

Kertas, karton dan pulp - Pengukuran faktor radians baur (faktor pantulan baur)

Paper, board and pulps — Measurement of diffuse radiance factor (diffuse reflectance factor)

(ISO 2469:2014, IDT)

Daftar isi

Daftar isi	i
Prakata	ii
Pendahuluan	iii
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Prinsip	7
5 Peralatan	7
6 Kalibrasi fotometrik instrumen dan standar kerjanya	9
7 Pengambilan contoh	11
8 Persiapan contoh uji	11
9 Prosedur	13
10 Perhitungan dan pernyataan hasil	13
11 Presisi	15
12 Laporan hasil uji	15
Lampiran A (normatif) Instrumen untuk mengukur faktor radians	17
Lampiran B (normatif) Servis kalibrasi - Kalibrasi fotometri	25
Lampiran C (normatif) Servis kalibrasi – pengaturan UV	29
Lampiran D (informatif) Ketidakpastian pengukuran	33
Lampiran E (informatif) Radians dan pantulan	41
Bibliografi	43

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) ISO 2469:2014 dengan judul *Kertas, karton dan pulp - Pengukuran faktor radian baur (faktor pantulan baur)* merupakan adopsi identik dari ISO 2469:2014, *Paper, board and pulps — Measurement of diffuse radiance factor (diffuse reflectance factor)*, dengan metode terjemahan dua bahasa (bilingual). Standar ini merupakan standar baru yang ditetapkan BSN pada tahun 2021.

Standar ini disusun dengan tujuan menjadi pedoman pada pengujian derajat cerah, opasitas, derajat putih, dan warna.

Apabila pengguna menemukan keraguan dalam standar ini maka disarankan untuk melihat standar aslinya, yaitu ISO 2469:2014 dan/atau dokumen terkait lain yang menyertainya.

SNI ini disusun sesuai dengan ketentuan yang diberikan dalam:

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

Standar ini disusun oleh Komite Teknis, 85–01 Teknologi Kertas dan telah dikonsensuskan melalui rapat *virtual* pada tanggal 14 Juli 2021 yang dihadiri oleh wakil-wakil dari pemerintah, produsen, konsumen, tenaga ahli, pakar di bidang pulp dan kertas, dan institusi terkait lainnya.

SNI ini telah melalui tahap jajak pendapat pada tanggal 28 Juli 2021 sampai dengan tanggal 27 Agustus 2021 dengan hasil akhir disetujui menjadi SNI.

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

Pendahuluan

Faktor radians tergantung pada kondisi pengukuran, khususnya karakteristik *spectral* dan geometrik dari instrumen yang digunakan. Faktor radians baur sebagaimana yang didefinisikan oleh Standar Nasional ini ditentukan dengan menggunakan instrumen yang memiliki karakteristik yang ditentukan dalam Lampiran A dan dikalibrasi sesuai dengan prosedur yang dijelaskan dalam Lampiran B.

Faktor radians baur adalah jumlah dari faktor radians pantulan dan faktor radians *luminescent*, dan faktor radians *luminescent* dari benda bercahaya (fluoresen) bergantung pada distribusi daya *spectral* iluminasi. Jika pengukuran yang cukup akurat akan dilakukan pada objek fluoresen, kandungan UV pada iluminasi instrumen harus diatur untuk menghasilkan jumlah fluoresensi yang sama untuk standar acuan fluoresen seperti *illuminant* CIE yang dipilih. Persiapan standar acuan fluoresen untuk pengaturan dijelaskan dalam Lampiran C. Penggunaan standar acuan fluoresen ini dijelaskan secara rinci dalam Standar Internasional yang menjelaskan pengukuran sifat-sifat bahan yang mengandung bahan pemutih fluoresen.

Faktor radians baur *spectral* atau faktor radians baur yang diboboti yang berlaku untuk satu atau beberapa pita panjang gelombang tertentu sering digunakan untuk mengkarakterisasi sifat-sifat pulp, kertas dan karton. Contoh faktor-faktor radians baur yang terkait dengan pita panjang gelombang tertentu adalah kecerahan ISO (faktor radians biru baur) dan faktor pencahayaan.

Faktor radians baur atau faktor pantulan baur juga digunakan sebagai dasar untuk menghitung sifat-sifat optik, seperti opasitas, warna, derajat putih, dan koefisien hamburan dan penyerapan Kubelka-Munk. Berbagai sifat-sifat ini dijelaskan secara rinci dalam Standar Internasional tertentu, dan untuk semua ini, SNI ISO 2469 adalah acuan normatif utama.

Introduction

The radiance factor depends on the conditions of measurement, particularly the spectral and geometric characteristics of the instrument used. The diffuse radiance factor as defined by this National Standard is determined using instruments having the characteristics given in Annex A and calibrated according to the procedure specified in Annex B.

The diffuse radiance factor is the sum of the reflected radiance factor and the luminescent radiance factor, and the luminescent radiance factor of a luminescent (fluorescent) object is dependent on the spectral power distribution of the illumination. If adequately accurate measurements are to be carried out on fluorescent objects, the UV-content of the instrument illumination must therefore be adjusted to produce the same amount of fluorescence for a fluorescent reference standard as the selected CIE illuminant. The preparation of fluorescent reference standards to enable this adjustment to be made is described in Annex C. The use of these fluorescent reference standards is described in detail in the International Standards describing the measurement of the properties of the materials containing fluorescent whitening agents.

The spectral diffuse radiance factor or the weighted diffuse radiance factor applicable to one or several specified wavelength bands is often used to characterize the properties of pulp, paper and board. Examples of diffuse radiance factors associated with specified wavelength bands are the ISO brightness (diffuse blue radiance factor) and the luminance factor.

The diffuse radiance factor or diffuse reflectance factor is also used as the basis for calculating optical properties, such as opacity, colour, whiteness and the Kubelka-Munk scattering and absorption coefficients. These various properties are described in detail in specific International Standards, and for all of these, SNI ISO 2469 is the primary normative reference.

Kertas, karton dan pulp - Pengukuran faktor radians baur (faktor pantulan baur)

1 Ruang lingkup

Standar Nasional ini menjelaskan prosedur umum untuk mengukur faktor radians baur dari semua jenis pulp, kertas dan karton. Lebih khusus lagi, Standar Nasional ini menetapkan secara rinci dalam Lampiran A karakteristik peralatan yang digunakan untuk pengukuran tersebut, dan dalam Lampiran B prosedur yang digunakan untuk mengkalibrasi peralatan.

Standar Nasional ini dapat digunakan untuk mengukur faktor radians baur dan sifat terkait dari bahan yang mengandung bahan pemutih fluoresen, asalkan kandungan UV dari iluminasi instrumen telah diatur untuk memberikan tingkat fluoresensi yang sama dengan standar acuan fluoresen untuk *illuminant* CIE terpilih, sesuai dengan Standar Internasional yang menjelaskan pengukuran sifat yang dimaksud.

Dalam Lampiran C Standar Nasional ini menjelaskan persiapan standar acuan fluoresen, meskipun prosedur untuk menggunakan standar acuan fluoresen tidak termasuk, karena penggunaannya dijelaskan secara rinci dalam Standar Internasional yang menjelaskan pengukuran sifat-sifat bahan yang mengandung bahan pemutih fluoresen.

2 Acuan normatif

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

ISO 4094, *Paper, board and pulps — International calibration of testing apparatus — Nomination and acceptance of standardizing and authorized laboratories*

ASTM E308-06, *Standard Practice for Computing the Colors of Objects by Using the CIE System*

3 Istilah dan definisi

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

CATATAN Istilah dan definisi ini serta simbolnya harus dimasukkan dalam ISO/TR 10688, agar memiliki dokumen acuan tunggal dan umum untuk Standar internasional untuk pengukuran sifat-sifat optik kertas, karton dan pulp.

3.1

faktor radians

β

rasio radians elemen permukaan contoh uji dengan arah yang tidak dibatasi oleh bagian kerucutnya dengan puncaknya pada elemen permukaan terhadap radians yang dipantulkan *diffuser* sempurna dalam kondisi iluminasi yang sama

Paper, board and pulps — Measurement of diffuse radiance factor (diffuse reflectance factor)

1 Scope

This National Standard describes the general procedure for measuring the diffuse radiance factor of all types of pulp, paper and board. More particularly, it specifies in detail in Annex A the characteristics of the equipment to be used for such measurements, and in Annex B the procedures to be used for calibrating that equipment.

This National Standard may be used to measure the diffuse radiance factors and related properties of materials containing fluorescent whitening agents, provided that the UV-content of the instrument illumination has been adjusted to give the same level of fluorescence as a fluorescent reference standard for a selected CIE illuminant, in accordance with the specific International Standard describing the measurement of the property in question.

This National Standard describes in Annex C the preparation of fluorescent reference standards, although the procedures for using these standards are not included, since their use is described in detail in the specific International Standards describing the measurement of the properties of materials containing fluorescent whitening agents.

2 Normative references

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

ISO 4094, Paper, board and pulps — International calibration of testing apparatus — Nomination and acceptance of standardizing and authorized laboratories

ASTM E308-06, Standard Practice for Computing the Colors of Objects by Using the CIE System

3 Terms and definitions

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

NOTE It is intended that these terms and definitions and their symbols be included in ISO/TR 10688, in order to have a single and common reference document for International Standards for measurement of optical properties of paper, board and pulps.

3.1

radiance factor

β

ratio of the radiance of a surface element of a body in the direction delimited by a given cone with its apex at the surface element to that of the perfect reflecting diffuser under the same conditions of illumination

CATATAN 1 untuk entri Untuk bahan fluoresen (*luminescent*), faktor radians total, β , adalah jumlah dari dua faktor, yaitu faktor radians yang dipantulkan, β_s , dan faktor radians *luminescent*, β_L , sehingga

$$\beta = \beta_s + \beta_L$$

Untuk bahan bukan-fluoresen, faktor radians yang dipantulkan, β_s secara numerik sama dengan faktor pantulan, R .

3.2

faktor radians baur

R

rasio radiasi yang dipantulkan dan dipancarkan dari contoh uji terhadap radiasi yang dipantulkan dari *diffuser* pemantulan sempurna pada kondisi iluminasi baur yang sama dan deteksi normal

CATATAN 1 untuk entri Rasio sering dinyatakan sebagai persentase.

CATATAN 2 untuk entri Standar Nasional ini mengatur iluminasi baur dan deteksi normal dalam instrumen yang dibuat dan dikalibrasi sesuai dengan ketentuan standar ini. Istilah "faktor radians baur" digunakan di sini baik untuk geometri dua arah dan bola.

3.3

faktor radians baur intrinsik

R_∞

faktor radians baur dari selembaar atau tumpukan bahan yang cukup tebal sehingga tidak tembus cahaya, yaitu jika tebal tumpukan bahan dinaikkan dengan menggandakan jumlah lembaran maka nilai faktor radians baur tidak berubah dalam pengukuran

CATATAN 1 untuk entri Faktor radians dari lembaran tunggal yang tembus cahaya tergantung pada latar belakang dan bukan merupakan sifat bahan tersebut.

3.4

faktor pantulan

rasio dari radiasi yang dipantulkan oleh permukaan elemen contoh uji pada arah yang tidak dibatasi oleh bagian kerucut dengan puncaknya pada elemen permukaan terhadap radians yang dipantulkan *diffuser* sempurna dalam kondisi iluminasi yang sama

CATATAN 1 untuk entri Rasio ini sering dinyatakan sebagai persentase.

CATATAN 2 untuk entri Istilah ini dapat digunakan hanya jika diketahui bahwa bahan uji tidak *luminescence* (fluoresensi).

3.5

faktor pantulan baur

R

rasio pantulan dari contoh uji dari *diffuser* pemantulan sempurna di bawah kondisi iluminasi baur yang sama dan deteksi normal

CATATAN 1 untuk entri Rasio sering dinyatakan sebagai persentase.

CATATAN 2 untuk entri Standar Nasional ini menetapkan iluminasi baur dan deteksi normal dalam instrumen yang dibuat dan dikalibrasi sesuai dengan ketentuan standar ini.

NOTE 1 to entry For luminescent (fluorescent) materials, the total radiance factor, β , is the sum of two portions, the reflected radiance factor, β_S , and the luminescent radiance factor, β_L , so that

$$\beta = \beta_S + \beta_L$$

For non-fluorescent materials, the reflected radiance factor, β_S , is numerically equal to the reflectance factor, R .

3.2

diffuse radiance factor

R

ratio of the radiation reflected and emitted from a body to that reflected from the perfect reflecting diffuser under the same conditions of diffuse illumination and normal detection

NOTE 1 to entry The ratio is often expressed as a percentage.

NOTE 2 to entry This National Standard prescribes diffuse illumination and normal detection in an instrument constructed and calibrated in accordance with the provisions of this standard. The term "diffuse radiance factor" is used here both for bidirectional and sphere geometries.

3.3

intrinsic diffuse radiance factor

R_∞

diffuse radiance factor of a layer or pad of material thick enough to be opaque, i.e. such that increasing the thickness of the pad by doubling the number of sheets results in no change in the measured radiance factor

NOTE 1 to entry The radiance factor of a single non-opaque sheet is dependent on the background and is not a material property.

3.4

reflectance factor

ratio of the radiation reflected by a surface element of a body in the direction delimited by a given cone with its apex at the surface element to that reflected by the perfect reflecting diffuser under the same conditions of illumination

NOTE 1 to entry The ratio is often expressed as a percentage.

NOTE 2 to entry This term may be used only when it is known that the test material exhibits no luminescence (fluorescence).

3.5

diffuse reflectance factor

R

ratio of the reflection from a body to that from the perfect reflecting diffuser under the same conditions of diffuse illumination and normal detection

NOTE 1 to entry The ratio is often expressed as a percentage.

NOTE 2 to entry This National Standard specifies diffuse illumination and normal detection in an instrument constructed and calibrated in accordance with the provisions of this standard.

3.6

faktor pantulan baur intrinsik

R_{∞}

faktor pantulan baur dari selembur atau tumpukan bahan yang cukup tebal sehingga tidak tembus cahaya, yaitu jika tebal tumpukan bahan dinaikkan dengan menggandakan jumlah lembaran maka nilai faktor pantulan baur tidak berubah dalam pengukuran

CATATAN 1 untuk entri Faktor pantulan dari lembaran tunggal yang tembus cahaya tergantung pada latar belakang dan bukan merupakan sifat bahan tersebut.

3.7

standar acuan internasional level 1

IR1

diffuser pemantulan sempurna (lihat publikasi CIE 17.4, No 845.04.54), *diffuser* Lambertian isotropik memiliki *spectral* ideal yang seragam dengan pantulan sama dengan 1 pada seluruh panjang gelombang

CATATAN 1 untuk entri Pantulan didefinisikan sebagai rasio yang dipantulkan terhadap radiasi cahaya datang, lihat Lampiran E.

3.8

standar acuan internasional level 2

IR2

standar dengan faktor-faktor radiansnya (pantulan) yang ditentukan oleh laboratorium yang melakukan standardisasi dalam kaitannya dengan IR1 seperti yang didefinisikan oleh ISO 4094

CATATAN 1 untuk entri Standar Nasional ini mengacu pada dua jenis IR2:

IR2 bukan-fluoresen yang faktor-faktor pantulan *spectral*-nya telah ditentukan oleh laboratorium yang melakukan standardisasi dalam hubungannya dengan IR1. IR2 bukan-fluoresen digunakan untuk mengkalibrasi skala fotometrik dari instrumen acuan laboratorium terotorisasi.

IR2 fluoresen putih yang faktor-faktor radian *spectral*-nya sesuai dengan *illuminant* CIE tertentu telah ditentukan oleh laboratorium yang melakukan standardisasi. Standar IR2 fluoresen digunakan untuk mengatur level UV dari instrumen acuan laboratorium terotorisasi.

3.9

standar acuan internasional level 3

IR3

standar acuan

standar yang faktor-faktor radiansnya telah ditentukan oleh laboratorium terotorisasi terkait dengan IR2, seperti yang didefinisikan oleh ISO 4094

CATATAN 1 untuk entri Standar Nasional ini mengacu pada dua jenis IR3:

IR3 bukan-fluoresen yang faktor-faktor pantulan *spectral*-nya telah ditentukan oleh laboratorium terotorisasi dalam kaitannya dengan IR2. IR3 bukan-fluoresen digunakan untuk mengkalibrasi skala fotometrik dari instrumen acuan laboratorium penguji.

IR3 fluoresen putih yang nilai kalibrasinya telah ditentukan oleh laboratorium terotorisasi terkait dengan IR2. Laboratorium penguji menggunakan fluoresen IR3 untuk mengatur jumlah relatif cahaya datang radiasi UV pada contoh ke level yang ditentukan.

3.6

intrinsic diffuse reflectance factor

R_{∞}

diffuse reflectance factor of a layer or pad of material thick enough to be opaque, i.e. such that increasing the thickness of the pad by doubling the number of sheets results in no change in the measured reflectance factor

NOTE 1 to entry The reflectance factor of a single non-opaque sheet is dependent on the background and is not a material property.

3.7

international reference standard of level 1

IR1

perfect reflecting diffuser (see CIE publication 17.4, No 845.04.54), ideal spectrally uniform isotropic Lambertian diffuser with a reflectance equal to 1 at all wavelengths

NOTE 1 to entry Reflectance is defined as the ratio of the reflected to the incident radiation, see Annex E.

3.8

international reference standard of level 2

IR2

standard whose radiance (reflectance) factors have been determined by a standardizing laboratory in relation to the IR1 as defined by ISO 4094

NOTE 1 to entry This National Standard refers to two types of IR2:

A non-fluorescent IR2 whose spectral reflectance factors have been determined by a standardizing laboratory in relation to the IR1. A non-fluorescent IR2 is used to calibrate the photometric scale of an authorized laboratory's reference instrument.

A white fluorescent IR2 whose spectral radiance factors corresponding to a specified CIE illuminant have been determined by a standardizing laboratory. A fluorescent IR2 standard is used to adjust the UV level of an authorized laboratory's reference instrument.

3.9

international reference standard of level 3

IR3

reference standard

standard whose radiance factors have been determined by an authorized laboratory in relation to an IR2, as defined by ISO 4094

NOTE 1 to entry This National Standard refers to two types of IR3:

A non-fluorescent IR3 whose spectral reflectance factors have been determined by an authorized laboratory in relation to the IR2. A non-fluorescent IR3 is used to calibrate the photometric scale of a testing laboratory's reference instrument.

A white fluorescent IR3 whose calibration values have been determined by an authorized laboratory in relation to the IR2. A testing laboratory uses a fluorescent IR3 to adjust the relative amount of UV radiation incident on the sample to a specified level.

3.10**standar kerja**

standar fisik yang faktor-faktor radiansnya (pantulan) telah ditentukan melalui kalibrasi dengan standar acuan internasional (IR3) yang sesuai untuk penggunaan selanjutnya pada instrumen tunggal yang sesuai dengan Standar Nasional ini.

3.11**standar kerja primer**

standar kerja yang digunakan secara rutin untuk memvalidasi dan mengkalibrasi alat ukur tertentu untuk tujuan penggunaannya

CATATAN 1 untuk entri Faktor-faktor radians (pantulan) terkalibrasi dari standar kerja primer tidak dapat ditransfer ke instrumen yang berbeda, bahkan untuk jenis yang sama (lihat 3.10). Namun, dimungkinkan untuk menggunakan standar kerja primer untuk tujuan validasi hanya pada instrumen dengan jenis yang sama.

3.12**pelat kontrol**

standar kerja sekunder yang jarang digunakan untuk memantau dan memvalidasi kinerja standar kerja primer tertentu

CATATAN 1 untuk entri Jika satu atau lebih pelat kontrol memberikan hasil yang tidak wajar pada instrumen tertentu, perlu untuk mengkalibrasi ulang standar kerja primer yang digunakan dengan instrumen tersebut terhadap standar acuan internasional yang sesuai (IR3).

4 Prinsip

Contoh uji di-iradiasi secara baur dalam instrumen standar dan cahaya yang dipantulkan (dan dipancarkan sebagai hasil fluoresensi) dengan arah normal terhadap permukaan diteruskan ke sistem deteksi. Sistem deteksi ini dapat terdiri dari filter optik dan fotodetektor yang ditentukan atau dari serangkaian detektor foto dimana setiap detektor merespon panjang gelombang efektif tertentu. Faktor-faktor radians yang diinginkan ditentukan langsung dari keluaran dari fotodetektor dalam kasus sebelumnya atau dengan perhitungan dari keluaran *array detector* menggunakan fungsi pembobotan yang sesuai dalam kasus terakhir.

5 Peralatan

5.1 Reflektometer, memiliki karakteristik geometrik, *spectral*, dan fotometrik seperti dijelaskan dalam Lampiran A.

5.2 Standar acuan. Untuk kalibrasi fotometrik instrumen dan standar kerjanya, standar acuan bukan-fluoresen yang dikeluarkan oleh laboratorium terotorisasi dan memenuhi persyaratan acuan standar internasional level 3 (lihat 3.9) seperti yang ditentukan dalam Lampiran B.

Gunakan standar acuan sesering mungkin untuk memastikan kalibrasi yang memuaskan.

CATATAN Jika bahan fluoresen akan diukur, standar acuan fluoresen yang dikeluarkan oleh laboratorium terotorisasi diperlukan agar kandungan UV dari iluminasi instrumen dapat diatur untuk menghasilkan jumlah fluoresensi yang sama dengan *illuminant* CIE yang dipilih. Prosedur penyesuaian UV ini dijelaskan secara rinci dalam Lampiran C. Penggunaan standar acuan fluoresen ini dijelaskan dalam Standar Internasional untuk penentuan sifat-sifat optik tertentu.

3.10

working standard

physical standard whose radiance (reflectance) factors have been determined by calibration with a suitable international reference standard (IR3) for subsequent use on a single instrument that conforms to this National Standard

3.11

primary working standard

working standard which is used routinely to validate and calibrate a given measuring instrument for its intended use

NOTE 1 to entry The calibrated radiance (reflectance) factors of the primary working standard may not be transferred to a different instrument, even of the same type (see 3.10). However, it is possible to use a primary working standard for validation purposes only on instruments of the same type.

3.12

control plate

secondary working standard which is used on an infrequent basis to monitor and validate the performance of a given primary working standard

NOTE 1 to entry When one or more control plates give anomalous results on a given instrument, it may be necessary to re-calibrate the primary working standard used with that instrument with an appropriate international reference standard (IR3).

4 Principle

A test piece is irradiated diffusely in a standard instrument and the light reflected (and emitted as a result of fluorescence) in a direction normal to the surface is passed to a detection system. This detection system may consist either of a defined optical filter and photodetector or of an array of photodetectors where each detector responds to a specific effective wavelength. The desired radiance factors are determined directly from the output from the photodetector in the former case or by calculation from the detector array outputs using appropriate weighting functions in the latter case.

5 Apparatus

5.1 Reflectometer, having the geometric, spectral and photometric characteristics described in Annex A.

5.2 Reference standards. For photometric calibration of the instrument and its working standards, a non-fluorescent reference standard issued by an authorized laboratory and fulfilling the requirements for an International reference standard of level 3 (see 3.9) as specified in Annex B.

Use reference standards sufficiently frequently to ensure satisfactory calibration.

NOTE If fluorescent materials are to be measured, a fluorescent reference standard issued by an authorized laboratory is required to enable the UV-content of the instrument illumination to be adjusted to produce the same amount of fluorescence as the selected CIE illuminant. This UV adjustment procedure is described in detail in Annex C. The use of these fluorescent reference standards is described in the International Standards for the determination of specific optical properties.

5.3 Standar kerja. Untuk pengukuran pada bahan bukan-fluoresen, dua standar kerja kaca opal, keramik atau bahan lain yang sesuai dengan permukaan datar.

CATATAN Dalam beberapa instrumen, fungsi standar kerja primer (lihat 6.3) dapat dipenuhi oleh standar internal terpasang.

Untuk pengukuran pada bahan fluoresen putih, standar kerja fluoresen yang stabil dari plastik atau bahan lain yang menggunakan bahan pemutih fluoresen diperlukan. Standar kerja ini dijelaskan dalam Standar Internasional yang relevan.

5.4 Black cavity, untuk kalibrasi atau validasi skala fotometrik ujung bawah. *Black cavity* ini harus memiliki faktor radians yang perbedaan dari nilai nominalnya tidak lebih dari 0,2 poin persentase pada semua panjang gelombang. *Black cavity* harus disimpan dengan sisi atas menghadap ke bawah dalam lingkungan yang bebas debu atau dengan diberi pelindung. Selama kalibrasi, instrumen harus disesuaikan dengan nilai nominal *black cavity*.

Belum memungkinkan untuk membuat sistem standar acuan yang memungkinkan laboratorium pengujian untuk memeriksa faktor pantulan *black cavity*. Pada saat pengiriman, level harus dijamin oleh pembuat instrumen. Pertanyaan mengenai penggunaan dan kondisi *black cavity* harus diselesaikan dengan menghubungi pembuat instrumen.

6 Kalibrasi fotometrik instrumen dan standar kerjanya

6.1 Kalibrasi instrumen

Menggunakan prosedur yang sesuai untuk instrumen, kalibrasi skala fotometrik instrumen dengan IR3 dan, jika pengukuran akan dilakukan pada bahan fluoresen, lakukan kalibrasi UV dengan IR3 fluoresen. Lakukan pengukuran pada IR3 untuk memeriksa bahwa kalibrasi memenuhi persyaratan. Penyimpangan antara nilai kecerahan dan/atau tristimulus yang diukur dan yang ditetapkan dari IR3 yang digunakan untuk kalibrasi primer tidak boleh melebihi 0,05.

CATATAN Meskipun serbuk barium sulfat untuk tablet yang dipres tersedia secara komersial dengan faktor-faktor radians *spectral* absolut diberikan pada kemasan, nilai ini dianggap tidak mampu telusur menurut prinsip metrologi modern, dan tablet serbuk barium sulfat tidak dipertimbangkan sebagai IR3 seperti yang dipersyaratkan oleh Standar Nasional ini.

Semua kalibrasi yang terkait dengan IR1 melalui rantai kalibrasi yang terdiri dari IR2 dan IR3 yang nilai absolutnya telah ditetapkan masing-masing oleh laboratorium yang melakukan standardisasi dan oleh laboratorium terotorisasi menggunakan instrumen yang sesuai dengan Standar Nasional ini.

Perlakukan setiap IR3 dengan hati-hati dan lindungi area pengujian dari kontaminasi. Simpan dalam keadaan gelap, saat tidak digunakan.

6.2 Kalibrasi standar kerja untuk tujuan penggunaannya

Bersihkan standar kerja (lihat 6.4) dan ukur faktor-faktor radiansnya dengan menggunakan IR3 dan baca dan rekam nilainya hingga ketelitian persentase 0,01 poin. Kalibrasi standar kerja ini spesifik untuk setiap instrumen, untuk kondisi pengukuran tertentu. Standar kerja hanya boleh digunakan untuk kalibrasi berikutnya pada instrumen yang sama dan untuk kondisi instrumen yang sama pada saat kalibrasi awal.

5.3 Working standards. For measurements on non-fluorescent materials, two working standards of opal glass, ceramic or other suitable material with flat surfaces.

NOTE In some instruments, the function of the primary working standard (see 6.3) may be fulfilled by a built-in internal standard.

For measurements on white fluorescent materials, stable fluorescent working standards of plastic or other material incorporating a fluorescent whitening agent are required. These working standards are described in the relevant International Standards.

5.4 Black cavity, for calibration or validation of the low end of the photometric scale. This black cavity shall have a radiance factor which does not differ from its nominal value by more than 0,2 percentage points at all wavelengths. The black cavity should be stored upside-down in a dust-free environment or with a protective cover. During calibration, the instrument shall be adjusted to the nominal value of the black cavity.

It is not yet possible to institute a system of reference standards to enable testing laboratories to check the reflectance factor of the black cavity. At the time of delivery, the level should be guaranteed by the instrument maker. Questions concerning the use and condition of the black cavity should be resolved by contacting the instrument maker.

6 Photometric calibration of the instrument and its working standards

6.1 Calibration of the instrument

Using the procedure appropriate to the instrument, calibrate the photometric scale of the instrument with an IR3 and, when the measurements are to be made on fluorescent materials, carry out a UV- calibration with a fluorescent IR3. Make a measurement on the IR3 in order to check that the calibration is satisfactory. The deviation between the measured and the assigned brightness and/or tristimulus values of the IR3 used for the primary calibration should not exceed 0,05.

NOTE Although barium sulfate powders for pressing tablets are commercially available for which the absolute spectral radiance factors are given on the container, these values are not considered to be traceable according to the principles of modern metrology, and tablets based on barium sulfate powder are not considered to be suitable for use as an IR3 as required by this National Standard.

All calibrations are thus related to the IR1 through a calibration chain comprising an IR2 and an IR3 to which absolute values have been assigned respectively by a standardizing laboratory and by an authorized laboratory using an instrument conforming to this National Standard.

Handle each IR3 carefully and protect the test area from contamination. Store it in darkness, when not in use.

6.2 Calibration of the working standards for its intended use

Clean the working standards (see 6.4) and measure their radiance factors using the IR3 and read off and record the values to the nearest 0,01 percentage point. This calibration of the working standard is instrument-specific, for given conditions of measurement. The working standard shall only be used for subsequent calibration on the same instrument and for the same instrument conditions that it was originally calibrated.

CATATAN Untuk memenuhi persyaratan dengan instrumen acuan, standar kerja dapat diberikan beberapa nilai kalibrasi, tergantung pada tingkat kerja dan tujuan pengukuran. Ini berlaku, misalnya, jika standar kerja tembus cahaya atau mengkilap dan jika linieritas skala instrumen buruk, dalam hal ini, kalibrasi dilakukan untuk contoh dan instrumen tertentu.

6.3 Penggunaan standar kerja

Gunakan satu pelat sebagai standar kerja primer untuk memeriksa dan mengkalibrasi instrumen tertentu, dan gunakan pelat lainnya lebih jarang sebagai pelat kontrol untuk memeriksa standar kerja primer. Frekuensi instrumen perlu dikalibrasi bergantung pada jenis instrumen. Kalibrasi instrumen yang sering cenderung menimbulkan fluktuasi yang tidak diinginkan pada instrumen, dan instrumen harus dikalibrasi ulang hanya jika pemeriksaan dengan standar kerja primer menunjukkan bahwa kalibrasi diperlukan. Periksa standar kerja primer secara berkala terhadap pelat kontrol. Jika ada perubahan dalam faktor radians yang diketahui, bersihkan standar kerja primer dengan prosedur yang dijelaskan pada 6.4. Jika perubahan berlanjut, bersihkan dan kalibrasi ulang kedua standar kerja terhadap standar acuan IR3 yang sesuai.

Standar kerja primer harus diperiksa terhadap pelat kontrol cukup sering untuk memastikan bahwa setiap perubahan dalam standar kerja primer ditemukan sebelum kesalahan dimasukkan ke dalam kalibrasi.

6.4 Pembersihan standar kerja

Tangani dengan hati-hati. Jika pembersihan diperlukan, ikuti petunjuk pabrik pembuat alat. Untuk standar kerja kaca opal atau bahan keramik, bilas dengan air suling dan deterjen bebas dari bahan fluoresen sambil menggosok dengan sikat lembut. Bilas bersih dengan air suling dan keringkan di udara pada lingkungan bebas debu tanpa membiarkan apapun menyentuh permukaan. Biarkan dalam desikator sampai stabil secara optik.

CATATAN Dalam hal bahan standar keramik, disarankan untuk menghindari air masuk ke bagian belakang bahan, karena bagian belakang keramik sangat berpori dan mungkin memerlukan beberapa hari pengeringan dalam desikator untuk mengembalikan sifat-sifat optik.

7 Pengambilan contoh

Jika pengujian dilakukan untuk mengevaluasi induk contoh, contoh harus dipilih sesuai dengan ISO 186. ^[1] Jika pengujian dilakukan pada jenis contoh lain, pastikan contoh uji yang diambil mewakili contoh yang diterima.

8 Persiapan contoh uji

Siapkan contoh uji sesuai dengan petunjuk yang diberikan dalam Standar Internasional yang relevan untuk penentuan faktor-faktor radians atau sifat-sifat optik berdasarkan pengukuran faktor-faktor radians.

Jika diinginkan hanya untuk mengukur faktor radians, daripada beberapa sifat optik lain yang ditentukan oleh Standar Internasional lain, ikuti prosedur berikut.

Hindari tanda air, kotoran dan cacat yang terlihat jelas, potong contoh uji berbentuk persegi panjang sekitar 75 mm x 150 mm, berhati-hatilah agar tidak menyentuh area yang akan diuji.

NOTE In order to achieve agreement with the reference instrument, a working standard may be assigned multiple calibration values, depending upon the working level and the purpose of the measurement. This applies, for example, if the working standard is translucent or glossy and if the linearity of the instrument scale is poor so, in this case, the calibration is both sample and instrument specific.

6.3 Use of working standards

Use one plate as a primary working standard for checking and calibrating a given instrument, and use the other much less frequently as a control plate for checking the primary working standard. The frequency with which the instrument needs to be calibrated depends on the type of instrument. Frequent calibration of the instrument tends to introduce undesirable fluctuations in the instrument, and the instrument should be recalibrated only when a check with the primary working standard indicates that calibration is necessary. Check the primary working standard periodically against the control plate. If any change in the radiance factor is noticed, clean the primary working standard by the procedure described in 6.4. If the change persists, clean and recalibrate both working standards against an appropriate IR3 reference standard.

The primary working standard should be checked against the control plate sufficiently often to ensure that any change in the primary working standard is discovered before an error is introduced into the calibration.

6.4 Cleaning the working standards

Handle with care. If cleaning is necessary, follow the manufacturer's instructions. In the case of working standards of opal glass or ceramic material, rinse with distilled water and detergent free from fluorescent ingredients while rubbing with a soft brush. Rinse thoroughly in distilled water and dry in the air in a dust-free environment without allowing anything to touch the surface. Leave them in a desiccator until they are optically stable.

NOTE In the case of ceramic material standards, it is recommended to avoid getting water onto the back of the material, as the backing of a ceramic is very porous and may require days of drying in a dessicator to restore the optical properties.

7 Sampling

If the tests are being made to evaluate a lot, the sample should be selected in accordance with ISO 186.^[1] If the tests are made on another type of sample, make sure that the test pieces taken are representative of the sample received.

8 Preparation of the test pieces

Prepare the test pieces according to the instructions given in the relevant International Standard for the determination of radiance factors or optical properties based on the measurement of radiance factors.

If it is desired simply to measure the radiance factor, rather than some other optical property defined by another International Standard, follow the following procedure.

Avoiding watermarks, dirt and obvious defects, cut rectangular test pieces approximately 75 mm x 150 mm, taking care to avoid touching the future test area.

Jika diperlukan pengukuran faktor radians intrinsik, susun contoh uji dalam sebuah tumpukan dengan sisi atas menghadap ke atas; jumlah tumpukan harus sedemikian rupa sehingga pada saat jumlah contoh uji digandakan tidak mengubah faktor radians. Lindungi tumpukan dengan menempatkan lembaran tambahan di atas dan bawah bantalan; hindari kontaminasi dan paparan cahaya atau panas yang tidak perlu. Tandai contoh uji bagian *top* di salah satu sudut untuk mengidentifikasi contoh dan sisi atasnya.

CATATAN Jika sisi atas dapat dibedakan dari sisi *wire*, tempatkan sisi atas menghadap ke atas; bila tidak, seperti kasus yang dibuat dengan mesin *wire* ganda, pastikan bahwa sisi yang sama menghadap ke atas terhadap tumpukan.

Jika lembar yang memadai tidak tersedia atau jika diinginkan untuk mengukur faktor radians yang bergantung pada latar belakang, pilih latar belakang yang sesuai dan sertakan deskripsi latar belakang ini dalam laporan.

9 Prosedur

Tentukan faktor radians seperti yang ditentukan dalam Standar Internasional yang relevan untuk penentuan faktor-faktor radians atau sifat-sifat optik berdasarkan pengukuran faktor-faktor radians.

Jika diinginkan hanya untuk mengukur faktor radians, daripada beberapa sifat-sifat optik lain yang ditentukan oleh Standar Internasional lain, ikuti prosedur berikut.

9.1 Verifikasi kalibrasi

Periksa kalibrasi instrumen menggunakan standar kerja bukan-fluoresen yang dikalibrasi dalam kaitannya dengan IR3 (5.3). Kalibrasi ulang instrumen jika perlu.

Jika instrumen berjenis spektrofotometer, dan jika bahan yang akan diukur mengandung atau mungkin mengandung komponen fluoresen, kandungan UV iluminasi harus diatur agar sesuai dengan fluoresensi yang dihasilkan oleh *illuminant* CIE yang dipilih menggunakan standar acuan level 3 internasional fluoresen (5.2) dan bukan-fluoresen (lihat 5.2) dalam prosedur *iterative*. Prosedur pengaturan UV agar sesuai dengan standar *illuminant* D65 CIE diberikan dalam ISO 11475 dan pengaturan UV agar sesuai dengan *illuminant* C CIE dalam ISO 2470-1.

9.2 Pengukuran

Lepaskan lembaran pelindung dari tumpukan contoh uji. Tanpa menyentuh area pengujian, gunakan prosedur yang sesuai dengan instrumen, dan standar kerja, untuk mengukur faktor radians yang diinginkan. Baca dan catat nilainya hingga 0,01 poin persentase terdekat atau lebih baik.

10 Perhitungan dan pernyataan hasil

Nyatakan hasil faktor radians dengan jumlah desimal yang sesuai dengan ketidakpastian dan *reproducibility* prosedur.

Hitung hasil seperti yang dipersyaratkan dalam Standar Internasional yang relevan untuk penentuan faktor-faktor radians atau sifat-sifat optik berdasarkan pengukuran faktor-faktor radians, misalnya ISO 2470-1, [2] ISO 2470-2, [3] ISO 2471, [4] ISO 5631-1, [5] ISO 5631-2, [6] ISO 5631-3, [7] ISO 9416, [8] ISO 11475, [9] ISO 11476. [10]

If it is desired to measure the intrinsic radiance factor, assemble test pieces in a pad with their top sides uppermost; the number should be such that doubling the number of test pieces does not alter the radiance factor. Protect the pad by placing an additional sheet on both the top and bottom of the pad; avoid contamination and unnecessary exposure to light or heat. Mark the top test piece in one corner to identify the sample and its top side.

NOTE If the top side can be distinguished from the wire side, it should be uppermost; if not, as may be the case for papers manufactured on double wire machines, ensure that the same side of the sheet is uppermost throughout the pad.

If sufficient sheets are not available or if it is desired to measure a background-dependent radiance factor, select a suitable background and include a description of this background in the report.

9 Procedure

Determine the radiance factor as specified in the relevant International Standard for the determination of radiance factors or optical properties based on the measurement of radiance factors.

If it is desired simply to measure the radiance factor, rather than some other optical property defined by another International Standard, follow the following procedure.

9.1 Verification of calibration

Check the calibration of the instrument using a non-fluorescent working standard calibrated in relation to an IR3 (5.3). Recalibrate the instrument if necessary.

If the instrument is of the spectrophotometer type, and if the material to be measured contains or may contain a fluorescent component, the UV content of the illumination must be adjusted to match the fluorescence produced by the selected CIE illuminant using the fluorescent (5.2) and non-fluorescent (see 5.2) international level 3 reference standards in an iterative procedure. The procedure for UV-adjustment to match the CIE standard illuminant D65 is given in ISO 11475 and for UV-adjustment to match the CIE illuminant C in ISO 2470-1.

9.2 Measurement

Remove the protecting sheets from the test piece pad. Without touching the test area, use the procedure appropriate to the instrument, and the working standard, to measure the desired radiance factor. Read and record the value to the nearest 0,01 percentage points or better.

10 Calculation and expression of results

Express the radiance factor results with the number of decimals appropriate to the uncertainty and reproducibility of the procedure.

Calculate the results as required in the relevant International Standard for the determination of radiance factors or optical properties based on the measurement of radiance factors, e.g. ISO 2470-1, [2] ISO 2470-2, [3] ISO 2471, [4] ISO 5631-1, [5] ISO 5631-2, [6] ISO 5631-3, [7] ISO 9416, [8] ISO 11475, [9] ISO 11476. [10]

CATATAN Beberapa komentar informatif tentang definisi dan perhitungan ketidakpastian pengukuran diberikan dalam Lampiran D.

11 Presisi

Data yang berkaitan dengan presisi hasil yang diperoleh sesuai dengan prosedur yang dijelaskan dalam Standar Nasional ini diberikan dalam metode pengujian yang relevan untuk penentuan faktor-faktor radian atau sifat-sifat optik berdasarkan pengukuran faktor-faktor radian. (Lihat juga Lampiran D).

12 Laporan hasil uji

Laporan hasil uji harus mencakup rincian berikut:

- a) tanggal dan tempat pengujian;
- b) identifikasi contoh yang tepat;
- c) acuan ke Standar Nasional ini;
- d) hasil uji;
- e) rentang panjang gelombang, puncak dan lebar pita jika spektrofotometer digunakan, atau jenis filter jika instrumen filter digunakan;
- f) *illuminant* yang kandungan UV iluminasi instrumennya disesuaikan;
- g) jumlah contoh uji dan prosedur yang diterapkan untuk menghitung hasil yang dilaporkan;
- h) jenis instrumen yang digunakan;
- i) setiap penyimpangan dari Standar Nasional ini atau keadaan atau pengaruh apa pun yang mungkin mempengaruhi hasil.

NOTE Some informative comments on the definition and calculation of the measurement uncertainty are given in Annex D.

11 Precision

Data relating to the precision of results obtained according to the procedure described in this National Standard are given in the relevant test method for the determination of radiance factors or optical properties based on the measurement of radiance factors. (See also Annex D).

12 Test report

The test report shall include the following details:

- a) date and place of testing;
- b) precise identification of the sample;
- c) a reference to this National Standard;
- d) the test results;
- e) the wavelength range, pitch and bandwidth if a spectrophotometer is used, or the type of filter if a filter instrument is used;
- f) the illuminant to which the UV-content of the illumination of the instrument is adjusted;
- g) the number of test pieces and the procedure adopted to calculate the reported results;
- h) the type of instrument used;
- i) any departure from this National Standard or any circumstances or influences that may have affected the results.

Lampiran A (normatif)

Instrumen untuk mengukur faktor radians

Karakteristik geometrik, fotometrik dan *spectral* dari instrumen yang diterapkan Standar Nasional ini didefinisikan sebagai berikut:

A.1 Karakteristik geometrik

A.1.1 Contoh uji dan area acuan harus dikenakan iluminasi baur yang dicapai dengan menggunakan bola terintegrasi (lihat Acuan [14], 845.05.24) dengan permukaan baur putih tidak-selektif *spectral* internal dan diameter internal (150 ± 3) mm.

A.1.2 Bola harus dikonstruksi sebagai instrumen *dual-beam* sehingga pengukuran dapat dilakukan pada contoh uji, dan pengukuran acuan dapat dilakukan secara bersamaan pada daerah acuan permukaan bagian dalam bola.

A.1.3 Bola harus dibuat atau dilengkapi dengan layar penyekat (sekat) untuk memastikan bahwa contoh uji maupun daerah acuan tidak diterangi langsung oleh sumber cahaya.

A.1.4 Luas total celah dan area bukan-pemantulan lainnya di dalam bola harus tidak melebihi 13 % dari luas permukaan bagian dalam bola.

A.1.5 Bukaan reseptor harus dikelilingi oleh anulus hitam dengan sudut setengah $(15,8 \pm 0,8)^\circ$ di tengah bukaan contoh uji. Anulus hitam ini berfungsi sebagai "perangkap kilap" sehingga cahaya yang dipantulkan secara khusus dari contoh uji tidak mencapai reseptor. Anulus hitam tidak boleh mengkilap dan harus memiliki faktor radians kurang dari 4 %, pada semua panjang gelombang daerah sinar tampak.

A.1.6 Bukaan contoh uji harus dirancang sedemikian rupa sehingga contoh uji itu sendiri pada dasarnya merupakan kelanjutan dari dinding bagian dalam bola. Tepi bukaan contoh uji harus memiliki ketebalan $(1,0 \pm 0,5)$ mm termasuk tebal lapisan dalam.

A.1.7 Area uji yang diukur pada contoh uji harus melingkar dengan diameter (28 ± 3) mm.

CATATAN Diharapkan bahwa penggunaan bukaan area yang lebih kecil akan menghilangkan efek tepi yang dapat menyebabkan nonlinier-semu, dan ini akan menyebabkan pada reproduktifitas yang lebih tinggi antar instrumen.

A.1.8 Diameter bukaan harus lebih besar dari pada daerah uji $(34,0 \pm 0,5)$ mm, untuk memastikan bahwa tidak ada cahaya yang dipantulkan dari tepi bukaan contoh uji atau dari contoh uji dalam jarak tertentu, dari 1 mm dari tepi bukaan dapat mencapai detektor.

A.1.9 Contoh uji harus diamati secara normal, yaitu pada sudut $(0 \pm 1)^\circ$ terhadap normal. Hanya sinar yang dipantulkan dalam kerucut, yang puncaknya berpusat pada bukaan contoh uji dan setengah sudutnya tidak lebih besar dari 4° , harus jatuh pada reseptor.

Annex A (normative)

Instruments for the measurement of radiance factor

The geometric, photometric and spectral characteristics of the instruments to which this National Standard applies are defined as follows:

A.1 Geometric characteristics

A.1.1 The test piece and reference area shall be subjected to diffuse illumination which is achieved by means of an integrating sphere (see Reference [14], 845.05.24) with an internal spectrally non-selective white diffusing surface and an internal diameter of (150 ± 3) mm.

A.1.2 The sphere shall be constructed as a dual-beam instrument so that a measurement can be made on a test piece, and a reference measurement can be made simultaneously on a reference region of the inner surface of the sphere.

A.1.3 The sphere shall be constructed or equipped with screens (baffles) to ensure that neither the test piece nor the reference region is directly illuminated by the light source.

A.1.4 The total area of the apertures and other non-reflecting areas in the sphere shall not exceed 13 % of the area of the inner surface of the sphere.

A.1.5 The receptor aperture shall be surrounded by a black annulus subtending a half-angle of $(15,8 \pm 0,8)^\circ$ at the centre of the test piece aperture. This black annulus serves as a "gloss trap" so that specularly reflected light from the test piece does not reach the receptor. The black annulus shall be matt and shall have a radiance factor of less than 4 %, at all wavelengths within the visible region.

A.1.6 The test piece aperture shall be designed so that the test piece itself is essentially a continuation of the internal wall of the sphere. The rim of the test piece aperture shall have a thickness of $(1,0 \pm 0,5)$ mm including the thickness of the internal coating.

A.1.7 The measured test area on the test piece shall be circular with a diameter of (28 ± 3) mm.

NOTE It is expected that the use of the smaller area aperture will eliminate edge effects which can lead to a pseudo-nonlinearity, and that this will lead to a higher reproducibility between instruments.

A.1.8 The diameter of the aperture shall be larger than that of the test area $(34,0 \pm 0,5)$ mm, to ensure that no light reflected from the rim of the test piece aperture or from the test piece within a distance of 1 mm from the rim of the aperture can reach the detector.

A.1.9 The test piece shall be viewed normally, i.e. at an angle of $(0 \pm 1)^\circ$ to the normal. Only reflected rays within a cone, the vertex of which is centred in the test piece aperture and the half-angle of which is not greater than 4° , shall fall on the receptor.

A.2 Linieritas fotometrik

Akurasi fotometrik instrumen harus sedemikian rupa sehingga sisa penyimpangan dari linieritas fotometri setelah kalibrasi tidak menimbulkan kesalahan sistematis faktor radiansi melebihi 0,3 %.

Untuk pengukuran kertas fluoresen, linieritas fotometrik hingga nilai faktor radiansi total minimal 200 % diperlukan di daerah panjang gelombang yang sesuai dengan emisi fluoresensi.

A.3 Karakteristik *spectral*

Ada dua jenis instrumen utama yang memenuhi standar ini, masing-masing dikenal sebagai kolorimeter filter dan spektrofotometer ringkas.

Dalam kasus kolorimeter filter, karakteristik *spectral* ditentukan oleh filter yang dimasukkan ke dalam berkas cahaya yang dikombinasikan dengan karakteristik reseptor, lapisan bola, lampu dan bagian optik lain dari instrumen, atau oleh satu set optik individu filter dengan panjang gelombang tertentu yang berbeda. Filter harus dipilih sehingga karakteristik keseluruhan dari instrumen sesuai dengan fungsi *spectral* yang ditentukan dalam metode pengujian yang berkaitan dengan penentuan sifat-sifat optik tertentu. Metode yang direkomendasikan CIE untuk mengkarakterisasi kolorimeter filter ini diberikan dalam CIE *Publication 179:2007*.

Dalam kasus spektrofotometer ringkas, karakteristik *spectral* ditentukan oleh keakuratan yang masing-masing reseptor mewakili panjang gelombang nominal yang ditetapkan padanya, lebar pita yang terkait dengan setiap reseptor, dan nilai yang diberikan untuk fungsi matematika yang digunakan dalam perhitungan selanjutnya. Untuk kolorimetri, instrumen harus memiliki tidak kurang dari 16 reseptor yang ditempatkan secara seragam setidaknya pada rentang dari 400 nm hingga 700 nm.

Dalam instrumen yang menyediakan data *spectral*, pabrikan harus menunjukkan jalur pita optik instrumen. Idealnya, data kolorimetri harus dihitung hanya dari data *spectral* yang diukur pada interval panjang gelombang yang sama dengan lebar pita optik instrumen. Panjang gelombang sentroid dari setiap pita tidak boleh berbeda dari panjang gelombang nominalnya lebih dari $\pm 0,5$ nm. Namun, dalam aplikasi praktis, mungkin perlu untuk melakukan perhitungan menggunakan data yang diprediksi daripada data yang diukur pada interval panjang gelombang 10 nm atau 20 nm tergantung pada *bandpass* nominal instrumen.

Karakteristik *spectral* dapat diperiksa dengan menggunakan standar acuan berwarna yang sesuai.

A.2 Photometric linearity

The photometric accuracy of the instrument shall be such that the residual departure from photometric linearity after calibration does not give rise to systematic errors exceeding 0,3 % radiance factor.

For the measurement of fluorescent papers, photometric linearity up to a total radiance factor value of at least 200 % is necessary in the wavelength region corresponding to the fluorescence emission.

A.3 Spectral characteristics

There are two main types of instrument which conform to this standard, known respectively as filter colorimeters and abridged spectrophotometers.

In the case of filter colorimeters, the spectral characteristics are determined by the filters inserted into the light beams in combination with the characteristics of the receptor, the sphere lining, the lamps and other optical parts of the instrument, or by a set of individual optical filters with different specific wavelengths. The filters shall be chosen so that the overall characteristics of the instrument agree with the spectral functions specified in the test methods relating to the determination of specific optical properties. The CIE recommended methods for characterizing these filter colorimeters are given in CIE Publication 179:2007.

In the case of abridged spectrophotometers, the spectral characteristics are determined by the accuracy to which the individual receptors represent the nominal wavelengths assigned to them, the band-width associated with each receptor, and the values given to the mathematical functions used in the subsequent calculations. For colorimetry, the instrument shall incorporate not less than 16 receptors uniformly spaced over at least the range from 400 nm to 700 nm.

In instruments providing spectral data, the manufacturer shall indicate the optical bandpass of the instrument. Ideally the colorimetric data shall be computed only from spectral data measured at wavelength intervals equal to the instrument's optical bandpass-width. The centroid wavelength of each band shall not differ from its nominal wavelength by more than $\pm 0,5$ nm. However, in practical applications, it may be necessary to carry out the calculations using predicted rather than measured data at a wavelength interval of 10 nm or 20 nm depending upon the nominal instrument bandpass.

The spectral characteristics can be checked using suitable coloured reference standards.

A.4 Prosedur komputasi

Untuk menghitung nilai tristimulus seperti yang ditentukan oleh *illuminant* CIE dan fungsi pengamat standar (1931 atau 1964), tabel faktor-faktor pembobot yang sesuai disajikan dalam ASTM E308-06 ¹⁾ untuk pengukuran di misalnya interval 10 nm atau 20 nm, harus digunakan. Nilai tristimulus harus dihitung dengan penjumlahan langsung menggunakan nilai-nilai tabulasi ini tanpa interpolasi misalnya menggunakan fungsi *cubic spline*. Tabel nilai aktual yang akan digunakan diberikan dalam metode pengujian yang relevan untuk menentukan sifat-sifat optik tertentu.

Tabel ASTM E308-06 yang akan digunakan adalah tabel yang mengasumsikan bahwa *bandpass spectral* dari instrumen yang digunakan untuk memperoleh data sama dengan interval pengukuran dan berbentuk segitiga. Tabel ini akan digunakan bersama dengan data yang telah diidentifikasi oleh pabrikan untuk jalur pita instrumen seperti yang disebutkan sebelumnya.

Instruksi yang diberikan dalam ASTM E308-06 harus diikuti sehubungan dengan penjumlahan nilai tabulasi di bawah 400 nm atau di atas 700 nm jika data pengukuran tidak mencakup seluruh tabel.

Jika data berasal dari instrumen dengan bentuk garis segitiga yang beroperasi dengan lebar jalur 5 nm, data 5-nm ini harus digabungkan dengan fungsi jalur pita segitiga 10-nm atau 20-nm untuk menghasilkan data pada 10-nm atau 20-nm, masing-masing. Jika data dari instrumen yang beroperasi dengan lebar jalur 10 nm harus disajikan dan digunakan pada interval 20 nm, data 10 nm tidak boleh diubah hanya dengan mengambil data 10 nm dengan interval 20 nm. Jika data asli berasal dari instrumen dengan bentuk garis segitiga, data yang berbelit-belit sebaiknya dihitung menggunakan persamaan 3-titik

$$R_{20}(\lambda_i) = \frac{1}{4} R_{10}(\lambda_i - \Delta\lambda) + \frac{1}{2} R_{10}(\lambda_i) + \frac{1}{4} R_{10}(\lambda_i + \Delta\lambda) \quad (\text{A.1})$$

keterangan $\Delta\lambda = 10 \text{ nm}$.

Perlu dicatat bahwa penghitungan seperti itu mungkin masih hanya berupa perkiraan. Ini disajikan sebagai pedoman untuk prosedur yang disukai tetapi tidak boleh ditafsirkan sebagai rekomendasi dalam ruang lingkup Standar Nasional ini.

CATATAN Jika data berasal dari instrumen yang tidak memiliki bentuk garis segitiga, maka persamaan konvolusi 3 titik belum tentu merupakan pilihan yang baik. Misalnya, untuk data dari instrumen yang menggunakan metode dua monokromator untuk pengukuran standar IR2 fluoresen, bentuk garis instrumen *Gaussian* dan persamaan 5-titik dapat memberikan kesesuaian antar instrumen yang lebih baik.

A.5 Penyesuaian UV

Untuk pengukuran bahan yang mengandung bahan pemutih fluoresen, diperlukan beberapa cara untuk mengatur distribusi daya *spectral* dari radiasi yang datang pada contoh uji. Radiasi cahaya yang datang harus diatur ke kandungan UV tertentu dalam kisaran *spectral* yang ditentukan oleh CIE. Harus ada cara untuk mempertahankan level ini atau secara matematis mensimulasikan distribusi daya seperti itu.

¹⁾ Diterbitkan ulang, dengan izin, dari E 308-06 *Standard Practice for Computing the Colors of Objects by Using the CIE System*, hak cipta ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428. Salinan standar lengkap dapat diperoleh dari ASTM (www.astm.org).

A.4 Computational procedures

To calculate tristimulus values as specified by the CIE illuminant and standard observer functions (1931 or 1964), the appropriate tables of weighting factors presented in ASTM E308-06¹⁾ for measurement at e.g. 10 nm or 20 nm intervals, shall be used. The tristimulus values shall be calculated by direct summation using these tabulated values with no attempt at interpolation using e.g. a cubic spline function. The actual tables of values to be used are given in the relevant test methods for determining specific optical properties.

The ASTM E308-06 tables to be used are those which assume that the spectral bandpass of the instrument used to obtain the data is equal to the measurement interval and is triangular in shape. These tables are to be used together with the data for which the manufacturer has identified the instrument bandpass as previously mentioned.

The instructions given in ASTM E308-06 shall be followed with regard to the summation of the tabulated values below 400 nm or above 700 nm if the measurement data do not cover the full extent of the tables.

If data are from an instrument with a triangular lineshape operating with a bandpass-width of 5 nm, this 5-nm data shall be convolved with a 10-nm or 20-nm triangular bandpass function to give data at 10-nm or 20-nm, respectively. If data from an instrument operating with a bandpass-width of 10 nm are to be presented and used at 20 nm intervals, the 10 nm data shall not be converted merely by taking the 10 nm data at 20 nm intervals. If the original data are from an instrument with a triangular lineshape, the convolved data should preferably be calculated using a 3-point equation

$$R_{20}(\lambda_i) = \frac{1}{4} R_{10}(\lambda_i - \Delta\lambda) + \frac{1}{2} R_{10}(\lambda_i) + \frac{1}{4} R_{10}(\lambda_i + \Delta\lambda) \quad (\text{A.1})$$

where $\Delta\lambda = 10 \text{ nm}$.

It should be noted that such a computation may still be only approximate. This is presented as a guideline to the procedure which is preferred but it should not be interpreted as a recommendation within the scope of this National Standard.

NOTE If data are from an instrument that does not have a triangular lineshape, then a 3-point convolution equation is not necessarily a good choice. For example, for data from an instrument using a two-monochromator method for the measurement of fluorescent IR2 standards, the instrument lineshape is nearly Gaussian and a 5-point equation may give better inter-instrument agreement.

A.5 UV-adjustment

For the measurement of materials containing fluorescent whitening agents, some means of setting the spectral power distribution of the incident radiation upon the test piece is required. The incident radiation must be set to a specified UV-content within the spectral range defined by the CIE. There must be a means to maintain this level or of mathematically simulating such a power distribution.

¹⁾ Reprinted, with permission, from E 308-06 Standard Practice for Computing the Colors of Objects by Using the CIE System, copyright ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428. A copy of the complete standard may be obtained from ASTM (www.astm.org).

Untuk tujuan ini, filter yang memiliki pemotong sebagian puncak pada panjang gelombang 395 nm harus digunakan atau prosedur ekuivalen yang memiliki dampak yang sama harus digunakan. Jika filter dapat digerakkan, itu harus dipasang pada perangkat yang memungkinkan posisinya untuk diidentifikasi dan dipelihara, dan dapat direproduksi ulang.

CATATAN Distribusi daya *spectral* relatif dari *illuminant* C, D50, dan D65 CIE ditentukan hanya untuk panjang gelombang lebih dari 300 nm.

A.6 Penghapusan fluoresensi

Untuk pengukuran faktor-faktor radians dengan efek fluoresensi dihilangkan, instrumen harus dilengkapi dengan filter pemotong yang tajam yang memiliki transmisi tidak melebihi 5 % pada dan di bawah panjang gelombang 410 nm dan melebihi 50 % pada panjang gelombang 420 nm (yaitu pemotong sebagian puncak panjang gelombang 420 nm), atau harus menggunakan prosedur yang setara.

Filter pemutus harus memiliki karakteristik sedemikian rupa sehingga nilai faktor radians reliabel diperoleh pada 420 nm. Nilai ini harus diulangi pada semua panjang gelombang yang lebih rendah untuk menyediakan data yang memadai untuk penghitungan kolorimetri, asalkan Standar Internasional untuk kuantitas yang bersangkutan tidak mencakup petunjuk lain.

CATATAN Prosedur ini ekuivalen dengan instruksi ASTM E308–06 untuk menambahkan fungsi pembobotan jika data untuk panjang gelombang tertentu hilang.

Pembuat instrumen harus menyadari kebutuhan untuk menyediakan sarana untuk mempertahankan setidaknya tiga situasi kalibrasi yang dapat dipertukarkan dan diakses dengan mudah, UV (D65) yang sesuai dengan standar *illuminant* D65 CIE, UV(C) yang sesuai dengan *illuminant* C CIE, dan UVex(420) sesuai dengan situasi yang dihilangkan fluoresensi (*cut-off* 420 nm).

For this purpose, a filter having a half-peak cut-off wavelength of 395 nm shall be used or an equivalent procedure having the same impact shall be employed. If the filter is movable, it shall be mounted in a device which permits its position to be identified and maintained, and reproducibly reset.

NOTE The relative spectral power distributions of the CIE illuminants C, D50, and D65 are defined only for wavelengths longer than 300 nm.

A.6 Fluorescence elimination

For the measurement of radiance factors with the fluorescence effect eliminated, the instrument shall be equipped with a sharp cut-off UV-absorbing filter having a transmittance not exceeding 5 % at and below a wavelength of 410 nm and exceeding 50 % at a wavelength of 420 nm (i.e. a half-peak cut-off wavelength of 420 nm), or shall employ an equivalent procedure.

The cut-off filter shall have characteristics such that a reliable radiance factor value is obtained at 420 nm. This value shall be repeated at all lower wavelengths to provide adequate data for the colorimetric computations, provided that the International Standard for the quantity concerned does not include other instructions.

NOTE This procedure is equivalent to the ASTM E308–06 instruction to add the weighting functions if data for certain wavelengths are missing.

Instrument makers should recognize the need to provide the means to maintain at least three interchangeable and easily accessible calibrated situations, UV(D65) corresponding to the CIE standard illuminant D65, UV(C) corresponding to the CIE illuminant C, and UVex(420) corresponding to a fluorescence-eliminated (420 nm cut-off) situation.

Lampiran B (normatif)

Servis kalibrasi - Kalibrasi fotometri

Dalam Standar Nasional ini, urutan standar acuan bukan-fluoresen dari tiga tingkat yang berbeda disebutkan, standar acuan terakhir (standar acuan internasional tingkat 1) menjadi "*diffuser* pemantulan sempurna". Penggunaan *diffuser* pemantulan sempurna sebagai acuan akhir sepenuhnya sesuai dengan rekomendasi yang dibuat oleh otoritas utama pada sifat-sifat optik, *Commission Internationale de l'Éclairage* (CIE), pada tahun 1969.

Untuk mengizinkan instrumen kerja menghubungkan pengukuran faktor radiansnya dengan standar acuan akhir ini, prosedur berikut ditetapkan.

B.1 Struktur servis kalibrasi

Prosedur kalibrasi ini melibatkan dua tahap untuk alasan mendasar. Laboratorium yang melakukan standardisasi menyediakan standar transfer level 2 dengan nilai faktor radians yang ditetapkan secara langsung dapat dilacak ke *diffuser* pemantulan sempurna. Laboratorium terotorisasi menggunakan standar transfer ini dan, dengan bantuan instrumen acuan yang sesuai dengan Standar Nasional ini, memediasi ke laboratorium industri standar acuan level 3 dengan nilai faktor radians yang ditetapkan yang dapat dilacak ke *diffuser* pemantulan sempurna melalui instrumen yang memiliki karakteristik geometrik yang ditentukan. Kalibrasi di laboratorium industri dengan standar transfer level 2 tidak sesuai dengan standar ini.

B.2 Laboratorium yang melakukan standardisasi

Laboratorium tertentu yang dilengkapi untuk pengukuran faktor radians absolut ditunjuk sebagai "laboratorium yang melakukan standardisasi" sesuai dengan ketentuan ISO 4094. Laboratorium yang melakukan standardisasi mengeluarkan standar acuan internasional level 2 (IR2) ke laboratorium terotorisasi.

Laboratorium yang melakukan standardisasi diharuskan untuk menukar standar acuan level 2 dengan interval tidak lebih dari lima tahun, sehingga tingkat kesepakatan antara pengukuran mereka dipantau dan dipertahankan.

B.3 Laboratorium terotorisasi

Laboratorium yang memiliki kompetensi teknis yang diperlukan dan memelihara instrumen acuan yang memiliki karakteristik yang ditentukan dalam Lampiran A Standar Nasional ini ditunjuk sebagai "laboratorium terotorisasi" sesuai dengan ketentuan ISO 4094. Setiap laboratorium terotorisasi memiliki instrumen yang sesuai dengan persyaratan Lampiran A sebagai instrumen acuan yang dikalibrasi menggunakan standar acuan level 2. Laboratorium terotorisasi kemudian menerbitkan standar acuan internasional level 3 (IR3) atas permintaan laboratorium industri yang menggunakan IR3 untuk keperluan kalibrasi instrumen dan standar kerja mereka secara berkala.

Annex B
(normative)

Calibration service — Photometric calibration

In this National Standard, a sequence of non-fluorescent reference standards of three different levels is mentioned, the ultimate reference standard (the international reference standard of level 1) being the “perfect reflecting diffuser”. The use of the perfect reflecting diffuser as ultimate reference is in full agreement with a recommendation made by the prime authority on optical properties, the Commission Internationale de l’Éclairage (CIE), in 1969.

To permit working instruments to relate their radiance factor measurements to this ultimate reference standard, the following procedure is specified.

B.1 Structure of the service

This calibration procedure involves two stages for fundamental reasons. The standardizing laboratory provides a transfer standard of level 2 with assigned radiance factor values directly traceable to the perfect reflecting diffuser. The authorized laboratories take this transfer standard and, with the help of a reference instrument conforming to this National Standard, mediate to industrial laboratories a reference standard of level 3 with assigned radiance factor values which are traceable to the perfect reflecting diffuser through an instrument having the prescribed geometric characteristics. Calibration at the industrial laboratory level with a transfer standard of level 2 is not in accordance with this standard.

B.2 Standardizing laboratories

Certain laboratories equipped for absolute radiance factor measurements are appointed as “standardizing laboratories” in accordance with the provisions of ISO 4094. The standardizing laboratories issue international reference standards of level 2 (IR2) to the authorized laboratories.

The standardizing laboratories are required to exchange reference standards of level 2 at intervals of no longer than five years, so that the level of agreement between their measurements is monitored and maintained.

B.3 Authorized laboratories

Laboratories having the necessary technical competence and maintaining reference instruments having the characteristics specified in Annex A of this National Standard are appointed as “authorized laboratories” in accordance with the provisions of ISO 4094. Each authorized laboratory maintains an instrument conforming to the requirements of Annex A as a reference instrument which is calibrated using a reference standard of level 2. The authorized laboratories then issue international reference standards of level 3 (IR3) on request to industrial laboratories which use the IR3 for the purpose of calibrating their instruments and working standards periodically.

Laboratorium terotorisasi diharuskan untuk mengganti standar acuan level 3 dengan interval tidak lebih dari dua tahun. Diharapkan bahwa prosedur ini akan mencapai akurasi yang disarankan dalam klausul "Pernyataan hasil" dalam Standar Internasional yang berhubungan dengan penentuan karakteristik optik tertentu.

B.4 IR3 Standar bukan-fluoresen

Standar acuan bukan-fluoresen IR3 harus memiliki sifat-sifat berikut:

- jika dirawat dengan benar, faktor-faktor pantulannya tidak akan berubah, dalam keakuratan instrumen, selama periode waktu yang wajar;
- harus bersih, tidak tembus cahaya, dan seragam dalam faktor pemantulan;
- harus rata dan memiliki permukaan halus yang tidak mengkilap;
- harus bebas dari fluoresensi.

B.5 Penetapan nilai kalibrasi ke IR3

Untuk kalibrasi spektrofotometer ringkas, laboratorium terotorisasi harus menyediakan standar acuan yang memiliki faktor-faktor pantulan yang diperoleh dengan pengukuran langsung IR3 dalam instrumen acuan yang dikalibrasi.

Untuk kalibrasi kolorimeter tiga filter, laboratorium terotorisasi harus menyediakan standar acuan yang telah menetapkan nilai R_x , R_y dan R_z . Ini harus dihitung untuk kondisi *illuminant*/pengamat C/2 ° sebagai berikut (ISO/TR 10688):

$$\begin{aligned} R_x &= (X - 0,167\,07\,Z)/78,321 \\ R_y &= Y/100 \\ R_z &= Z/118,232 \end{aligned} \tag{B.1}$$

keterangan X , Y dan Z adalah nilai tristimulus, dihitung menurut A.4.

Jika standar acuan diperlukan untuk kalibrasi kolorimeter tiga filter untuk pengukuran di bawah kondisi *illuminant*/pengamat D65/10°, nilai $R_{x,10}$, $R_{y,10}$ dan $R_{z,10}$ yang ditetapkan harus dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} R_{x,10} &= (X_{10} - 0,167\,47\,Z_{10})/76,841 \\ R_{y,10} &= Y_{10}/100 \\ R_{z,10} &= Z_{10}/107,304 \end{aligned} \tag{B.2}$$

keterangan X_{10} , Y_{10} dan Z_{10} adalah nilai tristimulus D65/10°, dihitung menurut A.4.

The authorized laboratories are required to exchange reference standards of level 3 at intervals of no longer than two years. It is expected that this procedure will achieve those accuracies which are suggested in the "Expression of results" clause in the International Standards dealing with the determination of specific optical characteristics.

B.4 IR3 Non-fluorescent standards

The IR3 non-fluorescent reference standards shall have the following properties:

- a) when properly cared for, their reflectance factors shall not change, within the accuracy of the instrument, over a reasonable period of time;
- b) they shall be clean, opaque, and uniform in reflectance factor;
- c) they shall be flat and shall have a smooth matte surface;
- d) they shall be free from fluorescence.

B.5 Assignment of calibration values to IR3s

For the calibration of abridged spectrophotometers, the authorized laboratory shall provide reference standards having assigned reflectance factors obtained by direct measurement of the IR3 in the calibrated reference instrument.

For the calibration of three-filter colorimeters, the authorized laboratory shall provide reference standards having assigned R_x , R_y and R_z values. These shall be calculated for C/2° illuminant/observer conditions as follows (ISO/TR 10688):

$$\begin{aligned} R_x &= (X - 0,167\ 07\ Z)/78,321 \\ R_y &= Y/100 \\ R_z &= Z/118,232 \end{aligned} \tag{B.1}$$

where X , Y and Z are the tristimulus values, calculated according to A.4.

If a reference standard is required for the calibration of a three-filter colorimeter for measurement under D65/10° illuminant/observer conditions, the assigned $R_{x,10}$, $R_{y,10}$ and $R_{z,10}$ values shall be calculated as follows:

$$\begin{aligned} R_{x,10} &= (X_{10} - 0,167\ 47\ Z_{10})/76,841 \\ R_{y,10} &= Y_{10}/100 \\ R_{z,10} &= Z_{10}/107,304 \end{aligned} \tag{B.2}$$

where X_{10} , Y_{10} and Z_{10} are the D65/10° tristimulus values, calculated according to A.4.

Lampiran C (normatif)

Servis kalibrasi – pengaturan UV

Untuk pengukuran bahan fluoresen, standar acuan fluoresen khusus diperlukan untuk memungkinkan kandungan UV relatif dalam iluminasi yang jatuh pada contoh uji untuk disesuaikan agar sesuai dengan *illuminant* yang ditentukan.

Untuk memungkinkan ini dilakukan, prosedur berikut dibuat.

C.1 Laboratorium yang melakukan standardisasi

Laboratorium atau laboratorium yang dilengkapi untuk melakukan pengukuran spektrofotometri primer dengan menggunakan metode dua monokromator ditunjuk sebagai “laboratorium yang melakukan standardisasi” sesuai dengan ketentuan ISO 4094. Laboratorium ini menerbitkan standar acuan internasional fluoresen level 2 (IR2) ke laboratorium terotorisasi. Standar acuan tersebut harus diberi data faktor radians total *spectral* untuk *illuminant* yang diperlukan.

C.2 Laboratorium terotorisasi

C.2.1 Laboratorium yang memiliki kompetensi teknis yang diperlukan dan memelihara instrumen acuan yang memiliki karakteristik yang ditentukan dalam Lampiran A Standar Nasional ini ditunjuk sebagai “laboratorium terotorisasi” sesuai dengan ketentuan ISO 4094.

CATATAN Diantisipasi bahwa laboratorium terotorisasi ini akan sama dengan yang diotorisasi sesuai dengan Lampiran B Standar Nasional ini, tetapi laboratorium yang melakukan standardisasi tidak harus sama dengan yang ditunjuk menurut Lampiran B karena peralatan yang berbeda diperlukan.

C.2.2 Laboratorium terotorisasi harus melakukan penyesuaian yang diperlukan untuk mengoreksi perbedaan tingkat fotometri dasar antara instrumen di laboratorium yang melakukan standardisasi dan tingkat fotometri yang ditetapkan di laboratorium terotorisasi dengan prosedur yang dijelaskan dalam Lampiran B, sebelum menghitung nilai sifat yang sesuai. Untuk IR2 dan menggunakan nilai ini untuk menyesuaikan konten UV dari instrumen acuan. Perhitungan harus dilakukan dengan menggunakan data 10 nm dan fungsi pembobotan yang diberikan dalam ASTM E308-06.

CATATAN Nilai sifat yang diperlukan tergantung pada jenis pengaturan UV yang dilakukan, yaitu apakah pengaturan tersebut untuk menyesuaikan dengan *illuminant* C CIE atau ke *illuminant* D65 CIE. Rincian persisnya diberikan dalam Standar Internasional yang relevan.

C.2.3 Laboratorium terotorisasi harus mengambil langkah-langkah untuk memastikan bahwa efek arah pada IR2 yang dapat mempengaruhi pengukuran di laboratorium yang melakukan standardisasi diakui dan diperhitungkan saat menentukan nilai yang akan digunakan saat mentransfer kalibrasi ini ke instrumen yang memberikan iluminasi baur.

C.2.4 Laboratorium terotorisasi harus menyiapkan standar acuan internasional tingkat 3 (IR3) dan harus memasoknya ke laboratorium industri untuk penyesuaian tingkat UV dalam instrumen mereka.

Annex C
(normative)

Calibration service — UV-adjustment

For the measurement of fluorescent materials, special fluorescent reference standards are required to enable the relative UV-content in the illumination falling on the test piece to be adjusted to conform to the specified illuminant.

To enable this to be done, the following procedure is established.

C.1 Standardizing laboratories

A laboratory or laboratories equipped to make primary spectrofluorimetric measurements using the two-monochromator method are appointed as “standardizing laboratories” in accordance with the provisions of ISO 4094. This laboratory issues fluorescent international reference standards of level 2 (IR2) to the authorized laboratories. Such reference standards shall be assigned spectral total radiance factor data for the required illuminant.

C.2 Authorized laboratories

C.2.1 Laboratories having the necessary technical competence and maintaining reference instruments having the characteristics specified in Annex A of this National Standard are appointed as “authorized laboratories” in accordance with the provisions of ISO 4094.

NOTE It is anticipated that these authorized laboratories will be the same as those authorized in accordance with Annex B of this National Standard, but the standardizing laboratories will not necessarily be the same as those appointed according to Annex B since different equipment is required.

C.2.2 The authorized laboratory shall make any necessary adjustment to correct for differences in the basic photometric level between the instrument at the standardizing laboratory and the photometric level established at the authorized laboratory by the procedure described in Annex B, before calculating the appropriate property value for the IR2 and using this value to adjust the UV-content of the reference instrument. The calculations shall be carried out using 10 nm data and the weighting functions given in ASTM E308-06.

NOTE The property value required depends on the type of UV-adjustment being made, i.e. whether the adjustment is to conform to the CIE illuminant C or to the CIE illuminant D65. The exact details are given in the relevant International Standard.

C.2.3 The authorized laboratory shall take steps to ensure that directional effects in the IR2 which may affect the measurements at the standardizing laboratory are recognized and taken into account when determining the value to be used when transferring this calibration to an instrument providing diffuse illumination.

C.2.4 The authorized laboratories shall prepare International reference standards of level 3 (IR3) and shall supply these to industrial laboratories for the adjustment of the UV-level in their instruments.

C.2.5 Laboratorium terotorisasi diharuskan untuk mengganti standar acuan level 3 dengan interval tidak lebih dari dua tahun, sehingga tingkat kesepakatan antara pengukuran mereka dipantau dan dipertahankan.

C.3 Standar acuan fluoresen IR3

C.3.1 Standar acuan fluoresen IR3 harus terdiri dari kertas putih yang seragam dalam faktor radians dan waktu simpan yang cukup untuk memberikan stabilitas optik pada kertas selama 4-6 bulan tanpa kerusakan lebih besar dari yang diizinkan oleh Standar Internasional yang relevan.

C.3.2 Standar harus disiapkan dalam bentuk tumpukan kertas yang tidak tembus cahaya dan harus memiliki permukaan halus yang tidak mengkilap. Tumpukan kertas harus ditutup dengan penutup pelindung yang sesuai. Standar acuan fluoresen harus dikeluarkan oleh laboratorium terotorisasi (AL) dengan nilai kalibrasi yang ditetapkan yang sesuai dengan kuantitas optik Standar Internasional yang relevan.

CATATAN Tablet dan keramik fluoresen merupakan standar kerja lokal yang sesuai tetapi telah terbukti tidak sesuai untuk digunakan sebagai standar transfer untuk prosedur ini yang khusus untuk kertas putih.

C.2.5 The authorized laboratories are required to exchange reference standards of level 3 at intervals of no longer than two years, so that the level of agreement between their measurements is monitored and maintained.

C.3 IR3 fluorescent reference standards

C.3.1 The IR3 fluorescent reference standards shall consist of white paper uniform in radiance factor and aged for a sufficient time to give the paper an optical stability of 4-6 months without any deterioration greater than that permitted by the relevant International Standard.

C.3.2 The standards shall be prepared in the form of opaque pads and shall have a smooth non-glossy surface. The pad shall be covered with a suitable protective cover. The fluorescent reference standards shall be issued by an AL with assigned calibration values that correspond to the optical quantities of the relevant International Standard.

NOTE Fluorescent tablets and tiles are suitable local working standards but they have been shown not to be suitable for use as transfer standards for this procedure which is specific for white papers.

Lampiran D (informatif)

Ketidakpastian pengukuran

D.1 Umum

Penyajian hasil pengukuran atau pengujian tidak dianggap lengkap kecuali jika hasil numerik disertai pernyataan ketidakpastian yang terkait dengan hasil tersebut. Ini sangat penting sehubungan dengan sertifikasi atau akreditasi ISO di bawah ketentuan, misalnya ISO/EC 17025, artinya perlu dipertimbangkan secara cermat apa yang dimaksud dengan "ketidakpastian" dan informasi apa yang diperlukan untuk perhitungan pernyataan ketidakpastian.

Jika diinginkan untuk menyatakan ketidakpastian pengukuran dari nilai faktor pemantulan dalam kaitannya dengan *diffuser* pemantulan sempurna, maka perlu untuk menghitung efek kumulatif dari ketidakpastian yang terkait dengan setiap tahap dalam prosedur kalibrasi dan pengukuran, dimulai dari pernyataan ketidakpastian yang diberikan oleh laboratorium yang melakukan standardisasi. Namun informasi ini jarang diperlukan.

Tujuan utama dari Standar Nasional ini adalah untuk meminimalkan perbedaan antara hasil pengukuran yang dilakukan di laboratorium industri yang berbeda dengan

- a) memberikan spesifikasi yang kaku dari karakteristik geometri dan optik dari instrumen yang akan digunakan, dan
- b) menentukan rutinitas untuk kalibrasi instrumen tersebut.

Implisit dalam Standar Nasional ini bahwa kebutuhan utama industri pulp dan kertas adalah untuk prosedur yang tidak memberikan akurasi terbesar tetapi kesepakatan antar laboratorium terbaik, yaitu presisi terbaik.

Untuk mencapai kesepakatan tersebut, sejumlah laboratorium terotorisasi telah ditunjuk untuk memelihara instrumen acuan yang ditunjuk sesuai dengan persyaratan standar ini dan dikalibrasi dengan ketertelusuran ke *diffuser* pemantulan sempurna dengan transfer dari salah satu laboratorium yang melakukan standardisasi yang ditunjuk. Spesifikasi bahwa pengukuran sesuai dengan Standar Nasional ini memerlukan kalibrasi dengan IR3 yang disediakan oleh laboratorium terotorisasi tersebut berarti bahwa laboratorium industri secara *de facto* terutama berkaitan dengan penilaian ketidakpastian pengukuran dalam kaitannya dengan tingkat yang disediakan oleh laboratorium terotorisasi dapat dilacak, dengan mempertimbangkan tingkat kesepakatan antara laboratorium terotorisasi yang berbeda.

D.2 Ukuran ketidakpastian

Ketidakpastian yang terkait dengan hasil bukanlah konsep sederhana yang tidak ambigu. Istilah "ketidakpastian" dapat berarti berbeda bagi orang yang berbeda dalam keadaan yang berbeda. Di antara berbagai jenis ketidakpastian yang dapat didefinisikan, pertimbangan manfaat berikut ini:

- a) ketidakpastian yang terkait dengan fakta bahwa bahan uji bervariasi dalam dirinya sendiri, yang dinyatakan dengan mengacu pada simpangan baku pengukuran dalam suatu pengujian dan interval kepercayaan yang terkait dengan rata-rata

Annex D
(informative)

Measurement uncertainty

D.1 General

The presentation of the result of a measurement or test is not considered to be complete unless the numerical result is accompanied by a statement of the uncertainty associated with the result. This is particularly important in connection with ISO certification or accreditation under the terms of, e.g. ISO/IEC 17025, and this means that it is necessary to consider carefully what is meant by “uncertainty” and what information is required for the calculation of a statement of uncertainty.

If it is desired to state a measurement uncertainty of a reflectance factor value in relation to the perfect reflecting diffuser, it is necessary to calculate the cumulative effect of the uncertainties associated with each stage in the calibration and measurement procedure, starting from the declared uncertainty given by the standardizing laboratory. This information is however seldom required.

A major purpose of this National Standard is to reduce to a minimum the differences between the results of measurements made in different industrial laboratories by

- a) providing a rigid specification of the geometrical and optical characteristics of the instrument to be used, and
- b) specifying a routine for the calibration of such instruments.

It is implicit throughout this National Standard that the major need of the pulp and paper industry is for a procedure which gives not the greatest accuracy but the best possible inter-laboratory agreement, i.e. the best possible precision.

To achieve such an agreement, a number of authorized laboratories have been appointed to maintain designated reference instruments conforming to the requirements of this standard and calibrated with traceability to the perfect reflecting diffuser by transfer from one of the appointed standardizing laboratories. The specification that measurement in accordance with this National Standard requires calibration with an IR3 provided by such an authorized laboratory means that an industrial laboratory is de facto primarily concerned with an assessment of its measurement uncertainty in relation to the level provided by the authorized laboratory to which it is traceable, taking into consideration the level of agreement between the different authorized laboratories.

D.2 Measures of uncertainty

The uncertainty associated with a result is not a simple unambiguous concept. The term “uncertainty” may mean different things to different people in different circumstances. Among the different types of uncertainty which it is possible to define, the following merit consideration:

- a) the uncertainty associated with the fact that the test material varies within itself, which is expressed with reference to the standard deviation of the measurements within a test and the confidence interval associated with the mean;

- b) ketidakpastian yang terkait dengan stabilitas perangkat pengukur dan kondisi pengujian, yang biasanya dinyatakan dengan mengacu pada *repeatability*;
- c) ketidakpastian yang terkait dengan fakta bahwa laboratorium lain dengan instrumen berbeda diharapkan memberikan hasil yang berbeda, yang dinyatakan dengan mengacu pada *reproducibility*;
- d) ketidakpastian yang terkait dengan kemungkinan deviasi dari nilai yang dilaporkan dari nilai sebenarnya, yang biasanya dinyatakan dengan mengacu pada keakuratan atau kebenaran metode tersebut.

Ketidakpastian a), b) dan c) adalah semua ukuran ketepatan metode.

D.3 Nilai acuan yang diterima

Dalam setiap kasus, ketidakpastian dinyatakan dalam kaitannya dengan nilai acuan fisik atau hipotesis tertentu yang diterima sebagai dapat diterapkan pada keadaan tertentu yang berlaku.

ISO 5725-1 mendefinisikan dan memberikan contoh konsep nilai acuan yang diterima, sebagai berikut:

nilai acuan yang diterima: nilai yang berfungsi sebagai acuan yang disepakati untuk perbandingan, dan yang diturunkan sebagai:

- a) nilai teoritis atau nilai yang ditetapkan, berdasarkan prinsip-prinsip ilmiah;
- b) nilai yang diberikan atau disertifikasi, berdasarkan karya eksperimental dari beberapa organisasi nasional atau internasional;
- c) nilai konsensus atau bersertifikat, berdasarkan karya eksperimental kolaboratif di bawah naungan kelompok ilmiah atau teknik;
- d) ketika a), b) dan c) tidak tersedia, ekspektasi kuantitas (terukur), yaitu rata-rata populasi pengukuran tertentu.

Penting untuk disadari bahwa dalam transaksi antar laboratorium, nilai acuan yang diterima belum tentu merupakan *diffuser* pemantulan sempurna. Ini lebih mungkin merupakan tingkat yang didefinisikan dalam kaitannya dengan tingkat rata-rata yang terkait dengan IR3 yang didistribusikan oleh laboratorium terotorisasi atau dalam kaitannya dengan rata-rata dari beberapa populasi pengukuran tertentu lainnya.

D.4 Peran laboratorium terotorisasi

Servis kalibrasi optik yang dijelaskan dalam Lampiran B Standar Nasional ini didasarkan pada konsep *diffuser* pemantulan sempurna sebagai standar absolut primer, terkait dengan fenomena alam. Laboratorium yang melakukan standardisasi (SL) memberikan IR2 sebagai nilai pantulan yang ditetapkan dan menyatakan ketidakpastian berdasarkan kombinasi kesalahan metrologi yang diperkirakan. Jika laboratorium terotorisasi (AL) diakreditasi sesuai dengan ISO/IEC 17025, wajib memberikan pernyataan ketidakpastian terkait dengan kuantitas fisik yang dilaporkan, dan ketidakpastian ini harus mencakup ketidakpastian data IR2 dan ketidakpastian yang terkait dengan prosedur transfer.

- b) the uncertainty associated with the stability of the measurement device and test conditions, which is usually expressed with reference to the repeatability;
- c) the uncertainty associated with the fact that another laboratory with a different instrument would be expected to give a different result, which is expressed with reference to the reproducibility;
- d) the uncertainty associated with the probable deviation of the reported value from the true value, which is usually expressed with reference to the accuracy or trueness of the method.

The uncertainties a), b) and c) are all measures of the precision of the method.

D.3 Accepted reference value

In each case, the uncertainty is expressed in relation to the particular physical or hypothetical reference value that is accepted as being applicable to the particular circumstances which apply.

ISO 5725-1 defines and exemplifies the concept of the accepted reference value, as follows:

accepted reference value: value that serves as an agreed-upon reference for comparison, and which is derived as:

- a) a theoretical or established value, based on scientific principles;
- b) an assigned or certified value, based on experimental work of some national or international organization;
- c) a consensus or certified value, based on collaborative experimental work under the auspices of a scientific or engineering group;
- d) when a), b) and c) are not available, the expectation of the (measurable) quantity, i.e. the mean of a specified population of measurements.

It may be important to realize that in inter-laboratory transactions, the accepted reference value is not necessarily the perfect reflecting diffuser. It is more probably a level defined in relation to the mean level associated with the IR3's distributed by the authorized laboratories or in relation to the mean of some other specified population of measurements.

D.4 Role of the authorized laboratory

The optical calibration service described in Annex B of this National Standard is based on the concept of the perfect reflecting diffuser as the primary absolute standard, related to natural phenomena. A standardizing laboratory (SL) provides IR2s with assigned reflectance values and declares an uncertainty based on the combination of its estimated metrological errors. If an authorized laboratory (AL) is accredited in accordance with ISO/IEC 17025, it is obliged to give an uncertainty statement relating to the physical quantity reported, and this uncertainty shall include the uncertainty of the IR2 data and the uncertainty associated with the transfer procedure.

Servis kalibrasi optik yang dijelaskan dalam Lampiran B berupaya membangun sistem yang tidak hanya mentransfer data absolut tetapi juga memberikan potensi untuk mencapai tingkat presisi dan *reproducibility* di antara laboratorium pabrik yang lebih baik daripada ketidakpastian SL.

Pengalaman menunjukkan bahwa tingkat nilai yang ditetapkan oleh SL sangat stabil, dan menunjukkan variasi dengan waktu yang urutan besarnya kurang dari ketidakpastian yang dilaporkan dalam pengukuran. Dengan kata lain, pernyataan ketidakpastian adalah perkiraan dari kemungkinan kesalahan sistematis yang tidak diketahui dan sama sekali bukan merupakan indikasi variabilitas yang tidak terkendali dalam pengukuran.

Pengalaman juga menunjukkan bahwa sedikit perubahan pada tingkat data yang disediakan oleh SL, dan pada gilirannya oleh AL, dapat menyebabkan masalah besar dalam industri pulp dan kertas, bahkan jika perubahan seperti itu masih dalam ketidakpastian pengukuran. Faktanya, industri pulp dan kertas mulai menganggap data yang diberikan kepada mereka oleh AL memiliki status absolut.

Ini berarti penting setiap AL tidak hanya melaporkan ketidakpastian total terkait dengan *diffuser* pemantulan sempurna, tetapi juga *reproducibility*-nya di dalam laboratorium. Selain itu, untuk memungkinkan setiap laboratorium industri untuk menilai ketidakpastiannya sendiri dalam hal penyimpangan antar-laboratorium industri yang diharapkan, penting bahwa AL secara kontinyu melaporkan hasil perbandingan antar laboratorium mereka dalam hal varian antara-AL. Kemudian dapat dimasukkan sebagai komponen dalam perhitungan ketidakpastian setiap laboratorium industri.

D.5 Perhitungan ketidakpastian oleh laboratorium industri

Model umum untuk pernyataan ketidakpastian adalah bahwa ketidakpastian yang diperluas, U , dinyatakan sebagai

$$U = \pm ks \quad (D.1)$$

dimana s adalah simpangan baku dan k adalah konstanta, biasanya sama dengan 2. Pada dasarnya adalah pernyataan bahwa, dengan peluang 95 %, nilai yang dilaporkan tidak diharapkan menyimpang lebih dari U dari nilai acuan yang diterima. Ini juga berarti bahwa dua pengukuran independen tidak diharapkan menyimpang dari satu sama lain dengan lebih dari $\sqrt{2}U$.

Jika ada beberapa sumber kesalahan independen tidak berkorelasi berbeda, simpangan baku s dihitung sebagai akar kuadrat tengah (*root mean square*) dari simpangan baku berbagai komponen independen.

Secara umum, ini berarti bahwa laboratorium industri yang, misalnya, ingin menghitung ketidakpastian yang terkait dengan nilai yang diberikannya pada suatu produk, harus mempertimbangkan komponen-komponen berikut ini:

- ketidakpastian standar IR3 yang disediakan oleh AL;
- ketidakpastian dalam mentransfer kalibrasi;
- ketidakpastian di dalam laboratorium terkait dengan *repeatability* dan stabilitas instrumen dan kalibrasinya dan *reproducibility* antara operator yang berbeda pada kesempatan yang berbeda;
- ketidakpastian yang terkait dengan prosedur pengambilan contoh;

The optical calibration service described in Annex B nevertheless seeks to establish a system which not only transfers absolute data but also provides a potential for achieving a degree of precision and reproducibility among mill laboratories which is better than the SL uncertainty.

Experience has shown that the level of the values assigned by an SL is extremely stable, and that it shows a variation with time that is an order of magnitude less than the reported uncertainty in the measurement. In other words, the statement of uncertainty is an estimate of an unknown possible systematic error and is not in any sense an indication of an uncontrolled variability in the measurement.

Experience has also shown that a slight change in the level of the data provided by an SL, and in turn by an AL, can lead to large problems within the pulp and paper industries, even if such a change is well within the stated uncertainty of the measurements. In fact, the pulp and paper industries have come to consider the data supplied to them by the AL as having an absolute status.

This means that it is important that each AL shall not only report the total uncertainty in relation to the perfect reflecting diffuser, but also its own within-laboratory reproducibility. In addition, in order to make it possible for each industrial laboratory to assess its own uncertainty in terms of the expected between-industrial laboratory deviations, it is important that the AL's continually report the results of their inter-laboratory comparisons in terms of the between-AL variance. This can then be introduced as a component in each industrial laboratory's uncertainty calculation.

D.5 The calculation of uncertainties by industrial laboratories

The general model for an uncertainty statement is that the expanded uncertainty, U , is expressed as

$$U = \pm ks \quad (D.1)$$

where s is a standard deviation and k is a constant, usually equal to 2. This is essentially a statement that, with 95 % probability, the reported value is not expected to deviate by more than U from the accepted reference value. It also means that two independent measurements are not expected to deviate from each other by more than $\sqrt{2}U$.

If there are several different uncorrelated independent sources of error, the standard deviation s is calculated as the root mean square sum of the standard deviations of the various independent components.

In general, this means that an industrial laboratory which, for example, wishes to calculate the uncertainty associated with the value which it assigns to a product, should consider the following components:

- a) the uncertainty of the IR3 standard provided by the AL;
- b) the uncertainty in transferring the calibration;
- c) the uncertainty within the laboratory associated with the repeatability and stability of the instrument and its calibration and the reproducibility between different operators on different occasions;
- d) the uncertainty associated with the sampling procedure;

- e) ketidakpastian yang terkait dengan variasi dalam contoh yang diuji;
- f) ketidakpastian karena kondisi laboratorium, dan kinerja instrumen, dll.

Lampiran ini tidak bertujuan untuk memberikan informasi tentang bagaimana komponen yang berbeda ini dapat dinilai melalui pengendalian internal, perbandingan antar laboratorium, dll.

D.6 Nilai faktor pantulan *spectral* dan parameter optik berbobot

Data kalibrasi dan data ketidakpastian yang disediakan oleh AL didasarkan pada nilai faktor pantulan *spectral*.

Namun, pabrik industri biasanya tidak menentukan kualitas produknya dalam kaitannya dengan data *spectral*. Lebih umum untuk menentukan nilai-nilai sifat seperti derajat cerah ISO atau derajat putih CIE yang merupakan rata-rata terboboti dari data *spectral*. Ini berarti bahwa mungkin sulit untuk memutuskan bagaimana menghitung ketidakpastian.

Faktanya, pengalaman menunjukkan bahwa, dalam serangkaian pengukuran pada satu contoh uji, pengulangan nilai tertimbang seperti nilai derajat cerah ISO atau nilai tristimulus $Y(C/2^\circ)$ biasanya sedikit lebih baik daripada *repeatability* dari nilai faktor pantulan *spectral* yang menjadi dasarnya. Variasi dalam nilai faktor pantulan individu pada panjang gelombang yang berbeda sampai batas tertentu tidak bergantung satu sama lain sehingga nilai pembobotan lebih stabil daripada komponennya.

Teknik matematika yang lebih maju dapat dikembangkan di masa depan untuk menghitung ketidakpastian, tetapi harus diingat bahwa dalam konteks perdagangan apa pun, penting bagi pembeli dan penjual untuk memahami dengan tepat apa yang dimaksud dengan pernyataan ketidakpastian, dan bahwa itu harus memungkinkan untuk baik pembeli maupun penjual untuk menyetujui jenis perhitungan yang akan digunakan.

- e) the uncertainty associated with variations within the sample tested;
- f) the uncertainty due to laboratory conditions, and the instrument performance, etc.

It is not the ambition of this annex to provide information as to how these different components can be assessed through internal controls, inter-laboratory comparisons, etc.

D.6 Spectral reflectance factor values and weighted optical parameters

The calibration data and uncertainty data provided by the ALs are based on spectral reflectance factor values.

An industrial mill does not, however, usually specify the quality of its products in terms of spectral data. It is more usual to specify the value of a property such as ISO brightness or CIE whiteness which is a weighted mean of the spectral data. This means that it may be difficult to decide how to calculate uncertainties.

In fact, experience shows that, in a series of measurements on a single test piece, the repeatability of a weighted value such as an ISO brightness value or a tristimulus $Y(C/2^\circ)$ value is usually slightly better than the repeatability of the spectral reflectance factor values on which it is based. The variations in the individual reflectance factor values at different wavelengths are to some extent independent of each other so that the weighted value is more stable than its components.

More advanced mathematical techniques may be developed in the future for calculating uncertainties, but it should be remembered that in any trade context, it is important that both buyer and seller understand exactly what is meant by the uncertainty statement, and that it should be possible for both buyer and seller to agree upon the type of calculation to be employed.

Lampiran E (informatif)

Radians dan pantulan

Dalam edisi Standar Nasional ini telah dipertimbangkan untuk memperkenalkan istilah faktor radians daripada faktor pantulan ke dalam judul, karena meningkatnya penggunaan bahan pemutih fluoresen dalam pembuatan kertas berarti bahwa pengukuran jarang terbatas pada pantulan.

Namun, radians dan pantulan tidak didefinisikan dengan cara yang sama. Radians didefinisikan sebagai energi yang dipancarkan dari luas satuan material dalam satuan sudut padat, sedangkan pantulan didefinisikan sebagai rasio energi yang dipantulkan dengan energi datang. Radians memiliki satuan $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$, sedangkan pantulannya tidak berdimensi.

Faktor radians dan faktor pantulan, bagaimanapun, didefinisikan dengan cara yang analog. Mereka didefinisikan sebagai rasio radiasi yang dipancarkan atau dipantulkan masing-masing dari bahan uji dengan yang dipantulkan oleh *diffuser* pemantulan sempurna di bawah kondisi iluminasi dan deteksi yang sama. Dari satu pengukuran, instrumen tidak dapat membedakan kedua faktor tersebut. Untuk alasan ini, simbol yang sama, R , digunakan di sini untuk kedua sifat.

Annex E
(informative)

Radiance and reflectance

In this edition of this National Standard it has been considered advisable to introduce the term radiance factor rather than reflectance factor into the title, because the increasing use of fluorescent whitening agents in papermaking means that the measurement is seldom limited to reflectance.

The radiance and the reflectance are not however defined in the same manner. The radiance is defined as the energy radiated from unit area of the material in a unit solid angle, whereas the reflectance is defined as the ratio of the reflected energy to the incident energy. The radiance has the units $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$, whereas the reflectance is dimensionless.

The radiance factor and the reflectance factor are, however, defined in an analogous manner. They are defined as the ratios of the radiation radiated or reflected respectively from the test material to that reflected by the perfect reflecting diffuser under the same conditions of illumination and detection. From a single measurement the instrument cannot distinguish between the two factors. For this reason, the same symbol, R , is here used for both f .

Bibliografi

- [1] ISO 186, *Paper and board — Sampling to determine average quality*
- [2] ISO 2470-1, *Paper, board and pulps — Measurement of diffuse blue reflectance factor — Part 1: Indoor daylight conditions (ISO brightness)*
- [3] ISO 2470-2, *Paper, board and pulps — Measurement of diffuse blue reflectance factor — Part 2: Outdoor daylight conditions (D65 brightness)*
- [4] ISO 2471, *Paper and board — Determination of opacity (paper backing) — Diffuse reflectance method*
- [5] ISO 5631-1, *Paper and board — Determination of colour by diffuse reflectance method — Part 1: Indoor daylight conditions (C/2 degrees)*
- [6] ISO 5631-2, *Paper and board — Determination of colour by diffuse reflectance method — Part 2: Outdoor daylight conditions (D65/10 degrees)*
- [7] ISO 5631-3, *Paper and board — Determination of colour by diffuse reflectance method — Part 3: Indoor illumination conditions (D50/2 degrees)*
- [8] ISO 9416, *Paper — Determination of light scattering and absorption coefficients (using Kubelka- Munk theory)*
- [9] ISO 11475, *Paper and board — Determination of CIE-whiteness, D65/10° (outdoor daylight)*
- [10] ISO 11476, *Paper and board — Determination of CIE-whiteness, C/2° (indoor illumination conditions)*
- [11] ISO 5725-1:1994, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 1: General principles and definitions*
- [12] ISO/IEC 17025:1999, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*
- [13] ISO/IEC Guide 98-3, *Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*
- [14] PUBLICATION C.I.E. 17.4, *International lighting vocabulary*. CIE, 1987
- [15] CIE 179:2007, *Methods for characterizing tristimulus colorimeters for measuring the colour of light*

Informasi pendukung terkait perumus standar

[1] Komtek perumus SNI

Komite Teknis 85-01 Teknologi Kertas

[2] Susunan keanggotaan Komtek perumus SNI

Ketua : Emil Satria
Sekretaris : Yasmita
Anggota : Rr. Citra Rapati
Andoyo Sugiharto
Heronimus Judi Tjahjono
Nina Elyani
Dede Ermawan
Susi Sugesty
Uu Wahyudin
Papua Yuniarto
Nurmayanti
Liana Bratasida
Tustus Sukarya

[3] Konseptor rancangan SNI

1. Sonny Kurnia Wirawan - Balai Besar Pulp dan Kertas
2. Krisma Yessi Sianturi - Badan Standardisasi Nasional

[4] Sekretariat pengelola Komtek perumus SNI

Pusat Perumusan, Penerapan dan Pemberlakuan Standardisasi Industri - Badan Standardisasi dan Kebijakan Jasa Industri - Kementerian Perindustrian