

SESI 1:

BAHAYA FISIK



GHS

**Globally Harmonized System
of Classification and Labelling of Chemicals**



Klasifikasi Bahaya Fisik

-- 16 Kriteria --

Eksplorisif	Cairan Piroforik
Gas mudah menyala	Padatan Piroforik
Aerosol mudah menyala	Zat /Campuran Swapanas
Gas pengoksidasi	Zat yang jika kontak dg air melepaskan gas mudah menyala
Gas bertekanan	Cairan Pengoksidasi
Cairan mudah menyala	Padatan Pengoksidasi
Padatan mudah menyala	Peroksida Organik
Zat/Campuran Swareaktif	Korosif pada Logam



Klasifikasi Bahaya Fisik

- Definisi Zat dan Preparat:

- Gas : tekanan uap pada $50^{\circ}\text{C} > 3\text{ kPa}$ atau berupa gas
- Cairan : Bukan gas, tetapi titik leleh awalnya $\leq 20^{\circ}\text{C}$
- Padatan : semua yang tidak termasuk kedua di atas

SIFAT FISIK

Titik didih adalah suhu dimana tekanan uap cairan menjadi sama dengan tekanan atmosfer. Penambahan zat terlarut yang tidak mudah menguap dalam suatu pelarut menyebabkan penurunan tekanan uap

Contoh Sifat Fisika

Bahan Kimia	Titik Didih (°C)	Tekanan (pada 50°C)
• Methane	(-162)	1000 kPa
• Ethylene	(-104)	520 kPa
• Ethane	(-89)	438 kPa
• Propylene	(-48)	264 kPa
• Propane	(-42)	247 kPa
• 1,3-Butadiene	(-4,5)	156 kPa
• Toluene	(111)	30 kPa



1. Eksplosif

- **Senyawa atau campuran eksplosif** adalah zat padat atau cair (atau campurannya) yang mampu menghasilkan gas oleh reaksi kimia pada suhu, tekanan dan kecepatan tertentu yang dapat menyebabkan kerusakan terhadap sekelilingnya.
- **Piroteknik** merupakan bahan yang termasuk di dalamnya meskipun tidak menghasilkan gas.
 - Zat (atau campuran) Piroteknik adalah zat atau campuran bahan yang dirancang untuk menghasilkan efek berupa panas, cahaya, suara, gas, atau asap, atau kombinasi dari itu semua sebagai hasil dari bukan peledak-reaksi kimia eksotermis secara terus menerus.

Kriteria Klasifikasi dan Kategori (1)

Kategori	Kriteria
Kategori 1	Bahan, campuran, dan barang yang mempunyai bahaya ledakan massal (ledakan massal ini merupakan salah satu efek yang sebenarnya mempengaruhi hampir seluruh muatan dan terjadi secara spontan)
Kategori 2	Bahan, campuran, dan barang yang mempunyai bahaya ledakan terproyeksi tetapi tidak menimbulkan ledakan massal
Kategori 3	Bahan, campuran, dan barang yang mempunyai bahaya kebakaran, dan bahaya letusan minor atau menimbulkan bahaya ledakan terproyeksi minor tetapi bukan bahaya ledakan massal : - Pembakaran dengan menimbulkan pancaran panas - Yang menyala satu setelah yang lain, menyebabkan letusan minor atau efek ledakan terproyeksi atau keduanya

Kriteria Klasifikasi dan Kategori (2)

Kategori	Kriteria
Kategori 4	Bahan, campuran dan barang yang menimbulkan bahaya yang tidak signifikan: yaitu bahan, campuran dan benda yang hanya menyebabkan bahaya pembakaran atau bahaya inisiasi yang rendah. Efek terbatas hanya pada kemasan dan diperkirakan tidak ada penyorotan fragmen yang ukurannya cukup besar maupun jarak yang cukup jauh. Sumber api dari luar tidak dapat menyebabkan ledakan spontan yang nyata pada seluruh isi kemasan.
Kategori 5	Bahan atau campuran yang sangat tidak sensitif, yang mempunyai bahaya ledakan massal, yaitu bahan dan campuran yang memiliki bahaya ledakan massal namun bersifat sangat tidak sensitif, sehingga kecil kemungkinan terjadinya inisiasi atau peralihan dari pembakaran menjadi ledakan dibawah kondisi normal.
Kategori 6	Benda yang sangat tidak sensitif yang tidak mempunyai bahaya ledakan massal, yaitu benda yang hanya mengandung bahan atau campuran yang mudah meledak yang bersifat sangat tidak sensitif, dan menunjukkan kemungkinan dapat diabaikannya kejadian inisiasi atau perambatan nyala yang tidak disengaja.

Pictogram, Kata Sinyal dan Pernyataan Bahaya

Ledakan tidak stabil	Kategori 1	Kategori 2	Kategori 3	Kategori 4	Kategori 5	Kategori 6
				 Atau 		
Bahaya	Bahaya	Bahaya	Bahaya	Awas	Bahaya	-
Bahan takstabil mudah meledak	Bahan mudah meledak; bahaya ledakan hingga bahan tak bersisa	Bahan mudah meledak; bahaya lontaran hebat	Bahan mudah meledak; bahaya kebakaran, bahaya serpihan/semburan, atau bahaya lontaran	Bahaya kebakaran atau bahaya lontaran	Dapat meledak hingga tak bersisa apabila kontak dengan api	Tanpa pernyataan bahaya

Klasifikasi Eksplosif GHS vs UNRTDG

GHS	UNRTDG
Division	Division
1.1	<u>1.1</u> : “Mass Explosion Hazard”, transport is prohibited
1.2	<u>1.2</u> : Projection hazard but not a mass explosion hazard; No specified substances (listed are all products)
1.3	<u>1.3</u> : Fire hazard and either a minor blast hazard or a minor projection hazard, but not a mass explosion hazard. Has specified substances
1.4	<u>1.4</u> : Present no significant hazard. Has specified substances
1.5	<u>1.5</u> : Insensitive substances which have a mass explosion hazard. No specified substances
1.6	<u>1.6</u> : No specified substances

Eksplosif

Screening procedure (Pengecualian)

Suatu bahan atau campuran **tidak** diklasifikasi sebagai eksplosif, jika :

- (a) Tidak ada gugus kimia spesifik dalam struktur molekul yang terkait dengan sifat eksplosif
- (b) Oxygen Balance **kurang dari -200**
- (c) Energi Dekomposisi Eksotermik kurang dari 500 J/g
- (d) Konsentrasi Senyawa Anorganik Pengoksidasi :
 - kurang dari 15 % massa, jika bahan pengoksidasi diklasifikasi dalam Kategori 1 atau 2
 - kurang dari 30 % massa, jika bahan pengoksidasi diklasifikasi dalam Kategori 3

Eksplorisif - Screening procedure (Pengecualian) ...

Contoh gugus fungsi spesifik terkait sifat eksplorisif :

- | | | |
|----------------------------|---|---------------------------------|
| 1. C-C tak jenuh | Acetylene | $\text{CH}\equiv\text{CH}$ |
| 2. C-Logam, N-Logam | Butyl lithium | $\text{C}_4\text{H}_9\text{Li}$ |
| 3. adjacent nitrogen atoms | $\text{C}_6\text{H}_5\text{-S(O}_2\text{)-NH-NH}_2$ | |
| 4. adjacent oxygen atoms | $\text{-O-O-C(CH}_3\text{)}_3\text{)}_2$ | |
| 5. N-O | $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{N}_3\text{O, -N-N=O}$ | |
| 6. N-halogen | $\text{(CH}_3\text{)}_3\text{-C-NF}_2$ | |
| 7. O-halogen | $\text{(ClO}_3\text{)}_2\text{Mg, -Cl=O}$ | |

Contoh Eksplosif

Gugus fungsi dalam struktur

- ① C-C unsaturation
- ② C-Metal, N-Metal
- ③ Contiguous nitrogen atoms
- ④ Contiguous oxygen atoms
- ⑤ N-O
- ⑥ N-halogen
- ⑦ O-halogen

Examples (CAS no.)

Acetylene (74-86-2)

Butyl lithium (109-72-8)

Benzenesulfonyl Hydrazide (80-17-1)

t-Butlyperoxide (110-05-4)

N'-nitrosornicotine (16543-55-8)

t-Butyldifluoroamine (646-55-9)

Magnesium perchlorate (10034-81-8)

Eksplorisif - Screening procedure (pengecualian) ...

Oxygen Balance

Kesetimbangan oksigen dihitung untuk reaksi kimia berikut :



Menggunakan rumus :

$$\text{Oxygen Balance} = -1600 \times [2x + (y/2) - z] / \text{Molecular Weight}$$

Eksplusif - Screening procedure (pengecualian) ...

Oxygen-balance value Hazard Rating

$x > +180$	• Low
$+180 > x > +80$	• Medium
$+80 > x > -120$	• High
$-120 > x > -240$	• Medium
$-240 > x$	• Low

Eksplorisif - Screening procedure (pengecualian) ...

Contoh Oxygen Balance berbagai zat kimia < -200

① Acetylene (74-86-2)	- 3,080	yes
② Butyl lithium (109-72-8)	-313	yes
③ Benzenesulfonyl Hydrazide (80-17-1)	-130	no
④ t-Butylperoxide (110-05-4)	-252	yes
⑤ N'-nitrosornicotine (16543-55-8)	-185	no
⑥ t-Butyldifluoroamine (646-55-9)	-183	no
⑦ Magnesium perchlorate (10034-81-8)	+57	no

Contoh Oxygen Balance beberapa Zat Kimia

Chemicals	CAS No.	Struktur	OB
Sodium nitrate	7631-99-4	NaNO_3	47
Potassium perchlorate	7778-74-7	KClO_4	46.2
Potassium nitrate	7757-79-1	KNO_3	39.6
Barium nitrate	10022-31-8	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	30.6
Ammonium nitrate	6484-52-2	NH_4NO_3	20
Nitroglycerine	55-63-0	$\text{C}_3\text{H}_5(\text{ONO}_2)_3$	3.5
Nitroglycole	628-96-6	$\text{C}_2\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_6$	0
Penthril	78-11-5	$\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_{12}\text{N}_4$	-10.1
Ammonium sulfate	7783-20-2	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	-36.4
Nitrocellulose	9004-70-0		-38.7
Tetryl	479-45-8	$\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_8\text{N}_5$	-47.4
TNT	118-96-7	$\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_6\text{N}_3$	-74
Alminum	7429-90-5	Al	-89
Sulfur	7704-34-9	S	-100
Starch	9005-25-8		-118.5
Paraffin	8002-74-2	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	-346



2. Gas Mudah Menyala

Definisi :

Gas yang mempunyai flammable range (rentang nyala) jika bercampur dengan udara pada 20° C dan 101,3 kPa

Kriteria Klasifikasi dan Kategori

Kategori	Kriteria
Kategori1	Gas, yang pada temperatur 20° C dan tekanan normal 101,3 kPa, dapat menyala jika bercampur dengan 13% atau lebih volume udara mempunyai rentang nyala dengan udara, tidak kurang dari 12% point berdasarkan batas bawah nyala
Kategori 2	Gas, selain yang masuk dalam kategori 1, dimana pada temperatur 20° C dan tekanan normal 101,3 kPa mempunyai rentang nyala jika bercampur dengan udara

Pictogram, Kata Sinyal dan Pernyataan Bahaya

Kategori 1	Kategori 2
	Tanpa simbol
Bahaya	Awas
Gas teramat mudah menyala	Gas mudah menyala

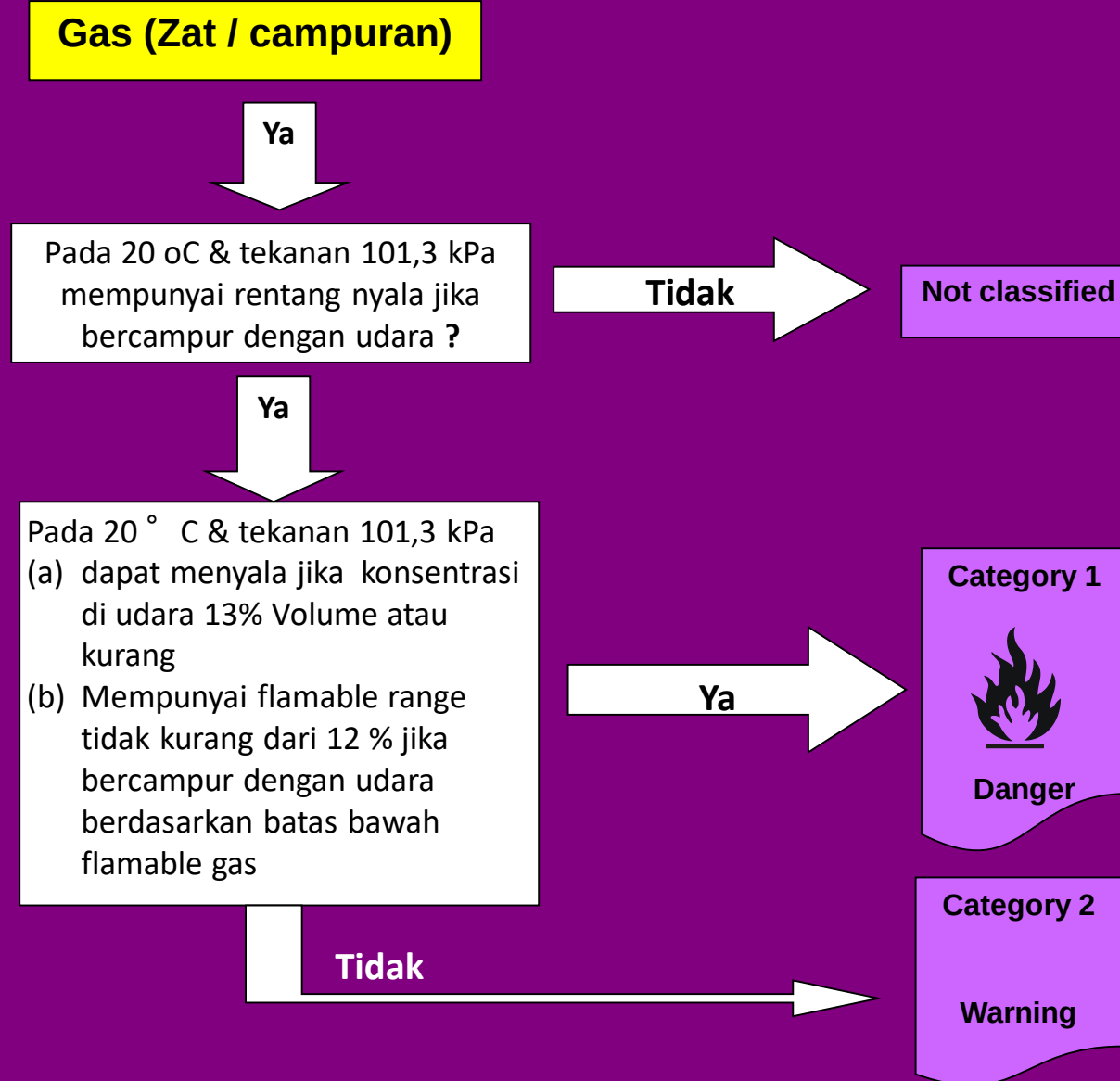
Flammable Gases (2)

(Comparison with the UN classification)

In the UNRTDG, Category 1 gases come under Class 2.1
(Category 1 includes some gases to which main risk 2.3 and
subsidiary risk 2.1 apply) Category 2 gases are designated as
Class 2.2 or 2.3 when transported as gases under pressure.

(Examples of Category 1)	LEL	UEL
Hydrogen	4.00	74.20
Methane	5.00	15.00
Acetylene	2.50	80.00
Carbon monoxide	12.50	74.20
Methylamine	4.95	20.75
(Examples of Category 2)		
Ammonia	15.50	27.00
Methyl bromide	13.50	14.50

Decision Logic untuk GAS MUDAH MENYALA





3. Aerosol Mudah Menyala

- Aerosol dikelompokkan dalam kategori mudah menyala apabila mengandung salah satu komponen yang dikategorikan mudah menyala menurut kriteria GHS yaitu cairan mudah menyala, gas mudah menyala atau padatan mudah menyala.

Aerosol Mudah Menyala

Kategori Aerosol mudah menyala berdasarkan hasil uji berikut :

- Concentration of flammable components
- Heat of combustion
- Ignition distance test
- Enclosed space ignition test
- Foam test (for foam aerosols)

Flammable Aerosols (2)

The criteria defined in the GHS can be summarized as follows:

Flammable component	> 85% and > 30kJ/g					< 1% and < 20kJ/g	
Heat of combustion			>20	< 20kJ/g			
Spray aerosol		> 75cm		> 15cm	< 15cm		
Ignition Distance test					Time equivalent 300 s/m ³ ; or Deflagration density 300 g/m ³		
Enclosed space Ignition test							
		Not more	More than				
Foam aerosol		>20cm and >2 sec	> 4cm			<4cm or < 2 sec	
Foam test Flame height Flame duration	>7 sec						
Category	1		2		Out of category		

Kriteria Klasifikasi dan Kategori Pictogram, Kata Sinyal, Peringatan Bahaya

Berdasarkan hasil uji, aerosol mudah menyala diklasifikasi sebagai berikut :

Kategori 1	Kategori 2
	
Bahaya	Awas
Aerosol teramat mudah menyala	Aerosol mudah menyala

Contoh Aerosol

Contoh Produk

Penggunaan

hair spray

deodorants

shaving foams

perfumes

coatings

insect sprays

Pharmaceutical

Bentuk Fisik Spray

foam, liquid

powder, liquid, gas

foam

liquid

liquid, paste

liquid

liquid, powder, foam, paste

Contoh propellant

Gas termampatkan

Hidrokarbon

Halokarbons

Dissolved gas

CO₂, N₂

Aerosol mudah menyala

Propana, butana, isobutena

<penyebab kerusakan lingkungan>

Aerosol gas bertekanan

makanan

Aerosol Mudah Menyala (campuran)

Estimasi Panas Pembakaran (ΔH_c)

$$\begin{aligned}\Delta H_c (\text{produk}) &= \sum [w_i \% \times \Delta H_{c_i}] \\ &= w_1 \% \times \Delta H_{c_1} + w_2 \% \times \Delta H_{c_2} + w_3 \% \times \Delta H_{c_3} + \dots\end{aligned}$$

dimana

ΔH_c = Panas pembakaran zat kimia (kJ/g)

w_i = fraksi komponen i

ΔH_{c_i} = panas pembakaran spesifik zat i (kJ/g)

Contoh :

Propellant → campuran 80/20 propana / butana

ΔH_c (propana) = 46.5

ΔH_c (butana) = 13.1

$$\Delta H_c (\text{produk}) = 46.5 \times 0.8 + 13.1 \times 0.2 = \underline{39.8 \text{ kJ/g}} > 30 \rightarrow \text{Category 1}$$



4. Gas Pengoksidasi

Gas yang secara umum dengan tersedianya oksigen menyebabkan atau berkontribusi terhadap pembakaran materi lain lebih daripada udara

Contoh : O_2 , F_2

- UNRTDG 2.5.2 Div. 5.1 Oxidizing substance & NAERG 122
- Column 3,4-class2.2(5.1) (gas) : nitrous oxide (10024-97-2)
oxygen refrigerated (7782-44-7)
- column 3,4-class2.3(5.1). : fluorine (7782-41-4)
dinitrogen tetraoxide ()
nitrogen trioxide (10544-73-7)

Oxidizing Gases (3)

(Calculation method for mixed gases)

They are designated as Category 1 if they conform to the following formula

$$\sum_i V_i (\%) \times C_i \geq 21$$

Where V_i : Volume percentage of a gas (%)
 C_i : Coefficient of oxygen equivalency

Coefficient of oxygen equivalency C_i

Nitrous oxide 0.6

Oxygen 1

A C_i of 40 should be used when calculating all other oxidizing gases

C_i values given in ISO 10156-2, which were obtained using a new testing method

Chlorine 0.7

Nitric oxide 0.3

Nitrogen dioxide 1 (Derived from nitric oxide and nitrogen trifluoride)

Nitrogen trifluoride 1.6

For untested oxidizing gases, the C_i value is fixed conservatively at 40.

Oxidizing Gases (4)

Example of the classification of an oxidizing gas mixture by calculation

Example: Thinking about a gas with the following composition



Calculation:

- (1) Ascertain the coefficient of oxygen equivalency (C_i) for the oxidizing gases in the mixture

$$C_i (\text{N}_2\text{O}) = 0.6, \quad C_i (\text{O}_2) = 1$$

- (2) Calculate whether or not the gas mixture is oxidizing using the coefficient of oxygen equivalency figures for the oxidizing gases
 $(9 \times 1) + (16 \times 0.6) = 18.6 < 21$ (criterion)

Therefore the mixture is considered less oxidizing than air.

Kriteria Klasifikasi dan Kategori

Kategori	Kriteria
Kategori 1	Setiap gas yang secara umum dengan tersedianya oksigen dapat menyebabkan/ memperbesar kebakaran dari bahan lain, melebihi udara

**Pictogram,
Kata Sinyal dan
Kata Peringatan**

Kategori 1

Bahaya
Dapat menyebabkan atau memperbesar kebakaran; oksidator



5. Gas Bertekanan *

- gas yang di dalam wadah pada tekanan 200 kPa atau lebih
atau
- gas yang dicairkan atau dicairkan dan didinginkan

* GHS purple Book Rev-2/2007

Kriteria Klasifikasi dan Kategori

Berdasarkan kondisi fisik ketika dikemas, gas bertekanan dikelompokkan berdasar, yaitu:

Kategori	Kriteria
Gas bertekanan	Gas yang ketika di kemas di bawah tekanan berupa gas pada -50°C , termasuk semua gas dengan suhu kritis $\leq -50^{\circ}\text{C}$.
Gas tercair	Gas yang ketika dikemas dibawah tekanan sebagian berupa cairan pada suhu $\geq 50^{\circ}\text{C}$. Dibedakan antara <i>High pressure liquefied gas</i> (gas dengan suhu kritis antara -50°C dan $+65^{\circ}\text{C}$) dan <i>Low pressure liquefied gas</i> (gas dengan suhu kritis diatas $+65^{\circ}\text{C}$)
Gas tercair yang didinginkan	Gas yang ketika dikemas sebagian berbentuk cair karena suhunya rendah
Gas terlarut	Gas yang ketika dikemas di bawah tekanan merupakan gas terlarut dalam fasa cairan terlarut.

Piktogram, Kata Sinyal, Peringatan Bahaya

Gas bertekanan	Gas tercairkan	Gas tercairkan yang didinginkan	Gas terlarut
			
Awas	Awas	Awas	Awas
Berisi gas bertekanan; dapat meledak jika terpanaskan	Berisi gas bertekanan; dapat meledak jika terpanaskan	Berisi gas yang didinginkan; dapat menyebabkan luka bakar atau cedera kriogenik	Berisi gas bertekanan; dapat meledak jika terpanaskan

SESI 2: BAHAYA FISIK



6. Cairan Mudah Menyala

Definisi :

cairan yang mempunyai titik nyala $\leq 93^{\circ} \text{ C}$

Cairan mudah menyala diklasifikasikan dalam satu dari empat kategori untuk kelompok ini sesuai dengan nilai :

- ☐ flash point
- ☐ initial boiling point

Kategori	Kriteria
1	Titik nyala $< 23^{\circ} \text{ C}$ & titik didih $\leq 35^{\circ} \text{ C}$
2	Titik nyala $< 23^{\circ} \text{ C}$ & titik didih $> 35^{\circ} \text{ C}$
3	Titik nyala $> 23^{\circ} \text{ C}$ & $\leq 60^{\circ} \text{ C}$
4	Titik nyala $> 60^{\circ} \text{ C}$ & $\leq 93^{\circ} \text{ C}$

Piktogram, Kata Sinyal dan Pernyataan Bahaya

Kategori 1	Kategori 2	Kategori 3	Kategori 4
			Tanpa simbol
Bahaya	Bahaya	Awas	Awas
Cairan dan uap teramat mudah menyala	Cairan dan uap sangat mudah menyala	Cairan dan uap mudah menyala	Cairan dapat terbakar

Contoh Cairan Mudah Menyala

Category 1

- Acrylonitrile (107-13-1)
- Carbondisulphide (75-15-0)
- Ethyl isocyanate (109-90-0)

Category 2

- Acetone (67-64-1)
- Diethylamine (109-89-7)
- Acetyl chloride (75-36-5)
- Methanol (67-56-1)

Category 3

- Diisobutylketone (108-83-8)
- Triisopropylamine (3424-21-3)Isobutyric acid (79-31-2)Category 4Divinylbenzene (1321-74-0)Nitrobenzene (98-95-3)N-ethylaniline (103-69-5)Ethylene cyanhydrin (109-78-4)



7. Padatan Mudah Menyala

Definisi:

padatan yang mudah terbakar, atau dapat menyebabkan atau menimbulkan kebakaran melalui gesekan dapat dengan mudah menyala ketika kontak singkat dengan sumber api, seperti korek api, dan jika nyalanya tersebar dengan cepat

Untuk klasifikasi diperlukan uji :

waktu pembakaran dan kecepatan pembakaran

Contoh Padatan Mudah Menyala

Category 1 UNRTDG Class 4.1 PG II

Lead phosphate (UN2989)

Decaborane (UN1868)

Titanium hydride (UN1871)

Category 2 UNRTDG Class 4.1 PG III

Hexamethylenetetramine (UN 1328)

Silicone powder (UN1346)

Kriteria Klasifikasi dan Kategori

Kategori	Kriteria
Kategori 1	Uji kecepatan bakar : Bahan selain logam yang berupa serbuk : Pada area yang basah tidak dapat berhenti terbakar dan waktu bakar < 45 detik atau kecepatan bakar > 2,2 mm/detik Serbuk logam : waktu bakar $\leq$ 5 menit
Kategori 2	Uji kecepatan bakar : Bahan selain logam yang berupa serbuk : Pada area yang basah dapat menghentikan nyala selama tidak kurang dari 4 menit dan waktu bakar < 45 detik atau kecepatan bakar > 2,2 mm/detik Serbuk logam : waktu bakar > 5menit dan $\leq$ 10 menit

Piktogram, Kata Sinyal dan Pernyataan Bahaya

Kategori 1	Kategori 2
	
Bahaya	Awas
Padatan mudah menyala	Padatan mudah menyala



8. Zat atau Campuran Swa-Reaktif

- campuran atau bahan cair atau padat yang secara termal tidak stabil dan dapat terjadi dekomposisi eksotermik sangat kuat, bahkan tanpa oksigen (udara).
- Definisi ini tidak termasuk bahan atau campuran yang diklasifikasikan dalam GHS sebagai eksplosif, organik peroksida, atau sebagai pengoksidasi
- Klasifikasi didasarkan pada hasil uji

Kriteria Klasifikasi dan Kategori

Kategori	Kriteria
Tipe A	Setiap bahan kimia atau campuran yang dapat meledak dengan cepat
Tipe B	Setiap bahan kimia atau campuran yang memiliki sifat daya ledak, secara umum tidak mudah meledak secara cepat tetapi dapat mengalami ledakan termal
Tipe C	Bahan yang memiliki sifat daya ledak dengan cepat dan tidak mudah meledak secara cepat dan tidak dapat mengalami ledakan termal
Tipe D	Bahan yang memiliki sifat sangat reaktif di dalam laboratorium: Meledak secara parsial, dan tidak menunjukkan pengaruh/efek kuat, bila dipanaskan dalam batas-batas tertentu; Tidak dapat meledak samasekali, terurai secara lambat dan tidak menunjukkan pengaruh/efek kuat, bila dipanaskan dalam batas-batas tertentu; Tidak dapat meledak atau terurai sama sekali dan menunjukkan pengaruh/efek sedang, bila dipanaskan dalam batas-batas tertentu.
Tipe E	Bahan yang sangat reaktif di dalam laboratorium, tidak meledak dan tidak terurai sama sekali dan menunjukkan efek yang rendah atau tanpa efek bila dipanaskan dibawah kondisi tertentu
Tipe F	Bahan yang sangat reaktif di dalam laboratorium, tidak meledak dan tidak terurai sama sekali dan menunjukkan efek yang sangat rendah atau tanpa efek bila dipanaskan dibawah kondisi tertentu, dimana daya ledaknya rendah atau tidak ada sama sekali
Tipe G	Bahan yang sangat reaktif di dalam laboratorium, tidak meledak dan tidak terurai sama sekali serta tidak menunjukkan efek bila dipanaskan dibawah kondisi tertentu, dan tidak memiliki daya ledak sama sekali (kemungkinan memiliki kestabilan termal), untuk larutan campuran yg memiliki kurang dari 150° C

Piktogram, Kata Sinyal dan Peringatan Bahaya

Tipe A	Tipe B	Tipe C dan D	Tipe E dan F	Tipe G
	 			Untuk kategori ini tidak ada label
Bahaya	Bahaya	Bahaya	Awas	-
Pemanasan dapat menyebabkan ledakan	Pemanasan dapat menyebabkan kebakaran atau ledakan	Pemanasan dapat menyebabkan kebakaran	Pemanasan dapat menyebabkan kebakaran	Tanpa pernyataan bahaya

Self-reactive Substances and Organic Peroxides (2)

Atomic groups associated with self-reactive properties

Cross-reacting groups	Aminonitriles, haloanilines, organic salts of oxidizing acids
S=O	Sulphonyl halides, sulphonyl cyanides, sulphonyl hydrazides
P—O	Phosphites
Distorted ring shapes	Epoxides, aziridines
Unsaturated bonds	Olefins, cyanate compounds

(UNRTDG: Manual of Tests and Criteria, Appendix 6, Table A6.2)



9. Cairan Piroforik

Cairan piroforik adalah cairan yang, walaupun dalam jumlah kecil, dapat terbakar dalam lima menit setelah kontak dengan udara

Kriteria Klasifikasi dan Kategori

Kategori	Kriteria
1	Cairan yang menyala dalam 5 menit setelah ditambahkan ke dalam pembawa yang inert dan terpapar udara, atau terbakar atau <i>chars</i> penyaring pada kontak dengan udara selama 5 menit

Piktogram, Kata Sinyal dan Peringatan Bahaya

Kategori 1

Bahaya
Jika kontak dengan udara, spontan terbakar



10. Padatan Piroforik

Padatan piroforik adalah padatan yang, walaupun pada jumlah kecil, dapat terbakar dalam lima menit setelah kontak dengan udara

Kriteria Klasifikasi dan Kategori

Kategori	Kriteria
Kategori 1	Padatan menyala dalam 5 menit setelah terjadi kontak dengan udara

Piktogram, Kata Sinyal dan Peringatan Bahaya

Kategori 1

Bahaya
Jika kontak dengan udara spontan terbakar

Contoh Padatan dan Cairan Piroforik

Contoh :

- Butyl lithium (109-72-8) ; bp=60-80 $\text{C}_4\text{H}_9\text{-Li}$
- Titanium powder (7440-32-6) ; mp=1780 Ti



11. Zat atau Campuran Swa-panas

Definisi :

bahan atau campuran padatan atau cairan, selain cairan atau padatan piroforik, yang melalui reaksi dengan udara dan tanpa pasokan energi,

- ➡ bahan atau campuran ini berbeda dari cairan atau padatan piroforik karena bahan dan campuran swapanas hanya akan terbakar jika dalam jumlah besar (kilogram) dan setelah periode waktu lama (jam atau hari)

Kriteria Klasifikasi dan Kategori

Kategori	Kriteria
Kategori 1	Hasil positif jika dilakukan tes menggunakan sampel 25 mm pada suhu 140° C
Kategori 2	• Hasil positif jika dilakukan tes menggunakan sampel 100 mm pada suhu 140° C dan hasil negatif jika dilakukan tes menggunakan sampel 25 mm pada suhu 140° C dan substansi atau campuran dikemas dalam wadah dengan volume lebih dari 3 m³, atau • Hasil positif jika dilakukan tes menggunakan sampel 100 mm pada suhu 140° C dan hasil negatif jika dilakukan tes menggunakan sampel 25 mm pada suhu 140° C dan substansi atau campuran dikemas dalam wadah dengan volume lebih dari 450 liter, atau • Hasil positif jika dilakukan tes menggunakan sampel 100mm pada suhu 140° C dan hasil negatif jika dilakukan tes menggunakan sampel 25 mm pada suhu 140° C dan hasil positif jika dilakukan tes menggunakan sampel 100 mm pada suhu 100° C

Piktogram, Kata Sinyal dan Peringatan Bahaya

Kategori 1	Kategori 2
	
Bahaya	Awas
Swapanas (pemanasan sendiri); dapat terbakar	Dalam jumlah besar bersifat swapanas (pemanasan sendiri); dapat terbakar



12. Zat dan Campuran yang Jika Kontak dengan Air Melepaskan Gas Mudah Menyala

Yang termasuk dalam kelompok ini ialah bahan atau campuran yang, jika kontak dengan air, mengeluarkan gas mudah menyala, baik bahan atau campuran berbentuk padat maupun berbentuk cair, apabila berinteraksi dengan air, mudah menjadi secara spontan menyala atau menghasilkan gas mudah menyala dalam jumlah yang bahaya.

Kriteria Klasifikasi dan Kategori

Kategori	Kriteria
Kategori 1	Setiap bahan atau campuran yang bereaksi cepat dengan air pada temperatur kamar, dan secara umum menunjukkan suatu tendensi untuk memproduksi gas yang dapat menyala secara spontan, atau yang segera bereaksi dengan air pada temperatur kamar sehingga kecepatan evolusi gas yang mudah menyala sama atau lebih besar dari 10 L/kg bahan dalam waktu lebih dari 1 menit
Kategori 2	Setiap bahan atau campuran yang segera bereaksi dengan air pada temperatur kamar sebagai kecepatan maksimum evolusi gas yang mudah menyala sama atau lebih besar dengan 20l/kg bahan per jam, dan tidak memenuhi kriteria pada kategori
Kategori 3	Setiap bahan atau campuran yang lambat bereaksi dengan air pada temperatur kamar sebagai kecepatan maksimum evolusi gas yang mudah menyala sama atau lebih besar dari 1 L/kg bahan per kg, dan tidak memenuhi kriteria pada kategori 1 dan 2.

Piktogram, Kata Sinyal dan Peringatan Bahaya

Kategori 1	Kategori 2	Kategori 3
		
Bahaya	Bahaya	Awas
Jika kontak dengan air, melepaskan gas mudah menyala yang dapat terbakar secara spontan	Jika kontak dengan air, melepaskan gas mudah menyala	Jika kontak dengan air, melepaskan gas mudah menyala

Contoh Bahan atau campuran yang jika kontak dengan air melepaskan gas mudah menyala

- **Category 1**

- Lithium aluminum hydride (16853-85-3) AlH_4Li

- **Category 2**

- Aluminum carbide (1299-86-1) Al_4C_3
- Phosphorus pentasulphide (1314-80-3) P_4S_{10}

- **Category 3**

- Zinc powder (7440-66-6) Zn



13. Cairan Pengoksidasi

Cairan pengoksidasi adalah cairan yang bisa menyebabkan, atau berkontribusi pada pembakaran material lain

Kategori	Kriteria
Kategori 1	Setiap bahan yang, dalam campuran dengan perbandingan 1:1 berdasarkan berat, diuji terhadap bahan dan selulosa, spontan menyala; atau menunjukkan kenaikan tekanan rata-rata terhadap waktu untuk campuran 1:1 berdasarkan berat, terhadap bahan dan selulosa dimana lebih rendah dari campuran 1:1 dalam berat, terhadap asam perklorat 50 % dan selulosa.
Kategori 2	Setiap bahan yang dalam campuran dengan perbandingan 1:1 berdasarkan berat, yang diuji terhadap bahan dan selulosa, menunjukkan kenaikan tekanan rata-rata terhadap waktu, kurang dari atau sama dengan kenaikan tekanan rata-rata terhadap waktu, kurang dari atau sama dengan untuk campuran 1:1 berdasarkan berat, dari 40% larutan natrium klorat dan selulosa; namun tidak memenuhi kriteria 1
Kategori 3	Setiap bahan yang dalam campuran dengan perbandingan 1:1 berdasarkan berat, yang diuji terhadap bahan dan selulosa, menunjukkan kenaikan tekanan rata-rata terhadap waktu, kurang dari atau sama dengan kenaikan tekanan rata-rata terhadap waktu, kurang dari atau sama dengan untuk campuran 1:1 berdasarkan berat, dari 65 % larutan asam nitrat dan selulosa; namun tidak memenuhi kriteria 1 dan 2

Piktogram, Kata Sinyal dan Peringatan Bahaya

Kategori 1	Kategori 2	Kategori 3
		
Bahaya	Bahaya	Awas
Dapat menyebabkan kebakaran atau ledakan; oksidator kuat	Dapat memperbesar kebakaran; oksidator	Dapat memperbesar kebakaran; oksidator



14. Padatan Pengoksidasi

Padatan pengoksidasi adalah padatan yang bisa menyebabkan, atau berkontribusi pada pembakaran material lain

Kriteria Klasifikasi dan Kategori

Kategori	Kriteria
Kategori 1	Suatu bahan yang dalam perbandingan 4:1 atau 2:1 antara sampel dan selulosa (dalam massa), menimbulkan waktu pembakaran kurang dari waktu pembakaran pada perbandingan 3:2 dari kalium bromat dengan selulosa
Kategori 2	Suatu bahan yang dalam perbandingan 4:1 atau 2:1 antara sampel dan selulosa (dalam massa), menimbulkan waktu pembakaran yang sama dengan waktu pembakaran pada perbandingan 3:2 dari kalium bromat dengan selulosa, dan pada kategori 1 tidak memenuhi
Kategori 3	Suatu bahan yang dalam perbandingan 4:1 atau 2:1 antara sampel dan selulosa (dalam massa), menimbulkan waktu pembakaran kurang dari waktu pembakaran pada perbandingan 3:7 dari kalium bromat dengan selulosa, dan pada kategori 1 dan 2 tidak memenuhi

Piktogram, Kata Sinyal dan Peringatan Bahaya

Kategori 1	Kategori 2	Kategori 3
		
Bahaya	Bahaya	Awas
Dapat menyebabkan kebakaran atau ledakan; oksidator kuat	Dapat memperbesar kebakaran; oksidator	Dapat memperbesar kebakaran; oksidator

Contoh

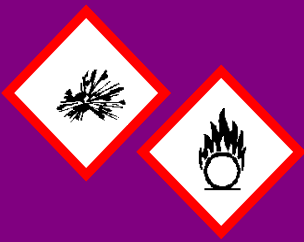
Cairan Pengoksidasi dan Padatan Pengoksidasi

Cairan Pengoksidasi

- Pentafluoroiodide (7783-66-6) ; F_5I
- Potassium chlorate (3811-04-9) ; KClO_3
- Hydrogenperoxide 8-20% aqueous soln (7722-84-1) ; H_2O_2

Padatan Pengoksidasi

- Sodium peroxide (1313-60-6) ; Na-00-Na
- Ammonium dichromate (7789-09-5) ; $(\text{NH}_4\text{-CrO}_3)_2\text{O}$
- Zinc bromate (14519-07-4); Zn (BrO_3)



15. Peroksida Organik

- Peroksida organik adalah cairan atau bahan organik yang mengandung struktur bivalen $-O-O-$ dan dapat merupakan derivat dari hidrogen peroksida, dimana satu atau kedua atom hidrogennya dapat digantikan oleh radikal organik, termasuk formulasi peroksida organik (campuran). Peroksida organik adalah bahan atau campuran yang mempunyai panas tidak stabil, yang dapat melakukan swareaksi eksotermis - mempercepat dekomposisi.
- Peroksida organik cenderung bersifat eksplosif ketika dalam pengujian laboratorium menunjukkan kemampuan meledak, secara cepat menyala, atau menunjukkan efek dahsyat ketika dipanaskan dalam ruangan tertutup.

Peroksida Organik...

Setiap peroksida organik termasuk dalam kelompok ini, kecuali bahan yang mengandung :

- Tidak lebih dari 1,0 % oksigen yang tersedia dari peroksida organik, jika tidak lebih dari 1,0 % hidrogen peroksida
- Tidak lebih dari 0,5 % oksigen yang tersedia dari peroksida organik, jika lebih dari 1,0 % , tetapi tidak lebih dari 7,0 % hidrogen peroksida

Piktogram, Kata Sinyal dan Peringatan Bahaya

Tipe A	Tipe B	Tipe C dan D	Tipe F	Tipe G
	 			Tidak ada elemen label untuk kategori ini
Bahaya	Bahaya	Bahaya	Awas	-
Pemanasan dapat menyebabkan ledakan	Pemanasan dapat menyebabkan kebakaran atau ledakan	Pemanasan dapat menyebabkan kebakaran	Pemanasan dapat menyebabkan kebakaran	



16. Korosif Pada Logam

- adalah bahan atau campuran yang oleh reaksi kimia akan merusak material logam, atau bahkan melapukkan logam
- Kecepatan korosi $>6.25 \text{ mm/y}$ pada 55° C

Kriteria Klasifikasi dan Kategori

Kategori	Kriteria
Kategori 1	Kecepatan korosi pada permukaan baja atau aluminium meningkat 6,25 mm per tahun pada tes yang dilakukan pada suhu 55° C

Piktogram, Kata Sinyal dan Peringatan Bahaya

Kategori 1

Awas
Kemungkinan korosif pada logam