



# TEORI API & ANATOMI KEBAKARAN

Main Reference : Essential Of Fire Fighting & IFSTA.

Created By: Wawan Syafwanuddin 2021.



## **BAHASAN MATERI:**

- A. TEORI API & ANATOMI KEBAKARAN
- B. IGNITION / PENYALAN
- C. BATAS KEMAMPUAN API/ FLAMMEABLE- EXPLOSIVE RANGE
- D. PERPINDAHAN PANAS / HEAT TRANSFER
- E. TAHAP KEBAKARAN/ FIRE STAGE
- F. RAPID FIRE DEVELOPMENT
- G. PRINSIP & METODE PEMADAMAN API
- H. ISTILAH UMUM BAHAYA KEBAKARAN



# A. TEORI API & ANATOMI KEBAKARAN

## DEFINISI API

Hasil pencampuran secara kimia ( oksidasi) dari PANAS, BAHAN BAKAR dan OKSIGEN dalam ***proporsi yang tepat*** menghasilkan cahaya ,Asap & Panas.

## DEFINISI KEBAKARAN

Bencana yang disebabkan oleh API yang tidak terkontrol yang menyebabkan kerugian pada manusia, harta benda, lingkungan dan produksi / tatanan sosial





# 1. FIRE TRIANGLE AND TETRAHEDRON

Model Segitiga Api dan Tetrahedron digunakan untuk menjelaskan elemen-elemen api dan cara memadamkan kebakaran .

Model terlama dan paling sederhana, Segitiga Api. Diilustrasikan dalam tiga elemen penting untuk terjadinya api yaitu: **Bahan Bakar, Panas, Oksigen.**

Dengan memisahkan salah satu elemen Segitiga Api, maka Api akan padam.

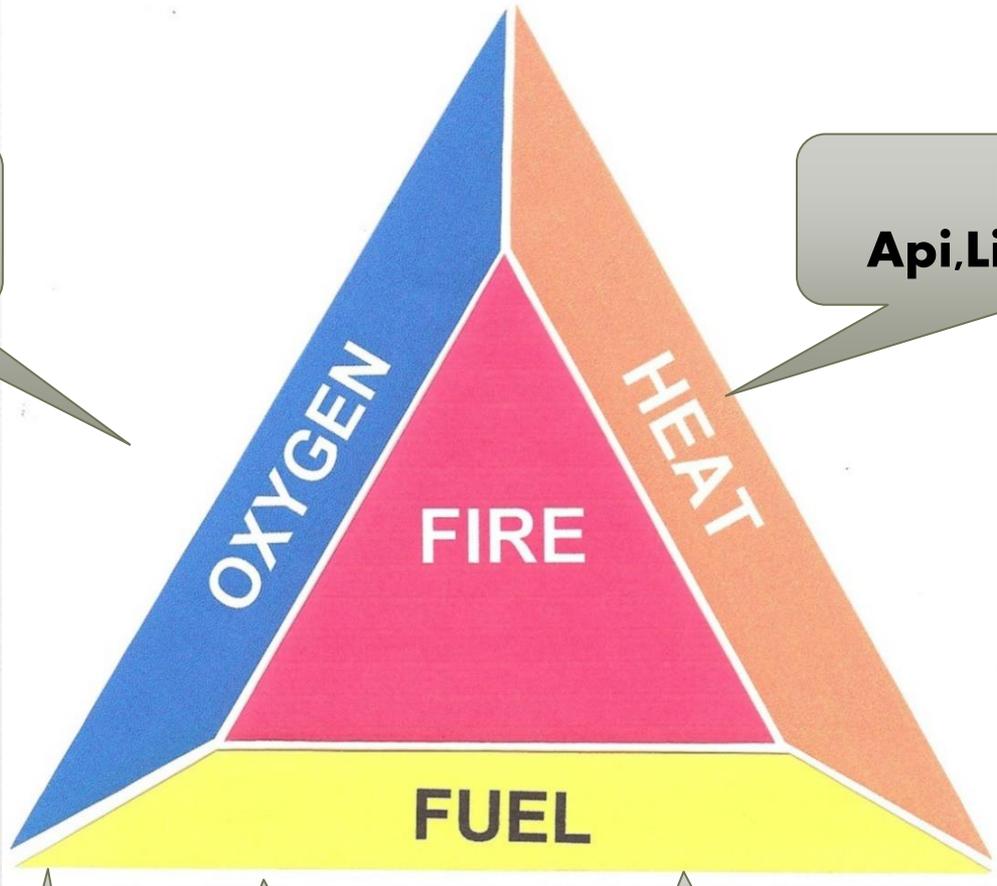
Penelitian pada Prilaku Api telah diputuskan bahwa **REAKSI BERANTAI KIMIA TANPA HAMBATAN** juga harus ada untuk bisa terjadinya kebakaran.

Penelitian ini menghasilkan kreasi **FIRE TETRAHEDRON MODEL** untuk menjelaskan kebakaran melibatkan tipe-tipe zat tertentu dan tipe-tipe agent yang dibutuhkan untuk memadamkannya.



**Oksigen**

**Panas  
Api, Listrik, Kimia**



**GAS**

**Cair/Liquid**

**Padat/Solid**

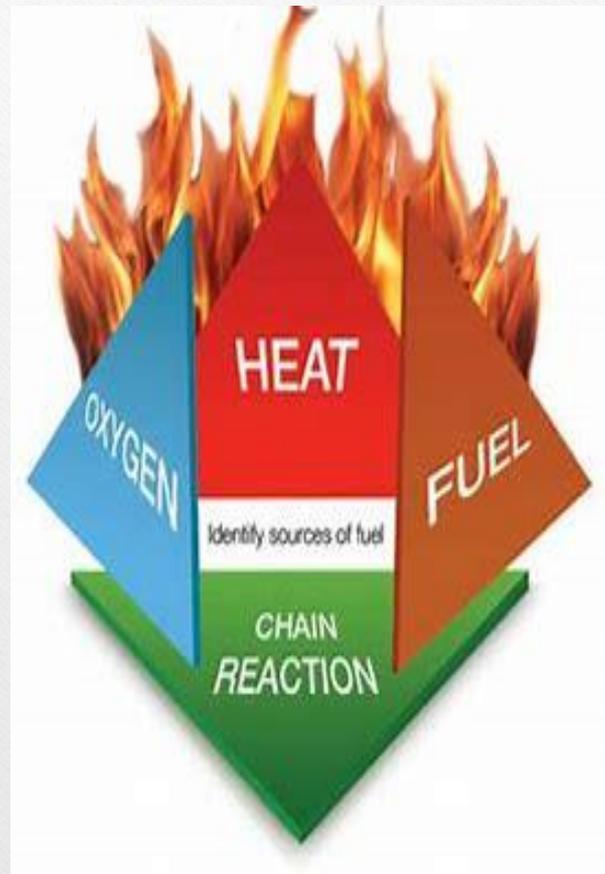
Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



## URAIAN FIRE TETRAHEDRON

Fire Tetrahedron adalah sisi keempat untuk merepresentasikan 4 (empat) faktor yang dibutuhkan untuk terciptanya API.

1. Bahan bakar ( Semua Zat yang bisa terbakar ),
2. Panas ( Energy yang sesuai / cukup untuk mengeluarkan uap dari bahan bakar dan menyebabkan penyalaan),
3. Agen Pengoksidasi ( Udara yang mengandung Oksigen),
4. Reaksi Rantai Kimia TANPA HAMBATAN/ Uninhibited. ( Energy reaksi exothermik yang cukup memproduksi penyalaan)



Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



## 2. BAHAN BAKAR / FUEL

1. Bahan bakar adalah bahan atau zat-zat yg teroksidasi atau terbakar dalam proses kebakaran.
2. Reaksi bahan bakar dalam proses kebakaran di sebut **Reducing Agent**.atau bahan bakar yang teroksidasi /terbakar selama proses pembakaran.
3. Bahan bakar terdiri dari organic & non organic . Pada bahan bakar non organic seperti hydrogen , magnesium , tidak mengandung karbon.
4. Sebagian besar bahan bakar adalah organic yang mengandung karbon dan elemen lainnya .
5. Pembagian selanjutnya di bagi menjadi dua yaitu Bahan bakar dasar hydrocarbon seperti Gasoline,bahan bakar minyak,plastic dan bahan bakar dasar cellulose seperti Kayu,Kertas.



# JENIS & BENTUK BAHAN BAKAR

## 1. Bahan bakar padat

- Batu bara , Kayu
- Plastik , Kertas,Kain
- Karet
- dll

## 2. Bahan bakar Gas

- Gas alam, Acetylene, propane
- Methane,hydrogen,dll

## 3. Bahan Bakar Cair

- Minyak Tanah, Bensin,Solar
- Oli,Tinner,Alkohol
- dll



Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



## BAHAN BAKAR PADAT

1. Bahan bakar padat merupakan bahan bakar berbentuk padat, dan kebanyakan menjadi sumber energi panas. Misalnya kayu ,kertas, kain,karet, plastic dan batubara.
2. Energi panas yang dihasilkan bisa digunakan untuk memanaskan air menjadi uap untuk menggerakkan peralatan dan menyediakan energi.



Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



## BAHAN BAKAR GAS

Bahan bakar Gas seperti Methane, Hydrogen, dan Acetylene adalah bahan bakar yang paling berbahaya dari semua jenis bahan bakar karena secara fisik sudah pada tingkat penyalaan.

Bahan bakar gas ada dua jenis, yakni Compressed Natural Gas (CNG) dan Liquid Petroleum Gas (LPG).

**CNG** pada dasarnya terdiri dari Methane sedangkan **LPG** adalah campuran dari propana, butana dan bahan kimia lainnya.

LPG yang digunakan untuk kompor rumah tangga, sama bahannya dengan Bahan Bakar Gas yang biasa digunakan untuk sebagian kendaraan bermotor.



Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



## BAHAN BAKAR CAIR

1. Bahan bakar cair adalah bahan bakar yang strukturnya tidak rapat, molekulnya dapat bergerak bebas seperti gasoline/premium, minyak solar, minyak tanah .
2. Bahan bakar cair yang biasa dipakai dalam industri, transportasi maupun rumah tangga adalah fraksi minyak bumi.
3. Minyak bumi adalah campuran berbagai hydrocarbon yang termasuk dalam kelompok senyawa: parafin, naphtena, olefin, dan aromatic



Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



# PENYIMPANAN BAHAN BAKAR CAIR

*Permen 37 Tahun 2016 Tentang k3 bejana dan tangki timbun. Penyempurnaan dari PER.01/MEN/1982 tentang Bejana Tekanan;*

## Pasal 1

Dalam Peraturan Menteri ini yang dimaksud dengan:

1. **Bejana Tekanan** adalah bejana selain Pesawat Uap yang di dalamnya terdapat tekanan dan dipakai untuk menampung gas, udara, campuran gas, atau campuran udara baik dikempa menjadi cair dalam keadaan larut maupun beku.
2. **Tangki Timbun** adalah bejana selain bejana tekanan yang menyimpan atau menimbun cairan bahan berbahaya atau cairan lainnya, di dalamnya terdapat gaya tekan yang ditimbulkan oleh berat cairan yang disimpan atau ditimbun dengan volume tertentu.



# PENYIMPANAN BAHAN BAKAR CAIR

*Permen 37 Tahun 2016 Tentang k3 bejana dan tangki timbun*

## Pasal 3

Pelaksanaan syarat-syarat K3 Bejana Tekanan atau Tangki Timbun sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 bertujuan:

- a. Melindungi K3 Tenaga Kerja dan orang lain yang berada di Tempat Kerja dari potensi bahaya Bejana Tekanan atau Tangki Timbun;
- b. Menjamin dan memastikan Bejana Tekanan atau Tangki Timbun yang aman untuk mencegah terjadinya peledakan, kebocoran, dan kebakaran; dan
- c. Menciptakan Tempat Kerja yang aman dan sehat untuk meningkatkan produktivitas.



Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



# **PENYIMPANAN BAHAN BAKAR CAIR**

**PERMEN 37 TAHUN 2016 TENTANG K3 BEJANA DAN TANGKI TIMBUN**

Tangki Timbun cairan bahan mudah terbakar memiliki volume paling sedikit 200 (dua ratus) liter.

Pasal 7 (1) Syarat-syarat K3 perencanaan Bejana Tekanan dan Tangki Timbun :

- a. Pembuatan gambar konstruksi/instalasi dan cara kerjanya;
- b. Perhitungan kekuatan konstruksi;
- c. Pemilihan dan penentuan bahan pada bagian utama harus memiliki tanda hasil pengujian dan/atau sertifikat bahan yang diterbitkan oleh lembaga yang berwenang;
- d. Menyediakan lembar data keselamatan asetilen dan aseton, khusus pembuatan bejana penyimpanan asetilen dan aseton; dan
- e. Pembuatan gambar konstruksi alat perlindungan dan cara kerjanya



# **PENYIMPANAN BAHAN BAKAR CAIR**

*PERMEN 37 TAHUN 2016 TENTANG K3 BEJANA DAN TANGKI TIMBUN*

## **Pasal 24**

Tangki Timbun yang berisi cairan yang mudah terbakar harus dilengkapi:

1. Plat nama;
2. Pipa pengaman;
3. Indikator volume atau berat;
4. Pengukur temperatur;
5. Katup pengisian dan pengeluaran
6. Lubang lalu orang/lubang pemeriksaan
7. Alat penyalur petir dan pbumian
8. Sarana pemadam kebakaran yang sesuai; dan
9. Perlengkapan lainnya untuk pemeriksaan dan pemeliharaan



# **PENYIMPANAN BAHAN BAKAR CAIR**

*PERMEN 37 TAHUN 2016 TENTANG K3 BEJANA DAN TANGKI TIMBUN*

## **Pasal 27**

Lokasi tempat Tangki Timbun harus dipasang tanda

- Bahaya kebakaran, larangan merokok, larangan membawa korek api, alat-alat api lainnya,
- Larangan membawa peralatan yang dapat menimbulkan peledakan atau kebakaran.

## **Pasal 28 (1)**

Lokasi tempat Tangki Timbun harus dipasang pagar pengaman dengan jarak paling sedikit 25 m (dua puluh lima meter) dihitung dari dinding Tangki Timbun dan tanda larangan masuk bagi yang tidak berkepentingan.



# **PENYIMPANAN BAHAN BAKAR CAIR**

**PERMEN 37 TAHUN 2016 TENTANG K3 BEJANA DAN TANGKI TIMBUN**

Tanggul atau tembok harus mampu menahan dan menampung isi cairan dalam Tangki Timbun sebagai berikut:

- a. Sebesar 80 % (delapan puluh persen) dari jumlah isi tangki untuk pemasangan 1 (satu) Tangki Timbun;
- b. Sebesar 60 % (enam puluh persen) dari jumlah isi tangki untuk pemasangan 2 (dua) sampai dengan 4 (empat) Tangki Timbun; dan
- c. Sebesar 50 % (lima puluh persen) dari jumlah isi tangki untuk pemasangan lebih dari 4 (empat) Tangki Timbun.



Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



## HEAT / PANAS

Sumber panas sebagai inisiator suatu kebakaran dapat dibagi menjadi beberapa kelompok :

- Api terbuka / Nyala api ( lilin, Korek,dll)
- Permukaan yang panas ( Setrika,Heater,dll)
- Panas mekanik ( Roller Conveyor, Fan belt,dll)



Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



## HEAT / PANAS

- Panas listrik
  - Percikan bunga api listrik kabel/colokan listrik
  - Pemanasan konduktor oleh listrik atau hubungan pendek
  - Listrik static



Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



## HEAT / PANAS

### ■ Panas kimia

- Reaksi air dengan asam sulfat, kapur, karbit dan sebagainya
- Reaksi oksidasi reduksi, dimana percampuran zat-zat oksidan dan reduktor



# OKSIGEN



1. Kandungan oksigen pada udara yang kita hirup disekitar kita saat ini sekitar **21 %** .
2. Kebakaran hanya memerlukan **15%** oksigen untuk bisa terjadi nyala
3. Disekitar kita juga terdapat banyak bahan bakar ( Padat , cair dan Gas ).  
Jadi untuk terjadi nyala api kita hanya butuh **sumber panas** saja
4. Konsentrasi Oksigen di atmosfir mempunyai efek yang signifikan untuk perilaku api dan kemampuan kita bertahan hidup.
5. Konsumsi Udara Manusia rata-rata adalah sekitar 40 lpm dan bernafas rata-rata 12-18 kali permenit.



1. Occupational Safety and Health Administration ( **OSHA**) aturan perlindungan pernafasan , 29 CFR ( Code Of Federal Regulation) 1910.134 menetapkan atmosfer yang mempunyai oksigen dibawah **19.5%** dinyatakan sebagai kondisi **OXYGEN DEFICIENCY** . Berbahaya bagi siapapun yang tidak menggunakan alat perlindungan pernafasan seperti SCBA. Bahkan API pun akan mati jika kekurangan Oksigen
2. Ketika konsentrasi oksigen di atmosfer melampaui **23,5%** maka aturan ini menyatakan kondisi tersebut dinyatakan kaya oksigen dan menyebabkan meningkatnya resiko **KEBAKARAN**.





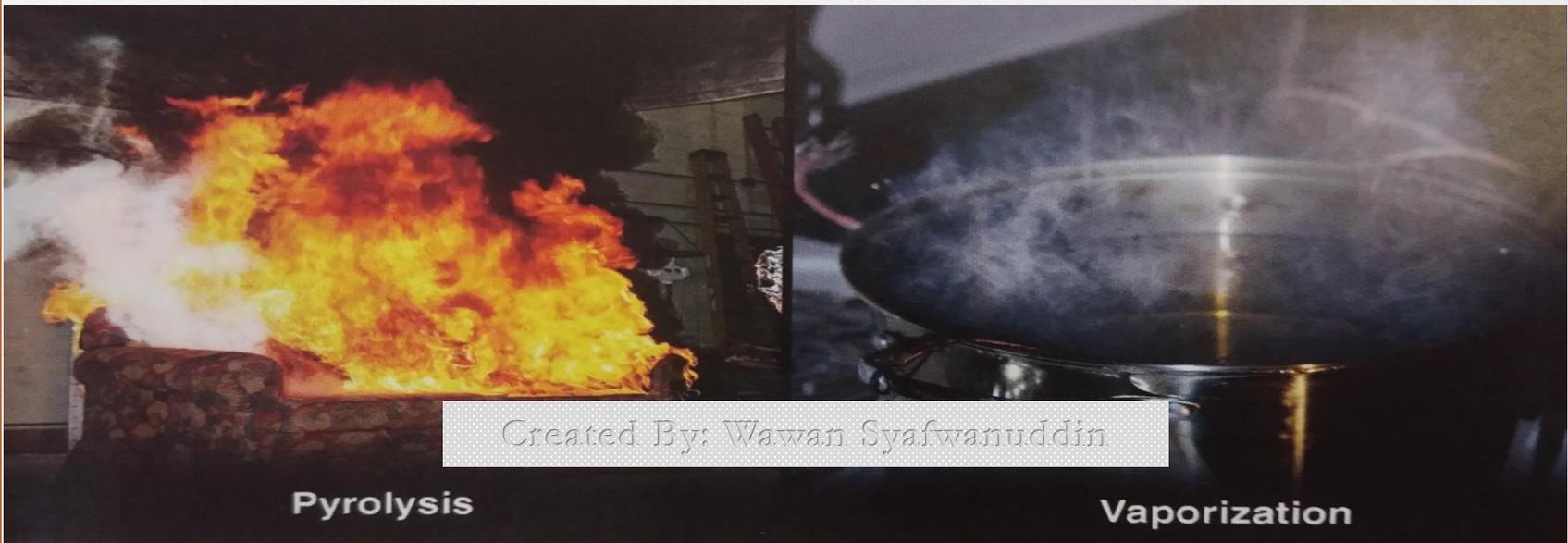
1. Kebakaran dengan konsentrasi Oxygen yang tinggi lebih sulit dipadamkan .Berpotensi bahaya untuk Firefighter yang berada di ruang tersebut . Kondisi ini bisa ditemukan di rumah sakit atau fasilitas kesehatan lainnya , industry , dll.
2. Beberapa bahan bakar yang berbasis Petroleum akan terjadi Autoignite tanpa sumber panas dari luar pada kondisi kaya oksigen.
3. Kain tahan api seperti baju Fire Fighter yang berbahan NOMEX jika berada pada oksigen sekitar 31% , nomex akan terbakar dan menyala besar.





## B.IGNITION / PENYALAAAN

- Semua Bahan bakar harus dalam bentuk gas untuk bisa terbakar. Bahan bakar Padat dan Cair harus dalam bentuk **GAS** agar bisa terjadi **penyalaan** .
- Ketika panas di transfer ke bahan bakar **padat dan cair** , suhu dari zat tersebut akan meningkat dan terkonversi ke tingkat GAS.
- Proses tersebut di sebut “ **PYROLYSIS**” untuk bahan bakar PADAT & **VAPORIZATION** untuk bahan bakar CAIR.



Pyrolysis

Vaporization



**Pyrolysis** adalah penguraian kimia dari bahan bakar padat dengan cara dipanaskan sehingga terkonversi mengeluarkan asap/gas .

**Vaporization** adalah proses fisik yang merubah cairan menjadi tingkat uap/ gas . Tingkat penguapan tergantung dari zat yg terlibat,panas,tekanan,dan area yg terpapar.



**Vaporization**  
**Liquid Fuels**



**Pyrolysis**  
**Solid Fuels**

Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



# 1. REAKSI KIMIA BAHAN BAKAR PADAT ( *PYROLYSIS ZONE* )

	<b>SUHU</b>	<b>PERUBAHAN KIMIA</b>
Stage 1	392 <sup>0</sup> F/200 <sup>0</sup> C	Mengeluarkan uap air, kayu mulai mengering. Bahan-bahan pembakaran sudah terlepas di udara walaupun tidak memiliki panas yang sesuai untuk terbakar.
Stage 2	392 <sup>0</sup> F – 536 <sup>0</sup> F ( 200 <sup>0</sup> C – 280 <sup>0</sup> C )	Sebagian besar uap air sudah dikeluarkan , keadaan mulai Nampak hangus, keluar Karbon Monoksida, masih dalam proses endhothemik (menyerap energy) belum mulai menyala
Stage 3	536 <sup>0</sup> F – 932 <sup>0</sup> F ( 280 <sup>0</sup> C – 500 <sup>0</sup> C )	Mulai terjadi Pyrolysis yang cepat . Senyawa-senyawa pembakaran dikeluarkan dan penyalaan bisa terjadi . Reaksi exothemic dengan uap mudah terbakar dan partikulat . Exothermic Reaction adalah Reaksi kimia yang mengeluarkan energy berupa panas dan nyala.
Stage 4	Lebih dari 932 <sup>0</sup> F (500 <sup>0</sup> C )	Terjadi pembakaran bebas, Bahan-bahan kayu terkonversi menjadi gas mudah terbakar.



- Beberapa bahan bakar cair tidak bisa langsung nyala pada suhu normal sehingga harus dipanaskan terlebih dahulu untuk bisa nyala. Contohnya minyak diesel/solar tidak akan menyala pada suhu dibawah sekitar  $52^{\circ}\text{C}$ .
- Di permukaan laut, atmosfer mempunyai tekanan **14,7 psi ( 1 BAR)** .untuk bisa terjadi nya penguapan, Uap yang keluar harus berada pada tekanan yang lebih tinggi daripada tekanan atmosfer.
- Tekanan uap mengindikasikan betapa mudahnya zat akan menguap atau keluar di udara .
- Cairan mudah terbakar dengan tekanan penguapan yang tinggi akan membuat bahaya yang khusus bagi Fire Fighter.
- Kesimpulan nya jika bahan bakar cair di **panaskan** maka tekanan uap nya **makin tinggi**.



## 2. BENTUK PENYALAAAN

Terdapat 2 (dua) bentuk penyalaan yaitu PILOTED IGNITION & AUTO IGNITION.

1. **PILOTED IGNITION** adalah bentuk paling umum dari penyalaan, terjadi ketika campuran **uap bahan bakar dan oksigen** mendapat sumber **percikan panas** dari luar dan panas yang sesuai atau energy panas untuk memulai process pembakaran.

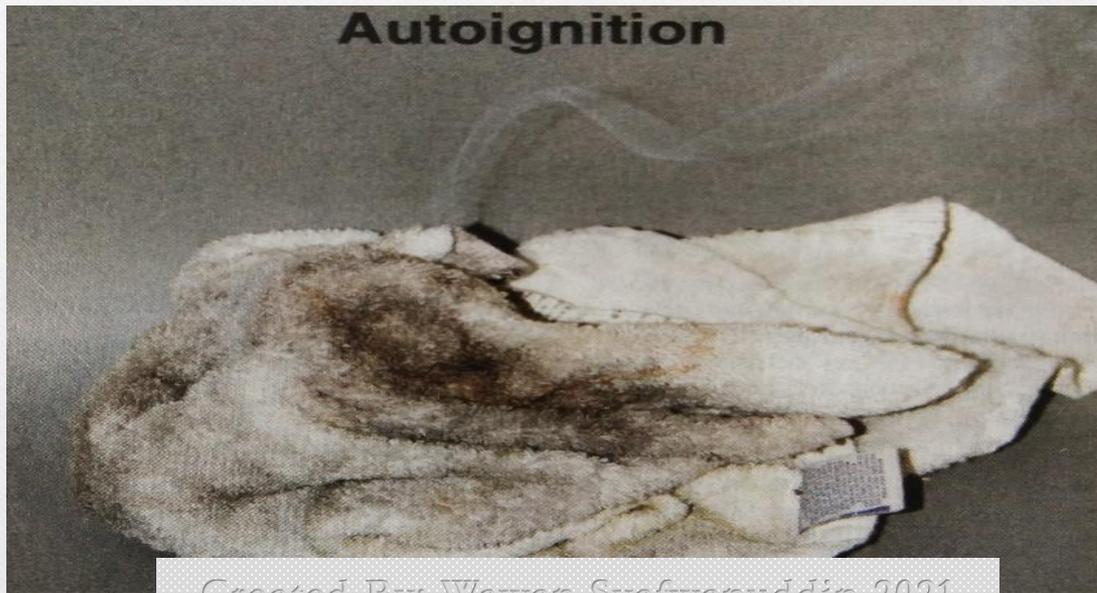




2. **AUTO IGNITION** bisa terjadi tanpa sumber panas dari luar atau **percikan api** untuk menyalakan bahan bakar gas atau uap.

Pada kondisi ini, Permukaan dari bahan bakar dipanaskan secara kimia ke titik dimana reaksi pembakaran terjadi.

**Auto Ignition Temperature** adalah suhu terendah dimana bahan bakar menyala di udara tanpa percikan api atau nyala api (NFPA 921).



Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



## SPONTANEOUS HEATING

- **Self Heating / Pemanasan sendiri** adalah sebuah bentuk dari proses oksidasi , adanya reaksi kimia yang meningkatkan suhu dari material tanpa sumber panas tambahan dari luar .
- **Self Heating** akan membuat **Spontaneous Ignition** yang mana penyalan nya tidak membutuhkan tambahan panas dari luar.
- **Spontaneous Heating** adalah salah tipe dari penyalan yang terjadi dengan sendiri nya ( temperature nya meningkat di sebabkan oleh reaksi internal exothermic, diikuti oleh pemanasan sendiri dengan akselerasi yang cepat ke temperature yang tinggi dan akhir nya terjadi **Authoignition**.

Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



## SPONTANEOUS HEATING

<b>TYPE MATERIAL</b>	<b>POSSIBLE LOCATION</b>
CHARCOAL / ARANG	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Toko Serba Ada / Convenience Stores</li><li>▪ Toko Prangkat Keras / Hardware Stores</li><li>▪ Pabrik Industri</li><li>▪ Restaurant</li><li>▪ Perumahan</li></ul>
LINSEED OIL –SOAKED RAGS/ Minyak Biji Rami. Biasa digunakan untuk bahan Cat dan Varnish	<ul style="list-style-type: none"><li>• Toko Kayu</li><li>• Gudang Kayu</li><li>• Tempat perbaikan Furniture</li><li>• Toko Bingkai Photo</li><li>• Perumahan commercial</li><li>• Daerah Konstruksi</li></ul>
HAY & MANURE / Jerami & Pupuk Kandang	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ladang, Toko pakan ternak, Tempat pemberian pakan</li></ul>



## SPONTANEOUS HEATING





## C. BATAS KEMAMPUAN API FLAMMABLE / EXPLOSIVE RANGE.

1. Untuk bisa terjadi nya penyalaan setelah bahan bakar terkonversi pada tingkat GAS atau UAP .
2. GAS / UAP HARUS TERCAMPUR dengan UDARA dalam RATIO YANG TEPAT.
3. Batas Konsentrasi campuran GAS / UAP Bahan bakar dan UDARA ( oxidizer ) ini di sebut “FLAMMABLE / EXPLOSIVE RANGE”.
4. **Penyalaan hanya membutuhkan 15% oksigen.**



Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



## **LOWER FLAMMABLE / EXPLOSION LIMIT -LFL/LEL.** **UPPER FLAMMABLE LIMIT / EXPLOSION LIMIT - UFL/UEL**

### **DAERAH BISA TERBAKAR DIBATASI OLEH :**

- **BATAS BISA TERBAKAR BAWAH (Lower Flammable/ Explosion Limit - LFL/ LEL).**  
Konsentrasi **MINIMUM UAP BAHAN BAKAR DAN UDARA** untuk terjadi nya penyalaan atau **BATAS BAWAH** dimana gas atau uap akan menyala.

**Dibawah batas** ini akan kekurangan jumlah **UAP BAHAN BAKAR** yang sesuai untuk terbakar. Atau disebut dengan istilah Too Lean To Burn ( Kurang nya jumlah UAP BAHAN BAKAR yg sesuai untuk terbakar / menyala ).

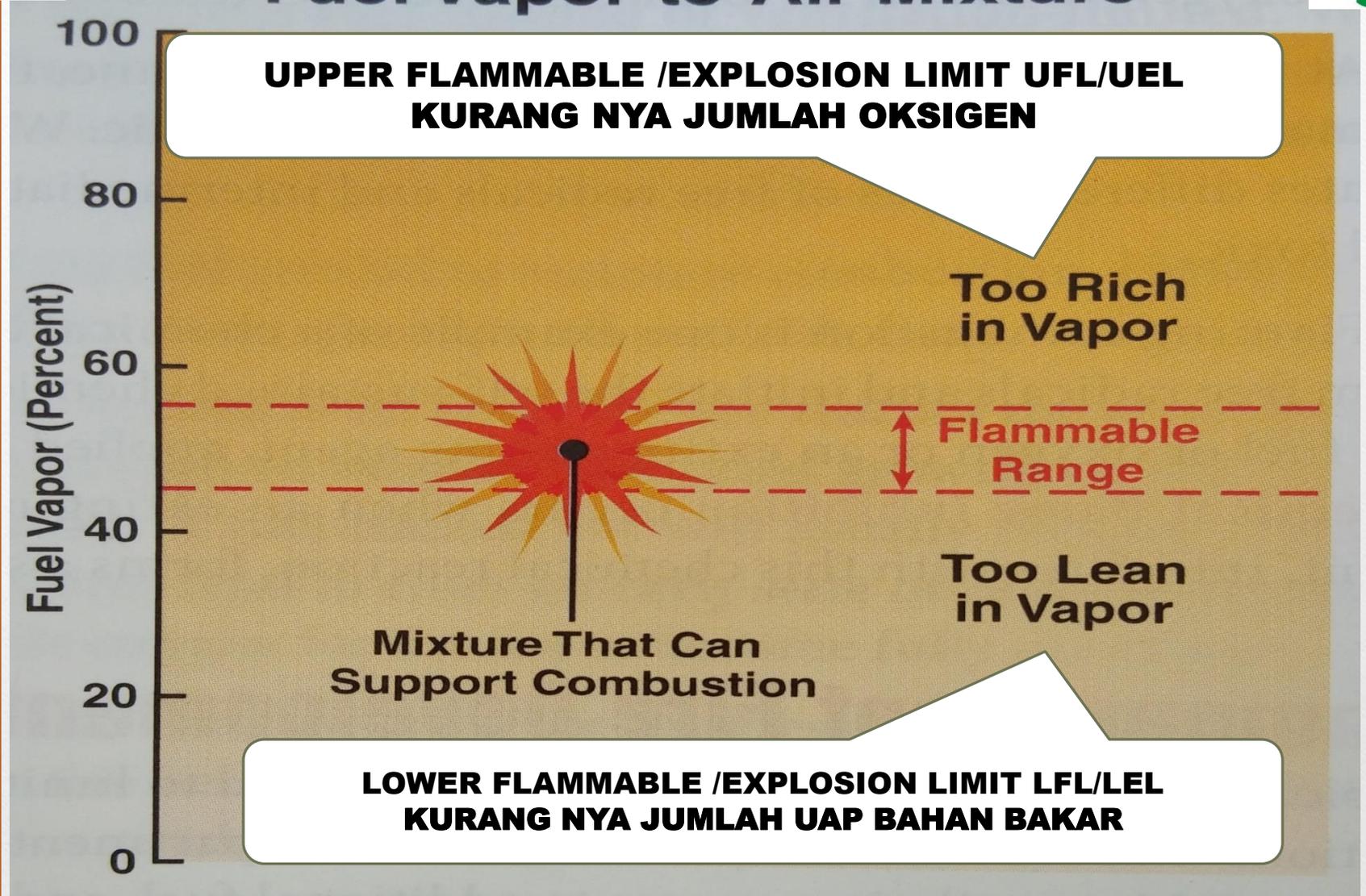
- **BATAS BISA TERBAKAR ATAS (Upper Flammable / Explosion Limit - UFL/ UEL).**

Konsentrasi **MAKSIMUM UAP BAHAN BAKAR DAN UDARA** untuk terjadi penyalaan atau **BATAS ATAS** gas atau uap akan menyala.

**Diatas batas** ini akan kekurangan jumlah **UDARA** yang sesuai untuk terbakar / menyala atau disebut Too Rich To Burn ( Kurangnya jumlah **OKSIGEN** yang sesuai untuk terbakar / menyala )



# Fuel Vapor-to-Air Mixture





- Setiap Zat mempunyai Batas Kemampuan **API ATAS** dan **API BAWAH** yang dapat ditentukan secara teoritis atau test laboratorium.
- Batasannya dinyatakan sebagai **presentase volume uap bahan bakar** yang dibutuhkan untuk pembakaran. Beberapa contoh diberikan pada table berikut

ZAT / Substance	FLAMMABLE RANGE ( % )	
	LEL( Lower Explosive Limit)	UEL ( Upper Explosive Limit )
Methane (Natural Gas )	5%	15%
Propane ( LPG)	2.1%	9.5%
Carbon Monoxide	12%	75%
Gasoline	1.4%	7.4%
Diesel	1.3%	6%
Ethanol	3.3%	19%
Methanol	6%	35.5%

Created By: Wawan Syafwanuddin 2021

**Source: Computer Aided Management of Emergency Operation (CAMEO)**



## FLASH POINT & FIRE POINT.

Sebelum Gas atau asap yg mudah terbakar dapat terbakar, zat tersebut harus **membentuk campuran** dengan oksigen atau beberapa zat oksidasi lainnya.

Campuran ini harus dalam perbandingan yang tepat antara **bahan bakar** dan **oksigen**. Apabila terlalu banyak bahan bakar dan oksigen kurang atau sebaliknya , maka pembakaran tidak dapat terjadi.

1. Flash point (titik nyala)
2. Fire point (titik API )

Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



## FLASH POINT/TITIK NYALA

- **SUHU MINIMUM** cairan mudah terbakar melepaskan **UAP** yang **CUKUP**, untuk membentuk **CAMPURAN** yang mudah terbakar dengan **UDARA** dekat permukaan cairan , saat terkena sumber panas , zat tersebut akan **MENYALA**, tetapi **TIDAK TERUS MENYALA**.
- Bila sumber **PANAS** ditarik maka **NYALA API** akan **PADAM**

CAIRAN MUDAH MENYALA ( Flammable )	TITIK NYALA ( Flash Point )	AUTOIGNITION TEMPERATUR
Bensin/Gasoline	(-45°F ) -43°C	(536°F) 280°C
Diesel	(125°F ) 52°C	(410°F) 210°C
Ethanol	(55°F ) 13°C	(689°F) 365°C
Methanol	(52°F ) 11°C	(867°F) 464°C

*Source: Computer Aided Management of Emergency Operation ( CAMEO)*



## **FIRE POINT / TITIK API**

**SUHU** bahan bakar cair memproduksi **UAP** yang cukup untuk mendukung **PENYALAAAN** ketika bahan bakar tersebut di **NYALAKAN**.

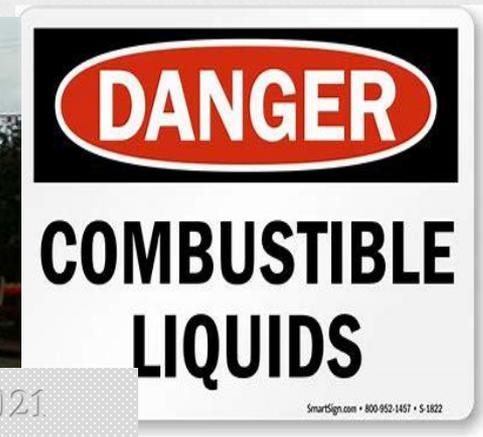
- Bila sumber panas ditarik maka **PERNYALAAAN** akan tetap berlanjut paling minim **5 detik**.
- Suhu Fire point sedikit lebih tinggi dari suhu Flash Point



## FLAMMABLE LIQUID vs COMBUSTIBLE RANGE LIQUID

*Work place Hazardous Material Information System ( WHMIS ) 1988*

1. Flammable & Combustible adalah cairan yang bisa terbakar
2. Flammable Liquid ( Cairan Mudah Terbakar ) :Cairan yang memiliki flash point ( titik nyala) dibawah **100<sup>0</sup> F / 37,8<sup>0</sup>C** dan tekanan UAP tidak melebihi **40 psi / 2,76 BAR**. Bisa menyala dan terbakar pada suhu normal.
3. Combustible Liquid adalah cairan yang memiliki flash point (titik nyala) **100<sup>0</sup> F / 37,8<sup>0</sup> C** atau diatas dan dibawah **200<sup>0</sup> F / 93,3<sup>0</sup>C** . Mampu menyala umumnya diatas suhu normal.



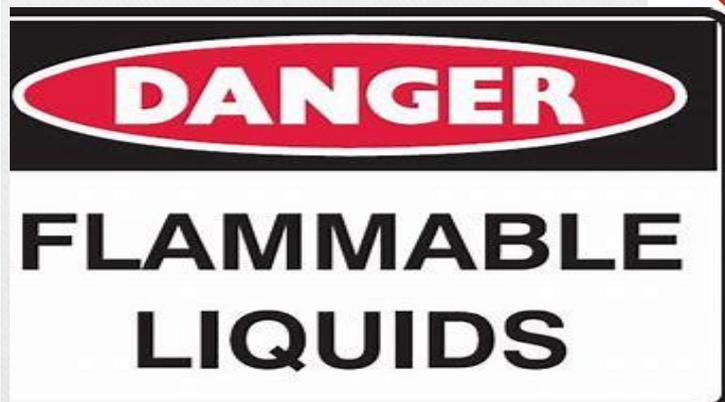
Created By: Wawan Syafwanuddin 2021

SmartSign.com • 800-952-1457 • 5-1822



1. Q : Apakah Bahan Bakar Solar ( Diesel ) termasuk Flammable Liquid ( Cairan Mudah Terbakar) .. ?

A: Solar tidak termasuk Flammable Liquid karena memiliki Flash Point ( Titik Nyala) diatas **100° F/ 37,8°C** . Bahan bakar Solar ( diesel ) masuk kategori **Combustible Liquid**. Karena memiliki **Flash Point 52 °C**



Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



# NFPA® 30, NFPA® 1, and IFC Flammable/Combustible Liquid Classification by Flashpoint

## Class of Liquid

### Class III B

▼ 200°F (93°C)

### Class III A

▼ 140°F (60°C)

### Class II

▼ 100°F (37.8°C)

### Class IC

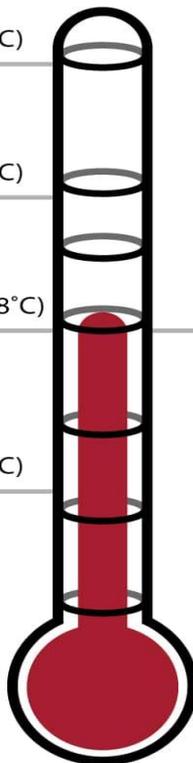
▼ 73°F (22°C)

### Class IB

Boiling Point at or above  
100°F (37.8°C)

### Class IA

Boiling Point less than  
100°F (37.8°C)



## Definition

▲  
**Combustible**

▲  
**Flammable**

▼  
**Flashpoint  
Temperature**



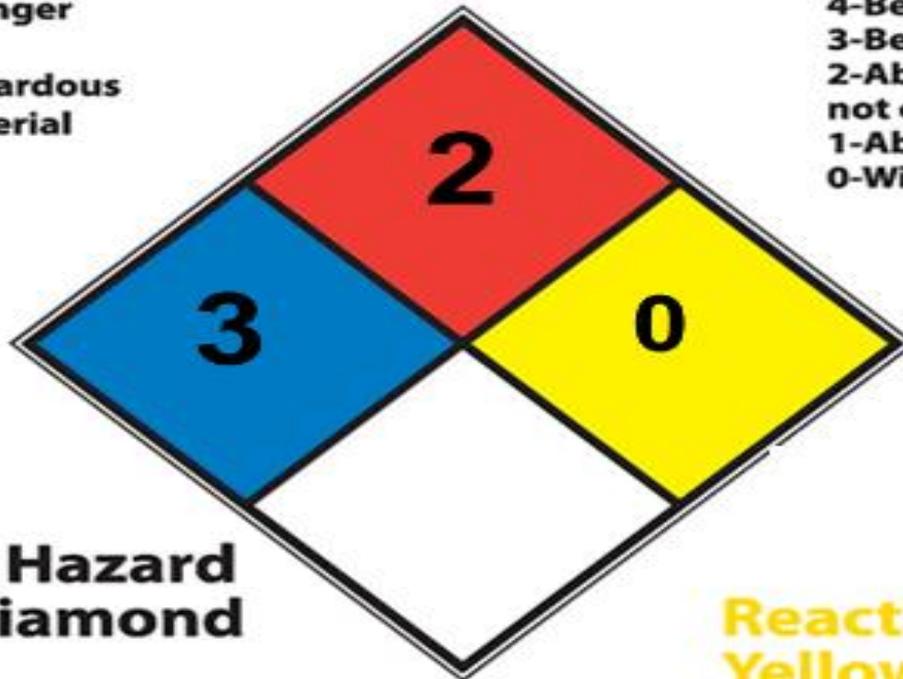


## Health Hazard Blue Diamond

- 4-Deadly
- 3-Extreme Danger
- 2-Hazardous
- 1-Slightly Hazardous
- 0-Normal Material

## Fire Hazard Red Diamond

- Flash Points
- 4-Below 73°F
  - 3-Below 100°F
  - 2-Above 100°F  
not exceeding 200°F
  - 1-Above 200°F
  - 0-Will not burn



## Specific Hazard White Diamond

- ACID - Acid
- ALK - Alkali
- COR - Corrosive
- OXY - Oxidizer
-  - Radioactive
-  - Use No Water

## Reactivity Yellow Diamond

- 4-May Detonate
- 3-Shock & Heat  
may detonate
- 2-Violent Chemical  
change
- 1-Unstable if heated
- 0-Stable



## **D. PERPINDAHAN PANAS ( Heat transfer )**

- Perpindahan panas dari satu titik atau obyek ke tempat lain adalah bagian dari pelajaran Thermodynamics.
- Perpindahan panas dari objek yang lebih panas ke objek yang lebih dingin . Objek yang memiliki suhu yang sama tidak akan memindahkan suhu yang sama.
- Material dengan Thermal Konduktivitas tinggi akan memindahkan panas lebih cepat dari material lainnya.

➤ Terdapat 3 ( tiga ) bentuk perpindahan Panas.

- 1. KONDUKSI ( CONDUCTION )**
- 2. KONVEKSI ( CONVECTION )**
- 3. RADIASI ( RADIATION )**

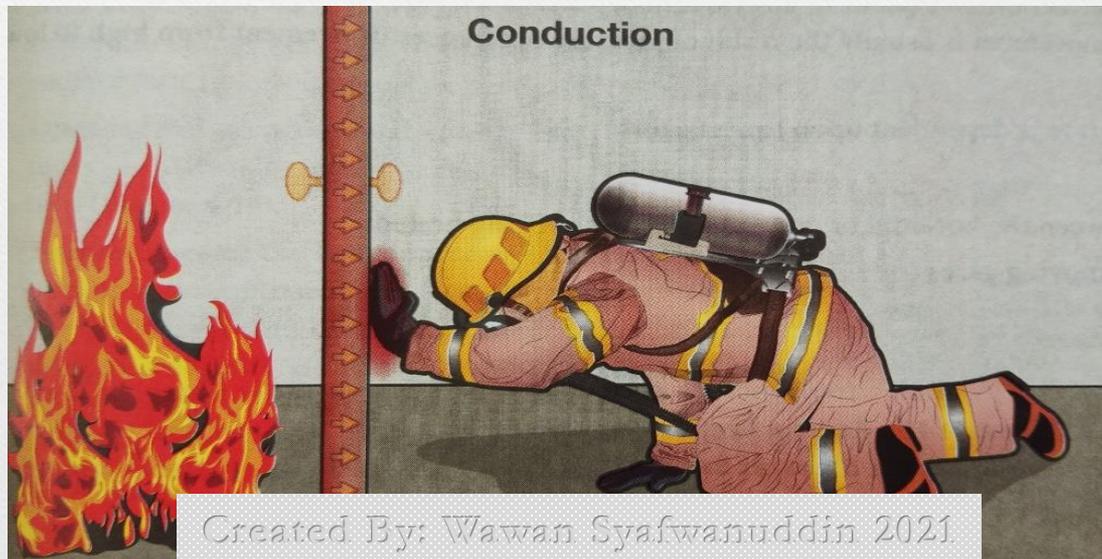


# 1. KONDUKSI ( Conduction)

Perpindahan /Perambatan panas atau api melalui benda **PADAT** yang mengalami pemanasan.

**Tiga Faktor pendukung terjadinya Konduksi:**

- ❖ Area yang terpapar Panas.
- ❖ Suhu pada sumber panas dan material yg terkena panas.
- ❖ Daya Konduksi panas dari material yang terkena panas.



Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



## THERMAL CONDUCTIVITY OF COMMON SUBSTANCES

ZAT /Substances	Temperature	Thermal Conductivity (W/mk) <i>Watt/meter kelvin</i>
Copper/tembaga	68°F ( 20°C)	386.00
Steel / Baja	68°F ( 20°C)	36.00 – 54.00
Concrete / beton	68°F ( 20°C)	0.8 – 1.28
Wood / Kayu	68°F ( 20°C)	0.13

### Catatan:

- Dari table diatas tampak Tembaga lebih konduktif sekitar 7 ( tujuh ) kali dari Baja.
- Demikian juga Baja lebih konduktif hampir 40x dari beton.
- Kayu jauh lebih rendah konduktif nya dari semua Zat diatas.

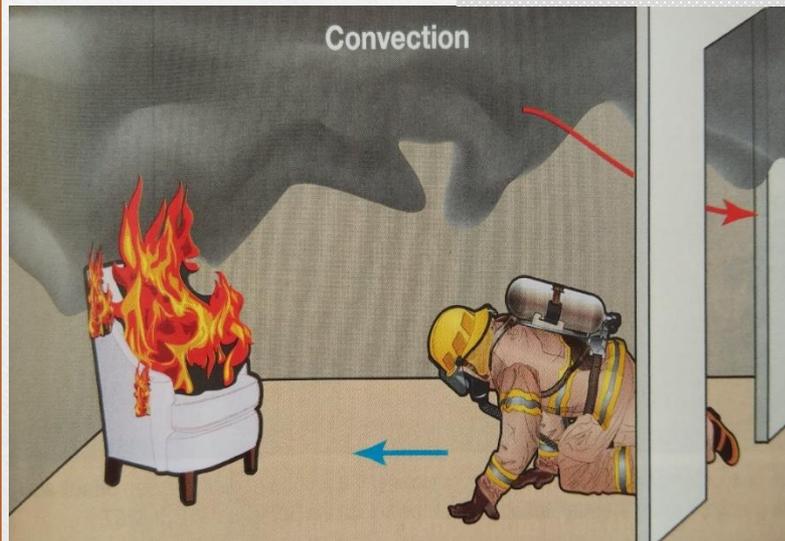
Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



## 2. KONVEKSI ( Convection )

- Penyebaran energy panas dengan cara sirkulasi atau perpindahan cairan dan gas . Dalam bentuk asap panas dan gas api.
- Menyebar dari ruangan panas ke ruangan yg dingin
- Menyebar dari sesuai tekanan udara dari tinggi ke rendah

Created By: Wawan Syafwanuddin 2021.





### 3. RADIASI ( Radiation )

- ▶ Perambatan Panas melalui gelombang electromagnetic tanpa perantara

**Faktor yang mempercepat radiasi adalah:**

Kondisi alamiah permukaan yg terpapar

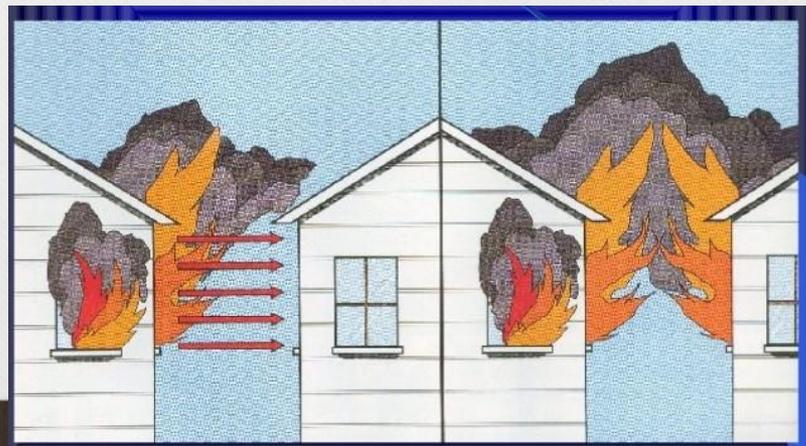
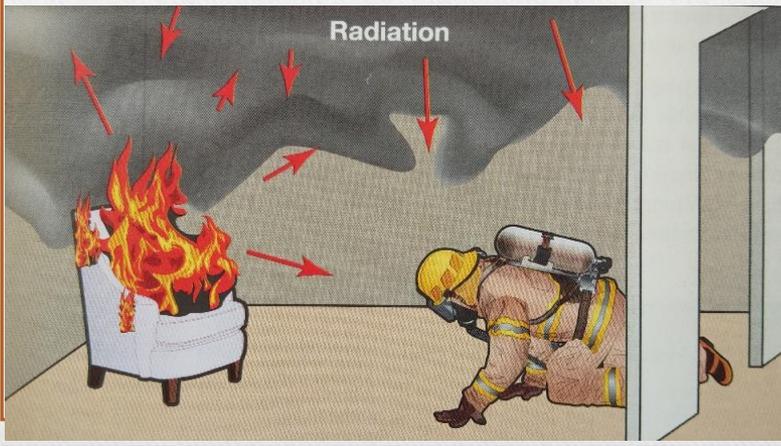
- ▶ Bahan berwarna gelap akan menyerap panas lebih cepat dari bahan warna cerah.

*Created By: Wawan Syafwanuddin 2021*

- ▶ Permukaan yang terpolish menimbulkan effect radiasi lebih cepat daripada permukaan yang kasar.

Jarak antara sumber panas dan sumber yang terpapar.

- ▶ Semakin jauh jarak nya akan mengurangi efek radiasi.





## RESPOND TEMPERATURE PADA OBJECT YANG TERPAPAR PANAS.

NO	SUHU	RESPONSE
1.	37°C	Suhu Normal untuk tubuh manusia pada umum nya
2.	44°C	Tubuh manusia yang terpapar mulai terasa sakit
3.	48°C	Kulit manusia sudah terkena Luka Bakar nampak merah
4.	55°C	Kulit manusia sudah terkena Luka Bakar nampak gelembung/ melepuh
5.	62°C	Fase Tubuh manusia yang terbakar menjadi terbakar penuh/ hitam rusak
6.	72°C	Kulit manusia akan segera Hancur / rusak
7.	100°C	Air mulai mendidih dan memproduksi uap
8.	300°C	Suhu lebih kurang mulai hangus nya baju pelindung modern
9.	600°C	Suhu kira-kira Flashover



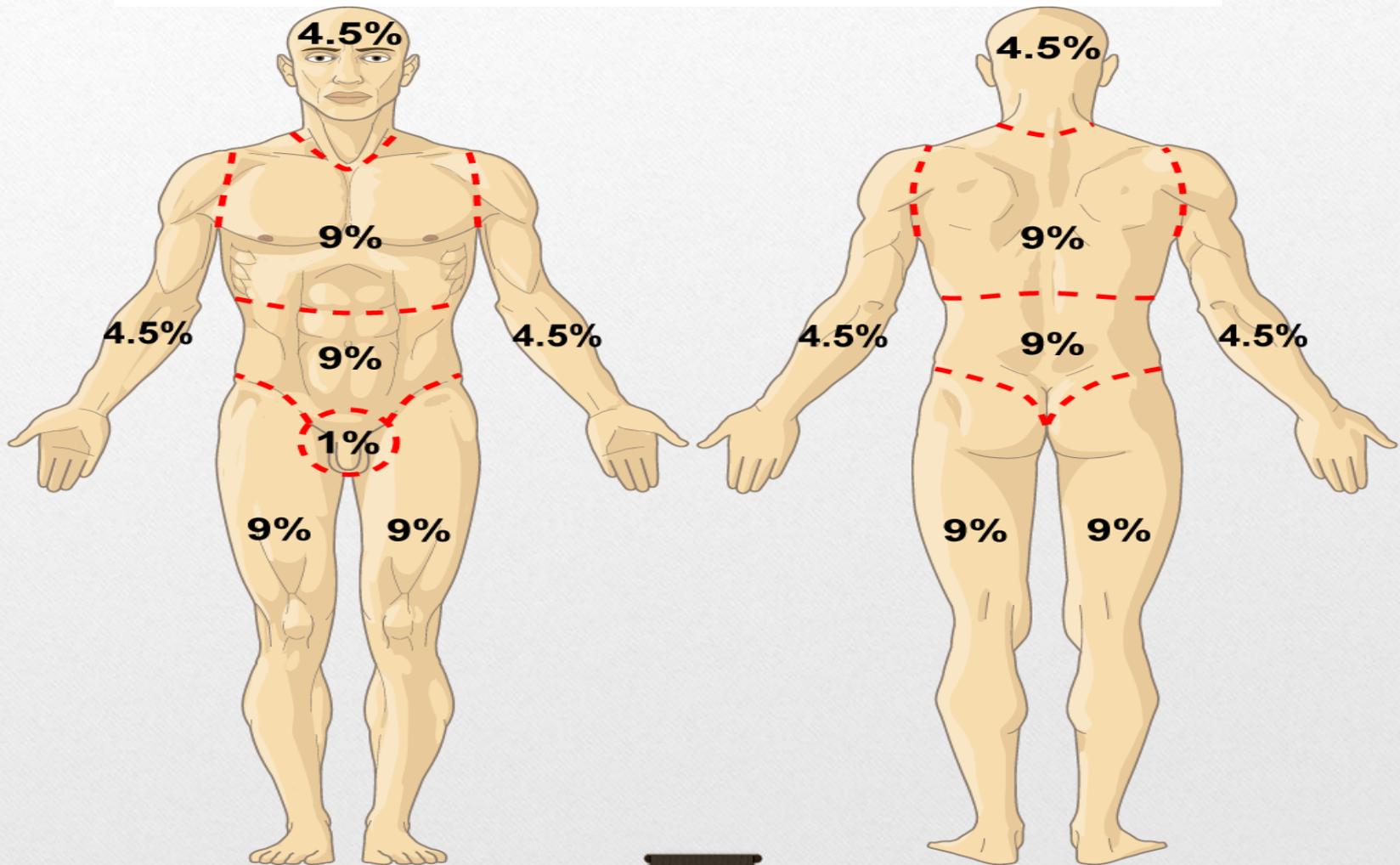
## TINGKAT LUKA BAKAR First-degree burn

- **DERAJAT 1** (Warna kulit kemerahan)
- **DERAJAT 2** (Kulit gelembung)
- **DERAJAT 3** (Kulit hancur)



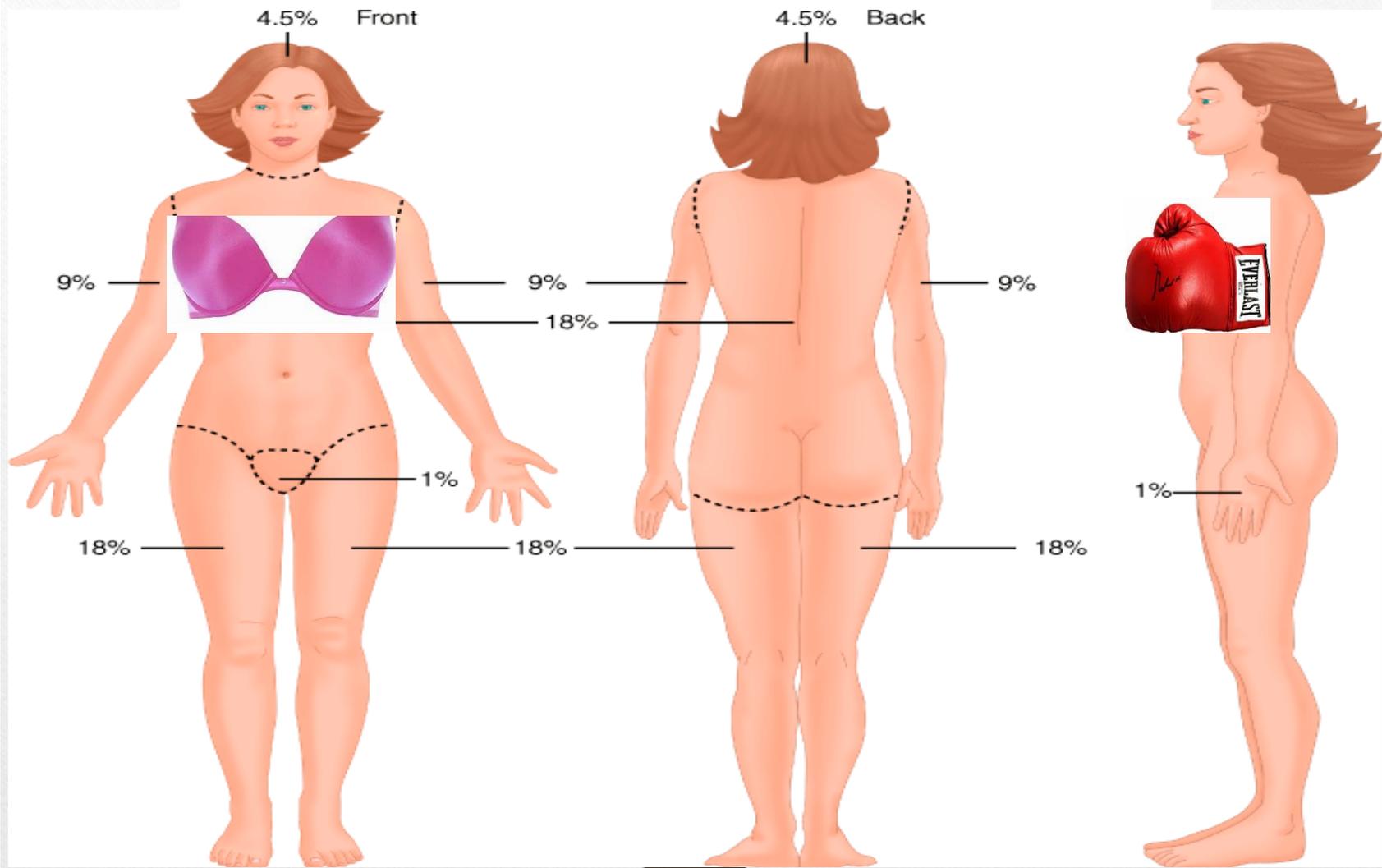


# LUAS LUKA BAKAR RULE OF NINE





# LUAS LUKA BAKAR RULE OF NINE





## **E. TAHAP KEBAKARAN / FIRE STAGE**

**Kebakaran berkembang melalui 4 ( empat ) tahap yaitu.**

- 1. Tahap Penyalaan ( Ignition Stage / Incipient Stage )**
- 2. Tahap Pertumbuhan ( Growth Stage )**
- 3. Tahap Kebakaran Penuh ( Full Developed Stage )**
- 4. Tahap Kebakaran Surut ( Decay Stage ).**

**Terdapat 3 ( tiga ) Faktor kunci yang mengontrol bagaimana Api berkembang.**

- 1. Jumlah Bahan Bakar**
- 2. Keberadaan Ventilasi**
- 3. Jumlah Panas**



## 1. Tahap penyalaaan/ Incipient /Ignition Stage

- Tahap ini dimulai dengan penyalaaan ketika unsur 3 element segitiga api dan reaksi raktai kimia terpenuhi dan proses kebakaran dimulai.
- Titik ini api nampak kecil dan terbatas pada bahan bakar yang menyala.
- Ketika pembakaran mulai, perkembangan penyalaaan tahap awal akan bertambah besar tergantung karakteristik dan konfigurasi bahan bakar yang terlibat dalam penyalaaan tersebut.
- Udara dalam ruangan tersebut mensuplai oksigen yang sesuai untuk melanjutkan perkembangan api.





## Tahap penyalaan/ Incipient /Ignition Stage:

- Radiasi panas menghangatkan bahan bakar yang berdekatan dan berlanjut ke proses Pyrolysis.
- Gas panas naik ke Plafon dan mulai menyebar dengan cara Horizontal . Aliran api seperti ini disebut Ceiling JET.



Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



## 2. Tahap pertumbuhan / Growth Stage:

Api mulai berkembang melalui bahan bakar dengan sedikit atau tanpa pengaruh dari ruangan. Udara yang ada masih cukup untuk mensuplai pembakaran.

Jika material yang terbakar masih cukup banyak maka pertumbuhan api masih terus berlangsung, sehingga temperature ruangan menjadi naik. Keadaan ini disebut api masih dikendalikan bahan bakar dan terlokalisir serta temperature ruangan yang masih relative dibawah 300°C.

Tahap ini adalah waktu yang terbaik untuk evakuasi penghuni . Api akan terus tumbuh hingga 500°C- 600°C.



Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



## **FAKTOR PERKEMBANGAN KEBAKARAN**

Ada beberapa factor yang mempengaruhi Perkembangan Kebakaran dalam kompartement.

1. Jenis Bahan Bakar yg terbakar.
2. Keberadaan dan lokasi bahan bakar tambahan
3. Luas Kompartemen dan tinggi plafon
4. Ventilasi ( Udara dalam & luar ruangan )
5. Sifat termal pada Kompartemen
6. Kondisi Suhu ( Kelembaban dan suhu dingin)
7. Jumlah Bahan Bakar ( furniture, structural components, dll)



### 3. Tahap Kebakaran penuh / Fully Developed Stage:

- Pada tahap ini panas yang dilepaskan adalah yang paling besar karena kebakaran terjadi di seluruh ruangan dan seluruh material dalam ruangan terbakar sehingga temperature menjadi sangat tinggi yaitu 1200°C.
- Perkembangan api sangat dipengaruhi oleh dimensi dan bentuk ruangan, terutama lebar bukaan karena udara dalam ruangan sendiri sudah tidak mampu mensuplai pembakaran sepenuhnya.
- Energi panas yang di timbulkan pada tahap ini mulai berakibat buruk pada struktur bangunan hingga bisa menyebabkan bangunan runtuh.





## 4. Tahap Kebakaran Surut / Decay Stage:

Pada tahap ini material sudah terbakar habis dan temperature ruangan berangsur turun. Ciri lain adalah menurun nya laju pembakaran.

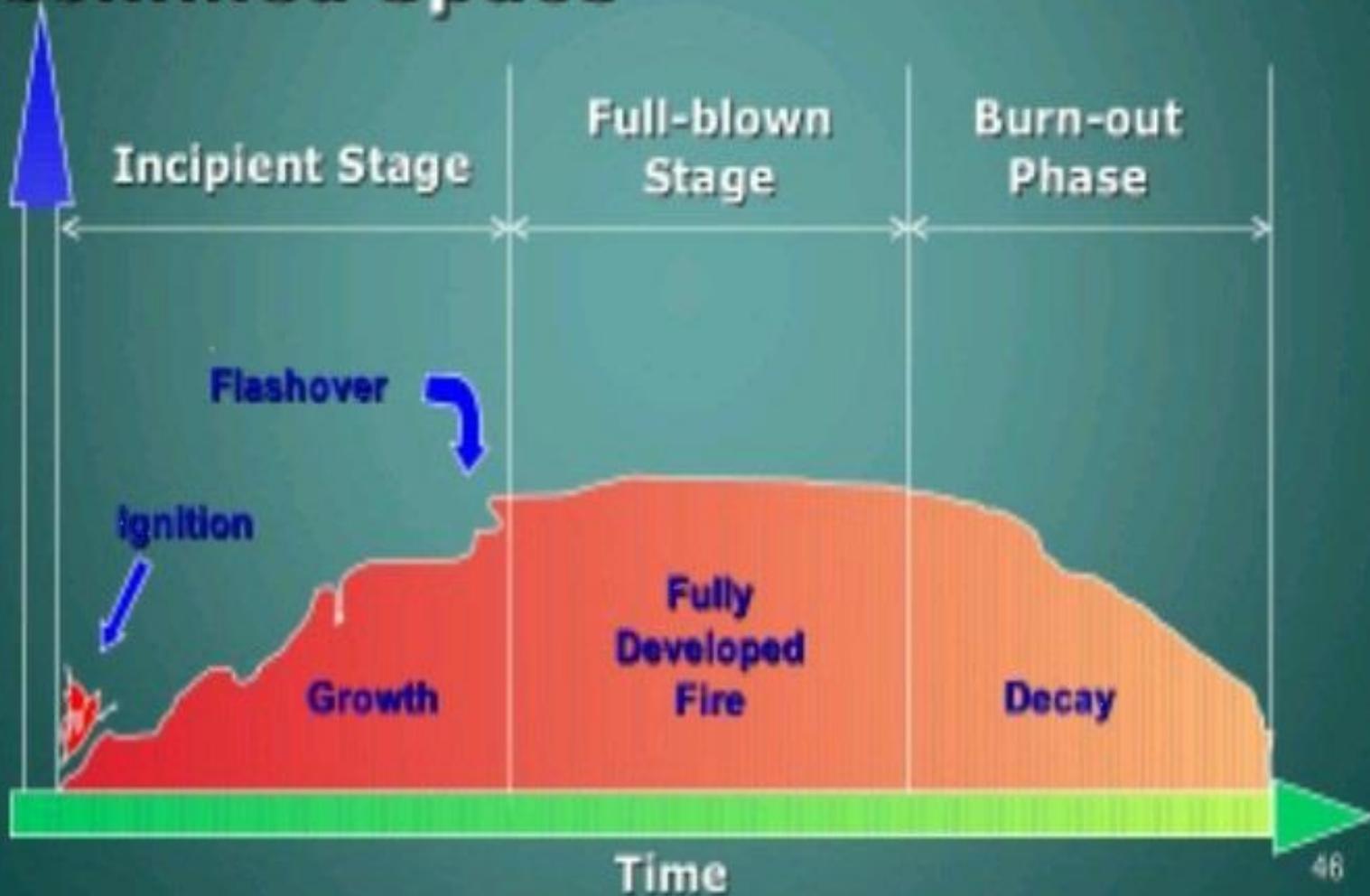
Note :

Runtuhan struktur bangunan harus di antisipasi . Bekas bangunan yg terbakar adalah ancaman bagi siapapun yang masuk.





# Confined Space





## F. RAPID FIRE DEVELOPMENT / PERKEMBANGAN CEPAT KEBAKARAN

Dalam beberapa tahun ini team Fire Fighter mempunyai 3 (tiga ) kata kunci untuk mendeskripsikan beberapa bentuk proses kebakaran pada perkembangan api cepat yaitu:

1. **Flash Over**
2. **Backdraft**
3. **Smoke explosion.**

**Rapid Fire Development** telah membunuh dan melukai banyak petugas damkar. Antara tahun 1990 sampai 2000 terdapat sekitar 50 petugas damkar terbunuh oleh proses Rapid Fire Development.

Untuk melindungi diri anda dan team .Anda harus mengenal indikasi-indikasi dari Rapid Fire Development.



Rapid Fire Development / perkembangan api cepat mengacu pada transisi kebakaran yang cepat dari TAHAP BERKEMBANG atau TAHAP SURUT saat keterbatasan Ventilasi , Tahap TERBAKAR PENUH. Diantara kejadian ini terdapat FLASHOVER dan BACKDRAFT.

Untuk melindungi diri anda dan team dari bahaya Rapid Fire Development , anda harus mampu untuk ;

- Mengetahui Indikator-indicator Rapid Fire Development
- Paham kondisi yang terjadi dari masing-masing situasi tersebut
- Menentukan tindakan terbaik sebelum hal tersebut terjadi.



# 1. FLASHOVER

Perubahan / Transisi cepat dari **Tahap perkembangan api** ke **Tahap terbakar penuh**.

Kondisi Flashover mungkin agak sulit diidentifikasi pada TKP kebakaran jadi Firefighter harus mempersiapkan diri atas kemungkinan terjadi Flashover.



Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



- Flashover typically terjadi pada **tahap perkembangan API** tapi juga bisa terjadi **tahap kebakaran penuh**.
- Situasi dalam ruangan yg terbakar akan berubah dari kondisi dua layer menjadi satu layer single yang telah tercampur dengan baik, tidak bisa ditahan meskipun dengan baju pemadam yg lengkap. Gas panas dari lantai dan plafon.



Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



## Terdapat 4 ( empat ) element umum dari Flashover:

1. Transisi pada Perkembangan Api – Transisi dari growth stage ke Fully Develop Stage.
2. Rapidity ( Kecepatan )- Walaupun bukan peristiwa yang instan,Flashover bisa terjadi dengan cepat ,bahkan dalam hitungan detik untuk memenuhi ruangan api dalam ruangan.
3. Kompartemen ( Compartment )- Harus ada ruang tertutup seperti kamar single .
4. Penyalan semua permukaan yang terbuka –Hampir semua yang mudah terbakar di ruang tertutup menjadi terbakar.



Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



- Angka keselamatan Firefighter yang terjebak dalam Flashover sangatlah rendah.
- Memang tidak ada angka pasti untuk suhu Flashover tapi typical nya suhu di plafon sekitar  $1.100^{\circ}\text{F}$  ( $593^{\circ}\text{C}$ ).

**Firefighter harus berhati-hati dengan indikasi Flashover berikut ini:**

- Indikasi Bangunan/ Building Indicators ( Konfigurasi dalam bangunan, Jumlah Bahan bakar, termal bangunan, dan Ventilasi)
- Indikator Asap /Smoke Indicators ( Jumlah nya meningkat dengan cepat, Turbulensi, Warna Gelap, dll,).
- Indikasi Panas/ Heat Indicators ( Suhu dalam ruangan berkembang cepat, Permukaan panas)
- Indikasi Nyala / Flame Indicators ( Nampak api dalam asap / gas panas terlihat di atas Plafon ).



## 2. BACKDRAFT

Ledakan kebakaran pada Gas yang panas dalam ruangan terjadi ketika mendapat asupan oksigen yang cukup .

Ruangan yang mempunyai konsentrasi gas mudah terbakar yang sangat tinggi namun kekurangan oksigen . Backdraft bisa terjadi ketika ada celah yang dibuka baik vertical/horizontal.

Sebelum membuka pintu , jendela,atap ataupun celah lain nya , kita harus mempertimbangkan indikasi-indikasi dari backdraft.

- **Building Indicators** - Api terbatas pada satu ruangan atau ruang kosong, ruangan tersebut mengeluarkan suhu yg sangat panas.



- **Smoke Indicators** – Asap Optik padat, berwarna terang atau hitam menjadi padat warna abu-abu kuning, memang asap bukan mutlak sebagai indicator .
- **Air Flow Indicators-** Kecepatan tinggi, Keluar asap turbulent/bergolak. Kadang muncul seperti denyut nadi /nafas.
- **Heat Indicators-** Panas Tinggi, asap membekas di jendela
- **Flame Indicators-** Sedikit nyala dan bahkan nyala tidak terlihat.

**Jangan berasumsi bahwa backdraft** akan selalu terjadi jika kita membuka suatu ruangan. **Jika panas**, products yang bisa terbakar dan udara bercampur dengan lambat maka kecil kemungkinan bisa terjadi backdraft



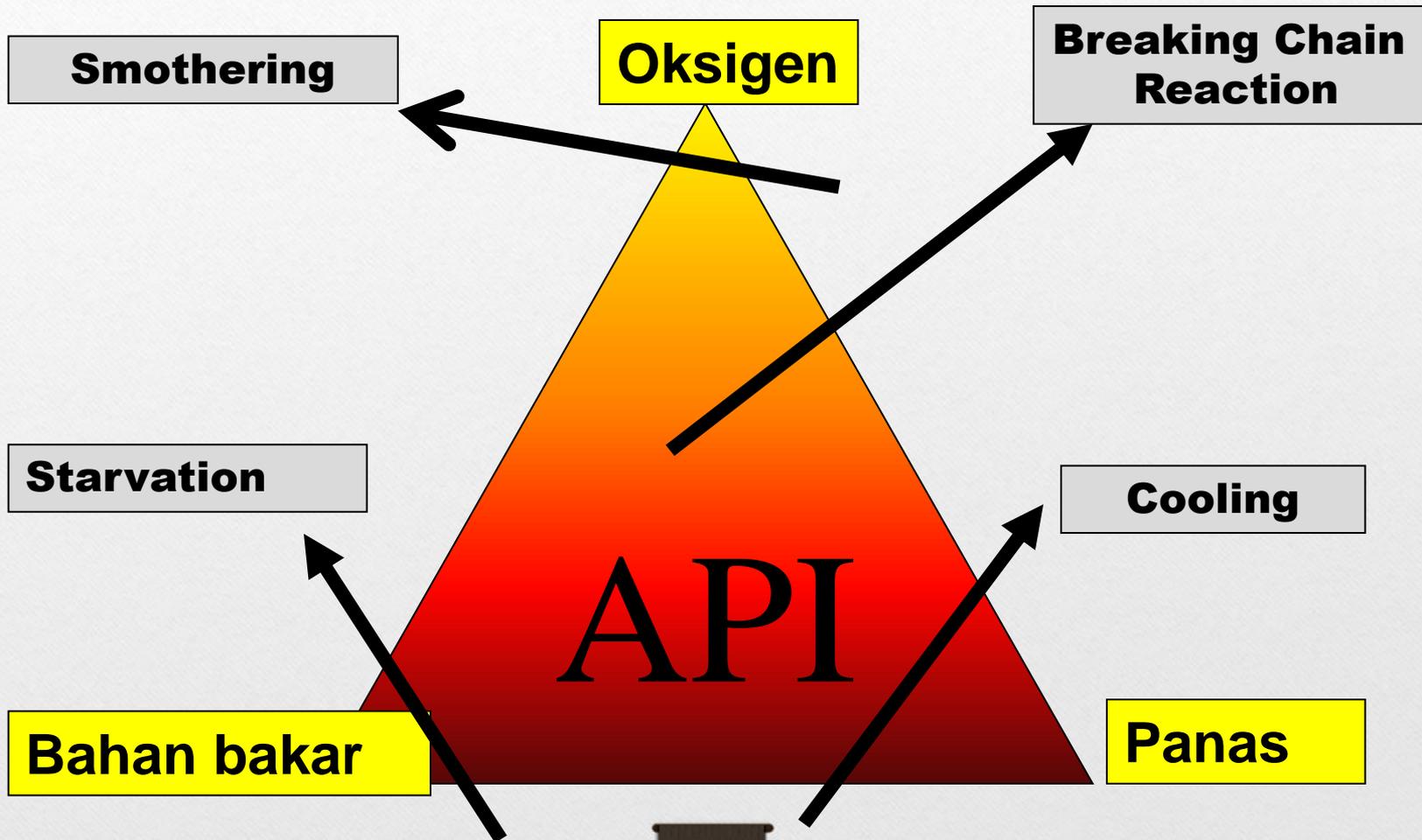
### **3. SMOKE EXPLOSION**

- Ledakan asap bisa terjadi sebelum atau sesudah Decay/ api surut. Terjadi pada bahan bakar gas yg belum terbakar ketika kontak dengan sumber penyalaan.
- Saat asap berpindah dari titik api ke area lain suhu masih belum panas dan terakumulasi dalam satu area dan bercampur dengan udara.
- Asap tersebut kemudian menjadi dalam suhu titik bakar kemudian kontak dengan titik penyalaan dan akan menghasilkan ledakan penyalaan yang cepat.



# G. PRINSIP / METODE PEMADAMAN API

Created By: Wawan Syafwanuddin 2021





# 1. METODE SMOTHERING (MENUTUP UNSUR OKSIGEN)

Metode ini salah satu prinsip pemadaman yang efektif untuk kebakaran kecil seperti kebakaran di alat masak dapur . Dan pemadaman api awal dengan APAR CO2.

- Memadamkan kebakaran dengan menutup unsur oksigen sebagai salah satu unsur yang menyebabkan kebakaran
- Pemadaman kebakaran kompor dengan menutup kompor yang terbakar dengan Fire Blanket .
- Pemadaman menggunakan FOAM untuk kebakaran besar





- Beberapa jenis kebakaran **TIDAK DAPAT** dengan mudah dipadamkan dengan smothering. Contohnya; beberapa kebakaran plastik (*cellulose nitrate*), logam (*titanium*) dan bahan bakar tertentu yang terbakarnya tidak tergantung pada adanya oksigen dari luar



Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



**Catatan:**

**Metode pemadaman ini termasuk teknik pemadaman yang offensive . Keselamatan orang yang memadamkan awal / Fire Fighter adalah prioritas utama. Pastikan beberapa point berikut:**

1. Pertimbangkan volume kebakaran / kondisi kebakaran sesuai dengan alat pemadam yang bisa memadamkan dengan metode smothering ( ukuran fire blanket, posisi kebakaran, ukuran / jenis APAR CO2 ,
2. Melindungi diri dengan fire blanket sebelum mendekati titik api adalah prioritas utama.
3. Pertimbangan kondisi oksigen yang akan berkurang yang berbahaya bagi pernafasan ketika menggunakan APAR CO2 dalam ruangan.
4. Pertimbangan metode penggunaan busa ( foam ) dalam kebakaran besar dengan memperhitungkan jenis busa, arah angin, teknik aplikasi busa, dll.

Pertimbangkan kesiapan sumber daya manusia (jumlah fire fighter, team work, team leader )



## **2.METODE COOLING (PENDINGINAN BAHAN BAKAR)**

Metode pemadaman kebakaran dengan cara pendinginan ( cooling ) bisa dilakukan dalam operasi pemadaman yang Defensive atau Offensive .

Metode ini sangat effective untuk pengendalian berikut ini:

- Penurunan suhu bahan bakar yang terbakar sehingga tidak mencapai suhu nyala ( Pyrolysis , Vaporation , Flash Point,Fire Point).
- Media Air yang digunakan pada metode Pendinginan ini mudah,murah di dapatkan disekitar.
- Tingkat penyerapan panas sangat tinggi dari media pemadam lain nya.



### Catatan:

**Keselamatan orang yang memadamkan awal / Fire Fighter adalah prioritas utama. Pastikan beberapa point berikut:**

1. Pertimbangkan volume kebakaran / kondisi kebakaran sesuai dengan alat pemadam yang bisa memadamkan dengan metode cooling.
2. Pertimbangkan Jenis Bahan Bakar yang terbakar, apakah mempunyai efek samping berbahaya ketika kontak dengan AIR( Arus Listrik, Bahan Kimia yg bereaksi dengan Air).
3. Pertimbangkan wadah atau media yang terbakar yang bisa bereaksi jika terkena Air. Contoh nya kebakaran Minyak pada tangki atau wadah terbuka lain nya yang mana ketika di semprotkan air maka akan terjadi BOIL OVER.
4. Pertimbangkan Kekuatan Tekanan pompa pemadam,Volume aliran air, jenis/ukuran selang & nozzle . Teknik pemadaman.
5. Pertimbangkan kesiapan sumber daya manusia ( jumlah fire fighter , kerjasama team, team Leader.



### **3.METODE STARVATION (MEMISAHKAN BAHAN BAKAR)**

Metode memisahkan atau memutus rantai bahan bakar sangat efektif , parktis dan berhasil dalam beberapa kasus kebakaran.

Metode pemisahan bahan bakar meliputi;

- Menutup Kran Supply Bahan Bakar Cair.
- Memompa atau menyedot keluar bahan bakar yang ada dalam tangka.
- Memindahkan Bahan Bakar yang belum terbakar.

#### **Catatan:**

Metode pemadaman ini termasuk Teknik pemadaman yang Offensive . Keselamatan Fire Fighter adalah prioritas utama. Pastikan beberapa point berikut:

1. Alat Pelindung Diri ( APD) Fire Fighter termasuk Alat Pelindung Pernafasan.
2. Pertimbangkan prilaku api dengan memperhatikan SUHU,ASAP,API,ARAH ANGIN.
3. Pertimbangkan Peralatan Fire Attack: Sumber Air, Tekanan Air, Jumlah Aliran Air,Ukuran / Jumlah Hose,Jenis Nozzle.
4. Jumlah Fire Fighter, Team Work, Team Leader.

Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



## **4. BREAKING CHEMICAL CHAIN REACTION (MENGHENTIKAN REAKSI RANTAI KIMIA )**

- Pemadaman akan bekerja dengan baik dengan cara membuat Batasan antara Komponen API( Bahan Bakar,Panas,Oksigen) hal tersebut akan menghindari terjadi Reaksi Rantai Kimia.
- Untuk mengganggu elemen-elemen membentuk Fire Tetrahedron dan memadamkan API ,anda harus melakukan satu atau lebih dari 4 hal dibawah ini:
  1. Pindahkan Sumber Bahan Bakar .
  2. Dingin kan dengan AIR.
  3. Hilangkan Unsur Oksigen dengan cara menutup.
  4. Hentikan reaksi kimia . Yang bisa melanjutkan penyalaan.

Halon dapat digunakan untuk memindahkan radikal bebas dan membuat Batasan pada inert gas pada serangan langsung pada reaksi rantai kimia yang membuat terjadinya api.



## **H. GENERAL TERMINOLOGY FIRE HAZARD (Istilah Umum Bahaya Kebakaran).**

Terdapat beberapa istilah bahaya kebakaran besar yang umum terjadi pada kebakaran-kebakaran besar antara lain.

- 1. BLEVE**
- 2. BOILING POINT**
- 3. BOIL OVER**

Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



## 1. BLEVE ( **B**oiling **L**iquid **E**xpanding **V**apor **E**xplotion).

- Ketika Cairan dalam Wadah/ bejana mulai mendidih, Tekanan Uap meningkat hingga melebihi kemampuan wadah/bejana untuk melepaskan tekanan uap yang berlebihan.
- Kegagalan serentak pada wadah / bejana bisa menyebabkan terjadinya BLEVE. Saat uap keluar dan mengembang dengan cepat, terbakar, ledakan API dan serpihan Wadah / Bejana akan tersebar ke segala arah.
- Bleve umumnya terjadi ketika nyala api kontak dengan Shell Tangki di atas permukaan cairan, atau tidak ada air yang cukup untuk mendinginkan Shell Tangki.

Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



## PRECAUTIONS AND SAFETY MEASURES WHEN FIGHTING FIRES INVOLVING PRESSURIZED , LIQUID FUEL TANK

***PERHATIAN : Waktu minimum, jarak, aliran air hanya perkiraan saja dan harus digunakan saat kondisi extreme !***

TANK SIZE	MINIMUM TIME TO TANK FAIRLURE	SAFE TANK DISTANCE	WATER FLOW NECESSARY FOR ATTACK
110 gallon / 400 L	4 minutes	300ft / 90 meters	50gpm / 190L/min
1.060 gallon/ 4.000 L	5 minutes	460ft / 140 meters	160gmp / 600L /min
11.100 gal / 40.000 L	7 minutes	1.000ft / 310 meters	510 gpm / 1.940 L/min

***Note : Data adapted from Transport Canada BLEVE-Safety Precautions.***

Created By: Wawan Syafwanuddin 2021



## **BOILING POINT**

**Titik didih dapat didefinisikan beberapa cara.**

1. Suhu cairan mulai mendidih.
2. Suhu dengan tekanan UAP yang sama atau melebihi daripada tekanan Atmosfir. Dengan kata lain temperature yang merubah cairan menjadi Gas.

Bahan-bahan yang mudah terbakar dengan titik didih rendah umumnya akan mengeluarkan bahaya-bahaya kebakaran khusus, karena mengeluarkan UAP yang lebih di udara.



## **BOIL OVER.**

**Salah satu peristiwa / kondisi kebakaran yang bisa terjadi ketika:**

- Terjadi kebakaran pada umumnya Tangki minyak yang terbuka pada bagian atas.
- Pemadaman menggunakan air ,yang dengan cepat akan tenggelam ke dasar tangki karena air memiliki kepadatan yang tinggi, dan memiliki efek pemadaman api yang sedikit pada permukaan minyak.
- Dalam beberapa saat ,air yang berada di dasar tangki akan menguap dengan cepat menjadi uap air. Hal ini akan menyebabkan perkembangan lebih 1700 kali dalam volume.
- Perkembangan uap air yang cepat akan menyebabkan minyak meluap keluar tangki. Menjadikan nyala API yang besar dan tidak terkontrol.

*Created By: Wawan Syafwanuddin 2021*