

k

Nanoteknologi — Pertimbangan untuk pengembangan nomenklatur kimia pada objek nano yang terpilih

Nanotechnologies — Considerations for the development of chemical nomenclature for selected nano-objects

(ISO/TR 14786:2014, 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.....	iv
1 Ruang lingkup.....	2
2 Acuan normatif	2
3 Istilah dan definisi.....	2
4 Istilah singkatan.....	6
5 Nomenklatur	6
5.1 Nomenklatur terdefinisi.....	6
5.2 Nomenklatur kimia.....	8
5.3 Nomenklatur kimia Persatuan Internasional Kimia Murni dan Terapan (IUPAC)	8
5.4 Nomenklatur kimia Layanan Abstrak Kimia (CAS)	8
6 Sistem nomenklatur kimia untuk objek nano dan pendekatan yang relevan lainnya	10
7 Survei objek nano.....	12
7.1 Umum	12
7.2 Seleksi daftar publik objek nano	14
7.3 Peringkat objek nano yang disurvei	18
7.4 Hasil peringkat.....	22
8 Pertimbangan untuk sistem nomenklatur untuk objek nano.....	28
8.1 Umum	28
8.2 Pertimbangan umum untuk nomenklatur kimia untuk objek nano	30
8.3 Fitur minat yang dilaporkan melalui mekanisme survei ISO/TC 229	30
8.4 Identifikasi dan diskusi lebih lanjut tentang fitur-fitur kunci dari objek nano	36
8.5 Ilustrasi kemungkinan pendekatan nomenklatur kimia untuk objek nano terpilih	38
8.6 Fitur tambahan dari sistem nomenklatur kimia untuk objek nano.....	42
9 Koordinasi dan waktu	46
Lampiran A (informatif) Sistem nomenklatur umum	50
Lampiran B (informatif) Sistem nomenklatur objek nano spesifik yang terpilih	62
Lampiran C (informatif) Daftar publik objek nano yang terpilih	66
Bibliografi	84

Prakata

SNI ISO/TR 14786:2014, *Nanoteknologi — Pertimbangan untuk pengembangan nomenklatur kimia pada objek nano yang terpilih*, merupakan standar yang disusun dengan jalur adopsi tingkat keselarasan identik dari ISO/TR 14786:2014, *Nanotechnologies — Considerations for the development of chemical nomenclature for selected nano-objects nanomaterials*, dengan metode adopsi terjemahan dua bahasa dan ditetapkan oleh BSN Tahun 202X.

Standar ini menggantikan SNI ISO/TR 14786:2016, *Nanoteknologi - Pertimbangan untuk pengembangan nomenklatur kimia pada objek nano yang dipilih* yang disusun dengan metode metode adopsi *republication-reprint* yang ditetapkan oleh BSN Tahun 2016.

Terdapat standar yang dijadikan sebagai acuan normatif dalam Standar ini dan telah diadopsi menjadi SNI, yaitu:

- ISO/TS 27687:2008, *Nanotechnologies — Terminology and definitions for nano-objects — Nanoparticle, nanofibre and nanoplate* telah diadopsi dengan tingkat keselarasan identik satu bahasa menjadi SNI ISO/TS 27687:2011, *Nanoteknologi - Istilah dan definisi objek nano - Partikel nano, serat nano dan pelat nano*;
- ISO/TS 80004-1:2010, *Nanotechnologies — Vocabulary — Part 1: Core terms*, telah diadopsi dengan tingkat keselarasan identik dua bahasa menjadi SNI ISO/TS 80004 1:2016, *Nanoteknologi - Kosakata - Bagian 1: Istilah utama*;
- ISO/TS 80004-3:2010, *Nanotechnologies — Vocabulary — Part 3: Carbon nano-objects* telah diadopsi dengan tingkat keselarasan identik satu bahasa menjadi SNI ISO/TS 80004-3:2011 *Nanoteknologi - Kosakata - Bagian 3: Objek nano karbon*; dan
- ISO/TS 80004-4:2011, *Nanotechnologies — Vocabulary — Part 4: Nanostructured materials* telah diadopsi dengan tingkat keselarasan identik satu bahasa menjadi SNI ISO/TS 80004-4:2013 *Nanoteknologi - Kosakata - Bagian 4: Material berstruktur nano*.

Sebagai informasi ISO/TS 27687:2008, ISO/TS 80004 1:2010 dan ISO/TS 80004 4:2011 telah diabolisi dan digantikan menjadi ISO 80004-1:2023 dan diadopsi dengan tingkat keselarasan identik dua bahasa menjadi SNI ISO 80004-1:2023, *Nanoteknologi — Kosakata — Bagian 1: Kosakata utama*.

Dalam Standar ini istilah “*this Technical Report*” pada standar ISO/TR 14786:2014 yang diadopsi diganti dengan “*this Standard*” dan diterjemahkan menjadi “Standar ini”.

Penggunaan singkatan nama organisasi dan/atau istilah asing pada Standar ini tetap dituliskan sesuai istilah dalam bahasa Inggrisnya untuk kemudahan 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 XX XXXX 2024 sampai dengan XX XXXX 2024, dengan hasil akhir disetujui menjadi SNI.

Apabila pengguna menemukan keraguan dalam Standar ini, maka disarankan untuk melihat standar aslinya yaitu ISO/TR 14786:2014, dan/atau dokumen terkait lain yang menyertainya. Bagi pengguna standar ini disarankan memperhatikan referensi/acuan termutakhir pada acuan normatif untuk ketertelusuran informasi terbaru.

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

Untuk tujuan Standar ini, istilah *nomenklatur* mengacu pada nama dan seperangkat deskriptor minimum yang secara unik ditujukan pada entitas atau sekelompok objek nano tertentu. Instrumentasi dan pengukuran maju memungkinkan kita untuk "melihat" pada skala nano. Peralatan dan teknik pengukuran meningkatkan kemampuan kita untuk membedakan antara objek nano dengan komposisi kimia yang sama, tetapi mempunyai perilaku berbeda, berdasarkan perbedaan dalam ukuran, bentuk atau fungsionalisasi permukaan. Namun, penerapan sistem nomenklatur kimia yang sudah ada untuk menggambarkan perbedaan antara objek nano dengan komposisi kimia yang sama memiliki keterbatasan.

Bagi komunitas penelitian dan pengembangan, termasuk akademisi, nomenklatur membantu dalam mengomunikasikan sifat, efek dan hubungan atau interaksi lainnya antara objek nano. Nomenklatur tersebut juga memungkinkan komunikasi yang efektif mengenai objek nano tertentu, yang memfasilitasi keberulangan data eksperimental oleh ilmuwan lain, replikasi oleh pemanufaktur, pengajuan dan perlindungan paten. Untuk kelompok industri dan konsumen, nama spesifik untuk membedakan objek nano memungkinkan pembedaan antara produk, memfasilitasi pengajuan paten dan melindungi hak kekayaan intelektual. Regulator mengandalkan pada nomenklatur kimia untuk mengkarakterisasi zat kimia dan mengelola risiko lingkungan dan kesehatan yang terkait, di waktu dan tempat yang dapat diterapkan.

Standar ini menyajikan upaya awal untuk mendukung proposal item kerja baru untuk mencari nomenklatur kimia yang disesuaikan khusus untuk objek nano. Hal tersebut mengidentifikasi kategori objek nano yang mungkin memerlukan model nomenklatur yang berbeda dan membahas deskriptor penting untuk mendukung kesepakatan nomenklatur objek nano. Pertimbangan di masa depan adalah untuk memutuskan perlunya mengembangkan sistem informasi yang mampu mengkatalogikan sejumlah besar daftar nama dan fitur struktural. Standar ini juga membuat rekomendasi mengenai kolaborasi dengan organisasi nomenklatur kimia yang ada. Terakhir, Standar ini mempertimbangkan pengembangan model nomenklatur objek nano yang mengikuti dan menggabungkan ilmu pengetahuan dan terminologi baru.

Sebaiknya dipahami bahwa istilah "material nano" secara luas didefinisikan oleh ISO untuk mencakup "objek nano" dan "material berstruktur nano". Di masa depan, pertimbangan akan diberikan terhadap nomenklatur kimia dan nonkimia untuk kelas material berstruktur nano, perangkat dan sistem berskala nano, dan bidang-bidang aplikasi strategis.

Introduction

For the purposes of this Standard, the term *nomenclature* refers to the name and a minimum set of descriptors which are uniquely assigned to a particular nano-object entity or complex. Advanced measurement and instrumentation allows us to “see” at the nanoscale. Measurement tools and techniques are improving our ability to distinguish among nano-objects with the same chemical composition, but which behave differently, based on differences in size, shape or surface functionalization. Yet, the application of established chemical nomenclature systems to describe differences among nano-objects with the same chemical composition has limitations.

For the research and development community, including academia, nomenclature assists in the communication of properties, effects and other relationships or interactions between nano-objects. It also enables effective communication regarding the specific nano-object, which facilitates repeatability of experimental data by other scientists, replication by manufacturers, and application for and protection of patents. For industry and consumer groups, specific names to distinguish nano-objects allow differentiation between products, facilitate patent applications and protect intellectual property rights. Regulators rely on chemical nomenclature to characterize chemical substance and manage the associated environmental and health risks, if and where applicable.

This Standard presents an initial effort to support new work Item proposals to pursue chemical nomenclature that is specifically tailored to nano-objects. It identifies categories of nano-objects which could require distinct nomenclature models and discusses essential descriptors to support nano-object nomenclature conventions. A future consideration will be to decide whether to undertake the development of a searchable information system capable of cataloguing a sizable library of names and structural features. This Report also makes recommendations concerning collaboration with existing chemical nomenclature organisations. Finally, this Standard considers how the development of nomenclature models for nano-objects will keep pace with and incorporate new science and terminology.

It should be understood that the term “nanomaterials” is broadly defined by ISO to encompass “nano-objects” and “nanostructured materials”. In the future, consideration will be given to chemical and nonchemical nomenclature for classes of nanostructured materials, devices and systems at the nanoscale, and strategic application areas.

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 — Pertimbangan untuk pengembangan nomenklatur kimia pada objek nano yang terpilih

1 Ruang lingkup

Standar ini dimaksudkan untuk memberikan informasi dan analisis dalam mendukung pengembangan nomenklatur kimia untuk penamaan "objek nano". "Objek nano" telah didefinisikan dalam ISO/TS 80004-1:2010 sebagai "material dengan satu, dua, atau tiga dimensi eksternal dalam skala nano", dengan skala nano didefinisikan sebagai "rentang ukur berkisar 1 nm hingga 100 nm". Objek nano lebih lanjut didefinisikan sebagai pelat nano, serat nano, dan partikel nano.

Lebih khusus lagi, objek nano yang menjadi subjek dari Standar ini adalah entitas kimia yang terpisah dan bukan perangkat atau campuran (preparasi). Objek nano yang dibahas dalam Standar ini tidak dimaksudkan untuk membentuk daftar yang lengkap.

Standar ini dimaksudkan untuk memfasilitasi komunikasi antara pengembang dan pengguna potensial nomenklatur termasuk akademisi, industri, pemerintah dan organisasi nonpemerintah.

2 Acuan normatif

Dokumen acuan berikut sangat diperlukan untuk penerapan Standar ini. Untuk acuan bertanggal, hanya edisi yang disebutkan yang berlaku. Untuk acuan tidak bertanggal, berlaku edisi terakhir dari dokumen acuan tersebut (termasuk seluruh perubahan/amendemennya).

ISO/TS 27687:2008, *Nanotechnologies — Terminology and definitions for nano-objects — Nanoparticle, nanofibre and nanoplate*

ISO/TS 80004-1:2010, *Nanotechnologies — Vocabulary — Part 1: Core terms*

ISO/TS 80004-3:2010, *Nanotechnologies — Vocabulary — Part 3: Carbon nano-objects*

ISO/TS 80004-4:2011, *Nanotechnologies — Vocabulary — Part 4: Nanostructured materials*

3 Istilah dan definisi

Untuk tujuan Standar ini, istilah dan definisi yang ada dalam ISO/TS 27687, ISO/TS 80004-1, ISO/TS 80004-3, ISO/TS 80004-4 serta istilah dan definisi berikut ini berlaku.

Nanotechnologies — Considerations for the development of chemical nomenclature for selected nano-objects

1 Scope

This Standard is intended to provide information and analyses in support of the development of chemical nomenclature for the naming of “nano-objects”. “Nano-objects” have been defined in ISO/TS 80004-1:2010 to mean “materials with one, two, or three external dimensions in the nanoscale”, with the nanoscale defined as the “size range from approximately 1 nm to 100 nm”. Nano-objects are further defined as nanoplates, nanofibres, and nanoparticles.

More specifically, the nano-objects that are the subject of this Standard are discrete chemical entities rather than devices or mixtures (preparations). The nano-objects discussed in this Standard are not intended to constitute an exhaustive list.

This Standard is intended to facilitate communications between developers and potential users of nomenclature including academia, industry, government and non-governmental organizations.

2 Normative references

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

ISO/TS 27687:2008, *Nanotechnologies — Terminology and definitions for nano-objects — Nanoparticle, nanofibre and nanoplate*

ISO/TS 80004-1:2010, *Nanotechnologies — Vocabulary — Part 1: Core terms*

ISO/TS 80004-3:2010, *Nanotechnologies — Vocabulary — Part 3: Carbon nano-objects*

ISO/TS 80004-4:2011, *Nanotechnologies — Vocabulary — Part 4: Nanostructured materials*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in ISO/TS 27687, ISO/TS 80004-1, ISO/TS 80004-3, ISO/TS 80004-4 and the following apply.

3.1

tabung nano karbon

CNT

tabung nano yang tersusun dari karbon

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

[SUMBER: ISO/TS 80004-3:2010, definisi 4.3]

3.2

fulerena

sistem polisiklik dengan 12 cincin beranggota lima dan sisanya cincin beranggota enam

Catatan 1 untuk entri: Di adaptasi dari definisi dalam IUPAC *Compendium of Chemical Terminology*.

Catatan 2 untuk entri: Contoh yang terkenal adalah C_{60} , yang memiliki bentuk bulat dengan dimensi eksternal sekitar 1 nm.

[SUMBER: ISO/TS 80004-3:2010, definisi 3.1]

3.3

objek nano

material dengan satu, dua atau tiga dimensi eksternal dalam skala nano

Catatan 1 untuk entri: Istilah umum untuk semua objek berskala nano yang terpisah.

[SUMBER: ISO/TS 80004-1:2010, definisi 2.5]

3.4

skala nano

ukuran rentang berkisar antara sekitar 1 nm hingga 100 nm

Catatan 1 untuk entri: Properti yang tidak merupakan ekstrapolasi dari ukuran yang lebih besar secara tipikal, tetapi tidak secara eksklusif, akan ditampilkan dalam rentang ukur ini. Untuk properti tersebut batasan ukuran dianggap sesuai.

Catatan 2 untuk entri: Batas bawah dalam definisi ini (sekitar 1 nm) diperkenalkan untuk menghindari atom tunggal dan kelompok kecil atom dari yang ditetapkan sebagai objek nano atau unsur dari struktur nano, yang mungkin disiratkan oleh tidak adanya batas bawah.

[SUMBER: ISO/TS 80004-1:2010, definisi 2.1]

3.5

dot kuantum

partikel nano kristalin yang menunjukkan sifat-sifat yang tergantung pada ukuran karena efek kungkungan kuantum pada keadaan elektronik

[SUMBER: ISO/TS 27687:2008, definisi 4.7]

3.1**carbon nanotube**

nanotube composed of carbon

Note 1 to entry: Carbon nanotubes usually consist of curved graphene layers, including single-wall carbon nanotubes and multiwall carbon nanotubes.

[SOURCE: ISO/TS 80004-3:2010, definition 4.3]

3.2**fullerene**

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.

Note 2 to entry: A well-known example is C₆₀, which has a spherical shape with an external dimension of about 1 nm.

[SOURCE: ISO/TS 80004-3:2010, definition 3.1]

3.3**nano-object**

material with one, two or three external dimensions in the nanoscale

Note 1 to entry: Generic term for all discrete nanoscale objects.

[SOURCE: ISO/TS 80004-1:2010, definition 2.5]

3.4**nanoscale**

size range from approximately 1 nm to 100 nm

Note 1 to entry: Properties that are not extrapolations from a larger size will typically, but not exclusively, be exhibited in this size range. For such properties the size limits are considered appropriate.

Note 2 to entry: The lower limit in this definition (approximately 1 nm) is introduced to avoid single and small groups of atoms from being designated as nano-objects or elements of nanostructures, which might be implied by the absence of a lower limit.

[SOURCE: ISO/TS 80004-1:2010, definition 2.1]

3.5**quantum dot**

crystalline nanoparticle that exhibits size-dependent properties due to quantum confinement effects on the electronic states

[SOURCE: ISO/TS 27687:2008, definition 4.7]

4 Istilah singkatan

CAS	Layanan Abstrak Kimia
CAS RN	Nomor Registrasi Layanan Abstrak Kimia
CNT	tabung nano karbon
DEFRA	Departemen Lingkungan, Pangan dan Urusan Pedesaan (Britania Raya)
DTSC	Departemen Pengendalian Zat Beracun California (Amerika Serikat)
DWCNT	tabung nano karbon dinding ganda
EPA	Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat
InChI	Pengidentifikasi Bahan Kimia Internasional
IUBMB	Persatuan Internasional Biokimia dan Biologi Molekuler
IUPAC	Persatuan Internasional Kimia Murni dan Terapan
MWCNT	tabung nano karbon multidinding
NICNAS	Sistem Notifikasi dan Penilaian Bahan Kimia Industri Nasional (Australia)
NIST	Institut Standar dan Teknologi Nasional Amerika Serikat
NMSP	Program Supervisi Material Berskala Nano, US EPA (Amerika Serikat)
OECD	Organisasi Kerja Sama Ekonomi dan Pembangunan
OECD WPMN	Kelompok Kerja Manufaktur Material Nano (OECD)
SMILES	Spesifikasi Entri Jalur Input Molekul yang Disederhanakan
SWCNT	tabung nano karbon berdinding tunggal
TSCA	Undang-Undang Pengendalian Zat Beracun, US EPA (Amerika Serikat)
UVCB	Komposisi yang tidak Diketahui atau Bervariasi, Produk Reaksi Kompleks dan Bahan Biologis

5 Nomenklatur

5.1 Nomenklatur terdefinisi

Istilah nomenklatur berasal dari akar bahasa Latin "*nomen*" yang berarti "nama", sedangkan "*clatura*" berasal dari "*Calare*", yang artinya "seruan" atau "panggilan". Universitas Princeton mendefinisikan nomenklatur sebagai "*sistem kata-kata yang digunakan untuk menyebutkan hal-hal dalam disiplin tertentu*"^[6]. Untuk tujuan Standar ini, nomenklatur adalah sistem penamaan yang menyediakan seperangkat deskriptor minimum yang relevan untuk tujuan pengelompokan nama. Nama yang diberikan memungkinkan identitasnya untuk dipahami dengan mudah.

Berbeda dengan nomenklatur, *terminologi* (atau kosakata) adalah sekelompok istilah yang digunakan sebagai subjek studi atau profesi, dan lain-lain. Sering disebut sebagai "nomenklatur", terminologi sebenarnya adalah daftar istilah dan definisi yang memastikan pemahaman umum tentang bahasa yang digunakan di bidang tertentu. Contoh terminologi adalah definisi dari istilah partikel yang secara resmi diadopsi oleh ISO untuk mengartikan "*suatu objek nano dengan semua tiga dimensi eksternal dalam skala nano.*"

4 Abbreviated terms

CAS	Chemical Abstracts Service
CAS RN	Chemicals Abstracts Service Registry Number
CNT	carbon nanotube
DEFRA	Department for Environment, Food and Rural Affairs (United Kingdom)
DTSC	California Department of Toxic Substances Control (United States)
DWCNT	double-wall carbon nanotube
EPA	United States Environmental Protection Agency
InChI	International Chemical Identifier
IUBMB	International Union of Biochemistry and Molecular Biology
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry
MWCNT	multiwall carbon nanotube
NICNAS	National Industrial Chemicals Notification and Assessment Scheme (Australia)
NIST	United States National Institute of Standards and Technology
NMSP	Nanoscale Materials Stewardship Program, US EPA (United States)
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
OECD WPMN	Working Party on Manufactured Nanomaterials (OECD)
SMILES	Simplified Molecular Input Line Entry Specification
SWCNT	single-wall carbon nanotube
TSCA	Toxic Substances Control Act, US EPA (United States)
UVCB	Unknown or Variable Composition, Complex Reaction Products and Biological Materials

5 Nomenclature

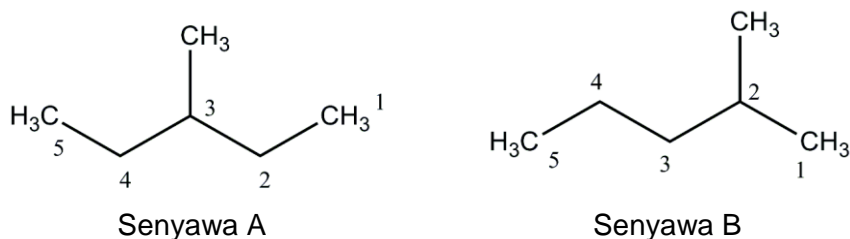
5.1 Nomenclature defined

The term nomenclature is derived from the Latin root “*nomen*” which means “name”, while “*clatura*” stems from “Calare”, which means to “call” or “summon”. Princeton University defines nomenclature as “*a system of words used to name things in a particular discipline*”^[6]. For the purposes of this report, *nomenclature* is a system of naming that provides a minimum set of descriptors relevant for the purpose of deriving the name. The name assigned enables its identity to be readily understood.

In contrast to nomenclature, *terminology* (or vocabulary) is a body of terms used in a subject of study or profession, etc. Often loosely referred to as “nomenclature”, terminology is in fact a list of terms and definitions that ensures a common understanding of the language used in a particular field. An example of terminology would be the definition of the term *nanoparticle* which has been formally adopted by ISO to mean “*a nano-object with all three external dimensions in the nanoscale.*”

5.2 Nomenklatur kimia

Ketika menamakan senyawa kimia organik, misalnya, aturan didasarkan pada nama struktur induk dari bahan kimia, serta kelompok kimia yang terkait dengan struktur induk dan posisi relatifnya. Untuk Senyawa A (di bawah), struktur ini dinamakan dengan pertama mengidentifikasi struktur induk (yaitu pentana) dan kemudian mengenal kelompok pengganti (yaitu -metil), dan posisi relatifnya. (yaitu melekat pada karbon ke-3 dari 5 karbon dalam rantai induk). Nama yang dihasilkan untuk senyawa ini adalah 3-metil pentana. Pergeseran kelompok metil ke karbon relatif pada rantai induk menghasilkan sebuah struktur kimia dan nama yang berbeda, 2-metil pentana. (Senyawa B).



5.3 Nomenklatur kimia Persatuan Internasional Kimia Murni dan Terapan (IUPAC)

IUPAC telah mengembangkan dan masih memperluas sistem aturan untuk nomenklatur kimia. Dalam bidang nomenklatur kimia yang sangat khusus, IUPAC berfungsi untuk memajukan aspek ilmu kimia di seluruh dunia. IUPAC mengembangkan dan menyediakan sistem nomenklatur yang memungkinkan senyawa kimia untuk dinamai secara unik sehingga dapat dibedakan satu sama lainnya. Nama-nama ini mewakili komposisi dan struktur senyawa. Struktur harus diketahui untuk menghasilkan nama yang unik, dan nama itu kemudian dapat dideskripsikan untuk menghasilkan struktur. Selain yang tersirat oleh struktur atau komposisi, nomenklatur IUPAC tidak membedakan antara molekul berdasarkan ukuran, volume, atau sifat kimia.

5.4 Nomenklatur kimia Layanan Abstrak Kimia (CAS)

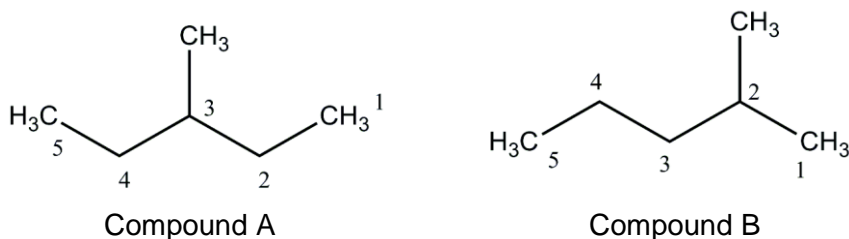
CAS adalah divisi nonprofit dari Himpunan Kimia Amerika Serikat yang mempertahankan sistem nomenklatur, terkait erat dengan sistem IUPAC, untuk tujuan pembuatan basis data dan pencarian informasi. Sistem CAS memiliki aturan nomenklatur untuk bahan kimia diskret, polimer dan bahan kimia dengan komposisi yang tidak diketahui atau bervariasi, produk reaksi kompleks dan bahan biologis (UVCB).

Konvensi penamaan CAS tergantung pada pilihan zat kimia memiliki struktur kimia tetap (seperti bahan kimia diskret), sejumlah unit yang berulang (seperti polimer), atau ditandai sebagai UVCB. Contoh nama UVCB adalah "Bahan Kimia A, produk reaksi dengan Partikel X". Sistem ini tidak membedakan berdasarkan ukuran atau volume. Namun, sistem ini kurang spesifik dan memungkinkan partikel dari ukuran, morfologi, struktur apa pun untuk dimasukkan ke dalam "Partikel X", serta setiap tingkat reaksi Bahan Kimia A pada permukaan Partikel X.

Pendekatan IUPAC dan CAS, keduanya memiliki beberapa unsur yang berguna untuk dipertimbangkan sebagai bagian dari nomenklatur kimia objek nano, dan dijelaskan lebih lanjut dalam Lampiran A.

5.2 Chemical nomenclature

When naming organic chemical compounds, for example, rules are based on naming the chemical's parent structure, as well as the chemical groups attached to the parent structure and their relative positioning. For Compound A (below), the structure is named by first identifying the parent structure (i.e. pentane) and then identifying the substituent group (i.e. -methyl), and its relative position (i.e. attached to the 3rd of 5 carbons in the parent chain). The resulting name for this compound is 3-methyl pentane. A shift of the methyl group to a neighbouring carbon on the parent chain results in a different chemical structure and the name, 2-methyl pentane (Compound B).



5.3 International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) chemical nomenclature

IUPAC has developed and still is expanding a system of rules for chemical nomenclature. In the highly specialized field of chemical nomenclature, IUPAC serves to advance worldwide aspects of the chemical sciences. It develops and provides nomenclature systems which allow chemical compounds to be named uniquely and thereby distinguished from each other. These names represent the composition and structure of the compound. The structure must be known for a unique name to be produced, and that name can then be deciphered to produce a structure. Other than in ways implied by structure or composition, IUPAC nomenclature does not distinguish between molecules based on size, volume, or chemical properties.

5.4 Chemical Abstracts Service (CAS) chemical nomenclature

CAS is a not-for-profit division of the American Chemical Society which maintains a nomenclature system, closely related to the IUPAC system, for the purpose of database building and information retrieval. The CAS system has nomenclature rules for discrete chemicals, polymers and chemicals of Unknown or Variable Composition, Complex Reaction Products and Biological Materials (UVCB's).

CAS's naming conventions depend on whether the chemical substance has a fixed chemical structure (such as discrete chemicals), a number of repeating units (such as polymers), or is characterized as a UVCB. An example of a UVCB name would be "Chemical A, reaction products with Particle X". This system does not distinguish based on size or volume. However, this system lacks specificity and allows particles of any size, morphology, structure to be encompassed by "Particle X", as well as any degree of reaction of Chemical A on the surface of Particle X.

Both IUPAC and CAS approaches have some useful elements to consider as part of chemical nomenclature for nano-objects, and are further described in Annex A.

6 Sistem nomenklatur kimia objek nano dan pendekatan yang relevan lainnya

Selain sistem nomenklatur kimia tradisional IUPAC dan CAS, proposal nomenklatur kimia yang menangani objek nano adalah jarang dan sebagian besar proposal ini menangani bentuk karbon, berkenaan dengan munculnya bentuk baru karbon seperti fullerena.

Dresselhaus dkk. (1992),^[7] memperkenalkan notasi vektor untuk mengklasifikasikan struktur atom tabung nano karbon dinding tunggal (SWCNTs). Dengan menggunakan vektor *chiral* $C = (n, m)$, sebuah SWCNT disebut jenis kursi (*armchair*) di dalam kasus $C = (n, n)$, jenis *zig-zag* di dalam hal $C = (n, 0)$ dan jenis bersifat heliks untuk kasus-kasus lainnya. Tergantung pada pilihan $(n-m)$ kelipatan 3 atau tidak, struktur elektronik SWCNT adalah logam atau semikonduktif. Sistem ini, bagaimanapun, tidak mempertimbangkan panjang tabung nano atau struktur ujung tabung nano. Sistem notasi ini dapat diperluas untuk tabung nano karbon dinding ganda (DWCNTs), tetapi tidak akan realistis untuk tabung nano karbon multidinding (MWCNT) dengan banyak lapisan.

IUPAC (1997)^[8] telah menerbitkan survei awal tentang metode penamaan fullerena yang dirancang untuk membedakan antara fullerena berdasarkan konektivitas atom. Namun, itu tidak mudah diperluas (dan juga tidak dimaksudkan) untuk diterapkan pada objek nano fullerena dan geometri fisik yang kompleks.

Inagaki dan Radovic (2002)^[9] telah mengusulkan sistem nomenklatur untuk bentuk karbon berskala nano berdasarkan faktor-faktor yang mengendalikan persiapan dan proses produksi. Faktor-faktor diklasifikasikan berdasarkan (i) kondisi agregasi dominan selama karbonisasi (yaitu, gas, cairan, fase padat); (ii) kondisi pengolahan; dan (iii) karakteristik struktural atau tekstur utama produk yang dihasilkan. Bentuk karbon berskala nano yang dihasilkan dijelaskan sebagai berstruktur nano atau berukuran nano. Para penulis melihat “karbon nano” sebagai “material karbon termanufaktur berskala nanometer” ketika baik ukuran atau strukturnya dikendalikan. Definisi ini akan berlaku untuk berbagai macam objek nano karbon, selain fullerena dan tabung nano.

Pada tahun 2006, ASTM Internasional mengembangkan sistem penamaan untuk karbon hitam yang dimaksudkan untuk industri karet.^[10] Konvensi penamaan ini membedakan antara spesies karbon hitam berdasarkan laju pematangan, luas permukaan (nilai 0-9), dan dua parameter arbitrase. Sistem ini, bagaimanapun, mungkin tidak mencakup seluruh rentang parameter yang diperlukan untuk menamakan aplikasi karbon hitam, maupun bentuk lain karbon berskala nano.

Glotzer dan Solomon (2007)^[11] telah mengusulkan serangkaian dimensi anisotropik yang umum untuk menggambarkan atribut utama partikel dan interaksinya. Dimensi adalah cakupan permukaan (tambal sulam), rasio aspek, segi, pola kuantitasi, cabang, pengaturan kimia, gradien bentuk, dan kekakuan. Dimensi dimaksudkan untuk digunakan dalam menggambarkan interaksi homogen dan heterogen, terutama yang terlibat dengan agregasi, agglomerasi dan swarakit. Karena penekanan ditempatkan pada interaksi partikel daripada komposisi partikel, beberapa penyesuaian akan diperlukan dalam sistem nomenklatur objek nano.

6 Chemical nomenclature systems for nano-objects and other relevant approaches

Apart from traditional IUPAC and CAS chemical nomenclature systems, chemical nomenclature proposals that address nano-objects are sparse and most of these proposals address forms of carbon, coinciding with the emergence of new forms of carbon such as fullerenes.

Dresselhaus et al. (1992),^[7] introduced vector notation for classifying the atomic structures of single-wall carbon nanotubes (SWCNTs). By using the chiral vector $C = (n, m)$, a SWCNT is called *armchair* type in the case of $C = (n, n)$, *zigzag* type in the case of $C = (n, 0)$, and *helical* type for the other cases. Depending on whether $(n-m)$ is a multiple of 3 or not, the electronic structure of the SWCNT is metallic or semi-conducting. This system, however, does not consider the length of the nanotube or the structure of the nanotube ends. This notation system could be extended for double wall carbon nanotubes (DWCNTs), but would not be realistic for multiwall carbon nanotubes (MWCNTs) with many layers.

IUPAC (1997)^[8] has published a preliminary survey of methods for naming fullerenes designed to differentiate between fullerenes based on atom connectivity. However, it does not easily extend (nor was it intended) to apply to non-fullerene nano-objects and complex physical geometries.

Inagaki and Radovic (2002)^[9] have proposed a system of nomenclature for nanoscale forms of carbon based on factors controlling the preparation and production process. Factors are classified on the basis of (i) dominant aggregation state during carbonization (i.e. gas, liquid, solid phase); (ii) conditions of processing; and (iii) key structural or textural features of the resulting products. Resulting forms of nanoscale carbon are described as either nanostructured or nano-size. The authors view “nanocarbons” as “carbon materials produced at the nanometer scale” when *either* their size or their structure is controlled. This definition would be therefore applicable to an enormous variety of carbon nano-objects, in addition to fullerenes and nanotubes.

In 2006, ASTM International developed a naming system for carbon black which was intended for the rubber industry.^[10] This naming convention differentiates between carbon black species based on curing rate, surface area (rating 0-9), and two arbitrary parameters. This system however, might not encompass the full range of parameters necessary for naming applications of carbon black, nor other forms of nanoscale carbon.

Glotzer and Solomon (2007) [11] have proposed a generalized set of anisotropy dimensions to describe key attributes of particles and their interactions. The dimensions are surface coverage (patchiness), aspect ratio, faceting, pattern quantization, branching, chemical ordering, shape gradient, and roughness. The dimensions are intended to be used to describe homogeneous and heterogeneous interactions, especially those involved with aggregation, agglomeration and self-assembly. As emphasis is placed on particle interactions rather than particle composition, some adjustments would be necessary for a nomenclature system for nano-objects.

Gentleman dan Chan (2009)^[12] menawarkan sistem indeksasi untuk digunakan oleh ilmuwan akademis lainnya dan merekomendasikan menggunakan parameter fisik dikombinasikan dengan nama kimia untuk membedakan objek nano dan sejenis dengan skala yang lebih besar. Pengidentifikasi numerik menunjuk pada parameter tertentu (seperti ukuran, bentuk, kimia inti, ligan, dan kelarutan). Kode yang diusulkan meliputi kelas kimia (organik/fulerena atau anorganik/organo logam), kimia terluar (dendrimer, fullerena, liposom atau polimer), ukuran dan bentuk (bola, polihedron/persegi, batang/kawat, piringan/cakram/sumur), kimia inti, kimia ligan (kelompok fungsional yang melekat di dalam atau di luar zat kimia berstruktur nano) dan kelarutan (dalam pelarutan air atau organik). Sistem pengodean ini cukup unik, tetapi beberapa modifikasi akan diperlukan untuk mengkodekan tabung nano karbon yang berbeda dengan lebih tepat. Misalnya, tidak membahas kategori "tabung" atau "serat berongga". Untuk kimia ligan, itu tidak menyebutkan lokasi gugus fungsional dan tidak menentukan jumlah, jenis dan lokasi objek terenkapsulasi.

Pada tahun 2012, Suarez-Martinez, Grobert dan Ewels^[13] mengusulkan sistem untuk menamakan bentuk karbon berskala nano yang berfokus pada perbedaan morfologi (misalnya satu atau multidinding, berongga, bendel) dan transformasi geometris (misalnya, tumpukan, potongan, ulir, kerucut) daripada kondisi sintesis, sifat fisik, atau tekstur. Mereka mengusulkan untuk menyusun famili bentuk grafena dalam format standar yang mengekspresikan dimensi periodik mereka, misalnya bentuk molekuler (dimensi nol), nano berbentuk silinder (satu dimensi) dan nano berbentuk lapisan. (dua dimensi). Sistem mereka akan mengusulkan nama "fulerena berdinding multi" untuk "struktur lapisan karbon terenkapsulasi multi" yang saat ini disebut sebagai "karbon berbentuk bawang" atau "fulerena berbentuk sarang". Selain itu, para penulis mengusulkan nomenklatur untuk mengidentifikasi material yang terdiri dari dua atau lebih bentuk karbon berskala nano yang dapat diperluas untuk menggambarkan komposisi kimia heterogen, objek nano berbasis karbon.

Thomas dkk. (2012)^[14] mengembangkan sebuah sistem nomenklatur untuk membuat ekspresi *string* yang dapat mengidentifikasi dan menghitung berbagai perbedaan tingkat tinggi dari bagian material suatu formulasi partikel nano dan mewakili urutan konektivitas spasial satu dengan lainnya. Tujuan dari sistem ini adalah untuk memberikan deskripsi formulasi partikel nano yang tidak hanya menggambarkan konektivitas spasial dari komponen partikel nano, tetapi juga memberikan informasi tentang zat-zat lain yang hadir di media tempat partikel nano berada. Representasi *string* ini dimaksudkan untuk dapat dibaca oleh manusia dan komputer, dan untuk dianotasi dengan istilah ontologi, memungkinkan struktur partikel nano dan komposisi formulasi untuk direkonstruksi dan ditafsirkan dari identifikasi *string*.

Pendekatan ini memiliki unsur yang berguna untuk dipertimbangkan sebagai bagian dari nomenklatur kimia objek nano, dan beberapa dari mereka dijelaskan lebih lanjut dalam Lampiran B.

7 Survei objek nano

7.1 Umum

Ketika barang bergerak dalam perdagangan, yang tunduk pada serangkaian persyaratan yang sering termasuk ketergantungan pada kualitas, keselamatan, dan peraturan dan standar lainnya. Mengurangi hambatan untuk keberterimaan komersial melalui standar internasional yang harmonis membantu mempromosikan ekonomi global yang terintegrasi. Dalam pengakuan peran standar dalam perdagangan internasional, upaya sistematis dilakukan untuk menetapkan "tangkapan (*snap shot*)" dari zat kimia dan famili zat kimia yang memiliki atau diharapkan memiliki utilitas komersial dalam aplikasi nanoteknologi.

Gentleman and Chan (2009)^[12] offer an indexing system for use by other academic scientists and recommend using physical parameters coupled with a chemical name to distinguish nano-objects and their larger scale counterparts. Numerical identifiers point to a specific parameter (such as size, shape, core chemistry, ligand, and solubility). The proposed codes include chemical classes (organic/fullerene or inorganic/organometallic), outermost chemistry (dendrimer, fullerene, liposome or polymer), size and shape (ball, polyhedron/faceted, rod/wire, plate/disc/well), core chemistry, ligand chemistry (functional groups attached to inside or outside of nanostructured chemical substances) and solubility (in water or in organic solvents). This coding system is quite unique, but some modifications would be necessary to codify different carbon nanotubes more precisely. For example, it does not discuss the category of “tube” or “hollow fibre”. For ligand chemistry, it does not call for the locations of functional groups and it does not specify the numbers, kinds and locations of encapsulated objects.

In 2012, Suarez-Martinez, Grobert and Ewels^[13] proposed a system for naming nanoscale forms of carbon that focuses on morphological differences (e.g. single or multiwall, hollow, bundled) and geometrical transformation (e.g. stacked, cut, scrolled, coned) rather than synthesis conditions, physical properties, or texture. They propose to arrange families of forms of graphene in a standardized format expressing their periodic dimension, e.g. molecular form (zero dimensional), cylindrical nanoforms (one dimensional) and layered nanoforms (two dimensional). Their system would propose the name “multi-walled fullerenes” for “multiple-encapsulated closed carbon layer structures” currently referenced as “carbon onions” or “nested fullerenes”. In addition, the authors propose nomenclature to identify materials consisting of two or more forms of nanoscale carbon which can be extended to describe the chemical composition of heterogeneous, carbon-based nano-objects.

Thomas et al. (2012)^[14] developed a nomenclature system to create computable string expressions that identify and enumerate the different high-level types of material parts of a nanoparticle formulation and represent the spatial order of their connectivity to each other. The goal of this system is to provide descriptions of nanoparticle formulations that not only describe the spatial connectivity of nanoparticle components, but also provides information about the other substances present in the medium in which the nanoparticle is present. These string representations are intended to be both human- and computer-readable, and to be annotated with ontology terms, allowing the structure of the nanoparticles and the composition of the formulation to be reconstructed and interpreted from the identifying string.

These approaches have elements useful to consider as part of chemical nomenclature for nano-objects, and certain of them are further described in Annex B.

7 Survey of nano-objects

7.1 Survey of nano

As goods move in trade, they are subject to an array of requirements that often include reliance on quality, safety, and other regulations and standards. Streamlining the hurdles for commercial acceptance through harmonized international standards helps to promote an integrated global economy. In recognition of the role of standards in international commerce, a systematic effort was undertaken to establish a “snap shot” of the chemical substances and families of chemical substances that have or are expected to have commercial utility in nanotechnology applications.

Untuk tujuan ini, survei keanggotaan ISO/TC 229 dan IEC/TC 113 dilakukan. Semua badan anggota ISO/TC 229 dan IEC/TC 113 diminta untuk mengidentifikasi dan mengumpulkan informasi kimia tentang objek nano (misalnya partikel nano, serat nano, pelat nano, tabung nano dan lain-lain), atau famili objek nano (misalnya tabung nano karbon, *dot* kuantum) untuk dipertimbangkan dalam Proyek Kerangka Nomenklatur (ISO/TC229/JWG1/PG11).

Formulir survei ini dirancang untuk menangkap informasi kimia pada diskret objek nano organik dan anorganik dan famili objek nano. Ini tidak dimaksudkan untuk digunakan dengan bahan biologis murni atau komposit, material berstruktur nano yang lebih besar dari skala nano (misalnya, matriks komposit polimer, matriks komposit keramik, permukaan bertekstur nano) atau perangkat. Badan anggota diminta untuk menggambarkan nomenklatur IUPAC atau CAS yang diterapkan pada objek nano yang dinominasikan dalam survei, mengidentifikasi pendorong pengembangan sistem nomenklatur, serta apabila pendekatan nomenklatur yang ada sudah memadai.

Hal ini diakui dan dipahami bahwa tanggapan terhadap survei keanggotaan mungkin mencerminkan preferensi khusus dari negara responden dalam area aplikasi tertentu. Selain itu, hasil survei dan analisis berikutnya tidak dimaksudkan untuk memberikan daftar lengkap semua zat kimia yang sedang diteliti atau digunakan dalam semua aplikasi nanoteknologi. Beberapa objek nano termasuk kadmium sulfida dan grafena yang dinominasikan oleh anggota TC 229/TC 113 tidak memenuhi syarat untuk peringkat akhir dalam Tabel 1. Namun, ini adalah bahan kimia penting dalam beberapa aplikasi nanoteknologi.

Total 28 survei diterima, dari 10 negara, menggambarkan 16 material dalam perdagangan dari ISO/TC229 dan IEC/TC 113. Sebuah ringkasan representatif dari tanggapan survei dimasukkan sebagai Lampiran C.

7.2 Seleksi daftar publik objek nano

7.2.1 Pendahuluan

Untuk mendapatkan informasi kimia tambahan yang dapat mengevaluasi secara obyektif potensi relevansi komersial dari objek nano, tinjauan dilakukan terhadap daftar publik zat kimia yang teridentifikasi memiliki relevansi komersial dalam nanoteknologi dilakukan. Daftar ini telah dikembangkan oleh sejumlah organisasi internasional dan yurisdiksi untuk memfasilitasi prioritas penelitian atau penilaian. Sumber daya yang diidentifikasi lebih lanjut ditunjukkan dalam Lampiran C.

Daftar ini mewakili kelas objek nano saat ini dalam perdagangan, serta material yang menarik untuk program peraturan. Material dalam daftar ini terutama dipertimbangkan dalam rentang 1 nm hingga 100 nm. Zat kimia ini dapat dianggap sebagai objek nano generasi pertama tetapi mungkin tidak sepenuhnya mencerminkan semua kelas saat ini dalam penelitian dan pengembangan. Selain itu, tidak ada upaya untuk menghalangi komunitas penelitian di luar keanggotaan ISO/TC 229 dan IEC/TC 113.

7.2.2 Program kerja ISO/TC 229

ISO/TC 229^[15] mengikuti standardisasi di bidang nanoteknologi. Kelompok kerja telah didirikan di bidang-bidang berikut: terminologi dan nomenklatur, pengukuran dan karakterisasi, aspek kesehatan, keselamatan dan lingkungan, dan spesifikasi material. Untuk mempromosikan koordinasi antara Kelompok Kerja dalam TC 229, program kerja TC 229 dipertimbangkan untuk proyek-proyek yang menunjukkan fokus spesifik pada objek nano tertentu atau kelas/subkelas objek nano. Selain itu, proyek kategorisasi yang disebut “pohon nano” memberikan perspektif yang menarik tentang pengaturan objek nano.

For this purpose, surveys of the ISO/TC 229 and IEC/TC 113 membership were undertaken. All member bodies of ISO/TC 229 and IEC/TC 113 were requested to identify and compile chemical information on nano-objects (e.g. nanoparticles, nanofibres, nanoplates, nanotubes, etc), or families of nano-objects (e.g. carbon nanotubes, quantum dots) for consideration in the Nomenclature Framework project (ISO/TC229/JWG1/PG11).

The survey form was designed to capture chemical information on discrete organic and inorganic nano-objects and families of nano-objects. It was not intended for use with pure or compounded biological materials, nanostructured materials larger than the nanoscale (e.g. polymer matrix composite, ceramic matrix composite, nanotextured surfaces) or devices. Member bodies were invited to describe how existing IUPAC or CAS nomenclature applied to the nano-objects nominated in the survey, identify drivers for developing nomenclature system, as well as whether existing nomenclature approaches were adequate.

It is acknowledged and understood that the responses to the membership survey might reflect the particular preference by the responding country in a given application area. Moreover, the results of the survey and subsequent analyses are not intended to provide a complete list of all of the chemical substances that are being researched or used in all nanotechnology applications. Some nano-objects including cadmium sulfide and graphene nominated by TC 229/TC 113 members did not qualify for final ranking in Table 1. These are nonetheless important chemistries in certain applications of nanotechnologies.

A total of 28 surveys were received, from 10 countries, describing 16 materials in commerce from ISO/TC229 and IEC/TC 113. A representative summary of the survey responses is included as Annex C.

7.2 Selection of public listings of nano-objects

7.2.1 Introduction

To gain additional chemical information with which to objectively evaluate the potential commercial relevance of nano-objects, a review was undertaken of public lists of chemical substances identified as having commercial relevance in nanotechnology. These lists have been developed by a number of international organizations and jurisdictions in order to facilitate research or assessment prioritization. The identified resources are further addressed in Annex C.

These listings represent classes of nano-objects currently in commerce, as well as materials of interest to regulatory programs. Materials on these lists are considered primarily in the range of 1 nm to 100 nm. These chemical substances can be considered first generation nano-objects but might not be completely reflective of all classes currently in research and development. Furthermore, there was no attempt to canvas the research community beyond the memberships of ISO/TC 229 and IEC/TC 113.

7.2.2 ISO/TC 229 programme of work

ISO/TC 229^[15] is pursuing standardization in the field of nanotechnologies. Working Groups have been established in the following areas: terminology and nomenclature, measurement and characterization, health, safety and environmental aspects, and material specifications. To promote coordination among Working Groups within TC 229, the work programme of TC 229 was examined for projects which demonstrate a specific focus on specific nano-objects or classes/subclasses of nano-objects. In addition, the so-called “nano-tree” categorization project provides an interesting perspective on how nano-objects can be organized.

7.2.3 OECD "Panduan Manual untuk Pengujian Material Nano yang di Manufaktur"

Daftar yang dikeluarkan tentang representatif manufaktur material nano oleh OECD^[16] mengidentifikasi objek nano yang berada dalam perdagangan untuk mengarahkan pengembangan data pengujian khususnya di bidang pengukuran, toksikologi dan penilaian risiko material nano. Beberapa objek nano yang tidak termasuk dalam daftar dapat menjadi penting di masa depan dan yang saat ini dalam daftar mungkin (seiring waktu) mengurangi produksi dan/atau penggunaan.

7.2.4 Sistem Notifikasi dan Penilaian Bahan Kimia Industri Nasional Australia (NICNAS)

Sebagai hasil dari data survei industri sukarela pada tahun 2006 dan 2008, dan mempertimbangkan keterlibatan Australia dalam program pengujian OECD, NICNAS mengidentifikasi daftar indikatif tetapi tidak melengkapi zat yang dapat diproduksi sebagai objek nano dalam kertas diskusi publik pada bulan November 2009 berjudul "Proposal untuk Reformasi Peraturan dalam Industri Material Nano"^[17].

7.2.5 Departemen Lingkungan, Pangan dan Urusan Pedesaan Britania Raya (DEFRA)

DEFRA memerintahkan Lembaga Kedokteran Pekerja untuk melakukan latihan prioritas untuk mengidentifikasi material untuk pengembangan bahan acuan untuk digunakan dalam penelitian.^[18] Proyek REFNANO yang dihasilkan didasarkan pada diskusi informatif dan kegiatan pengumpulan pendapat dengan perwakilan dari toksikologi, metrologi dan komunitas produsen/pengguna. Berdasarkan diskusi dan rekomendasi dari dua lokakarya, daftar delapan objek nano prioritas tinggi ditetapkan.

7.2.6 "Program Supervisi Material Berskala Nano" EPA Amerika Serikat

Pada bulan Oktober 2006, EPA meluncurkan proses kolaborasi dan mengundang pemangku kepentingan untuk berpartisipasi dalam desain, pengembangan dan implementasi Program Supervisi Material Berskala Nano. (NMSP).^[19] Penerbitan dokumen konsep NMSP Juli 2007, dokumen inventaris TSCA, dan Permintaan Pengumpulan Informasi untuk NMSP untuk kajian dan komentar publik merupakan bagian dari proses pengembangan kolaboratif. NMSP memiliki dua bagian:

- Program Dasar untuk melaporkan informasi yang tersedia tentang material berskala nano yang direkayasa, diimpor, diproses atau digunakan; dan
- Program Mendalam untuk secara sukarela mengembangkan data, termasuk pengujian, untuk beberapa objek nano ini selama jangka waktu yang lebih lama.

NMSP secara sukarela berakhir pada bulan Desember 2009. Tiga puluh satu organisasi yang mencakup lebih dari 132 material berskala nano mengajukan informasi di bawah program Dasar.

7.2.7 Layanan Bantuan di Departemen Pengendalian Zat Beracun California

Negara bagian California di Amerika Serikat memiliki ekonomi terbesar kedelapan di dunia. Pada tahun 2009, Departemen Pengendalian Zat Beracun (DTSC) memulai panggilan informasi masuk kimia untuk tabung nano karbon dan mengeluarkan daftar objek nano tambahan yang mungkin menjadi subjek panggilan data di masa depan.^[20] DTSC ingin memahami penggunaan nanoteknologi untuk pendekatan kimia hijau, pencegahan polusi, dan strategi manufaktur berkelanjutan.

7.2.3 OECD “Guidance Manual for the Testing of Manufactured Nanomaterials“

The OECD-issued list of representative manufactured nanomaterials^[16] identifies nano-objects which are in commerce to direct the development of test data particularly in the areas of measurement, toxicology and risk assessment of nanomaterials. Certain nano-objects not included in the list could become important in the future and those currently on the list might have (over time) reduced production and or use.

7.2.4 Australian National Industrial Chemicals Notification and Assessment Scheme (NICNAS)

As a result of data from voluntary industry surveys in 2006 and 2008, and in consideration of Australia's involvement in the OECD testing program, NICNAS identified an indicative but not exhaustive list of substances that may be produced as nano-objects in a public discussion paper in November 2009 entitled “Proposal for Regulatory Reform of Industrial Nanomaterials”^[17].

7.2.5 UK Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA)

DEFRA commissioned the Institute of Occupational Medicine to undertake a prioritization exercise to identify materials for the development of reference materials for use in research.^[18] The resulting REFNANO project is based on an informed discussion and opinion-gathering activity with representatives from toxicology, metrology and the producer/user communities. Based on discussions and recommendations from two workshops, a list of eight high priority nano-objects was established.

7.2.6 US EPA’s “Nanoscale Materials Stewardship Program”

In October 2006, EPA launched a collaborative process and invited stakeholders to participate in the design, development and implementation of a Nanoscale Materials Stewardship Program (NMSP).^[19] The release of the July 2007 NMSP concept paper, TSCA Inventory paper, and Information Collection Request for the NMSP for public review and comment were part of the collaborative development process. The NMSP had two parts:

- Basic Program for reporting available information on engineered nanoscale materials that were manufactured, imported, processed or used; and
- In-depth Program to voluntarily develop data, including testing, for certain of these nano-objects over a longer time frame.

The voluntary NMSP ended in December 2009. Thirty one organizations covering more than 132 nanoscale materials submitted information under the Basic program.

7.2.7 California Department of Toxic Substances Control Information Call-In

The State of California in the United States has the eighth largest economy in the world. In 2009, the Department of Toxic Substances Control (DTSC) initiated a chemical information call-in for carbon nanotubes and issued a list of additional nano-objects that could be subject to data call-ins in the future.^[20] DTSC wants to understand the use of nanotechnology for approaches to green chemistry, pollution prevention, and sustainable manufacturing strategies.

7.2.8 Data yang tersedia secara komersial di Basis Data *Nanowerk*

Nanowerk adalah sebuah portal nanoteknologi dan nanosains yang dikembangkan dan dipelihara oleh *Nanowerk* LLC, pada tahun 2011, terdaftar lebih dari 2.200 material nano yang tersedia secara komersial dari lebih 145 pemasok material nano internasional.^[21]

7.3 Peringkat objek nano yang disurvei

7.3.1 Umum

Sebelum mengarahkan sumber daya terbatas untuk menginisiasi pengembangan lebih lanjut sistem nomenklatur kimia objek nano, disepakati untuk mengembangkan pemahaman kritis tentang material yang tersedia secara komersial dan material yang dianggap memiliki prioritas terbesar untuk pengembangan nomenklatur. Akibatnya, sebuah sistem untuk peringkat objek nano dan kelas objek nano yang diidentifikasi melalui survei ISO/TC 229 dan IEC/TC 113 dan basis data internasional dilakukan. Informasi yang diperoleh dari latihan ini dirancang untuk menginformasikan kebutuhan dan pengembangan nomenklatur untuk kelas objek nano secara umum. Hasil dari latihan ini terkandung dalam Standar ini dan ditawarkan untuk membantu menetapkan dasar objektif untuk rekomendasi tentang kebutuhan nomenklatur kimia dalam nanoteknologi.

Seperti yang dinyatakan sebelumnya, pada tahun 1997 IUPAC menerbitkan pendekatan untuk penamaan material fulerena. Namun, subkelas ini telah menjadi bagian dari latihan prioritas untuk memahami tingkat penggunaan dan penerimaan saat ini dalam komunitas internasional. Selain itu, informasi yang diterima dalam proses nominasi ISO/TC 229 merepresentasikan tanggapan yang ditargetkan sendiri dan karena itu tidak merepresentasikan penilaian yang komprehensif dari kebutuhan nomenklatur. Namun, tanggapan-tanggapan ini memberikan wawasan yang sangat berharga dari para ahli di bidang yang berpengalaman dan aspirasi mereka ditantang oleh nomenklatur kimia yang tersedia. Dengan kualifikasi ini dalam pikiran, prioritas untuk pengembangan nomenklatur kimia yang diidentifikasi melalui latihan ini adalah kandidat sebagai bukti konsep berkenaan dengan pengembangan sistem nomenklatur kimia objek nano.

7.3.2 Inklusi dalam ISO/TC 229 yang disurvei

Survei TC 229 menangkap informasi kimia pada 16 objek nano anorganik dan organik yang diskret dan famili objek nano. Ada 28 tanggapan yang diterima dari 10 badan anggota yang berkontribusi. Untuk tujuan memahami tingkat ketertarikan relatif antara badan anggota dalam aplikasi yang melibatkan objek nano yang teridentifikasi melalui survei ini, nilai 5 ditugaskan dengan setidaknya dua badan anggota menyatakan minat dalam subkelas objek nano¹. Nilai 3 ditugaskan dengan satu badan anggota mengungkapkan minat dalam subkelas dari objek nano. Nilai tambahan 1 ditugaskan pada subkelas dengan setidaknya satu anggota menyatakan minat pada objek nano yang termasuk dalam subkelas tersebut.

¹ Ungkapan "minat pada subkelas objek nano" dianggap baik sebagai sebuah referensi langsung ke subkelas yang luas oleh sebuah organisasi anggota, atau beberapa referensi ke objek nano di dalam subkelas oleh satu organisasi anggota.

7.2.8 Commercially available data in the Nanowerk Database

Nanowerk is a nanotechnology and nanosciences portal developed and maintained by Nanowerk LLC which, as of 2011, listed over 2,200 nanomaterials commercially available from more than 145 international suppliers of nanomaterials.^[21]

7.3 Ranking of surveyed nano-objects

7.3.1 General

Before directing limited resources to initialize the further development of chemical nomenclature systems for nano-objects, it was agreed to develop a critical understanding of what materials are available commercially and which materials are viewed as having the greatest priority for nomenclature development. As a result, a system for ranking the nano-objects and classes of nano-objects that were identified through the ISO/TC 229 and IEC/TC 113 survey and international databases was undertaken. Information gained from this exercise is designed to inform the need for and development of nomenclature for classes of nano-objects generally. The results of this exercise are contained in this Standard and are offered to help establish an objective basis for recommendations on chemical nomenclature needs in nanotechnologies.

As previously noted, in 1997 IUPAC published an approach for naming fullerene materials. However, this subclass was made part of the prioritization exercise with a view toward understanding its current level of usage and acceptance within the international community. Moreover, information received in the ISO/TC 229 nomination process represents self-directed responses and as such does not represent a comprehensive assessment of nomenclature needs. Nevertheless, these responses provide highly valuable insight from experts in the field whose experiences and pursuits are challenged by available chemical nomenclature. With these qualifications in mind, the priorities for chemical nomenclature development identified through this exercise are candidates for proof of concept with respect to nano-object chemical nomenclature system development.

7.3.2 Inclusion in ISO/TC 229 survey

The TC 229 survey captured chemical information on 16 discrete inorganic and organic nano-objects and families of nano-objects. There were 28 responses received from the 10 member bodies that contributed responses. For purposes of understanding the relative degree of interest among member bodies in applications involving the nano-objects identified through this survey, a value of 5 was assigned where at least two member bodies expressed interest in a sub-class of nano-objects¹. A value of 3 was assigned where a single member body expressed an interest in a sub-class of nano-objects. An additional value of 1 was assigned to a sub-class where at least one member expressed interest in a nano-object belonging to that sub-class.

¹ An expression of “interest in a sub-class of nano-objects” was considered either a direct reference to a broad sub-class by a member organization, or multiple references to nano-objects within a sub-class by a single member organization.

7.3.3 Konsistensi dengan kerja dan tingkat minat ISO/TC 229 yang dinyatakan dalam sumber informasi internasional

Nilai-nilai juga diberikan sebagai sarana untuk mengukur tingkat koordinasi kerja TC 229 dengan minat badan anggota yang disurvei dan dengan daftar objek nano di antara berbagai basis data publik internasional dengan fokus kepada peraturan. Nilai 5 diberikan berdasarkan keberadaan sekurang-kurangnya 4 item kerja yang berkaitan dengan subkelas objek nano dalam TC-229. Nilai 3 diberikan berdasarkan keberadaan 2-3 item kerja dalam TC 229 yang berkaitan dengan subkelas dari objek nano. Nilai tambahan 1 diberikan jika ada 0-1 item kerja dalam TC 229 yang berkaitan dengan subkelas objek nano.

Selain itu, nilai 1 (yaitu skor maksimum 5) diberikan berdasarkan keberadaan subkelas objek nano di masing-masing sumber berikut:

- Panduan Manual untuk Pengujian Material Nano Termanufaktur (OECD);
- “Program Pelayanan Material Berskala Nano” (US EPA);
- Sistem Notifikasi dan Penilaian Bahan Kimia Industri Nasional (Australia NICNAS);
- Departemen Lingkungan, Pangan dan Urusan Pedesaan Britania Raya (DEFRA);
- Departemen Pengendalian Zat Beracun California (DTSC).

7.3.4 Tersedia secara komersial seperti yang tercantum dalam basis data *Nanowerk*

Peringkat prioritas ditetapkan dengan dan tanpa basis data *Nanowerk* yang berorientasi komersial. Nilai 5 diberikan jika material tersedia dari lebih dari 25 pemasok dalam basis data *Nanowerk*. Nilai 4 diberikan berdasarkan material yang tersedia dari 11 hingga 25 pemasok. Nilai 3 diberikan berdasarkan material yang tersedia dari 6 hingga 10 pemasok. Nilai 2 diberikan berdasarkan material yang tersedia dari 3 hingga 5 pemasok. Yang terakhir, nilai 1 diberikan berdasarkan material yang tersedia kurang dari 3 pemasok.

7.3.3 Consistency with ISO/TC 229 work and level of interest expressed in international information sources

Values also were assigned as a means to gauge the level of coordination of the work of TC 229 with the surveyed interests of member bodies and with the listings of nano-objects among various international public databases with a regulatory focus. A value of 5 was assigned based on the existence of at least 4 work items relating a sub-class of nano-objects in TC-229. A value of 3 was assigned based on the existence of 2-3 work items in TC 229 relating to a sub-class of nano-objects. An additional value of 1 was assigned if there were 0-1 work items in TC 229 relating to a sub-class of nano-objects.

In addition, a value of 1 (i.e. maximum score of 5) was assigned based on the existence of a sub-class of nano-objects in each of the following sources:

- Guidance Manual for the Testing of Manufactured Nanomaterials (OECD);
- “Nanoscale Materials Stewardship Program” (US EPA);
- Australian National Industrial Chemicals Notification and Assessment Scheme (Australia NICNAS);
- UK Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA);
- California Department of Toxic Substances Control (DTSC).

7.3.4 Commercially available as listed in Nanowerk database

Priority rankings were established with and without the commercially-oriented Nanowerk database. A value of 5 was assigned if the material was available from greater than 25 suppliers in the Nanowerk database. A value of 4 was assigned based on a material being available from 11 to 25 suppliers. A value of 3 was assigned based on a material being available from 6 to 10 suppliers. A value of 2 was assigned based on a material being available from 3 to 5 suppliers. Finally, a value of 1 was assigned based on a material being available from less than 3 suppliers.

7.4 Ranking results

7.4.1 Approach taken

The ranking approach undertaken by ISO/TC 229 was designed to cover a wide range of stakeholder interests. First, consideration was given to the specific interests in nomenclature development as expressed by ISO/IEC member bodies and as identified by the ISO/TC 299 work program. Second, external stakeholder interests were identified in international database listings, which tended to be of a regulatory interest in nature, and as indicated by their commercial availability for sale in the global marketplace. The needs and interests of the research community in chemical nomenclature for nano-objects were ascertained by identifying scientific publications describing representative nomenclature, indexing, or characterization approaches. Scoring results are presented in Table 1 with and without the Nanowerk data. Results from both approaches share the same top 12 priorities, in the same order. There are 4 subclasses that are unique results to each approach. Overall, these results provide a representative spectrum of the chemical substances of current commercial, regulatory, and scientific interest in nanotechnologies. Nano-object groupings generated by these results have also been suggested with a view toward developing category specific nomenclature systems.

Tabel 1 — Summary of ranking results

Ranking	Without Nanowerk Data		With Nanowerk Data	
	Nano-object	Score	Nano-object	Score
1	SWCNT ^{***}	16	SWCNT ^{***}	21
2	MWCNT ^{***}	15	MWCNT ^{***}	20
3	Titanium Dioxide ^{**}	13	Titanium Dioxide ^{**}	18
4	Silver Nanoparticles [*]	11	Silver Nanoparticles [*]	16
5	Fullerenes ^{***}	10	Fullerenes ^{***}	15
6	Silicon Dioxide/Silica ^{**}	9	Silicon Dioxide/Silica ^{**}	14
7	Gold Nanoparticles [*]	8	Gold Nanoparticles [*]	14
8	Iron Oxide ^{**}	8	Iron Oxide ^{**}	13
9	Cerium Oxide ^{**}	7	Cerium Oxide ^{**}	12
10	Copper Nanoparticles [*]	7	Copper Nanoparticles [*]	12
11	Zinc Oxide ^{**}	6	Zinc Oxide ^{**}	11
12	Nano Diamond ^{***}	5	Nano Diamond ^{***}	9
13	Nanocellulose ^{****}	4	Calcium Carbonate ^{****}	9
14	Aluminium Oxide ^{**}	3	Aluminium Oxide ^{**}	8
15	Quantum Dots ^{*****}	3	Nickel Nanoparticles [*]	8
16	Carbon Black ^{***}	3	Quantum Dots ^{*****}	8
17	Nanoclays ^{*****}	3	Copper Oxide ^{**}	7
18	Zero Valent Iron [*]	3	Magnesium Oxide ^{**}	6
19	Nickel Nanoparticles [*]	3	Aluminium Nanoparticles [*]	6
20	Magnesium Oxide ^{**}	3	Zirconium Oxide ^{**}	6

* noble metals; ** metal oxides; *** elemental carbon; **** organics;
***** others: quantum dots, nanoclays

7.4.2 Deskripsi pengelompokan logam (secara unsur)

Partikel nano logam yang dinilai memiliki minat tinggi saat ini dalam aplikasi nanoteknologi termasuk emas (Au), perak (Ag), tembaga (Cu), nikel (Ni), dan besi bervalensi nol (Fe). Nano logam ini tersedia dalam berbagai bentuk (misalnya bulatan, batang, kawat, kubus, prisma) dan dapat menjadi bagian dari struktur cangkang-inti atau material komposit. Hal ini diakui bahwa ukuran, distribusi ukuran, kimia permukaan, dan muatan permukaan dapat berkontribusi pada perubahan dalam sifat kinerja objek nano ini. Kelompok ini juga dapat disebut plasmonik partikel nano atau berstruktur nano karena kemampuannya untuk mempertahankan resonansi plasmon permukaan. Sistem nomenklatur kimia saat ini menggambarkan konektivitas molekulernya dan tidak dimaksudkan untuk menjelaskan objek nano ini dalam konteks ukuran, bentuk, atau sifatnya.

7.4.3 Deskripsi pengelompokan oksida logam

Oksida logam yang diidentifikasi sebagai peringkat tinggi dalam hal aplikasi dalam nanoteknologi termasuk titanium dioksida, silikon dioksida, besi oksida, seng oksida, tembaga oksida, aluminium oksida, magnesium oksida dan zirkonium oksida. Objek nano ini memiliki sifat yang bervariasi berdasarkan ukuran, kimia permukaan dan fungsionalisasi, interaksi cangkang-inti, keadaan kristalin, luas permukaan, dan polimorfisme. Dalam kasus besi oksida, spesies yang berbeda (Fe_2O_3 dan Fe_3O_4) memiliki sifat yang berbeda dan dalam rentang 2 nm hingga 20 nm material-material ini juga dapat superparamagnetik. Objek nano ini menemukan kegunaan dalam pengujian penahanan magnetik, pencitraan biologis (resonansi magnetik) dan aplikasi sekuestrasi. CeO_2 partikel nano terlibat dalam, misalnya, aplikasi katalis (motor diesel), teknologi sel bahan bakar, dan aplikasi pelapisan (untuk stabilitas dan kekerasan mekanis).

Sistem nomenklatur kimia saat ini terutama menggambarkan konektivitas molekuler. Untuk titanium dioksida secara umum, sistem nomenklatur kimia mengenal bentuk anatase, rutil dan *brookite*. Namun, sistem ini tidak dimaksudkan untuk menggambarkan objek nano ini dalam konteks ukuran atau parameter lain yang dapat menyebabkan perubahan pada sifat yang dinyatakan.

7.4.2 Description of metals (elemental) grouping

Metal nanoparticles ranked to be of current high interest in nanotechnology applications include gold (Au), silver (Ag), copper (Cu), nickel (Ni), and zero valent iron (Fe). These are available in a wide variety of shapes (e.g. spheres, rods, wires, cubes, prisms) and can be part of a core-shell structure or composite material. It is recognized that size, size distribution, surface chemistry, and surface charge can contribute to changes in the performance properties of these nano-objects. This grouping also can be referred to as plasmonic nanoparticles or nanostructures due to their ability to sustain surface plasmon resonance. Current chemical nomenclature systems describe their molecular connectivity and are not intended to describe these nano-objects in the context of their size, shape or properties.

7.4.3 Description of metal oxides grouping

Metal oxides that were identified as high ranking in terms of applications in nanotechnology include titanium dioxide, silicon dioxide, iron oxide, cerium oxide, zinc oxide, copper oxide, aluminium oxide, magnesium oxide, and zirconium oxide. These nano-objects have varying properties based on size, surface chemistry and functionalization, core-shell interactions, crystalline state, surface area and polymorphism. In the case of iron oxide, different species (Fe_2O_3 and Fe_3O_4) have different properties and in the 2 nm to 20 nm range these materials can also be superparamagnetic. These nano-objects are finding utility in magnetic confinement assays, biological imaging (magnetic resonance) and sequestration applications. CeO_2 nanoparticles are involved in, for example, catalysis applications (diesel motor), fuel cell technologies, and coating applications (for mechanical stability and hardness).

The current chemical nomenclature systems predominantly describe molecular connectivity. For titanium dioxide generally, chemical nomenclature systems recognize the anatase, rutile and brookite forms. However, the systems are not intended to describe these nano-objects in the context of size or other parameters which may lead to changes in expressed properties.

7.4.4 Deskripsi pengelompokan karbon

Objek nano karbon yang diidentifikasi melalui pendekatan peringkat ini termasuk fullerena, SWCNT, MWCNT, karbon hitam, dan intan nano. Fullerena berbasis karbon terdiri dari berbagai molekul berongga menyerupai sangkar, yang terdiri dari kelompok atom karbon hexagonal dan pentagon. Tabung nano karbon bervariasi dalam sifat sesuai dengan jumlah dinding (tunggal, ganda, multi, dan lain-lain), kiralitas, proses manufaktur, dan kotoran. Karbon hitam adalah karbon hampir murni dalam bentuk partikel agregat yang dihasilkan oleh pembakaran yang tidak sempurna atau dekomposisi termal gas atau cairan hidrokarbon di bawah kondisi terkontrol. Penampilan fisiknya adalah hitam, halus yang dibagi menjadi pelet atau bubuk. Penggunaannya dalam ban, produk karet dan plastik, tinta cetak dan pelapisan terkait dengan sifat luas permukaan spesifik, ukuran partikel dan struktur, konduktivitas dan warna. Karbon hitam adalah salah satu dari 50 bahan kimia industri terkemuka yang dimanufaktur di seluruh dunia, berdasarkan tonase tahunan. Subkelas intan nano secara tipikal dapat digambarkan sebagai polikristalin film intan yang dapat bervariasi dalam sifat tergantung pada ketebalan cangkang karbon, tingkat grafitisasi, aglomerasi partikel, dan lain-lain. Aplikasi untuk intan nano membuka jalan untuk secara substansial meningkatkan karakteristik komposisi abrasif dan pemolesan, pelumasan, alat abrasif, komposisi polimer, resin dan karet, sistem rekaman magnetik, dan memberikan kemungkinan tumbuh film intan pada berbagai substrat².

Sistem nomenklatur CAS dan IUPAC untuk objek nano karbon terutama menggambarkan konektivitas molekuler, mirip dengan kelas lain. Tidak ada pertimbangan baru untuk nomenklatur untuk karbon hitam telah teridentifikasi. Nomenklatur kimia untuk fullerena memungkinkan objek nano ini untuk dibedakan. Seperti yang dinyatakan di tempat lain, proposal telah diusulkan untuk menggambarkan objek nano karbon berdasarkan proses manufaktur, struktur, dan morfologi. Namun, sistem yang selaras dan komprehensif untuk menamakan dan membedakan antara CNT, khususnya, yang kurang saat ini. Intan nano juga kekurangan sistem nomenklatur khusus.

7.4.5 Deskripsi struktur cangkang-inti

Latihan survei mengidentifikasi sejumlah partikel nano cangkang-inti yang akan mendapat manfaat dari sistem nomenklatur. *Dot* kuantum, yang merupakan semikonduktor dan menampilkan sifat-sifat yang bergantung pada ukuran pada skala nano, secara tipikal struktur cangkang-inti dan saat ini tidak dapat dibedakan dengan baik menggunakan nomenklatur konvensional, berbasis kimia. Demikian pula, kadmium sulfat adalah struktur cangkang-inti yang terdiri dari inti bulatan-kuasi, seperti kadmium (Cd) *chalcogenide*, 2 nm hingga 20 nm dalam diameter, fungsionalisasi permukaan dengan fosforus (P) atau sulfur (S) *poly-oxo-anion*, seperti heksametafosfat, tripolifosfat, atau tiosulfat. Oksigen terionisasi (O) memberikan muatan stabilisasi negatif (dalam media berair) untuk partikel nano dan P atau S mengikat logam *chalcogenide*.^[22] Saat ini, bahan kimia ini dapat dianggap sebagai campuran CdS dan fosfat. Namun, mendeskripsikan modifikasi permukaan CdS-PO dalam hal campuran tidak secara akurat menggambarkan jenis ikatan (misalnya ionik, kovalen) yang terjadi pada permukaan partikel nano CdS.

² Subkelas unsur karbon yang dominan dikenal mencakup grafena, yang terbentuk dari lapisan individu karbon sp^2 yang dapat bervariasi dalam sifat berdasarkan urutan molekuler dan porositas. Aglomerasi yang terbentuk dari bentuk 3-D grafena yang sangat teratur dapat berbeda secara signifikan dari interkalasi grafit dalam hal porositas dan urutan yang dapat dicapai. Efek gabungan dari urutan dan porositas pada skala molekuler telah terbukti secara signifikan memengaruhi sifat-sifat seperti daya regang, konduktivitas, luas permukaan dan sifat elektromagnetik dalam beberapa kasus. Sejak survei asli dan latihan peringkat dilakukan, molekuler grafena telah menjadi referensi sebagai objek nano yang mengarah ke fullerena.

7.4.4 Description of carbon grouping

Nano-objects of carbon identified through this ranking approach include fullerenes, SWCNTs, MWCNTs, carbon black, and nanodiamond. Carbon-based fullerenes comprise various cage-like, hollow molecules composed of hexagonal and pentagonal groups of carbon atoms. Carbon nanotubes vary in properties according to number of walls (single, double, multi, etc), chirality, manufacturing processes, and impurities. Carbon black is virtually pure carbon in the form of aggregated particles that are produced by incomplete combustion or thermal decomposition of gaseous or liquid hydrocarbons under controlled conditions. Its physical appearance is that of a black, finely divided pellet or powder. Its use in tires, rubber and plastic products, printing inks and coatings is related to properties of specific surface area, particle size and structure, conductivity and colour. Carbon black is among the top 50 industrial chemicals manufactured worldwide, based on annual tonnage. The nanodiamond subclass can be typically described as polycrystalline diamond films that can vary in properties depending on thickness of carbon shell, graphitization level, particle agglomeration, etc. Applications for nanodiamonds open a way to substantial improvement of the characteristics of abrasive and polishing compositions, lubricants, abrasive tools, polymer compositions, resins and rubbers, magnetic recording systems, and provide a possibility of growing diamond films on a variety of substrates².

CAS and IUPAC nomenclature systems for carbon nano-objects predominantly describe molecular connectivity, similar to other classes. No new considerations for nomenclature for carbon black have been identified. Chemical nomenclature for fullerenes permits these nano-objects to be differentiated. As noted elsewhere, proposals have been put forward to describe carbon nano-objects based on manufacturing process, structure, and morphology. However, a harmonized and comprehensive system for naming and distinguishing among CNTs, in particular, is lacking at this time. Nanodiamond also lacks a dedicated system of nomenclature.

7.4.5 Description of core-shell structures

The survey exercise identified a number of core-shell nanoparticles which would benefit from a nomenclature system. Quantum dots, which are semiconductors and display size-dependent properties on the nanoscale, are typically core-shell structures and currently cannot be adequately distinguished using conventional, chemical-based nomenclature. Similarly, cadmium sulfate is a core-shell structure which consists of a quasi-spherical core, such as cadmium (Cd) chalcogenide, 2 nm to 20 nm in diameter, surface functionalized with a phosphorus (P) or sulfur (S) poly-oxo-anion, such as hexametaphosphate, tripolyphosphate, or thiosulfate. The ionized oxygen (O) provides a stabilizing negative charge (in an aqueous medium) for the nanoparticle and the P or S binds to the metal chalcogenide.^[22] Currently, this chemical could be regarded as a mixture of CdS and phosphate. However, describing the CdS-PO surface modifications in terms of a mixture does not accurately describe the type of bonding (e.g. ionic, covalent) taking place on the surface of the CdS nanoparticle.

² The predominant subclasses of elemental carbon are recognized to include graphene, formed from individual layers of sp² carbon that can vary in properties based on molecular order and porosity. Agglomerates formed from highly ordered 3-D forms of graphene can differ significantly from intercalates of graphite in terms of the porosity and order that can be achieved. The combined effect of order and porosity on a molecular scale has been shown to significantly affect properties such as tensile strength, conductivity, surface area and electro-magnetic properties in certain instances. Since the original survey and ranking exercise was performed, molecular graphene has come to be referenced as a nano-object much in the way of fullerenes.

7.4.6 Deskripsi pengelompokan organik

Sistem nomenklatur untuk bahan kimia organik dapat digunakan untuk menggambarkan struktur kimia dan fungsionalisasi. Contoh-contoh objek nano dalam kelompok ini termasuk tetapi tidak terbatas pada dendrimer, polistirena dan selulosa nano. Selulosa nano, misalnya, adalah objek nano organik yang teridentifikasi dalam latihan peringkat. Selulosa nano diekstrak dari tumbuhan, hewan, alga dan bakteri dan terbuat dari rantai selulosa yang dikemas sebagian besar dalam struktur kristalin. Bidang aplikasi meliputi kertas dan karton, film fleksibel, komposit, makanan, pertahanan, biomedis, otomotif, penerbangan, manufaktur aditif dan perolehan kembali minyak. Nomenklatur kimia saat ini tidak bermanfaat untuk menangkap rentang ukur partikel selulosa nano yang menempel pada film atau perbedaan dalam sifat optik berdasarkan ukurannya. Nomenklatur kimia saat ini memungkinkan ekspresi dari molekul lain dan *moieties* yang terikat secara kovalen ke selulosa nano.

7.4.7 Deskripsi pengelompokan lain

Terdapat banyak objek nano yang tidak termasuk dalam kelompok-kelompok di atas. Tiga subkelas terpisah yang dinilai menarik dari survei adalah endohedral fullerena logam, lempung nano, dan garam (misalnya partikel nano kalsium karbonat). Endohedral fullerena logam terdiri dari cangkang bulat berongga dari atom karbon, sekitar 1 nm dalam diameter, yang mengandung satu atau beberapa atom logam di dalamnya. Fitur yang menarik untuk nomenklatur kimia akan mencakup deskripsi sifat atom logam, yang berkontribusi pada sifat fisik dan kimia bahan, cangkang karbon, dan modifikasi permukaan.

Lempung nano terdiri dari mineral lempung yang memiliki 2:1 kisi kristal yang berkembang. Komposisi nominal lempung nano mungkin Al < 10%, Si > 25%, H < 5% dan O > 10% (g/g). *Smectite* mengacu pada famili lempung nonlogam yang sebagian besar terdiri dari natrium kalsium aluminium silikat. Serbuk dengan ukuran partikel dalam rentang 20 nm tersedia secara komersial. Partikel nano kalsium karbonat terdiri dari partikel nano asam karbonat garam kalsium dalam rentang berkisar 10 nm hingga 80 nm. Sifat yang diinginkan termasuk pertukaran kation dan sifat plastik. Beberapa aspek yang mungkin dipertimbangkan untuk pengembangan nomenklatur kimia adalah informasi yang terkait dengan struktur kristalin, fitur kelarutan, ukuran, dan luas permukaan.

Mirip dengan diskusi untuk kelompok-kelompok yang berbeda di atas, nomenklatur kimia yang ada untuk objek nano ini sangat bergantung pada deskripsi konektivitas molekulnya. Fitur-fitur seperti luas permukaan, ukuran, dan bentuk, tidak dapat dibedakan oleh sistem nomenklatur ini.

8 Pertimbangan untuk sistem nomenklatur objek nano

8.1 Umum

Pada dasarnya, diyakini bahwa sistem penamaan untuk membedakan berbagai objek nano meningkatkan efektivitas komunikasi tentang fitur, fungsi dan sifat dari material ini. Mengingat bahwa ada sistem nomenklatur kimia yang sedang dalam tahap lanjutan, yang dikenal dan digunakan secara umum, Standar ini menyimpulkan bahwa pendekatan yang efektif untuk mengembangkan sistem nomenklatur objek nano akan dimulai dengan kerangka kerja nomenklatur kimia yang mungkin.

7.4.6 Description of organics grouping

Nomenclature systems for organic chemicals can be used to describe chemical structure and functionalization. Examples of nano-objects in this grouping include but are not limited to dendrimers, polystyrene and nanocellulose. Nanocellulose, for example, is an organic nano-object which was identified in the ranking exercise. Nanocellulose is extracted from plant, animal, algae and bacterium and is made of cellulose chains packed in a predominantly crystalline structure. Application areas include paper and paperboard, flexible films, composites, food, defence, biomedical, automobile, aerospace, additive manufacturing and oil recovery. Current chemical nomenclature is not useful for capturing the size range of nanocellulose particles embedded in films or differences in optical properties based on particle size. Current chemical nomenclature permits the expression of other molecules and moieties covalently bonded to nanocellulose.

7.4.7 Description of other groupings

There are a plethora of nano-objects which do not fall into the above groupings. Three separate subclasses ranked as being of interest from the survey are endohedral metallofullerenes, nanoclays, and salts (e.g. calcium carbonate nanoparticles). Endohedral metallofullerenes consist of a hollow spherical shell of carbon atoms, about 1 nm in diameter, containing one or several metal atoms inside. Features of interest for chemical nomenclature would include a description of the nature of the metal atom, which contributes to the physical and chemical properties of the material, the carbon shell, and any surface modifications.

Nanoclays consist of clay minerals having a 2:1 expanding crystal lattice. A nominal nanoclay composition might be Al < 10 %, Si > 25 %, H < 5 % and O > 10 % (g/g). Smectite refers to a family of non-metallic clays primarily composed of hydrated sodium calcium aluminium silicate. Powders with particle size in the range of 20 nm are commercially available. Calcium carbonate nanoparticles consist of carbonic acid calcium salt nanoparticles in the range of approximately 10 nm to 80 nm. Desirable properties include cation exchange and plastic properties. Some of the aspects that might be considered for chemical nomenclature development are information related to crystalline structure, solubility features, size, and surface area.

Similar to the discussion for the different groupings above, existing chemical nomenclature for these nano-objects is heavily reliant on describing their molecular connectivity. Features such as surface area, size, and shape, cannot be distinguished by these nomenclature systems.

8 Considerations for a nomenclature system for nano-objects

8.1 General

Fundamentally, it is thought that a naming system to distinguish various nano-objects improves the effectiveness of communication concerning the features, functions and properties of these materials. Given that there are chemical nomenclature systems that are at an advanced stage, which are well-known and commonly used, this Standard concludes that an effective approach to developing nomenclature systems for nano-objects would be to start with existing chemical nomenclature frameworks where this is possible.

Realitas fundamental yang dihadapi sistem nomenklatur kimia sehubungan dengan objek nano adalah bahwa sifat yang timbul di bidang nanoteknologi menyajikan tantangan dalam mengidentifikasi fitur penting untuk identifikasi. Beberapa atau semua fitur ini mungkin bukan bagian dari sistem nomenklatur yang ada. Selain itu, harus diperhatikan bahwa metode yang tepat tersedia untuk mengukur karakteristik ini dan untuk memastikan bahwa terminologi terbaru dan informasi ilmiah dipertimbangkan karena keberadaan metode yang tepat tersebut tersedia. Standar ini menguraikan beberapa pertimbangan dan fitur yang mungkin berguna untuk pengembangan lebih lanjut dari sistem nomenklatur kimia objek nano terpilih yang tercantum dalam Tabel 1. Saran-saran ini mungkin tidak cocok untuk digunakan dalam penamaan semua kelas objek nano, dan pertimbangan lebih lanjut diperlukan untuk objek nano spesifik. Informasi yang disajikan dimaksudkan untuk memberikan dasar rasional untuk mengeksplorasi lebih lanjut baik kebutuhan untuk dan pendekatan untuk pengembangan sistem nomenklatur objek nano yang terpilih.

8.2 Pertimbangan umum untuk nomenklatur kimia objek nano

Nomenklatur kimia adalah sistem penamaan yang kuat yang menyediakan seperangkat deskriptor minimum yang memungkinkan orang yang berpengetahuan luas untuk memahami komposisi kimia dan struktur dari suatu objek. Karena ukuran, objek nano dapat menampilkan sifat unik yang tidak terlihat dalam padanan skala yang lebih besar yang berbagi komposisi kimia yang sama. Sebuah sistem nomenklatur yang dirancang untuk penamaan objek nano akan memungkinkan komunitas penelitian, industri, pemerintah dan kelompok kepentingan publik untuk mengidentifikasi objek nano yang digunakan, membedakan produk dari yang lain, melindungi paten, dan berkomunikasi secara efektif di berbagai industri dan disiplin ilmu.

Sebagai hal awal, pertimbangan umum berikut ditawarkan untuk menilai sejauh mana sistem nomenklatur kimia yang ada memadai untuk menyediakan sistem yang umum dari penamaan objek. Pertimbangan-pertimbangan ini juga relevan ketika mengembangkan sistem nomenklatur kimia objek nano terpilih yang sistem tersebut tidak ada atau tidak mencukupi:

- a) sistem sebaiknya mampu menggambarkan dan membedakan antara objek nano ke tingkat yang wajar;
- b) sistem itu sebaiknya memiliki set deskriptor minimal yang menghasilkan nama dari mana seseorang yang berpengetahuan luas dapat memahami komposisi kimia dan struktural objek nano;
- c) aturan penamaan sebaiknya cukup sederhana dan jelas untuk mengevaluasi studi dan kerja pada objek nano yang sama;
- d) sistem ini sebaiknya kuat untuk mencakup kemajuan dalam nanoteknologi;
- e) untuk sistem nomenklatur agar menjadi kuat, teknik untuk mengukur parameter yang relevan sebaiknya tersedia.

8.3 Fitur minat yang dilaporkan melalui mekanisme survei ISO/TC 229

Survei dari badan anggota TC 229 mencari informasi tentang fitur-fitur yang dianggap penting oleh peserta survei untuk membedakan objek nano yang satu dengan lainnya dan dari bongkahan zat kimia padanan. Tabel 2 menyajikan informasi representatif dari pengajuan survei anekdot oleh badan anggota TC 229 untuk objek nano terpilih yang dinilai sebagai sangat diminati dalam Tabel 1.

A fundamental reality facing chemical nomenclature systems with respect to nano-objects is that the emerging nature of the field of nanotechnologies presents challenges in identifying the features essential for identification. Some or all of these features might not be part of existing nomenclature systems. Moreover, care must be taken that proper methods are available to measure these features and to ensure that the latest terminology and scientific information is considered as it becomes available. This Standard sets out certain considerations and features that are possibly useful for further development of chemical nomenclature systems for the selected nano-objects listed in Table 1. These suggestions might not be suitable for use in naming all classes of nano-objects, and further deliberation is needed for specific nano-objects. The information presented is intended to provide a rational basis to further explore both the necessity for and approaches to development of nomenclature systems for selected nano-objects.

8.2 General considerations for chemical nomenclature for nano-objects

Chemical nomenclature is a robust system for naming which provides a minimum set of descriptors that enable a knowledgeable person to understand an object's chemical and structural composition. Because of their size, nano-objects could exhibit unique properties not seen in their larger scale counterparts that share the same chemical composition. A nomenclature system designed for naming nano-objects would allow the research community, industry, governments and public interest groups to identify the nano-object in use, distinguish products from others, protect patents, and communicate effectively across a variety of industries and scientific disciplines.

As an initial matter, the following general considerations are offered to assess the degree to which existing chemical nomenclature systems are adequate to provide a common system of naming nano-objects. These considerations are also relevant when developing chemical nomenclature systems for selected nano-objects where such systems either do not exist or are insufficient:

- a) the system should be able to describe and distinguish among nano-objects to a reasonable degree;
- b) the system should have a minimum set of descriptors that result in names from which a knowledgeable person can understand the nano-object's chemical and structural composition;
- c) the naming rules should be sufficiently simple and clear to evaluate studies and work on the same nano-object;
- d) the system should be robust to encompass advances in nanotechnologies;
- e) for a nomenclature system to be robust, techniques to measure the pertinent parameters should be available.

8.3 Features of interest reported through ISO/TC 229 survey mechanism

The survey of TC 229 member bodies sought information concerning features that survey participants consider important to distinguish nano-objects from each other and from bulk chemical substance counterparts. Table 2 presents representative information from the anecdotal survey submissions by TC 229 member bodies for the selected nano-objects that are ranked as of high interest in Table 1.

Tabel 2 — Deskripsi jawaban survei ISO/TC 229 untuk objek nano terpilih dan fitur minat

Deskripsi objek nano	Fitur Minat
Logam	
Emas (Au). Sering disebut secara informal sebagai partikel nano emas padatan atau berpori, nano kawat, nano cangkang, atau komposit nano yang mengandung Au. CAS RN 7440–57–5	Keaneekaragaman dan kompleksitas dalam geometri, fungsionalitas permukaan, dan sifat fisik dan biokimia. Berbagai kata sifat, misalnya partikel nano, bulatan, batang, kawat, kubus, prisma, bintang, telur, beras, digunakan untuk menggambarkan morfologi partikel.
Perak (Ag). Metode dan kondisi persiapan menghasilkan kluster dengan berbagai ukuran, bentuk dan kondisi stabilisasi permukaan. Termasuk kluster dengan diameter rata-rata dalam rentang 5 nm hingga 10 nm dan kluster dengan diameter lebih besar dari 20 nm hingga 30 nm. CAS RN 7440–22–4	Efek permukaan termasuk muatan permukaan, interaksi permukaan/antarmuka, dan resonansi plasmon permukaan. Objek nano ini dibedakan oleh bentuk, ukuran dan distribusi ukuran, kimia permukaan dan ikatan. Deskripsi untuk partikel nano plasmonik cangkang-inti dan komposit plasmonik struktur nano (paduan dua- atau tiga-logam).
Oksida logam	
Silikon dioksida (SiO ₂). Silikon terpresipitasi dengan rentang ukur dari 5 nm hingga 100 nm. CAS RN 7631–86–9 CAS RN 112945–52–5 CAS RN 14808–60–7	Efek permukaan termasuk muatan permukaan, luas permukaan dan interaksi permukaan/antarmuka. Objek nano ini dibedakan oleh bentuk, ukuran dan distribusi ukuran, kimia permukaan dan ikatan.
Oksida besi (hematit dan magnetit) (masing-masing Fe ₂ O ₃ dan Fe ₃ O ₄). Objek nano ini terdiri dari inti hematit/magnetit. CAS RN 1309–37–1 CAS RN 1317–61–9	Efek permukaan termasuk muatan permukaan, luas permukaan dan interaksi permukaan/antarmuka. Objek nano ini dibedakan oleh bentuk, ukuran dan distribusi ukuran, kimia permukaan dan ikatan.
Titanium dioksida (TiO ₂). Terdapat tiga fase: anatase, rutil dan <i>brookite</i> . Anatase dan <i>brookite</i> stabil pada suhu rendah dan fase anatase sepenuhnya berubah menjadi fase rutil pada suhu sekitar (750 s.d. 900) °C. Sifat struktural dan ukuran partikel tergantung pada proses teknik/manufaktur. Fase <i>brookite</i> CAS RN 13463–67–7 Fase anatase CAS RN 1317–70–0 Fase rutil CAS RN 1317–80–2	Sistem nomenklatur saat ini tidak membedakan struktur kristalin dan struktur molekuler TiO ₂ berskala nano dari padanannya dengan skala yang lebih besar. Nomenklatur yang tepat untuk partikel nano dapat membedakan karakteristik struktural dan kimia dari TiO ₂ skala nano yang berbeda dalam istilah informasi yang berkaitan dengan dimensi ruang (ukuran, bentuk, dan lain-lain) dan informasi yang terkait dengan interaksi, misalnya, interaksi cangkang-inti adalah penting dalam fase anatase/rutil TiO ₂ .
Serium oksida (CeO ₂). Secara tipikal terdiri dari partikel nano yang berkisar dari 10 nm hingga 200 nm. CAS RN 1306–38–3	Efek permukaan termasuk muatan permukaan, luas permukaan dan interaksi permukaan/antarmuka. Objek nano ini dibedakan oleh bentuk, ukuran dan distribusi ukuran, kimia permukaan dan ikatan.

Table 2 — Description of ISO/TC 229 survey responses for selected nano-objects and their features of interest

Description of nano-object	Features of interest
Metals	
<p>Gold (Au). Often referenced informally as solid or porous gold nanoparticles, nanowires, nanoshells, or nanocomposites that contain Au.</p> <p>CAS RN 7440–57–5</p>	<p>The diversity and complexity in geometry, surface functionality, and physical and biochemical properties.</p> <p>An assortment of adjectives, e.g. nanoparticles, spheres, rods, wires, cubes, prisms, stars, eggs, rice, are used to describe the particle morphology.</p>
<p>Silver (Ag). Preparation methods and conditions result in clusters of various sizes, shapes and state of surface stabilization. Includes clusters with a mean diameter in the range 5 nm to 10 nm and clusters with diameters larger than 20 nm to 30 nm.</p> <p>CAS RN 7440–22–4</p>	<p>Surface effects, including surface charge, surface/interface interactions, and surface plasmon resonance.</p> <p>These nano-objects are distinguished by their shape, size and size distribution, surface chemistry and bonding.</p> <p>Descriptions for core-shell plasmonic nanoparticles and composite plasmonic nanostructures (bi- or tri-metallic alloys).</p>
Metal oxides	
<p>Silicon dioxide (SiO₂). Precipitated silica with size range from 5 nm to 100 nm.</p> <p>CAS RN 7631–86–9</p> <p>CAS RN 112945–52–5</p> <p>CAS RN 14808–60–7</p>	<p>Surface effects, including surface charge, surface area, surface/interface interactions.</p> <p>These nano-objects are distinguished by their shape, size and size distribution, surface chemistry and bonding.</p>
<p>Iron oxide (hematite and magnetite) (Fe₂O₃ and Fe₃O₄, respectively). The nano-object consists of a spherical core of hematite/ magnetite.</p> <p>CAS RN 1309–37–1</p> <p>CAS RN 1317–61–9</p>	<p>Surface effects, including surface charge, surface area, surface/interface interactions.</p> <p>These nano-objects are distinguished by their shape, size and size distribution, surface chemistry and bonding.</p>
<p>Titanium dioxide (TiO₂). Exists in three phases: anatase, rutile and brookite. Anatase and brookite are stable at low temperatures and the anatase phase completely transforms to the rutile phase at the temperatures around 750° — 900°C. The structural properties and the particle sizes depend on the engineering/ manufacturing processes.</p> <p>Brookite phase CAS RN 13463–67–7</p> <p>Anatase phase CAS RN 1317–70–0</p> <p>Rutile phase CAS RN 1317–80–2</p>	<p>Current nomenclature systems do not distinguish the crystalline and the molecular structures of nanoscale TiO₂ from those of the larger scale counterparts.</p> <p>An appropriate nomenclature for nanoparticles might differentiate the structural and chemical characteristics of different nanoscaled TiO₂ in terms of information related to space dimensions (size, shape, etc.) and information related to interactions, for example, core-shell interactions are important in the anatase/rutile phase of TiO₂.</p>
<p>Cerium oxide (CeO₂). Typically consists of nanoparticles ranging from 10 nm to 200 nm.</p> <p>CAS RN 1306–38–3</p>	<p>Surface effects, including surface charge, surface area, surface/interface interactions.</p> <p>These nano-objects are distinguished by their shape, size and size distribution, surface chemistry and bonding.</p>

Tabel 2 (lanjutan)

Deskripsi objek nano	Fitur Minat
<p>Karbon</p> <p>CNT adalah anggota tubular dari famili struktur grafena; ujung tabung nano kadang-kadang tertutup dengan hemisfer dari struktur yang mirip fuleren. Namanya berasal dari diameternya, yang secara tipikal dalam urutan beberapa nano.</p> <p>Famili CNT meliputi SWCNT, MWCNT, DWCNT dan tumpukan cangkir tabung nano karbon (CSCNT). Ini juga mencakup derivatif dari CNT (CNT terfungsionalisasi) dan senyawa enkapsulasi CNT.</p> <p>CAS RN: 308068–56–6</p>	<p>Kelas material ini dapat dimanufaktur menggunakan beberapa jenis proses kimia yang berbeda, di bawah kondisi proses yang bervariasi dengan reaktan, katalis atau material awal yang berbeda.</p> <p>Sebagian besar SWCNT memiliki diameter mendekati 1 nanometer, dengan panjang tabung yang dapat beberapa orde magnitudo lebih panjang. Sebuah SWCNT terdiri dari silinder berongga tanpa sambungan dengan dinding yang sepenuhnya terdiri dari lapisan tunggal atomik yang terikat secara kovalen dengan hibridisasi sp^2, dengan diameter persegi dalam rentang 0,5 nm hingga 2,5 nm, dan ujung yang secara tipikal dibatasi dengan struktur seperti hemisferik fulerena.^[23]</p> <p>MWCNT dapat diklasifikasikan oleh diameter eksternal dan internal dan jumlah dinding.</p> <p>Ikatan tabung nano dijelaskan oleh kimia kuantum terapan, khususnya, hibridisasi orbital. Ikatan kimia tabung nano sepenuhnya terdiri dari ikatan sp^2, menyerupai grafit. Struktur ikatan ini, yang lebih kuat dari ikatan sp^3 yang ditemukan dalam intan, memberikan molekul-molekul dengan kekuatan yang unik.</p> <p>Rasio aspek objek nano ini mungkin terkait dengan fitur toksisitas. Kiralitas merupakan fitur khas lainnya.</p>
<p>Intan nano. Komposisi unsur khas intan nano detonasi terdiri dari sekitar 90% (g/g) karbon, 5% hingga 10% oksigen, 1% hingga 3% nitrogen dan sekitar 1% hidrogen. Sampel komersial juga dapat mengandung hingga 5% besi dan hingga 5% pengotor tidak reaktif, seperti SiO_2 atau TiO_2.</p> <p>Intan 7782–40–3</p> <p>C_n Karbon(cF8)</p>	<p>Kristalit intan (“inti”, sp^3 atom karbon terhibridasi) dilapisi oleh satu atau multilapis, mirip-fulerena, sebagian cangkang grafena teroksidasi (sp^2 karbon terhibridasi). Lapisan transisi dari hibrida karbon sp^3/sp^2 dapat terbentuk antara inti dan cangkang. Bentuk yang tersedia secara komersial adalah sol koloidal dan bubuk yang mudah terlarut (aglomerat).^[24]</p> <p>Properti intan nano tergantung pada ketebalan cangkang karbon, tingkat grafitisasi, tingkat aglomerasi partikel, struktur kristalin cangkang intan, struktur cangkang karbon, perbedaan ukuran partikel dan ukuran agregat.</p>

Table 2 (continued)

Description of nano-object	Features of interest
<p>Carbon</p> <p>CNTs are tubular members of the graphene structural family; the ends of a nanotube are sometimes capped with a hemisphere of a fullerene-like structure. Their name is derived from their diameter, which is typically on the order of a few nanometers.</p> <p>The CNT family includes SWCNT, MWCNT, DWCNT, and cup-stack carbon nanotube (CSCNT). It also includes derivatives of CNTs (functionalized CNT) and encapsulation compounds of CNTs.</p> <p>CAS RN: 308068–56–6</p>	<p>This class of materials can be manufactured using several different types of chemical processes, under varying process conditions with many different reactants, catalysts or other starting materials.</p> <p>Most SWCNT have a diameter of close to 1 nanometer, with a tube length that can be several orders of magnitude longer. A SWCNT consists of a seamless hollow cylinder with a wall that is composed entirely of a single atomic layer of carbon atoms covalently bonded with sp^2 hybridization, a cross-sectional diameter typically in the range of 0,5 nm to 2,5 nm, and ends that are typically capped with hemispherical fullerene-like structure.^[23]</p> <p>MWCNTs can be classified by the outer and inner diameters and the number of walls.</p> <p>The bonding of a nanotube is described by applied quantum chemistry, specifically, orbital hybridization. The chemical bonding of nanotubes is composed entirely of sp^2 bonds, similar to those of graphite. This bonding structure, which is stronger than the sp^3 bonds found in diamonds, provides the molecules with their unique strength.</p> <p>The aspect ratio of these nano-objects may be related to the toxicity features. Chirality is another distinguishing feature.</p>
<p>Nanodiamond. A typical elemental composition of detonation nanodiamond includes about 90 % (g/g) carbon, 5 % to 10 % oxygen, 1 % to 3 % nitrogen and about 1 % hydrogen. Commercial samples may contain also up to 5 % iron and up to 5 % of inert impurities, such as SiO_2 or TiO_2.</p> <p>Diamond 7782–40–3</p> <p>C_n carbon(cF8)</p>	<p>Diamond crystallite (“core”, sp^3 hybridized carbon atoms) coated by a single- or multilayer, fullerene-like, partially oxidized graphene shell (sp^2 hybridized carbon). A transition layer of sp^3/sp^2 hybridized carbon could form between the core and the shell. Commercially available forms are colloidal sols and readily dispersible powder (agglomerated).^[24]</p> <p>Properties of nanodiamond depend on the thickness of carbon shell, graphitization level, particle agglomeration level, the crystalline structure of diamond core, the carbon shell structure, differentiation of particle size, and aggregate size.</p>

Tabel 2 (lanjutan)

Deskripsi objek nano	Fitur Minat
Endohedral fullerena logam	
Objek nano ini terdiri dari cangkang bulat berongga yang kosong dari atom karbon, berdiameter sekitar 1 nm, yang berisi satu atau beberapa atom logam di dalamnya. ^[25] IUPAC: [n] fullerene-incar-[m]metal, n = 60, 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90; m = 1, 2, 3, 4; logam = Sc, Y, La atau lantanida. Nomor MDL MFCD00133992 (karbon) atau MFCD0000282904 (fullerena)	Deskripsi sifat alami atom logam dalam endohedral fullerena logam, yang berkontribusi pada sifat fisik dan kimia dari material.
Organik	
Nano objek terdiri dari partikel berbentuk batang bersifat sangat kristalin. Rantai permukaan terdiri dari selulosa dengan beberapa kelompok hidroksil diganti selama proses produksi. Lebar tipikal dapat dari 3 nm hingga 70 nm, dan panjangnya dapat dari 25 nm hingga 3.000 nm. Selulosa sulfat CAS RN 9032-43-3 (C ₆ O ₅ H ₁₀) ₂₂₋₂₈ SO ₃ H	Kristalin nano selulosa (NCC) berbeda dari material berbasis selulosa lainnya dalam hal sifat fisik dan kimia permukaan dan tingkat kristalinitas.

8.4 Identifikasi dan diskusi lebih lanjut tentang fitur-fitur kunci dari objek nano

8.4.1 Umum

Fitur tertentu diidentifikasi di bagian berikut untuk menggambarkan nomenklatur kimia yang ada dapat diadaptasi, sementara mengenali keterbatasan yang terkait dengan pengukuran beberapa parameter ini dan/atau kurangnya standardisasi dalam metode pengukuran³.

8.4.2 Komposisi partikel “inti”

Disarankan bahwa sistem penamaan dimulai dengan mempertimbangkan informasi kimia dan struktur kristal dari objek nano termasuk komposisi kimia, ada atau tidak adanya struktur kristal termasuk parameter kisi dan kelompok ruang, dan pengotor, jika ada. Ini adalah fitur yang direkomendasikan untuk menamai objek nano diskret dan setiap bagian berskala nano yang memiliki antarmuka dalam objek nano.

³ Untuk referensi tambahan, ada beberapa sumber informasi tentang sifat fisika-kimia yang dianggap relevan untuk menggambarkan material nano. Ini termasuk 1) Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat (USEPA). *Parameters for Reporting Carbon Nanotubes*; [26] 2) *Environment Directorate. Joint Meeting Of The Chemicals Committee and The Working Party on Chemicals, Pesticides And Biotechnology. Organisation for Economic Co-Operation and Development. Series on the Safety of Manufactured Nanomaterials No. 27. List of Manufactured Nanomaterials and List of Endpoints for Phase One of the Sponsorship Programme for the Testing of Manufactured Nanomaterials: Revision. ENV/JM/MONO(2010)46*; [27] dan 3) ISO/TR 13014, *Guidance on physico-chemical characterization of engineered nanoscale materials for toxicologic assessment* (2012). [28]

Table 2 (continued)

Description of nano-object	Features of interest
Endohedral metallofullerenes	
<p>The nano-object consists of a hollow spherical shell of carbon atoms, about 1 nm in diameter, containing one or several metal atoms inside.^[25]</p> <p>IUPAC:</p> <p>[n]fullerene-incar-[m]metal, n = 60, 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90; m = 1, 2, 3, 4; metal = Sc, Y, La or lanthanide.</p> <p>MDL number MFCD00133992 (carbon) or MFCD00282904 (fullerenes)</p>	<p>A description of the nature of the metal atom in endohedral metallofullerene, which contributes to the physical and chemical properties of the material.</p>
Organics	
<p>The nano-object consists of rod-like, highly crystalline particles. The surface chains are composed of cellulose for which some hydroxyl groups are substituted during the production process. The typical width can be from 3 nm to 70 nm, and the length can be from 25 nm to 3.000 nm</p> <p>Cellulose sulfate</p> <p>CAS RN 9032-43-3</p> <p>(C₆O₅H₁₀)₂₂₋₂₈SO₃H</p>	<p>Nanocrystalline cellulose (NCC) differs from other cellulose-based materials in regard to its physical properties and surface chemistry and degree of crystallinity.</p>

8.4 Further identification and discussion of key features of nano-objects

8.4.1 General

Certain features are identified in the following sections to illustrate how existing chemical nomenclature could be adapted, while recognizing limitations associated with measuring some of these parameters and/or lack of standardization in measurement methods³.

8.4.2 “Core” particle composition

It is suggested that a system of naming begin by considering the chemical information and crystal structure of the nano-object including chemical composition, presence or absence of crystalline structure including lattice parameters and space group, and impurities, if any. This is a recommended feature for naming a discrete nano-object and each nanoscale region having an interface within the nano-object.

³ For additional reference, there are several sources of information on physical-chemical properties thought to be relevant to describing nanomaterials. These include 1) U.S. Environmental Protection Agency (USEPA). Parameters for Reporting Carbon Nanotubes; [26] 2) Environment Directorate. Joint Meeting Of The Chemicals Committee and The Working Party on Chemicals, Pesticides And Biotechnology. Organisation for Economic Co-Operation and Development. Series on the Safety of Manufactured Nanomaterials No. 27. List of Manufactured Nanomaterials and List of Endpoints for Phase One of the Sponsorship Programme for the Testing of Manufactured Nanomaterials: Revision. ENV/JM/MONO(2010)46; [27] and 3) ISO/TR 13014, Guidance on physico-chemical characterization of engineered nanoscale materials for toxicologic assessment (2012). [28]

8.4.3 Kimia permukaan

Deskriptor yang sesuai untuk kimia permukaan sebaiknya dipertimbangkan termasuk komposisi permukaan terluar dan jenis bahan kimia yang melekat pada permukaan itu.

8.4.4 Ukuran partikel

Deskriptor ukuran partikel yang tepat untuk dipertimbangkan adalah dimensi fisik partikel yang ditentukan oleh kondisi pengukuran yang ditentukan.

8.4.5 Bentuk partikel

Deskripsi geometris tentang ekstremitas objek nano atau kumpulan objek nano, agregat, aglomerat yang membentuk material yang sedang diselidiki dapat dipertimbangkan. Tiga kategori ISO yang dikembangkan untuk tujuan ini adalah bulatan, serat, dan pelat. Deskriptor tambahan mungkin diperlukan.

8.5 Ilustrasi kemungkinan pendekatan nomenklatur kimia objek nano terpilih

Secara lebih tradisional, nomenklatur kimia melibatkan penggunaan deskriptor struktur molekul spesifik dalam hubungannya dengan komposisi kimia. Secara tipikal, penggunaan parameter fisika/struktural telah menjadi pengecualian dari hanya sekedar aturan. Namun demikian, penggunaan satu atau lebih dari satu set parameter pendek seperti yang tercantum di atas mungkin cukup untuk membedakan satu objek nano dari yang lain dan mengurangi ambiguitas dalam identifikasi objek nano. Contoh format yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

"Komposisi Partikel-Material Nano (NM); fungsionalisasi permukaan; ukuran; distribusi panjang (jika ada); bentuk; struktur kristal (jika diketahui)

Contoh di atas menggunakan parameter kunci dalam urutan tertentu bersama dengan nomenklatur kimia yang ada untuk identifikasi. Pendekatan ini dapat berguna dalam penamaan objek nano dalam kelompok oksida logam. Untuk mengilustrasikan contoh pendekatan nama untuk beberapa material titanium dioksida berskala nano, disediakan kelas objek nano yang dipelajari dengan baik, yang menggunakan parameter ini dalam kombinasi dengan nama yang lebih konvensional. Perlu dicatat bahwa parameter yang diilustrasikan dalam Tabel 3 didasarkan pada ketersediaannya dalam literatur. Tidak ada upaya yang dilakukan pada saat ini untuk menentukan kesesuaian rentang ukur tertentu atau distribusi panjang untuk membedakan antara objek nano. Tidak ada upaya untuk mengartikan bahwa titanium dioksida di dalam atau di luar rentang dan distribusi yang diilustrasikan menghasilkan zat kimia baru yang diidentifikasi secara unik.

8.4.3 Surface chemistry

An appropriate descriptor for surface chemistry should be considered including composition of the outermost surface and the chemical species attached to that surface.

8.4.4 Particle size

An appropriate descriptor of particle size for consideration is the physical dimensions of a particle determined by specified measurement conditions.

8.4.5 Particle shape

A geometric description of the extremities of the nano-objects or collection of nano-objects, aggregates, agglomerates that make up the material under investigation could be considered. Three ISO categories developed for this purpose are sphere, fibre and plate. Additional descriptors could be needed.

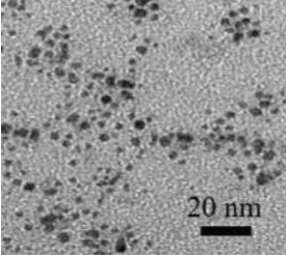
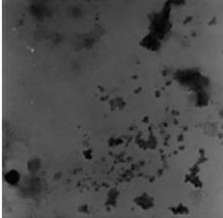
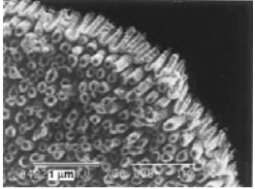
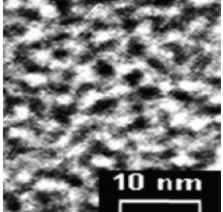
8.5 Illustrations of possible chemical nomenclature approaches for selected nano-objects

More traditionally, chemical nomenclature involves the use of specific molecular structure descriptors in association with chemical composition. Typically, the use of physical/structural parameters has been the exception rather than the rule. Nevertheless, use of one or more of a short set of parameters such as those listed above might be sufficient to distinguish one nano-object from another and reduce ambiguities in the identification of nano-objects. An example of a format that could be used is as follows:

“Particle Composition-NM; surface functionalization; size; length distribution (if applicable); shape; crystal structure (if known)

This example above uses key parameters in a specific order together with existing chemical nomenclature for identification. The approach can be useful in naming nano-objects in the metal oxides group. To illustrate the approach examples of names for several nanoscale titanium dioxide materials, a well-studied class of nano-objects, are provided which use these parameters in combination with the more conventional name. It is noted that the parameters illustrated in Table 3 are based on their availability in the literature. No effort has been made at this point to determine the appropriateness of particular size ranges or length distributions for differentiating between nano-objects. There is no attempt to imply that titanium dioxide in or outside of the illustrated ranges and distributions results in a uniquely identified new chemical substance.

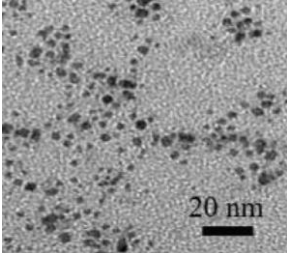
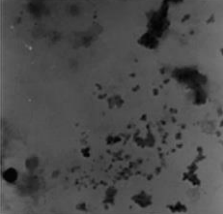
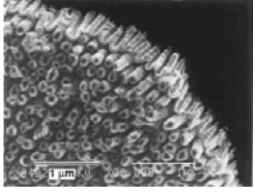
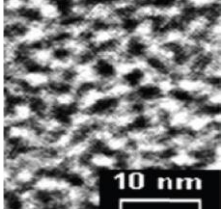
Tabel 3 — Sampel dan parameter nomenklatur ilustratif untuk titanium dioksida^[29-32]

	Deskripsi sampel	Nomenklatur ilustratif
	Titanium dioksida, 2 nm hingga 5 nm, difungsionalisasi dengan hidroksil, air, dan karbon; anatase; informasi yang tidak tersedia tentang tingkat hidrasi.	Titanium dioksida-NM (<i>hidrasi tidak didefinisikan</i>); fungsionalisasi permukaan dengan hidroksil, air dan karbon; 2 nm hingga 5 nm partikel nano; anatase.
	Titanium dioksida, 3 nm hingga 8 nm, difungsionalisasi dengan hidroksil, air dan polietilena glikol, informasi yang tidak tersedia tentang tingkat hidrasi, bentuk dan struktur kristal.	Titanium dioksida-NM (<i>hidrasi tidak didefinisikan</i>); fungsionalisasi permukaan dengan hidroksil, air dan polietilena glikol; 3 nm hingga 8 nm; (<i>bentuk tidak didefinisikan</i>); (<i>struktur kristalin tidak didefinisikan</i>).
	Titanium dioksida, terhidrasi, tabung nano dengan inti berongga 70 nm hingga 100 nm; ketebalan dinding 30 nm hingga 50 nm; diameter luar 140 nm hingga 180 nm dan panjang 8 µm; amorf; informasi yang tidak tersedia tentang fungsionalisasi permukaan.	Titanium dioksida-NM hidrasi; (<i>fungsionalisasi permukaan tidak didefinisikan</i>); tabung nano; inti berongga 70 nm hingga 100 nm; ketebalan dinding 30 nm hingga 50 nm; diameter luar 140 nm hingga 180 nm; panjang 8.000 nm; amorf.
	Titanium dioksida, permukaan dimodifikasi dengan asam dodesilbenzenasulfonat, partikel nano 2 nm hingga 6 nm, struktur rutil, dan informasi yang tidak tersedia tentang tingkat hidrasi.	Titanium dioksida-NM (<i>hidrasi tidak didefinisikan</i>); fungsionalisasi permukaan dengan asam dodesilbenzenasulfonat; partikel nano 2 nm hingga 6 nm; rutil.

Meskipun tahap pendahuluan, contoh dalam Tabel 3 menunjukkan secara efektif sistem nomenklatur berdasarkan struktur molekuler dapat diadaptasi untuk membedakan objek nano melalui penggunaan tambahan parameter fisika, kimia, atau proses terstandar. Jumlah parameter yang tidak didefinisikan dalam Tabel 3 juga secara efektif menggambarkan kebutuhan untuk mengembangkan parameter standar yang terkait dengan metode pengukuran yang ditetapkan.

Pendekatan lain mungkin lebih tepat untuk kelas objek nano lainnya. Contoh metode yang sama sekali berbeda diilustrasikan oleh *dot* kuantum dengan inti semikonduktor kristalin nano II-VI, cangkang pelindung semikonduktor lain yang terdiri dari II-VI lain (atau alternatifnya semikonduktor III-V), dan cangkang kedua dari material pasif. Fitur-fitur *dot* kuantum ini dianggap penting, berdasarkan pengetahuan saat ini, untuk membedakannya dari *dot* kuantum lainnya. Selain itu, dapat lebih baik dengan mempertimbangkan informasi seperti bentuk, dimensi, dan sifat kristalografi inti, cangkang, dan modifikasi permukaan.

Table 3 — Sample and illustrative nomenclature parameters for titanium dioxide^[29-32]

	Sample description	Illustrative nomenclature
	Titanium dioxide, 2 nm to 5 nm, functionalized with hydroxyl, water, and carbon; anatase; unavailable information on degree of hydration.	Titanium dioxide-NM (<i>hydration undefined</i>); hydroxyl, water and carbon surface functionalization; 2 nm to 5 nm nanoparticle; anatase.
	Titanium dioxide, 3 nm to 8 nm, functionalized with hydroxyl, water and polyethylene glycol, unavailable information on degree of hydration, shape and crystal structure.	Titanium dioxide-NM (<i>hydration undefined</i>); hydroxyl, water and polyethylene glycol surface functionalization; 3 nm to 8 nm; (<i>shape undefined</i>); (<i>crystalline structure undefined</i>).
	Titanium dioxide, hydrated, nanotubes with 70 nm to 100 nm hollow core; 30 nm to 50 nm wall thickness; 140 nm to 180 nm external diameter and 8 μm length; amorphous; unavailable information on surface functionalization.	Titanium dioxide-NM hydrate; (<i>surface functionalization undefined</i>); nanotube; 70 nm to 100 nm hollow core; 30 nm to 50 nm wall thickness; 140 nm to 180 nm external diameter; 8.000 nm length; amorphous.
	Titanium dioxide, surface modified with dodecylbenzenesulfonic acid, 2 nm to 6 nm nanoparticle, rutile structure, and unavailable information on degree of hydration.	Titanium dioxide-NM (<i>hydration undefined</i>) dodecylbenzenesulfonic acid surface functionalization; 2 nm to 6 nm nanoparticle; rutile.

Although preliminary, the examples in Table 3 serve to effectively demonstrate how a nomenclature system based on molecular structure could be adapted to distinguish nano-objects through the supplemental use of standardized physical, chemical, or process parameters. The number of undefined parameters in Table 3 also effectively illustrates the need to develop standard parameters associated with established measurement methods.

Other approaches might be more appropriate for other classes of nano-objects. An example of an entirely different method is illustrated by a quantum dot with a II-VI nanocrystalline semiconductor core, a protective shell of another semiconductor composed of another II-VI (or alternatively a III-V semiconductor), and a second shell of a passivating material. These features of the quantum dot are considered important, based on current knowledge, to distinguish it from other quantum dots. In addition, one could arguably consider information such as the shape, dimensions, and crystallographic properties of the core, shell and surface modification.

8.6 Fitur tambahan dari sistem nomenklatur kimia objek nano

8.6.1 Umum

Selain menetapkan seperangkat aturan standar untuk penamaan zat kimia, sistem nomenklatur kimia dapat memiliki fitur tambahan yang terkait dengannya untuk memfasilitasi pertukaran informasi, seperti nama trivial, nomor indeks yang dihasilkan secara acak, atau sistem referensi yang lebih kompleks yang menawarkan tautan ke informasi tambahan tentang objek nano di luar nama, juga disebut "penomoran cerdas".

CAS menyediakan nomor registrasi numerik sebarang tetapi tidak ambigu untuk mengidentifikasi dan membuat daftar zat kimia. Namun, utilitas tambahan disediakan ketika sistem referensi (numerik atau alfa-numerik) diatur dan dikelola untuk menawarkan informasi tentang sifat-sifat material utama yang dapat dikaitkan dengan zat kimia. Contoh sistem yang mengaitkan nomor referensi dengan informasi tambahan adalah nomenklatur deskripsi penunjuk yang digunakan untuk pewarna makanan (Pewarna Merah No. 2, Pewarna Biru X, dan lain-lain). Dalam hal ini penunjuk sederhana yang menunjuk ke deskripsi terperinci tentang zat kimia spesifik dan komposisi persentase pewarna digunakan. Sistem seperti itu memberikan keuntungan jika nomenklatur kimia berbahaya karena menjadi terlalu kompleks dalam deskripsinya.

Contoh lain dari sistem semacam itu dapat ditemukan dalam nomenklatur metalurgi, dengan angka sederhananya tipikal untuk menggambarkan baja, paduan aluminium, paduan tembaga, dengan berbagai sifat. Contohnya adalah baja 100, 200, 300, dan 400, dengan "baja 300" umumnya menjadi baja tahan karat atau korosi; baja 400 merupakan baja tahan karat dengan fitur tambahan menjadi nonmagnetik, dan lain-lain. Dalam setiap contoh ini, angka atau penunjuk adalah penanda ke penjelasan yang diketahui secara baik dan ditetapkan (terstandardisasi) dari unsur atau senyawa dan kandungan persentasenya dalam paduan.

Minimal, sistem penomoran sederhana dapat menyediakan sarana bagi individu teknis dan nonteknis untuk mengidentifikasi objek nano. Penomoran mungkin dihasilkan secara sebarang dan independen dari struktur objek nano, mirip dengan sistem penomoran CAS. Sistem seperti itu juga praktis untuk melacak basis data dan pencarian internet. Sistem penomoran cerdas yang ditautkan untuk memilih fitur/parameter dari nama objek nano dapat membuktikan sumber daya secara intensif yang berguna untuk pemahaman lebih lanjut tentang objek nano.

Tinjauan sistem penomoran berikut ditawarkan untuk menjelaskan nomor identifikasi bahan kimia spesifik-yurisdiksi, pengidentifikasi registrasi basis data bahan kimia, dan pengidentifikasi bahan kimia struktur spesifik.

8.6 Supplemental features of a chemical nomenclature system for nano-objects

8.6.1 General

In addition to establishing a standardized set of rules for naming chemical substances, chemical nomenclature systems can have supplemental features associated with them to facilitate the exchange of information, such as trivial names, randomly generated index numbers, or more complex reference systems that offer links to additional information on the nano-object beyond the name, also called “smart numbering”.

CAS provides an arbitrary but unambiguous numeric registry number to identify and list chemical substances. However, additional utility is provided when a system of reference (numeric or alpha-numeric) is organized and administered to offer information on key material properties that can be associated with a chemical substance. An example of a system that associates a reference number with supplemental information is the designator-description nomenclature in use for food dyes (Red Dye No.2, Blue Dye X, etc.). In this case a simple designator pointing to a detailed description of the specific chemical substance and percentage composition of the dyes is used. Such a system presents advantages in the event that chemical nomenclature threatens to become overly complex in its description.

Another example of such a system can be found in metallurgical nomenclature, in which simple numbers are typical for describing steels, aluminium alloys, copper alloys, with various properties. Examples are the 100, 200, 300, and 400 steels, with “300 steels” generally being the stainless or corrosion resistant steels; 400 steels are stainless with additional feature of being nonmagnetic, etc. In each of these instances the number or designator is a pointer to well-known and established (standardized) descriptions of the elements or compounds and their percentage content in the alloy.

At a minimum then, a simple numbering system could provide a means for both technical and non-technical individuals to identify nano-objects. The numbering might be arbitrarily generated and independent of the nano-object structure, similar to the CAS numbering system. Such a system is also practical for tracking databases and internet searching. A smart numbering system linked to select features/parameters of the nano-object name could prove resource intensive but useful to further understanding of the nano-object.

The following review of numbering systems is offered to describe jurisdiction-specific chemical identification numbers, database registration chemical identifiers, and structure specific chemical identifiers.

8.6.2 Nomor EC

Contoh nomor identifikasi bahan kimia spesifik-yurisdiksi adalah nomor Komisi Eropa (EC), yang merupakan kode tujuh digit yang ditetapkan untuk zat kimia yang tersedia secara komersial di Uni Eropa. Nomor tersebut ditetapkan oleh Komisi Komunitas Eropa dan merupakan nomor resmi suatu zat di UE. Nomor EC terdiri dari tujuh digit sesuai dengan pola xxx-xxx-x. Ini dapat ditulis dalam bentuk umum sebagai NNN-NNN-R di mana R adalah digit cek dan N mewakili bilangan bulat.

Contoh

Nama: Formaldehida

Nomor EC: 200-001-8

8.6.3 Pengidentifikasi registrasi basis data bahan kimia

Sistem ini menghubungkan senyawa tertentu ke pengidentifikasi numerik dalam basis data tertentu. Angka ini dihasilkan secara acak dan tidak mengandung kecerdasan struktural apa pun.

Contoh

Nama: Formaldehida

ChemSpider: 692

Nomor Registrasi *Beilstein*; BRN: 1209228

PubChem: 712

Pengenal Bahan Unik; UNII: 1HG84L3525

Layanan Abstrak Kimia; CAS RN: 50-00-0

8.6.4 SMILES

Contoh sistem deskriptif struktural adalah sistem Spesifikasi Entri Jalur Input Molekul yang Disederhanakan (SMILES). SMILES adalah spesifikasi untuk menggambarkan struktur molekul kimia secara jelas menggunakan *string* ASCII. Manfaat utama pada pendekatan ini adalah bahwa sebagian besar editor molekul dapat mengubah *strings* menjadi gambar 2D atau model 3D dari molekul. SMILES memberikan informasi tentang atom, ikatan, aromatisitas, percabangan, stereokimia serta isotop. Ini juga cukup kompak namun tetap dapat mewakili informasi kimia.

Contoh

Nama: Formaldehida

SMILES: C = O

8.6.2 EC number

An example of a jurisdiction-specific chemical identification number is the European Commission (EC) number, which is a seven-digit code that is assigned to chemical substances that are commercially available within the European Union. The number is assigned by the Commission of the European Communities and is the official number of a substance in the EU. EC number is made up of seven digits according to the pattern xxx-xxx-x. It can be written in a general form as NNN-NNN-R where R is a check digit and N represents integers.

Example

Name: Formaldehyde

EC number: 200-001-8

8.6.3 Database chemical registration identifiers

These systems link specific compounds to numerical identifiers within specific databases. These numbers are randomly generated and do not contain any structural intelligence.

Example

Name: Formaldehyde

ChemSpider: 692

Beilstein Registry Number; BRN: 1209228

PubChem: 712

Unique Ingredient Identifier; UNII: 1HG84L3525

Chemical Abstracts Service; CAS RN: 50-00-0

8.6.4 SMILES

An example of a structurally descriptive system is the Simplified Molecular Input Line Entry Specification (SMILES) system. SMILES is a specification for unambiguously describing the structure of chemical molecules using ASCII string. An important advantage to this approach is that most molecule editors can convert the strings into either 2D drawings or 3D models of the molecules. SMILES provides information on atoms, bonds, aromaticity, branching, stereochemistry as well as isotopes. It is also quite compact while still being able to represent chemical information.

Example

Name: Formaldehyde

SMILES: C = O

8.6.5 Pengidentifikasi Bahan Kimia Internasional (InChI)

Pengidentifikasi Bahan Kimia Internasional (InChI) yang dikelola oleh IUPAC merupakan pengidentifikasi tekstual untuk zat kimia. Sistem ini dikembangkan oleh IUPAC dan Institut Standar dan Teknologi Nasional Amerika Serikat (NIST) selama 2000-2005. Pengidentifikasi menggambarkan zat kimia berdasarkan lapisan informasi. Ini termasuk atom dan konektivitas ikatannya, informasi tautomerik, informasi isotop, informasi stereokimia dan muatan elektron. InChI berbeda dari nomor registrasi CAS dalam tiga hal. Pengidentifikasi dapat digunakan secara bebas dan tidak berpemilik, dapat dihitung dari informasi struktural, dan tidak ditetapkan oleh suatu organisasi. Sebagian besar informasi dapat dilihat secara sekilas.

Terkadang InChIKey digunakan dan merupakan versi *hashed* dari InChI. Secara khusus, panjangnya tetap 25 karakter dan merupakan representasi digital singkat dari InChI. InChIKey dirancang untuk memungkinkan pencarian web yang mudah dari senyawa kimia.

Contoh

Nama: Formaldehida

InChI: 1/CH2O/c1-2/h1H2

InChI key: WSFSSNUMVMOOMR-UHFFFAOYAT

8.6.6 Gentleman dan Chan

Tujuan dari *Kodefikasi Material Nano* yang diusulkan oleh Gentleman dan Chan mencakup sistem identifikasi berbasis struktur yang mengodekan keseluruhan komposisi, ukuran, bentuk, inti dan kimia ligan, dan kelarutan struktur nano. Sistem ini mirip dengan InChI karena menyediakan *string* tipografi kode bidang minimalis yang akan memfasilitasi pengarsipan digital serta pencarian sifat yang diinginkan.

Contoh

Deskripsi: CdSe NC berdiameter 4-nm ditutup dengan dendrimer PAMAM

Kodifikasi: 2D-4H-(Cd, Se)-[(Amn, Amn)]-

8.6.7 Thomas dkk.

Sistem numerik yang ditawarkan oleh Thomas dkk. menyediakan skema berbasis struktur dan formulasi yang mengidentifikasi komposisi keduanya, partikel nano dan formulasi keseluruhan, saat ditemukan. Sistem ini memiliki kesamaan dengan nomenklatur Gentleman dan Chan tetapi menawarkan kerangka kerja umum dan dapat diperluas – dengan mengorbankan kompleksitas tambahan – untuk memberikan deskripsi yang lebih lengkap tentang formulasi partikel nano.

9 Koordinasi dan waktu

Sistem nomenklatur yang tetap tidak terstruktur untuk memasukkan ukuran dalam konvensi penamaannya. Hal ini menyebabkan ambiguitas, inkonsistensi, dan ketidakakuratan dalam penamaan dan identifikasi objek nano pada saat ini. Standar ini telah memeriksa sistem nomenklatur berbasis kimia untuk kemungkinan adaptasi dengan memasukkan parameter deskriptif tambahan untuk menetapkan nama ke objek nano.

8.6.5 The International Chemical Identifier (InChI)

The International Chemical Identifier (InChI) maintained by IUPAC is a textual identifier for chemical substances. It was developed by IUPAC and the National Institute of Standards and Technology (NIST) during 2000-2005. The identifier describes a chemical substance by layers of information. It includes atoms and their bond connectivity, tautomeric information, isotope information, stereochemistry and electron charge information. InChIs differ from CAS registry numbers in three respects. They are freely usable and non-proprietary, can be computed from structural information, and are not assigned by an organization. Most information can be seen at a glance.

Sometimes an InChIKey is used and is a hashed version of InChI. Specifically, it is a fixed length of 25 characters and is a condensed digital representation of the InChI. The InChIKey is designed to allow for easy web searches of chemical compounds.

Example

Name: Formaldehyde

InChI: 1/CH2O/c1-2/h1H2

InChI key: WSFSSNUMVMOOMR-UHFFFAOYAT

8.6.6 Gentleman and Chan

The proposed *Codification of Nanomaterials* by Gentleman and Chan includes a structure-based identification system that encodes the overall composition, size, shape, core and ligand chemistry, and solubility of nanostructures. The system is similar to InChI because it provides a typographic string of minimalist field codes that will facilitate digital archiving as well as searching for desired properties.

Example

Description: 4-nm diameter CdSe NC capped with PAMAM dendrimer

Codification: 2D-4H-(Cd, Se)-[(Amn, Amn)]-O

8.6.7 Thomas et al.

The numerical system offered by Thomas et al. provides a structure- and formulation-based scheme that identifies the composition of both the nanoparticles and the overall formulation in which they are found. The system has similarities to the nomenclature of Gentleman and Chan but offers a general and extensible framework – at the expense of additional complexity – to provide a more complete description of a nanoparticle formulation.

9 Coordination and timing

Established nomenclature systems are not structured to incorporate size in their naming conventions. This has led to current ambiguities, inconsistencies and inaccuracies in the naming and identification of nano-objects. This Standard has examined chemistry-based nomenclature systems for possible adaption to include additional descriptive parameters to assign names to nano-objects.

Sistem nomenklatur kimia cenderung tertinggal dari perkembangan teknologi. Perkembangan nomenklatur secara tipikal terjadi ketika ada pengetahuan yang signifikan tentang kimia dan ketika aspek-aspek bermakna untuk tujuan penamaan. Untuk alasan ini, kelas objek nano tertentu yang dibahas dalam Standar ini dinilai kesiapannya dalam mengembangkan sistem nomenklatur kimia. Tabung nano karbon, terutama, tampaknya membutuhkan sistem penamaan umum mengingat tidak adanya pendekatan nomenklatur kimia yang selaras untuk kelas objek nano ini pada saat ini. Karena tingkat kompleksitas dalam membedakan di antara CNT, diharapkan bahwa pekerjaan ini dapat memakan waktu beberapa tahun, tetapi pengetahuan yang cukup ada saat ini untuk memulai pekerjaan ini. Pada saat yang sama, pertimbangan dapat diberikan pada nomenklatur objek nano yang telah dikarakterisasi dengan baik seperti partikel nano emas, perbandingan tugas yang relatif kurang kompleks dari perspektif nomenklatur.

Ada sejumlah tantangan dan rintangan yang harus diatasi ketika mengembangkan sistem nomenklatur kimia objek nano. Pengembangan, implementasi, dan penerimaan nomenklatur kimia objek nano akan memakan waktu beberapa tahun. Diharapkan ISO/TC 229/JWG 1 memiliki peran penting dalam menyediakan koordinasi, keahlian, perencanaan, dan sumber daya yang terkait dengan proyek sebesar ini.

Salah satu tujuan pemberian nomenklatur kimia objek nano adalah untuk memanfaatkan sumber daya yang terbatas dan keahlian yang sangat khusus yang diperlukan untuk mengembangkan nomenklatur kimia untuk subkelas objek nano tertentu. Selain itu, upaya semacam itu pada akhirnya membutuhkan sarana untuk menempatkan hasil pekerjaan ini (yaitu sistem nomenklatur) ke dalam domain publik. Diharapkan spesifikasi nomenklatur objek nano yang di rilis ke publik berasal dari IUPAC melalui kolaborasi dengan ISO/TC 229/JWG 1. Pada bulan September 2009, penghubung formal Kategori A didirikan antara JWG1 dan IUPAC di bidang terminologi dan nomenklatur untuk nanoteknologi. Penghubung ini memungkinkan kolaborasi pada terminologi dan nomenklatur dan bersama-sama, kedua organisasi dapat berbagi keahlian dan pengalaman. Diharapkan bahwa pengembangan nomenklatur kimia khusus untuk objek nano akan dilanjutkan bekerja sama dengan para ahli IUPAC, dengan pemahaman bahwa TC 229 dapat mengidentifikasi koreksi arah jangka pendek atau jangka panjang karena pengalaman diperoleh dalam mengembangkan dan menerapkan sistem tersebut.

Systems of chemical nomenclature tend to lag behind technology developments. Nomenclature development typically occurs when there is a significant body of knowledge about the chemistry and when aspects are meaningful for the purpose of naming. For this reason, certain classes of nano-objects discussed in this Standard were assessed for their readiness in developing chemical nomenclature systems. Carbon nanotubes, in particular, appear in need of a common naming system in light of the complete absence of a harmonized chemical nomenclature approach for this class of nano-objects currently. Due to the level of complexity in distinguishing among CNTs, it is expected that this body of work could take a number of years, but that sufficient knowledge exists currently to begin this work. At the same time, consideration could be given to nomenclature for well-characterized nano-objects such as gold nanoparticles, a comparatively less complex task from a nomenclature perspective.

There are a number of challenges and hurdles to be overcome when developing a chemical nomenclature system for nano-objects. The development, implementation and acceptance of a chemical nomenclature for nano-objects will take a number of years. It is expected that ISO/TC 229/JWG 1 has a valuable role to play in providing coordination, expertise, planning and resources associated with projects of this magnitude.

One of the goals of administering chemical nomenclature for nano-objects is to harness limited resources and the highly specialized expertise that is needed to develop chemical nomenclature for specific nano-object subclasses. Furthermore, such an effort ultimately requires a means of placing the outcome of this work (i.e. nomenclature systems) into the public domain. It is expected that public release of nano-object nomenclature specifications would originate from IUPAC through collaboration with ISO/TC 229/JWG 1. In September, 2009, a formal Category A liaison was established between JWG1 and IUPAC in the field of terminology and nomenclature for nanotechnologies. This liaison permits collaboration on terminology and nomenclature and together, the two organizations can share expertise and experience. It is anticipated that the development of chemical nomenclature specific to nano-objects will proceed in cooperation with IUPAC experts, with the understanding that TC 229 could identify near-term or longer-term course corrections as experience is gained in developing and deploying such systems.

Lampiran A
(informatif)
Sistem nomenklatur umum

Lihat Tabel A.1.

Tabel A.1 — Sistem nomenklatur umum

Nama	Ringkasan Sistem Nomenklatur	Komentar
<p>SISTEM ABSTRAK KIMIA (CAS) NOMENKLATUR POLIMER</p> <p>Referensi:</p> <p><i>“Naming and Indexing of Chemical Substances for CHEMICAL ABSTRACTS.” A reprint of Appendix IV from the CHEMICAL ABSTRACTS 1987 Index Guide.^[33]</i></p>	<p>Pendekatan ini menunjukkan monomer dan reaktan awal polimer dalam format umum berikut:</p> <p>Monomer A, polimer dengan monomer B, monomer C dan Monomer D</p> <p>Secara tipikal, monomer yang paling reaktif terdaftar pertama (misalnya asam 2-propenoat, 2-metil-). Nama monomer pertama diikuti oleh pernyataan "polimer dengan" (misalnya asam 2-Propenoat, 2-metil-, polimer dengan). Monomer yang tersisa kemudian terdaftar; Reaktan atau ion yang berlawanan secara tipikal terdaftar terakhir. (misalnya asam 2-Propenoat, 2-metil-, polimer dengan butil 2-propenoat, etenilbenzena dan 2-hidroksietil 2-metil-2-propenoat, bergabung dengan 1,1'-iminobis[2-propanol]).</p>	<p>Sistem yang dijelaskan didasarkan pada monomer dan reaktan tanpa memerlukan informasi tentang struktur, ukuran, atau sifat polimer yang dapat bervariasi sesuai dengan ukuran atau konstituen. Ini mungkin berguna dalam kasus yang strukturnya untuk beberapa objek nano tidak diketahui dan/atau bervariasi secara substansial.</p>

Annex A
(informative)
General nomenclature systems

See Table A.1.

Table A.1 — General nomenclature systems

Name	Summary of Nomenclature System	Comments
<p>CHEMICAL ABSTRACTS SYSTEM (CAS) OF POLYMER NOMENCLATURE</p> <p>Reference: “Naming and Indexing of Chemical Substances for CHEMICAL ABSTRACTS.” <i>A reprint of Appendix IV from the CHEMICAL ABSTRACTS 1987 Index Guide.</i>^[33]</p>	<p>The approach indicates the polymer’s starting monomers and reactants in the following general format:</p> <p>Monomer A, polymer with monomer B, monomer C and Monomer D</p> <p>Typically, the most reactive monomer is listed first (e.g. 2-Propenoic acid, 2-methyl-). The first monomer name is followed by a statement “polymer with” (e.g. 2-Propenoic acid, 2-methyl-, polymer with). The remaining monomers are then listed; reactants or counter ions are typically listed last. (e.g. 2-Propenoic acid, 2-methyl-, polymer with butyl 2-propenoate, ethenylbenzene and 2-hydroxyethyl 2-methyl-2-propenoate, compd. with 1,1'-iminobis[2-propanol]).</p>	<p>The system described is based on monomers and reactants without requiring information on polymeric structure, size, or properties that can vary according to size or constituents. This might be useful in the case where structures for some nano-objects are unknown and/or vary substantially.</p>

Tabel A.1 (lanjutan)

Nama	Ringkasan Sistem Nomenklatur	Komentar
<p>ATURAN DAN PEDOMAN NOMENKLATUR UNTUK BAHAN KIMIA DISKRET (YAITU NON-UVCB)</p> <p>Persatuan Internasional Kimia Murni dan Terapan (IUPAC) dan CAS</p> <p>Referensi:</p> <p>“<i>General Principles of Organic Nomenclature R-1.0 INTRODUCTION.</i>” <i>R-1.0 INTRODUCTION. Advanced Chemistry Development, Inc.</i>, n.d. Web. 23 Agustus. 2012. <http://www.acdlabs.com/iupac/nomenclature/93/r93_125.htm>.^[34]</p> <p>“<i>Recommendations 1993.</i>” <i>Recommendations 1993.</i> Blackwell Scientific Publications, 1993. Web. 23 Agustus. 2012. <http://www.acdlabs.com/iupac/nomenclature/93/r93_15.htm>.^[35]</p> <p>“<i>Naming and Indexing of Chemical Substances for CHEMICAL ABSTRACTS.</i>” <i>A reprint of Appendix IV from the CHEMICAL ABSTRACTS 1987 Index Guide.</i>^[33]</p>	<p>Nama bahan kimia diskret meliputi struktur induk, substituen, dan lokasi substituen pada struktur induk.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Struktur induk <p>Struktur induk umumnya dinamai dengan mengidentifikasi konstituen terpanjang dari struktur kimia.</p> <p>Substituen</p> <p>Substituen didefinisikan sebagai setiap kelompok kimia yang ditambahkan ke struktur induk dan diberi nama sesuai dengan kelas kimianya (misalnya alkohol dengan rantai 5 karbon disebut pentanol di mana "ol" ditambahkan ke akhir nama). Substituen ditambahkan sebagai awalan (awal struktur induk) atau sebagai akhiran (akhir struktur induk). Akhiran secara tipikal merupakan kelompok kimia paling senior, seperti yang diperingkat dalam daftar yang digunakan oleh CAS dan IUPAC (misalnya untuk asam, asam peroksi diberi peringkat lebih tinggi daripada asam karboksilat).</p> <p><i>Locants</i> – penomoran relatif substituen:</p> <p>Penomoran sangat penting untuk mengidentifikasi bahan kimia yang jelas dari struktur yang sama. Secara tipikal, bahan kimia organik diberi nomor mulai dari salah satu ujung struktur atau dari substituen. Misalnya, bahan kimia berikut dinamai sikloheksan-1-satu, di mana cincin diberi nomor mulai dari karbon yang mengandung oksigen sebagai 1. Jika ada lebih dari satu substituen, nomor ditetapkan mulai dari substituen yang ditentukan.</p>	<p>Nomenklatur objek nano kemungkinan akan mendapat manfaat dari penggunaan struktur induk atau inti sebagai fondasi nama. Sistem ini sangat ideal untuk bahan kimia diskret dengan struktur yang dipahami dengan baik. Nomenklatur <i>Locant</i> mungkin tidak relevan secara langsung dalam kasus seperti fulerena dan dendrimer.</p> <p>Selain itu, CAS dan IUPAC memiliki konvensi nomenklatur untuk zat kimia anorganik, dan zat yang tidak diketahui atau dengan komposisi yang bervariasi, produk reaksi kompleks atau material biologis. Konvensi ini akan memiliki relevansi untuk material nano yang anorganik atau kompleks, termasuk material hibrida.</p>

Table A.1 (continued)

Name	Summary of Nomenclature System	Comments
<p>NOMENCLATURE RULES AND GUIDELINES FOR DISCRETE (I.E. NON-UVCB) CHEMICALS</p> <p>International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) and CAS</p> <p>References:</p> <p>“General Principles of Organic Nomenclature R-1.0 INTRODUCTION.” <i>R-1.0 INTRODUCTION</i>. Advanced Chemistry Development, Inc., n.d. Web. 23 Aug. 2012. <http://www.acdlabs.com/iupac/nomenclature/93/r93_12_5.htm>.^[34]</p> <p>“Recommendations 1993.” <i>Recommendations 1993</i>. Blackwell Scientific Publications, 1993. Web. 23 Aug. 2012. <http://www.acdlabs.com/iupac/nomenclature/93/r93_15.htm>.^[35]</p> <p>“Naming and Indexing of Chemical Substances for CHEMICAL ABSTRACTS.” <i>A reprint of Appendix IV from the CHEMICAL ABSTRACTS 1987 Index Guide</i>.^[33]</p>	<p>The name of a discrete chemical includes parent structure, substituents, and location of substituents on the parent structure.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parent Structure <p>The parent structure is generally named by identifying the longest constituent of the chemical structure.</p> <p>Substituents</p> <p>Substituents are defined as any chemical groups added to the parent structure and are named according to its chemical class (e.g. alcohol with a 5 carbon chain is called pentanol where an “ol” is added to the end of the name). The substituents are either added as a prefix (beginning of the parent structure) or as a suffix (end of parent structure). The suffix is typically the most senior chemical group, as ranked in a list used by CAS and IUPAC (e.g. for acids, peroxy acids are ranked higher than carboxylic acids).</p> <p>Locants – relative numbering of substituents:</p> <p>Numbering is very important to identify unambiguously chemicals of similar structure. Typically, an organic chemical is numbered starting from one end of the structure or from a substituent. For example, the following chemical is named as cyclohexan-1-one, where the ring is numbered starting from the carbon containing the oxygen as 1. If there is more than one substituent, the numbers are assigned beginning at a designated substituent.</p>	<p>Nano-object nomenclature would likely benefit from the use of a parent structure or a core as the foundation of the name. The system is ideal for a discrete chemical with a well-understood structure. Locant nomenclature might not be directly relevant in cases such as fullerenes and dendrimers.</p> <p>Additionally, CAS and IUPAC have nomenclature conventions for inorganic chemical substances, and substances of Unknown or Variable composition, Complex reaction products or Biological materials. These conventions will have relevance for nanomaterials that are inorganic or complex, including hybrid materials</p>

Tabel A.1 (lanjutan)

Nama	Ringkasan Sistem Nomenklatur	Komentar
<p>TABEL INTERNASIONAL KOMISI NOMENKLATUR KRISTALOGRAFI ATAU KAMUS DARING KRISTALOGRAFI</p> <p>Komisi Nomenklatur Kristalografi</p> <p>Referensi:</p> <p>Kristalografi Halaman Utama. <i>Kamus Kristalografi Daring</i>. N.p., 23 Januari 2012. Web. 23 Agustus 2012. http://reference.iucr.org/dictionary/Main_Page^[36]</p> <p>Informasi Umum. Persatuan Kristalografi Internasional. 21 Oktober 2002. Web. 23 Agustus 2012. <http://ww1.iucr.org/comm/cnom/index.html>.^[37]</p>	<p>Nama berasal dari bentuk geometris, pola simetri, dan kombinasi alfanumerik yang mewakili karakteristik kristal.</p> <p><u>Famili Kristal (Sistem)</u></p> <p>Kristal termasuk dalam famili kristal yang sama jika memiliki jenis sel konvensional yang sama, terlepas dari ada atau tidak adanya simpul pemusatan. Misalnya, kristal ortorombik dengan kisi primitif dan kristal ortorombik dengan kisi yang berpusat pada muka termasuk dalam famili kristal yang sama (<i>orthorhombic</i>).</p> <p><u>Kelas Kristal</u></p> <p>Ada dua variasi kelas kristal, kelas aritmatika dan geometris. Kelas geometris mengklasifikasikan kelompok simetri dari bentuk eksternal kristal makroskopik, yaitu sesuai dengan simetri morfologis. Kelas kristal aritmatika diperoleh dengan cara dasar yang menggabungkan kelas kristal geometris dan jenis kisi Bravais yang sesuai (susunan ion dan partikel). Misalnya, dalam sistem monoklinik, ada tiga kelas kristal geometris – 2, m dan 2/m – dan dua jenis kisi Bravais – P dan C. Oleh karena itu ada enam kelas kristal aritmatika monoklinik. Lambangnya diperoleh dengan menyandingkan lambang kelas geometris dan kisi Bravais, dalam urutan tersebut: 2P, 2C, mP, mC, 2/mP, 2/mC.</p>	<p>Ini adalah sistem penamaan yang efisien berdasarkan bentuk geometris dan simetri. Namun, yang bukan ahli bisa kesulitan membedakan arti nama tanpa mengetahui lambang atau kelas mana yang termasuk dalam sistem mana.</p> <p>Sistem ini perlu diperiksa lebih lengkap karena kemampuannya untuk menggambarkan struktur kristalin objek nano dengan benar.</p>

Table A.1 (continued)

Name	Summary of Nomenclature System	Comments
<p>INTERNATIONAL TABLES OF THE COMMISSION ON CRYSTALLOGRAPHIC NOMENCLATURE OR THE ONLINE DICTIONARY OF CRYSTALLOGRAPHY</p> <p>Commission on Crystallographic Nomenclature</p> <p>References:</p> <p>Main Page Crystallography. <i>Online Dictionary of Crystallography</i>. N.p., 23 Jan. 2012. Web. 23 Aug. 2012. http://reference.iucr.org/dictionary/Main_Page^[36]</p> <p>General Information. International Union of Crystallography. 21 Oct. 2002. Web. 23 Aug. 2012. <http://ww1.iucr.org/com/m/cnom/index.html>^[37]</p>	<p>Names stem from geometric shapes, symmetry patterns, and alphanumeric combinations that represent characteristics of a crystal.</p> <p><u>Crystal Families (Systems)</u></p> <p>Crystals belong to the same crystal family if they have the same type of conventional cell, regardless of the presence or absence of centering nodes. For example, an orthorhombic crystal with primitive lattice and an orthorhombic crystal with face-centred lattice belong to the same crystal family (<i>orthorhombic</i>).</p> <p><u>Crystal Classes</u></p> <p>There are two variations of crystal classes, arithmetic and geometric classes. Geometric classes classify symmetry groups of the external shape of macroscopic crystals, namely according to the morphological symmetry. Arithmetic crystal classes are obtained in an elementary fashion by combining the geometric crystal classes and the corresponding types of Bravais lattices (arrangements of ions and particles). For example, in the monoclinic system, there are three geometric crystal classes – 2, m and 2/m – and two types of Bravais lattices – P and C. There are therefore six monoclinic arithmetic crystal classes. Their symbols are obtained by juxtaposing the symbol of the geometric class and that of the Bravais lattice, in that order: 2P, 2C, mP, mC, 2/mP, 2/mC.</p>	<p>This is an efficient naming system based upon geometric shape and symmetry. However, non-experts could have a difficult time discerning the meaning of names without knowing the symbols or which classes belong to which system.</p> <p>This system needs to be more fully examined for its ability to properly describe the crystalline structures of nano-objects.</p>

Tabel A.1 (lanjutan)

Nama	Ringkasan Sistem Nomenklatur	Komentar
<p>TATA CARA DAN PEDOMAN NOMENKLATUR MINERAL</p> <p>Komisi Mineral Baru dan Nama Mineral</p> <p>Referensi:</p> <p>Komisi Mineral Baru, Nomenklatur dan Klasifikasi. Asosiasi Mineralogi Internasional. (Asosiasi Mineralogi Internasional) IMA-CNMNC, n.d. Web. 24 Agustus 2012.</p> <p><http://pubsites.uws.edu.au/ima-cnmnc/>^[38]</p>	<p>Nama didasarkan pada komposisi kimia dan sifat kristalografi yang terdefinisi dengan baik. Sifat yang secara tradisional dilaporkan untuk klasifikasi mineral termasuk warna, kekerasan, sifat optik, dan lain-lain. Misalnya, <i>hidroksilapatit</i> dan <i>fluorapatit</i> keduanya mengkristal dalam sistem kristal heksagonal, dengan kelompok ruang yang sama, dan memiliki parameter unit-sel yang serupa. Mineral tersebut adalah spesies mineral yang berbeda, akan tetapi karena situs struktural yang relevan sebagian besar ditempati oleh OH dalam hidroksilapatit dan oleh F dalam fluorapatit.</p> <p><i>Grafit</i> dan <i>intan</i> adalah alotrop karbon kristalin; keduanya memiliki komposisi yang sama tetapi strukturnya berbeda, dan oleh karena itu mineral seperti ini dianggap sebagai spesies yang terpisah.</p> <p>Nama mungkin juga mencakup referensi ke lokalitas geografis dari kejadian, penemu mineral, seseorang yang menonjol di lapangan, atau sifat tertentu dari mineral.</p> <p>Pedoman masa depan dapat mempertimbangkan cara ukuran memengaruhi klasifikasi mineral.</p>	<p>Nomenklatur ini mungkin tidak relevan dengan banyak material organik atau amorf.</p> <p>Bagi para ahli, nama-nama yang diberikan oleh sistem ini untuk zat yang relevan memberikan pemahaman dasar tentang komposisi dan struktur individu. Yang bukan ahli belum tentu mengerti hubungan nama itu dengan komposisi atau struktur.</p> <p>Ada tingkat kurangnya keseragaman, karena klasifikasi mineral untuk bentuk kompleks dipertimbangkan berdasarkan kasus per kasus.</p>

Table A.1 (continued)

Name	Summary of Nomenclature System	Comments
<p>PROCEDURES AND GUIDELINES ON MINERAL NOMENCLATURE</p> <p>Commission on New Minerals and Mineral Names</p> <p>Reference:</p> <p>Commision on New Minerals, Nomenclature and Classification. International Mineralogical Association. IMA-CNMNC, n.d. Web. 24 Aug. 2012. <http://pubsites.uws.edu.au/ima-cnmnc/>^[38]</p>	<p>Names are based upon well-defined chemical composition and crystallographic properties. Properties traditionally reported for mineral classification include colour, hardness, optical properties, etc. For example, <i>Hydroxylapatite</i> and <i>fluorapatite</i> both crystallize in the hexagonal crystal system, with the same space group, and have similar unit-cell parameters. They are different species of mineral, however, because the relevant structural site is predominantly occupied by OH in hydroxylapatite and by F in fluorapatite.</p> <p><i>Graphite</i> and <i>diamond</i> are allotropes of crystalline carbon; both have the same composition but their structures are different, and therefore minerals such as these are regarded as separate species.</p> <p>Names might also include a reference to geographical locality of occurrence, discoverer of the mineral, a person prominent in the field, or a particular property of the mineral.</p> <p>Future guidelines may consider how size affects mineral classification.</p>	<p>This nomenclature might not be relevant to many organic or amorphous materials.</p> <p>For experts, the names assigned by this system to relevant substances deliver a basic understanding of individual composition and structure. Non-experts will not necessarily understand how the name relates to composition or structure.</p> <p>There is a degree of lack of uniformity, as mineral classification for complex forms are considered on a case-by-case basis.</p>

Tabel A.1 (lanjutan)

Nama	Ringkasan Sistem Nomenklatur	Komentar
<p>NOMENKLATUR PERSATUAN INTERNASIONAL BOKIMIA DAN BIOLOGI MOLEKULER (IUBMB) UNTUK PENAMAAN ENZIM</p> <p>Referensi:</p> <p><i>Classification and Nomenclature of Enzymes by the Reactions They Catalyse. Enzyme Classification. Nomenclature Committee of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology.</i> Web. 23 Agustus 2012. <http://www.chem.qmul.ac.uk/iubmb/enzyme/rules.html>^[39]</p> <p><i>EC 1.1.1.1 – Alcohol Dehydrogenase. EC 1.1.1.1 – Alcohol Dehydrogenase. N.p., n.d.</i> Web. 23 Agustus. 2012. <http://www.brenda-enzymes.info/php/result_flat.php4?ecno=1.1.1.1>.^[40]</p>	<p>Untuk enzim, ada 3 aturan menyeluruh untuk menamai dan mengeluarkan nomor kode register yang sesuai. Pertama, nama enzim secara tipikal diakhiri dengan akhiran –ase. Kedua, enzim diberi nama sesuai dengan reaksi yang dikatalisasi. Reaksi kimia yang dikatalisasi adalah sifat spesifik yang membedakan satu enzim dari yang lain. Misalnya, enzim yang mengatalisasi reaksi dehidrogenasi aldehida disebut sebagai dehidrogenase aldehida. Ketiga, enzim dibagi lagi berdasarkan substrat targetnya. Misalnya, dehidrogenase alkohol selanjutnya dikategorikan menjadi dehidrogenase alkohol lambung, dehidrogenase oktanol, dehidrogenase retinol, dan lain-lain.</p> <p><u>Nomor Registrasi</u></p> <p>Enzim diberi nomor registrasi berdasarkan jenis reaksi yang dikatalisasi. Sistem penomoran mengikuti hirarki pohon mulai dari jenis reaksi umum hingga reaksi yang lebih spesifik. Sistem penomoran ini memberikan informasi tambahan seperti sifat fisika-kimia, inhibitor/penghambat, stabilitas, aplikasi, dan lain-lain. Misalnya, – dehidrogenase alkohol diberikan nomor registrasi 1.1.1.1 dengan:</p> <p>1. mengacu pada oksidoreduktase umum;</p> <p>1.1 mengacu pada peran pada kelompok donor CH-OH;</p> <p>1.1.1 dengan NAD⁺ atau NADP⁺ sebagai akseptor; dan</p> <p>1.1.1.1 pada sistem reaksi dehidrogenase alkohol spesifik.</p>	<p>Sistem ini memungkinkan penggunaan nama biasa, tanpa harus menggunakan nama sistematis yang panjang, sambil memiliki tautan yang sama melalui nomor registrasi ke informasi yang disediakan oleh nama sistematis.</p> <p>Nama mencakup lebih dari satu parameter, tetapi tidak mengandung informasi kimia atau struktur. Sebaliknya, informasi didasarkan pada substrat target.</p>

Table A.1 (continued)

Name	Summary of Nomenclature System	Comments
<p>INTERNATIONAL UNION OF BIOCHEMISTRY AND MOLECULAR BIOLOGY (IUBMB) NOMENCLATURE FOR NAMING OF ENZYMES</p> <p>References:</p> <p>Classification and Nomenclature of Enzymes by the Reactions They Catalyse. <i>Enzyme Classification</i>. Nomenclature Committee of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology. Web. 23 Aug. 2012. <http://www.chem.qmul.ac.uk/iubmb/enzyme/rules.html>^[39]</p> <p>EC 1.1.1.1 – Alcohol Dehydrogenase. <i>EC 1.1.1.1 – Alcohol Dehydrogenase</i>. N.p., n.d. Web. 23 Aug. 2012. <http://www.brenda-enzymes.info/php/result_flat.php4?ecno=1.1.1.1>^[40]</p>	<p>For enzymes, there are 3 overarching rules for naming and issuing corresponding registry code numbers. First, enzyme names typically end with the suffix –ase. Second, enzymes are named according to the reaction they catalyse. The chemical reaction catalysed is the specific property that distinguishes one enzyme from another. For example, the enzyme that catalyses an aldehyde dehydrogenation reaction is referred to as aldehyde dehydrogenase. Third, enzymes are further divided on the basis of their target substrate. For example, an alcohol dehydrogenase is further categorized to gastric alcohol dehydrogenase, octanol dehydrogenase, retinol dehydrogenase, etc.</p> <p><u>Registry Numbers</u></p> <p>Enzymes are given a registry number on the basis of the type of reaction they catalyse. The numbering system follows a tree hierarchy starting from the general type of reaction to more specific reactions. This numbering system provides additional information such as physical-chemical properties, inhibitors, stability, application, etc. For example, – alcohol dehydrogenase is given the registry number 1.1.1.1 where:</p> <p>1. refers to the general oxidoreductases;</p> <p>1.1 refers to acting on the CH-OH group of donors;</p> <p>1.1.1 with NAD⁺ or NADP⁺ as acceptor; and</p> <p>1.1.1.1 to the specific alcohol dehydrogenase reaction system.</p>	<p>This system allows for the use of a trivial name, without having to resort to a long systematic name, while having the same link via a registry number to information that the systematic name provides.</p> <p>Names include more than one parameter, but do not contain chemical or structural information. Instead, information is based on the target substrate.</p>

Tabel A.1 (lanjutan)

Nama	Ringkasan Sistem Nomenklatur	Komentar
<p>KODE INTERNASIONAL KLASIFIKASI DAN NOMENKLATUR VIRUS</p> <p>Komite Internasional tentang Taksonomi Virus</p> <p>Referensi:</p> <p>KODE INTERNASIONAL KLASIFIKASI DAN NOMENKLATUR VIRUS. <i>Komite Internasional tentang Taksonomi Virus, ICTV, 2012.</i> Web. 24 Agustus 2012. <http://www.ictvonline.org/code_of_virus_classification_2002.asp?bhcp=1>.^[41]</p>	<p>ICTV memelihara indeks nama viral. Kode penamaan menggunakan tingkat hirarki Ordo, Famili, Subfamili, Genus, dan Spesies dan menempatkan tanggung jawab untuk serotipe, genotipe, galur, varian, dan isolat spesies virus pada kelompok spesialis internasional yang diakui. Nama takson virus diskret sebaiknya mencerminkan hubungan evolusi virus dan filogeni individu. Misalnya, <i>audovirales</i> dan <i>Mononegavirales</i> adalah nama untuk dua urutan virus yang berbeda, masing-masing nama adalah singkatan dari deskriptor yang berbeda. <i>Caudovirales</i> adalah urutan virus yang dikategorikan oleh bakteriofag berekor, sedangkan <i>Mononegavirales</i> adalah urutan virus yang dikategorikan oleh genom RNA indera negatif yang tidak tersegmentasi.</p>	<p>Nama yang diturunkan dengan sistem ini memberikan prediktabilitas dan bagi para ahli, memberikan pemahaman dasar tentang filogeni virus individu. Nama-nama tertentu memerlukan masukan dari spesialis; yang bukan ahli mungkin tidak mengerti hubungan nama itu dengan karakteristik virus atau <i>fage</i>.</p>
<p>NOMENKLATUR PERANGKAT MEDIS GLOBAL</p> <p>Badan Nomenklatur Perangkat Medis Global</p> <p>Referensi:</p> <p>Halaman Beranda GMDN. Badan Nomenklatur Alat Kesehatan Global, 2011. Web. 23 Agustus 2012. <http://www.gmdnagency.com/?id=nom>.^[42]</p> <p><i>Patient Safety, Quality and Risk Management. Universal Medical Device Nomenclature System</i>,<i>ç.</i> Institut ECRI, 2012. Web. 23 Agustus 2012. <https://www.ecri.org/Products/Pages/UMDNS.aspx>.^[43]</p>	<p>Sistem ini terdiri dari daftar deskriptor berkode untuk mengidentifikasi perangkat medis secara generik dan produk perawatan kesehatan terkait bersama dengan pengenalan numerik. Nama didasarkan pada sistem tiga tingkat untuk mengklasifikasikan perangkat medis. Nama terdiri dari kategori, istilah templat (yang merupakan nama luas yang mengelompokkan istilah pilihan yang serupa), dan istilah pilihan (yang merupakan nama untuk perangkat yang memiliki tujuan yang sama atau serupa).</p> <p>CONTOH 10035 – Perekat, aerosol, tujuan umum dan 10126 – alarm, tekanan darah menggambarkan dua perangkat medis yang berbeda, yang dapat diidentifikasi berdasarkan nomor GMDN atau nama saja.</p>	<p>Sistem ini tampak efisien dalam mengelompokkan perangkat ke dalam kategori. Sistem penomoran memungkinkan para ahli dan nonahli memiliki kemampuan untuk menemukan perangkat tertentu.</p> <p>Beberapa perangkat dapat memuat satu atau beberapa kategori; nonahli mungkin tidak memiliki kemampuan atau pengetahuan untuk mengelompokkan perangkat medis itu sendiri.</p> <p>Pengindeksan dengan angka yang dapat diidentifikasi adalah alat untuk mencoba sistem penamaan yang tidak ambigu. Perangkat berskala nano mungkin akan dimasukkan dalam sistem ini di masa mendatang.</p>

Table A.1 (continued)

Name	Summary of Nomenclature System	Comments
<p>INTERNATIONAL CODE OF VIRUS CLASSIFICATION AND NOMENCLATURE</p> <p>International Committee on Taxonomy of Viruses</p> <p>References:</p> <p>THE INTERNATIONAL CODE OF VIRUS CLASSIFICATION AND NOMENCLATURE. <i>International Committee on Taxonomy of Viruses</i>. ICTV, 2012. Web. 24 Aug. 2012. <http://www.ictvonline.org/codeOfVirusClassification2002.asp?bhcp=1>. [41]</p>	<p>ICTV maintains an index of viral names. The naming code employs the use of hierarchical levels of Order, Family, Subfamily, Genus, and Species and places responsibility for serotypes, genotypes, strains, variants and isolates of virus species on acknowledged international specialist groups. The name of a discrete viral taxon should reflect viral evolutionary relationships and individual phylogenies. For example, <i>audovirales</i> and <i>Mononegavirales</i> are names for two different order of virus, each name standing for different descriptors. <i>Caudovirales</i> is an order of virus categorized by tailed baceteriophages, while <i>Mononegavirales</i> is an order of viruses categorized by a non-segmented, negative sense RNA genome.</p>	<p>Names derived with this system provide predictability and for experts, deliver a basic understanding of individual viral phylogenies. Certain names require input from specialists; non-experts might not understand how the name relates to characteristics of the virus or phage.</p>
<p>GLOBAL MEDICAL DEVICE NOMENCLATURE</p> <p>Global Medical Device Nomenclature Agency</p> <p>References:</p> <p>GMDN Home Page. Global Medical Device Nomenclature Agency, 2011. Web. 23 Aug. 2012. <http://www.gmdnagency.com/?id=nom>. [42]</p> <p>Patient Safety, Quality and Risk Management. <i>Universal Medical Device Nomenclature System</i>, <i>ç</i>. ECRI Institute, 2012. Web. 23 Aug. 2012. <https://www.ecri.org/Products/Pages/UMDNS.aspx>. [43]</p>	<p>This system consists of a list of coded descriptors to generically identify medical devices and related health care products together with a numerical identifier. Names are based upon a three-tiered system for classifying medical devices. Names consist of categories, template terms (which are broad names that group similar preferred terms), and preferred terms (which are names for devices that have the same or similar intended purpose).</p> <p>EXAMPLE 10035 – Adhesive, aerosol, general purpose and 10126 – alarm, blood-pressure describe two different medical devices, which can be identified based upon the GMDN number or the names alone.</p>	<p>The system appears efficient in grouping devices into categories. The numbering system allows experts and non-experts the ability to locate a particular device.</p> <p>Some devices could fit one or more categories; non-experts might not have the ability or the knowledge to group medical devices themselves.</p> <p>Indexing by an identifiable number is a tool for attempting an unambiguous naming system. Nanoscale devices might be incorporated in this system in the future.</p>

Lampiran B
(informatif)
Sistem nomenklatur objek nano spesifik yang terpilih

B.1 Nomenklatur untuk fullerena (IUPAC)**B.1.1 Referensi**

“NOMENCLATURE AND TERMINOLOGY OF FULLERENES: A PRELIMINARY SURVEY.”
Pure and Appl. Chem. 69 1997: 1411-434.^[44]

B.1.2 Deskripsi singkat sistem (misalnya deskriptor)

- a) Fullerena atau *kuasi*-fullerena
- b) Jumlah karbon dalam molekul
- c) Simetri grup titik (I_h , C_{2v} , dan lain-lain)
- d) Bilangan Romawi tambahan untuk membagi fulleren dengan simetri grup-titik yang sama (I, II, III, ...)
- e) Jenis cincin penyusun dalam tanda kurung dalam kasus *kuasi*-fullerena

CATATAN Sistem nomenklatur ini berbeda dari sistem CAS yang sesuai.

CONTOH

	IUPAC	CAS
C ₆₀	[60- I_h]fullerena	[5,6]fullerena-C ₆₀ - I_h
C ₇₈	[78- $C_{2v}(I)$]fullerena	[5,6]fullerena-C ₇₈ - C_{2v}
C ₄₈	(4,6,8)[48- O_h]kuasi-fullerena	[4,6,8]fullerena-C ₄₈ - O_h

Simetri grup titik adalah deskriptor yang baik untuk struktur fullerena.

Terdapat banyak isomer fullerena dengan simetri grup-titik yang sama, dan angka Romawi tambahan diperkenalkan untuk membedakannya, tetapi aturan untuk penomoran ini tidak mudah, terutama untuk fullerena besar dengan simetri rendah.

B.1.3 Aspek dan/atau deskriptor yang relevan untuk sistem nomenklatur objek nano

Menambahkan beberapa karakter sebelum dan/atau setelah nama dasar objek nano (dalam hal ini, "fullerena") adalah praktik yang baik, yang dapat diterapkan pada objek nano.

B.2 Nomenklatur karbon hitam yang digunakan dalam produk karet (ASTM Internasional)**B.2.1 Referensi**

ASTM D1765-10. *Standard Classification System for Carbon Blacks Used in Rubber Products*.
ASTM Internasional. 23 Agustus. 2012. <<http://www.astm.org/Standards/D1765.htm>>.^[45]

Annex B
(informative)
Selected nano-object-specific nomenclature systems

B.1 Nomenclature for fullerenes (IUPAC)**B.1.1 Reference**

“NOMENCLATURE AND TERMINOLOGY OF FULLERENES: A PRELIMINARY SURVEY.”
Pure and Appl. Chem. 69 1997: 1411-434.^[44]

B.1.2 Brief description of system (e.g. descriptors)

- a) Fullerene or *quasi*-fullerene
- b) The number of carbons in the molecule
- c) The point group symmetry (I_h , C_{2v} , etc.)
- d) Additional Roman numbers to subdivide fullerenes with the same point-group symmetry (I, II, III, ...)
- e) The types of constituent rings in parentheses in the case of *quasi*-fullerene

NOTE This nomenclature system is different from the corresponding CAS system.

EXAMPLE

	IUPAC	CAS
C ₆₀	[60- I_h]fullerene	[5,6]fullerene-C ₆₀ - I_h
C ₇₈	[78- $C_{2v}(I)$] fullerene	[5,6]fullerene-C ₇₈ - C_{2v}
C ₄₈	(4,6,8)[48- O_h] <i>quasi</i> -fullerene	[4,6,8]fullerene-C ₄₈ - O_h

The point group symmetry is a good descriptor for fullerene structures.

There can be many fullerene isomers with the same point-group symmetry, and the additional Roman numbers are introduced to distinguish them, but the rule for this numbering is not easy, especially for large fullerenes with low symmetry.

B.1.3 Relevant aspects and/or descriptors for a nomenclature system for nano-objects

Adding some characters before and/or after the basic name of a nano-object (in this case, “fullerene”) is a good practice, which can be applicable to nano-objects.

B.2 Nomenclature for carbon black used in rubber products (ASTM International)**B.2.1 Reference**

ASTM D1765-10. *Standard Classification System for Carbon Blacks Used in Rubber Products*.
ASTM International. 23 Aug. 2012. <<http://www.astm.org/Standards/D1765.htm>>.^[45]

B.2.2 Deskripsi singkat sistem (misalnya deskriptor)

Ruang lingkup: Sistem ini mencakup klasifikasi karbon hitam tingkat karet dengan menggunakan sistem nomenklatur empat karakter. Karakter pertama memberikan beberapa indikasi pengaruh karbon hitam pada laju pematangan senyawa karet tipikal yang mengandung karbon hitam. Karakter kedua memberikan informasi tentang luas permukaan rata-rata karbon hitam. Dua karakter terakhir ditetapkan secara bebas.

Nilai-nilai yang dinyatakan dalam satuan SI harus dianggap sebagai standar. Tidak ada satuan pengukuran lain yang termasuk dalam standar ini.

B.2.3 Aspek dan/atau deskriptor yang relevan untuk sistem nomenklatur objek nano

Jenis nomenklatur ini berguna untuk material tertentu yang digunakan untuk aplikasi tertentu. Namun, ini mungkin terlalu kompleks untuk memperkenalkan jenis sistem pendaftaran resmi ini untuk keseluruhan objek nano. Sistem pengodean multidigit berdasarkan beberapa deskriptor dapat dimungkinkan untuk objek nano, jika sistem klasifikasi seperti pohon, seperti "pohon nano", digunakan.

B.2.2 Brief description of system (e.g. descriptors)

Scope: This system covers the classification of rubber-grade carbon blacks by the use of a four-character nomenclature system. The first character gives some indication of the influence of the carbon black on the rate of cure of a typical rubber compound containing the black. The second character gives information on the average surface area of the carbon black. The last two characters are assigned arbitrarily.

The values stated in SI units are to be regarded as standard. No other units of measurement are included in this standard.

B.2.3 Relevant aspects and/or descriptors for a nomenclature system for nano-objects

This type of nomenclature is useful for a specific material used for a specific application. However, it might be too complex to introduce this type of authorized registration system for the entire universe of nano-objects. A multi-digit coding system based on several descriptors might be possible for nano-objects, if a tree-like classification system, such as the “nano-tree”, is used.

Lampiran C
(informatif)
Daftar publik objek nano yang terpilih

C.1 ISO/TC 229 objek nano diidentifikasi dalam program kerja

SWCNT	kalsium karbonat nano
MWCNT	titanium dioksida nano
partikel nano logam	

C.2 OECD WPMN daftar perwakilan material nano termanufaktur dalam program pengujian (tahun 2012)

fulerena	serium oksida
SWCNT	lempung nano
MWCNT	partikel nano besi
partikel nano perak	silikon dioksida/silika
partikel nano emas	dendrimer
titanium dioksida	seng oksida
aluminium oksida	

C.3 Material nano prioritas NICNAS untuk penilaian risiko

titanium dioksida	fulerena
seng oksida	tabung nano karbon
serium oksida	perak nano

C.4 Kandidat material prioritas 1 REFNANO untuk toksikologi

Material	Komentar
Karbon hitam	tersedia dalam ukuran nano dan mikro; sudah dipelajari dengan baik pada manusia dan hewan memberikan awal mula yang baik.
• TiO ₂	tersedia dalam ukuran nano dan mikro, dan dalam bentuk terlapisi dan tidak terlapisi; sudah dipelajari dengan baik pada manusia dan hewan memberikan awal mula yang baik.
• ZnO	• tersedia dalam bentuk terlapisi dan tidak terlapisi.
• SWCNT dan MWCNT	• bentuk kaku lurus sebaiknya tersedia bersama dengan bentuk bendel; panjang dan pendek sebaiknya tersedia.

Annex C
(informative)
Selected public listings of nano-objects

C.1 ISO/TC 229 nano-objects identified in program of work

SWCNT	nano-calcium carbonate
MWCNT	nano-titanium dioxide
metal nanoparticles	

C.2 OECD WPMN list of representative manufactured nanomaterials in the test programme (year 2012)

fullerene	cerium oxide
SWCNT	nanoclayso
MWCNT	iron nanoparticles
silver nanoparticles	silicon dioxide/silica
gold nanoparticles	dendrimers
titanium dioxide	zinc oxide
aluminium oxide	

C.3 NICNAS priority nanomaterials for risk assessment

titanium dioxide	fullerene
zinc oxide	CNTs
cerium oxide	nanosilver

C.4 REFNANO priority 1 candidate materials for toxicology

Material	Comments
Carbon black	available in nano and micro-sizes; already well-studied in humans and animals providing a good starting point.
• TiO ₂	available in nano and micro-sizes, and in coated and uncoated forms; already well studied in humans and animals providing a good starting point.
• ZnO	• available in coated and uncoated forms.
• SWCNT and MWCNT	• straight rigid forms should be available along with bundled forms; long and short lengths should be available.

Material	Komentar
<ul style="list-style-type: none"> • Polistirena (Fluoresens) 	<ul style="list-style-type: none"> • tersedia dengan modifikasi permukaan yang berbeda dalam satu ukuran; sebaiknya tersedia dalam bentuk yang dapat melacak keadaan dalam sel; sebaiknya tersedia dalam berbagai rentang ukur berbeda dalam skala nanometer.
<ul style="list-style-type: none"> • Ag 	<ul style="list-style-type: none"> • Ag telah meningkat dalam penggunaannya untuk sifat antibakteri termasuk semprotan disinfektan dan pembalut luka.
<ul style="list-style-type: none"> • Logam dan logam oksida kunci lainnya 	<ul style="list-style-type: none"> • Prioritas untuk ekotoksikologi: Zn, Cu, Ni, Fe dan oksidanya.
<ul style="list-style-type: none"> • Partikel nano yang dihasilkan dari pembakaran 	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk digunakan sebagai partikel kontrol karena sudah ada banyak literatur, informasi risiko dan toksikologi yang tersedia.

C.5 Program Supervisi Material Berskala Nano Amerika Serikat

aluminium oksida	mangan oksida
antimon pentoksida	MWCNT
kalsium oksida	lempung nano
karbon hitam	partikel nano nikel
serium oksida	partikel nano paladium
klaster intan	partikel nano platinum
partikel nano kobalt	partikel nano rodium
tembaga oksida	Silikat
fulerena	silikon dioksida/silika
partikel nano emas	partikel nano perak
besi oksida	SWCNT
kobalt besi	titanium dioksida
litium titanat	titanium oksida
magnesium oksida	seng oksida

C.6 Departemen Pengendalian Zat Beracun California

dot kuantum	nano perak
nano titanium oksida	besi bervalensi nol nano
nano seng oksida	

Material	Comments
<ul style="list-style-type: none"> Polystyrene (Fluorescent) 	<ul style="list-style-type: none"> available with different surface modifications in any one size; should be available in forms for tracking fate in cells; should be available in a range of different sizes in the nanometre scale.
<ul style="list-style-type: none"> Ag 	<ul style="list-style-type: none"> Ag has increasing use for antibacterial properties including disinfectant sprays and wound dressings.
<ul style="list-style-type: none"> Other key metals and metal oxides 	<ul style="list-style-type: none"> Priorities for ecotoxicology: Zn, Cu, Ni, Fe and their oxides.
<ul style="list-style-type: none"> Combustion derived NP 	<ul style="list-style-type: none"> To be used as a control particle since there is already a significant body of literature, risk and toxicology information available.

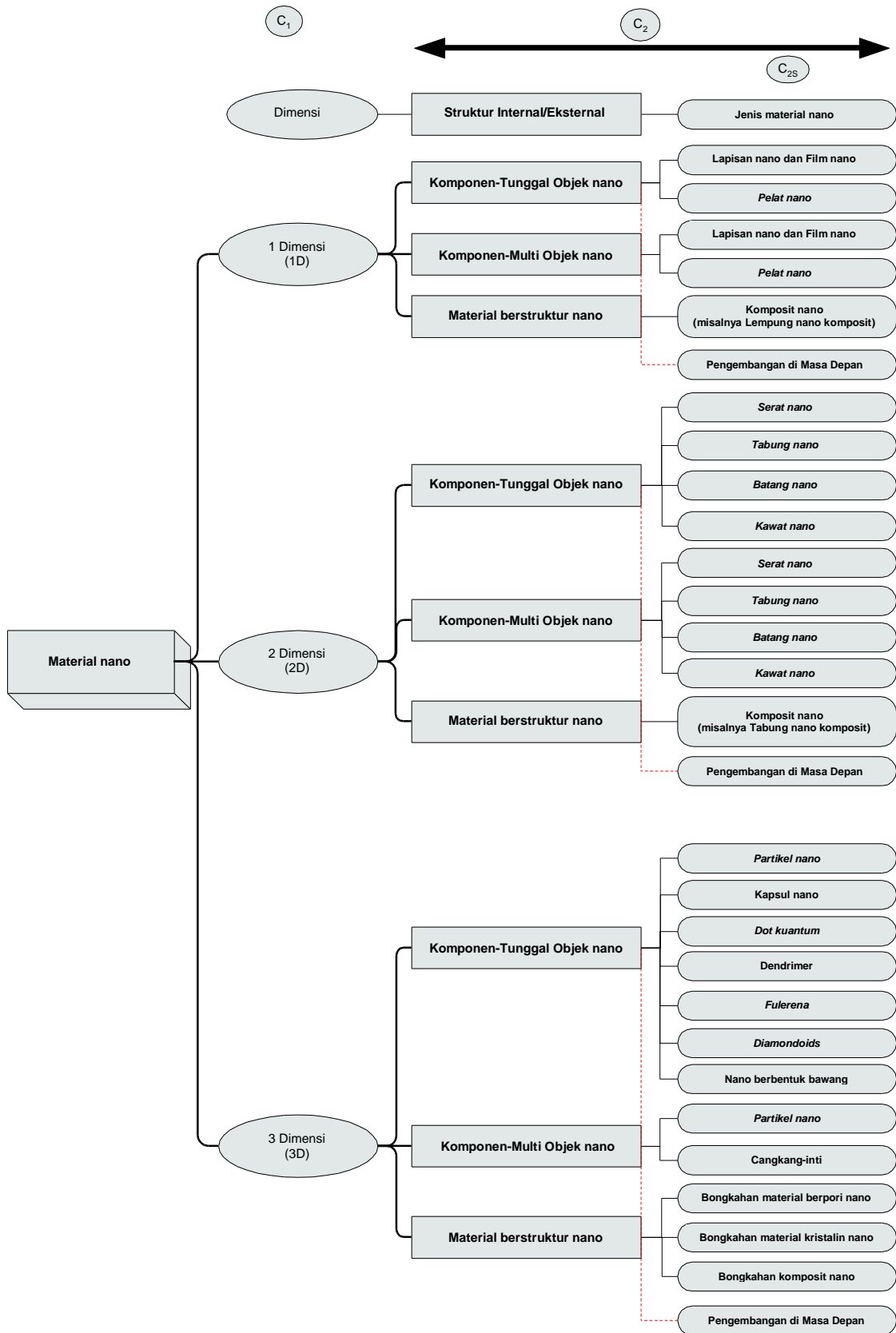
C.5 US. Nanoscale Materials Stewardship Program

aluminium oxide	manganese oxide
antimony pentoxide	MWCNT
calcium oxide	nanoclays
carbon black	nickel nanoparticles
cerium oxide	palladium nanoparticles
cluster diamonds	platinum nanoparticle
cobalt nanoparticles	rhodium nanoparticles
copper oxide	silicates
fullerenes	silicon dioxide/silica
gold nanoparticles	silver nanoparticles
iron oxide	SWCNT
iron cobalt	titanium dioxide
lithium titanate	titanium oxide
magnesium oxide	zinc oxide

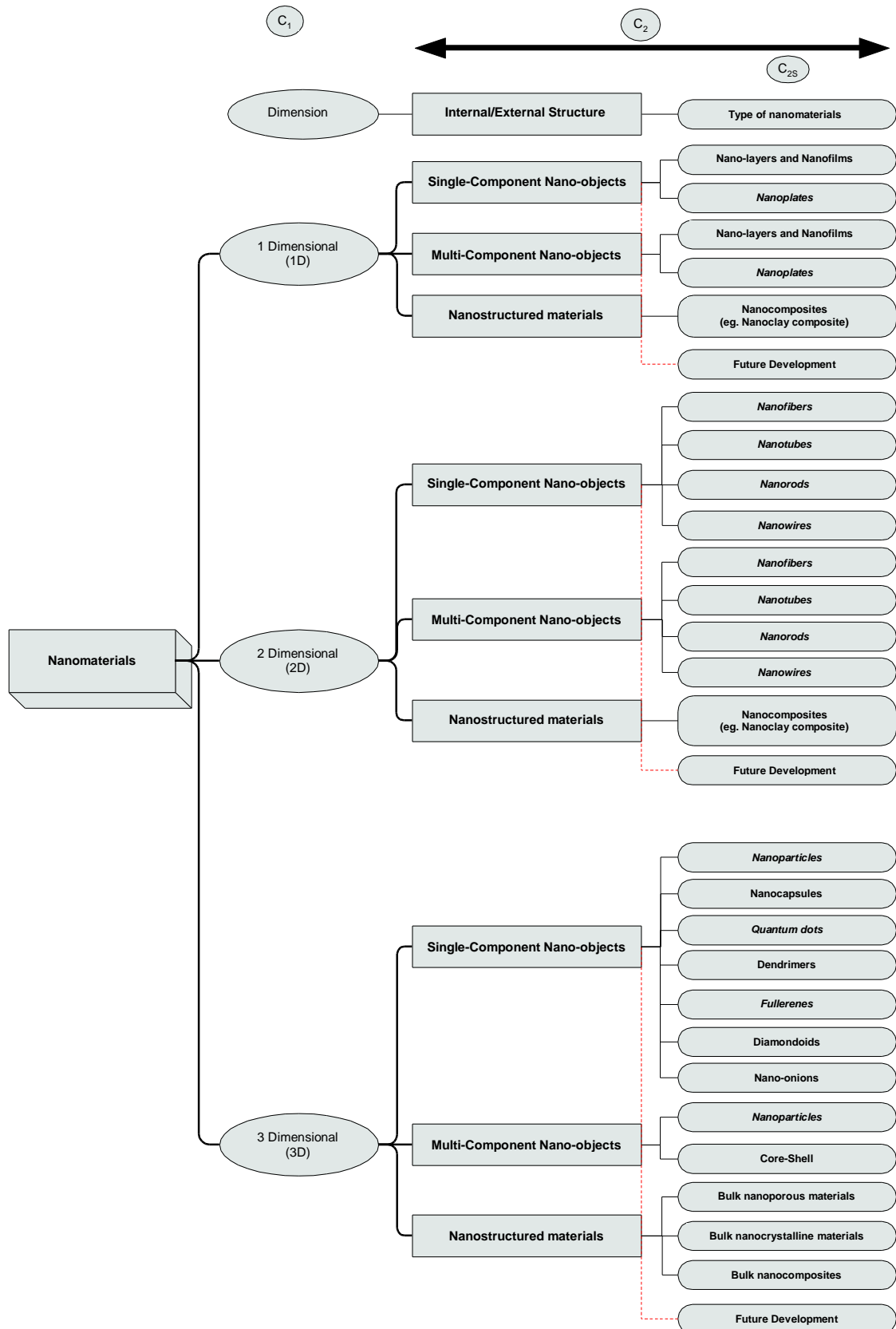
C.6 California Department of Toxic Substances Control

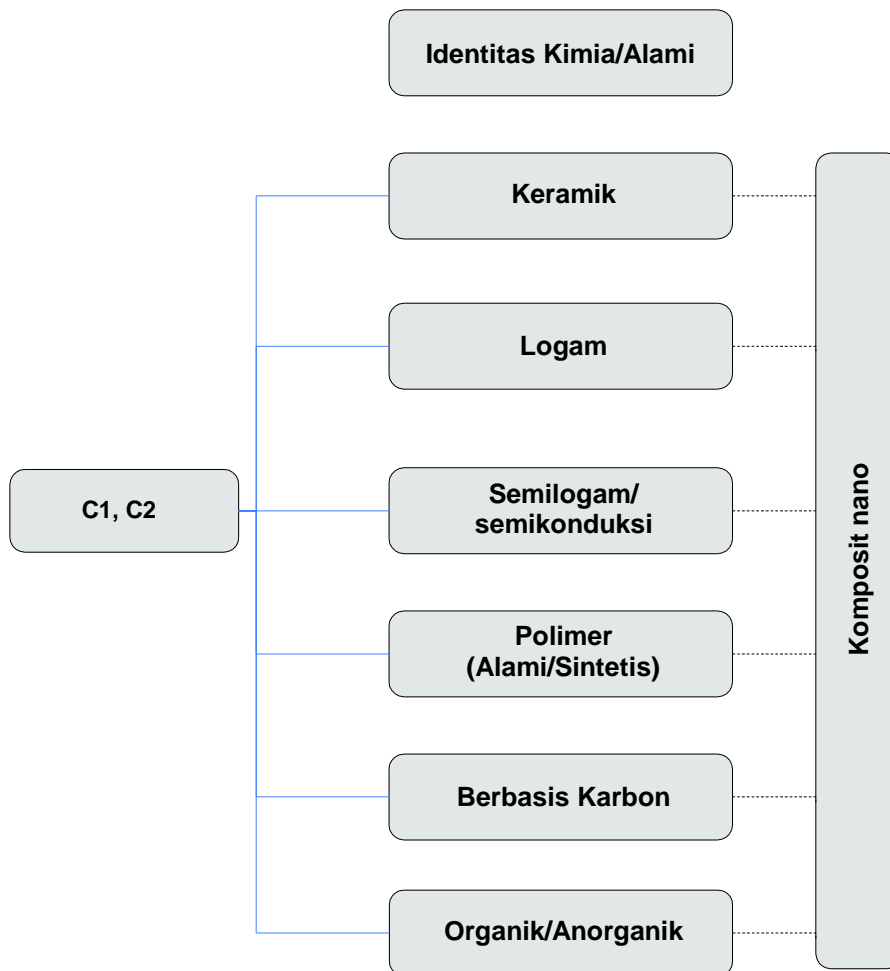
quantum dots	nano-silver
nano-titanium dioxide	nano-zerovalent iron
nano zinc oxide	

C.7 Pilih komponen ISO/TR 11360^[5]



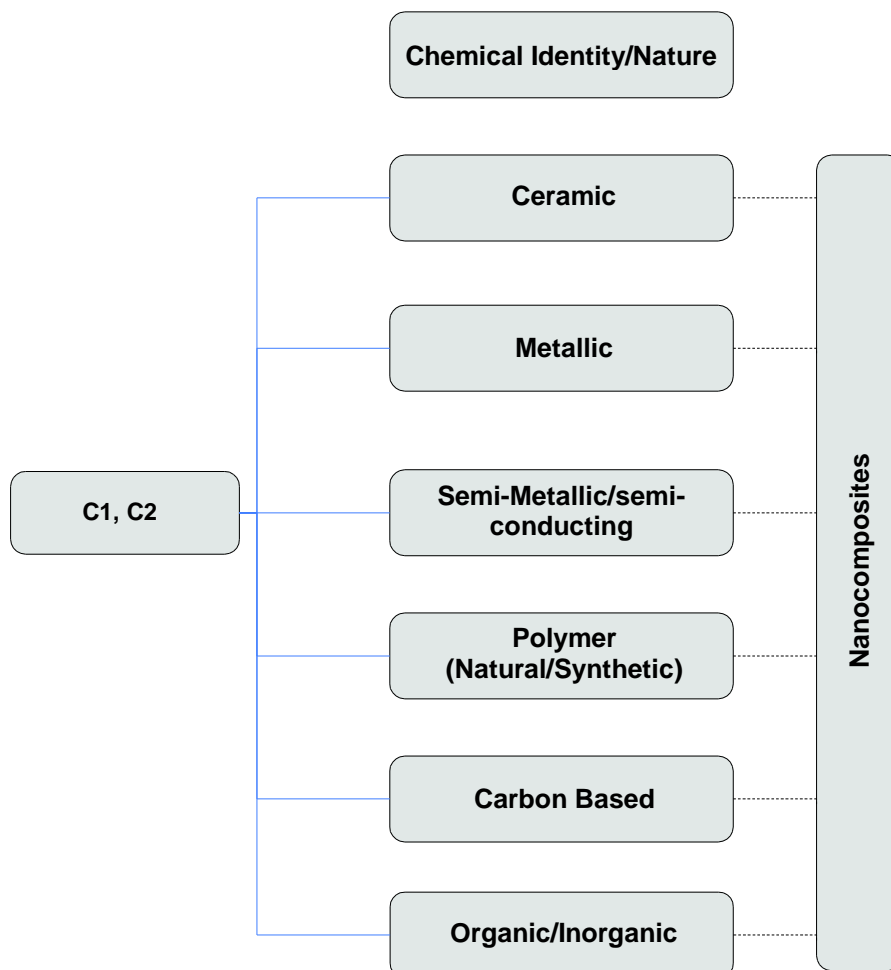
C.7 Select components of ISO/TR 11360^[5]





C.8 Material nano tersedia secara komersial di pangkalan data *Nanowerk* (per Desember 2010)^[21]

Kelas Material	Nama material	# pemasok
MWCNT	Karbon (Tabung Nano Karbon (DWNT (terfungsionalisasi))	3
	Karbon (Tabung Nano Karbon (DWNT (murni))	30
	Karbon (Tabung Nano Karbon (MWNT (terdoping))	1
	Karbon (Tabung Nano Karbon (MWNT (film))	4
	Karbon (Tabung Nano Karbon (MWNT (terfungsionalisasi))	165
	Karbon (Tabung Nano Karbon (MWNT (lainnya))	4
	Karbon (Tabung Nano Karbon (MWNT (kertas))	1
	Karbon (Tabung Nano Karbon (MWNT (murni))	290
	Karbon (Tabung Nano Karbon (MWNT (ujung))	5
	Total	503
SWCNT	Karbon (Tabung Nano Karbon (SWNT (film))	1
	Karbon (Tabung Nano Karbon (SWNT (terfungsionalisasi))	42
	Karbon (Tabung Nano Karbon (SWNT (gel))	1
	Karbon (Tabung Nano Karbon (SWNT (murni))	107
Total	151	



C.8 Nanomaterials commercially available on Nanowerk database (as of December 2010)^[21]

Class of Material	Name of material	# of Suppliers
MWCNT	Carbon (Carbon Nanotubes (DWNT (functionalised)))	3
	Carbon (Carbon Nanotubes (DWNT (pure)))	30
	Carbon (Carbon Nanotubes (MWNT (doped)))	1
	Carbon (Carbon Nanotubes (MWNT (film)))	4
	Carbon (Carbon Nanotubes (MWNT (functionalised)))	165
	Carbon (Carbon Nanotubes (MWNT (other)))	4
	Carbon (Carbon Nanotubes (MWNT (paper)))	1
	Carbon (Carbon Nanotubes (MWNT (pure)))	290
	Carbon (Carbon Nanotubes (MWNT (tips)))	5
	Total	503
SWCNT	Carbon (Carbon Nanotubes (SWNT (film)))	1
	Carbon (Carbon Nanotubes (SWNT (functionalised)))	42
	Carbon (Carbon Nanotubes (SWNT (gel)))	1
	Carbon (Carbon Nanotubes (SWNT (pure)))	107
Total	151	

Kelas Material	Nama material	# pemasok
Titanium dioksida	Titanium dioksida (Partikel nano dari senyawa biner)	3
	Titanium oksida (Partikel nano dari senyawa biner)	66
	Titanium oksida (anatase/titanium III oksida) (Partikel nano dari senyawa biner)	9
	Total	78
Partikel nano perak	Perak (Serat nano)	1
	Perak (Partikel Nano dari Unsur)	77
	Perak (Kawat nano)	9
	Total	87
Fulerena	Karbon (Fulerena (C-13 yang diperkaya))	6
	Karbon (Fulerena (Termodifikasi secara kimia))	50
	Karbon (Fulerena (Film terdoping))	4
	Karbon (Fulerena (Film))	4
	Karbon (Fulerena (campuran fulerena))	7
	Karbon (Fulerena (Jelaga fulerena))	2
	Karbon (Fulerena (Endohedral logam))	3
	Karbon (Fulerena (murni C60 – C84))	49
	Karbon (Fulerena (Tersublimasi))	4
	Total	129
Silikon dioksida/silika	Silikon dioksida (Partikel nano dari senyawa biner)	1
	Silikon oksida (Partikel nano dari senyawa biner)	70
	Total	71
Partikel nano emas	Emas (Partikel Nano dari Unsur)	125
	Emas (Kawat nano)	1
	Emas/tetra-n-oktil amonium klorida (Material nano kompleks)	1
	Total	127
Besi oksida	Besi ("besi oksida magnetik") (Partikel Nano dari Unsur)	84
	Besi (II/III) oksida (Partikel nano dari senyawa biner)	18
	Besi (III) oksida (Partikel nano dari senyawa biner)	6
	Besi oksida (Partikel nano dari senyawa biner)	37
	Besi oksida (hematit) (Partikel nano dari senyawa biner)	1
	Besi oksida (<i>Maghemite</i> F2O3) (Serat nano)	1
	Besi oksida (Magnemit) (Partikel nano dari senyawa biner)	1
	Total	148
Serium oksida	Serium oksida (Partikel nano dari senyawa biner)	34
	Total	34
Partikel nano tembaga	Tembaga (Partikel Nano dari Unsur)	35
	Tembaga (Kawat nano)	1
	Tembaga karbon (Material nano kompleks)	1
	Tembaga terlapis karbon (Material nano kompleks)	1
	Total	38

Class of Material	Name of material	# of Suppliers
Titanium dioxide	Titanium dioxide (Nanoparticles of binary compounds)	3
	Titanium oxide (Nanoparticles of binary compounds)	66
	Titanium oxide (anatase/titanium III oxide) (Nanoparticles of binary compounds)	9
	Total	78
Silver nanoparticles	Silver (Nanofibres)	1
	Silver (Nanoparticles of Elements)	77
	Silver (Nanowires)	9
	Total	87
Fullerenes	Carbon (Fullerenes (C-13 enriched))	6
	Carbon (Fullerenes (Chemically modified))	50
	Carbon (Fullerenes (Doped film))	4
	Carbon (Fullerenes (Film))	4
	Carbon (Fullerenes (fullarene mixture))	7
	Carbon (Fullerenes (Fullerene soot))	2
	Carbon (Fullerenes (Metal endohedrals))	3
	Carbon (Fullerenes (pure C60 – C84))	49
	Carbon (Fullerenes (Sublimed))	4
	Total	129
Silicon dioxide/silica	Silicon dioxide (Nanoparticles of binary compounds)	1
	Silicon oxide (Nanoparticles of binary compounds)	70
	Total	71
Gold nanoparticles	Gold (Nanoparticles of Elements)	125
	Gold (Nanowires)	1
	Gold/tetra-n-octylammonium chloride (Complex nanomaterials)	1
	Total	127
Iron oxide	Iron ("magnetic iron oxide") (Nanoparticles of Elements)	84
	Iron (II/III) oxide (Nanoparticles of binary compounds)	18
	Iron (III) oxide (Nanoparticles of binary compounds)	6
	Iron oxide (Nanoparticles of binary compounds)	37
	Iron oxide (haematite) (Nanoparticles of binary compounds)	1
	Iron oxide (Maghemite F2O3) (Nanofibres)	1
	Iron oxide (Magnemite) (Nanoparticles of binary compounds)	1
	Total	148
Cerium oxide	Cerium oxide (Nanoparticles of binary compounds)	34
	Total	34
Copper nanoparticles	Copper (Nanoparticles of Elements)	35
	Copper (Nanowires)	1
	Copper carbon (Complex nanomaterials)	1
	Copper carbon-coated (Complex nanomaterials)	1
	Total	38

Kelas Material	Nama material	# pemasok
Seng oksida	Seng oksida (Partikel nano dari senyawa biner)	53
	Seng oksida (Kawat nano)	1
	Seng oksida (Al terdoping) (Material nano kompleks)	1
	Seng oksida (Ga terdoping) (Material nano kompleks)	1
	Total	56
Aluminium oksida	Aluminium oksida (Serat nano)	1
	Aluminium oksida (Partikel nano dari senyawa biner)	64
	Aluminium oksida (<i>Boehmite</i>) (Partikel nano dari senyawa biner)	1
	Aluminium oksida/Krom oksida (Material nano kompleks)	1
	Total	67
Partikel nano nikel	Nikel (Partikel nano dari Unsur)	28
	Nikel karbon (Material nano kompleks)	1
	Nikel terlapis karbon (Material nano kompleks)	1
	Nikel/tetra-n-oktil amonium klorida (Material nano kompleks)	1
	Total	31
<i>Dot kuantum</i>	<i>Dot kuantum – termodifikasi amino (PEG) (Biomedis – Dot Kuantum)</i>	3
	Konjugat Protein A (Biomedis – <i>Dot Kuantum</i>)	7
	Konjugat Protein G (Biomedis – <i>Dot Kuantum</i>)	7
	<i>Dot Kuantum – karboksil termodifikasi (Biomedis – Dot Kuantum)</i>	13
	Konjugat <i>Rabbit anti-6xHis</i> [Seluruh IgG] (Biomedis – <i>Dot Kuantum</i>)	2
	Konjugat <i>Rabbit anti-Dansyl</i> [seluruh IgG Monoklonal] (Biomedis – <i>Dot Kuantum</i>)	1
	Konjugat <i>Rabbit anti-Goat IgG</i> (Biomedis – <i>Dot Kuantum</i>)	1
	<i>Rabbit anti-Goat IgG, H&L Spesifisitas, F(ab')₂ fragmen</i> (Biomedis – <i>Dot Kuantum</i>)	7
	Konjugat <i>Rabbit F(ab')₂ anti-Goat IgG</i> (Biomedis – <i>Dot Kuantum</i>)	1
	Konjugat <i>Rat anti-Dinitrofenol</i> [seluruh IgG Monoklonal] (Biomedis – <i>Dot Kuantum</i>)	1
	Nonfungsional CdSe/ZnS QD (Biomedis – <i>Dot Kuantum</i>)	7
	Nonfungsional InGaP/ZnS QD (Biomedis – <i>Dot Kuantum</i>)	2
	Nontarget QDs (Biomedis – <i>Dot Kuantum</i>)	4
	Organik QD (Biomedis – <i>Dot Kuantum</i>)	7
	<i>Mouse anti-Phosphotyrosine</i> Konjugat [seluruh IgG Monoklonal] (Biomedis – <i>Dot Kuantum</i>)	2
	Kit Konjugasi Antibodi (Biomedis – <i>Dot Kuantum</i>)	6
	Konjugat Biotin (Biomedis – <i>Dot Kuantum</i>)	9
	Kadmium merkuri telurida (<i>Dot Kuantum</i>)	1
	Kadmium selenida (<i>Dot Kuantum</i>)	27
	Kadmium selenida/Kadmium sulfida (<i>Dot Kuantum</i>)	1
	Kadmium selenida/Kadmium sulfida/Seng sulfida (<i>Dot Kuantum</i>)	1
	Kadmium selenida/Seng sulfida (termodifikasi amino (PEG)) (Biomedis – <i>Dot Kuantum</i>)	7

Class of Material	Name of material	# of Suppliers
Zinc oxides	Zinc oxide (Nanoparticles of binary compounds)	53
	Zinc oxide (Nanowires)	1
	Zinc oxide (Al-doped) (Complex nanomaterials)	1
	Zinc oxide (Ga-doped) (Complex nanomaterials)	1
	Total	56
Aluminium oxide	Aluminium oxide (Nanofibres)	1
	Aluminium oxide (Nanoparticles of binary compounds)	64
	Aluminium oxide (Boehmite) (Nanoparticles of binary compounds)	1
	Aluminium oxide/Chromium oxide (Complex nanomaterials)	1
	Total	67
Nickle nanoparticles	Nickel (Nanoparticles of Elements)	28
	Nickel carbon (Complex nanomaterials)	1
	Nickel carbon-coated (Complex nanomaterials)	1
	Nickel/tetra-n-octylammonium chloride (Complex nanomaterials)	1
	Total	31
Quantum dots	Quantum Dots – amino (PEG) modified (Quantum Dots – Biomedical)	3
	Protein A Conjugate (Quantum Dots – Biomedical)	7
	Protein G Conjugate (Quantum Dots – Biomedical)	7
	Quantum Dots – carboxyl modified (Quantum Dots - Biomedical)	13
	Rabbit anti-6xHis Conjugate [Whole IgG] (Quantum Dots – Biomedical)	2
	Rabbit anti-Dansyl Conjugate [Whole Monoclonal IgG] (Quantum Dots – Biomedical)	1
	Rabbit anti-Goat IgG Conjugate (Quantum Dots – Biomedical)	1
	Rabbit anti-Goat IgG, H&L Specificity, F(ab') ₂ fragment (Quantum Dots – Biomedical)	7
	Rabbit F(ab') ₂ anti-Goat IgG Conjugate (Quantum Dots – Biomedical)	1
	Rat anti-Dinitrophenol Conjugate [Whole Monoclonal IgG] (Quantum Dots – Biomedical)	1
	Non-functional CdSe/ZnS QDs (Quantum Dots – Biomedical)	7
	Non-functional InGaP/ZnS QDs (Quantum Dots – Biomedical)	2
	Non-targeted QDs (Quantum Dots – Biomedical)	4
	Organic QDs (Quantum Dots – Biomedical)	7
	Mouse anti-Phosphotyrosine Conjugate [Whole Monoclonal IgG] (Quantum Dots – Biomedical)	2
	Antibody Conjugation Kit (Quantum Dots – Biomedical)	6
	Biotin conjugate (Quantum Dots - Biomedical)	9
	Cadmium mercury telluride (Quantum Dots)	1
	Cadmium selenide (Quantum Dots)	27
	Cadmium selenide/Cadmium sulfide (Quantum Dots)	1
	Cadmium selenide/Cadmium sulfide/Zinc sulfide (Quantum Dots)	1
	Cadmium selenide/Zinc sulfide (amino (PEG) modified (Quantum Dots – Biomedical)	7

Kelas Material	Nama material	# pemasok
Dot kuantum	Kadmium selenida/Seng sulfida (termodifikasi karboksil) (Biomedis – Dot Kuantum)	7
	Kadmium selenida/Seng sulfida (Dot Kuantum)	83
	Kadmium sulfida (Dot Kuantum)	7
	Kadmium sulfida (Dot Kuantum)	6
	Kadmium sulfida/Selenida/Seng sulfida (Dot Kuantum)	15
	Kadmium sulfida/Seng sulfida (Dot Kuantum)	1
	Kadmium telurida (Dot Kuantum)	26
	Kadmium telurida/Cadmium sulfida (Dot Kuantum)	3
	Konjugat <i>Sheep anti-Digoxigenin</i> [Fab Fragmen] (Biomedis – Dot Kuantum)	3
	<i>Streptavidin</i> Konjugat (Biomedis – Dot Kuantum)	18
	Kit pelabelan sel (Biomedis – Dot Kuantum)	7
	Konjugat <i>Goat anti-chicken</i> igY (Biomedis – Dot Kuantum)	1
	Konjugat <i>Goat anti-fluorescein</i> [seluruh IgG] (Biomedis – Dot Kuantum)	3
	Konjugat <i>Goat anti-glutation S-transferase</i> [seluruh IgG] (Biomedis – Dot Kuantum)	2
	<i>Goat anti-Guinea-pig</i> IgG, H dan L spesifisitas, F(ab') ₂ fragmen (Biomedis – Dot Kuantum)	7
	<i>Goat anti-Human</i> IgG, H dan L spesifisitas, F(ab') ₂ fragmen (Biomedis – Dot Kuantum)	7
	Konjugat <i>Goat anti-Mouse</i> igG (Biomedis – Dot Kuantum)	3
	<i>Goat anti-Mouse</i> IgG, H dan L spesifisitas, F(ab') ₂ fragmen (Biomedis – Dot Kuantum)	7
	Konjugat <i>Goat anti-Rabbit</i> igG (Biomedis – Dot Kuantum)	3
	Dot kuantum (lanjutan)	<i>Goat anti-Rabbit</i> IgG, H and L spesifisitas, F(ab') ₂ fragmen (Biomedis – Dot Kuantum)
<i>Goat anti-Rat</i> igG (Biomedis – Dot Kuantum)		2
<i>Goat anti-Rat</i> IgG, H and L spesifitas, F(ab') ₂ fragmen (Biomedis – Dot Kuantum)		7
Konjugat <i>Goat F(ab')₂ anti-Human</i> IgG (Biomedis – Dot Kuantum)		3
Konjugat <i>Goat F(ab')₂ anti-Mouse</i> IgG (Biomedis – Dot Kuantum)		11
Konjugat <i>Goat F(ab')₂ anti-Rabbit</i> IgG (Biomedis – Dot Kuantum)		11
Konjugat <i>Goat F(ab')₂ anti-Rat</i> IgG (Biomedis – Dot Kuantum)		3
Konjugat <i>Goat Whole</i> IgG <i>anti-Chicken</i> IgY (Biomedis – Dot Kuantum)		2
Konjugat <i>Goat Whole</i> IgG <i>anti-Chicken</i> IgY (Biomedis – Dot Kuantum)		1
Indium galium Fosfida/Seng sulfida (modifikasi amino) (Biomedis – Dot Kuantum)		2
Indium galium Fosfida/Seng sulfida (modifikasi biotin) (Biomedis – Dot Kuantum)		2
Indium galium Fosfida/Seng sulfida (modifikasi karboksil) (Biomedis – Dot Kuantum)		2
Indium galium Fosfida/Seng sulfida (Dot Kuantum)		2
<i>Streptavidin</i> Konjugat (Biomedis – Dot Kuantum)		18
Konjugat Aglutinin Bakteri Gandum (Biomedis – Dot Kuantum)		1
Seng selenida (Dot Kuantum)		2
		Total

Class of Material	Name of material	# of Suppliers	
Quantum dots	Cadmium selenide/Zinc sulfide (carboxyl modified (Quantum Dots – Biomedical)	7	
	Cadmium selenide/Zinc sulfide (Quantum Dots)	83	
	Cadmium sulfide (Quantum Dots)	7	
	Cadmium sulfide (Quantum Dots)	6	
	Cadmium sulfide/Selenide/Zinc sulfide (Quantum Dots)	15	
	Cadmium sulfide/Zinc sulfide (Quantum Dots)	1	
	Cadmium telluride (Quantum Dots)	26	
	Cadmium telluride/Cadmium sulfide (Quantum Dots)	3	
	Sheep anti-Digoxigenin Conjugate [Fab Fragment] (Quantum Dots – Biomedical)	3	
	Streptavidin Conjugate (Quantum Dots – Biomedical)	18	
	Cell labelling kits (Quantum Dots – Biomedical)	7	
	Goat anti-chicken igY conjugate (Quantum Dots – Biomedical)	1	
	Goat anti-fluorescein Conjugate [Whole IgG] (Quantum Dots – Biomedical)	3	
	Goat anti-glutathione S-transferase conjugate [whole IgG] (Quantum Dots – Biomedical)	2	
	Goat anti-Guinea-pig IgG, H and L specificity, F(ab') ₂ fragment (Quantum Dots – Biomedical)	7	
	Goat anti-Human IgG, H and L specificity, F(ab') ₂ fragment (Quantum Dots – Biomedical)	7	
	Goat anti-Mouse igG conjugate (Quantum Dots – Biomedical)	3	
	Goat anti-Mouse IgG, H and L specificity, F(ab') ₂ fragment (Quantum Dots – Biomedical)	7	
	Goat anti-Rabbit igG conjugate (Quantum Dots – Biomedical)	3	
	Quantum dots (continued)	Goat anti-Rabbit IgG, H and L specificity, F(ab') ₂ fragment (Quantum Dots – Biomedical)	7
Goat anti-Rat igG (Quantum Dots – Biomedical)		2	
Goat anti-Rat IgG, H and L specificity, F(ab') ₂ fragment (Quantum Dots – Biomedical)		7	
Goat F(ab') ₂ anti-Human IgG Conjugate (Quantum Dots – Biomedical)		3	
Goat F(ab') ₂ anti-Mouse IgG Conjugate (Quantum Dots – Biomedical)		11	
Goat F(ab') ₂ anti-Rabbit IgG Conjugate (Quantum Dots – Biomedical)		11	
Goat F(ab') ₂ anti-Rat IgG Conjugate (Quantum Dots – Biomedical)		3	
Goat Whole IgG anti-Chicken IgY Conjugate (Quantum Dots – Biomedical)		2	
Goat Whole IgG Conjugate anti-Chicken IgY (Quantum Dots – Biomedical)		1	
Indium gallium Phosphide/Zinc sulfide (amine modified (Quantum Dots – Biomedical)		2	
Indium gallium Phosphide/Zinc sulfide (biotin modified (Quantum Dots – Biomedical)		2	
Indium gallium Phosphide/Zinc sulfide (carboxyl modified (Quantum Dots – Biomedical)		2	
Indium gallium Phosphide/Zinc sulfide (Quantum Dots)		2	
Streptavidin Conjugate (Quantum Dots – Biomedical)		18	
Wheat Germ Agglutinin Conjugate (Quantum Dots – Biomedical)		1	
Seng selenida (<i>Dot Kuantum</i>)		2	
		Total	402

Kelas Material	Nama material	# pemasok
Zirkonium oksida	Zirkonium oksida (Material nano kompleks)	1
	Zirkonium oksida (Partikel nano dari senyawa biner)	33
	Zirkonium oksida/serium oksida (Material nano kompleks)	1
	Zirkonium oksida, 3% yitria terstabil (Material nano kompleks)	1
	Zirkonium oksida, 8% yitria terstabil (Material nano kompleks)	1
	Zirkonium (IV) oksida (Partikel nano dari senyawa biner)	1
	Total	38
Intan nano	Karbon ("Partikel Nano dari Unsur" (intan nano))	20
	Karbon ("Partikel Nano dari Unsur" (intan nano/campuran grafit nano))	2
	Total	22
Magnesium oksida	Magnesium oksida (Partikel nano dari senyawa biner)	21
	Total	21
Tembaga oksida	Tembaga oksida (Partikel nano dari senyawa biner)	13
	Tembaga oksida dan samarium terdoping oksida (Material nano kompleks)	1
	Tembaga oksida dan itria terstabil zirkonia (Material nano kompleks)	1
	Total	15
Partikel nano aluminium	Aluminium (Partikel Nano dari Unsur)	22
	Total	22
Silikon karbida	Silikon karbida (Partikel nano dari senyawa biner)	21
	Total	21
Partikel nano kobalt	Kobalt (Partikel Nano dari Unsur)	16
	Kobalt terlapis karbon (Material nano kompleks)	1
	Total	17
Aluminium nitrida	Aluminium nitrida (Partikel nano dari senyawa biner)	12
	Total	12
Antimoni timah oksida	Antimoni timah oksida (Material nano kompleks)	12
	Total	12
Barium titanat	Barium titanat (Material nano kompleks)	13
	Total	13
Kobalt oksida	Kobalt oksida (Partikel nano dari senyawa biner)	15
	Kobalt/Kobalt oksida (Partikel nano dari senyawa biner)	1
	Total	16
Grafena	Karbon (Grafena (film))	3
	Karbon (Grafena (serpihan))	13
	Karbon (Grafena (pada substrat))	2
	Karbon ("Partikel Nano dari Unsur" (grafit nano))	4
	Total	22

Class of Material	Name of material	# of Suppliers
Zirconium oxide	Zirconium oxide (Complex nanomaterials)	1
	Zirconium oxide (Nanoparticles of binary compounds)	33
	Zirconium oxide/Cerium oxide (Complex nanomaterials)	1
	Zirconium oxide, 3 % yttria stabilized (Complex nanomaterials)	1
	Zirconium oxide, 8 % yttria stabilized (Complex nanomaterials)	1
	Zirconium (IV) oxide (Nanoparticles of binary compounds)	1
	Total	38
Nano diamond	Carbon ("Nanoparticles of Elements" (nanodiamonds))	20
	Carbon ("Nanoparticles of Elements" (nanodiamond/nanographite mixture))	2
	Total	22
Magnesium oxide	Magnesium oxide (Nanoparticles of binary compounds)	21
	Total	21
Copper oxide	Copper oxide (Nanoparticles of binary compounds)	13
	Copper oxide and samarium doped oxide (Complex nanomaterials)	1
	Copper oxide and yttria stabilized zirconia (Complex nanomaterials)	1
	Total	15
Aluminium nanoparticles	Aluminium (Nanoparticles of Elements)	22
	Total	22
Silicone carbide	Silicone carbide (Nanoparticles of binary compounds)	21
	Total	21
Cobalt nanoparticles	Cobalt (Nanoparticles of Elements)	16
	Cobalt carbon-coated (Complex nanomaterials)	1
	Total	17
Aluminium nitride	Aluminium nitride (Nanoparticles of binary compounds)	12
	Total	12
Antimony tin oxide	Antimony tin oxide (Complex nanomaterials)	12
	Total	12
Barium titanate	Barium titanate (Complex nanomaterials)	13
	Total	13
Cobalt oxide	Cobalt oxide (Nanoparticles of binary compounds)	15
	Cobalt/Cobalt oxide (Nanoparticles of binary compounds)	1
	Total	16
Graphene	Carbon (Graphene (film))	3
	Carbon (Graphene (flakes))	13
	Carbon (Graphene (on substrate))	2
	Carbon ("Nanoparticles of Elements" (nanographite))	4
	Total	22

Kelas Material	Nama material	# pemasok
Partikel nano silikon	Silikon (Partikel Nano dari Unsur)	12
	Total	12
Silikon nitrida	Silikon nitrida (Partikel nano dari senyawa biner)	19
	Silikon Nitrida (Kawat nano)	1
	Silikon nitrida/karbida (Material nano kompleks)	1
	Total	21
Timah oksida	Timah oksida (Partikel nano dari senyawa biner)	11
	Total	11
Partikel nano titanium	Titanium (Partikel Nano dari Unsur)	15
	Total	15
Titanium nitrida	Titanium nitrida (Partikel nano dari senyawa biner)	15
	Total	15
Yitria zirkonia terstabil	Yitria zirkonia terstabil (Material nano kompleks)	18
	Total	18
Yitrium oksida	Yitrium oksida (Partikel nano dari senyawa biner)	13
	Total	13
Partikel nano seng	Seng (Partikel Nano dari Unsur)	15
	Total	15
Indium oksida	Indium oksida (Partikel nano dari senyawa biner)	8
	Indium oksida/timah oksida (Material nano kompleks)	2
	Total	10
Antimoni oksida	Antimoni oksida (Partikel nano dari senyawa biner)	4
	Total	4
Kobalt-Besi	Kobalt besi (Material nano kompleks)	3
	Magnetik kobalt besi fluida (Material nano kompleks)	2
	Total	5
Partikel nano paladium	Paladium (Partikel Nano dari Unsur)	3
	Total	3
Partikel nano platinum	Platinum (Partikel Nano dari Unsur)	7
	Total	7
Kalsium karbonat	Kalsium karbonat (Partikel nano dari senyawa biner)	4
	Total	4
Litium titanat	<i>Spinel</i> litium titanat (Material nano kompleks)	2
	Total	2
Mangan oksida	Mangan oksida (Partikel nano dari senyawa biner)	2
	Total	2
Kalsium oksida	Kalsium oksida (Partikel nano dari senyawa biner)	1
	Total	1

Class of Material	Name of material	# of Suppliers
Silicon nanoparticles	Silicon (Nanoparticles of Elements)	12
	Total	12
Silicon nitride	Silicon nitride (Nanoparticles of binary compounds)	19
	Silicon Nitride (Nanowires)	1
	Silicon nitride/carbide (Complex nanomaterials)	1
	Total	21
Tin oxide	Tin oxide (Nanoparticles of binary compounds)	11
	Total	11
Titanium nanoparticles	Titanium (Nanoparticles of Elements)	15
	Total	15
Titanium nitride	Titanium nitride (Nanoparticles of binary compounds)	15
	Total	15
Yttria stabilized zirconia	Yttria stabilized zirconia (Complex nanomaterials)	18
	Total	18
Yttrium oxide	Yttrium oxide (Nanoparticles of binary compounds)	13
	Total	13
Zinc nanoparticles	Zinc (Nanoparticles of Elements)	15
	Total	15
Indium oxide	Indium oxide (Nanoparticles of binary compounds)	8
	Indium oxide/tin oxide (Complex nanomaterials)	2
	Total	10
Antimony oxide	Antimony oxide (Nanoparticles of binary compounds)	4
	Total	4
Iron-Cobalt	Iron cobalt (Complex nanomaterials)	3
	Iron cobalt magnetic fluid (Complex nanomaterials)	2
	Total	5
Palladium nanoparticles	Palladium (Nanoparticles of Elements)	3
	Total	3
Platinum nanoparticles	Platinum (Nanoparticles of Elements)	7
	Total	7
Calcium carbonate	Calcium carbonate (Nanoparticles of binary compounds)	4
	Total	4
Lithium titanate	Lithium titanate spinel (Complex nanomaterials)	2
	Total	2
Manganese oxide	Manganese oxide (Nanoparticles of binary compounds)	2
	Total	2
Calcium oxide	Calcium oxide (Nanoparticles of binary compounds)	1
	Total	1

Bibliografi

- [1] ISO/TS 27687:2008, *Nanotechnologies — Terminology and definitions for nano-objects — Nanoparticle, nanofibre and nanoplate*
- [2] ISO/TS 80004 1:2010, *Nanotechnologies — Vocabulary — Part 1: Core terms*
- [3] ISO/TS 80004 3:2010, *Nanotechnologies — Vocabulary — Part 3: Carbon nano-objects*
- [4] ISO/TS 80004 4:2011, *Nanotechnologies — Vocabulary — Part 4: Nanostructured materials*
- [5] ISO/TR 11360:2010, *Nanotechnologies — Methodology for the classification and categorization of nanomaterials*
- [6] MILLER G.A. WordNet. Princeton University. 23 Aug. 2012 <http://wordnet.princeton.edu/>
- [7] DRESSELHAUS M.S. G. Dresselhaus. R. Saito. "Carbon fibers on C60 and their symmetry. *Phys. Rev. B*. 1992, 45 pp. 6234–6242
- [8] Nomenclature and terminology of fullerenes: a preliminary survey. *Pure Appl. Chem*. 1997, 69 (7) pp. 1411–1434
- [9] INAGAKI M. L.R. Radovic. "Nanocarbons. *Carbon*. 2002, 40 pp. 2263–2284
- [10] ASTM D1–65- 06:2006 *Standard Classification System for Carbon Blacks Used in Rubber Products*.
- [11] GLOTZER S.C. Michael Solomon. "Anisotropy of building blocks and their assembly into complex structures. *Nat. Mater*. 2007, 6 pp. 557–562
- [12] GENTLEMAN D.J. W.C.W. Chan. "A systematic nomenclature for codifying engineered nanostructures. *Small*. 2009, 5 (4) pp. 426–431
- [13] SUAREZ-MARTINEZ I. N. Grobert. C.P. Ewels. "Nomenclature sp² carbon nanoforms. *Carbon*. 2012, 50 pp. 741–747
- [14] THOMAS D.G. S. Chikkagoudar. A.R. Chappell. N.A. Baker. Annotating the structure and components of a nanoparticle formulation using computable string expressions *IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM 2012)*, in press
- [15] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) STANDARDS FOR NANOTECHNOLOGIES. 23 Aug. 2012 <http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?commid=381983>.
- [16] Guidance Manual for the Testing of Manufactured Nanomaterials. June 2010 (list of materials on page 50)
- [17] <http://nanotech.law.asu.edu/Documents/2009/12/NICNAS_Nano_PUBLIC_DISCUSSION_PAPER_PDF_413_8973.pdf>
- [18] AITKEN R.J. S.M. Hankin. C. L. Tran. K. Donaldson. V. Stone. "REFNANO: Reference Materials for Engineered Nanoparticle Toxicology and Metrology." IOM. 18 Aug. 12 2010
- [19] UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. "Nanoscale Materials Stewardship Program." 23 Aug. 2012 <http://epa.gov/oppt/nano/stewardship.htm>
- [20] CALIFORNIA DEPARTMENT OF TOXIC SUBSTANCES CONTROL. "Chemical Information Call-In-Nano Metals, Nano Metal Oxides, and Quantum Dots." 23 Aug. 2012 http://www.dtsc.ca.gov/PollutionPrevention/Chemical_Call_In.cfm

- [21] NANOWERK NANOMATERIAL DATABASE. 23 Aug. 2012
http://www.nanowerk.com/phpscripts/n_dbsearch.php
- [22] RAMSDEN J.J. The nucleation and growth of small CdS aggregates by chemical reaction. *Surf. Sci.* 1985, 156 pp. 1027–1039
- [23] WHITE C.T. J.W. Mintmire. “Fundamental properties of single-wall carbon nanotubes. *J. Phys. Chem.* 2004, B109 pp. 52–65
- [24] ALEKSENSKIY V.YA.A.E. A. T. Di Deykin. “Detonation nanodiamonds: technology, properties and applications.” *Nanosciences and Nanotechnologies*. Eds. Valeri Nikolayevich Kharkin, Chunli Bai, Sae-Chul Kim. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). UNESCO. Eolss Publishers, Oxford, UK. 2009. 23 Aug. 2012
<http://www.eolss.net>.
- [25] SHINOHARA H. Endohedral metallofullerenes. *Rep. Prog. Phys.* 2000, 63 (6) pp. 843–892
- [26] U.S. Environmental Protection Agency (USEPA). *Parameters for Reporting Carbon Nanotubes*
- [27] Environment Directorate. Joint Meeting Of The Chemicals Committee and The Working Party on Chemicals, Pesticides And Biotechnology. Organisation for Economic Co-Operation and Development. “Series on the Safety of Manufactured Nanomaterials No. 27.” *List of Manufactured Nanomaterials and List of Endpoints for Phase One of The Sponsorship Programme for the Testing Of Manufactured Nanomaterials*. Revision. ENV/JM/MONO 46 2010
- [28] ISO/TR 13014:2012, *Nanotechnologies — Guidance on physico-chemical characterization of engineered nanoscale materials for toxicologic assessment*
- [29] GRASSIAN V.H. P.T. O’Shaughnessy. A. Adamcakova-Dodd. J.M. Pettibone. P.S. Thorne. Inhalation exposure study of titanium dioxide nanoparticles with a primary particle size of 2 to 5 nm. *Environ. Health Perspect.* 2007, 115 (3) pp. 397–402
- [30] REDDY K.M. C.V.G. Reddy. S.V. Manorama. Preparation, characterization, and spectral studies on nanocrystalline anatase TiO₂. *J. Solid State Chem.* 2001, 158 (2) pp. 180–186
- [31] HOYER P. Formation of a titanium dioxide nanotube array. *Langmuir.* 1996, 12 (6) pp. 1411–1413
- [32] NUSSBAUMER R.J. W. Caseri. T. Tervoort. P. Smith. Synthesis and Characterization of Surface-modified Rutile Nanoparticles And Transparent Polymer Composites Thereof. *J. Nanopart. Res.* 2002 August, 4 (4) pp. 319–323
- [33] NAMING AND INDEXING OF CHEMICAL SUBSTANCES FOR CHEMICAL ABSTRACTS. *A reprint of Appendix IV from the CHEMICAL ABSTRACTS*. Index Guide, 1987
- [34] GENERAL PRINCIPLES OF ORGANIC NOMENCLATURE R-1. 0 INTRODUCTION. *R-1.0 INTRODUCTION*. Advanced Chemistry Development, Inc., n.d. Web. 23 Aug. 2012. <http://www.acdlabs.com/iupac/nomenclature/93/r93_125.htm>.
- [35] *Recommendations 1993*. Blackwell Scientific Publications, 1993. Web. 23 Aug. 2012. <http://www.acdlabs.com/iupac/nomenclature/93/r93_15.htm>.
- [36] MAIN PAGE - CRYSTALLOGRAPHY. *Online Dictionary of Crystallography*. Jan. 2012. Web. 23 Aug. 2012. <http://reference.iucr.org/dictionary/Main_Page>.
- [37] GENERAL INFORMATION. International union of crystallography. 21 Oct. 2002. Web. 23 Aug. 2012. <<http://ww1.iucr.org/comm/cnom/index.html>>.

- [38] COMMISSION ON NEW MINERALS. Nomenclature and Classification. International Mineralogical Association. IMA-CNMNC, n.d. Web. 24 Aug. 2012. <<http://pubsites.uws.edu.au/ima-cnmnc/>>.
- [39] CLASSIFICATION AND NOMENCLATURE OF ENZYMES BY THE REACTIONS THEY CATALYSE. *Enzyme Classification*. Nomenclature Committee of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology. Web. 23 Aug. 2012. <<http://www.chem.qmul.ac.uk/iubmb/enzyme/rules.html>>.
- [40] EC 1.1.1.1 - Alcohol Dehydrogenase. EC 1.1.1.1 - *Alcohol Dehydrogenase*. N.p., n.d. Web. 23 Aug. 2012. <http://www.brenda-enzymes.info/php/result_flat.php4?ecno=1.1.1.1>.
- [41] "THE INTERNATIONAL CODE OF VIRUS CLASSIFICATION AND NOMENCLATURE." *International Committee on Taxonomy of Viruses*. ICTV, 2012. Web. 24 Aug. 2012. <http://www.ictvonline.org/codeOfVirusClassification_2002.asp?bhcp=1>.
- [42] HOME PAGE G.M.D.N. Global Medical Device Nomenclature Agency, 2011. Web. 23 Aug. 2012. <<http://www.gmdnagency.com/Info.aspx?pageid=2>>.
- [43] SAFETY P. Quality and Risk Management. *Universal Medical Device Nomenclature System*. ECRI Institute, 2012. Web. 23 Aug. 2012. <<https://www.ecri.org/Products/Pages/UMDNS.aspx>>.
- [44] GODLY E.W. R. Taylor. Nomenclature and terminology of fullerenes: a preliminary survey. *Pure Appl. Chem.* 1997, 69 pp. 1411–1434
- [45] ASTM D1765-10. *Standard Classification System for Carbon Blacks Used in Rubber Products*. ASTM International. 23 Aug. 2012

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

1. Oman Zuas
2. Haznan Abimanyu

[4] Sekretariat pengelola Komite Teknis Perumusan SNI

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