lelehan material termoplastik	46
Lampiran C (informatif) Perangkat dan prosedur untuk membentuk sampel material yang dipadatkan dengan cara kompresi	48
Lampiran D (informatif) Data ketelitian untuk polipropilena diperoleh dari perbandingan uji MFR dan MVR.....	54
Bibliografi.....	56
Tabel 1 – Dimensi kepala piston	10
Tabel 2 - Penyimpangan maksimum yang diperbolehkan dari temperatur uji yang disyaratkan dengan jarak dan waktu selama durasi uji	12
Tabel 3 - Persyaratan akurasi pengukuran jarak dan waktu piston	18
Tabel 4 - Pedoman parameter eksperimen	26
Tabel 5 – Pedoman untuk parameter uji	32
Tabel A. 1 - Kondisi uji untuk penentuan MFR dan MVR	42
Tabel B. 1 - Kondisi yang ditentukan dalam Standar Internasional untuk penentuan laju alir lelehan material termoplastik	46
Tabel D. 1 - Hasil perbandingan pada polipropilena dengan laju alir lelehan tinggi	54

Gambar 1 - Peralatan tipikal untuk menentukan laju alir lelehan, menunjukkan satu kemungkinan konfigurasi 8

Gambar 2 – Skema kepala piston **Error! Bookmark not defined.**

Gambar C. 1 - Contoh peralatan untuk melakukan pemadatan sampel dengan tekanan 52

Prakata

SNI ISO 1133-1:2022, *Plastik - Penentuan laju alir massa lelehan (MFR) dan laju alir volume lelehan (MVR) termoplastik - Bagian 1: Metode standar* merupakan standar yang disusun dengan jalur adopsi tingkat keselarasan identik dari ISO 1133-1:2022, *Plastics — Determination of the melt mass-flow rate (MFR) and melt volume-flow rate (MVR) of thermoplastics - Part 1: Standard method*, dengan metode adopsi terjemahan dua bahasa (bilingual) dan ditetapkan BSN pada tahun 2024.

Dalam standar ini istilah “*this document*” pada standar ISO 1133-1:2022 yang diadopsi diganti dengan “*this standard*” dan diterjemahkan menjadi “standar ini”.

ISO 1133, *Plastics — Determination of the melt mass-flow rate (MFR) and melt volume-flow rate (MVR) of thermoplastics* ini merupakan standar berseri yang terdiri dari bagian-bagian berikut:

- *Part 1: Standard method;*
- *Part 2: Method for materials sensitive to time-temperature history and/or moisture.*

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 26 Juni 2024 di Jakarta 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 10 Juli 2024 sampai dengan 24 Juli 2024 dengan hasil akhir disetujui menjadi SNI.

Apabila pengguna menemukan keraguan dalam Standar ini, maka disarankan untuk melihat standar aslinya, yaitu ISO 1133-1:2022, 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.

Pendahuluan

Standar ini direkomendasikan untuk material stabil yang tidak sensitif secara reologi terhadap riwayat waktu-temperatur yang dialami selama uji laju alir lelehan.

Untuk material yang perilaku reologinya sensitif terhadap riwayat waktu-temperatur uji, misalnya material yang rusak selama pengujian, maka direkomendasikan ISO 1133-2. Selain itu, ISO 1133-2 dianggap sangat relevan untuk plastik yang sensitif terhadap kelembapan.

CATATAN Pada saat publikasi, tidak ada bukti yang menunjukkan bahwa penggunaan ISO 1133-2 untuk material stabil menghasilkan presisi yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan standar ini.

Introduction

For stable materials that are not rheologically sensitive to the time-temperature history experienced during melt flow rate testing, this standard is recommended.

For materials whose rheological behaviour is sensitive to the test's time-temperature history, e.g. materials which degrade during the test, ISO 1133-2 is recommended. Also, ISO 1133-2 is considered to be particularly relevant for moisture-sensitive plastics.

NOTE At the time of publication, there is no evidence to suggest that the use of ISO 1133-2 for stable materials results in better precision in comparison with the use of this standard.

“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 - Penentuan laju alir massa lelehan (MFR) dan laju alir volume lelehan (MVR) termoplastik - Bagian 1: Metode standar

PERINGATAN — Orang yang menggunakan standar ini sebaiknya memahami praktik laboratorium umum, jika berlaku. Standar ini tidak dimaksudkan untuk mengatasi semua masalah keselamatan, jika ada, terkait dengan penggunaannya. Hal ini merupakan tanggung jawab pengguna untuk menetapkan praktik keamanan dan kesehatan dan untuk memastikan kepatuhan terhadap persyaratan peraturan.

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan dua prosedur untuk penentuan laju alir massa lelehan/*melt mass-flow rate* (MFR) dan laju alir volume lelehan/*melt volume-flow rate* (MVR) material termoplastik pada kondisi temperatur dan beban tertentu. Prosedur A adalah metode pengukuran massa. Prosedur B adalah metode pengukuran perpindahan. Biasanya, kondisi uji untuk pengukuran laju alir lelehan ditentukan dalam standar material dengan mengacu pada standar ini. Kondisi uji yang normalnya digunakan untuk termoplastik tercantum dalam Lampiran A.

MVR sangat berguna ketika membandingkan material dengan kandungan *filler* yang berbeda dan ketika membandingkan termoplastik yang ditambahkan *filler* dengan termoplastik yang tidak ditambahkan *filler*. MFR dapat ditentukan dari pengukuran MVR, atau sebaliknya, asalkan densitas lelehan pada temperatur uji diketahui.

Standar ini juga mungkin dapat diterapkan pada termoplastik yang perilaku reologinya dipengaruhi selama pengukuran oleh fenomena seperti hidrolisis (pemutusan rantai), kondensasi, dan ikatan silang, namun hanya jika pengaruhnya terbatas dan hanya jika *repeatability* dan *reproducibility* berada dalam kisaran yang dapat diterima. Untuk material yang menunjukkan pengaruh reologi yang signifikan selama pengujian, standar ini tidak sesuai. Dalam kasus seperti ini, ISO 1133-2 berlaku.

CATATAN Laju geser dalam metode ini jauh lebih kecil dibandingkan dengan yang digunakan dalam kondisi pemrosesan normal, dan oleh karena itu ada kemungkinan bahwa data yang diperoleh dengan metode ini tidak selalu berkorelasi dengan perilaku selama pemrosesan. Kedua metode ini utamanya digunakan untuk pengendalian kualitas.

2 Acuan normatif

Tidak ada acuan normatif dalam standar ini.

3 Istilah dan definisi

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

ISO dan IEC memelihara *database* terminologi untuk digunakan dalam standarisasi pada tautan berikut:

- Platform penjelajahan daring ISO: tersedia di <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: tersedia di <https://www.electropedia.org/>

Plastics — Determination of the melt mass-flow rate (MFR) and melt volume-flow rate (MVR) of thermoplastics - Part 1: Standard method

WARNING — Persons using this standard should be familiar with normal laboratory practice, if applicable. This standard does not purport to address all of the safety problems, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user to establish appropriate safety and health practices and to ensure compliance with any regulatory requirements.

1 Scope

This standard specifies two procedures for the determination of the melt mass-flow rate (MFR) and the melt volume-flow rate (MVR) of thermoplastic materials under specified conditions of temperature and load. Procedure A is a mass-measurement method. Procedure B is a displacement-measurement method. Normally, the test conditions for measurement of melt flow rate are specified in the material standard with a reference to this standard. The test conditions normally used for thermoplastics are listed in Annex A.

The MVR is particularly useful when comparing materials of different filler content and when comparing filled with unfilled thermoplastics. The MFR can be determined from MVR measurements, or vice versa, provided the melt density at the test temperature is known.

This standard is also possibly applicable to thermoplastics for which the rheological behaviour is affected during the measurement by phenomena such as hydrolysis (chain scission), condensation and cross-linking, but only if the effect is limited in extent and only if the repeatability and reproducibility are within an acceptable range. For materials which show significantly affected rheological behaviour during testing, this standard is not appropriate. In such cases, ISO 1133-2 applies.

NOTE The rates of shear in these methods are much smaller than those used under normal conditions of processing, and therefore it is possible that data obtained by these methods for various thermoplastics will not always correlate with their behaviour during processing. Both methods are used primarily in quality control.

2 Normative references

There are no normative references in this standard.

3 Terms and definitions

For the purposes of this standard, the following terms and definitions 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**laju alir massa lelehan****MFR**

laju ekstrusi lelehan resin melalui *die* dengan panjang dan diameter tertentu di bawah kondisi temperatur, beban, dan posisi piston yang ditentukan dalam silinder plastometer ekstrusi, laju tersebut ditentukan sebagai massa yang diekstrusi selama waktu tertentu

Catatan 1 untuk entri: MFR dinyatakan dalam satuan gram per sepuluh menit. Satuan alternatif yang diterima oleh SI adalah desigram per menit, dengan 1 g/10 min setara dengan 1 dg/min.

3.2**laju alir volume lelehan****MVR**

laju ekstrusi lelehan resin melalui *die* dengan panjang dan diameter tertentu di bawah kondisi temperatur, beban, dan posisi piston yang ditentukan dalam silinder plastometer ekstrusi, laju tersebut ditentukan sebagai volume yang diekstrusi selama waktu tertentu

Catatan 1 untuk entri: MVR dinyatakan dalam satuan sentimeter kubik per sepuluh menit.

3.3**beban**

gabungan gaya yang diberikan oleh massa piston dan berat tambahan, atau beberapa berat tambahan, sebagaimana ditentukan oleh kondisi uji

Catatan 1 untuk entri: Beban dinyatakan sebagai massa, dalam kilogram, yang menekan sampel.

3.4**spesimen yang dipadatkan sebelumnya**

sampel uji yang disiapkan dalam bentuk yang dipadatkan dari sampel polimer

Catatan 1 untuk entri: Untuk memasukkan sampel dengan cepat ke dalam lubang silinder dan untuk memastikan *extrudate* bebas rongga, mungkin perlu untuk membentuk sampel yang awalnya berbentuk, misalnya, bubuk atau serpihan menjadi spesimen yang dipadatkan.

3.5**riwayat waktu-temperatur**

riwayat temperatur dan waktu paparan sampel selama pengujian termasuk persiapan sampel

3.6***die* standar**

die yang mempunyai panjang nominal 8,000 mm dan diameter lubang nominal 2,095 mm

3.7***die* ukuran setengah**

die yang mempunyai panjang nominal 4,000 mm dan diameter lubang nominal 1,050 mm

3.1**melt mass-flow rate****MFR**

rate of extrusion of a molten resin through a die of specified length and diameter under prescribed conditions of temperature, load and piston position in the cylinder of an extrusion plastometer, the rate being determined as the mass extruded over a specified time

Note 1 to entry: MFR is expressed in units of grams per ten minutes. Alternative units accepted by SI are decigrams per minute, where 1 g/10 min is equivalent to 1 dg/min.

3.2**melt volume-flow rate****MVR**

rate of extrusion of a molten resin through a die of specified length and diameter under prescribed conditions of temperature, load and piston position in the cylinder of an extrusion plastometer, the rate being determined as the volume extruded over a specified time

Note 1 to entry: MVR is expressed in units of cubic centimetres per ten minutes.

3.3**load**

combined force exerted by the mass of the piston and the added weight, or weights, as specified by the conditions of the test

Note 1 to entry: Load is expressed as the mass, in kilograms, exerting it.

3.4**preformed compacted charge**

test sample prepared as a compressed charge of polymer sample

Note 1 to entry: In order to introduce samples quickly into the bore of the cylinder and to ensure void-free extrudate, it may be necessary to preform samples originally in the form of, for example, powders or flakes into a compacted charge.

3.5**time-temperature history**

history of the temperature and time to which the sample is exposed during testing including sample preparation

3.6**standard die**

die having a nominal length of 8,000 mm and a nominal bore diameter of 2,095 mm

3.7**half size die**

die having a nominal length of 4,000 mm and a nominal bore diameter of 1,050 mm

3.8

plastik sensitif lembap

plastik yang mempunyai sifat reologi yang sensitif terhadap kadar air

Catatan 1 untuk entri: Plastik yang ketika mengandung air dan dipanaskan di atas temperatur transisi gelas (untuk plastik amorf) atau titik leleh (untuk plastik semi-kristal), mengalami hidrolisis yang mengakibatkan pengurangan massa molar dan mengakibatkan pengurangan viskositas lelehan dan peningkatan MFR dan MVR.

4 Prinsip

Laju alir massa lelehan (MFR) dan laju alir volume lelehan (MVR) ditentukan dengan mengekstrusi material dalam silinder plastometer melalui *die* dengan panjang dan diameter tertentu di bawah kondisi temperatur dan beban yang telah ditentukan.

Untuk pengukuran MFR (prosedur A), segmen *extrudate* dalam waktu tertentu ditimbang dan digunakan untuk menghitung laju ekstrusi, dalam gram per sepuluh menit.

Untuk pengukuran MVR (prosedur B), jarak pergerakan piston dalam waktu tertentu atau waktu yang diperlukan piston untuk bergerak pada jarak tertentu dicatat dan digunakan untuk menghitung laju ekstrusi dalam sentimeter kubik per sepuluh menit.

MVR dapat diubah menjadi MFR, atau sebaliknya jika densitas lelehan material pada temperatur uji diketahui.

CATATAN Densitas lelehan diperlukan pada temperatur dan tekanan uji. Dalam praktiknya, tekanannya rendah sehingga nilai yang diperoleh pada temperatur uji dan tekanan sekitar sudah mencukupi.

5 Peralatan

5.1 Plastometer ekstrusi

5.1.1 Umum. Peralatan dasar terdiri dari plastometer ekstrusi yang beroperasi pada temperatur tetap. Desain umumnya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Material termoplastik, yang terkandung dalam silinder vertikal, diekstrusi melalui *die* oleh piston yang dibebani dengan berat yang diketahui. Peralatan tersebut terdiri dari bagian-bagian penting sebagai berikut.

5.1.2 Silinder. Silinder harus memiliki panjang antara 115 mm dan 180 mm dan diameter dalam $(9,550 \pm 0,007)$ mm dan harus dipasang pada posisi vertikal (lihat 5.1.6).

Silinder harus diproduksi dari material yang tahan terhadap keausan dan korosi hingga temperatur maksimum sistem pemanas. Lubang tersebut harus diproduksi menggunakan teknik dan material yang menghasilkan kekerasan Vickers tidak kurang dari 500 (HV 5 sampai HV 100) (lihat ISO 6507-1) dan harus diproduksi dengan teknik yang menghasilkan kekasaran permukaan kurang dari R_a (deviasi rata-rata aritmetika) sama dengan $0,25 \mu\text{m}$ (lihat ISO 21920-2). Terakhir, sifat dan dimensi permukaannya harus tidak terpengaruh oleh material yang diuji.

CATATAN 1 Untuk material tertentu, pengukuran mungkin perlu dilakukan sampai temperatur $450 \text{ }^\circ\text{C}$.

3.8

moisture-sensitive plastics

plastics having rheological properties that are sensitive to their moisture content

Note 1 to entry: Plastics which, when containing absorbed water and heated above their glass transition temperatures (for amorphous plastics) or melting point (for semi-crystalline plastics), undergo hydrolysis resulting in a reduction in molar mass and consequently a reduction in melt viscosity and an increase in MFR and MVR.

4 Principle

The melt mass-flow rate (MFR) and the melt volume-flow rate (MVR) are determined by extruding molten material from the cylinder of a plastometer through a die of specified length and diameter under preset conditions of temperature and load.

For measurement of MFR (procedure A), timed segments of the extrudate are weighed and used to calculate the extrusion rate, in grams per ten minutes.

For measurement of MVR (procedure B), the distance that the piston moves in a specified time or the time required for the piston to move a specified distance is recorded and used to calculate the extrusion rate in cubic centimetres per 10 min.

MVR can be converted to MFR, or vice versa, if the melt density of the material at the test temperature is known.

NOTE The density of the melt is required at the test temperature and pressure. In practice, the pressure is low and values obtained at the test temperature and ambient pressure suffice.

5 Apparatus

5.1 Extrusion plastometer

5.1.1 General. The basic apparatus comprises an extrusion plastometer operating at a fixed temperature. The general design is as shown in Figure 1. The thermoplastic material, which is contained in a vertical cylinder, is extruded through a die by a piston loaded with a known weight. The apparatus consists of the following essential parts.

5.1.2 Cylinder. The cylinder shall have a length between 115 mm and 180 mm and an internal diameter of $(9,550 \pm 0,007)$ mm and shall be fixed in a vertical position (see 5.1.6).

The cylinder shall be manufactured from a material resistant to wear and corrosion up to the maximum temperature of the heating system. The bore shall be manufactured using techniques and materials that produce a Vickers hardness of no less than 500 (HV 5 to HV 100) (see ISO 6507-1) and shall be manufactured by a technique that produces a surface roughness of less than R_a (arithmetical mean deviation) equal to $0,25 \mu\text{m}$ (see ISO 21920-2). The finish, properties and dimensions of its surface shall not be affected by the material being tested.

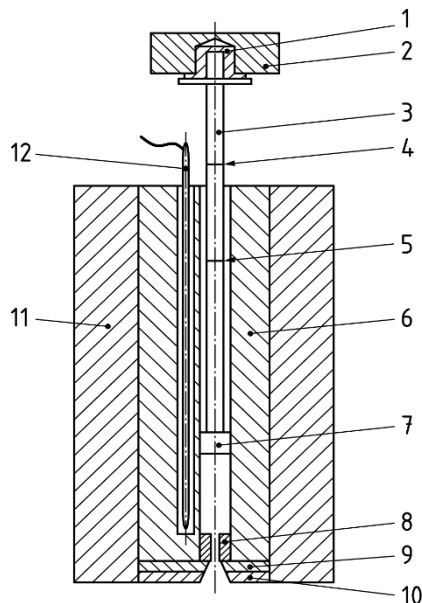
NOTE 1 For particular materials, it is possible that measurements will be required at temperatures up to $450 \text{ }^\circ\text{C}$.

Dasar silinder harus diisolasi secara termal sedemikian rupa sehingga luas logam yang terbuka kurang dari 4 cm^2 , dan direkomendasikan agar material insulasi seperti Al_2O_3 , serat keramik atau material lain yang sesuai digunakan untuk menghindari lengket dari *extrudate*.

Pemandu piston atau cara lain yang sesuai untuk meminimalkan gesekan akibat ketidaksejajaran piston harus disediakan.

CATATAN 2 Keausan yang berlebihan pada kepala piston, piston dan silinder serta hasil yang tidak menentu dapat menjadi indikasi ketidaksejajaran piston. Dianjurkan untuk melakukan pemeriksaan visual secara teratur terhadap keausan dan perubahan tampilan permukaan kepala piston, piston, dan silinder.

5.1.3 Piston. Piston harus mempunyai panjang kerja paling sedikit sepanjang silinder. Kepala piston harus memiliki panjang $(6,35 \pm 0,10) \text{ mm}$. Diameter kepala piston harus $(9,474 \pm 0,007) \text{ mm}$. Tepi bawah kepala piston harus memiliki radius $(0,4^{0,0}_{-0,1}) \text{ mm}$ dan tepi atas harus dihilangkan tepi tajamnya. Di atas kepala piston, diameter piston harus dikurangi sampai diameter $\leq 9,0 \text{ mm}$ (lihat Gambar 2).



Keterangan

- 1 insulasi
- 2 Beban yang dapat dilepas
- 3 piston
- 4 tanda batas atas
- 5 tanda batas bawah
- 6 silinder
- 7 kepala piston
- 8 *die*
- 9 pelat penahan *die*
- 10 pelat insulasi
- 11 insulasi
- 12 sensor temperatur

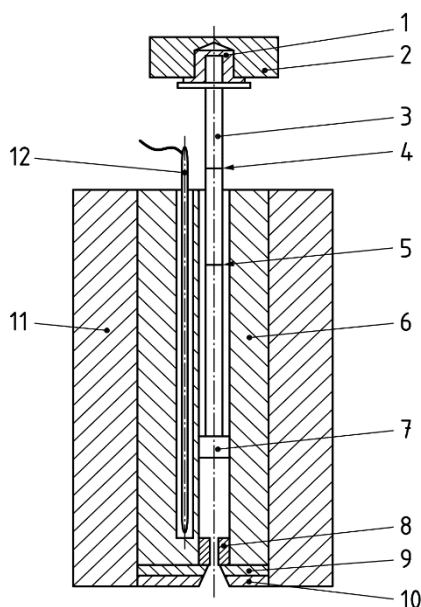
Gambar 1 - Peralatan tipikal untuk menentukan laju alir lelehan, menunjukkan satu kemungkinan konfigurasi

The base of the cylinder shall be thermally insulated in such a way that the area of exposed metal is less than 4 cm², and it is recommended that an insulating material such as Al₂O₃, ceramic fibre or another suitable material be used in order to avoid sticking of the extrudate.

A piston guide or other suitable means of minimizing friction due to misalignment of the piston shall be provided.

NOTE 2 Excessive wear of the piston head, piston and cylinder and erratic results can be indications of misalignment of the piston. Regular visual checking for wear and change to the surface appearance of the piston head, piston and cylinder is recommended.

5.1.3 Piston. The piston shall have a working length at least as long as the cylinder. The piston shall have a head (6,35 ± 0,10) mm in length. The diameter of the head shall be (9,474 ± 0,007) mm. The lower edge of the piston head shall have a radius of (0,4^{0,0}_{-0,1}) mm and the upper edge shall have its sharp edge removed. Above the head, the piston shall be relieved to ≤ 9,0 mm diameter (see Figure 2).



Key

- 1 insulation
- 2 removable weight
- 3 piston
- 4 upper reference mark
- 5 lower reference mark
- 6 cylinder
- 7 piston head
- 8 die
- 9 die retaining plate
- 10 insulating plate
- 11 insulation
- 12 temperature sensor

Figure 1 - Typical apparatus for determining melt flow rate, showing one possible configuration

Piston harus diproduksi dari material yang tahan terhadap keausan dan korosi sampai temperatur maksimum sistem pemanas, dan sifat serta dimensinya harus tidak terpengaruh oleh material yang diuji. Untuk memastikan pengoperasian peralatan yang baik, silinder dan kepala piston harus terbuat dari material dengan kekerasan berbeda. Demi kemudahan perawatan dan pembaharuan lebih baik untuk membuat silinder dari material yang lebih keras.

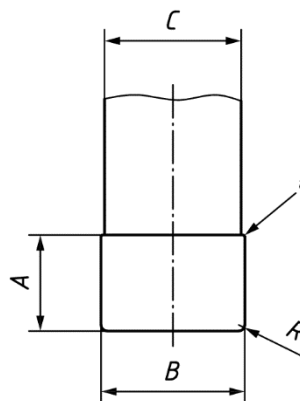
Di sepanjang batang piston, dua tanda acuan tipis melingkar harus diberikan dengan jarak ($30 \pm 0,2$) mm dan diposisikan sedemikian rupa sehingga tanda atas sejajar dengan bagian atas silinder ketika jarak antara tepi bawah kepala piston dan bagian atas *die* standar adalah 20 mm. Tanda berbentuk lingkaran pada piston ini digunakan sebagai titik acuan selama pengukuran (lihat 8.4 dan 9.5).

Sebuah penahan dapat ditambahkan di bagian atas piston untuk memposisikan dan menopang beban yang dapat dilepas, namun piston harus diisolasi secara termal dari beban tersebut.

Piston bisa berongga atau padat. Dalam pengujian dengan beban yang sangat rendah, mungkin diperlukan piston berongga, jika tidak maka beban terendah yang ditentukan tidak dapat diperoleh.

Tabel 1 – Dimensi kepala piston

Dimensi dalam milimeter	
Panjang kepala, A	$6,35 \pm 0,10$
Diameter kepala, B	$9,474 \pm 0,007$
Diameter batang, C	$\leq 9,0$
Radius tepi bawah, R	$0,4^{0,0}_{-0,1}$



Keterangan

- A panjang kepala
- B diameter kepala
- C diameter batang
- R radius tepi bawah
- a Tepi tajam yang dihilangkan.

Gambar 2 – Skema kepala piston

5.1.4 Sistem pengatur temperatur. Untuk semua temperatur silinder yang dapat diatur, kendali temperatur harus sedemikian rupa sehingga antara (10 ± 1) mm dan (70 ± 1) mm di atas bagian atas *die* standar, perbedaan temperatur yang diukur tidak melebihi yang diberikan dalam Tabel 2 sepanjang durasi uji.

The piston shall be manufactured from a material resistant to wear and corrosion up to the maximum temperature of the heating system, and its properties and dimensions shall not be affected by the material being tested. To ensure satisfactory operation of the apparatus, the cylinder and the piston head shall be made of materials of different hardness. It is convenient for ease of maintenance and renewal to make the cylinder of the harder material.

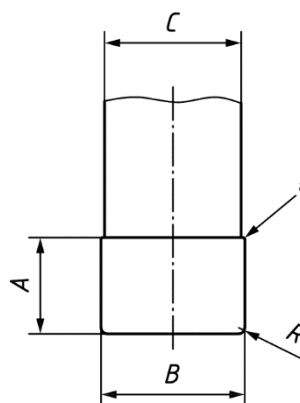
Along the piston stem, two thin annular reference marks shall be scribed ($30 \pm 0,2$) mm apart and so positioned that the upper mark is aligned with the top of the cylinder when the distance between the lower edge of the piston head and the top of the standard die is 20 mm. These annular marks on the piston are used as reference points during the measurements (see 8.4 and 9.5).

A stud may be added at the top of the piston to position and support the removable weights, but the piston shall be thermally insulated from the weights.

The piston may be either hollow or solid. In tests with very low loads the piston may need to be hollow, otherwise it may not be possible to obtain the lowest prescribed load.

Table 1 - Dimensions of piston head

Dimensions in millimetres	
Length of head, <i>A</i>	$6,35 \pm 0,10$
Diameter of head, <i>B</i>	$9,474 \pm 0,007$
Diameter of stem, <i>C</i>	$\leq 9,0$
Radius of lower edge, <i>R</i>	$0,4^{0,0}_{-0,1}$



Key

- A* length of head
- B* diameter of head
- C* diameter of stem
- R* radius of lower edge
- a* Sharp edge removed.

Figure 2 - Schematic of piston head

5.1.4 Temperature-control system. For all cylinder temperatures that can be set, the temperature control shall be such that between (10 ± 1) mm and (70 ± 1) mm above the top of the standard die, the temperature differences measured do not exceed those given in Table 2 throughout the duration of the test.

CATATAN Temperatur dapat diukur dan dikontrol dengan, misalnya, termokopel atau sensor resistansi platina yang tertanam pada dinding silinder. Jika peralatan dilengkapi dengan cara ini, mungkin temperaturnya tidak sama persis dengan temperatur di dalam lelehan, namun sistem pengatur temperatur dapat dikalibrasi (lihat 7.1) untuk membaca temperatur di dalam lelehan.

Sistem kendali temperatur harus memungkinkan temperatur uji diatur dalam tingkat 0,1 °C atau kurang.

Tabel 2 - Penyimpangan maksimum yang diperbolehkan dari temperatur uji yang disyaratkan dengan jarak dan waktu selama durasi uji

Temperatur dalam derajat *Celsius*

Temperatur uji <i>T</i>	Penyimpangan maksimum yang disyaratkan dari pengukuran temperatur uji yang ditentukan: ^a	
	pada (10 ± 1) mm di atas permukaan <i>die</i> standar ^b	antara (10 ± 1) mm sampai (70 ± 1) mm di atas permukaan <i>die</i> standar ^b
125 ≤ <i>T</i> < 250	± 1,0 ^c	± 2,0
250 ≤ <i>T</i> < 300	± 1,0 ^c	± 2,5
300 ≤ <i>T</i>	± 1,0	± 3,0

^a Penyimpangan maksimum yang diizinkan dari temperatur uji yang disyaratkan adalah perbedaan antara nilai temperatur sebenarnya dan temperatur uji yang disyaratkan. Penyimpangan ini harus diamati selama durasi uji normal, biasanya kurang dari 25 min.

^b Bila menggunakan *die* ukuran setengah dengan panjang 4 mm (lihat 5.1.5), pembacaan harus dilakukan dengan tambahan 4 mm di atas permukaan atas *die*.

^c Untuk temperatur uji < 300 °C, temperatur pada 10 mm di atas permukaan atas *die* harus tidak berubah terhadap waktu lebih dari rentang 1 °C.

5.1.5 Die. *Die* harus terbuat dari tungsten karbida atau baja yang dikeraskan. Untuk pengujian material yang berpotensi korosif, *die* yang terbuat dari paduan kobalt-kromium-tungsten, kromalloy, safir sintetis atau material lain yang sesuai dapat digunakan.

Panjang *die* harus (8,000 ± 0,025) mm. Bagian dalam lubang harus diproduksi berbentuk lingkaran, lurus dan seragam dengan diameter sedemikian rupa sehingga pada semua posisi berada dalam jarak ± 0,005 mm dari silinder sebenarnya dengan diameter 2,095 mm.

Lubang *die* tersebut harus dikeraskan dengan teknik yang menghasilkan kekerasan Vickers tidak kurang dari 500 (HV 5 sampai HV 100) (lihat ISO 6507-1) dan harus diproduksi dengan teknik yang menghasilkan kekasaran permukaan kurang dari *Ra* (deviasi rata-rata aritmetika) = 0,25 µm (lihat ISO 21920-2).

Diameter lubang harus diperiksa secara teratur dengan pengukur *go/no-go*. Jika di luar batas toleransi maka *die* harus diganti. Jika pengukur *no-go* memasuki lubang sampai batas tertentu, *die* harus diganti.

Die harus memiliki ujung yang rata, tegak lurus terhadap sumbu lubang dan bebas dari bekas proses permesinan yang terlihat. Permukaan datar *die* harus diperiksa untuk memastikan bahwa area sekitar lubang tidak tergerus. Gerusan menyebabkan kesalahan dan *die* yang tergerus harus diganti.

NOTE The temperature can be measured and controlled with, for example, thermocouples or platinum-resistance sensors embedded in the wall of the cylinder. If the apparatus is equipped in this way, it is possible that the temperature is not exactly the same as that in the melt, but the temperature-control system can be calibrated (see 7.1) to read the in-melt temperature.

The temperature-control system shall allow the test temperature to be set in steps of 0,1 °C or less.

Table 2 - Maximum allowable deviation from required test temperature with distance and with time over the duration of the test

Temperatures in degrees Celsius

Test temperature T	Maximum permitted deviation from the required test temperature: ^a	
	at (10 ± 1) mm above the top surface of the standard die ^b	from (10 ± 1) mm to (70 ± 1) mm above the top surface of the standard die ^b
$125 \leq T < 250$	± 1,0 ^c	± 2,0
$250 \leq T < 300$	± 1,0 ^c	± 2,5
$300 \leq T$	± 1,0	± 3,0

^a The maximum permitted deviation from the required test temperature is the difference between the true value of temperature and the required test temperature. It shall be assessed over the normal duration of a test, typically less than 25 min.

^b When using a 4 mm length half size die (see 5.1.5), the readings shall be made an additional 4 mm above the top surface of the die.

^c For test temperatures < 300 °C, the temperature at 10 mm above the top surface of the die shall not vary with time by greater than 1 °C in range.

5.1.5 Die. The die shall be made of tungsten carbide or hardened steel. For testing potentially corrosive materials, dies made of cobalt-chromium-tungsten alloy, chromalloy, synthetic sapphire or other suitable materials may be used.

The die shall be (8,000 ± 0,025) mm in length. The interior of the bore shall be manufactured circular, straight and uniform in diameter such that in all positions it is within ± 0,005 mm of a true cylinder of diameter 2,095 mm.

The bore shall be hardened by a technique that produces a Vickers hardness of no less than 500 (HV 5 to HV 100) (see ISO 6507-1) and shall be manufactured by a technique that produces a surface roughness of less than R_a (arithmetical mean deviation) = 0,25 µm (see ISO 21920-2).

The bore diameter shall be checked regularly with a go/no-go gauge. If outside the tolerance limits, the die shall be discarded. If the no-go gauge enters the bore to any extent the die shall be discarded.

The die shall have ends that are flat, perpendicular to the axis of the bore and free from visible machining marks. The flat surfaces of the die shall be checked to ensure that the area around the bore is not chipped. Any chipping causes errors and chipped dies shall be discarded.

Die harus mempunyai diameter luar sedemikian rupa sehingga dapat bergerak bebas di dalam silinder, tetapi tidak ada aliran material di sepanjang bagian luarnya, yaitu antara *die* dan silinder, selama pengujian.

Die harus tidak menonjol melampaui dasar silinder (lihat Gambar 1) dan harus dipasang sedemikian rupa sehingga lubangnya sejajar dengan lubang silinder.

Jika pengujian material dengan MFR > 75 g/10 min atau MVR > 75 cm³/10 min, *die* ukuran setengah dengan panjang (4,000 ± 0,025) mm dan diameter lubang (1,050 ± 0,005) mm dapat digunakan. Penyangga harus tidak digunakan pada silinder di bawah *die* ini untuk menambah panjang menjadi 8,000 mm.

Die dengan panjang nominal 8,000 mm dan lubang dengan diameter dalam nominal 2,095 mm diambil sebagai *die* standar untuk digunakan dalam pengujian. Ketika melaporkan nilai MFR dan MVR yang diperoleh dengan menggunakan *die* ukuran setengah, harus dinyatakan bahwa *die* ukuran setengah digunakan.

5.1.6 Alat pengatur dan penjaga silinder tetap vertikal. Waterpas dua arah, diatur terhadap sumbu silinder, dan penyangga alat dapat disesuaikan untuk mencapai hasil yang sesuai.

CATATAN Hal ini untuk menghindari gesekan berlebihan yang disebabkan oleh piston yang condong ke satu sisi atau bengkok karena beban yang berat. Piston *dummy* dengan waterpas pada ujung atasnya juga merupakan cara yang cocok untuk memeriksa kesesuaian dengan persyaratan ini.

5.1.7 Beban. Seperangkat pemberat yang dapat dilepas, dipilih sehingga gabungan massa pemberat dan piston memberikan beban yang diperlukan dalam kesalahan maksimum yang diizinkan sebesar ± 0,5%, dipasang di atas piston.

Sebagai alternatif, perangkat pemuatan mekanis yang dikombinasikan dengan sel beban atau perangkat pemuatan pneumatik dengan sensor tekanan, yang memberikan tingkat akurasi yang sama dengan pemberat yang dapat dilepas, dapat digunakan.

5.2 Alat tambahan

5.2.1 Umum

5.2.1.1 Batang pematik, terbuat dari material non-abrasif, untuk memasukkan sampel uji ke dalam silinder.

5.2.1.2 Peralatan pembersih (lihat 7.2).

5.2.1.3 Alat ukur Go/no-go, salah satu ujungnya memiliki pin dengan diameter sama dengan lubang *die* dikurangi toleransi yang diizinkan (alat ukur *go*) dan ujung yang berlawanan memiliki pin dengan diameter sama dengan lubang *die* ditambah toleransi yang diperbolehkan (alat ukur *no-go*). Pin alat ukur harus cukup panjang untuk memeriksa seluruh panjang *die* menggunakan alat ukur *go*.

5.2.1.4 Alat kalibrasi temperatur (termokopel, termometer resistansi platina atau alat pengukur temperatur lainnya) untuk kalibrasi alat penunjuk temperatur silinder.

The die shall have an outside diameter such that it moves freely within the cylinder, but that there is no flow of material along its outside, i.e. between the die and the cylinder, during the test.

The die shall not project beyond the base of the cylinder (see Figure 1) and shall be mounted so that its bore is co-axial with the cylinder bore.

If testing materials with an MFR > 75 g/10 min or an MVR > 75 cm³/10 min, a half size die of length (4,000 ± 0,025) mm and bore diameter (1,050 ± 0,005) mm may be used. No spacer shall be used in the cylinder below this die to increase the apparent length to 8,000 mm.

The die of nominal length 8,000 mm and bore of nominal internal diameter 2,095 mm is taken to be the standard die for use in testing. When reporting MFR and MVR values obtained using a half size die, it shall be stated that a half size die was used.

5.1.6 Means of setting and maintaining the cylinder vertical. A two-directional bubble level, set normal to the cylinder axis, and adjustable supports for the apparatus are suitable for the purpose.

NOTE This is to avoid excessive friction caused by the piston leaning to one side or bending under heavy loads. A dummy piston with a spirit level on its upper end is also a suitable means of checking conformity with this requirement.

5.1.7 Load. A set of removable weights, selected so that the combined mass of the weights and the piston gives the required load to within a maximum permissible error of ± 0,5%, are mounted on top of the piston.

Alternatively, a mechanical loading device combined with a load cell or a pneumatic loading device with a pressure sensor, providing the same level of accuracy as the removable weights, may be used.

5.2 Accessory equipment

5.2.1 General

5.2.1.1 Packing rod, made of non-abrasive material, for introducing test samples into the cylinder.

5.2.1.2 Cleaning equipment (see 7.2).

5.2.1.3 Go/no-go gauge, one end having a pin with a diameter equal to that of the die bore minus the allowed tolerance (go gauge) and the opposite end having a pin with a diameter equal to that of the die bore plus the allowed tolerance (no-go gauge). The pin gauge shall be sufficiently long to check the full length of the die using the go gauge.

5.2.1.4 Temperature-calibration device (thermocouple, platinum-resistance thermometer or other temperature-measuring device) for calibration of the cylinder temperature-indicating device.

Alat pengukur temperatur tipe *probe* cahaya yang mempunyai panjang penginderaan pendek dan yang dikalibrasi pada temperatur dan panjang penetrasi yang akan digunakan saat mengkalibrasi temperatur silinder dapat digunakan. Panjang alat kalibrasi temperatur harus cukup untuk mengukur temperatur pada (10 ± 1) mm dari bagian atas *die*. Perangkat kalibrasi temperatur harus memiliki akurasi dan presisi yang cukup untuk memungkinkan verifikasi instrumen MVR/MFR sampai kesalahan temperatur maksimum yang diizinkan seperti yang ditentukan dalam Tabel 2. Saat digunakan, termokopel sebaiknya dibungkus dalam selubung logam yang memiliki diameter kira-kira 1,6 mm dengan sambungan panas ke ujung selubung.

Teknik alternatif untuk verifikasi adalah dengan menggunakan termokopel berselubung atau sensor temperatur resistansi platina yang dimasukkan ke dalam ujung perunggu dengan diameter $(9,4 \pm 0,1)$ mm untuk dimasukkan ke dalam silinder tanpa adanya material. Ujungnya harus dirancang sedemikian rupa sehingga menahan titik penginderaan termokopel atau sensor temperatur resistansi platina (10 ± 1) mm dari permukaan atas *die* standar ketika diletakkan langsung di atas *die*.

Alternatif selanjutnya adalah dengan menggunakan batang yang dilengkapi dengan termokopel yang memungkinkannya digunakan untuk melakukan penentuan temperatur secara simultan pada (70 ± 1) mm, (50 ± 1) mm, (30 ± 1) mm dan (10 ± 1) mm di atas bagian atas *die* standar. Batangnya harus berdiameter $(9,4 \pm 0,1)$ mm sehingga terpasang erat pada lubang.

5.2.1.5 Sumbat *die*. Sebuah perangkat yang dibentuk pada salah satu ujungnya sehingga efektif menghalangi keluarnya *die* dan mencegah luberan lelehan sekaligus memungkinkan pembersihan dengan cepat sebelum pengujian dimulai.

5.2.1.6 Penopang piston/beban, dengan panjang yang cukup untuk menahan piston, dan beban sesuai kebutuhan, sehingga tanda acuan bawah berada 25 mm di atas bagian atas silinder.

5.2.1.7 Alat cetak sampel. Perangkat untuk mencetak sampel, misalnya bubuk, serpihan, strip film atau pecahan, menjadi sampel yang dipadatkan, sehingga memungkinkan sampel dimasukkan dengan cepat ke dalam silinder dan memastikan pengisian silinder bebas rongga (lihat Lampiran C).

CATATAN Ada kemungkinan terdapat pilihan lain untuk mendapatkan pengisian silinder yang bebas rongga.

5.2.2 Peralatan untuk prosedur A (lihat Pasal 8)

5.2.2.1 Alat pemotong, untuk memotong sampel yang diekstrusi.

CATATAN Spatula berujung tajam atau bilah pemotong berputar yang dioperasikan secara manual atau digerakkan motor terbukti cocok.

5.2.2.2 Pengatur waktu, dengan akurasi yang cukup untuk memungkinkan pemotongan sampel yang diekstrusi dengan kesalahan maksimum yang diizinkan sebesar $\pm 1\%$ dari interval waktu potong yang digunakan. Untuk verifikasi, bandingkan interval waktu potong dengan perangkat pengatur waktu yang dikalibrasi pada interval waktu berbeda sampai 240 s.

A light-gauge probe-type temperature-measuring device that has a short sensing length and which is calibrated at the temperatures and immersion lengths that are to be used when calibrating the cylinder temperature may be used. The length of the temperature calibration device shall be sufficient to measure the temperature at (10 ± 1) mm from the top of the die. The temperature calibration device shall have sufficient accuracy and precision to enable verification of the MVR/MFR instrument to within the maximum permissible errors in temperature as specified in Table 2. When used, the thermocouple should be encased in a metallic sheath having a diameter of approximately 1,6 mm with its hot junction grounded to the end of the sheath.

An alternative technique for verification is to use a sheathed thermocouple or platinum-resistance temperature sensor inserted into a bronze tip with a diameter of $(9,4 \pm 0,1)$ mm for insertion in the bore without material present. The tip shall be designed so that it holds the sensing point of the thermocouple or platinum-resistance temperature sensor (10 ± 1) mm from the top surface of the standard die when it rests directly on top of the die.

A further alternative is to use a rod fitted with thermocouples that would allow it to be used to make simultaneous temperature determinations at (70 ± 1) mm, (50 ± 1) mm, (30 ± 1) mm and (10 ± 1) mm above the top of the standard die. The rod shall be $(9,4 \pm 0,1)$ mm in diameter so that it fits tightly in the bore.

5.2.1.5 Die plug. A device shaped at one end so that it effectively blocks the die exit and prevents drool of molten material while allowing rapid removal prior to initiation of the test.

5.2.1.6 Piston/weight support, of sufficient length to hold the piston, and weights as necessary, so that the lower reference mark is 25 mm above the top of the cylinder.

5.2.1.7 Preforming device. A device for preforming samples, e.g. powders, flakes, film strips or fragments, into a compacted charge, thereby allowing quick introduction of the charge into the cylinder and to ensure void-free filling of the cylinder (see Annex C).

NOTE It is possible that there are other options to achieve void-free filling of the cylinder.

5.2.2 Equipment for procedure A (see Clause 8)

5.2.2.1 Cutting tool, for cutting the extruded sample.

NOTE A sharp-edge spatula or a rotating cutter blade with either manual operation or motor drive has been found to be suitable.

5.2.2.2 Timer, with sufficient accuracy to enable cutting of the extruded samples with a maximum permissible error of $\pm 1\%$ of the cut-off time interval used. For verification, compare the cut-off time intervals with a calibrated timing device over different time intervals of up to 240 s.

CATATAN MFR < 5 g/10 min dapat diukur dengan interval waktu pemotongan maksimum yang diizinkan yaitu 240 s. Dalam hal ini, kesalahan maksimum yang diperbolehkan untuk waktu pemotongan adalah $\pm 2,4$ s. Interval yang lebih pendek diperbolehkan, namun menghasilkan kesalahan maksimum yang lebih kecil. MFR > 10 g/10 min memerlukan waktu pemotongan beberapa detik atau kurang. Untuk 1 s, kesalahan maksimum yang diizinkan pada waktu pemotongan adalah $\pm 0,01$ s atau lebih baik. Pemotong otomatis direkomendasikan untuk nilai MFR lebih besar dari 10 g/10 min.

Jika alat pengatur waktu melakukan kontak fisik dengan piston atau beban, beban harus tidak diubah lebih dari $\pm 0,5\%$ dari beban nominal.

5.2.2.3 Timbangan, dengan kesalahan maksimum yang diizinkan ± 1 mg atau lebih baik.

5.2.3 Peralatan untuk prosedur B (lihat Pasal 9): **Transduser/pengatur waktu perpindahan piston**

Peralatan ini mengukur jarak dan waktu pergerakan piston, menggunakan penentuan tunggal atau ganda untuk satu sampel (lihat Tabel 3).

Tabel 3 - Persyaratan akurasi pengukuran jarak dan waktu piston

MFR (g/10 min) MVR (cm ³ /10 min) ^a	Jarak mm	Waktu s
0,1 sampai 1,0	$\pm 0,02$	$\pm 0,1$
> 1,0 sampai 100	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$
> 100	$\pm 0,1$	$\pm 0,01$

^a Untuk beberapa pengukuran menggunakan satu kali pengisian sampel, baik MFR atau MVR, persyaratannya harus sama seperti untuk MFR > 100 g/10 min atau MVR > 100 cm³/10 min.

CATATAN Pemenuhan persyaratan akurasi jarak untuk MFR ≤ 1 g/10 min dan MVR ≤ 1 cm³/10 min juga memastikan kesesuaian untuk MFR > 1 g/10 min dan MVR > 1 cm³/10 min.

Apabila alat pengukur perpindahan melakukan kontak fisik dengan piston atau beban, beban harus tidak berubah lebih dari $\pm 0,5\%$ dari beban nominal.

Jika alat pengatur waktu melakukan kontak fisik dengan piston atau beban, beban harus tidak diubah lebih dari $\pm 0,5\%$ dari beban nominal.

6 Sampel uji

6.1 Bentuk sampel

Sampel uji dapat dalam bentuk apa pun yang dapat dimasukkan ke dalam lubang silinder, misalnya, butiran, potongan film, bubuk atau bagian dari bagian yang dicetak atau diekstrusi.

CATATAN Untuk memastikan *extrudate* bebas rongga saat pengujian bubuk, telah terbukti perlu untuk terlebih dahulu mengompres material menjadi bentuk padat atau pelet. Lampiran C memberikan informasi lebih lanjut mengenai metode persiapan untuk muatan padat yang telah dibentuk sebelumnya.

Bentuk sampel uji dapat menjadi faktor penting dalam menentukan *reproducibility* hasil. Oleh karena itu, bentuk sampel uji sebaiknya dikontrol untuk meningkatkan keterbandingan hasil antar laboratorium dan untuk mengurangi variabilitas antar proses.

NOTE MFRs < 5 g/10 min can be measured with the maximum allowed cutting time interval of 240 s. In this case, the maximum permissible error for the cutting time is $\pm 2,4$ s. Shorter intervals are allowed, but lead to smaller maximum permissible errors. MFRs > 10 g/10 min require cutting times in the order of a few seconds or less. For 1 s, the required maximum permissible error of the cutting time is $\pm 0,01$ s or better. Automatic cutters are recommended for MFR values greater than 10 g/10 min.

Where the timing device makes physical contact with the piston or weight, the load shall not be altered by more than $\pm 0,5\%$ of the nominal load.

5.2.2.3 Balance, with a maximum permissible error of ± 1 mg or better.

5.2.4 Equipment for procedure B (see Clause 9): Piston displacement transducer/timer

This equipment measures distance and time for the piston movement, using single or multiple determinations for a single charge (see Table 3).

Table 3 - Piston distance and time measurement accuracy requirements

MFR (g/10 min) MVR (cm ³ /10 min) ^a	Distance mm	Time s
0,1 to 1,0	$\pm 0,02$	$\pm 0,1$
> 1,0 to 100	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$
> 100	$\pm 0,1$	$\pm 0,01$

^a For multiple measurements using a single charge regardless of the MFR or MVR of the material, the requirements shall be the same as for MFR > 100 g/10 min or MVR > 100 cm³/10 min.

NOTE Compliance with distance accuracy requirements for MFR ≤ 1 g/10 min and MVR ≤ 1 cm³/10 min also ensures compliance for MFR > 1 g/10 min and MVR > 1 cm³/10 min.

Where the displacement measurement device makes physical contact with the piston or weight, the load shall not be altered by more than $\pm 0,5\%$ of the nominal load.

Where the timing device makes physical contact with the piston or weight, the load shall not be altered by more than $\pm 0,5\%$ of the nominal load.

6 Test sample

6.1 Sample form

The test sample may be in any form that can be introduced into the bore of the cylinder, e.g. granules, strips of film, powder or sections of moulded or extruded parts.

NOTE In order to ensure void-free extrudates when testing powders, it can prove necessary to first compress the material into a preform or pellets. Annex C provides further information on a preparation method for a preformed compacted charge.

The form of the test sample can be a significant factor in determining the reproducibility of results. The form of the test sample should therefore be controlled to improve the comparability of inter-laboratory results and to reduce the variability between runs.

6.2 Pengkondisian

Sampel uji harus dikondisikan dan, jika dianggap perlu, distabilkan sebelum pengujian sesuai dengan standar material yang berlaku.

7 Verifikasi temperatur, pembersihan dan pemeliharaan peralatan

7.1 Verifikasi sistem kendali temperatur

7.1.1 Prosedur verifikasi

Penting untuk memverifikasi secara teratur kinerja sistem kontrol temperatur (5.1.4). Pastikan temperatur terhadap waktu dan jarak sesuai dengan persyaratan yang dinyatakan dalam Tabel 2, dan waktu pemanasan awal (8.3) cukup untuk memperoleh stabilisasi.

Atur sistem kontrol temperatur pada instrumen MFR/MVR ke temperatur yang diperlukan dan biarkan stabil selama tidak kurang dari 15 min.

Sebaiknya alat penunjuk temperatur yang telah dikalibrasi dipanaskan terlebih dahulu sampai temperatur yang sama dengan temperatur yang diukur sebelum dimasukkan ke dalam silinder.

Jika temperatur silinder ingin diverifikasi menggunakan material di dalam silinder, isi silinder dalam jangka waktu 15 s sampai paling sedikit 100 mm di atas bagian atas *die* standar dengan material yang akan diuji atau material yang mewakilinya (lihat 7.1.2), menggunakan teknik yang sama seperti pengujian (lihat 8.3).

Dalam waktu 90 s setelah pengisian material selesai, masukkan perangkat penunjuk temperatur yang telah dikalibrasi (5.2.1.4) di sepanjang dinding ke dalam silinder, masukkan ke dalam material di dalamnya sampai sensor berada (10 ± 1) mm di atas permukaan atas dari *die* standar. Segera, mulailah mencatat temperatur yang ditunjukkan oleh perangkat penunjuk temperatur yang dikalibrasi. Tentukan waktu yang dibutuhkan sejak selesainya pengisian sampai temperatur stabil dalam batas temperatur yang ditentukan dalam Tabel 2 untuk (10 ± 1) mm di atas permukaan atas *die* standar. Jangka waktu ini harus tidak lebih dari 5 min.

Profil temperatur sepanjang silinder harus diverifikasi dengan cara yang sama. Untuk melakukan ini, ukur juga temperatur material pada (30 ± 1) mm, (50 ± 1) mm dan (70 ± 1) mm di atas permukaan atas *die* standar. Tentukan waktu yang dibutuhkan sejak selesainya pengisian sampai temperatur stabil dalam batas temperatur yang ditentukan dalam Tabel 2 antara (10 ± 1) mm sampai (70 ± 1) mm di atas permukaan atas *die* standar. Jangka waktu ini harus tidak lebih dari 5 min.

Jika waktu untuk mencapai stabilisasi temperatur dalam batas temperatur yang ditentukan dalam Tabel 2 lebih lama dari 5 min pada jarak mana pun yang ditentukan di atas permukaan atas *die*, hal ini harus dicatat dalam laporan uji pada butir f) "pra- waktu pemanasan".

Disarankan bahwa ketika memverifikasi profil temperatur sepanjang silinder, pengukuran dimulai pada titik tertinggi di atas *die*.

6.2 Conditioning

The test sample shall be conditioned and, if considered necessary, stabilized prior to testing in accordance with the appropriate material standard.

7 Temperature verification, cleaning and maintenance of the apparatus

7.1 Verification of the temperature control system

7.1.1 Verification procedure

It is necessary to verify regularly the performance of the temperature-control system (5.1.4). Verify that the temperature over time as well as distance conforms to the requirements stated in Table 2, and that the pre-heat time (8.3) is sufficient to obtain stabilization.

Set the temperature-control system on the MFR/MVR instrument to the required temperature and allow it to stabilize for not less than 15 min.

It is preferable to preheat the calibrated temperature-indicating device to the same temperature as that being measured prior to its insertion into the cylinder.

If the cylinder temperature is to be verified using material in the cylinder, charge the cylinder within a period of 15 s up to at least 100 mm above the top of the standard die with the material to be tested or a material representative thereof (see 7.1.2), using the same technique as for a test (see 8.3).

Within 90 s after completing the charging of the material, introduce the calibrated temperature-indicating device (5.2.1.4) along the wall into the cylinder, immersing it in the material therein until the sensor is (10 ± 1) mm above the top surface of the standard die. Immediately, start recording the temperature indicated by the calibrated temperature-indicating device. Determine the time taken from completion of charging until the temperature has stabilized to within the temperature limits specified in Table 2 for (10 ± 1) mm above the top surface of the standard die. This time period shall not be greater than 5 min.

The temperature profile along the cylinder shall be verified similarly. For this, measure the temperatures of the material also at (30 ± 1) mm, (50 ± 1) mm and (70 ± 1) mm above the top surface of the standard die. Determine the time taken from completion of charging until the temperature has stabilized to within the temperature limits specified in Table 2 for between (10 ± 1) mm to (70 ± 1) mm above the top surface of the standard die. This time period shall not be greater than 5 min.

If the time to reach temperature stabilization to within the temperature limits specified in Table 2 is longer than 5 min at any of the set distances above the top surface of the die, this shall be recorded in the test report under item f) "pre-heating time".

It is recommended that when verifying the temperature profile along the cylinder, the measurements are started at the highest point above the die.

Teknik alternatif untuk verifikasi keakuratan temperatur sesuai spesifikasi Tabel 2 adalah dengan menggunakan termokopel berselubung atau sensor temperatur resistansi platina dengan diameter ujung ($9,4 \pm 0,1$) mm untuk dimasukkan ke dalam silinder tanpa adanya material. Teknik lainnya adalah dengan menggunakan piston yang dilengkapi termokopel pada ketinggian (70 ± 1) mm, (50 ± 1) mm, (30 ± 1) mm dan (10 ± 1) mm di atas permukaan atas *die* standar saat dimasukkan sepenuhnya ke dalam silinder dan yang pas dengan lubangnya. Konfigurasi ini memungkinkan verifikasi temperatur secara simultan terhadap waktu dan jarak.

Jika instrumen di luar spesifikasi (Tabel 2) maka instrumen tersebut harus dikalibrasi ulang dan diverifikasi sebelum digunakan.

7.1.2 Material yang digunakan selama verifikasi temperatur

Material yang digunakan selama verifikasi harus cukup mengalir agar alat pengukur temperatur yang telah dikalibrasi dapat dimasukkan tanpa tekanan berlebihan atau berisiko rusak. Material stabil dengan MFR lebih besar dari 45 g/10 min (beban 2,16 kg) pada temperatur verifikasi terbukti sesuai.

Jika material tersebut digunakan untuk tujuan verifikasi sebagai pengganti material yang lebih kental yang akan diuji, material *dummy* harus mempunyai ketersebaran termal yang sama dengan material yang akan diuji, sehingga perilaku pemanasannya serupa. Kuantitas sampel yang dimasukkan untuk verifikasi harus sedemikian rupa sehingga, ketika sensor temperatur yang dikalibrasi kemudian dimasukkan, panjang batang sensor dibenamkan agar pengukuran temperatur akurat. Hal ini dapat diperiksa dengan memeriksa lapisan material di ujung sensor temperatur yang dikalibrasi, lepaskan sensor dari silinder jika perlu.

7.2 Pembersihan peralatan

PERINGATAN — Kondisi pengoperasian mungkin menyebabkan dekomposisi sebagian material yang diuji atau material apa pun yang digunakan untuk membersihkan instrumen, atau menyebabkan material tersebut melepaskan zat mudah menguap yang berbahaya, serta menimbulkan risiko luka bakar. Pengguna bertanggung jawab untuk menetapkan praktik keselamatan dan kesehatan yang sesuai dan memastikan kepatuhan terhadap persyaratan peraturan.

Peralatan, termasuk silinder, piston dan *die*, harus dibersihkan secara menyeluruh setelah setiap pengujian.

Silinder dapat dibersihkan dengan kain. Piston harus dibersihkan saat panas dengan kain katun. *Die* dapat dibersihkan dengan bor kuningan yang pas, bor berkecepatan tinggi berdiameter 2,08 mm, atau batang kayu. Pembersihan pirolitik *die* dalam atmosfer nitrogen pada temperatur 550 °C juga dapat digunakan. Berhati-hatilah agar prosedur pembersihan yang digunakan tidak mempengaruhi dimensi silinder dan *die* atau permukaannya. Material abrasif atau material yang dapat merusak permukaan piston, silinder, atau *die* harus tidak digunakan.

Lubang *die* harus diperiksa dengan pengukur *go/no-go* setelah dibersihkan.

Saat membersihkan silinder, piston, dan *die*, berhati-hatilah agar proses pembersihan dan material pembersih, misalnya. pelarut dan kuas, tidak mempengaruhi pengukuran berikutnya, misalnya memastikan material itu tidak mempercepat degradasi polimer secara signifikan.

7.3 Penjajaran instrumen secara vertikal

Pastikan lubang alat sejajar dalam arah vertikal

An alternative technique for verification of the temperature accuracy to within the specification of Table 2 is to use a sheathed thermocouple or platinum-resistance temperature sensor with tip diameter of $(9,4 \pm 0,1)$ mm for insertion in the cylinder without material present. Another technique is to use a piston fitted with thermocouples at heights of (70 ± 1) mm, (50 ± 1) mm, (30 ± 1) mm and (10 ± 1) mm above the top surface of the standard die when inserted completely into the cylinder and which fits the bore closely. This configuration allows simultaneous verification of the temperature with both time and distance.

If the instrument is found to be out of specification (Table 2) then it shall be re-calibrated and verified prior to use.

7.1.2 Material used during temperature verification

It is essential that the material used during verification be sufficiently fluid to permit the calibrated temperature-measuring device to be introduced without excessive force or risk of damage. A stable material with an MFR of greater than 45 g/10 min (2,16 kg load) at the verification temperature has been found suitable.

If such a material is used for verification purposes in place of a more viscous material that is to be tested, the dummy material shall have a thermal diffusivity similar to that of the material to be tested, so that warm-up behaviour is similar. It is necessary that the quantity charged for verification be such that, when the calibrated temperature sensor is subsequently introduced, the appropriate length of the sensor stem is immersed for accurate temperature measurement. This can be checked by inspecting the upper edge of the material coating of the end of the calibrated temperature sensor, removing the sensor from the cylinder if necessary.

7.2 Cleaning the apparatus

WARNING — The operating conditions may entail partial decomposition of the material under test or any material used to clean the instrument, or cause them to release dangerous volatile substances, as well as presenting the risk of burns. It is the responsibility of the user to establish appropriate safety and health practices and to ensure compliance with any regulatory requirements.

The apparatus, including the cylinder, piston and die, shall be cleaned thoroughly after each determination.

The cylinder may be cleaned with cloth patches. The piston shall be cleaned while hot with a cotton cloth. The die may be cleaned with a closely fitting brass reamer, high-speed drill bit of 2,08 mm diameter, or wooden peg. Pyrolytic cleaning of the die in a nitrogen atmosphere at about 550 °C may also be used. Take care that the cleaning procedure used does not affect the cylinder and die dimensions or surface finish. Abrasives or materials likely to damage the surface of the piston, cylinder or die shall not be used.

The die bore shall be checked with a go/no-go gauge after cleaning.

When cleaning the cylinder, piston and dies, take care that any effect the cleaning process and cleaning materials, e.g. solvents and brushes, may have on the next determination is negligible, e.g. ensure that they do not appreciably accelerate degradation of the polymer.

7.3 Vertical alignment of the instrument

Ensure that the bore of the equipment is properly aligned in the vertical direction.

8 Prosedur A: metode pengukuran massa

8.1 Pemilihan temperatur dan beban

Lihat standar spesifikasi material untuk kondisi uji. Jika tidak ada standar spesifikasi material atau kondisi uji MVR atau MFR tidak ditentukan di dalamnya, gunakan serangkaian kondisi yang sesuai dari Tabel A.1 berdasarkan pengetahuan tentang titik leleh material atau kondisi pemrosesan yang direkomendasikan oleh pabrikan.

8.2 Pembersihan

Bersihkan peralatan (lihat 7.2). Sebelum memulai serangkaian pengujian, pastikan bahwa silinder dan piston telah berada pada temperatur yang dipilih selama tidak kurang dari 15 min.

8.3 Pemilihan massa sampel dan pengisian silinder

Isi silinder dengan 3 g sampai 8 g sampel sesuai dengan MFR atau MVR yang diantisipasi (lihat Tabel 4). Selama pengisian, tekan material dengan batang pematat (5.2.1.1) menggunakan tekanan tangan. Pastikan sampelnya sebisa mungkin bebas dari udara. Selesaikan proses pengisian sampel dalam waktu kurang dari 1 min. Waktu pemanasan awal 5 min dimulai segera setelah pengisian silinder selesai.

CATATAN 1 Variasi tekanan pemadatan yang digunakan untuk menekan material di dalam silinder dapat menyebabkan hasil *repeatability* yang buruk. Untuk analisis material dengan MFR atau MVR yang serupa, penggunaan massa sampel yang sama di semua pengujian akan mengurangi variabilitas data.

CATATAN 2 Untuk material yang rentan terhadap degradasi oksidatif, pengaruh udara yang terperangkap terhadap hasil dapat sangat signifikan.

Segera masukkan piston ke dalam silinder. Piston dapat dipisahkan atau disatukan dengan beban uji atau, untuk material dengan laju aliran tinggi, bebannya lebih kecil. Jika MFR atau MVR material tinggi, yaitu lebih dari 10 g/10 min atau 10 cm³/10 min, kehilangan sampel selama pemanasan awal cukup besar. Dalam hal ini, gunakan piston tanpa beban atau piston yang membawa beban lebih kecil selama periode pemanasan awal. Dalam kasus laju alir lelehan yang sangat tinggi, sebaiknya digunakan sebuah penyangga pemberat dan mungkin diperlukan sebuah sumbat *die*.

Selama waktu pemanasan awal, periksa apakah temperatur telah kembali ke temperatur yang dipilih, dalam batas yang ditentukan dalam Tabel 2.

Untuk meminimalkan risiko luka bakar akibat material panas yang keluar dari *die* dengan cepat, disarankan untuk mengenakan sarung tangan tahan panas selama pelepasan sumbat *die*.

8 Procedure A: mass-measurement method

8.1 Selection of temperature and load

Refer to the material specification standard for testing conditions. If no material specification standard exists or where MVR or MFR test conditions are not specified therein, use an appropriate set of conditions from Table A.1 based on knowledge of the melting point of the material or processing conditions recommended by the manufacturer.

8.2 Cleaning

Clean the apparatus (see 7.2). Before beginning a series of tests, ensure that the cylinder and piston have been at the selected temperature for not less than 15 min.

8.3 Selection of sample mass and charging the cylinder

Charge the cylinder with 3 g to 8 g of the sample according to the anticipated MFR or MVR (see Table 4). During charging, compress the material with the packing rod (5.2.1.1) using hand pressure. Ensure that the charge is as free from air as possible. Complete the charging process in less than 1 min. The preheat time of 5 min begins immediately after charging of the cylinder has been completed.

NOTE 1 Variations in the packing pressure used to compress the material in the cylinder can cause poor repeatability of results. For the analysis of materials of similar MFR or MVR, the use of the same mass of sample in all tests reduces variability in the data.

NOTE 2 For materials susceptible to oxidative degradation the effect of trapped air on results can be particularly significant.

Immediately put the piston in the cylinder. The piston may be either unloaded or preloaded with the test weight or, for materials with high flow rates, a smaller weight. If the MFR or MVR of the material is high, i.e. more than 10 g/10 min or 10 cm³/10 min, the loss of sample during preheating is appreciable. In this case, use an unloaded piston or one carrying a smaller load during the preheating period. In the case of very high melt flow rates, a weight support should preferably be used and a die plug may be necessary.

During the preheating time, check that the temperature has returned to that selected, within the limits specified in Table 2.

To minimize the risk of burns from hot material coming out of the die rapidly, it is recommended that heat-resistant gloves be worn during the removal of the die plug.

Tabel 4 - Pedoman parameter eksperimen

MFR (g/10 min) MVR (cm ³ /10 min) ^a	Massa sampel dalam silinder ^{b, c, e} g	Interval waktu potong <i>extrudate</i> ^f s
> 0,1 tapi ≤ 0,15	3 sampai 5	240
> 0,15 tapi ≤ 0,4	3 sampai 5	120
> 0,4 tapi ≤ 1	4 sampai 6	40
> 1 tapi ≤ 2	4 sampai 6	20
> 2 tapi ≤ 5	4 sampai 8	10
> 5 ^d	4 sampai 8	5

^a Direkomendasikan agar laju alir lelehan tidak diukur jika nilai yang diperoleh dalam uji ini kurang dari 0,1 g/10 min (MFR) atau 0,1 cm³/10 min (MVR). MFR > 100 g/10 min hanya boleh diukur menggunakan *die* standar jika resolusi pengatur waktu adalah 0,01 s dan prosedur B digunakan. Sebagai alternatif, *die* ukuran setengah dapat digunakan dengan prosedur A (lihat 5.1.5).

^b Jika densitas material lebih besar dari 1,0 g/cm³, massa sampel uji mungkin perlu ditambah. Gunakan massa rendah untuk material dengan densitas rendah.

^c Massa sampel merupakan faktor penting dalam menentukan *repeatability* pengujian dan mungkin perlu dikontrol sampai 0,1 g untuk mengurangi variabilitas antar proses.

^d Untuk mencapai keakuratan yang memadai pada MFR > 10 g/10 min, mungkin diperlukan pengukuran waktu yang lebih presisi, interval pemotongan yang lebih lama, atau prosedur B.

^e Bila menggunakan *die* ukuran setengah, diperlukan jumlah material yang lebih besar untuk mengimbangi berkurangnya volume *die*. Tambahan volume material yang diperlukan adalah 0,3 cm³.

^f Waktu secara konsisten berhubungan dengan produksi *extrudate* dengan panjang 10 mm sampai 20 mm (lihat 8.4). Pada pengoperasian dalam keterbatasan ini, kesalahan dapat menjadi signifikan, terutama untuk material dengan MFR tinggi yang memiliki waktu potong *extrudate* yang pendek. Pengurangan kesalahan pengukuran berpotensi dicapai dengan menggunakan waktu potong *extrudate* yang lebih besar. Pengaruh resolusi instrumentasi terhadap kesalahan bergantung pada instrumen dan dapat dihitung dengan melakukan analisis ketidakpastian.

8.4 Pengukuran

Di akhir pemanasan awal, yaitu 5 min setelah pengisian silinder selesai, jika piston tanpa atau diberi beban selama pemanasan awal, berikan beban yang diperlukan pada piston. Jika sumbat *die* digunakan dan piston tanpa atau diberi beban selama pemanasan awal, berikan beban yang diperlukan pada piston dan biarkan material menjadi stabil selama beberapa detik sebelum melepaskan sumbat *die*. Jika penyangga beban dan sumbat *die* sama-sama digunakan, lepaskan penyangga beban terlebih dahulu.

CATATAN Ada kemungkinan bahwa untuk beberapa material diperlukan waktu pemanasan awal yang lebih singkat untuk mencegah degradasi. Untuk material dengan titik leleh tinggi, T_g tinggi, dan konduktivitas termal rendah, diperlukan waktu pemanasan awal yang lebih lama untuk mendapatkan hasil yang dapat diulang.

Biarkan piston turun karena gravitasi sampai filamen bebas gelembung terekstrusi; hal ini dapat dicapai sebelum atau sesudah pembebanan, tergantung pada viskositas material yang sebenarnya. Sangat disarankan untuk menghindari penekanan sampel secara paksa, baik secara manual atau dengan menggunakan beban tambahan, sebelum pengujian dimulai. Jika penekanan paksa diperlukan (yaitu untuk menyelesaikan prosedur dalam batas waktu yang ditentukan), prosedur tersebut harus diselesaikan setidaknya 2 min sebelum dimulainya pengujian. Setiap penekanan paksa harus dilakukan dalam jangka waktu 1 min. Jika penekanan paksa digunakan, hal ini harus dilaporkan dalam laporan uji. Potong *extrudate*

Table 4 - Guidelines for experimental parameters

MFR (g/10 min) MVR (cm³/10 min)^a	Sample mass in cylinder^{b, c, e} g	Extrudate cut-off time interval^f s
> 0,1 but ≤ 0,15	3 to 5	240
> 0,15 but ≤ 0,4	3 to 5	120
> 0,4 but ≤ 1	4 to 6	40
> 1 but ≤ 2	4 to 6	20
> 2 but ≤ 5	4 to 8	10
> 5 ^d	4 to 8	5

^a It is recommended that a melt flow rate should not be measured if the value obtained in this test is less than 0,1 g/10 min (MFR) or 0,1 cm³/10 min (MVR). MFRs > 100 g/10 min should only be measured using a standard die if the timer resolution is 0,01 s and procedure B is used. Alternatively, the half size die may be used with procedure A (see 5.1.5).

^b When the density of the material is greater than 1,0 g/cm³, it may be necessary to increase the mass of the test sample. Use the low mass values for low-density materials.

^c Sample mass is a significant factor in determining the repeatability of this test and may need to be controlled to 0,1 g to reduce variability between runs.

^d To achieve sufficient accuracy for an MFR > 10 g/10 min, either higher precision of measurement of time, longer cut-off intervals or procedure B may be required.

^e When using the half size die a greater amount of material is required to compensate for the reduced volume of the die. The additional volume of material required is 0,3 cm³.

^f These times are consistent with the production of an extrudate length of 10 mm to 20 mm (see 8.4). In operating within this constraint, the errors can be significant, particularly for high MFR materials that have short extrudate cut-off times. A reduction in measurement errors could potentially be achieved by using larger extrudate cut-off times. The effect of instrumentation resolution on errors is instrument dependent and can be assessed by performing an uncertainty budget analysis.

8.4 Measurements

At the end of the preheat period, i.e. 5 min after completing the charging of the cylinder, in the event that the piston was unloaded or underloaded during the preheat period, apply the required load to the piston. In the event that a die plug was used and the piston was unloaded or underloaded during the preheat period, apply the required load to the piston and allow the material to stabilize for a few seconds before removing the die plug. If a weight support and die plug were both used, remove the weight support first.

NOTE It is possible that for some materials shorter preheating times will be required to prevent degradation. For high melting point, high T_g , low thermal conductivity materials, a longer preheating time can be needed to obtain repeatable results.

Allow the piston to descend under gravity until a bubble-free filament is extruded; this may be achieved before or after loading, depending on the actual viscosity of the material. It is strongly recommended that forced purging of the sample, done either manually or by using extra weights, before commencement of the test be avoided. If any forced purging is required (i.e. to complete the procedure within the specified time limit), it shall be finished at least 2 min before the start of the test. Any forced purging shall be carried out within a period of 1 min. If forced purging is used, it shall be reported in the test report. Cut off the extrudate with the

dengan alat pemotong (5.2.2.1) dan pisahkan. Biarkan piston dengan beban turun karena gravitasi.

Ketika tanda acuan bawah pada piston telah mencapai tepi atas silinder, hidupkan pengatur waktu (5.2.2.2) dan secara bersamaan potong *extrudate* dengan alat pemotong dan pisahkan.

Kumpulkan potongan yang berurutan untuk mengukur laju ekstrusi pada interval waktu tertentu. Tergantung pada MFR, pilihlah interval waktu sehingga panjang pemotongan tunggal tidak kurang dari 10 mm dan sebaiknya antara 10 mm dan 20 mm (lihat interval waktu potong pada Tabel 4 dan catatan kaki f sebagai panduan).

Untuk nilai MFR (dan MVR) yang rendah dan/atau material yang menunjukkan tingkat *die swell* yang relatif tinggi, pemotongan dengan panjang 10 mm atau lebih mungkin tidak dapat dilakukan dalam batas waktu pemotongan maksimum yang diizinkan pada interval 240 s. Dalam kasus tersebut, prosedur A dapat digunakan tetapi hanya jika massa setiap potongan yang diperoleh dalam 240 s lebih besar dari 0,04 g. Jika tidak, prosedur B harus digunakan.

Hentikan pemotongan ketika tanda atas pada batang piston mencapai tepi atas silinder. Pisahkan semua potongan yang mengandung gelembung udara yang terlihat. Setelah dingin, timbang satu per satu, sampai ketelitian mendekati 1 mg, sisa potongan, sebaiknya tiga atau lebih, dan hitung massa rata-ratanya. Jika perbedaan antara nilai maksimum dan minimum dari masing-masing penimbangan melebihi 15% dari rata-rata, buang hasilnya dan ulangi pengujian pada bagian sampel yang baru.

Direkomendasikan agar potongan ditimbang sesuai urutan ekstrusi. Jika terjadi perubahan massa secara terus-menerus, hal ini harus dilaporkan sebagai perilaku yang tidak biasa (lihat Pasal 12).

Waktu antara akhir pengisian silinder dan akhir pengukuran terakhir harus tidak lebih dari 25 min. Untuk beberapa material, waktu ini mungkin perlu dikurangi untuk mencegah degradasi atau ikatan silang material selama pengujian. Dalam kasus seperti ini, penggunaan ISO 1133-2 sebaiknya dipertimbangkan.

8.5 Penyajian hasil

8.5.1 Umum

Untuk pengujian dengan *die* standar, gunakan 8.5.2. Untuk pengujian dengan *die* ukuran setengah, lihat juga 8.5.3.

8.5.2 Penyajian hasil: *die* standar

Laju alir massa lelehan (MFR), dinyatakan dalam gram per sepuluh menit, diberikan oleh Rumus (1):

$$MFR(T, m_{nom}) = \frac{600 \times m}{t} \quad (1)$$

keterangan

T	temperatur uji, dalam derajat Celsius;
m_{nom}	massa nominal beban, dalam kilogram
600	faktor konversi dari gram per detik menjadi gram per sepuluh menit
m	rata-rata masa potongan, dalam gram
t	interval waktu potong, dalam detik

cutting tool (5.2.2.1) and discard. Continue to allow the loaded piston to descend under gravity.

When the lower reference mark on the piston has reached the top edge of the cylinder, start the timer (5.2.2.2) and simultaneously cut off the extrudate with the cutting tool and discard.

Collect successive cut-offs in order to measure the extrusion rate for a given time-interval. Depending on the MFR, choose a time interval so that the length of a single cut-off is not less than 10 mm and preferably between 10 mm and 20 mm (see cut-off time-intervals in Table 4 and its footnote f as a guide).

For low values of MFR (and MVR) and/or materials which exhibit a relatively high degree of die swell, it may not be possible to take a cut-off with a length of 10 mm or more within the maximum permitted cut-off time-interval of 240 s. In such cases, procedure A may be used but only if the mass of each cut-off obtained in 240 s is greater than 0,04 g. If not, procedure B shall be used.

Stop cutting when the upper mark on the piston stem reaches the top edge of the cylinder. Discard all cut-offs containing visible air bubbles. After cooling, weigh individually, to the nearest 1 mg, the remaining cut-offs, preferably three or more, and calculate their average mass. If the difference between the maximum and the minimum values of the individual weighings exceeds 15% of the average, discard the results and repeat the test on a fresh portion of the sample.

It is recommended that the cut-offs be weighed in order of extrusion. If a continuous change in mass is observed, this shall be reported as unusual behaviour (see Clause 12).

The time between the end of charging the cylinder and the end of the last measurement shall not exceed 25 min. For some materials, this time may need to be reduced to prevent degradation or cross-linking of the material during the test. In such cases, the use of ISO 1133-2 should be considered.

8.5 Expression of results

8.5.1 General

For testing with the standard die, use 8.5.2. For testing with the half size die, see also 8.5.3.

8.5.2 Expression of results: standard die

The melt mass-flow rate (MFR), expressed in grams per 10 min, is given by Formula (1):

$$MFR(T, m_{nom}) = \frac{600 \times m}{t} \quad (1)$$

where

T	is the test temperature, in degrees Celsius;
m_{nom}	is the mass, in kilograms, exerting the nominal load;
600	is the factor used to convert grams per second into grams per 10 min (600 s);
m	is the average mass of the cut-offs, in grams;
t	is the cut-off time-interval, in seconds.

Laju alir volume lelehan (MVR) dapat dihitung dari MFR menggunakan Rumus (2):

$$MVR(T, m_{nom}) = \frac{MFR(T, m_{nom})}{\rho} \quad (2)$$

dengan ρ adalah densitas lelehan, dalam gram per sentimeter kubik, dan ditentukan oleh standar spesifikasi material atau, jika tidak ditentukan di dalamnya, diperoleh pada temperatur uji (9.6.2).

CATATAN densitas lelehan diperlukan pada temperatur dan tekanan uji. Dalam praktiknya, tekanannya rendah sehingga nilai yang diperoleh pada temperatur uji dan tekanan sekitar sudah mencukupi.

Untuk sifat aliran, MVR adalah ukuran yang lebih disukai karena tidak bergantung pada densitas lelehan (Pasal 9).

Nyatakan hasilnya ke dalam tiga angka penting tetapi dengan maksimum dua tempat desimal dan catat temperatur uji dan beban yang digunakan, misalnya MFR = 10,6 g/10 min (190 °C/2,16 kg), MFR = 0,15 g/10 min (190 °C/2,16 kg).

8.5.3 Penyajian hasil: *die* ukuran setengah

Ketika melaporkan hasil yang diperoleh dengan menggunakan *die* ukuran setengah, subskrip "h" harus digunakan (lihat 5.1.5).

MFR dan/atau MVR dihitung menggunakan persamaan pada 8.5.2.

Nyatakan hasilnya ke dalam tiga angka penting, tetapi dengan maksimum dua tempat desimal, dan catat temperatur uji dan beban yang digunakan, misalnya. MFR_h = 0,15 g/10 min (190 °C/2,16 kg), MVR_h = 15,3 cm³/10 min (190 °C/2,16 kg).

9 Prosedur B: metode pengukuran perpindahan

9.1 Pemilihan temperatur dan beban

Lihat 8.1.

9.2 Pembersihan

Bersihkan peralatan (lihat 7.2). Sebelum memulai serangkaian pengujian, pastikan bahwa silinder dan piston telah berada pada temperatur yang dipilih selama tidak kurang dari 15 min.

9.3 Jarak perpindahan piston minimum

Untuk meningkatkan akurasi dan *repeatability* pengukuran, disarankan jarak perpindahan piston minimum yang tercantum pada Tabel 5

The melt volume-flow rate (MVR) may be calculated from the MFR using Formula (2):

$$MMVR(T, m_{nom}) = \frac{MFR(T, m_{nom})}{\rho} \quad (2)$$

where ρ is the density of the melt, in grams per cubic centimetre, and is given by the material specification standard or, if not specified therein, obtained at the test temperature (9.6.2).

NOTE The density of the melt is required at the test temperature and pressure. In practice, the pressure is low and values obtained at the test temperature and ambient pressure suffice.

For flow properties, MVR is the preferred measure as it is independent of the melt density (Clause 9).

Express the result to three significant figures but with a maximum of two decimal places and record the test temperature and load used, e.g. MFR = 10,6 g/10 min (190 °C/2,16 kg), MFR = 0,15 g/10 min (190 °C/2,16 kg).

8.5.3 Expression of results: half size die

When reporting results obtained using the half size die the subscript "h" shall be used (see 5.1.5).

The MFR and/or MVR are calculated using the equations in 8.5.2.

Express the result to three significant figures, but with a maximum of two decimal places, and record the test temperature and load used, e.g. MFR_h = 0,15 g/10 min (190 °C/2,16 kg), MVR_h = 15,3 cm³/10 min (190 °C/2,16 kg).

9 Procedure B: displacement-measurement method

9.1 Selection of temperature and load

See 8.1.

9.2 Cleaning

Clean the apparatus (see 7.2). Before beginning a series of tests, ensure that the cylinder and piston have been at the selected temperature for not less than 15 min.

9.3 Minimum piston displacement distance

For improved accuracy and repeatability of measurements the minimum piston displacement distances listed in Table 5 are suggested.

Tabel 5 – Pedoman untuk parameter uji

MVR (cm ³ /10 min) MFR (g/10 min)	Minimum perpindahan piston mm
> 0,1 tapi ≤ 0,15	0,5
> 0,15 tapi ≤ 0,4	1
> 0,4 tapi ≤ 1	2
> 1 tapi ≤ 20	5
> 20	10

CATATAN 1 Nilai ini memungkinkan setidaknya tiga pengukuran untuk setiap sampel dalam barel. Pengoperasian instrumen menggunakan nilai yang lebih besar dari minimum perpindahan piston ini juga akan mengurangi kesalahan pengukuran terutama karena resolusi perpindahan instrumen. Untuk nilai MVR kurang dari 0,4 cm³/10 min, waktu maksimum 240 s dapat menghasilkan pengurangan kesalahan lebih lanjut namun masih memungkinkan setidaknya tiga pengukuran. Pengaruh resolusi instrumentasi terhadap kesalahan bergantung pada instrumen dan dapat dinilai dengan melakukan analisis ketidakpastian.

CATATAN 2 Untuk beberapa material, hasil pengukuran dapat bervariasi tergantung pada jarak pergerakan piston. Untuk meningkatkan *repeatability*, sangat penting untuk menjaga perpindahan yang sama untuk setiap pengukuran.

9.4 Pemilihan massa sampel dan pengisian silinder

Lihat 8.3.

9.5 Pengukuran

Pada akhir pemanasan awal, yaitu 5 min setelah pengisian silinder selesai, jika piston tanpa atau diberi beban selama pemanasan awal, berikan beban yang diperlukan pada piston. Jika sumbat *die* digunakan dan piston tanpa atau diberi beban selama pemanasan awal, berikan beban yang diperlukan pada piston dan biarkan material menjadi stabil selama beberapa detik sebelum melepaskan sumbat *die*. Jika penyangga beban dan sumbat *die* sama-sama digunakan, lepaskan penyangga beban terlebih dahulu.

CATATAN Ada kemungkinan untuk beberapa material, waktu pemanasan awal yang lebih singkat diperlukan untuk mencegah degradasi. Untuk material dengan titik leleh tinggi, T_g tinggi, dan konduktivitas termal rendah, diperlukan waktu pemanasan awal yang lebih lama untuk mendapatkan hasil yang dapat diulang.

Biarkan piston turun karena gravitasi sampai filamen bebas gelembung terekstrusi; hal ini dapat dicapai sebelum atau sesudah pembebanan, tergantung pada viskositas material yang sebenarnya. Sangat disarankan untuk menghindari menekan sampel secara paksa sebelum pengujian dimulai. Jika penekanan paksa diperlukan, untuk menyelesaikan prosedur dalam batas waktu yang ditentukan, beban kompresi yang ditentukan harus digunakan. Setiap penekanan paksa harus dilakukan dalam jangka waktu 1 min dan harus diselesaikan setidaknya 2 min sebelum pengujian dimulai. Jika penekanan paksa digunakan, beban dan durasi kompresi harus dilaporkan dalam laporan uji. Potong *extrudate* dengan alat pemotong (5.2.2.1) dan pisahkan. Biarkan piston dan beban turun karena gravitasi.

Ketika tanda acuan bawah pada piston telah mencapai tepi atas silinder, nyalakan pengatur waktu (5.2.2.2) dan secara bersamaan potong *extrudate* dengan alat pemotong dan pisahkan.

Table 5 - Guidelines for experimental parameters

MVR (cm³/10 min) MFR (g/10 min)	Minimum piston displacement mm
> 0,1 but ≤ 0,15	0,5
> 0,15 but ≤ 0,4	1
> 0,4 but ≤ 1	2
> 1 but ≤ 20	5
> 20	10

NOTE 1 These values permit at least three measurements to be made for each barrel charge. Operation of the instrument using values greater than these minimum piston displacements should also lead to reduced measurement errors due primarily to the instrument's displacement resolution. For MVR values less than 0,4 cm³/10 min a maximum time of 240 s may result in a further reduction in errors but still permit at least three measurements. The effect of instrumentation resolution on errors is instrument dependent and can be assessed by performing an uncertainty budget analysis.

NOTE 2 For some materials, results can vary depending on the distance moved by the piston. For improved repeatability, it is critical to maintain the same distance moved for individual runs.

9.4 Selection of sample mass and charging the cylinder

See 8.3.

9.5 Measurements

At the end of the preheat period, i.e. 5 min after completing the charging of the cylinder, in the event that the piston was unloaded or underloaded during the preheat period, apply the required load to the piston. In the event that a die plug was used and the piston was unloaded or underloaded during the preheat period, apply the required load to the piston and allow the material to stabilize for a few seconds before removing the die plug. If a weight support and die plug were both used, remove the weight support first.

NOTE It is possible that for some materials, a shorter preheating time will be required to prevent degradation. For high melting point, high T_g , low thermal conductivity materials, a longer preheating time can be needed to obtain repeatable results.

Allow the piston to descend under gravity until a bubble-free filament is extruded; this may be achieved before or after loading, depending on the actual viscosity of the material. It is strongly recommended that forced purging of the sample before commencement of the test be avoided. If any forced purging is required, i.e. to complete the procedure within the specified time limit, a specified compression load shall be used. Any forced purging shall be carried out within a period of 1 min and shall be finished at least 2 min before the start of the test. If forced purging is used, the compression load and duration shall be reported in the test report. Cut off the extrudate with the cutting tool (5.2.2.1) and discard. Continue to allow the loaded piston to descend under gravity.

When the lower reference mark on the piston has reached the top edge of the cylinder, start the timer (5.2.2.2) and simultaneously cut off the extrudate with the cutting tool and discard.

Jangan mulai melakukan pengukuran sebelum tanda acuan bawah pada piston mencapai tepi atas silinder.

Ukur salah satu dari:

- a) jarak yang ditempuh piston selama jangka waktu tertentu;
- b) waktu yang dibutuhkan piston untuk bergerak sejauh jarak tertentu.

Untuk beberapa material, hasilnya bisa berbeda-beda tergantung perpindahan piston. Untuk meningkatkan *repeatability*, sangat penting untuk menjaga perpindahan yang sama untuk setiap pengukuran.

Hentikan pengukuran ketika tanda atas pada batang piston mencapai tepi atas silinder.

Waktu antara akhir pengisian silinder dan pengukuran terakhir harus tidak lebih dari 25 min. Untuk beberapa material, waktu ini mungkin perlu dikurangi untuk mencegah degradasi atau ikatan silang material selama pengujian. Dalam kasus seperti ini, penggunaan ISO 1133-2 sebaiknya dipertimbangkan.

9.6 Penyajian hasil

9.6.1 Umum

Untuk pengujian dengan *die* standar, gunakan 9.6.2. Untuk pengujian dengan *die* ukuran setengah, gunakan 9.6.3.

9.6.2 Penyajian hasil: *die* standar

Laju alir volume lelehan (MVR), dinyatakan dalam sentimeter kubik per sepuluh menit, diberikan oleh Rumus (3):

$$MVR(T, m_{nom}) = \frac{A \times 600 \times l}{t} \quad (3)$$

keterangan

T	temperatur uji, dalam derajat Celsius;
m_{nom}	massa nominal beban, dalam kilogram
A	rata-rata luas area penampang silinder dan kepala piston, dalam sentimeter persegi yang setara dengan 0,771 cm ² (lihat CATATAN 1);
600	faktor konversi dari sentimeter kubik per detik menjadi sentimeter kubik per sepuluh menit (600 s);
l	jarak perpindahan piston yang ditentukan atau rata-rata perpindahan tiap pengujian, dalam sentimeter (lihat 9.3, 9.5);
t	waktu uji yang ditentukan atau rata-rata dari tiap pengujian, dalam detik (lihat 9.3, 9.5).

CATATAN 1 Karena toleransi yang diperbolehkan pada diameter silinder dan piston, rata-rata luas penampang aktual silinder dan kepala piston bervariasi kurang dari $\pm 0,5\%$. Pengaruh ini dianggap dapat diabaikan dan untuk kemudahan pengoperasian digunakan nilai nominal 0,771 cm².

Do not start taking measurements before the lower reference mark on the piston has reached the top edge of the cylinder.

Measure one of:

- a) the distances moved by the piston over a predetermined time period;
- b) the times taken by the piston to move a specified distance.

For some materials, results can vary depending on the distance moved by the piston. For improved repeatability, it is critical to maintain the same distance moved for individual runs.

Stop the measurements when the upper mark on the piston stem reaches the top edge of the cylinder.

The time between the end of charging the cylinder and the last measurement shall not exceed 25 min. For some materials, this time may need to be reduced to prevent degradation or cross-linking of the material during the test. In such cases, the use of ISO 1133-2 should be considered.

9.6 Expression of results

9.6.1 General

For testing with the standard die, use 9.6.2. For testing with the half size die, use 9.6.3.

9.6.2 Expression of results: standard die

The melt volume-flow rate (MVR), expressed in cubic centimetres per 10 min, is given by Formula (3):

$$MVR(T, m_{nom}) = \frac{A \times 600 \times l}{t} \quad (3)$$

where

T	is the test temperature, in degrees Celsius;
m_{nom}	is the mass, in kilograms, exerting the nominal load;
A	is the mean of the nominal cross-sectional areas of the cylinder and the piston head, in square centimetres and is equal to 0,711 cm ² (see NOTE 1);
600	is the factor used to convert cubic centimetres per second into cubic centimetres per 10 min (600 s);
l	is the predetermined distance moved by the piston or the mean value of the individual distance measurements, in centimetres (see 9.3, 9.5);
t	is the predetermined time of measurement or the mean value of the individual time measurements, in seconds (see 9.3, 9.5).

NOTE 1 Due to the tolerances permitted on the cylinder and piston diameters, the mean of the actual cross-sectional areas of the cylinder and the piston head varies by less than $\pm 0,5\%$. This effect is considered negligible and for simplicity of operation the nominal value of 0,711 cm² is used.

Laju alir massa lelehan (MFR), dinyatakan dalam gram per sepuluh menit, diberikan oleh Rumus (4):

$$MFR(T, m_{nom}) = \frac{A \times 600 \times l \times \rho}{t} \quad (4)$$

dengan keterangan simbol yang diberikan sebelumnya di atas berlaku dan ρ adalah densitas, dalam gram per sentimeter kubik, dari lelehan pada temperatur uji yang diberikan oleh Rumus (5):

$$\rho = \frac{m}{A \times l} \quad (5)$$

dengan m adalah massa, dalam gram, ditentukan dengan penimbangan, *extrudate* yang dikeluarkan dengan gerakan piston sebesar l cm.

CATATAN 2 Ada kemungkinan nilai densitas ditentukan dalam standar spesifikasi material.

CATATAN 3 Densitas lelehan disyaratkan pada temperatur dan tekanan uji. Dalam praktiknya, tekanannya rendah sehingga nilai yang diperoleh pada temperatur uji dan tekanan sekitar sudah mencukupi.

Nyatakan hasilnya ke dalam tiga angka penting tetapi dengan maksimum dua tempat desimal, dan catat temperatur uji dan beban yang digunakan, misalnya $MVR = 10,6 \text{ cm}^3/10 \text{ min}$ ($190 \text{ }^\circ\text{C}/2,16 \text{ kg}$), $MVR = 0,15 \text{ cm}^3/10 \text{ min}$ ($190 \text{ }^\circ\text{C}/2,16 \text{ kg}$).

9.6.3 Penyajian hasil: *die* ukuran setengah

Ketika melaporkan hasil yang diperoleh dengan menggunakan *die* ukuran setengah, simbol subskrip "h" harus digunakan (lihat 5.1.5).

MFR dan/atau MVR dihitung menggunakan persamaan pada 9.6.2.

Nyatakan hasilnya ke dalam tiga angka penting tetapi dengan maksimum dua tempat desimal, dan catat temperatur uji dan beban yang digunakan, misalnya $MVR_h = 0,15 \text{ cm}^3/10 \text{ min}$ ($190 \text{ }^\circ\text{C}/2,16 \text{ kg}$) atau $MFR_h = 15,0 \text{ g}/10 \text{ min}$ ($190 \text{ }^\circ\text{C}/2,16 \text{ kg}$).

10 Rasio laju alir

Rasio dua nilai MFR (atau MVR) yang diperoleh untuk material yang diuji pada temperatur yang sama tetapi dengan beban berbeda disebut rasio laju alir/ *flow rate ratio* (FRR), misalnya

$$FRR = \frac{MFR \left(190 \text{ }^\circ \frac{\text{C}}{10,0} \text{ kg} \right)}{MFR \left(190 \text{ }^\circ \frac{\text{C}}{2,16} \text{ kg} \right)}$$

CATATAN FRR umumnya digunakan sebagai indikasi bagaimana perilaku reologi termoplastik dipengaruhi oleh distribusi massa molekul material.

Untuk kondisi yang digunakan dalam penentuan FRR mengacu pada standar material yang sesuai. Jika tidak ada standar material atau jika kondisi uji FRR tidak ditentukan dalam standar material, kondisi uji sebaiknya disepakati antara pihak yang berkepentingan.

The melt mass-flow rate (MFR), expressed in grams per 10 min, is given by Formula (4):

$$MFR(T, m_{nom}) = \frac{A \times 600 \times l \times \rho}{t} \quad (4)$$

where the symbols given above apply and ρ is the density, in grams per cubic centimetre, of the melt at the test temperature given by Formula (5):

$$\rho = \frac{m}{A \times l} \quad (5)$$

in which m is the mass, in grams, determined by weighing, of extrudate expelled by a piston movement of l cm.

NOTE 2 It is possible that a value for density is specified in the material specification standard.

NOTE 3 The density of the melt is required at the test temperature and pressure. In practice, the pressure is low and values obtained at the test temperature and ambient pressure suffice.

Express the result to three significant figures but with a maximum of two decimal places, and record the test temperature and load used, e.g. MVR = 10,6 cm³/10 min (190 °C/2,16 kg), MVR = 0,15 cm³/10 min (190 °C/2,16 kg).

9.6.3 Expression of results: half size die

When reporting results obtained using the half size die, the subscript symbol "h" shall be used (see 5.1.5).

The MFR and/or MVR are calculated using the equations in 9.6.2.

Express the result to three significant figures but with a maximum of two decimal places, and record the test temperature and load used, e.g. MVR_h = 0,15 cm³/10 min (190 °C/2,16 kg) or MFR_h = 15,0 g/10 min (190 °C/2,16 kg).

10 Flow rate ratio

The ratio of two values of MFR (or MVR) obtained for a material tested at the same temperature but with different loads is called the flow rate ratio (FRR), e.g.

$$FRR = \frac{MFR \left(190^\circ \frac{C}{10,0} kg \right)}{MFR \left(190^\circ \frac{C}{2,16} kg \right)}$$

NOTE The FRR is commonly used as an indication of the way in which the rheological behaviour of a thermoplastic is influenced by the molecular mass distribution of the material.

For the conditions to be used for the determination of the FRR, refer to the appropriate material standards. If no material standard exists or if no FRR test conditions are specified in the material standard, the test conditions should be agreed between the interested parties.

Nyatakan hasilnya ke dalam dua angka penting, atau tiga jika nilai MFR atau MVR keduanya dinyatakan dalam 3 angka penting.

Untuk FRR yang diperoleh dengan menggunakan *die* ukuran setengah, FRR_h harus digunakan.

11 Ketelitian

Pertimbangan harus diberikan pada faktor-faktor yang dapat memengaruhi besarnya nilai yang diukur dan dapat menyebabkan penurunan *repeatability*. Faktor-faktor tersebut meliputi:

- a) degradasi termal atau ikatan silang material, menyebabkan laju alir lelehan berubah selama pemanasan awal atau periode pengujian (material bubuk yang memerlukan waktu pemanasan awal yang lama sensitif terhadap efek ini dan, dalam kasus tertentu, penambahan material stabilisator diperlukan untuk mengurangi variabilitas);
- b) panjang, distribusi dan orientasi dari *filler* pada material dengan *filler* atau material dengan penguat dapat memengaruhi laju alir lelehan.

Ketepatan metode ini tidak diketahui karena data antar laboratorium tidak tersedia. Pernyataan ketelitian tunggal tidak akan sesuai karena jumlah material dan luasnya rentang parameter uji yang dicakup. Namun, data sebelumnya menunjukkan koefisien variasi sekitar $\pm 10\%$ dapat diharapkan antar laboratorium dan $\pm 5\%$ di laboratorium yang sama. Data terbaru mengenai polipropilena dengan laju aliran tinggi disajikan pada Lampiran D.

12 Laporan uji

Laporan uji harus mencakup setidaknya informasi berikut:

- a) acuan ke standar ini, yaitu SNI ISO 1133-1:2024;
- b) semua rincian yang diperlukan untuk identifikasi lengkap sampel uji, termasuk bentuk fisik material yang mengisi silinder;
- c) rincian kondisi perlakuan awal, termasuk kondisi pengeringan dan pencetakan sampel dan, jika memungkinkan, beban sebelum kompresi dan waktu yang digunakan untuk penekanan paksa sebelum pengukuran;
- d) rincian stabilisasi apa pun (lihat 6.2);
- e) temperatur dan beban yang digunakan dalam pengujian;
- f) waktu pemanasan awal yang digunakan (bila nilai yang digunakan selain 5 min);
- g) untuk prosedur A, massa potongan dan interval waktu potong,

atau

untuk prosedur B, waktu pengukuran atau jarak perpindahan piston yang telah ditentukan sebelumnya dan nilai terukur yang sesuai dari besar perpindahan piston atau waktu pengukuran;

- h) laju alir massa lelehan (MFR), dalam gram per sepuluh menit,

Express results to two significant figures, or three if both the MFR or MVR values are expressed to three.

For the FRR obtained using the half size die, the symbol FRR_n shall be used.

11 Precision

Consideration shall be given to the factors that may influence the magnitude of the measured values and may lead to a decrease in repeatability. Such factors include:

- a) thermal degradation or cross-linking of the material, causing the melt flow rate to change during the preheating or test period (powdered materials requiring long preheating times are sensitive to this effect and, in certain cases, the inclusion of stabilizers is necessary to reduce the variability);
- b) the length, distribution and orientation of the filler in filled or reinforced materials may affect the melt flow rate.

The precision of the method is not known because interlaboratory data are not available. A single precision statement would not be suitable because of the number of materials and the wide range in the test parameters covered. However, earlier data indicated a coefficient of variation of about $\pm 10\%$ could be expected between laboratories and $\pm 5\%$ within a laboratory. More recent data on one high flow rate polypropylene grade are presented in Annex D.

12 Test report

The test report shall include at least the following information:

- a) a reference to this standard, i.e. SNI ISO 1133-1:2024;
- b) all details necessary for the complete identification of the test sample, including the physical form of the material with which the cylinder was charged;
- c) the details of pre-treatment conditions, including drying and preforming conditions and, where applicable, the precompression load and time used for forced purging prior to measurement;
- d) the details of any stabilization (see 6.2);
- e) the temperature and load used in the test;
- f) the pre-heat time used (when a value other than 5 min was used);
- g) for procedure A, the masses of the cut-offs and the cut-off time-intervals,

or

for procedure B, the predetermined time of measurement or distance moved by the piston and the corresponding measured values of the distance moved by the piston or the time of measurement;

- h) the melt mass-flow rate (MFR), in grams per ten minutes,

atau

laju alir volume lelehan (MVR), dalam sentimeter kubik per sepuluh menit, dinyatakan dalam tiga angka penting tetapi dengan maksimal dua tempat desimal

Bila lebih dari satu nilai laju alir lelehan diperoleh dari satu sampel dalam silinder, nilai rata-rata harus dilaporkan sebagai laju alir lelehan. Semua nilai setiap pengukuran juga harus dilaporkan dan diidentifikasi;

- i) jika sesuai, apabila nilai MFR atau MVR telah dihitung menggunakan densitas lelehan sesuai dengan 8.5.2 atau 9.6.2 dan dilaporkan dalam laporan uji, harus juga dinyatakan bahwa nilai tersebut telah dihitung. Laporkan nilai densitas yang digunakan untuk konversi;
- j) ketika melaporkan nilai MFR dan/atau MVR yang diperoleh dengan menggunakan *die* ukuran setengah, subskrip "h" harus digunakan, dan penggunaan *die* ukuran setengah harus disebutkan;
- k) jika sesuai, rasio laju alir (FRR);
- l) laporan mengenai perilaku yang tidak biasa dari sampel uji, seperti perubahan warna, lengket dan distorsi *extrudate* (kulit hiu) atau variasi laju alir lelehan yang tidak diharapkan;
- m) tanggal uji

or

the melt volume-flow rate (MVR), in cubic centimetres per ten minutes, expressed to three significant figures but with a maximum of two decimal places.

When more than one melt flow rate value has been obtained from a single cylinder charge, the mean value shall be reported as the melt flow rate. All individual values shall also be reported and identified as such;

- i) if appropriate, where an MFR or MVR value has been calculated using the melt density in accordance with 8.5.2 or 9.6.2 and is reported in the test report, it shall also be stated that the value has been calculated. Report the value of density used for the conversion;
- j) when reporting MFR and/or MVR values obtained using the half size die, the subscript "h" shall be used, and the fact that a half size die was used shall be stated;
- k) if appropriate, the flow rate ratio (FRR);
- l) a report of any unusual behaviour of the test sample, such as discoloration, sticking and extrudate distortion (sharkskin) or unexpected variation in melt flow rate;
- m) the date of the test.

Lampiran A (normatif)

Kondisi uji untuk penentuan MFR dan MVR

Kondisi yang digunakan harus seperti yang ditunjukkan dalam standar spesifikasi material yang sesuai.

Tabel A.1 menunjukkan temperatur dan beban uji yang terbukti sesuai. Kondisi uji lain yang tidak tercantum di sini dapat digunakan, jika perlu, untuk material tertentu.

Tabel A. 1 - Kondisi uji untuk penentuan MFR dan MVR

Temperatur uji
<i>T</i> °C
100
125
150
190
200
220
230
235
240
250
260
265
275
280
300

Direkomendasikan agar temperatur dan beban yang tercantum digunakan untuk material termoplastik baru yang standar materialnya tidak ada atau tidak menentukan kondisi uji tersebut. Kombinasi temperatur dan beban apa pun dapat digunakan. Namun, pemilihan temperatur dan beban sebaiknya didasarkan pada sifat reologi material.

CATATAN Untuk kode huruf yang disajikan dalam semua versi sampai ISO 1133:2005 untuk menjelaskan kombinasi spesifik temperatur dan beban untuk pengujian dan seperti yang digunakan dalam kode peruntukan material, pengguna mengacu pada ISO 1133:1997.

Annex A
(normative)

Test conditions for MFR and MVR determinations

The conditions used shall be as indicated in the appropriate material specification standard.

Table A.1 indicates test temperatures and loads that have been found useful. Other test conditions not listed here may be used, if necessary, for a particular material.

Table A. 1 - Test conditions for MFR and MVR determinations

Test temperature <i>T</i> °C
100
125
150
190
200
220
230
235
240
250
260
265
275
280
300

It is recommended that the temperatures and loads listed be used for new thermoplastic materials where material standards either do not exist or do not specify such testing conditions. Any combination of temperature and load may be used. However, the choice of temperature and load should be based on the rheological properties of the material.

NOTE For the code-letters that were presented in versions up to ISO 1133:2005 to describe specific combinations of temperature and load for testing and as used in material designations codes, the user is referred to ISO 1133:1997.

Table A.1 (lanjutan)

Beban nominal (gabungan)	
	m_{nom} kg
	0,325
	1,20
	2,16
	3,80
	5,00
	10,00
	21,60

Direkomendasikan agar temperatur dan beban yang tercantum digunakan untuk material termoplastik baru yang standar materialnya tidak ada atau tidak menentukan kondisi uji tersebut. Kombinasi temperatur dan beban apa pun dapat digunakan. Namun, pemilihan temperatur dan beban sebaiknya didasarkan pada sifat reologi material.

CATATAN Untuk kode huruf yang disajikan dalam semua versi sampai ISO 1133:2005 untuk menjelaskan kombinasi spesifik temperatur dan beban untuk pengujian dan seperti yang digunakan dalam kode peruntukan material, pengguna mengacu pada ISO 1133:1997.

Table A.1 (continued)

Nominal load (combined)	
m_{nom}	
kg	
	0,325
	1,20
	2,16
	3,80
	5,00
	10,00
	21,60

It is recommended that the temperatures and loads listed be used for new thermoplastic materials where material standards either do not exist or do not specify such testing conditions. Any combination of temperature and load may be used. However, the choice of temperature and load should be based on the rheological properties of the material.

NOTE For the code-letters that were presented in versions up to ISO 1133:2005 to describe specific combinations of temperature and load for testing and as used in material designations codes, the user is referred to ISO 1133:1997.

Lampiran B
(informatif)

**Kondisi yang ditentukan dalam Standar Internasional untuk penentuan laju alir
lehan material termoplastik**

Kondisi uji material dapat ditemukan dalam standar spesifikasi material yang relevan, misalnya yang tercantum pada Tabel B.1.

Tabel B. 1 - Kondisi yang ditentukan dalam Standar Internasional untuk penentuan laju alir lehan material termoplastik

Material	Standar internasional (lihat Bibliografi)
ABS	ISO 19062
ASA, ACS, AEDPS	ISO 19065
E/VAC	ISO 21301
MABS	ISO 19066
PB ^a	ISO 21302 ISO 15494 ISO 15876
PC	ISO 21305
PE ^a	ISO 17855 ISO 4427 ISO 4437 ISO 15494 ISO 22391
PMMA	ISO 24026
POM	ISO 29988
PP ^a	ISO 19069 ISO 15494 ISO 15874
PS	ISO 24022
PS-I	ISO 19063
SAN	ISO 19064
^a Nilai densitas lehan untuk material ini dapat dimasukkan dalam standar material.	

Annex B
(informative)

Conditions specified in International Standards for the determination of the melt flow rate of thermoplastic materials

Testing conditions for materials can be found in the relevant materials specification standards, e.g. those listed in Table B.1.

Table B. 1 - Conditions specified in International Standards for the determination of the melt flow rate of thermoplastic materials

Materials	International Standard (see Bibliography)
ABS	ISO 19062
ASA, ACS, AEDPS	ISO 19065
E/VAC	ISO 21301
MABS	ISO 19066
PB ^a	ISO 21302 ISO 15494 ISO 15876
PC	ISO 21305
PE ^a	ISO 17855 ISO 4427 ISO 4437 ISO 15494 ISO 22391
PMMA	ISO 24026
POM	ISO 29988
PP ^a	ISO 19069 ISO 15494 ISO 15874
PS	ISO 24022
PS-I	ISO 19063
SAN	ISO 19064
^a Melt density values for this material may be included in the material standard.	

Lampiran C (informatif)

Perangkat dan prosedur untuk membentuk sampel material yang dipadatkan dengan cara kompresi

C.1 Umum

Lampiran ini memberikan informasi mengenai metode yang cocok untuk membentuk sampel material yang dipadatkan. Membentuk dahulu sampel sangat berguna ketika menentukan MFR dan MVR material seperti bubuk, serpihan, strip film, atau fragmen. Membentuk sampel tersebut terlebih dahulu menjadi sampel yang dipadatkan akan mengurangi masalah yang terkait dengan terperangkapnya udara dan rongga yang mengakibatkan hasil *repeatability* yang rendah dan memungkinkan sampel dimasukkan dengan cepat ke dalam silinder MFR/MVR. Metode lain untuk membentuk sampel material mungkin cocok.

C.2 Prinsip

Bubuk, serpihan, strip film, atau pecahan produk hasil cetakan dibentuk terlebih dahulu melalui kompresi di bawah vakum menjadi sampel yang dipadatkan yang diameternya mendekati, tetapi tidak lebih dari diameter dalam silinder instrumen laju alir lelehan. Temperatur saat material dikompresi sebaiknya berada di bawah temperatur leleh, T_m , untuk polimer semi-kristal dan mendekati temperatur transisi gelas, T_g , untuk polimer amorf, untuk meminimalkan udara yang terperangkap tanpa menimbulkan degradasi termal yang berlebihan.

C.3 Peralatan

C.3.1 Umum. Peralatan sebaiknya terdiri dari silinder yang dapat dipanaskan yang bagian bawahnya ditutup dengan sumbat. Tekanan sebaiknya diberikan pada material di dalam silinder ini oleh piston. Gambar C.1 menunjukkan contoh peralatan tersebut. Peralatan ini terdiri dari bagian-bagian penting yang dirinci dalam C.3.2 sampai C.3.6.

CATATAN Penggunaan peralatan dengan desain berbeda diperbolehkan, misalnya. instrumen laju alir lelehan yang dimodifikasi.

C.3.2 Silinder baja. Silinder baja sebaiknya dipasang pada posisi vertikal dan diisolasi dengan tepat untuk pengoperasian sampai temperatur 300 °C. Panjang silinder sebaiknya antara 115 mm dan 180 mm dan diameter dalam $(9,550 \pm 0,025)$ mm. Sumbat ujung menutup bagian bawah silinder dengan menggunakan mur penahan sumbat.

C.3.3 Piston. Piston yang panjang kerjanya sekurang-kurangnya sepanjang silinder. Piston sebaiknya memiliki panjang kepala $(6,35 \pm 0,1)$ mm. Diameter kepala piston sebaiknya $(9,474 \pm 0,007)$ mm.

C.3.4 Perangkat pemanas dan termostatik. Perangkat pemanas dan termostatik sebaiknya digunakan sedemikian rupa sehingga temperatur material yang dipilih di dalam silinder dapat dipertahankan dalam $\pm 3,0$ °C dari temperatur yang diperlukan.

Annex C (informative)

Device and procedure for preforming a compacted charge of material by compression

C.1 General

This annex provides information on a method found suitable for preforming a compacted charge of material. This preforming of samples is particularly useful when determining the MFR and MVR of materials such as powders, flakes, strips of film, or fragments. Preforming such samples into compacted charges reduces problems associated with air entrapment and voids that lead to poor repeatability of results and permit quick introduction of the samples into the MFR/MVR cylinder. Other methods of preforming a charge of material may be suitable.

C.2 Principle

Powders, flakes, strips of film, or fragments of moulded products are preformed by compression under vacuum into a compacted charge whose diameter is close to, but not more than, the internal diameter of the cylinder of the melt flow rate instrument. The temperature at which the material is compressed should be below the melting temperature, T_m , for semi-crystalline polymers and near the glass transition temperature, T_g , for amorphous polymers, in order to minimize air-entrapment without incurring excessive thermal degradation.

C.3 Apparatus

C.3.1 General. The apparatus should consist of a heatable cylinder that is closed at the bottom by an end plug. Pressure should be exerted on the material in this cylinder by a piston. Figure C.1 shows an example of such equipment. The apparatus consists of the essential parts detailed in C.3.2 to C.3.6.

NOTE The use of apparatus of different design is allowed, e.g. a modified melt flow rate instrument.

C.3.2 Steel cylinder. The steel cylinder should be fixed in a vertical position and suitably insulated for operation up to 300 °C. The cylinder length should be between 115 mm and 180 mm and an internal diameter $(9,550 \pm 0,025)$ mm. An end plug closes the bottom of the cylinder by use of a plug-retaining nut.

C.3.3 Piston. A piston whose working length is at least as long as the cylinder. The piston should have a head of $(6,35 \pm 0,1)$ mm in length. The diameter of the piston head should be $(9,474 \pm 0,007)$ mm.

C.3.4 Heating and thermostatic devices. Heating and thermostatic devices should be used such that the selected temperature of the material in the cylinder can be maintained to within $\pm 3,0$ °C of the required temperature.

C.3.5 Beban. Gaya beban yang diberikan pada bagian atas piston sebaiknya sebesar $(2 \pm 0,5)$ kN dan dapat diterapkan dengan cara apa pun yang sesuai, misalnya mekanis, pneumatik. Hal ini diterapkan untuk membentuk sampel menjadi sampel yang dipadatkan dan untuk mengeluarkan sampel dari silinder setelah sumbat dilepas.

C.3.6 Pompa vakum. Pompa vakum sebaiknya digunakan untuk menghilangkan atau mengurangi uap air dan gas yang terperangkap dalam material sebelum, selama, dan setelah pencetakan untuk mencegah kontaminasi lebih lanjut.

C.4 Pengkondisian

Material harus dikondisikan seperlunya sebelum dibentuk menjadi sampel yang dipadatkan sesuai dengan standar spesifikasi material. Lihat juga pasal tentang pengkondisian material yang sesuai (6.2 dan ISO 1133-2).

C.5 Prosedur pematatan

Atur temperatur silinder ke $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ di bawah temperatur leleh, T_m , untuk sampel semi-kristal dan $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ di bawah temperatur transisi gelas, T_g , untuk sampel amorf. Kisaran temperatur lain dapat digunakan jika nilai-nilai ini ditemukan tidak sesuai tetapi sebaiknya di bawah T_m untuk material semi-kristal atau di bawah T_g untuk material amorf.

CATATAN 1 Kisaran temperatur yang ditentukan telah sesuai untuk berbagai material. Bubuk dan serpihan hanya dilunakkan sebagian dan dikompresi di bawah vakum menjadi sampel yang dipadatkan.

Bersihkan silinder dan piston dengan kain lap.

Tutup bagian bawah silinder menggunakan sumbat.

Isi silinder dengan sampel yang telah dikondisikan. Jumlah yang digunakan tidak boleh kurang dari jumlah yang diperlukan untuk uji MVR/MFR material: lihat Tabel 4 untuk panduan mengenai jumlah minimum yang diperlukan untuk pengujian. Selama pengisian, tekan material menggunakan batang penekan. Dalam hal material dengan densitas curah rendah, isi silinder dengan jumlah yang lebih kecil, tekan, dan ulangi sampai silinder terisi dengan jumlah yang diperlukan.

Kondisi vakum sebaiknya diterapkan pada sampel material, asalkan tidak dilarang oleh standar spesifikasi material.

CATATAN 2 Penggunaan vakum diperbolehkan untuk meningkatkan pematatan material dan meminimalkan penyerapan air oleh material.

Segera setelah silinder diisi, berikan gaya $(2,0 \pm 0,5)$ kN pada piston dan tahan selama 2 min.

Lepaskan beban piston. Setelah melepas sumbat, keluarkan sampel dari silinder dengan menurunkan piston.

C.6 Penanganan sampel yang dipadatkan

Sampel yang dipadatkan harus didinginkan sebelum uji MFR atau MVR, kecuali ditentukan lain dalam standar spesifikasi material yang sesuai

C.3.5 Load. The loading force exerted on the top of the piston should be $(2 \pm 0,5)$ kN and can be applied by any suitable means, e.g. mechanical, pneumatic. This is applied to preform the sample into a compacted charge and to extrude the charge from the cylinder after removal of the end plug

C.3.6 Vacuum pump. A vacuum pump should be used to remove or reduce moisture and gases entrapped in the material prior to, during and after preforming to prevent further contamination.

C.4 Conditioning

Materials shall be conditioned as necessary prior to forming into a compacted charge in accordance with the appropriate materials specification standard. See also clauses on conditioning of the material as appropriate (6.2 and ISO 1133-2).

C.5 Compaction procedure

Set the cylinder temperature to 10 °C to 20 °C below the melting temperature, T_m , for a semi-crystalline sample and to 10 °C to 20 °C below the glass-transition temperature, T_g , for an amorphous sample. Other temperature ranges may be used if these values are found not to be appropriate but should be below T_m for semi-crystalline materials or below T_g for amorphous materials.

NOTE 1 The specified temperature ranges have been found to be appropriate for a range of materials. Powders and flakes are only partially softened and compressed under vacuum into a compacted charge.

Clean the cylinder and the piston with cloth patches.

Close the bottom of the cylinder using the end plug.

Charge the cylinder with the conditioned sample. The amount used should not be less than that required for MVR/MFR testing of the material: see Table 4 for guidelines on minimum amount required for testing. During charging, compress the material using a packing rod. In the case of materials with low bulk density, fill the cylinder with a smaller quantity, compress, and repeat until the cylinder is charged with the required amount.

Vacuum should be applied to the charge of material, provided it is not prohibited by the material specification standard.

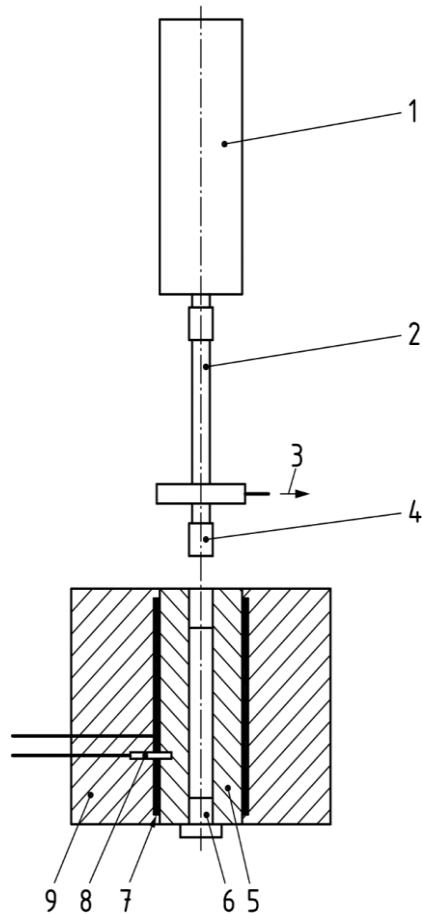
NOTE 2 The use of vacuum can be used to improve compaction of the material and to minimize moisture uptake by the material.

Immediately after charging the cylinder apply a force of $(2,0 \pm 0,5)$ kN to the piston and hold for 2 min.

Remove the piston load. After removing the end plug, extrude the charge from the cylinder by lowering the piston.

C.6 Handling of compacted charge

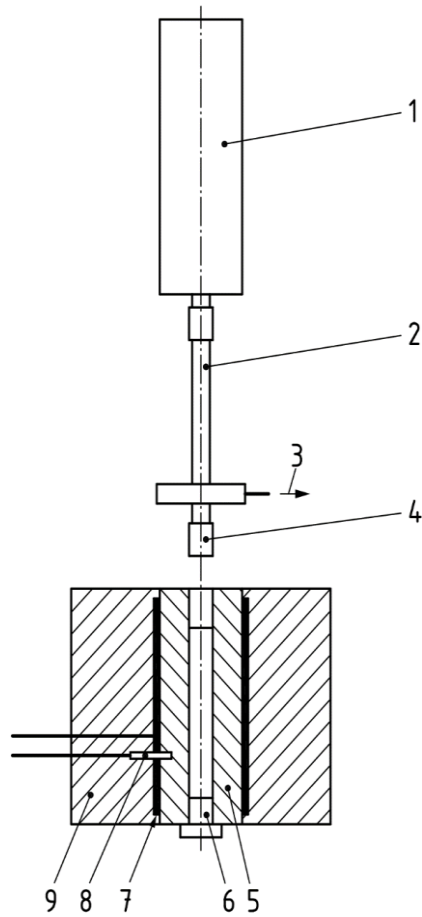
The compacted charge shall be cooled down prior to MFR or MVR testing, unless otherwise specified in the appropriate material specification standard.



Keterangan

- 1 silinder udara
- 2 piston
- 3 alat vakum dengan segel ke silinder
- 4 kepala piston
- 5 silinder
- 6 sumbat
- 7 pemanas
- 8 sensor temperatur
- 9 insulasi

Gambar C. 1 - Contoh peralatan untuk melakukan pemadatan sampel dengan tekanan



Key

- 1 air-cylinder
- 2 piston
- 3 vacuum device with seal to cylinder
- 4 piston head
- 5 cylinder
- 6 end plug
- 7 heater
- 8 temperature sensor
- 9 insulation

Figure C. 1 - Example of apparatus for performing a compacted charge by compression

Lampiran D (informatif)

Data ketelitian untuk polipropilena diperoleh dari perbandingan uji MFR dan MVR

Hasil perbandingan pengukuran laju alir massa lelehan (MFR) dan laju alir volume lelehan (MVR) pada polipropilena dengan laju alir lelehan tinggi menggunakan kondisi uji 2,16 kg dan 230 °C yang dilakukan pada tahun 2007 (Acuan [20]) disajikan pada Tabel D.1. Ditekankan bahwa material yang diuji adalah material dengan laju alir lelehan yang tinggi sehingga presisi yang diperoleh tidak mungkin mewakili metode pada semua laju alir lelehan. Ketepatan metode juga sangat bergantung pada material. Hasil dari hanya satu laboratorium untuk MVR dibuang karena dianggap *outlier*.

Tabel D. 1 - Hasil perbandingan pada polipropilena dengan laju alir lelehan tinggi

Metode	Jumlah laboratorium yang berpartisipasi	Rata-rata nilai MFR atau MVR	Dalam laboratorium		Antar laboratorium	
			Standar deviasi s_r %	Batas <i>repeatability</i> $r (2,8 s_r)$ %	Standar deviasi s_R %	Batas <i>reproducibility</i> $R (2,8 s_R)$ %
MFR	8	43,4 g/10 min	2,2	6,2	7,4	20,8
MVR	16	59,3 cm ³ /10 min	1,6	4,5	3,7	10,5

Perhatikan bahwa nilai tersebut memberikan rasio MFR terhadap MVR sebesar 731,8 kg/m³, dibandingkan dengan nilai 738,6 kg/m³ yang ditentukan dalam ISO 19069-2 untuk menghitung laju alir massa dari laju alir volume, terdapat perbedaan dalam nilai 1%.

Annex D (informative)

Precision data for polypropylene obtained from an intercomparison of MFR and MVR testing

The results of an intercomparison of melt mass flow rate (MFR) and melt volume flow rate (MVR) measurements on a high melt flow rate polypropylene using testing conditions of 2,16 kg and 230 °C carried out in 2007 (Refehinggarenc [20]) are presented in Table D.1. It is emphasized that the material tested was a high melt flow rate material and thus the precision obtained for it is unlikely to be representative of the method at all melt flow rates. The precision of the method is also very material dependent. The results of only one laboratory for MVR were discarded as being outliers.

Table D. 1 - Intercomparison results on a high melt flow rate polypropylene

Method	Number of laboratories participating	Mean value of MFR or MVR	Within laboratory		Between laboratories	
			Standard deviation	Repeatability limit	Standard deviation	Reproducibility limit
			s_r %	$r (2,8 s_r)$ %	s_R %	$R (2,8 s_R)$ %
MFR	8	43,4 g/10 min	2,2	6,2	7,4	20,8
MVR	16	59,3 cm ³ /10 min	1,6	4,5	3,7	10,5

Note that these values give a ratio of MFR to MVR of 731,8 kg/m³, compared with the value of 738,6 kg/m³ specified in ISO 19069-2 for calculating the mass flow rate from the volume flow rate, a difference in values of 1%.

Bibliografi

- [1] ISO 24022 (all parts), *Plastics — Polystyrene (PS) moulding and extrusion materials*
- [2] ISO 17855 (all parts), *Plastics — Polyethylene (PE) moulding and extrusion materials*
- [3] ISO 19069 (all parts), *Plastics — Polypropylene (PP) moulding and extrusion materials*
- [4] ISO 19062 (all parts), *Plastics — Acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS) moulding and extrusion materials*
- [5] ISO 19063 (all parts), *Plastics — Impact-resistant polystyrene (PS-I) moulding and extrusion materials*
- [6] ISO 4427 (all parts), *Plastics piping systems for water supply and for drainage and sewerage under pressure — Polyethylene (PE)*
- [7] ISO 4437 (all parts), *Plastics piping systems for the supply of gaseous fuels — Polyethylene (PE)*
- [8] ISO 21301 (all parts), *Plastics — Ethylene-vinyl acetate (EVAC) moulding and extrusion materials*
- [9] ISO 19064 (all parts), *Plastics — Styrene-acrylonitrile (SAN) moulding and extrusion materials*
- [10] ISO 19065 (all parts), *Plastics — Acrylonitrile-styrene-acrylate (ASA), acrylonitrile-(ethylene-propylene-diene)-styrene (AEPDS) and acrylonitrile-(chlorinated polyethylene)-styrene (ACS) moulding and extrusion materials*
- [11] ISO 21305 (all parts), *Plastics — Polycarbonate (PC) moulding and extrusion materials*
- [12] ISO 24026 (all parts), *Plastics — Poly(methyl methacrylate) (PMMA) moulding and extrusion materials*
- [13] ISO 21302 (all parts), *Plastics — Polybutene-1 (PB-1) moulding and extrusion materials*
- [14] ISO 29988 (all parts), *Plastics — Polyoxymethylene (POM) moulding and extrusion materials*
- [15] ISO 19066 (all parts), *Plastics — Methyl methacrylate-acrylonitrile-butadiene-styrene (MABS) moulding and extrusion materials*
- [16] ISO 15494, *Plastics piping systems for industrial applications — Polybutene (PB), polyethylene (PE), polyethylene of raised temperature resistance (PE-RT), crosslinked polyethylene (PE-X), polypropylene (PP) — Metric series for specifications for components and the system*
- [17] ISO 15874 (all parts), *Plastics piping systems for hot and cold water installations — Polypropylene (PP)*

- [18] ISO 15876 (all parts), *Plastics piping systems for hot and cold water installations — Polybutene (PB)*
- [19] ISO 22391 (all parts), *Plastics piping systems for hot and cold water installations — Polyethylene of raised temperature resistance (PE-RT)*
- [20] RIDES, M., ALLEN, C., OMLOO, H., NAKAYAMA, K., CANCELLI, G. Interlaboratory comparison of melt flow rate testing of moisture sensitive plastics. *Polym. Test.* 2009, 28, pp. 572-591
- [21] ISO 1133-2, *Plastics — Determination of the melt mass-flow rate (MFR) and melt volume-flow rate (MVR) of thermoplastics — Part 2: Method for materials sensitive to time-temperature history and/ or moisture*
- [22] ISO 21920-2, *Geometrical product specifications (GPS) — Surface texture: Profile — Part 2: Terms, definitions and surface texture parameters*
- [23] ISO 6507-1, *Metallic materials — Vickers hardness test — Part 1: Test method*
- [24] ISO 1133:1997, *Plastics — Determination of the melt mass-flow rate (MFR) and the melt volume-flow rate (MVR) of thermoplastics¹*

¹ Digantikan

Informasi perumus SNI

[1] Komite Teknis Perumusan SNI

Komite Teknis 83-04, Metode uji plastik

[2] Susunan keanggotaan Komtek perumus 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

1. Ihsan Safari
2. Ricky Iqbal Syahrudin

[4] Sekretariat pengelola Komtek perumus SNI

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