

## Nanoteknologi — Kosakata — Bagian 3: Objek nano karbon

### *Nanotechnologies — Vocabulary — Part 3: Carbon nano-objects*

(ISO/TS 80004-3:2020, IDT)

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



## Daftar isi

|  |     |
|--|-----|
| Daftar isi.....  | i   |
| Prakata.....   | ii  |
| Pendahuluan.....   | iii |
| 1 Ruang lingkup.....   | 2   |
| 2 Acuan normatif .....   | 2   |
| 3 Istilah dan definisi.....  | 2   |
| Lampiran A (informatif) Material karbon berskala nano terkait..... | 18  |
| Bibliografi .....  | 20  |
| Indeks .....   | 21  |

## Prakata

SNI ISO/TS 80004-3:2020, *Nanoteknologi — Kosakata — Bagian 3: Objek nano karbon*, merupakan standar revisi dari SNI ISO/TS 80004-3:2011 *Nanoteknologi - Kosakata - Bagian 3: Objek nano karbon*. Standar ini disusun dengan jalur adopsi tingkat keselarasan identik dari ISO/TS 80004-3:2020, *Nanotechnologies — Vocabulary — Part 3: Carbon nano-objects*, dengan metode adopsi terjemahan dua bahasa dan ditetapkan oleh BSN Tahun 202X.

Standar ini merupakan bagian dari seri ISO 80004, *Nanotechnologies — Vocabulary*, yang terdiri dari 9 (sembilan) bagian yaitu:

- *Part 1: Core vocabulary*
- *Part 3: Carbon nano-objects*
- *Part 5: Nano/bio interface*
- *Part 6: Nano-object characterization*
- *Part 7: Diagnostics and therapeutics for healthcare*
- *Part 8: Nanomanufacturing processes*
- *Part 9: Nano-enabled electrotechnical products and systems*
- *Part 12: Quantum phenomena in nanotechnology*
- *Part 13: Graphene and related two-dimensional (2D) materials*

Dalam Standar ini istilah “*this document*” pada standar SNI ISO/TS 80004-3:2020 yang diadopsi diganti dengan “*this Standard*” dan diterjemahkan menjadi “Standar ini”.

Penggunaan singkatan pada pasal istilah dan definisi pada standar ini tetap dituliskan sesuai istilah bahasa inggrisnya untuk kemudahan dalam penerapannya.

Standar ini disusun oleh Komite Teknis 07-03, Nanoteknologi. Standar ini telah dibahas melalui rapat teknis dan disepakati dalam rapat konsensus pada tanggal 14 Agustus 2024 di Tangerang Selatan yang dihadiri oleh para pemangku kepentingan (*stakeholder*) terkait, yaitu perwakilan dari pemerintah, pelaku usaha, konsumen, dan pakar.

Standar ini telah melalui tahap jajak pendapat pada tanggal 21 Agustus 2024 sampai dengan 4 September 2024, dengan hasil akhir disetujui menjadi SNI.

Apabila pengguna menemukan keraguan dalam Standar ini, maka disarankan untuk melihat standar aslinya yaitu ISO/TS 80004-3:2020, dan/atau dokumen terkait lain yang menyertainya.

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

## Pendahuluan

Dalam tiga dekade terakhir, berbagai bentuk baru material karbon berskala nano, termasuk fullerena (*fullerene*), grafena (*graphene*), dan tabung nano karbon, telah ditemukan, disintesis, dan dimanufaktur. Ini adalah material yang menjanjikan untuk banyak bidang industri yang terkait dengan nanoteknologi karena sifat elektronik, elektromagnetik, termal, optik, dan mekaniknya yang unik.

Dalam konteks meningkatnya pengetahuan ilmiah dan semakin banyaknya istilah teknis di bidang nanoteknologi (lihat Bibliografi), tujuan Standar ini adalah untuk mendefinisikan istilah dan konsep penting untuk objek nano karbon secara tepat dan konsisten, sementara memperjelas keterkaitannya, serta hubungannya, dengan istilah-istilah yang sebelumnya digunakan untuk material karbon konvensional.

Standar ini termasuk dalam kosakata multibagian yang mencakup berbagai aspek nanoteknologi. Sebagian besar definisi dalam Standar ini dengan sengaja ditentukan agar selaras dengan sistem hierarki yang rasional dari terminologi yang sedang dikembangkan untuk nanoteknologi, meskipun dalam beberapa kasus pendekatan hierarki perlu dikompromikan karena penggunaan istilah individual yang spesifik. ISO/TS 80004-13 selanjutnya melengkapi Standar ini dengan memberikan istilah dan definisi untuk grafena dan material dua dimensi (2D) terkait. Sebagian dari istilah-istilah ini hanya disebutkan di sini.

## **Introduction**

In the last three decades, various new forms of nanoscale carbon materials, including fullerenes, graphene and carbon nanotubes, have been discovered, synthesized and manufactured. These are promising materials for many industrial fields associated with nanotechnologies because of their unique electronic, electromagnetic, thermal, optical and mechanical properties.

In the context of increasing scientific knowledge and a growing number of technical terms in the field of nanotechnologies (see the Bibliography), the purpose of this standard is to define important terms and concepts for carbon nano-objects in a precise and consistent manner, while clarifying their interrelationship, as well as their relationship, to existing terms previously used for conventional carbon materials.

This standard belongs to a multi-part vocabulary covering the different aspects of nanotechnologies. Most of the definitions in this standard are deliberately determined so as to be in harmony with a rational hierarchical system of terminology under development for nanotechnologies, although in some cases the hierarchical approach needs to be compromised due to the specific usage of individual terms. ISO/TS 80004-13 further complements this standard by providing terms and definitions for graphene and related two-dimensional (2D) materials. A subset of these terms is only noted herein.

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

## Nanoteknologi — Kosakata — Bagian 3: Objek nano karbon

### 1 Ruang lingkup

Standar ini mendefinisikan istilah-istilah yang berkaitan dengan objek nano karbon di bidang nanoteknologi.

Hal ini dimaksudkan untuk memfasilitasi komunikasi antara riset dari organisasi dan individu, industri dan pihak berkepentingan lainnya serta pihak-pihak yang berinteraksi dengannya. Istilah dan definisi tambahan untuk material grafena dan material dua dimensi (2D) tersedia dalam ISO/TS 80004-13.

Material karbon berskala nano terkait diberikan dalam Lampiran A.

### 2 Acuan normatif

Tidak ada acuan normatif dalam Standar ini.

### 3 Istilah dan definisi

ISO dan IEC mengelola basis data yang bersifat terminologi untuk digunakan dalam standardisasi di alamat berikut ini:

- ISO *Online browsing platform*: tersedia di <http://www.iso.org/obp>
- IEC *Electropedia*: tersedia di <http://www.electropedia.org/>

#### 3.1 Istilah dasar yang digunakan dalam deskripsi objek nano karbon

##### 3.1.1

##### **skala nano**

rentang panjangnya berkisar antara 1 nm hingga 100 nm

Catatan 1 untuk entri: Sifat yang bukan merupakan ekstrapolasi dari ukuran yang lebih besar sebagian besar diperlihatkan dalam rentang panjang ini.

[SUMBER: ISO/TS 80004-1:2015, 2.1]

##### 3.1.2

##### **material nano**

material dengan dimensi eksternal berapa pun dalam *skala nano* (3.1.1) atau yang memiliki struktur internal atau struktur permukaan dalam skala nano

Catatan 1 untuk entri: Istilah umum ini mencakup *objek nano* (3.1.3) dan *material berstruktur nano* (3.1.4).

Catatan 2 untuk entri: Lihat juga “material nano yang direkayasa”, “material nano yang dimanufaktur” dan “material nano insidental”.

[SUMBER: ISO/TS 80004-1:2015, 2.4]



## Nanotechnologies — Vocabulary — Part 3: Carbon nano-objects

### 1 Scope

This standard defines terms related to carbon nano-objects in the field of nanotechnologies.

It is intended to facilitate communication between organizations' and individuals' research, industry and other interested parties and those who interact with them. Additional terms and definitions for graphene and two-dimensional materials (2D) materials are provided in ISO/TS 80004-13.

Related carbon nanoscale materials are given in Annex A.

### 2 Normative references

There are no normative references in this standard.

### 3 Terms and definitions

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- ISO Online browsing platform: available at <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>

#### 3.1 Basic terms used in the description of carbon nano-objects

##### 3.1.1

##### **nanoscale**

length range approximately from 1 nm to 100 nm

Note 1 to entry: Properties that are not extrapolations from a larger size are predominantly exhibited in this length range.

[SOURCE: ISO/TS 80004-1:2015, 2.1]

##### 3.1.2

##### **nanomaterial**

material with any external dimension in the *nanoscale* (3.1.1) or having internal structure or surface structure in the nanoscale

Note 1 to entry: This generic term is inclusive of *nano-object* (3.1.3) and *nanostructured material* (3.1.4).

Note 2 to entry: See also “engineered nanomaterial”, “manufactured nanomaterial” and “incidental nanomaterial”.

[SOURCE: ISO/TS 80004-1:2015, 2.4]

### **3.1.3**

#### **objek nano**

material diskret dengan satu, dua atau tiga dimensi eksternal dalam *skala nano* (3.1.1)

Catatan 1 untuk entri: Dimensi luar kedua dan ketiga ortogonal terhadap dimensi pertama dan terhadap satu sama lain.

[SUMBER: ISO/TS 80004-1:2015, 2.5]

### **3.1.4**

#### **material berstruktur nano**

material yang memiliki struktur nano internal atau struktur nano permukaan

Catatan 1 untuk entri: Definisi ini tidak mengecualikan kemungkinan objek nano (3.1.3) memiliki struktur internal atau struktur permukaan. Jika dimensi eksternal berada dalam skala nano (3.1.1), istilah “objek nano” direkomendasikan.

[SUMBER: ISO/TS 80004-1:2015, 2.7]

### **3.1.5**

#### **partikel nano**

*objek nano* (3.1.3) dengan semua dimensi eksternal dalam *skala nano* (3.1.1) dengan panjang sumbu terpanjang dan terpendek objek nano tidak berbeda secara signifikan

Catatan 1 untuk entri: Jika dimensinya berbeda secara signifikan (biasanya lebih dari tiga kali lipat), istilah seperti *serat nano* (3.1.7) atau *pelat nano* (3.1.6) mungkin lebih disarankan daripada istilah “partikel nano”.

[SUMBER: ISO/TS 80004-2:2015, 4.4]

### **3.1.6**

#### **pelat nano**

*objek nano* (3.1.3) dengan satu dimensi eksternal dalam *skala nano* (3.1.1) dan dua dimensi eksternal lainnya secara signifikan lebih besar

Catatan 1 untuk entri: Dimensi eksternal yang lebih besar belum tentu dalam skala nano.

Catatan 2 untuk entri: Lihat 3.1.3, Catatan 1 untuk entri. Dimensi eksternal terkecil adalah ketebalan pelat nano.

[SUMBER: ISO/TS 80004-2:2015, 4.6, diubah — Catatan 2 untuk entri telah diganti.]

### **3.1.7**

#### **serat nano**

*objek nano* (3.1.3) dengan dua dimensi eksternal dalam *skala nano* (3.1.1) dan dimensi ketiga secara signifikan lebih besar

Catatan 1 untuk entri: Dimensi eksternal terbesar belum tentu dalam skala nano.

Catatan 2 untuk entri: Istilah “fibril nano” dan “filamen nano” juga dapat digunakan.

Catatan 3 untuk entri: Lihat 3.1.3, Catatan 1 untuk entri. Objek nano dengan dua dimensi eksternal serupa dalam skala nano dan dimensi ketiga secara signifikan lebih besar.

[SUMBER: ISO/TS 80004-2:2015, 4.5, Catatan 3 untuk entri telah diganti.]

**3.1.3****nano-object**

discrete piece of material with one, two or three external dimensions in the *nanoscale* (3.1.1)

Note 1 to entry: The second and third external dimensions are orthogonal to the first dimension and to each other.

[SOURCE: ISO/TS 80004-1:2015, 2.5]

**3.1.4****nanostuctured material**

material having internal nanostructure or surface nanostructure

Note 1 to entry: This definition does not exclude the possibility for a *nano-object* (3.1.3) to have internal structure or surface structure. If external dimension(s) are in the *nanoscale* (3.1.1), the term “nano-object” is recommended.

[SOURCE: ISO/TS 80004-1:2015, 2.7]

**3.1.5****nanoparticle**

*nano-object* (3.1.3) with all external dimensions in the *nanoscale* (3.1.1) where the lengths of the longest and the shortest axes of the nano-object do not differ significantly

Note 1 to entry: If the dimensions differ significantly (typically by more than three times), terms such as *nanofibre* (3.1.7) or *nanoplate* (3.1.6) may be preferred to the term “nanoparticle”.

[SOURCE: ISO/TS 80004-2:2015, 4.4]

**3.1.6****nanoplate**

*nano-object* (3.1.3) with one external dimension in the *nanoscale* (3.1.1) and the other two external dimensions significantly larger

Note 1 to entry: The larger external dimensions are not necessarily in the nanoscale.

Note 2 to entry: See 3.1.3, Note 1 to entry. The smallest external dimension is the thickness of the nanoplate.

[SOURCE: ISO/TS 80004-2:2015, 4.6, modified —Note 2 to entry has been replaced.]

**3.1.7****nanofibre**

*nano-object* (3.1.3) with two external dimensions in the *nanoscale* (3.1.1) and the third dimension significantly larger

Note 1 to entry: The largest external dimension is not necessarily in the nanoscale.

Note 2 to entry: The terms “nanofibril” and “nanofilament” can also be used.

Note 3 to entry: See 3.1.3, Note 1 to entry. Nano-object with two similar external dimensions in the nanoscale and the third dimension significantly larger.

[SOURCE: ISO/TS 80004-2:2015, 4.5, Note 3 to entry has been replaced.]

**3.1.8**

**tabung nano**

*serat nano* (3.1.7) berongga

[SUMBER: ISO/TS 80004-2:2015, 4.8]

**3.1.9**

**batang nano**

*serat nano* (3.1.7) padatan

[SUMBER: ISO/TS 80004-2:2015, 4.7]

**3.1.10**

**nano berbentuk bawang**

*partikel nano bulat* (3.1.5) dengan struktur cangkang ganda konsentris

**3.1.11**

**kerucut nano**

*serat nano* (3.1.7) berbentuk kerucut atau *partikel nano* (3.1.5)

**3.1.12**

**pita nano**

pita perekat nano

*pelat nano* (3.1.6) dengan dua dimensi yang lebih besar berbeda secara signifikan satu sama lain

Catatan 1 untuk entri: Lihat 3.1.3, Catatan 1 untuk entri.

[SUMBER: ISO/TS 80004-2:2015, 4.10]

**3.1.13**

**grafena**

grafena satu lapisan

grafena lapisan tunggal

*lapisan* (3.1.15) tunggal atom karbon dengan masing-masing atom terikat pada tiga atom sekitarnya dalam struktur sarang lebah

Catatan 1 untuk entri: Ini adalah bahan penyusun penting dari banyak objek *nano karbon* (3.1.3).

Catatan 2 untuk entri: Karena grafena merupakan lapisan tunggal, kadang-kadang juga disebut "grafena satu lapisan" atau "grafena lapisan tunggal" dan disingkat menjadi "1LG" untuk membedakannya dari *grafena dua lapisan* (2LG) (3.1.17) dan *grafena beberapa lapisan* (FLG) (3.1.18).

Catatan 3 untuk entri: Grafena memiliki tepian dan dapat memiliki cacat serta batas butir sehingga ikatannya terganggu.

[SUMBER: ISO/TS 80004-13:2017, 3.1.2.1]

**3.1.8****nanotube**

hollow *nanofibre* (3.1.7)

[SOURCE: ISO/TS 80004-2:2015, 4.8]

**3.1.9****nanorod**

solid *nanofibre* (3.1.7)

[SOURCE: ISO/TS 80004-2:2015, 4.7]

**3.1.10****nano-onion**

spheroidal *nanoparticle* (3.1.5) with a concentric multiple shell structure

**3.1.11****nanocone**

cone-shaped *nanofibre* (3.1.7) or *nanoparticle* (3.1.5)

**3.1.12****nanoribbon**

nanotape

*nanoplate* (3.1.6) with the two larger dimensions significantly different from each other

Note 1 to entry: See 3.1.3, Note 1 to entry.

[SOURCE: ISO/TS 80004-2:2015, 4.10]

**3.1.13****graphene**

monolayer graphene

single-layer graphene

single *layer* (3.1.15) of carbon atoms with each atom bound to three neighbours in a honeycomb structure

Note 1 to entry: It is an important building block of many carbon *nano-objects* (3.1.3).

Note 2 to entry: As graphene is a single layer, it is also sometimes called “monolayer graphene” or “single-layer graphene” and abbreviated as “1LG” to distinguish it from *bilayer graphene* (2LG) (3.1.17) and *few-layer graphene* (FLG) (3.1.18).

Note 3 to entry: Graphene has edges and can have defects and grain boundaries where the bonding is disrupted.

[SOURCE: ISO/TS 80004-13:2017, 3.1.2.1]

### 3.1.14

#### grafit

bentuk alotropik unsur karbon, terdiri dari lapisan *grafena* (3.1.13) yang disusun sejajar satu sama lain dalam tatanan tiga dimensi, kristalin, dan rentang panjang

Catatan 1 untuk entri: Diadaptasi dari definisi dalam IUPAC *Compendium of Chemical Terminology*<sup>[6]</sup>.

Catatan 2 untuk entri: Ada dua bentuk alotropik primer dengan susunan-susunan berbeda: heksagonal dan rombohedral.

[SUMBER: ISO/TS 80004-13:2017, 3.1.2.2]

### 3.1.15

#### lapisan

material diskret yang dibatasi dalam satu dimensi, di dalam atau pada permukaan fase terkondensasi

[SUMBER: ISO/TS 80004-11:2017, 3.1.2]

### 3.1.16

#### material dua dimensi

#### material 2D

material, terdiri dari satu atau beberapa *lapisan* (3.1.15) dengan atom-atom pada setiap lapisan terikat kuat dengan atom-atom tetangganya pada lapisan yang sama, yang memiliki satu dimensi, ketebalannya, dalam *skala nano* (3.1.1) atau lebih kecil dan dua dimensi lain umumnya pada skala yang lebih besar

Catatan 1 untuk entri: Jumlah lapisan ketika material dua dimensi menjadi material bongkahan bervariasi bergantung pada material yang diukur dan propertinya. Dalam kasus *grafena* (3.1.13), ini adalah material dua dimensi dengan ketebalan hingga 10 lapisan untuk pengukuran listrik<sup>[7]</sup>, di luar itu sifat kelistrikan material tidak berbeda dengan sifat ukuran bongkahan [juga dikenal sebagai *grafit* (3.1.14)].

Catatan 2 untuk entri: Ikatan antar lapisan berbeda dan lebih lemah dibandingkan ikatan intralapisan.

Catatan 3 untuk entri: Setiap lapisan dapat berisi lebih dari satu unsur.

Catatan 4 untuk entri: Material dua dimensi dapat berupa *pelat nano* (3.1.6).

[SUMBER: ISO/TS 80004-13:2017, 3.1.1.1]

### 3.1.17

#### grafena dua lapisan

#### 2LG

*material dua dimensi* (3.1.16) terdiri dari dua lapisan *grafena* (3.1.13) bertumpuk yang terdefinisi dengan baik

Catatan 1 untuk entri: Jika posisi penumpukan diketahui, dapat ditentukan secara terpisah, misalnya, sebagai "grafena dua lapis bertumpuk Bernal".

[SUMBER: ISO/TS 80004-13:2017, 3.1.2.6]

### 3.1.14 graphite

allotropic form of the element carbon, consisting of *graphene* (3.1.13) layers stacked parallel to each other in a three-dimensional, crystalline, long-range order

Note 1 to entry: Adapted from the definition in the IUPAC *Compendium of Chemical Terminology*<sup>[6]</sup>.

Note 2 to entry: There are two primary allotropic forms with different stacking arrangements: hexagonal and rhombohedral.

[SOURCE: ISO/TS 80004-13:2017, 3.1.2.2]

### 3.1.15 layer

discrete material restricted in one dimension, within or at the surface of a condensed phase

[SOURCE: ISO/TS 80004-11:2017, 3.1.2]

### 3.1.16 two-dimensional material 2D material

material, consisting of one or several *layers* (3.1.15) with the atoms in each layer strongly bonded to neighbouring atoms in the same layer, which has one dimension, its thickness, in the *nanoscale* (3.1.1) or smaller and the other two dimensions generally at larger scales

Note 1 to entry: The number of layers when a two-dimensional material becomes a bulk material varies depending on both the material being measured and its properties. In the case of *graphene* (3.1.13), it is a two-dimensional material up to 10 layers thick for electrical measurements<sup>[7]</sup>, beyond which the electrical properties of the material are not distinct from those for the bulk [also known as *graphite* (3.1.14)].

Note 2 to entry: Interlayer bonding is distinct from and weaker than intralayer bonding.

Note 3 to entry: Each layer may contain more than one element.

Note 4 to entry: A two-dimensional material can be a *nanoplate* (3.1.6).

[SOURCE: ISO/TS 80004-13:2017, 3.1.1.1]

### 3.1.17 bilayer graphene 2LG

*two-dimensional material* (3.1.16) consisting of two well-defined stacked *graphene* (3.1.13) layers

Note 1 to entry: If the stacking registry is known, it can be specified separately, for example, as “Bernal stacked bilayer graphene”.

[SOURCE: ISO/TS 80004-13:2017, 3.1.2.6]

### 3.1.18

#### grafena beberapa lapisan

##### FLG

*material dua dimensi* (3.1.16) terdiri dari tiga hingga sepuluh lapisan *grafena* (3.1.13) bertumpuk yang terdefinisi dengan baik

[SUMBER: ISO/TS 80004-13:2017, 3.1.2.10]

### 3.1.19

#### bentuk asinus

objek atau struktur yang mempunyai bentuk yang konsisten dengan gugusan seperti anggur

Catatan 1 untuk entri: Bentuk asinus sering kali terdiri dari *nodul* (3.1.20) atau partikel.

### 3.1.20

#### nodul

fitur berbentuk bulat atau tidak beraturan yang berbeda dari lingkungannya

Catatan 1 untuk entri: Nodul tidak mempunyai batas yang jelas pada titik perlekatan dengan objek.

### 3.1.21

#### panjang gelombang de Broglie

panjang gelombang dari gelombang yang diasosiasikan dengan partikel apa pun yang mencerminkan sifat gelombangnya menurut rumus de Broglie

Catatan 1 untuk entri: Rumus De Broglie adalah:

$$\lambda = h/p$$

dengan

$\lambda$  adalah panjang gelombang;

$h$  adalah konstanta Planck;

$p$  adalah momentum partikel.

[SUMBER: ISO/TS 80004-12:2016, 2.1]

### 3.1.22

#### kungkungan kuantum

pembatasan gerak partikel dalam satu, dua, atau tiga dimensi ruang ketika ukuran sistem fisika mempunyai orde magnitudo yang sama dengan *panjang gelombang de Broglie* (3.1.21) partikel tersebut

Catatan 1 untuk entri: Panjang karakteristik utama yang mengarah ke kungkungan kuantum dapat berupa panjang gelombang de Broglie, panjang gelombang Fermi, jalur bebas rata-rata, jari-jari Bohr (untuk eksiton) atau panjang koherensinya.

Catatan 2 untuk entri: Lihat Referensi [8].

[SUMBER: ISO/TS 80004-12:2016, 2.5]



**3.1.18**  
**few-layer graphene**  
**FLG**

*two-dimensional material* (3.1.16) consisting of three to ten well-defined stacked *graphene* (3.1.13) layers

[SOURCE: ISO/TS 80004-13:2017, 3.1.2.10]

**3.1.19**  
**aciniform**

object or structure having a shape consistent with grape-like clusters

Note 1 to entry: Aciniforms are often composed of *nodules* (3.1.20) or particles.

**3.1.20**  
**nodule**

rounded or irregular shaped feature distinct from its surroundings

Note 1 to entry: Nodules do not have discrete boundaries at the attachment point with the object.

**3.1.21**  
**de Broglie wavelength**

wavelength of the wave associated with any particle which reflects its wave nature according to de Broglie's formula

Note 1 to entry: De Broglie's formula is:

$$\lambda = h/p$$

where

- $\lambda$  is the wavelength;
- $h$  is the Planck's constant;
- $p$  is the particle momentum.

[SOURCE: ISO/TS 80004-12:2016, 2.1]

**3.1.22**  
**quantum confinement**

restriction of a particle's motion in one, two or three space dimensions when the size of a physical system is of the same order of magnitude as the particle's *de Broglie wavelength* (3.1.21)

Note 1 to entry: The main characteristic lengths leading to quantum confinement may be their de Broglie wavelength, their Fermi wavelength, their mean free path, their Bohr radius (for excitons) or their coherence length.

Note 2 to entry: See Reference [8].

[SOURCE: ISO/TS 80004-12:2016, 2.5]

### 3.1.23

#### **dot kuantum**

#### **QD**

*partikel nano* (3.1.5) atau daerah yang menunjukkan *kungkungan kuantum* (3.1.22) di ketiga arah spasial.

Catatan 1 untuk entri: Lihat Referensi [8] hingga Referensi [12].

[SUMBER: ISO/TS 80004-12:2016, 4.1]

## 3.2 Istilah yang menggambarkan jenis partikel nano karbon tertentu

### 3.2.1

#### **fulerena**

molekul yang hanya terdiri dari atom karbon dalam jumlah genap, yang membentuk sistem polisiklik cincin leburan tertutup seperti sangkar dengan 12 cincin beranggota lima dan sisanya cincin beranggota enam

Catatan 1 untuk entri: Diadaptasi dari definisi dalam IUPAC *Compendium of Chemical Terminology*<sup>[6]</sup>.

Catatan 2 untuk entri: Contoh yang terkenal adalah C<sub>60</sub>, yang memiliki bentuk bulatan dengan dimensi eksternal sekitar 1 nm.

### 3.2.2

#### **turunan fulerena**

senyawa yang terbentuk dari *fulerena* (3.2.1) melalui substitusi karbon atau ikatan kovalen suatu bagian

### 3.2.3

#### **fulerena endohedral**

*fulerena* (3.2.1) dengan atom tambahan atau atom-atom yang terbungkus dalam cangkang fulerena

### 3.2.4

#### **fulerena logam**

*fulerena endohedral* (3.2.3) dengan ion logam atau ion-ion tertutup

### 3.2.5

#### **karbon nano berbentuk bawang**

*nano berbentuk bawang* (3.1.10) yang terbentuk dari karbon

## 3.3 Istilah yang menjelaskan jenis serat karbon nano dan pelat nano tertentu

### 3.3.1

#### **serat nano karbon**

#### **CNF**

*serat nano* (3.1.7) yang terbentuk dari karbon

### 3.3.2

#### **serat nano grafit**

*serat nano karbon* (3.3.1) yang terbentuk dari struktur multilapis *grafit* (3.1.14)

Catatan 1 untuk entri: Lapisan grafit dapat memiliki orientasi apa pun terhadap sumbu serat tanpa susunan rentang panjang.

**3.1.23****quantum dot**  
**QD**

*nanoparticle* (3.1.5) or region which exhibits *quantum confinement* (3.1.22) in all three spatial directions.

Note 1 to entry: See References [8] to [12].

[SOURCE: ISO/TS 80004-12:2016, 4.1]

**3.2 Terms describing specific types of carbon nanoparticles****3.2.1****fullerene**

molecule composed solely of an even number of carbon atoms, which form a closed cage-like fused-ring polycyclic system with 12 five-membered rings and the rest six-membered rings

Note 1 to entry: Adapted from the definition in the IUPAC *Compendium of Chemical Terminology*<sup>[6]</sup>.

Note 2 to entry: A well-known example is C<sub>60</sub>, which has a spherical shape with an external dimension of about 1 nm.

**3.2.2****fullerene derivative**

compound that has been formed from *fullerene* (3.2.1) by substitution of carbon or covalent attachment of a moiety

**3.2.3****endohedral fullerene**

*fullerene* (3.2.1) with an additional atom or atoms enclosed within the fullerene shell

**3.2.4****metallofullerene**

*endohedral fullerene* (3.2.3) with an enclosed metal ion or ions

**3.2.5****carbon nano-onion**

*nano-onion* (3.1.10) composed of carbon

**3.3 Terms describing specific types of carbon nanofibres and nanoplates****3.3.1****carbon nanofibre****CNF**

*nanofibre* (3.1.7) composed of carbon

**3.3.2****graphite nanofibre**

*carbon nanofibre* (3.3.1) composed of *graphite* (3.1.14) multilayer structures

Note 1 to entry: Graphite layers can be any orientation with respect to the fibre axis without long-range order.

### 3.3.3

#### **tabung nano karbon CNT**

*tabung nano* (3.1.8) yang terbentuk dari karbon

Catatan 1 untuk entri: Tabung nano karbon biasanya terdiri dari lapisan *grafena* (3.1.13) melengkung, termasuk *tabung nano karbon berdinding tunggal* (3.3.4) dan *tabung nano karbon berdinding multi* (3.3.6).

### 3.3.4

#### **tabung nano karbon berdinding tunggal SWCNT**

tabung nano karbon dinding tunggal

*tabung nano karbon* (3.3.3) terdiri dari lapisan *grafena* (3.1.13) silinder tunggal.

Catatan 1 untuk entri: Struktur dapat divisualisasikan sebagai lembaran *grafena* yang digulung menjadi struktur sarang lebah berbentuk silinder.

### 3.3.5

#### **vektor *chiral* dari tabung nano karbon berdinding tunggal vector *chiral* SWCNT**

notasi vektor yang digunakan untuk menggambarkan struktur heliks *tabung nano karbon berdinding tunggal* (3.3.4)

### 3.3.6

#### **tabung nano karbon berdinding multi MWCNT**

**tabung nano karbon multidinding**

*tabung nano karbon* (3.3.3) yang terbentuk dari sekumpulan lapisan *grafena* (3.1.13) menyerupai sarang, konsentris, atau hampir konsentris dengan jarak antar lapisan yang mirip dengan *grafit* (3.1.14)

Catatan 1 untuk entri: Struktur biasanya dianggap berupa banyak *tabung nano karbon berdinding tunggal* (3.3.4) yang saling mengumpul, dan berbentuk silinder untuk diameter kecil namun cenderung memiliki penampang poligonal seiring bertambahnya diameter.

### 3.3.7

#### **tabung nano karbon berdinding ganda DWCNT**

**tabung nano karbon dinding ganda**

*tabung nano karbon berdinding multi* (3.3.6) yang hanya terbentuk dari dua *tabung nano karbon berdinding tunggal* (3.3.4) konsentris

Catatan 1 untuk entri: Meskipun ini adalah jenis tabung nano karbon berdinding multi, sifat-sifatnya lebih mirip dengan tabung nano karbon berdinding tunggal.

### 3.3.8

#### **kacang polong nano karbon**

susunan linier *fulerena* (3.2.1) yang dibungkus dalam *tabung nano karbon* (3.3.3)

Catatan 1 untuk entri: Ini adalah contoh *serat nano* (3.1.7) komposit.

### 3.3.3 carbon nanotube CNT

*nanotube* (3.1.8) composed of carbon

Note 1 to entry: Carbon nanotubes usually consist of curved *graphene* (3.1.13) layers, including *single-walled carbon nanotubes* (3.3.4) and *multi-walled carbon nanotubes* (3.3.6).

### 3.3.4 single-walled carbon nanotube SWCNT

single-wall carbon nanotube

*carbon nanotube* (3.3.3) consisting of a single cylindrical *graphene* (3.1.13) layer

Note 1 to entry: The structure can be visualized as a graphene sheet rolled into a cylindrical honeycomb structure.

### 3.3.5 chiral vector of single-walled carbon nanotube chiral vector of SWCNT

vector notation used to describe the helical structure of a *single-walled carbon nanotube* (3.3.4)

### 3.3.6 multi-walled carbon nanotube MWCNT

multiwall carbon nanotube

*carbon nanotube* (3.3.3) composed of nested, concentric or near-concentric *graphene* (3.1.13) layers with interlayer distances similar to those of *graphite* (3.1.14)

Note 1 to entry: The structure is normally considered to be many *single-walled carbon nanotubes* (3.3.4) nesting each other, and would be cylindrical for small diameters but tends to have a polygonal cross-section as the diameter increases.

### 3.3.7 double-walled carbon nanotube DWCNT

double-wall carbon nanotube

*multi-walled carbon nanotube* (3.3.6) composed of only two nested, concentric *single-walled carbon nanotubes* (3.3.4)

Note 1 to entry: Although this is a type of multi-walled carbon nanotube, its properties are rather closer to a single-walled carbon nanotube.

### 3.3.8 carbon nanopeapod

linear array of *fullerenes* (3.2.1) enclosed in a *carbon nanotube* (3.3.3)

Note 1 to entry: This is an example of a composite *nanofibre* (3.1.7).

### 3.3.9

#### **tanduk nano karbon**

*tabung nano karbon* (3.3.3) berbentuk pendek dan tidak beraturan dengan *puncak kerucut nano* (3.1.11)

Catatan 1 untuk entri: Biasanya ratusan tanduk nano karbon merupakan *partikel nano* (3.1.5) agregat.

### 3.3.10

#### **pita nano karbon**

pita nano (3.1.12) yang terbentuk dari karbon

Catatan 1 untuk entri: Pita nano karbon sering kali berbentuk beberapa lapisan *grafena* (3.1.13). Jika terdiri dari satu lapisan grafena, istilah "pita grafena" digunakan.

### 3.3.11

#### **dot kuantum karbon**

#### **dot karbon**

*dot kuantum* (3.1.23) yang terbentuk dari karbon

## 3.4 Istilah yang menggambarkan objek nano karbon berstruktur nano

### 3.4.1

#### **jelaga**

material berkarbon yang diproduksi oleh pembakaran bahan organik yang tidak sempurna dan tidak terkendali, sehingga mempunyai morfologi yang bervariasi dan keseragaman yang terbatas dalam agregat tertentu.

Catatan 1 untuk entri: Biasanya terdiri dari unsur karbon (bervariasi dari 90% hingga sekitar 60%), dengan sisa residu organik dan anorganik.

Catatan 2 untuk entri: Jelaga dapat terdiri dari objek yang lebih besar dari *skala nano* (3.1.1).

Catatan 3 untuk entri: Jelaga dapat mengandung material *bentuk asinus* (3.1.19).

### 3.4.2

#### **karbon hitam**

*bentuk asinus* (3.1.19) bahan berkarbon yang direkayasa secara industri, diproduksi dari pembakaran parsial hidrokarbon

Catatan 1 untuk entri: Partikel diskret terdapat dalam bentuk agregat atau *nodul* (3.1.20) terklaster.

Catatan 2 untuk entri: Karbon hitam dapat terdiri dari objek yang lebih besar dari *skala nano* (3.1.1).

Catatan 3 untuk entri: Partikel karbon hitam diskret seringkali lebih besar dari skala nano.

Catatan 4 untuk entri: Karbon hitam secara tipikal terdiri lebih dari 95% unsur karbon.

**3.3.9****carbon nanohorn**

short and irregular-shaped *carbon nanotube* (3.3.3) with a *nanocone* (3.1.11) apex

Note 1 to entry: Usually hundreds of carbon nanohorns constitute an aggregate *nanoparticle* (3.1.5).

**3.3.10****carbon nanoribbon**

*nanoribbon* (3.1.12) composed of carbon

Note 1 to entry: Carbon nanoribbons are often in the form of multiple layers of *graphene* (3.1.13). In the case of a single graphene layer, the term "graphene ribbon" is used.

**3.3.11****carbon quantum dot**

carbon dot

*quantum dot* (3.1.23) composed of carbon

**3.4 Terms describing nanostructured carbon nano-objects****3.4.1****soot**

carbonaceous material produced by the incomplete and uncontrolled combustion of organic matter and, as such, having varying morphologies and limited uniformity within a given aggregate

Note 1 to entry: It is typically comprised of elemental carbon (this can vary from high 90 % to around 60 %), with remainder of organic and inorganic residue.

Note 2 to entry: Soot can be comprised of objects larger than the *nanoscale* (3.1.1).

Note 3 to entry: Soot can contain *aciniform* (3.1.19) material.

**3.4.2****carbon black**

industrially engineered *aciniform* (3.1.19) elemental carbonaceous material, produced from the partial combustion of hydrocarbons

Note 1 to entry: Discrete particles exist as aggregates or clustered *nodules* (3.1.20).

Note 2 to entry: Carbon black can be comprised of objects larger than the *nanoscale* (3.1.1).

Note 3 to entry: Discrete particles of carbon black are frequently larger than the nanoscale.

Note 4 to entry: Carbon black typically consists of more than 95 % elemental carbon.

**Lampiran A**  
(informatif)  
**Material karbon berskala nano terkait**

**A.1 Umum**

Ada banyak jenis material karbon konvensional yang telah diproduksi dan digunakan secara luas di industri selama bertahun-tahun. Beberapa di antaranya mungkin masuk dalam kategori nanoteknologi mengingat kemajuan terkini secara substansi dalam mengendalikan dimensi skala nanonya. Namun, istilah yang terkait dengan material tersebut saat ini dipandang sudah mencukupi dan tidak perlu didefinisikan ulang dalam Standar ini.

**A.2 Partikel nano intan dan struktur terkait**

Partikel nano intan (sering disebut “intan nano”) terkait dengan sekelompok besar material karbon dengan metode produksi yang sangat berbeda (misalnya metode eksplosif, pengendapan uap kimia, pengendapan uap fisika), penampilan, ukuran, sifat dan aplikasi. Beberapa partikel nano berbasis intan, seperti *diamondoids*, terbentuk secara alami dan dapat diekstraksi dari endapan hidrokarbon. Beberapa istilah dan definisi yang terkait dengan partikel nano intan tercantum dalam BS PAS 134:2007<sup>[13]</sup>.

**A.3 Film karbon**

Film karbon telah digunakan secara komersial dalam industri pelapisan untuk memberikan sifat tertentu pada material. Film karbon dapat diproduksi dengan menggunakan berbagai teknik berbeda, seperti busur katodik dan *magnetron sputtering*. Ada berbagai istilah yang digunakan dalam literatur untuk pelapisan berbasis karbon, misalnya karbon mirip intan (DLC), karbon kaca, dan karbon amorf tetrahedral. Pada dasarnya, film-film ini berbeda berdasarkan berbagai fraksi hibridisasi  $sp^2$ ,  $sp^3$  dan kandungan hidrogen di dalamnya. Misalnya, karbon mirip intan biasanya digunakan untuk mengurangi keausan abrasif, sedangkan karbon kaca digunakan jika diperlukan ketahanan terhadap suhu tinggi, serangan kimia, dan kedap gas atau cairan. Beberapa istilah dan definisi yang terkait dengan film karbon tercantum dalam BS PAS 134:2007<sup>[13]</sup>.



## **Annex A**

(informative)

### **Related carbon nanoscale materials**

#### **A.1 General**

There are many kinds of conventional carbon materials that have been produced and used widely in industry for many years. Some of them may fall into the category of nanotechnologies in view of substantial recent progress in controlling their nanoscale dimensions. However, the terms associated with them are viewed as satisfactory at this time and need not be redefined in this standard.

#### **A.2 Diamond nanoparticles and related structures**

Diamond nanoparticles (often called “nanodiamond”) are related to a large group of carbon materials with very different production methods (e.g. explosive methods, chemical vapour deposition, physical vapour deposition), appearance, size, properties and application. Some diamond-based nanoparticles, such as diamondoids, occur naturally and can be extracted from hydrocarbon deposits. Some of the terms and definitions associated with diamond nanoparticles are listed in BS PAS 134:2007<sup>[13]</sup>.

#### **A.3 Carbon films**

Carbon films have been used commercially in the coatings industry to impart certain properties to materials. Carbon films can be produced using a variety of different techniques, such as cathodic arc and magnetron sputtering. There are various terms used in the literature for carbon-based coatings, e.g. diamond-like carbon (DLC), glassy carbon and tetrahedral amorphous carbon. Basically, these films differ by the various fractions of  $sp^2$ ,  $sp^3$  hybridization and hydrogen content within them. For example, diamond-like carbon is typically used to reduce abrasive wear, while glassy carbon is used where resistance to high temperatures, chemical attack and gas or liquid impermeability is required. Some of the terms and definitions associated with carbon films are listed in BS PAS 134:2007<sup>[13]</sup>.

## Bibliografi

- [1] ISO/TS 80004-1:2015, *Nanotechnologies — Vocabulary — Part 1: Core terms*
- [2] ISO/TS 80004-2:2015, *Nanotechnologies — Vocabulary — Part 2: Nano-objects*
- [3] ISO/TS 80004-11:2017, *Nanotechnologies — Vocabulary — Part 11: Nanolayer, nanocoating, nanofilm, and related terms*
- [4] ISO/TS 80004-12:2016, *Nanotechnologies — Vocabulary — Part 12: Quantum phenomena in nanotechnology*
- [5] ISO/TS 80004-13:2017, *Nanotechnologies — Vocabulary — Part 13: Graphene and related two-dimensional (2D) materials*
- [6] IUPAC. *Compendium of Chemical Terminology*. Available from: <http://goldbook.iupac.org/>
- [7] Partoens B., Peeters F.M. From graphene to graphite: Electronic structure around the K point. *Phys. Rev. B*. 2006, 74, p. 075404
- [8] *Glossary of nanotechnology and related terms*. Available from: <http://eng.thesaurus.rusnano.com>
- [9] Kovalchuk M.V., Todua P.A. (eds.) *Nanotechnology, metrology, standardization and certification in terms and definitions*. Tekhnosfera, Moscow, 2009
- [10] *McGraw-Hill dictionary of scientific and technical terms*. McGraw-Hill Companies, Inc., 2003
- [11] *Encyclopedia Britannica Online*. Encyclopedia Britannica Inc., 2013
- [12] *Computer Desktop Encyclopedia* Computer Language Company Inc., 2013
- [13] BS PAS 134:2007, *Terminology for carbon nanostructures*

## Indeks

2D *material*

material 2D 3.1.16

2LG 3.1.17

### A

*aciniform*

bentuk asinus 3.1.19

### B

bilayer graphene

grafena dua lapisan 3.1.17

### C

carbon black

karbon hitam 3.4.2

carbon dot

*dot* karbon 3.3.11

carbon quantum dot

*dot* kuantum karbon 3.3.11

carbon nanofibre

serat nano karbon 3.3.1

carbon nanohorn

tanduk nano karbon 3.3.9

carbon nano-onion

karbon nano berbentuk bawang 3.2.5

carbon nanopeapod

kacang polong nano karbon 3.3.8

carbon nanoribbon

pita nano karbon 3.3.10

carbon nanotube

tabung nano karbon 3.3.3

chiral vector of single-walled carbon nanotube

vektor *chiral* dari tabung nano karbon berdinding tunggal 3.3.5

chiral vector of SWCNT

vector chiral SWCNT 3.3.5

CNF 3.3.1

CNT 3.3.3

### D

de Broglie wavelength

panjang gelombang de Broglie 3.1.21

double-wall carbon nanotube

tabung nano karbon dinding ganda 3.3.7

double-walled carbon nanotube

tabung nano karbon berdinding ganda 3.3.7

DWCNT 3.3.7

### E

endohedral fullerene

fulerena endohedral 3.2.3

### F

few-layer graphene

grafena beberapa lapisan 3.1.18

FLG 3.1.18

fullerene

fulerena 3.2.1

fullerene derivative

turunan fullerena 3.2.2

### G

graphene

grafena 3.1.13

graphite

grafit 3.1.14

graphite nanofibre

serat nano grafit 3.3.2

**L**

layer

lapisan 3.1.15

**M**

metallofullerene

fulerena logam 3.2.4

monolayer graphene

grafena satu lapisan 3.1.13

multiwall carbon nanotube

tabung nano karbon multidinding 3.3.6

multi-walled carbon nanotube

tabung nano karbon berdinding  
multi 3.3.6

MWCNT 3.3.6

**N**

nanocone

kerucut nano 3.1.11

nanofibre

serat nano 3.1.7

nanomaterial

material nano 3.1.2

nano-object

objek nano 3.1.3

nano-onion

nano berbentuk bawang 3.1.10

nanoparticle

partikel nano 3.1.5

nanoplate

pelat nano 3.1.6

nanoribbon

pita nano 3.1.12

nanorod

batang nano 3.1.9

nanoscale

skala nano 3.1.1

nanostructured material

material berstruktur nano 3.1.4

nanotube

tabung nano 3.1.8

nodule

nodul 3.1.20

**Q**

QD 3.1.23

quantum confinement

kurungan kuantum 3.1.22

quantum dot

dot kuantum 3.1.23

**S**

single-layer graphene

grafena lapisan tunggal 3.1.13

single-walled carbon nanotube

tabung nano karbon berdinding  
tunggal 3.3.4

single-wall carbon nanotube

tabung nano karbon dinding tunggal 3.3.4

soot

jelaga 3.4.1

SWCNT 3.3.4

**T**

two-dimensional material

material dua dimensi 3.1.16

## Informasi perumus SNI

**[1] Komite Teknis Perumusan SNI**

Komite Teknis 07-03 Nanoteknologi

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

Ketua : Haznan Abimanyu  
Wakil Ketua : A. Rachman Mustar  
Sekretaris : Teguh Prakosa  
Anggota : 1. Arief Udhiarto  
2. Dwi Gustiono  
3. Jimmy Pusaka  
4. Oman Zuas  
5. Pudji Untoro  
6. Pudjiatmoko  
7. Rachmat Wijaya  
8. Setyo Purwanto

**[3] Konseptor Rancangan SNI**

Arief Udhiarto

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

Direktorat Pengembangan Standar Mekanika, Energi, Infrastruktur, dan Teknologi Informasi  
Badan Standardisasi Nasional