



**JABATAN BOMBA DAN PENYELAMAT MALAYSIA**

---

**GARIS PANDUAN KESELAMATAN KEBAKARAN  
BAGI PEMASANGAN SISTEM SOLAR FOTOVOLTAIK DI ATAS  
BUMBUNG**

---



## ISI KANDUNGAN

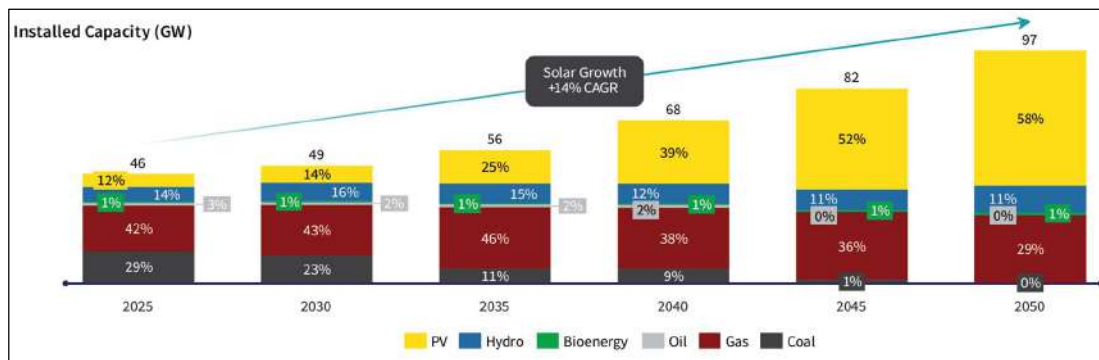
1	PENGENALAN .....	2
2	TUJUAN .....	3
3	SKOP KAWALAN .....	3
4	TAFSIRAN .....	3
5	JENIS SISTEM FV .....	5
6	PUNCA KEBAKARAN SISTEM FV .....	6
7	RISIKO KEBAKARAN BERKAITAN DENGAN SISTEM FV DI ATAS BUMBUNG .....	7
8	KEPERLUAN KESELAMATAN KEBAKARAN .....	8
8.1	Binaan Bumbung.....	8
8.2	Binaan Panel Fotovoltaik .....	9
8.3	Suis Pengasing Arus Ulang Alik (AC).....	9
8.4	Suis Penutup Kecemasan Arus Terus (DC) .....	10
8.5	Sistem Perlindungan Kebakaran Di Panel FV .....	10
8.6	Kabel.....	11
8.7	Penyongsang .....	12
8.8	Perlindungan Kilat .....	12
8.9	Bateri.....	13
8.10	Akses, Laluan Dan Pengudaraan Asap .....	13
8.10.1	Umum.....	13
8.10.2	Kediaman Kecil.....	13
8.10.3	Bangunan Selain Daripada Kediaman Kecil.....	16
9	PENGENDALIAN DAN PENYELENGGARAAN .....	23
10	TARIKH BERKUATKUASA.....	24
11	PENUTUP .....	24
12	RUJUKAN .....	25



# 1 PENGENALAN

Sistem FV solar (fotovoltaik) ialah teknologi kritikal yang digunakan untuk memanfaatkan cahaya matahari dan menukarnya kepada elektrik. Apabila penggunaan sistem FV semakin berkembang, peranan Jabatan Bomba & Penyelamat Malaysia menjadi semakin penting untuk memahami pertimbangan dan prosedur keselamatan unik yang berkaitan dengan pemasangan ini. Panduan ini bertujuan untuk menyediakan garis panduan yang komprehensif dan amalan terbaik apabila berurusan dengan sistem FV untuk memastikan keselamatan pegawai bomba, penghuni serta perlindungan harta benda semasa kecemasan kebakaran dan operasi rutin.

Kerajaan Malaysia melalui Pelan Hala Tuju Peralihan Tenaga Nasional (NETR) menyatakan matlamat untuk mencapai bahagian kapasiti terpasang Tenaga Diperbaharui (RE) sebanyak 70% menjelang 2050, kebanyakannya didorong oleh pemasangan FV solar. Pertumbuhan kapasiti solar yang ketara diperlukan dalam tiga dekad akan datang, dengan kapasiti terpasang 59 GW menjelang 2050 (Lihat rajah 1 di bawah).



*Rajah 1: Unjuran campuran kapasiti terpasang sistem kuasa 2050-  
Sumber: National Energy Transition Roadmap, Energising the Nation,  
Powering Our Future m/s 33*

Memandangkan kuasa suria semakin disepadukan ke dalam infrastruktur di Malaysia, bangunan yang dilengkapi dengan sistem fotovoltaik solar (FV) memberikan cabaran baharu kepada Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia (JBPM) dan protokol keselamatan kebakaran. Walaupun sistem fotovoltaik ini menawarkan banyak



kebaikan kepada alam sekitar dan ekonomi, sistem ini juga memerlukan pertimbangan yang unik untuk operasi pemadaman kebakaran, daripada sudut bahaya elektrik dan juga kebimbangan integriti struktur.

## 2 TUJUAN

Garis Panduan ini bertujuan untuk dijadikan rujukan rekabentuk keselamatan kebakaran bagi tujuan pemasangan solar fotovoltaik di atas bumbung.

## 3 SKOP KAWALAN

Garis Panduan ini disediakan untuk kawalan rekabentuk keselamatan kebakaran bagi pemasangan solar fotovoltaik di bangunan sahaja dan tidak melibatkan ladang solar seperti pemasangan di atas tanah mahupun di atas air.

## 4 TAFSIRAN

### **a) Kediaman Kecil**

Rumah tempat tinggal persendirian yang berasingan atau berkembar atau teres. (rujuk jadual kelima, UUKBS 1984 pindaan 2021)

### **b) DC pengoptimum kuasa (power optimiser)**

Tahap modul penukar DC-DC dengan penjejak titik kuasa maksimum. Peranannya adalah untuk mengekstrak kuasa DC yang optimum daripada modul FV



**c) Penyongsang (Inverter)**

Sistem yang menukarkan kuasa elektrik yang dihantar oleh tatasusunan FV kepada frekuensi dan/atau voltan yang sesuai untuk dihantar ke beban, dan/atau disuntik ke dalam grid elektrik.

**d) Penyongsang Mikro (Micro Inverter)**

Penyongsang dipasang di belakang atau terletak sangat hampir dengan modul FV. Peranannya adalah untuk menukar elektrik DC yang dihasilkan oleh FV tunggal atau oleh gabungan beberapa modul FV berkapasiti kecil ke dalam elektrik AC yang sesuai.

**e) Tatasusunan Fotovoltaik**

Pemasangan modul FV bersepadu secara elektik, dan komponen lain yang diperlukan, untuk membentuk unit bekalan kuasa DC. Tatasusunan FV mungkin terdiri daripada rentetan FV tunggal, atau beberapa sambungan rentetan selari, atau beberapa sub-tatasusunan FV bersambung selari dan komponen elektrik yang berkaitan dengannya. Sempadan tatasusunan FV ialah sambungan kabel tatasusunan FV kepada sekeping peralatan yang membentuk sebahagian daripada penyongsang dan yang didedikasikan untuk tatasusunan FV tertentu itu. Dua atau lebih tatasusunan FV, yang tidak bersambung selari pada bahagian penjanaan penyongsang, hendaklah dianggap sebagai tatasusunan FV bebas.

**f) Modul FV**

Pemasangan beberapa sel FV disambungkan secara elektrik untuk membentuk peranti penukaran fotovoltaik yang lebih besar, dan yang ditutup bersama untuk melindunginya daripada persekitaran. Sebuah modul FV ialah peranti penukaran fotovoltaik terkecil sedia untuk digunakan.



**g) Rentetan fotovoltaik (PV String)**

Litar yang dibentuk oleh satu atau lebih modul FV sambungan siri. Sambungan siri modul FV untuk membentuk rentetan FV bertujuan untuk menyediakan voltan litar yang diperlukan.

**h) Sistem Fovovoltaik**

Pemasangan bersepadu elektrik bagi tatasusunan FV, penyongsang (unit pengkondisian kuasa) dan lain-lain komponen yang diperlukan untuk membentuk unti penjanaan kuasa.

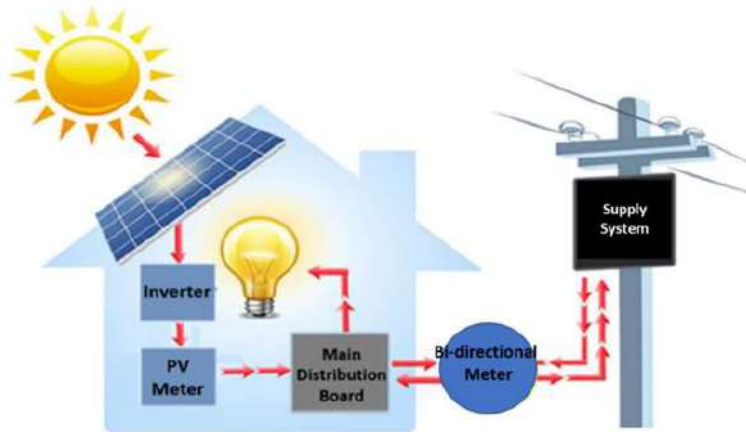
## 5 JENIS SISTEM FV

Sistem FV boleh dikategorikan kepada dua jenis:

1. Grid tidak bersambung; and
2. Grid bersambung

Secara amnya, sistem FV terdiri daripada panel FV dan komponen mekanikal dan elektrik lain, contohnya, kabel FV, penyongsang DC/AC, penyambung dan pengasing. Walau bagaimanapun, perbezaan utama antara sistem FV grid tidak bersambung dan sistem FV grid bersambung ialah sistem FV grid tidak bersambung mempunyai komponen tambahan, iaitu bank bateri dan pengawal cas.

Dalam sistem grid tidak bersambung, panel solar akan menukar tenaga matahari dan menyimpan tenaga untuk digunakan pada waktu malam atau pada hari mendung apabila intensiti cahaya matahari adalah rendah. Berbeza dengan sistem FV grid bersambung, grid utama akan membekalkan elektrik kepada isi rumah semasa hari mendung dan pada waktu malam (Lihat rajah 2 di bawah).



Rajah 2 : Sambungan pemasangan PV solar ke pemasangan elektrik pengguna -  
Sumber: Suruhanjaya Tenaga Guidelines for Solar Photovoltaic Installation Under  
Net Offset Virtual Aggregations (NOVA) Programme for Peninsular Malaysia m/s

11

## 6 PUNCA KEBAKARAN SISTEM FV

Sorotan literatur menunjukkan sistem FV ialah teknologi yang selamat dan boleh dipercayai. Hasil daripada kajian terhadap sistem solar fotovoltaik atas bumbung yang dijalankan di Jerman menyimpulkan bahawa kegagalan sistem FV adalah terhad dan kebanyakannya berkaitan dengan peralatan FV itu sendiri.

Punca kebakaran utama yang biasa dilaporkan dalam sistem dalaman FV ialah:

- i) Penyambung FV terbakar (Penyumbang utama)
- ii) Kerosakan arka DC dan terlalu panas disebabkan oleh ralat atau pemasangan mekanikal yang lemah
- iii) Kerosakan arka DC dan terlalu panas disebabkan oleh kualiti komponen FV yang rendah
- iv) Kerosakan arka DC dan terlalu panas akibat penuaan atau kemerosotan komponen FV yang membawa kepada penyalaan spontan.
- v) Pemanasan setempat yang melampau akibat titik panas.



- vi) Komponen sistem yang rosak atau kegagalan produk yang membawa kepada pemanasan setempat yang melampau.

Berbanding dengan arka AC, arka DC adalah lebih berbahaya kerana voltan terus kekal sebaik sahaja arka wujud. Statistik yang direkodkan di Amerika Syarikat, Jerman dan Itali menunjukkan bahawa sejumlah besar kejadian kerosakan arka DC dalam sistem FV telah menyebabkan kebakaran dan kerosakan yang signifikan. Apabila panel solar terbakar, ia bukan sahaja mengakibatkan pengurangan penjanaan kuasa tetapi juga pelepasan gas toksik (cth., HF dan HCl), kerosakan harta benda, kecederaan dan juga kematian.

Menurut siasatan yang dijalankan oleh Pusat Suria Nasional *British Research Establishment* (BRE) pada 2018, 13 daripada 80 kejadian kebakaran FV yang dilaporkan mengakibatkan 3 kematian dan 10 kecederaan/ trauma psikologi). Oleh itu, adalah disyorkan bahawa kecekapan dan kebolehpercayaan reka bentuk sistem FV perlu dikaji dengan mengambil kira aspek keselamatan kebakaran juga.

## 7 RISIKO KEBAKARAN BERKAITAN DENGAN SISTEM FV DI ATAS BUMBUNG

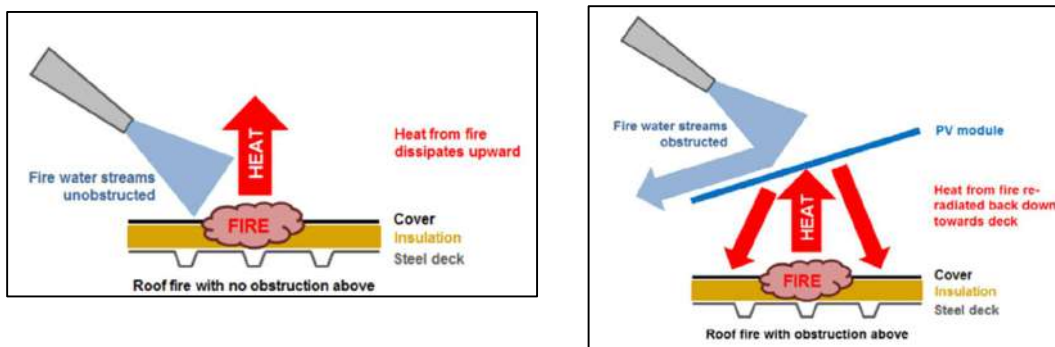
Sistem FV ialah teknologi yang sedang berkembang. Pemasangan sistem FV ini perlu mengambil kira terutamanya daripada aspek kebakaran.. Pada masa ini, tiada garis panduan keselamatan kebakaran khusus untuk pemasangan sistem FV atas bumbung di Malaysia.

Kebakaran adalah kebimbangan utama dengan sistem FV di atas bumbung. Berdasarkan sorotan literatur, bahaya dan risiko kebakaran adalah seperti berikut:

- a) Underwriters' laboratory (2009) mendedahkan bahawa kehadiran modul FV di atas penutup bumbung boleh meningkatkan kadar penyebaran nyalaan penutup bumbung.



- b) Banyak modul FV yang diklasifikasikan sebagai tidak mudah terbakar di bawah UL 1703 (Standard for Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels) dan BS 476 mempunyai komponen tertentu yang akan menyumbang kepada kebakaran dalam keadaan tertentu.
- c) Kebakaran panel solar boleh merebak ke penutup bumbung yang mudah terbakar, penebat dan serpihan di bawah panel.
- d) Sistem elektrik FV seperti litar pendawaian kotak penggabung, penyongsang dan peralatan kawalan terdedah kepada kegagalan elektrik.
- e) Panel FV boleh mengeluarkan api yang lebih kuat dan besar.
- f) Memadam api di atas bumbung adalah sukar terutamanya di bangunan tinggi (lihat Rajah 3)



*Rajah 3 : Rajah di atas menunjukkan bahawa modul FV boleh menghalang pancuran air ke arah api dan juga menyebabkan radiasi bahang api balik ke arah bawah*

## 8 KEPERLUAN KESELAMATAN KEBAKARAN

Keperluan keselamatan kebakaran bagi sistem FV atas bumbung perlu mengambil kira komponen-komponen berikut.

### 8.1 Binaan Bumbung

Antara keperluan keselamatan kebakaran bagi binaan bumbung yang dipasang sistem solar fotovoltaik adalah seperti berikut:



- a) Sebarang pemasangan atas bumbung mestilah menggunakan bahan penutup bumbung (roof covering) yang diuji dengan PB 476: Bahagian 3 berdasarkan UUK 208 UKBS 1984 pindaan 2021.
- b) Lapisan antara penutup bumbung (Roof Covering) dan penebat bumbung (sekiranya ada) mestilah tidak mudah terbakar untuk meminimumkan kemerebakan api (lihat Rajah 4).



*Rajah 4 : Gambaran lapisan penutup bumbung dan penebat bumbung yang tidak mudah terbakar*

- c) Pemasangan bahan tidak mudah terbakar seperti papan gips, kaca gentian atau penebat kapas mineral (mineral wool insulation) di antara penebat penutup bumbung amatlah digalakkan untuk mengurangkan kemungkinan berlaku kebakaran.

## 8.2 Binaan Panel Fotovoltaik

Panel FV hendaklah diuji mengikut piawaian IEC 61730-2 atau BS 476 atau ASTM E108 atau UL1703 atau piawaian yang setara dengannya.

## 8.3 Suis Pengasing Arus Ulang Alik (AC)

Suis pengasing AC hendaklah dipasang di pusat kawalan kebakaran atau mana-mana lokasi yang mudah diakses.

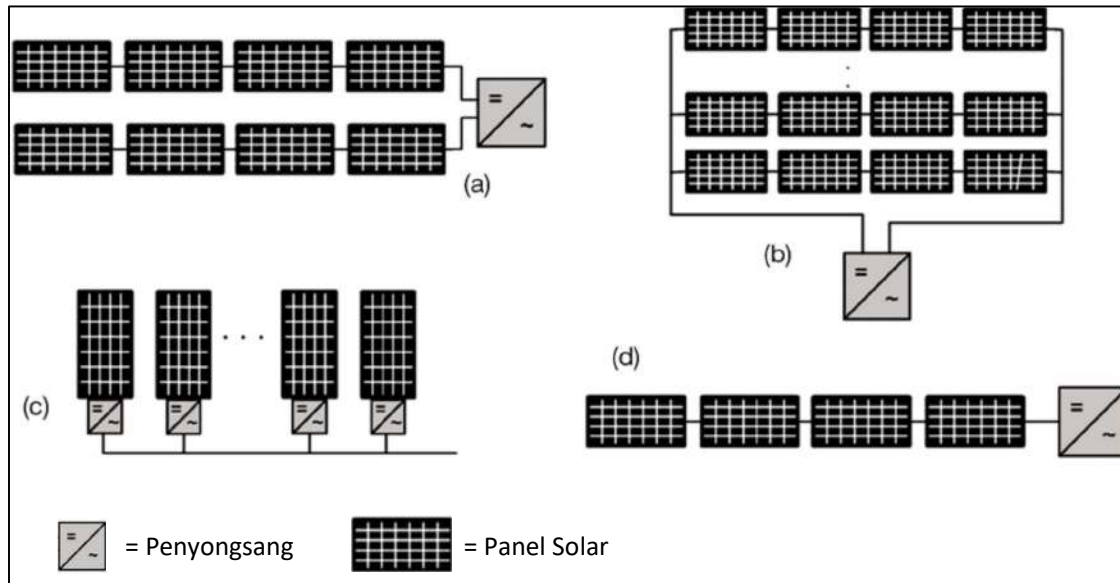


#### 8.4 Suis Penutup Kecemasan Arus Terus (DC)

- a) Suis penutup kecemasan DC bagi sistem fotovoltaik antara modul FV dan penyongsang hendaklah dipasang. Ini membolehkan arus DC dapat ditutup sekiranya berlaku kebakaran kepada penyongsang atau kabel arus DC.
  
- b) Suis penutup kecemasan DC tambahan (sama ada dilengkapi dalam peralatan penukaran kuasa atau dipasang secara luaran) yang mampu menurunkan voltan sistem ke bawah 80V hendaklah dipasang untuk menghalang berlakunya kebakaran yang bertindak secara automatik dan menyahtenagakan conduit DC utama dengan arus dan voltan hidup. Suis hendaklah boleh dikawal dari jauh.

#### 8.5 Sistem Perlindungan Kebakaran Di Panel FV

Penyongsang mikro (micro inverter) / pengoptimum kuasa (power optimiser) / bentuk peranti atau sistem perlindungan lain pada modul FV, rentetan (string), aras tatasusunan (array level) hendaklah dipasang untuk mengurangkan risiko kebakaran di panel (lihat Rajah 5).



Rajah 5 : Konfigurasi penyambung fotovoltaik yang berbeza; (a) Penyongsang berbilang rentetan, (b) Penyongsang berpusat, (c) Penyongsang mikro, (d) Penyongsang rentetan (Pemodelan dan Pengujian Sistem Penukaran Tenaga Suria-ke-Elektrik dalam grid)

## 8.6 Kabel

- Pemasangan kabel perlu mematuhi MS 1837 untuk sistem FV grid bersambung dan MS IEC 62257 untuk grid tidak bersambung.
- Kabel hendaklah dipasang di dalam dulang kabel (cable tray) tidak mudah terbakar/ *trunking* atau konduit logam. MS 1936 hendaklah dirujuk untuk bangunan bukan domestik manakala MS 1979 untuk bangunan domestik.
- Kabel tidak boleh diletakkan terus di atas bumbung yang bersentuhan dengan mana-mana membrane bumbung yang mudah terbakar.
- Pemasangan kabel digalakkan di bahagian luar bangunan.
- Pemasangan kabel hendaklah jauh daripada binaan bumbung plastik dan juga jendela langit (skylight). Jika kabel perlu berada berdekatan dengan jendela langit (skylight), ianya hendaklah dipasang dalam jarak 600mm (2 kaki).
- Kabel FV hendaklah mematuhi piawaian berikut:



- Kalis api mengikut IEC 60332-1-2 (kabel tunggal) dan IEC 60332-3 (Gabungan kabel)
  - Ketumpatan asap mengikut IEC 61034
- g) Elakkan kabel bersentuhan dengan tepi atau mata yang tajam (konkrit kasar atau tepi logam).

## 8.7 Penyongsang

- a) Gunakan penyongsang yang diuji dan disenaraikan kepada piawaian elektrik yang berkaitan (cth., EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2, UL 1741, atau ANSI/UL 62109-1)
- b) Penyongsang hendaklah mudah diakses dan dilindungi daripada keadaan cuaca yang teruk. Pemasangannya hendaklah di lokasi yang terlindungi daripada bahaya kebakaran. Sediakan sistem perlindungan kebakaran (Pengesan Asap dan alat pemadam api) yang mencukupi di lokasi tersebut.
- c) Penyongsang tidak boleh dipasang terus pada dinding mudah terbakar, seperti panel kayu atau panel sandwich (sandwich panel) mudah terbakar.
- d) Lokasi penyongsang adalah digalakkan untuk diletakkan di dalam bilik yang mempunyai pengudaraan mekanikal atau semulajadi, atau di luar bangunan dengan bumbung.

## 8.8 Perlindungan Kilat

- a) Menyediakan sistem perlindungan kilat yang mencukupi mengikut cadangan IEC 26305 di kawasan terdedah.
- b) Penyongsang, kotak simpang, talian komunikasi, sambungan ke grid elektrik mestilah dilengkapi dengan peranti perlindungan terhadap lonjakan kilat.
- c) Kabel bumi hendaklah dipasang untuk melindungi semua struktur logam, komponen dan dulang kabel.
- d) Menjalankan penilaian risiko kilat mengikut IEC 62305.



## 8.9 Bateri

Jika bateri digunakan dalam sistem solar fotovoltaik, ia hendaklah diletakkan di dalam bilik berasingan yang dilengkapi dengan sistem perlindungan kebakaran iaitu alat pengesan asap dan alat pemadam api. Sekiranya Energy Storage System (ESS) dipasang, ianya hendaklah mematuhi NFPA 855: *Standard for the Installation of Stationary Energy Storage Systems*.

## 8.10 Akses, Laluan Dan Pengudaraan Asap

### 8.10.1 Umum

Peruntukan bagi laluan akses, anjakan (setback), keperluan jarak adalah diperlukan untuk menyediakan akses kecemasan ke bumbung, laluan ke kawasan tertentu di bumbung, kawasan bagi tujuan pengudaraan asap, dan jalan keluar kecemasan dari bumbung.

### 8.10.2 Kediaman Kecil

Sistem fotovoltaik dipasang pada kumpulan maksud Kediaman kecil hendaklah mengikut seksyen ini.

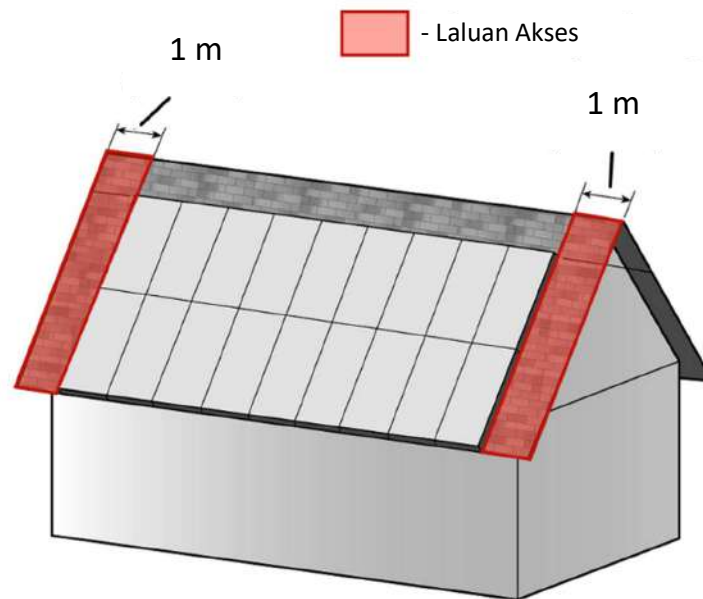
Penetapan rabung tidak diaplikasikan untuk bumbung dengan kecondongan 1:6 atau kurang.

#### 8.10.2.1 Laluan akses

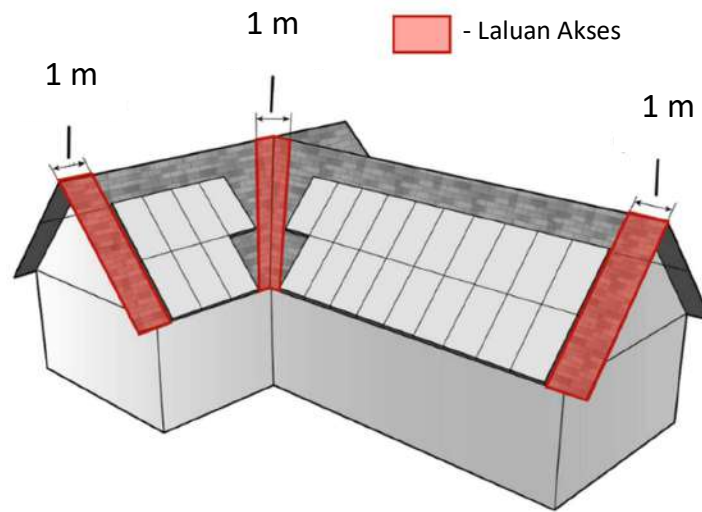
- a) Tidak kurang daripada dua laluan akses dengan kelebaran 1 m pada satah bumbung yang berasingan, dari rabung hingga ke cucur atap hendaklah disediakan pada semua bangunan.
- b) Satu laluan masuk hendaklah disediakan di tepi jalan atau jalan masuk bumbung.



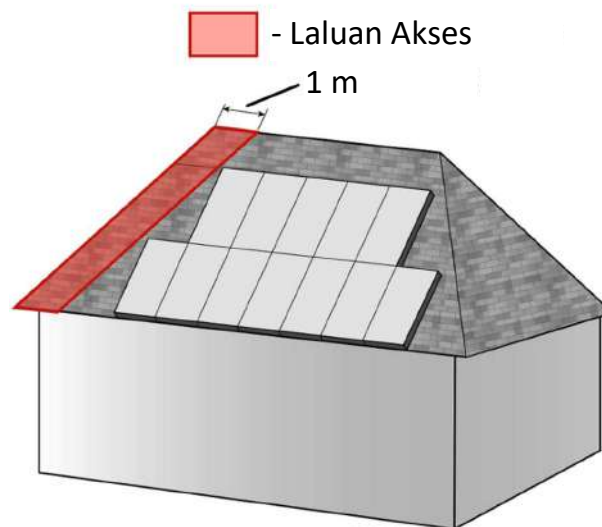
- c) Bagi setiap satah bumbung dengan tatasusunan fotovoltaik, laluan akses lebar 1 m dari cucur atap ke rabung hendaklah disediakan pada satah bumbung yang sama dengan tatasusunan FV, pada satah bumbung bersebelahan, atau mengangkang yang sama dan satah bumbung bersebelahan.
- d) Laluan akses hendaklah terletak di kawasan yang mempunyai binaan minimum seperti paip pengudaraan, saluran atau peralatan mekanikal.



*Rajah 7 : Laluan pada bumbung gabel (Gable roof) penuh*



Rajah 8 : Lajuan di atas bumbung gabel (bumbung gable) lintas dengan lembah

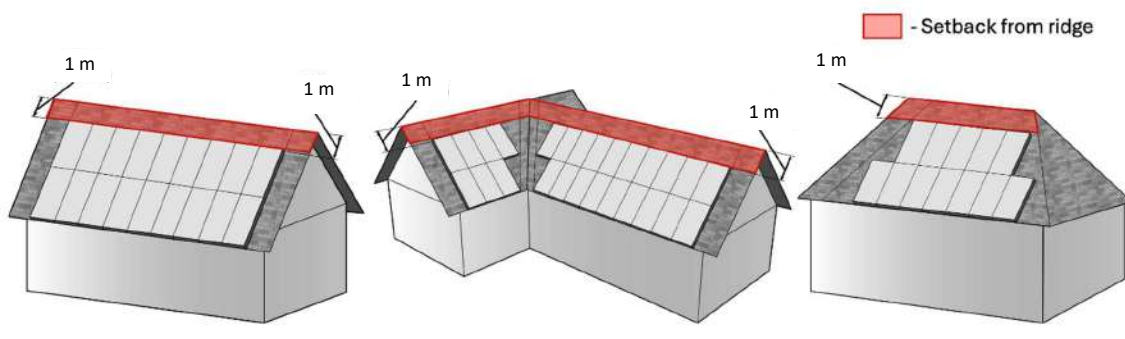


Rajah 9 : Lajuan di atas bumbung pinggul penuh



### 8.10.2.2 Anjakan (Setback) pada rabung

- Bagi tatasusunan FV yang meliputi sama atau kurang daripada 33% daripada kawasan bumbung pandangan pelan, anjakan minimum 500 mm hendaklah disediakan pada kedua-dua belah rabung mendatar.
- Bagi tatasusunan FV yang meliputi lebih daripada 33% kawasan bumbung pandangan pelan, minimum 1 m anjakan hendaklah disediakan pada kedua-dua belah rabung mendatar.



*Rajah 10 : Ilustrasi yang menunjukkan anjakan (setback) untuk tiga jenis bumbung biasa dengan liputan lebih daripada 33%.*

### 8.10.3 Bangunan Selain Daripada Kediaman Kecil

#### 8.10.3.1 Akses Bumbung

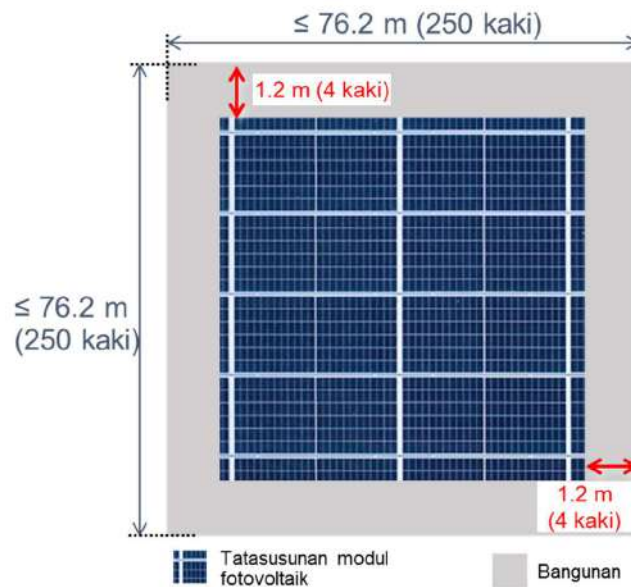
- Sistem FV yang dipasang pada mana-mana bangunan selain daripada kediaman kecil perlu menyediakan akses bumbung mengikut seksyen ini.
- Jika JBPM menentukan bahawa konfigurasi bumbung adalah serupa dengan kediaman, JBPM boleh membenarkan keperluan akses bumbung mengikut seksyen Kediaman Kecil.

Struktur berasingan, tidak boleh didiami seperti struktur teduh tempat letak kereta, bangsal kereta, terali solar, dan struktur yang serupa, tidak perlu menyediakan akses bumbung.



### 8.10.3.2 Laluan Perimeter

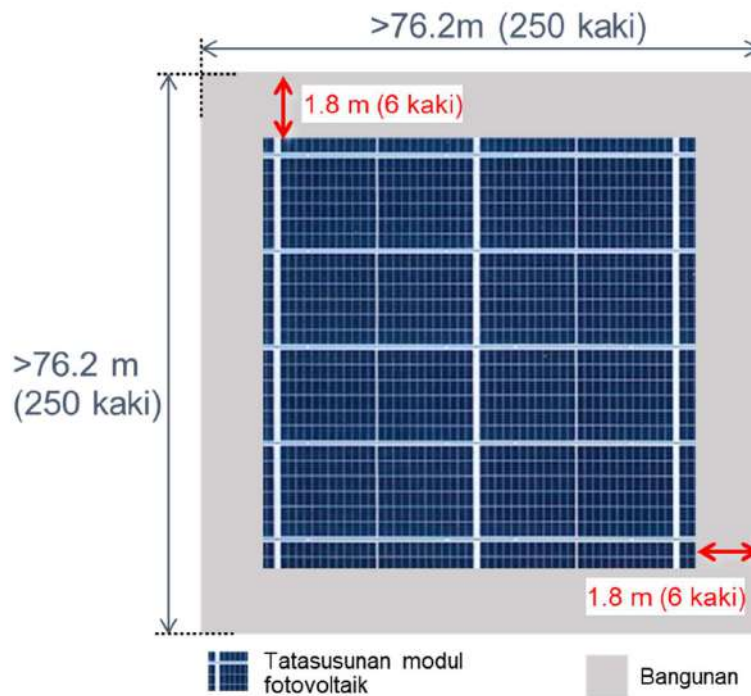
- a) Laluan perimeter yang jelas selebar minimum 1.2 m (4 kaki) hendaklah disediakan di sekeliling tepi bumbung untuk bangunan dengan panjang atau lebar 76.2 m (250 kaki) atau kurang sepanjang mana-mana paksi.



*Rajah 11 : Ilustrasi laluan perimeter lebar 1.2 m disediakan pada bangunan dengan panjang 76.2 m atau kurang di sepanjang pada mana-mana paksi*



- b) Laluan perimeter lebar minimum 1.8 m (6 kaki) hendaklah disediakan di sekeliling tepi bumbung untuk bangunan yang mempunyai panjang atau lebar lebih daripada 76.2 m (250 kaki) di sepanjang mana-mana paksi



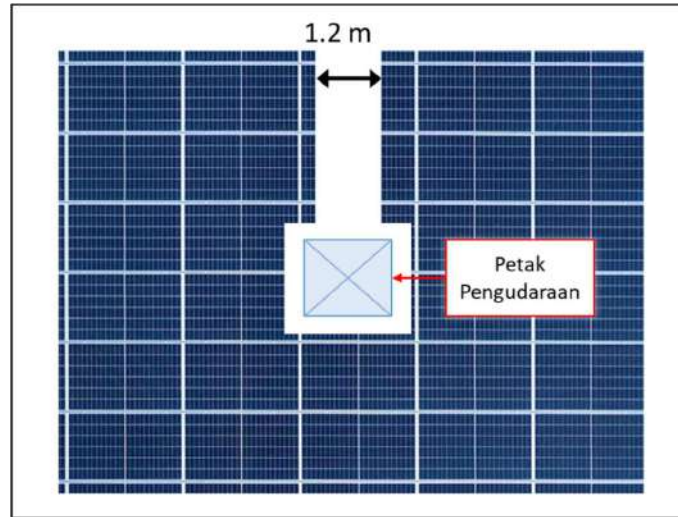
*Rajah 12 : Ilustrasi laluan perimeter selebar 1.8 m yang disediakan pada bangunan dengan panjang lebih daripada 76 m di sepanjang mana-mana paksi*

### 8.10.3.3 Laluan Lain

Laluan hendaklah di atas kawasan yang mampu menyokong anggota bomba yang mengakses bumbung dan hendaklah disediakan di antara tatasusunan FV seperti berikut:

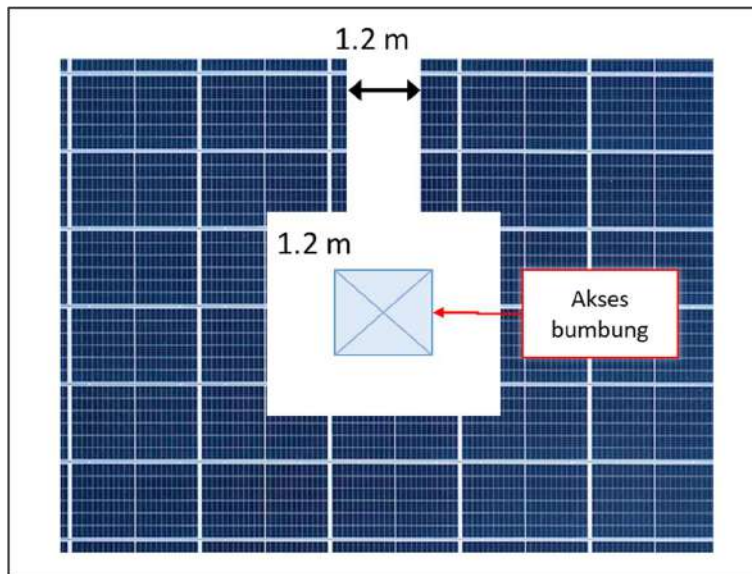


- a) Laluan hendaklah disediakan dalam garis lurus 1.2 m (48 in.) atau lebih lebar ke semua petak pengudaraan.



Rajah 13 : Ilustrasi laluan selebar 1.2 m ke lubang pengudaraan.

- b) Laluan hendaklah disediakan 1.2 m (48 in.) atau lebih lebar di sekeliling akses bumbung dengan sekurang-kurangnya satu 1.2 m (48 in.) atau lebih lebar laluan ke parapet atau tepi bumbung.



Rajah 14 : Ilustrasi laluan selebar 1.2 m ke palka akses bumbung dan di sekelilingnya



### 8.10.3.4 Maksimum Tatasusunan Fotovoltaik

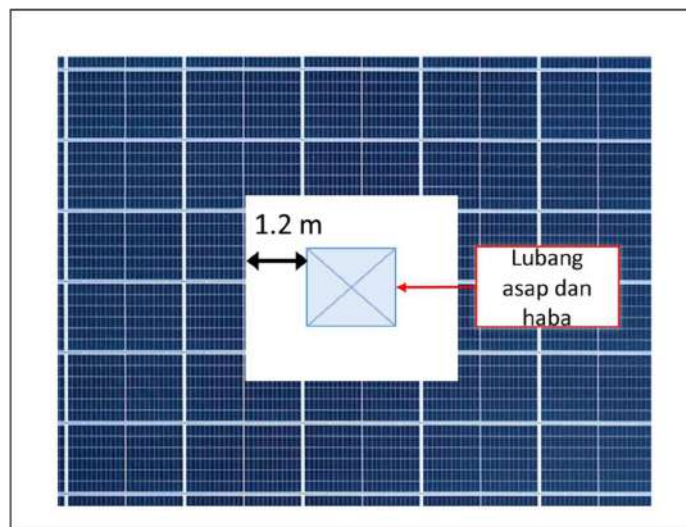
Tatasusunan modul fotovoltaik hendaklah tidak lebih daripada 46 m (150 kaki) x 46 m (150 kaki) dalam jarak pada kedua-dua paksi.



Rajah 15 : Ilustrasi tatasusunan modul fotovoltaik hendaklah tidak melebihi 46m x 46m

### 8.10.3.5 Pengudaraan Asap

Laluan selebar minimum 1.2 m (48 in.) hendaklah disediakan bersempadan dengan semua sisi lubang asap dan haba (smoke and heat vent).

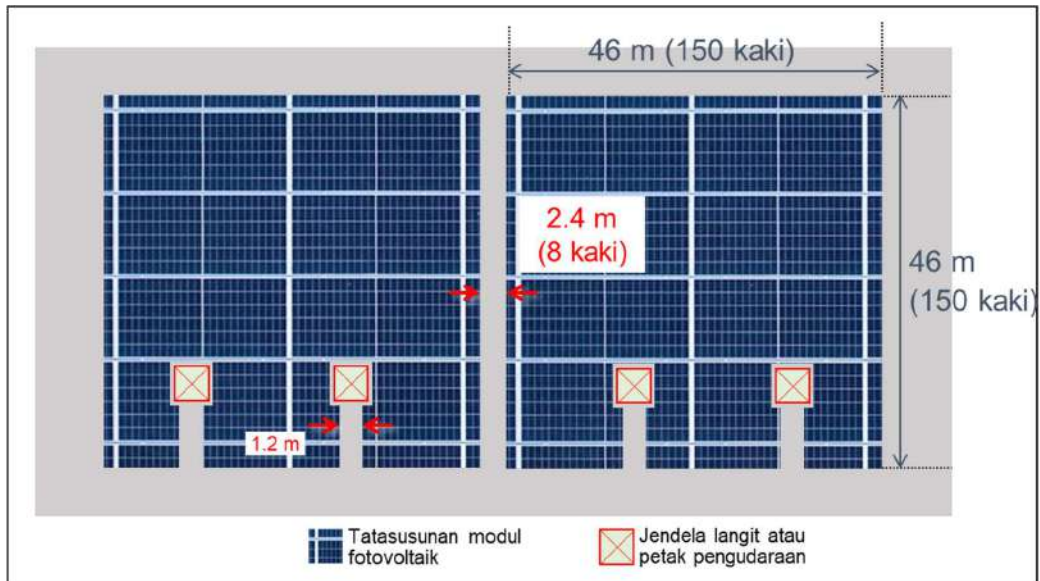


Rajah 16 : Ilustrasi laluan lebar 1.2 m yang bersempadan dengan semua sisi lubang haba dan lubang asap



Pilihan pengudaraan antara bahagian tatasusunan fotovoltaik hendaklah daripada salah satu yang berikut:

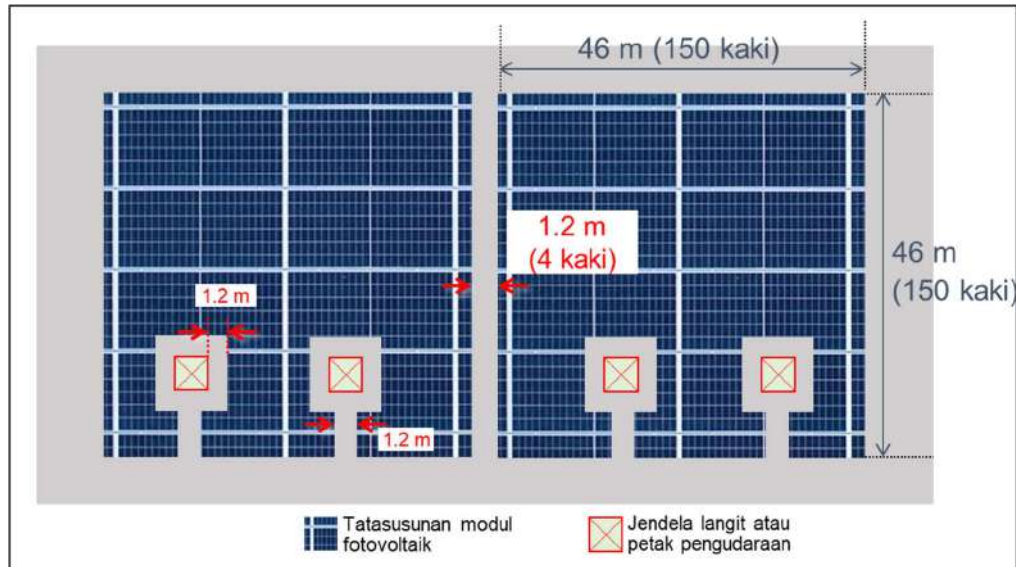
- a) Laluan selebar 2.4 m (8 kaki) atau lebih,



Rajah 17 : Ilustrasi laluan selebar 2.4 m antara tatasusunan untuk tujuan pengudaraan asap



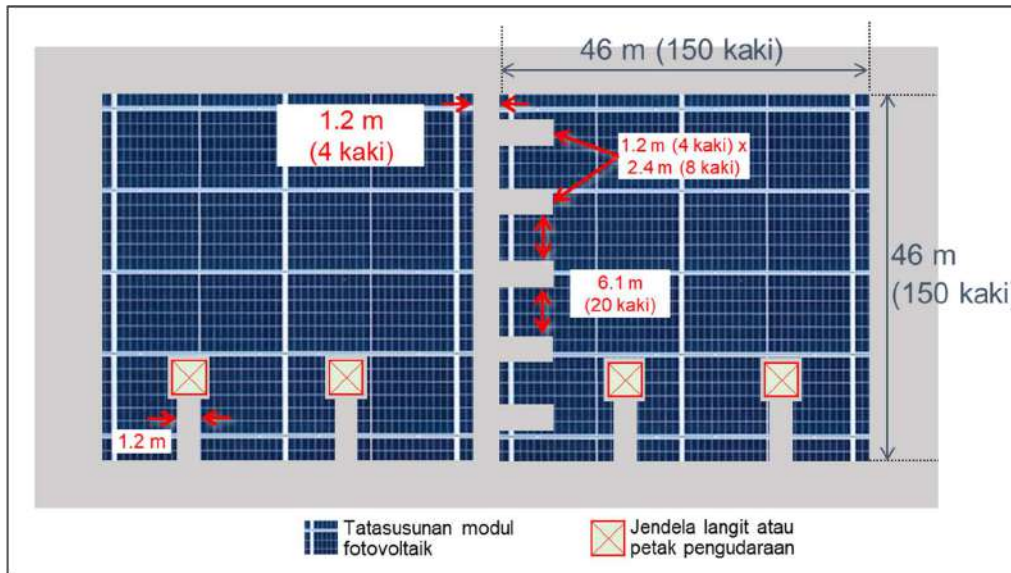
- b) Laluan selebar 1.2 m (4 kaki) atau lebih dan pada sekeliling jendela langit sedia ada atau petak pengudaraan.



Rajah 18 : Ilustrasi laluan selebar 1.2 m antara tatasusunan FV dan sekeliling jendela langit untuk tujuan pengudaraan asap



- c) Laluan dengan kelebaran 1.2 m (4 kaki) atau lebih besar dan bersempadan 1.2 m (4 kaki) kali 2.4 m (8 kaki) pilihan pemotongan pengudaraan setiap 6.1 m (20 kaki).



Rajah 19 : Ilustrasi laluan selebar 1.2 m antara tatasusunan fotovoltaik dan 1.2 m x 2.4 m potongan pengudaraan setiap 6.1 m untuk tujuan pengudaraan asap

#### 8.10.3.6 Meminimumkan Halangan di Laluan

Laluan hendaklah terletak di kawasan yang mempunyai halangan minimum seperti paip pengudaraan, saluran atau peralatan mekanikal untuk mengurangkan bahaya perjalanan dan memaksimumkan peluang pengudaraan.

## 9 PENGENDALIAN DAN PENYELENGGARAAN

- a) Memastikan sistem dipasang dan ditauliahkan oleh kontraktor yang berkelayakan dan berpengalaman yang diperakui oleh Suruhanjaya Tenaga dan penyedia perkhidmatan Fotovoltaik (RPVSP) berdaftar daripada Pihak Berkuasa Pembangunan Tenaga Lestari (SEDA) Malaysia.



- b) Pengendalian sistem FV solar perlu mengikut saranan pengilang dan MS 1837  
*Installation of grid-connected photovoltaic (PV) system.*

## 10 TARIKH BERKUATKUASA

Garis Panduan ini adalah berkuatkuasa mulai pada tarikh ianya ditandatangani oleh YAS Ketua Pengarah, Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia.

## 11 PENUTUP

Ketua Pengarah dengan ini berhak untuk meminda atau membuat sebaran arahan-arahan lain selain daripada arahan-arahan yang terdapat di dalam arahan ini mengikut keperluan dari masa ke semasa.

Adalah diharapkan dengan adanya Garis Panduan ini, segala aktiviti berkaitannya dapat dilaksanakan dengan lebih cekap dan berkesan.

  
(DATO' Ts. NOR HISHAM BIN MOHAMMAD)

Ketua Pengarah

Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia

8 September 2024

Salinan kepada:

- 1) YAS Timbalan Ketua Pengarah (Operasi)
- 2) YAS Timbalan Ketua Pengarah (Pembangunan)
- 3) Semua YS Pengarah Bahagian
- 4) Semua YS Pengarah Negeri
- 5) Semua Komandan ABPM
- 6) Semua Ketua Zon



## 12 RUJUKAN

- Backstorm, R., & Dini, D. (2012). Firefighter Safety and Photovoltaic Installations Research Project.
- Corba, Z., A.Katic, V., Dumnic, B., & Milicevic, D. (2012). In-grid solar-to-electrical energy conversion system modeling and testing.
- Department of Standards Malaysia. (2018). *MS 1837:2018 Installation of grid-connected photovoltaic (PV) system (Second revision)*. Department of Standards Malaysia.
- Department of Standards Malaysia. (2020). *MS 2695:2020 Testing and Commissioning of Grid-Connected Photovoltaic System*. Department of Standards Malaysia.
- Giovanni, M., Pasqualino, G., Salvo, G., & Claudio, L. (2015). The fire risk in photovoltaic installations - Checking the PV modules safety in case of fire.
- Ministry of Economy. (2023). *National Energy Transition Roadmap, Energising the Nation, Powering Our Future*. Putrajaya: Ministry of Economy.
- National Fire Protection Association. (2012). *NFPA 1 Fire Code*. Quincy.
- Office of Energy Efficiency & Renewable Energy. (2018). *Assessing Fire Risks in Photovoltaic Systems and Developing Safety Concepts for Risk Minimization*.
- SPFE Europe. (2021). Investigation of the effects of photovoltaic (PV) System component aging on fire properties for residential rooftop applications.
- Zevotek, R. (29 2, 2024). *Why Can't Solar Panels Cover the Entire Roof of One- and Two-Family Dwellings and Townhouses?* Retrieved from NFPA: <https://www.nfpa.org/news-blogs-and-articles/blogs/2024/02/29/residential-solar-panel-requirements>
- Ziavras, V. (24 7, 2020). *There Are Many Factors to Consider When Providing Access to Roofs with a Photovoltaic System Installed*. Retrieved from NFPA: <https://www.nfpa.org/news-blogs-and-articles/blogs/2020/07/24/accessways-for-roof-mounted-photovoltaic-installations>