



GARIS PANDUAN PERANCANGAN PEMBANGUNAN TENAGA SOLAR NEGERI PAHANG

PLANMalaysia@Pahang

(Jabatan Perancangan Bandar Dan Desa Negeri Pahang)

2022

ISI KANDUNGAN

1.0	TUJUAN	1
2.0	LATAR BELAKANG	1
3.0	SKOP	15
4.0	PERUNTUKAN PERUNDANGAN DAN DASAR	15
5.0	PRINSIP PERANCANGAN	15
5.1	Terancang dan Teratur	15
5.2	Selamat dan Mampan	15
5.3	Lestari dan Ekonomik	15
5.4	Persekitaran Rendah Karbon	16
6.0	GARIS PANDUAN PERANCANGAN PEMBANGUNAN LADANG SOLAR	16
6.1	Garis Panduan Umum	16
6.2	Garis Panduan Khusus	24
7.0	GARIS PANDUAN PEMASANGAN PANEL SOLAR YANG DIINTEGRASIKAN DENGAN BANGUNAN (<i>BUILDING INTEGRATED PHOTOVOLTAIC – BIPV</i>)	31
8.0	INISIATIF PENJANAAN SOLAR BERSKALA KECIL (AKSESORI SOLAR)	33
8.1	Aksesori Solar Untuk Penggunaan Perabot Lanskap dan Jalan	33
8.2	Garis Panduan Pemasangan Aksesori Solar (Berskala Kecil)	37
9.0	MEKANISME PELAKSANAAN	38
9.1	Permohonan Cadangan Pemajuan	38
9.2	Pelan Penyahataan	41
9.3	Penambahbaikan Rancangan Pemajuan	42
10.0	PENUTUP	42

SENARAI JADUAL

Jadual 1 :	Skala Penjanaan Tenaga Ladang Solar, BIPV dan Aksesori Solar	8
Jadual 2 :	Kriteria Tapak Pembangunan Ladang Solar Atas Tanah	25
Jadual 3 :	Kriteria Tapak Pembangunan Ladang Solar Atas Permukaan Air	29
Jadual 4 :	Kriteria Pemasangan Panel Solar yang Diintegrasikan dengan Bangunan	33
Jadual 5 :	Kriteria Pemasangan Aksesori Solar	37
Jadual 6 :	Prosedur dan Dokumentasi bagi Kelulusan Permohonan Ladang Solar	39

SENARAI RAJAH

Rajah 1 :	Kaedah Kegunaan Sendiri	3
Rajah 2 :	Kaedah Pemeteran Tenaga Bersih (NEM)	3
Rajah 3 :	Kaedah <i>Feed In Tariff</i> (FIT)	5
Rajah 4 :	Kaedah Solar Berskala Besar	5
Rajah 5 :	Program Tenaga Boleh Baharu Negara	6
Rajah 6 :	Contoh Pelan Pembangunan Ladang Solar yang Menunjukkan Lualan Kabel Elektrik ke Infrastruktur Grid (Garis Merah)	13
Rajah 7 :	Proses Penjanaan Tenaga Solar Melalui Panel <i>Photovoltaic</i> (PV) yang Dipasang Atas Tanah (<i>Ground Mounted Solar</i>)	14
Rajah 8 :	Proses Penjanaan Tenaga Solar Melalui Panel <i>Photovoltaic</i> (PV) yang Dipasang Atas Permukaan Air (<i>Floating Solar</i>)	15
Rajah 9 :	Keratan Rentas Gambaran Zon Neutralisasi	28
Rajah 10 :	Proses Penjanaan Tenaga Solar Melalui Panel <i>Photovoltaic</i> (PV) yang Dipasang Atas Bumbung Bangunan (<i>Roof Mounted</i>)	32
Rajah 11 :	Mekanisme Pelaksanaan Pembangunan Ladang Solar Atas Tanah dan Atas Permukaan Air	40

SENARAI FOTO

Foto 1 :	Contoh Ladang <i>Solar Photovoltaic</i>	2
Foto 2 :	Contoh Ladang <i>Solar Thermal</i>	2
Foto 3 :	Contoh Pembangunan Ladang Solar di Gambang, Pahang Dengan Kapasiti 50MW	2
Foto 4 :	Pembangunan Ladang Solar Atas Tanah	7
Foto 5 :	Pembangunan Ladang Solar Atas Permukaan Air	8
Foto 6 :	Panel PV yang Boleh Dipasang Atas Tanah dan Terapung Atas Permukaan Air	9
Foto 7 :	<i>Centralised Inverter</i> Ladang Solar Atas Tanah dan Atas Permukaan Air	10
Foto 8 :	<i>String Inverters</i> Ladang Solar Atas Tanah dan Atas Permukaan Air	10
Foto 9 :	Pembangunan Ladang Solar Menggunakan Sistem Pengumpulan Tenaga Melalui Sistem Bateri Skala Grid di Victoria, Australia dan di Yangyi, Tibet, China	11
Foto 10 :	Pencawang Ladang Solar Atas Tanah di LSS Bidor (30 MW), Perak dan Atas Permukaan Air di Singapura	12
Foto 11 :	Bangunan Sokongan yang Dibangunkan di LSSPV Gambang	13
Foto 12 :	Gambaran Sistem <i>Bottom Anchoring</i> dan Gambar Sebenar Sistem <i>Bank Anchoring</i>	14
Foto 13 :	Contoh Pembangunan Ladang Solar Integrasi Melalui Konsep <i>Agro-Photovoltaic</i>	20
Foto 14 :	Komponen Keselamatan Bagi Pembangunan Ladang Solar	21
Foto 15 :	Pagar Keselamatan di Sekeliling Ladang Solar Atas Permukaan Air di Yamakura, Jepun dan Contoh Ilustrasi Penghadang Solar Atas Permukaan Air untuk Mengelakkan Pencerobohan di Kolam Takungan Bedok, Singapura	21
Foto 16 :	Kesan Silau dari Kokpit Kapal Terbang dan Menara Kawalan Lapangan Terbang	22
Foto 17 :	Kesan Kilauan Solar Atas Permukaan Air	22
Foto 18 :	Kaedah <i>Landscape Screening</i> yang Diterapkan di Ladang-Ladang Solar Sekitar Scotland	23

SENARAI FOTO

Foto 19 :	Elemen <i>Landscape Screening</i> yang Diterapkan di Ladang Solar Atas Permukaan Air	23
Foto 20 :	Contoh Akses Pembangunan di LSS Bidor	26
Foto 21 :	Pembangunan Ladang Solar di Kawasan Beralun Meningkatkan Kadar Lindungan Bayan dan Mengurangkan Kadar Penyerapan Tenaga	27
Foto 22 :	Aksesibiliti ke Infrastruktur Solar Atas Permukaan Air	30
Foto 23 :	Pelan Batimetri dan Pembangunan Ladang Solar di Atas Permukaan Tasik Bekas Lombong Berbentuk Seragam di Sepang, Selangor	31
Foto 24 :	Pembangunan Solar yang Diintegrasikan dengan Bumbung Bangunan (BIPV) di IOI City Mall, Serdang dengan Kapasiti Janaan 3.5MW	31
Foto 25 :	Panel Solar yang Diintegrasikan dengan Bangunan (<i>Building Integrated Photovoltaic – BIPV</i>) Melibatkan Bahagian Dinding (<i>Wall Mounted</i>)	32
Foto 26 :	Penjanaan Solar bagi Pencahayaan Lampu Jalan	34
Foto 27 :	Penjanaan Solar bagi Pencahayaan Lampu Taman	34
Foto 28 :	Penjanaan Solar bagi Pencahayaan di Hentian Bas	35
Foto 29 :	Penjanaan Lampu Isyarat Solar	35
Foto 30 :	Penjanaan Solar bagi Kamera Keselamatan (CCTV) Solar	36
Foto 31 :	Pokok Solar yang Menyimpan Tenaga untuk Mengecas Peranti	36
Foto 32 :	Contoh Telefon Kecemasan Menggunakan Tenaga Solar	36

1.0 TUJUAN

Garis Panduan Perancangan (GPP) Pembangunan Tenaga Solar Negeri Pahang ini disediakan sebagai panduan kepada Pihak Berkuasa Negeri (PBN), Pihak Berkuasa Perancangan Tempatan (PBPT) dan semua pihak berkepentingan yang terlibat dalam proses merancang, mereka bentuk dan mengawal pembangunan ladang dan struktur solar di Negeri Pahang.

Objektif penyediaan GPP ini adalah untuk:

- a. Menyediakan satu panduan teknikal yang komprehensif dan praktikal berkenaan perancangan tapak dan reka bentuk pembangunan berasaskan tenaga solar;
- b. Merangka mekanisme pelaksanaan pembangunan yang sistematik berdasarkan peruntukan perundangan sedia ada; dan
- c. Meminimumkan impak pembangunan berasaskan tenaga solar terhadap alam sekitar, keselamatan, kesihatan dan sosial penduduk melalui penetapan kajian dan laporan sokongan yang bersesuaian.

2.0 LATAR BELAKANG

2.1 Tenaga Solar

Penjanaan tenaga elektrik secara mampan menggunakan tenaga solar semakin meluas di Malaysia sama ada secara domestik atau komersial. Tenaga Solar merupakan salah satu cabang tenaga boleh baharu (TBB) negara selain daripada *biomass*, *biogas* dan hidro elektrik. Umumnya, **kaedah pengumpulan tenaga solar** terbahagi kepada dua (2) kaedah iaitu:

- a. **Solar Photovoltaic (PV)** di mana cahaya matahari ditukar kepada tenaga elektrik menggunakan sel solar (**Foto 1**); dan
- b. **Solar Thermal** yang merupakan proses penjanaan tenaga elektrik melalui haba yang dikumpul daripada cahaya matahari (**Foto 2**).

Foto 1: Contoh Ladang *Solar Photovoltaic*



Sumber: *LSS3 Pekan Sdn. Bhd. (2014); Large Scale Solar 3, Pekan, Pahang (155MW)*

Foto 2: Contoh Ladang *Solar Thermal*



Sumber: *Torresol Energy Investments (2009); Gemasolar Thermosolar Plant Sevilla, Sepanyol*

Di Malaysia, industri tenaga solar tertumpu kepada kaedah penjanaan elektrik melalui **Solar Photovoltaic (PV)**. Lokasi Malaysia yang strategik iaitu berdekatan dengan garisan khatulistiwa dan mempunyai intensiti cahaya matahari tinggi sepanjang tahun dianggarkan mampu menjana sehingga 6,500 MW tenaga elektrik setahun. Ini menjadikan tenaga solar sebagai salah satu sumber TBB yang amat berpotensi dan ekonomik untuk dibangunkan di negara ini (**Foto 3**).

Foto 3: Contoh Pembangunan Ladang Solar di Gambang, Pahang Dengan Kapasiti 50MW



Sumber: *UiTM Energy & Facilities Sdn. Bhd. (2022); LSSPV Gambang, Pahang*

2.2 *National Renewable Energy Policy and Action Plan* (Dasar dan Pelan Tindakan Tenaga Boleh Baharu Nasional)

Dalam usaha untuk memperkukuhkan industri TBB negara, Kerajaan melalui ***National Renewable Energy Policy and Action Plan* (Dasar dan Pelan Tindakan Tenaga Boleh Baharu Nasional)** telah menyasarkan 20% kapasiti campuran bagi tenaga boleh baharu menjelang tahun 2025 (tidak termasuk empangan hidro)¹.

Pelbagai inisiatif telah diwujudkan oleh Kerajaan melalui **Pihak Berkuasa Pembangunan Tenaga Lestari Malaysia (SEDA)** dan **Suruhanjaya Tenaga (ST)** untuk menggalakkan pembangunan industri tenaga boleh baharu. Antara inisiatif tersebut adalah:

a. **Kegunaan Sendiri atau Self Consumption (SELCO);**

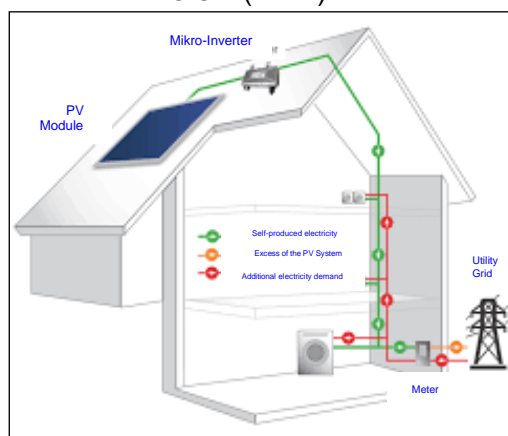
Suruhanjaya Tenaga telah memperkenalkan program penjanaan tenaga melalui pemasangan panel solar PV pada bangunan bagi kegunaan sendiri atau dikenali sebagai SELCO. Kerajaan menggalakkan pengguna individu, komersial dan industri untuk memasang PV solar bagi kegunaan sendiri dan bukan untuk dieksport ke Grid Nasional sekiranya ada lebih tenaga **(Rajah 1)**.

Rajah 1: Kaedah Kegunaan Sendiri



Sumber: Tenaga Nasional Berhad (2020); FAQ-Net Energy Metering

Rajah 2: Kaedah Pemeteran Tenaga Bersih (NEM)



Sumber: Tenaga Nasional Berhad (2020); FAQ-Net Energy Metering

¹ Empangan Hidro yang menghasilkan lebih daripada 100MW tenaga.

b. **Pemeteran Tenaga Bersih atau *Net Energy Metering (NEM)***

Net Energy Metering (NEM) adalah satu skim yang diperkenalkan Kerajaan sebagai pemangkin kepada perkembangan tenaga boleh baharu di Malaysia. NEM membolehkan pengguna menjana elektrik dari sumber tenaga boleh baharu seperti solar di mana pengguna akan menggunakan tenaga tersebut untuk kegunaan sendiri (*self consumption*).

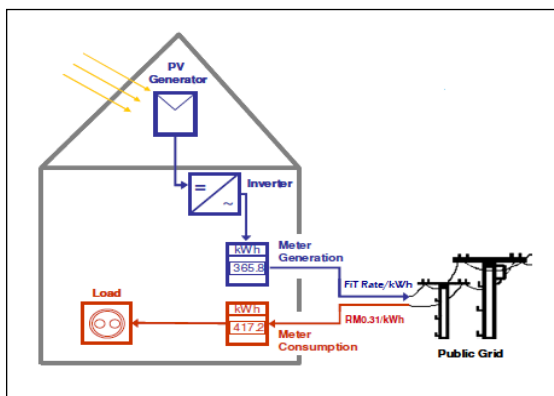
Sekiranya ada tenaga yang berlebihan, ia akan dijual kepada syarikat pembekal elektrik seperti TNB atau SESB. Skim ini dikawal selia oleh Suruhanjaya Tenaga (ST) dengan Pihak Berkuasa Pembangunan Tenaga Lestari (SEDA) Malaysia sebagai agensi pelaksana (**Rajah 2**).

Pelaksanaan NEM telah membuka ruang dan peluang kepada pemilik bangunan domestik, komersial dan industri serta bangunan-bangunan kerajaan untuk turut serta dalam penjanaan TBB melalui pemasangan panel PV pada bumbung serta dinding bangunan. Selain dapat mengurangkan bil elektrik dan menikmati lebih penjimatan, usaha ini juga turut menyumbang kepada penjanaan sendiri tenaga bersih dan mengurangkan pelepasan karbon yang seterusnya menyokong usaha Kerajaan ke arah penggunaan tenaga yang lebih mampan dan lestari.

c. **Program Tarif Galakan atau *Feed in Tariff (FiT)***

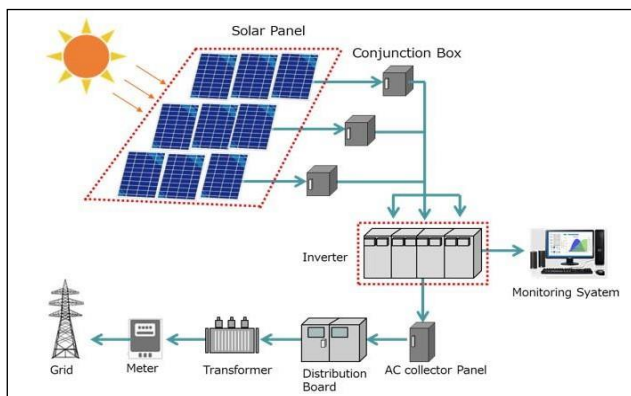
Skim FiT adalah satu mekanisme baharu di bawah Akta Tenaga Boleh Baharu 2011, Polisi Tenaga Boleh Baharu dan Pelan Tindakan dalam menggalakkan penjanaan tenaga boleh baharu (RE) sehingga 30MW. FiT adalah satu mekanisme yang membenarkan tenaga elektrik yang dijana daripada sumber tenaga boleh baharu (TBB) oleh pemaju bebas dan individu untuk dijual kepada syarikat utiliti bekalan elektrik (TNB) pada kadar tarif premium untuk satu tempoh yang telah ditetapkan oleh Kerajaan. Empat (4) sumber bagi menghasilkan tenaga boleh baharu tersebut adalah PV, biogas, biomass dan hidrokuasa kecil untuk menjual tenaga elektrik yang dihasilkan ke Grid Nasional dengan tempoh 21 tahun bagi tenaga daripada janaan solar dan hidrokuasa dan 16 tahun bagi janaan daripada biomass dan biogas (**Rajah 3**).

Rajah 3: Kaedah *Feed In Tariff* (FIT)



Sumber: SolarViz Sdn. Bhd. (2012);
Solar PV

Rajah 4: Kaedah Solar Berskala Besar



Sumber: Global Environment Centre Foundation (GEC)
(2018); Outline of GHG Mitigation Activity

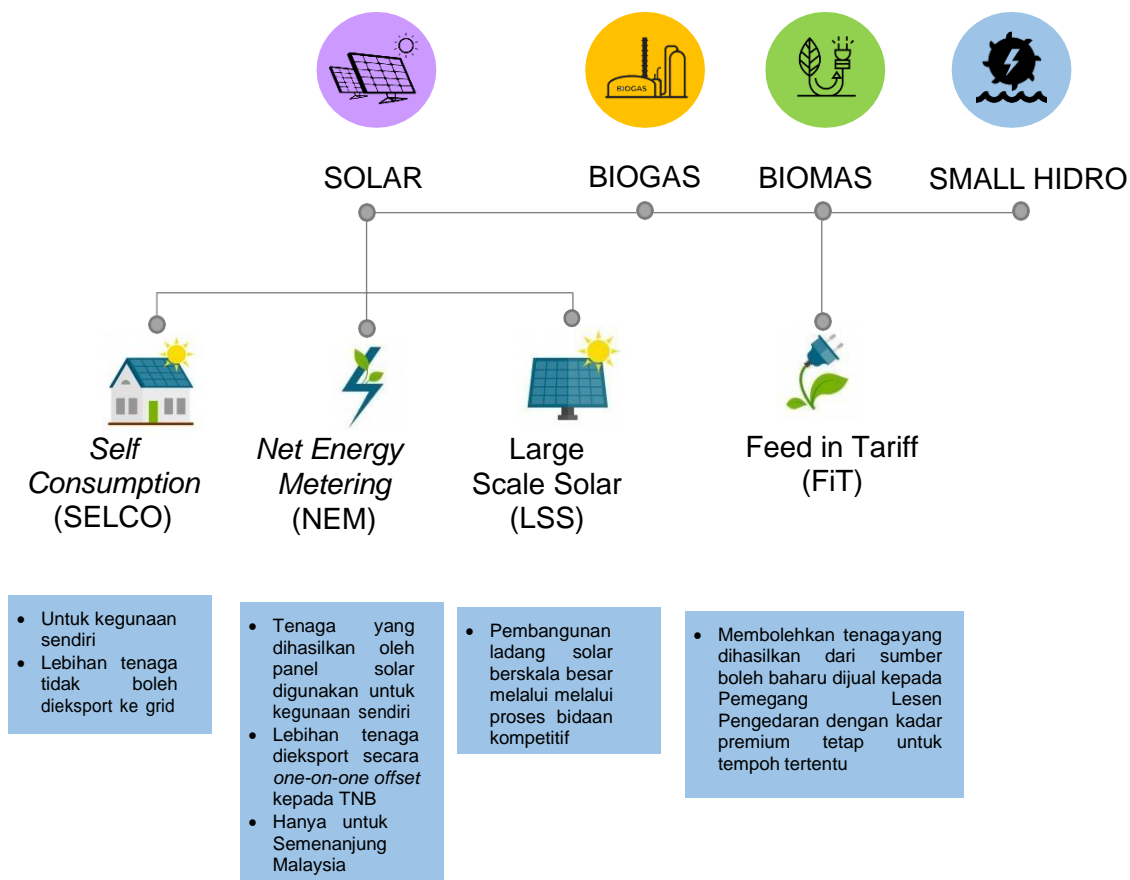
d. Solar Berskala Besar atau *Large Scale Solar* (LSS)

Suruhanjaya Tenaga (ST) sebagai agensi pelaksana pembangunan solar telah memperkenalkan Program Solar Berskala Besar atau dikenali sebagai LSS yang merupakan program pembidaan secara bersaing untuk menurunkan Penyamarataan Kos Tenaga (LCOE) bagi membangunkan loji PV solar berskala besar (LSS).

Melalui pelaksanaan inisiatif pembangunan solar berskala besar (*Large Scale Solar* - LSS) dan pemasangan panel solar pada bangunan atau lebih dikenali sebagai *Building Integrated PV* (BIPV) terutama pada bumbung dan dinding bangunan, pembangunan ladang solar kini semakin pesat dibangunkan di seluruh negara (**Rajah 4**). Kerancangan pembangunan ini dilihat telah menimbulkan beberapa isu berkaitan aspek perancangan dan prosedur pembangunan tanah yang perlu diselaraskan bagi memastikan pembangunan ladang solar dapat dilaksanakan secara cekap. Justeru, GPP Pembangunan Ladang Solar ini disediakan untuk dijadikan panduan bagi memastikan pembangunan ladang solar dirancang dan direka bentuk dengan teratur dan selamat.

Inisiatif yang telah diwujudkan oleh pihak kerajaan melalui SEDA dan ST ini boleh dirumuskan melalui **Rajah 5**.

Rajah 5: Program Tenaga Boleh Baharu Negara



Sumber: Pihak Berkuasa Pembangunan Tenaga Lestari Malaysia (SEDA) (2019); Program Tenaga Boleh Diperbaharui Negara

2.3 Tenaga Boleh Baharu (Ladang Solar)

Merujuk kepada TNB *Renewal Energy*, Stesen Janakuasa *photovoltaic* (Ladang Solar) merupakan sistem *photovoltaic* berskala besar yang direka bentuk untuk membekalkan tenaga kepada grid penghantaran nasional. Ladang solar adalah berbeza dengan penggunaan komponen solar di bangunan atau secara berpusat kerana bekalan dihasilkan di peringkat utiliti bukannya kepada pengguna secara terus.

Manakala solar yang diintegrasikan dengan bangunan (*Building integrated photovoltaic* - BIPV) merupakan aksesori penjanaan bagi tujuan domestik secara integrasi pada struktur bangunan dan sekiranya ada lebih tenaga kemudiannya akan disalurkan ke Grid Nasional.

2.4 Kaedah Penjanaan Solar

Terdapat empat (4) kaedah utama bagi penjanaan tenaga solar iaitu:

- a. Solar atas tanah (*ground mounted*);
- b. Solar atas permukaan air (*floating solar*);
- c. Solar yang diintegrasikan dengan bangunan (*building integrated photovoltaic* - BIPV) melibatkan bahagian bumbung (*roof mounted*) dan dinding (*wall mounted*); dan
- d. Inisiatif penjanaan solar berskala kecil (aksesori solar).

Foto 4: Pembangunan Ladang Solar Atas Tanah



Sumber: UiTM Energy & Facilities Sdn. Bhd. (2022); LSSPV Gambang, Pahang

Foto 5: Pembangunan Ladang Solar Atas Permukaan Air



Sumber: Scientific American (2019); Putting Solar Panels on Water Is A Great Idea – But Will It Float Tokushima, Jepun

2.5 Skala Pembangunan Ladang Solar, BPIV dan Aksesori Solar

Skala penjaanaan tenaga bagi pembangunan ladang solar dengan anggaran luas tapak, BIPV dan aksesori solar adalah seperti di **Jadual 1**.

Jadual 1: Skala Penjaanaan Tenaga Ladang Solar, BIPV dan Aksesori Solar

Kategori	Skala	Anggaran Kapasiti	Anggaran Luas Tapak (ekar)
Ladang solar atas tanah dan ladang solar atas permukaan air	Kecil	1 - 5MW	< 25
	Sederhana	6 – 30MW	25 – 150
	Besar	> 31MW	> 150
Penjaanaan tenaga solar secara integrasi dengan bangunan (BIPV)	Integrasi bangunan <ul style="list-style-type: none"> - Bumbung bangunan - Dinding bangunan - Struktur bangunan 	Bergantung kepada saiz dan reka bentuk bangunan	Bergantung kepada saiz dan reka bentuk bangunan
Inisiatif penjaanaan solar berskala kecil (aksesori solar)	<ul style="list-style-type: none"> - Pencahayaan - Kawalan lampu isyarat solar - Kawalan kamera keselamatan (CCTV) solar - Pokok solar (bagi tujuan pengecasan) 	Mengikut keperluan	Mengikut keperluan

Nota:

* Kapasiti tenaga dan luas tapak di Jadual 1 adalah anggaran, manakala keluasan sebenar ladang solar untuk menghasilkan tenaga adalah tertakluk kepada teknologi terkini panel solar PV yang diguna pakai.

2.6 Definisi Ladang Solar

GPP ini mentakrifkan ladang solar sebagai **aktiviti penjanaan elektrik daripada sumber solar dengan menggunakan panel *photovoltaic* (PV) bagi tujuan komersial yang disambungkan ke grid penghantaran nasional** dengan kapasiti penghasilan tenaga elektrik satu (1) MW atau lebih.

Aktiviti guna tanah ladang solar dikategorikan sebagai **aktiviti industri (Tenaga Boleh Baharu) - Ladang Solar** selaras dengan peruntukan subseksyen 117(1)(a) Kanun Tanah Negara, 1965 yang mengklasifikasikan aktiviti penjanaan solar sebagai aktiviti **industri** bagi tujuan pengeluaran dan penyebaran kuasa. Aktiviti ladang solar melibatkan atas tanah dan atas permukaan air.

2.7 Komponen Pembangunan Ladang Solar

a. Panel *Photovoltaic* (PV)

Panel PV merupakan komponen utama bagi penjanaan tenaga elektrik ladang solar. Panel PV lazimnya mengandungi 40 sel solar dan apabila digabungkan akan membentuk solar *arrays* serta boleh dipasang secara kekal (*fixed mounted*) atau menggunakan sistem pengesanan (*tracking system*) di atas tapak. Panel PV juga boleh dipasang di atas struktur terapung seperti pontoon yang membolehkannya terapung di atas badan air seperti di **Foto 6**.

Foto 6: Panel PV yang Boleh Dipasang Atas Tanah dan Terapung Atas Permukaan Air



Sumber: Advanced Renewable Power Ltd. (2020); Solar Panel Mounting, United Kingdom dan Greenpowerco(2016); Sunpower, off Grid Solar Tracking System, Victoria, Australia

b. *Inverter*

Arus elektrik yang dihasilkan oleh sel solar adalah berarus terus (DC) yang kemudiannya disalurkan kepada *inverters* untuk diubah kepada arus berbolak balik (AC) sebelum disalurkan ke sistem grid. Umumnya, terdapat dua (2) jenis *inverter* yang biasa digunakan di ladang solar iaitu *inverter* berpusat (*centralised inverter*) atau *string inverter* iaitu inverter yang bersaiz kecil dan boleh dipasang bersama *solar arrays*.

Inverter lazimnya ditempatkan berdekatan dengan *solar arrays* bagi mengurangkan kadar kehilangan arus elektrik. Bagi sistem PV atas permukaan air, *inverter* boleh dipasang di atas struktur terapung atau di atas tanah bergantung kepada skala dan keperluan pembangunan seperti yang ditunjukkan di dalam **Foto 7 dan Foto 8**.

Foto 7: *Centralised Inverter* Ladang Solar Atas Tanah dan Atas Permukaan Air



Sumber: Fotowatio Renewable Ventures (FRV) (2017); Central Inverter Solutions Power Plants, Mafraq I and Mafraq II, Jordan dan Fenaka Corporation (2017); Sungrow PV and Energy Storage Equipment Powers - 40MW floating PV power plant Maldivian Islands

Foto 8: *String Inverters* Ladang Solar Atas Tanah dan Atas Permukaan Air



Sumber: Fronius International GMBH (2019); Simple Shading of String Inverters, North Greece dan GroupABB (2017); The 100 kW of TRIO-50 solar inverters, Tengoh Reservoir, Singapore

c. Pusat Penyimpanan Tenaga (*Energy Storage Unit*)

Pusat penyimpanan tenaga berfungsi untuk menyimpan lebih tenaga elektrik yang dihasilkan oleh ladang solar dengan menggunakan sistem bateri. Tenaga elektrik lebih tersebut akan disalurkan ke grid mengikut keperluan. Sistem ini kebiasaannya digunakan bagi ladang solar yang tidak dihubungkan terus ke Grid Nasional (**Foto 9**).

Foto 9: Pembangunan Ladang Solar Menggunakan Sistem Pengumpulan Tenaga Melalui Sistem Bateri Skala Grid di Victoria, Australia (kiri) dan di Yangyi, Tibet, China (kanan)



Sumber: *Wirsol and Edify Energy (2019); The Gannawarra Solar And Energy Storage Project, Victoria, Australia dan Shuangdeng Group (2017); China Shoto – Yangyi-Tibet, China*

d. **Pencawang (Substation)**

Pencawang di ladang solar berfungsi untuk mengawal, melindungi dan mengasingkan arus elektrik dan merupakan antara komponen penting dalam sistem penyaluran elektrik ke Grid Nasional. Perletakan tapak pencawang lazimnya berhampiran dengan lokasi penyambungan dan penyaluran tenaga ke Grid Nasional. Contoh seperti di **Foto 10**.

Foto 10: Pencawang Ladang Solar Atas Tanah di LSS Bidor (30 MW), Perak (kiri) dan Atas Permukaan Air di Singapura (kanan)



Sumber: Gading Kencana Sdn. Bhd. (2018); Kompleks Hijau Solar Bidor, Perak dan G8 Subsea (2020); World First Floating Solar Offshore Substation Platform, Singapore

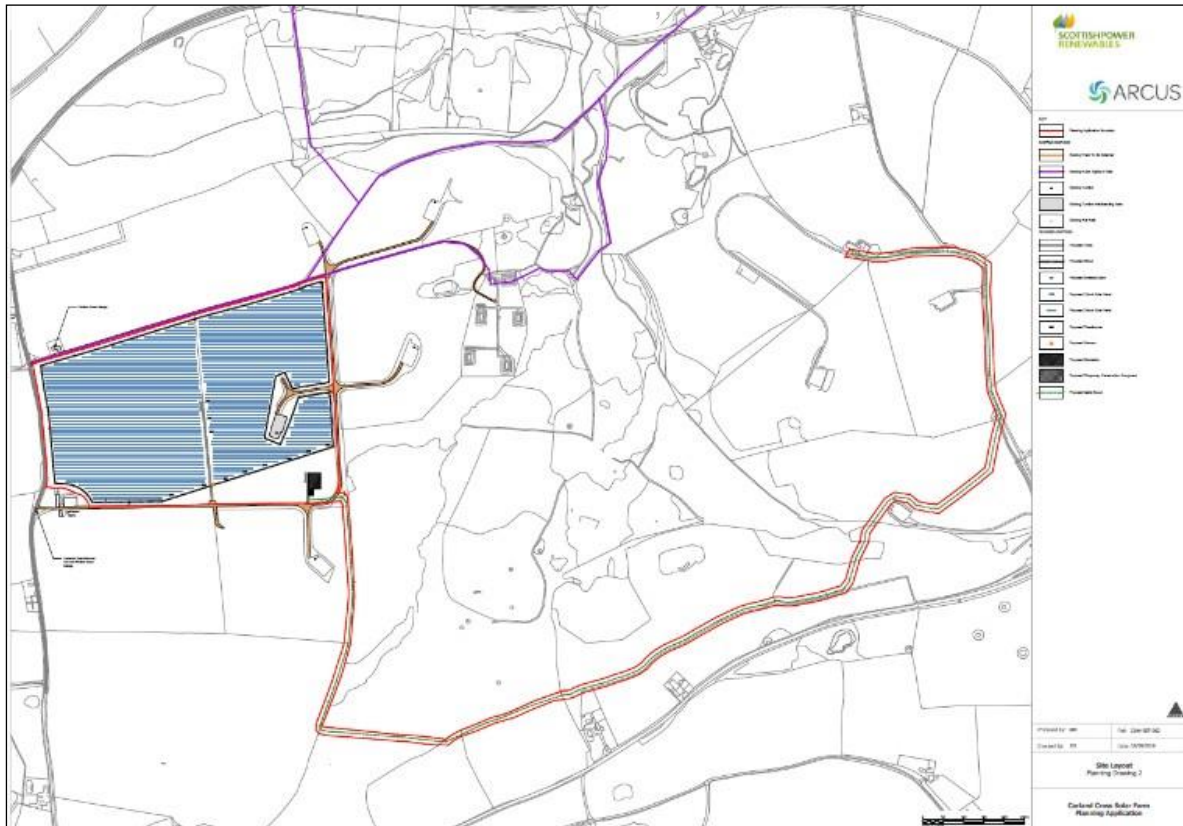
e. **Kabel Elektrik**

Tenaga yang dihasilkan oleh ladang solar disambungkan ke Grid Nasional melalui kabel elektrik dari ladang solar ke Pencawang Masuk Utama (PMU) terdekat. Penyambungan akan melibatkan laluan kabel elektrik melalui pembinaan tiang atau laluan kabel bawah tanah seperti di **Rajah 6**.

f. **Bangunan Sokongan**

Pembangunan ladang solar juga melibatkan pembinaan struktur bangunan untuk kegunaan pengurusan yang terdiri dari ruang pejabat, pusat kawalan keselamatan dan lain-lain kemudahan asas bagi pekerja yang bertugas di tapak (**Foto 11**).

Rajah 6: Contoh Pelan Pembangunan Ladang Solar yang Menunjukkan Laluan Kabel Elektrik ke Infrastruktur Grid (Garis Merah)



Sumber: Cornwall Council (2020); Solar Panel and Planning Permission

Foto 11: Bangunan Sokongan yang Dibangunkan di LSSPV Gambang



Sumber: : UiTM Energy & Facilities Sdn. Bhd. (2022); LSSPV Gambang, Pahang

g. Struktur Apungan, Sistem *Anchoring* dan *Mooring*

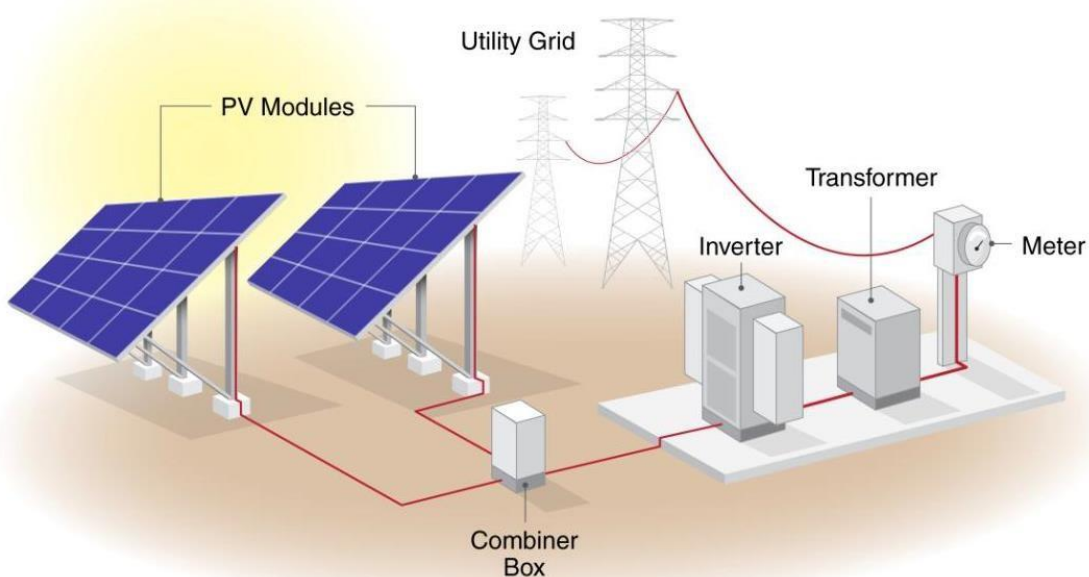
Komponen ini adalah khusus untuk dilaksanakan di ladang solar atas permukaan air. Ia melibatkan platform untuk mengapungkan *solar array* menggunakan pontoon dan sistem *anchoring* atau *mooring* bagi memastikan struktur platform stabil di atas permukaan air. Platform solar boleh ditambat di tebing (*bank anchoring*) atau melalui dasar air (*bottom anchoring*) atau pun gabungan kedua-dua kaedah tersebut. Pemilihan sistem yang bersesuaian adalah bergantung kepada faktor lokasi, bathimetri, struktur tanah dan variasi aras air (**Rajah 7, Rajah 8 dan Foto 12**).

Foto 12: Gambaran Sistem *Bottom Anchoring* (kiri) dan Gambar Sebenar Sistem *Bank Anchoring* (kanan)



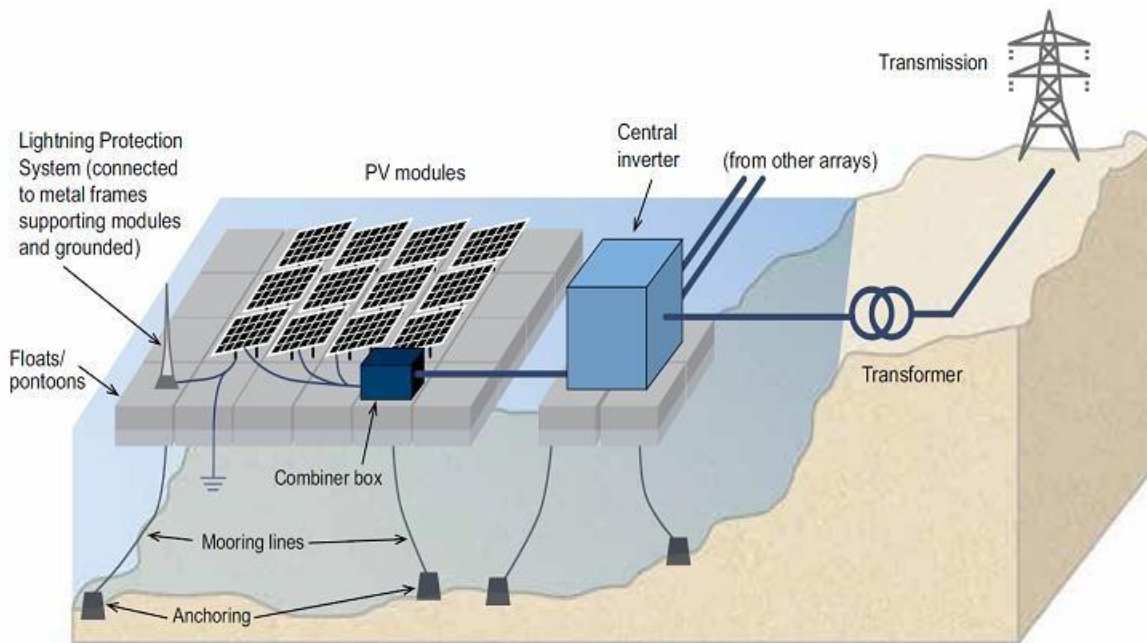
Sumber: SPG Solar Inc. (2010); *Anchoring and mooring system, Far Niente Winery, Oakville, California*

Rajah 7: Proses Penjanaan Tenaga Solar Melalui Panel *Photovoltaic* (PV) yang Dipasang Atas Tanah (*Ground Mounted Solar*)



Sumber: United States Environmental Protection Agency (2013); *Best Practices for Siting Solar Photovoltaics on Municipal Solid Waste Landfills*

Rajah 8: Proses Penjanaan Tenaga Solar Melalui Panel *Photovoltaic* (PV) yang Dipasang Atas Permukaan Air (*Floating Solar*)



Sumber: Solar Energy Research Institute of Singapore (SERIS) (2018); Snapshot of the State Floating Solar Energy System

3.0 SKOP

GPP ini akan menggariskan aspek-aspek berkaitan prinsip perancangan, keperluan teknikal dan mekanisme pelaksanaan bagi jenis pembangunan berasaskan tenaga solar iaitu ladang solar atas tanah dan ladang solar atas permukaan air. Manakala pembangunan tenaga solar yang diintegrasikan dengan bangunan atau *building integrated photovoltaic* (BIPV) dan inisiatif penjanaan solar berskala kecil (aksesori solar) dijelaskan secara umum dengan merujuk kepada amalan terbaik di Malaysia.

Secara umumnya, skop garis panduan ini merangkumi aspek-aspek berikut:

- Prinsip perancangan pembangunan ladang solar;
- Garis panduan umum;
- Garis panduan khusus; dan
- Mekanisme pelaksanaan pembangunan.

4.0 PERUNTUKAN PERUNDANGAN DAN DASAR

Pembangunan tenaga solar hendaklah mematuhi syarat-syarat yang dinyatakan di dalam rancangan pemajuan atau garis panduan berkaitan yang dikeluarkan oleh PLANMalaysia (Jabatan Perancangan Bandar dan Desa), pihak berkuasa perancangan tempatan, agensi-agensi atau mana-mana peruntukan perundangan dan dasar seperti berikut:

- a. Kanun Tanah Negara (Disemak – 2020) (Akta 828);
- b. Akta Perancangan Bandar dan Desa 1976 (Akta 172);
- c. Akta Kerajaan Tempatan 1976 (Akta 171);
- d. Akta Tenaga Boleh Baharu 2011 (Akta 725);
- e. Kaedah-Kaedah Kawalan Perancangan (Am) 1998 Negeri Pahang dan draf pindaannya;
- f. Kaedah-Kaedah Kawalan Perancangan (Pemajuan Tanah Bukit, Tanah Tinggi dan Lereng Bukit (Pahang) 2019;
- g. Undang-undang Kecil Bangunan Seragam 1984;
- h. Perintah Kualiti Alam Sekeliling (Aktiviti yang ditetapkan Penilaian Kesan Alam Sekeliling 1987);
- i. Garis Panduan Perancangan (GPP) Pemuliharaan dan Pembangunan Kawasan Sensitif Alam Sekitar (KSAS);
- j. Garis Panduan Perancangan (GPP) Pengenalpastian dan Pembangunan Semula Kawasan *Brownfield*;
- k. Garis Panduan Perancangan (GPP) Pembangunan di Kawasan Bukit dan Tanah Tinggi;
- l. Tatacara Pemprosesan Laporan Penilaian Impak Sosial (SIA) Kategori 3 Negeri Pahang
- m. *Sustainable Development Goals* (SDGs); dan
- n. Dasar serta undang-undang sedia ada yang berkuatkuasa di Negeri Pahang.

5.0 PRINSIP PERANCANGAN

5.1 Terancang dan Teratur

Pembangunan ladang solar hendaklah direka bentuk berdasarkan input teknikal dan asas-asas perancangan yang kukuh terutamanya dari segi kriteria pemilihan tapak, aksesibiliti tapak cadangan dan ciri-ciri fizikal tapak serta aspek-aspek teknikal lain.

Reka bentuk pembangunan ladang solar yang mengambil kira asas-asas perancangan akan dapat menghasilkan sebuah pembangunan yang teratur dan terancang. Sekiranya keperluan pembangunan dapat disediakan dengan secukupnya, konflik antara pembangunan ini dengan persekitaran dapat dikurangkan.

5.2 Selamat dan Mampan

Pembangunan ladang solar hendaklah menerapkan elemen-elemen keselamatan dalam reka bentuk bagi mengatasi ancaman jenayah, bencana alam, kemalangan dan kesihatan. Elemen-elemen ini sangat penting bagi menjamin keselamatan kawasan pembangunan serta kawasan-kawasan di sekitarnya.

Selain itu, pembangunan hendaklah meminimumkan impak negatif dari aspek kesan sosial terhadap komuniti setempat dan nilai estetika lokaliti. Aktiviti pembangunan yang wujud secara harmoni dengan komuniti setempat adalah penting bagi melindungi kesejahteraan komuniti yang terlibat.

5.3 Lestari dan Ekonomik

Keseimbangan antara ekonomi dan alam sekitar perlu dititik beratkan semasa merancang pembangunan ladang solar. Pembangunan yang dilaksanakan dalam skala besar memerlukan kawasan pembinaan yang luas akan memberi impak terhadap habitat flora dan fauna dan kawasan yang sensitif untuk dibangunkan. Oleh itu, pembangunan ladang solar yang melibatkan Kawasan Sensitif Alam Sekitar (KSAS) hendaklah dielakkan.

Tanah-tanah yang tidak produktif seperti kawasan *brownfield* dan tanah-tanah terbiar yang tidak mempunyai nilai ekologi yang tinggi digalakkan untuk pembangunan ladang solar bagi memberi nilai tambah dan seterusnya meningkatkan nilai ekonomi tanah tersebut.

5.4 Persekitaran Rendah Karbon

Selaras dengan perkembangan teknologi tenaga boleh baharu yang pesat, pembangunan ladang solar hendaklah menerokai idea-idea baharu dan progresif bagi memaksimumkan nilai ekonomi pembangunan. Ini boleh ditonjolkan melalui kaedah inovasi pengintegrasian ladang dengan aktiviti-aktiviti lain yang bersesuaian bagi meneroka dimensi baharu pembangunan ladang solar seperti pembangunan ladang solar atas permukaan air dan ladang solar yang diintegrasikan dengan aktiviti pertanian yang bersesuaian.

6.0 GARIS PANDUAN PERANCANGAN PEMBANGUNAN LADANG SOLAR

6.1 Garis Panduan Umum

Garis panduan umum ini adalah terpakai bagi kedua-dua jenis pembangunan ladang solar atas tanah dan atas permukaan air mengikut kesesuaian. Terdapat **lima (5) aspek** yang dijadikan sebagai panduan umum kepada perancangan pembangunan ladang solar iaitu:

- a. Impak alam sekitar dan sosial;
- b. Konsep Integrasi Solar dan Pertanian (*Agro-Photovoltaic*);
- c. Komponen keselamatan;
- d. Kesan kilau dan silau; dan
- e. Landskap.

6.1.1 Impak Alam Sekitar dan Sosial

Pembangunan ladang solar merupakan aktiviti yang tidak menghasilkan bahan tercemar. Walau bagaimanapun, impaknya terhadap alam sekitar masih wujud pada kadar yang minimum terutamanya akibat daripada pembukaan tanah yang luas dan pengapungan struktur atas permukaan air.

Kesan terhadap habitat semula jadi yang melibatkan flora dan fauna khususnya bagi kawasan pembangunan di luar bandar dan risiko kehilangan produktiviti tanah untuk pertanian, merupakan antara kesan pembangunan yang memerlukan langkah mitigasi khusus bagi memastikan pembangunan solar yang lestari. Kesan terhadap kebersihan badan air dan

ekologi akuatik akibat daripada aktiviti ladang solar atas permukaan air juga perlu diberi perhatian semasa mereka bentuk dan mempertimbangkan permohonan pembangunan.

Aspek berikut merupakan perkara yang perlu diberi perhatian bagi meminimakan impak pembangunan ladang solar kepada alam sekitar iaitu:

- a. Aktiviti ladang solar dikategorikan sebagai **aktiviti industri** bagi tujuan penjana tenaga boleh baharu dan penyediaan **Laporan Penilaian Impak Alam Sekitar (EIA)** adalah tertakluk kepada keperluan Jabatan Alam Sekitar berdasarkan peruntukan **Perintah Kualiti Alam Sekeliling (Aktiviti yang ditetapkan Penilaian Kesan Alam Sekeliling 1987)**;
- b. Pembangunan ladang solar **tidak tertakluk** kepada keperluan penyediaan **Laporan Penilaian Impak Sosial (SIA) kategori 1 dan 2** kerana tidak melibatkan nasihat Majlis Perancang Fizikal Negara (MPFN). Walau bagaimanapun, pembangunan ladang solar tidak tertakluk di bawah SIA kategori 3, namun ianya bergantung kepada keperluan dan ketetapan Pihak Berkuasa Negeri (PBN) sebagaimana Tatacara Pemprosesan Laporan Penilaian Impak Sosial (SIA) Kategori 3 Negeri Pahang;
- c. Pembangunan yang tidak tertakluk kepada penyediaan laporan EIA dan SIA, perincian berkenaan dengan impak alam sekitar dan sosial **perlu dinyatakan di dalam Laporan Cadangan Pemajuan (LCP)**; dan
- d. Kerja-kerja pembersihan tapak dan kerja tanah perlu dilaksanakan pada kadar yang minimum agar ciri-ciri topografi asal tapak tidak terganggu serta dihadkan kepada kawasan pembinaan, operasi dan penyelenggaraan ladang sahaja.

6.1.2 Konsep Integrasi Solar dan Pertanian (*Agro-Photovoltaic*)

Pembangunan ladang solar di atas tanah pertanian adalah digalakkan diintegrasikan bersama aktiviti pertanian sama ada melalui penanaman sayuran ataupun sebagai padang ragut melalui konsep *agro-photovoltaic* untuk memaksimumkan produktiviti tanah seperti di **Foto 13**.

Aktiviti integrasi yang melibatkan haiwan, *solar arrays* perlu mempunyai ketinggian minimum **satu (1) meter** dari aras tanah dengan menerapkan penyaluran kabel bawah tanah untuk mengelakkan sebarang kerosakan terhadap infrastruktur solar. Penggunaan sistem *tracking* adalah tidak sesuai untuk diintegrasikan dengan aktiviti yang melibatkan haiwan.

Foto 13: Contoh Pembangunan Ladang Solar Integrasi Melalui Konsep *Agro-Photovoltaic*



Sumber:

<https://www.treehugger.com/what-is-agrivoltaics-5705794>,

<https://www.linkedin.com/pulse/exploring-benefits-challenges-agrivoltaic-adoption-angeline-hannachi>,

<https://nsci.ca/2019/12/05/agrivoltaics-what-is-it-and-how-does-it-work/>,

<https://www.agritecture.com/blog/2022/2/3/largest-farm-to-grow-crops-under-solar-panels-proves-to-be-a-bumper-crop-for-agrivoltaic-land-use>

6.1.3 Komponen Keselamatan

Aspek keselamatan daripada ancaman jenayah dan risiko kemalangan terutamanya kebakaran perlu diambil kira semasa mereka bentuk sesebuah ladang solar. Penggunaan *Closed - Circuit Television (CCTV)* adalah **digalakkan** untuk meningkatkan tahap pengawasan tapak (**Foto 14**). Pemasangan CCTV boleh disokong dengan penyediaan bilik kawalan keselamatan dengan kadar pengawasan yang berkesan.

Foto 14: Komponen Keselamatan bagi Pembangunan Ladang Solar



Sumber: GBSG (2019); Leading Provider of Solar Farm Security, United Kingdom

Selain itu, pagar keselamatan perimeter (*perimeter fencing*) dengan ketinggian **dua (2) meter** disyorkan didirikan di sekeliling tapak atau *barrier float* (**Foto 15**) bagi ladang solar atas permukaan air untuk melindungi aset ladang solar daripada risiko kecurian dan pencerobohan. Pagar keselamatan perimeter tersebut digalakkan diintegrasikan bersama tanaman landskap untuk meminimumkan impak visual ladang solar (*landscape screening*) dan bertindak sebagai lapisan keselamatan tambahan. Papan tanda amaran yang jelas perlu diletakkan di pintu masuk, sekitar pagar keselamatan dan kawasan-kawasan berisiko untuk memaklumkan potensi bahaya arus elektrik kepada orang awam.

Foto 15: Pagar Keselamatan di Sekeliling Ladang Solar Atas Permukaan Air di Yamakura, Jepun (kiri) dan Contoh Ilustrasi Penghadang Solar Atas Permukaan Air untuk Mengelakkan Pencerobohan di Kolam Takungan Bedok, Singapura (kanan)



Sumber: World Bank Group (2018); Where Sun Meets Water

6.1.4 Kesan Kilau dan Silau (*Glint and Glare*)

Faktor seperti skala pembangunan, ciri topografi, ketinggian, orientasi dan sudut kecondongan panel solar adalah penyumbang utama kepada kesan kilau dan silau².

² Kilau (*glint*) bermaksud pantulan seketika cahaya matahari manakala silau (*glare*) adalah pantulan berterusan cahaya matahari. Umumnya kesan silau adalah lebih ketara berbanding kilau.

Setiap pembangunan ladang solar berskala besar perlu melaksanakan kajian penilaian impak kilauan sekiranya tapak terletak berhampiran dengan *aerodome* infrastruktur penerbangan. Syarat ini penting dan tertakluk kepada Pihak Berkuasa Penerbangan Awam Malaysia bagi mengelakkan kesan negatif kepada menara kawalan dan laluan pendaratan serta pelepasan kapal terbang. **(Foto 16 dan Foto 17).**

Impak kilau dan silau ladang solar yang terletak di dalam lingkungan *aerodome* boleh dikurangkan melalui penggunaan struktur binaan dan material **rangka panel solar** yang tidak memantulkan cahaya (*non-reflective frame*). Kaedah *landscape screening* juga perlu diterapkan dengan menggunakan ketinggian pokok yang bersesuaian.

Foto 16: Kesan Silau dari Kokpit Kapal Terbang dan Menara Kawalan Lapangan Terbang



Sumber: Sandia National Laboratories (2013); Solar Glare and Flux Analysis Tool

Foto 17: Kesan Kilauan Solar Atas Permukaan Air



Sumber: World Bank Group (2018); Where Sun Meets Water

6.1.5 Elemen Landskap

Pembangunan ladang solar di atas tanah yang luas akan memberi kesan terhadap nilai estetika setempat khususnya bagi pembangunan yang berhampiran dengan kawasan perumahan dan tumpuan pelancongan. Langkah mitigasi perlu dirangka di peringkat awal reka bentuk untuk meminimalkan sebarang impak visual negatif yang mungkin terhasil akibat aktiviti tersebut.

Ladang solar hendaklah menerapkan elemen landskap lembut dalam zon neutralisasi di sekeliling sempadan tapak untuk meminimumkan impak visual terhadap kawasan sekitar.

Pemilihan tumbuhan bagi tujuan *screening* hendaklah mempunyai ketinggian, kelebaran dan kadar ketumpatan daun yang mencukupi apabila matang untuk menghalang pemandangan ke dalam kawasan ladang solar.

Penanaman pokok hendaklah **dilaksanakan di peringkat awal kerja pembinaan** dan penyelenggaraan berkala perlu dilaksanakan bagi memastikan ketinggian pokok tidak mengganggu keupayaan operasi solar *arrays* daripada kesan bayang (*shading*).

Foto 18: Kaedah *Landscape Screening* yang Diterapkan di Ladang-Ladang Solar Sekitar Scotland



Sumber: Elgin Energy (2017); Scotland's Largest Solar Farm, Errol Estate, Perthshire, Scotland

Foto 19: Elemen *Landscape Screening* yang Diterapkan di Ladang Solar Atas Permukaan Air



Sumber: Groen Leven (2019); Floating Solar Panel - Tynaarlo in the North of the Netherlands

6.2 Garis Panduan Khusus

6.2.1 Perancangan Tapak Ladang Solar Atas Tanah

Aspek perancangan tapak perlu dikaji terlebih dahulu sebelum sebarang cadangan reka bentuk pembangunan ladang solar dilaksanakan. Aspek kawalan seperti **kriteria pemilihan tapak, tahap aksesibiliti, ciri topografi dan hidrologi** tapak perlu dikaji dengan terperinci bagi memastikan kesesuaiannya dengan pembangunan yang dicadangkan.

a. Kriteria Pemilihan Tapak

Kriteria pemilihan tapak pembangunan ladang solar atas tanah adalah bergantung kepada beberapa faktor berikut:

- i. Kadar penerimaan cahaya matahari;
- ii. Jarak tapak cadangan dengan infrastruktur Grid Nasional;
- iii. Keadaan topografi tapak;
- iv. Keluasan tapak yang boleh dibangunkan;
- v. Ciri pembangunan sekitar dan kesan pembangunan terhadap ekologi serta produktiviti tanah; dan
- vi. Impak alam sekitar dan sosial aktiviti ladang solar.

Kriteria tapak yang sesuai untuk pembangunan ladang solar atas tanah diperincikan seperti di **Jadual 2**.

Jadual 2: Kriteria Tapak Pembangunan Ladang Solar Atas Tanah

Zon Guna Tanah	Kriteria Tapak		Catatan
	Dibenarkan	Tidak Dibenarkan	
<ul style="list-style-type: none"> • Industri • Komersial • Pertanian • Hutan (Hutan Darat) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kawasan Perindustrian • Tanah Pertanian tidak produktif (Kelas 3) mengikut klasifikasi Jabatan Pertanian.* • Kawasan <i>brownfield</i> <ul style="list-style-type: none"> - bekas lombong/kuari - bekas tapak pelupusan sisa pepejal - kawasan kilang/perniagaan - kawasan komersial yang tidak diusahakan • Hutan dan Kawasan Berhutan yang tidak melibatkan Hutan Simpan Kekal dan Kawasan Sensitif Alam Sekitar (KSAS) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kawasan Perumahan • Kawasan Pusat Bandar • Kawasan Pertanian Kelas 1 dan 2 mengikut klasifikasi Jabatan Pertanian.* • Kawasan Taman Kekal Pengeluaran Makanan (TKPM). • Kawasan yang mempunyai nilai estetika atau bersejarah. • Kawasan Sensitif Alam Sekitar (KSAS)** 	<ul style="list-style-type: none"> • Tapak cadangan digalakkan berada di dalam radius 5 kilometer dari infrastruktur penyambungan ke Grid Nasional bagi meningkatkan nilai ekonomi untuk pembangunan. • Kebenaran Merancang (KM) untuk ladang solar atas tanah perlu diperolehi daripada PBPT termasuk jajaran talian dari ladang solar ke grid nasional.
<p><i>*Nota:</i> Kelas Tanah Pertanian:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kelas 1 – Tanah yang <u>tiada halangan atau halangan kecil sahaja</u> kepada pertumbuhan tanaman. • Kelas 2 – Tanah yang mempunyai <u>satu atau lebih halangan sederhana</u> kepada pertumbuhan tanaman. • Kelas 3 – Tanah yang mempunyai <u>satu halangan serius</u> kepada pertumbuhan tanaman. • Kelas 4 – Tanah yang mempunyai <u>lebih daripada satu halangan serius</u> kepada pertumbuhan tanaman (<i>rupa bumi berbukit atau tanah gambut</i>). • Kelas 5 – Tanah yang mempunyai <u>sekurang-kurangnya satu halangan yang sangat serius</u> kepada pertumbuhan tanaman (<i>sesuai untuk hutan</i>). <p>Sumber: Jabatan Pertanian, Kementerian Pertanian dan Industri Makanan</p>			<p><i>**Nota:</i> KSAS yang dimaksudkan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. GPP Bekas dan Tapak Pelupusan Sisa Pepejal 2. GPP Kawasan Pertanian Makanan 3. GPP Habitat Hidupan Liar 4. GPP Hutan Simpan Kekal

b. Tahap Aksesibiliti

Aspek aksesibiliti perlu juga diambilkira di dalam pembangunan ini walaupun tidak menjana aliran trafik yang tinggi sepertimana aktiviti industri dan komersial. Antara aspek-aspek yang perlu diambil kira adalah:

- i. Tapak ladang solar perlu mempunyai jalan masuk dan keluar dengan kelebaran **minimum 40 kaki**.
- ii. Hirarki akses ladang solar diklasifikasikan sebagai **jalan dalaman atau jalan tempatan** dan tidak memerlukan serahan simpanan jalan kepada kerajaan.
- iii. Sekiranya tapak cadangan berhadapan dengan simpanan jalan sedia ada, simpanan pelebaran jalan (ROW) yang sewajarnya perlu disediakan. Walau bagaimanapun, penyediaan jalan susur adalah dikecualikan.
- iv. Tapak pembangunan tidak boleh menghalang atau menyekat hak laluan awam sedia ada yang sah sepertimana yang tertakluk dalam Seksyen 282, Kanun Tanah Negara (KTN) atau jalan kampung. Sekiranya pembangunan perlu merentasi laluan sedia ada, laluan gantian perlu disediakan oleh pihak penggerak projek.
- v. Sirkulasi jalan dalaman khususnya bagi pembangunan ladang solar di atas tanah pertanian, hendaklah bersifat sementara bagi melindungi keadaan asal tanah.

Foto 20: Contoh Akses Pembangunan di LSS Bidor, Perak



Sumber: Gading Kencana Sdn. Bhd. (2018); Kompleks Hijau Solar Bidor, Perak

c. **Ciri Topografi dan Hidrologi Tapak**

Ladang solar sesuai dibangunkan di atas tapak yang mempunyai ciri topografi yang **rata dan landai** bagi memaksimumkan kadar penyerapan cahaya matahari. Keadaan topografi yang berkecerunan **melebihi 10 darjah adalah tidak sesuai** untuk pembangunan ini.

Aspek hidrologi semulajadi di tapak mahupun di kawasan sekitar terutamanya sistem saliran sedia ada seperti anak sungai atau parit, hendaklah dikekalkan sepertimana keadaan asal.

Reka bentuk sistem saliran hendaklah mematuhi **Manual Saliran Mesra Alam Malaysia (MASMA)** yang telah disediakan oleh Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS).

Tanaman yang sesuai hendaklah ditanam di dalam kawasan ladang solar bagi meminimumkan kadar larian air di permukaan tanah, untuk mengurangkan risiko hakisan di samping meningkatkan kadar resapan air.

Foto 21: Pembangunan Ladang Solar di Kawasan Beralun Meningkatkan Kadar Lindungan Bayan dan Mengurangkan Kadar Penyerapan Tenaga



Sumber: DNV GL (2019); DNV GL's Power Plant Modelling Software Tackles Complex Terrain Issues

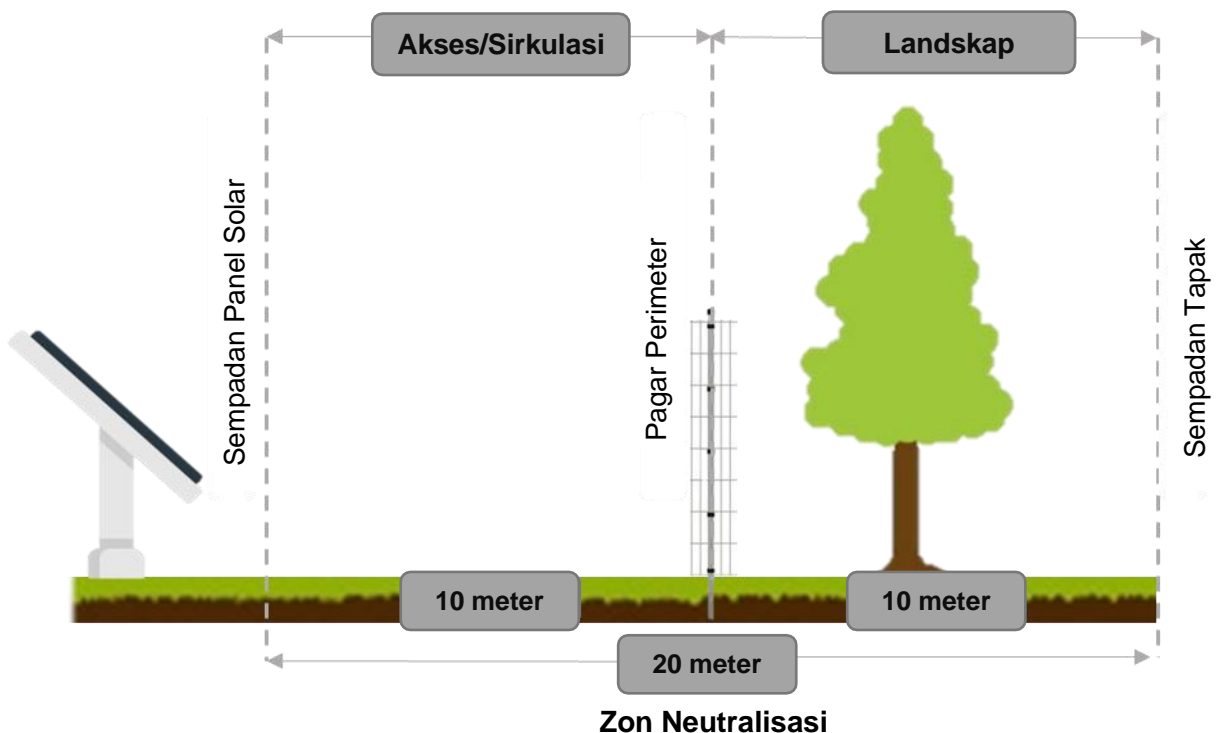
d. **Anjakan Pembangunan/ Zon Neutralisasi**

Ladang solar **tidak tertakluk** kepada keperluan penyediaan zon penampungan khusus kerana aktivitiya tidak menghasilkan bahan pencemaran dan risiko kesihatan kepada penduduk sekitar.

Penyediaan anjakan pembangunan dinamakan sebagai **Zon Neutralisasi** dengan kelebaran minimum **20 meter (66 kaki)** dari sempadan tapak. Ianya bertujuan bagi mengurangkan impak dari aktiviti pembangunan ini terutamanya kesan haba, pencemaran bunyi dan gangguan visual.

Zon Neutralisasi terbahagi kepada dua (2) kegunaan iaitu **sebagai sirkulasi dalaman (10 meter)** dan **tanaman landskap (10 meter)**. Pagar keselamatan perimeter boleh dipasang di antara kedua-dua kegunaan tersebut (**Rajah 9**).

Rajah 9: Keratan Rentas Gambaran Zon Neutralisasi



Sumber: *Draf Garis Panduan Perancangan Pembangunan Ladang Solar, PLANMalaysia 2020.*

6.2.2 Perancangan Tapak Ladang Solar Atas Permukaan Air

Aspek perancangan tapak bagi pembangunan ladang solar atas permukaan air memerlukan reka bentuk yang terperinci. Antara aspek yang perlu diberi penekanan adalah **lokasi dan jenis badan air, aksesibiliti, ciri topografi, hidrologi dan batimetri badan air** untuk memastikan kesesuaian dan keselamatan pembangunan.

a. Kriteria Pemilihan Tapak

Pemilihan tapak pembangunan ladang solar atas permukaan air adalah bergantung kepada beberapa kriteria utama seperti berikut:

- i. Kadar penerimaan cahaya matahari;
- ii. Jarak tapak cadangan dengan infrastruktur Grid Nasional;
- iii. Keadaan topografi, hidrografi dan batimetri tapak;
- iv. Jenis dan keluasan badan air;
- v. Kesan pembangunan terhadap ekologi dan kebersihan badan air; dan
- vi. Impak terhadap alam sekitar dan sosial.

Jadual 3: Kriteria Tapak Pembangunan Ladang Solar Atas Permukaan Air

Kriteria Tapak		Catatan
Dibenarkan	Tidak Dibenarkan	
<ul style="list-style-type: none"> • Tasik Terbiar • Tasik Bekas Lombong • Kolam Takungan Basah/ Kolam Takungan Persendirian • Perairan laut/ pesisir pantai • Kolam Akuakultur • Empangan bekalan air minuman • Empangan pengairan pertanian 	<ul style="list-style-type: none"> • Kawasan Sensitif Alam Sekitar (KSAS)* • Tasik kawasan rekreasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Tertakluk kepada syarat pembangunan di kawasan sensitif alam sekitar (KSAS), dataran banjir, tanah lembap, bekas lombong, tasik dan sungai. • Penggunaan empangan hidroelektrik adalah tertakluk kepada persetujuan TNB dan kelulusan Pihak Berkuasa Negeri (PBN). • Had kegunaan permukaan air adalah tertakluk kepada pertimbangan Badan Kawal Selia Air Negeri Pahang. • Kebenaran Merancang (KM) untuk ladang solar atas air perlu diperolehi daripada PBPT termasuk jajaran talian dari ladang solar ke grid nasional.

* Nota: KSAS yang dimaksudkan:

1. KSAS Pesisiran Pantai; dan
2. KSAS Kawasan Tadahan Air dan Sumber Air Tanah.

b. **Aksesibiliti**

Aspek aksesibiliti perlu diambil kira walaupun pembangunan ini tidak menjana trafik yang tinggi seperti aktiviti industri dan komersial. Antara aspek yang perlu diambil kira adalah:

- i. Kemudahan aksesibiliti di bahagian daratan hendaklah mempunyai jalan keluar dan masuk dengan kelebaran **minimum 40 kaki**.
- ii. Akses bersesuaian ke struktur terapung hendaklah disediakan sama ada menggunakan bot atau melalui laluan terapung (*floating walkway*) dengan reka bentuk laluan yang kukuh dan selamat.
- iii. Kemudahan aksesibiliti di bahagian daratan diklasifikasikan sebagai **jalan dalaman atau jalan tempatan** dan tidak memerlukan serahan simpanan jalan kepada kerajaan.

Foto 22: Aksesibiliti ke Infrastruktur Solar Atas Permukaan Air



Sumber: Siam Cement Group (SCG) (2019); Floating Solar Farm - Sirindorn Dam, Thailand

c. **Ciri Topografi, Hidrografi dan Batimetri**

Kajian penentuan sempadan, kedalaman, ciri dasar badan air, sedimentasi, struktur tebing dan ciri hidrologi terutama variasi paras air melalui pengukuran batimetri perlu dikaji untuk memastikan kesesuaian tapak yang maksimum bagi pembangunan ladang solar atas permukaan air.

Badan air yang mempunyai bentuk **seragam** (*regular shape*) serta **kurang berombak** dan **tiada gangguan teduhan** (*shade*) daripada topografi sekitarnya, adalah lebih sesuai untuk pembangunan solar atas permukaan air. Contoh seperti di **Foto 23**.

Foto 23: Pelan Batimetri (kiri) dan Pembangunan Ladang Solar di Atas Permukaan Tasik Bekas Lombong Berbentuk Seragam di Sepang, Selangor (kanan).



Sumber: US Department of Commerce National Oceanic & Atmospheric Administration National Environmental Satellite Data and Information Service (2019); Lake Michigan dan Solarvest Holdings Berhad (2019); Floating Solar Power Project with 13 MW Capacity, Sepang, Selangor

7.0 GARIS PANDUAN PEMASANGAN PANEL SOLAR YANG DIINTEGRASIKAN DENGAN BANGUNAN (*BUILDING INTEGRATED PHOTOVOLTAIC – BIPV*)

Selain daripada dipasang di atas tanah dan permukaan air, panel PV juga boleh diintegrasikan dengan bangunan sama ada di bumbung (*roof mounted*) atau di dinding (*roof mounted*) bangunan. Pemasangan panel solar pada bangunan ini dapat mengoptimumkan sumber sedia ada terutamanya bagi kawasan bandar yang terhad ruangnya di samping boleh mengurangkan penggunaan tenaga elektrik.

Foto 24: Pembangunan Solar yang Diintegrasikan dengan Bumbung Bangunan (BIPV) di IOI City Mall, Serdang dengan Kapasiti Janaan 3.5MW



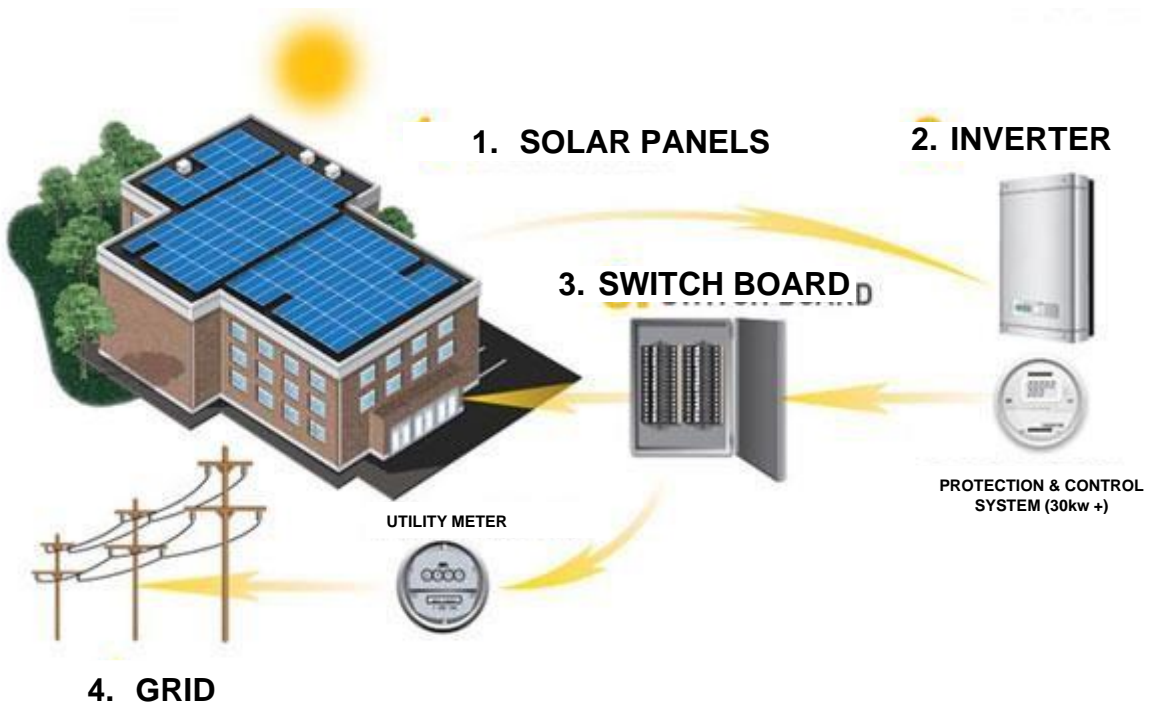
Sumber: Johnsonsolar Sdn. Bhd. (2017); Net Energy Metering IOI City Mall, Serdang, Selangor

Foto 25: Panel Solar yang Diintegrasikan dengan Bangunan (*Building Integrated Photovoltaic - BIPV*) Melibatkan Bahagian Dinding (*Wall Mounted*)



Sumber: Mapsolar Group (2020); Rainscreen Cladding - Solar PV facade - 25kW photovoltaic panelsystem, F.LLi Cava Building, Italy

Rajah 10: Proses Penjanaan Tenaga Solar Melalui Panel *Photovoltaic* (PV) yang Dipasang Atas Bumbung Bangunan (*Roof Mounted*)



Sumber: Holasol (2020); How a Holasol Solar System Works

Kriteria Pemasangan panel solar yang diintegrasikan dengan bangunan (*Building Integrated Photovoltaic – BIPV*) adalah tertakluk kepada keperluan dan perincian seperti di **Jadual 4**.

Jadual 4: Kriteria Pemasangan Panel Solar yang Diintegrasikan dengan Bangunan

Pemasangan Aksesori Solar	Kriteria Pemasangan Aksesori Solar		Catatan
	Dibenarkan	Tidak dibenarkan	
Pemasangan panel solar di bumbung (<i>roof mounted</i>) dan dinding (<i>wall mounted</i>) bangunan	Pemasangan aksesori solar di atas bumbung atau dinding bangunan sama ada kediaman, komersial, industri, institusi dan kemudahan masyarakat.	Pemasangan panel solar yang mengganggu nilai estetik fasad bangunan dan imej sekitarnya.	<ul style="list-style-type: none"> • Perlu mendapatkan kelulusan Pelan Bangunan/ Permit Kecil dan lain-lain keperluan PBT dan agensi. • Mendapatkan kebenaran pemilik bangunan sekiranya melibatkan bangunan persendirian.

8.0 INISIATIF PENJANAAN SOLAR BERSKALA KECIL (AKSESORI SOLAR)

Penggunaan tenaga solar sebagai inisiatif di dalam menjana tenaga merupakan alternatif kepada Pihak Berkuasa Tempatan di dalam mengurus bandar kerana bukan sahaja dapat menjimatkan perbelanjaan bil elektrik, malah dapat mengurangkan pencemaran alam sekitar akibat pelepasan karbon ke udara.

8.1 Aksesori Solar untuk Penggunaan Perabot Landskap dan Jalan

Penjanaan aksesori solar untuk perabot landskap dan jalan dapat dilaksanakan melalui:

- Pencahayaan solar;
- Kawalan lampu isyarat/ kecemasan solar;
- Kawalan kamera keselamatan (CCTV) solar;
- Pokok solar (tujuan pengecasan); dan
- Telefon kecemasan solar.

Foto 26: Penjanaan Solar bagi Pencahayaan Lampu Jalan



Sumber: SOL-Malaysia Sdn. Bhd. (2018); Street Light and Outdoor Light

Foto 27: Penjanaan Solar bagi Pencahayaan Lampu Taman



Sumber: Elliosive Solar Solution (2019); Solar Garden Lighting

Foto 28: Penjanaan Solar bagi Pencahayaan di Hentian Bas



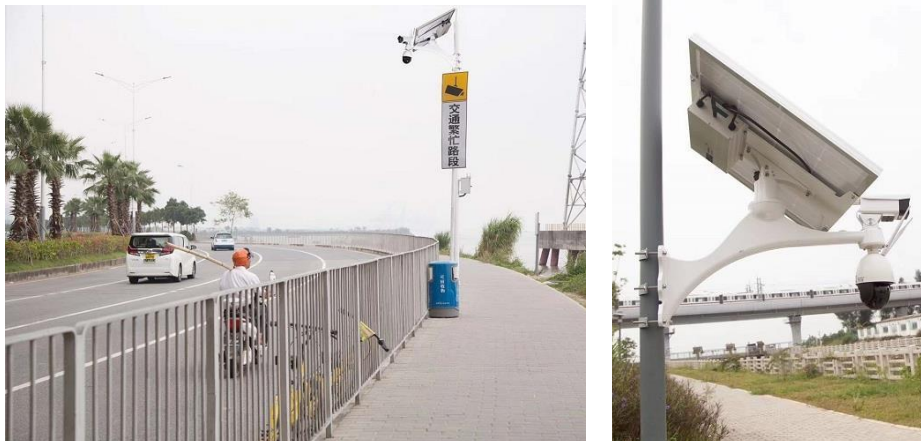
Sumber: SOL-Malaysia Sdn. Bhd. (2018); Hentian Bas Kawasan Majlis Perbandaran Kajang

Foto 29: Penjanaan Lampu Isyarat Solar



Sumber: ZEE Limited (2012); Wireless Solar Traffic Lights in Republic of Djibouti

Foto 30: Penjana Solar bagi Kamera Keselamatan (CCTV) Solar



Sumber: Wuxi Solartalepv Tech Co. Ltd (2019); Solar Powered CCTV Jiangsu, China

Foto 31: Pokok Solar yang Menyimpan Tenaga untuk Mengecas Peranti



Sumber: University of Petroleum and Energy Studies (2020); Solar Tree at Dehradun, India

Foto 32: Contoh Telefon Kecemasan Menggunakan Tenaga Solar



Sumber: Maju Expressway Sdn. Bhd. (2014); telefon kecemasan di Lebuhraya MEX

8.2 Garis Panduan Pemasangan Aksesori Solar (Berskala Kecil)

Penjanaan aksesori solar di atas tanah dan struktur bangunan yang sama adalah tertakluk kepada keperluan dan perincian seperti di **Jadual 5**.

Jadual 5: Kriteria Pemasangan Aksesori Solar

Pemasangan Aksesori Solar	Kriteria Pemasangan Aksesori Solar		Catatan
	Dibenarkan	Tidak dibenarkan	
Di atas tanah	<ul style="list-style-type: none"> Tanah kediaman, komersial, industri, institusi dan kemudahan masyarakat Kawasan Lapang Laluan Pejalan Kaki Rizab Jalan 	Lokasi yang menghalang laluan dan penglihatan.	<ul style="list-style-type: none"> Perlu mendapatkan kelulusan PBT dan agensi seperti permit kecil dan tertakluk kepada lain-lain keperluan PBT dan PDT. Mendapatkan kebenaran pemilik tanah sekiranya melibatkan tanah individu.
Di atas struktur bangunan	Pada struktur bangunan sama ada kediaman, komersial, industri, institusi dan kemudahan masyarakat.	Pada struktur bangunan warisan.	<ul style="list-style-type: none"> Perlu mendapatkan kelulusan PBT dan agensi seperti permit kecil dan tertakluk kepada lain-lain keperluan PBT dan PDT. Mendapatkan kebenaran pemilik bangunan sekiranya melibatkan bangunan persendirian.

9.0 MEKANISME PELAKSANAAN

Mekanisme pelaksanaan Garis Panduan Perancangan Pembangunan Tenaga Solar ini mempunyai dua (2) peringkat iaitu semasa permohonan cadangan pemajuan dan penambahbaikan rancangan pemajuan.

9.1 Permohonan Cadangan Pemajuan

Permohonan cadangan pemajuan ladang solar akan melibatkan proses pertimbangan iaitu Permohonan Kebenaran Merancang, Pelan Kejuruteraan dan Pelan Bangunan.

Bagi pemasangan panel solar yang diintegrasikan dengan bangunan (*building integrated photovoltaic* - BIPV) dan pemasangan aksesori solar berskala kecil, keperluan permohonan dan kelulusan adalah diperlukan dan tertakluk kepada lain-lain keperluan Pihak Berkuasa Tempatan tersebut. Pihak Berkuasa Tempatan (PBT) boleh memberi kelonggaran untuk terus membuat permohonan Pelan Bangunan/ Permit Kecil dan tertakluk kepada pertimbangan yang sewajarnya berlandaskan aspek perundangan sedia ada dan berkuatkuasa.

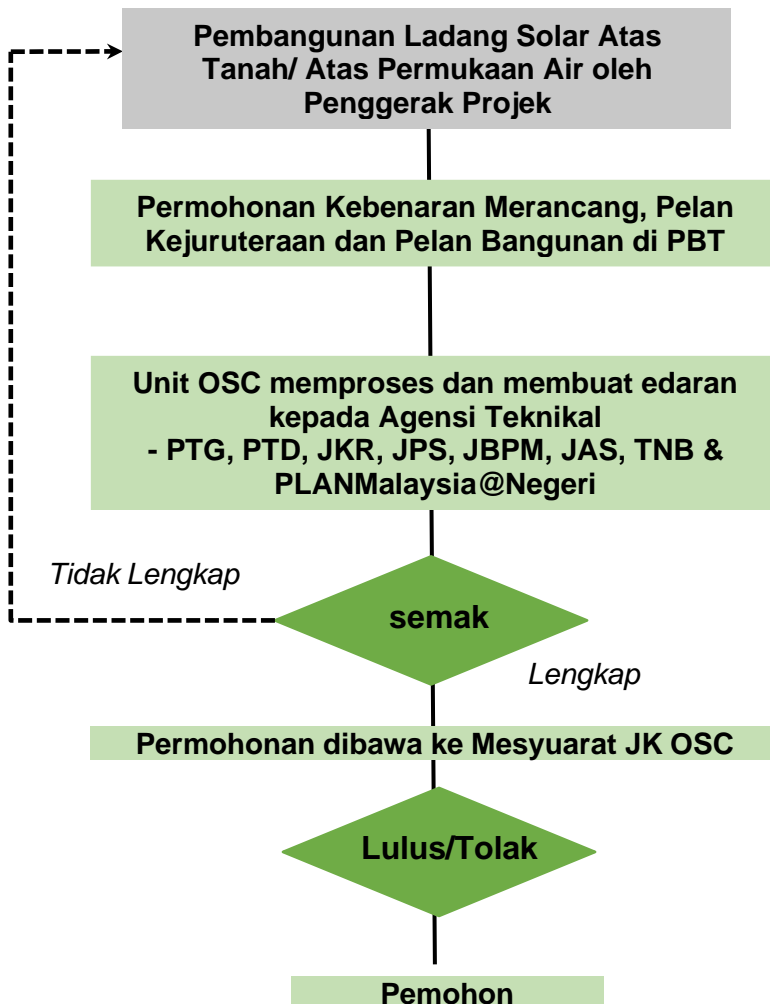
Permohonan Kebenaran Merancang, Pelan Kejuruteraan dan Pelan Bangunan

Proses pelaksanaan pembangunan solar di atas tanah dan di atas permukaan air bermula dengan permohonan kelulusan pelan cadangan pemajuan yang terdiri daripada permohonan **Kebenaran Merancang, Pelan Kejuruteraan dan Pelan Bangunan** yang **dikemukakan secara serentak** ke Unit Pusat Setempat (OSC) Pihak Berkuasa Tempatan. Perincian keperluan dokumen, pelan dan laporan berkaitan adalah seperti di **Jadual 6** dan **Rajah 11**.

Jadual 6: Prosedur dan Dokumentasi bagi Kelulusan Permohonan Ladang Solar

Permohonan	Pelan Berkaitan	Laporan Sokongan
Kebenaran Merancang, Pelan Kejuruteraan dan Pelan Bangunan (PB) secara serentak	<p>a. Pelan Susun Atur yang menunjukkan dengan jelas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Komponen Pembangunan; - Tata atur panel solar; - Rangkaian/ sistem laluan utiliti bawah tanah; - Pelan sisipan yang menunjukkan tapak cadangan dalam konteks makro (termasuk jajaran kabel elektrik); - Pelan keratan rentas kecondongan struktur panel solar; - Pelan jalan keluar dan masuk yang sah; dan - Pelan saliran tapak cadangan. <p>b. Pelan Bangunan</p> <p>c. Pelan Kejuruteraan yang terdiri dari Pelan Kerja Tanah; dan Pelan Jalan dan Parit.</p> <p>d. Pelan Landskap</p> <p>e. Pelan Mitigasi Am merangkumi aspek pembangunan solar berskala kecil dan sederhana tidak tertakluk kepada kajian EIA.</p> <p>f. Pelan Kawalan Hakisan dan Kelodak (ESCP) yang mematuhi MASMA.</p> <p>g. Pelan Pengurusan Kecemasan bagi memperincikan tindakan menangani insiden bencana dan pencerobohan.</p> <p>h. Pelan Penyaharaan yang mengandungi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kerja pengembalian keadaan tanah kepada rupa bentuk asal; - Kerja yang melibatkan penanggalan (<i>unplugging</i>) panel solar dari Grid Nasional dan pengeluaran semua struktur dan pembersihan tapak. 	<p>a. Laporan EIA Tertakluk kepada keperluan Jabatan Alam Sekitar atau PBN.</p> <p>b. Laporan SIA Tertakluk kepada keperluan PLANMalaysia (Jabatan Perancangan Bandar dan Desa).</p> <p>c. Laporan Cadangan Pemajuan (LCP)</p> <p>d. Laporan Siasatan Tapak (SI) disediakan berdasarkan syarat JMG dan PBT.</p> <p>e. Laporan Penilaian Kesan Kilau dan Silau tertakluk kepada lokasi sekiranya berhampiran aerodome atau syarat Pihak Berkuasa Penerbangan Awam Malaysia.</p>

Rajah 11: Mekanisme Pelaksanaan Pembangunan Ladang Solar Atas Tanah dan Atas Permukaan Air



Pelan Berkaitan	Laporan Sokongan	Catatan
a.Pelan Susun Atur	a.Laporan EIA dan SIA	<ul style="list-style-type: none"> Perakuan bagi syarat nyata ladang solar adalah bagi tanah kategori industri. Pembanguna Ladang Solar atas air dibenarkan di tasik terbiar dan bekas lombong. Senarai semak dokumen adalah sebagaimana pelaksanaan Manual OSC 3.0 Plus Online
b.Pelan Bangunan	b.Laporan Cadangan Pemajuan (LCP)	
c.Pelan Kejuruteraan	c.Laporan Siasatan Tanah (SI)	
d.Pelan Landskap	d.Laporan Penilaian Kesan Kilau dan Silau	
e.Pelan Mitiasi		
f. Pelan Kawalan Hakisan dan Kelodak		
g.Pelan Pengurusan Kecemasan		
h.Pelan Penyahharaan		

Nota:

1. Penguatkuasaan permohonan Kebenaran Merancang Terhadap bagi Ladang Solar adalah tertakluk kepada Pihak Berkuasa Tempatan yang meluluskan.
2. Penyelesaian perihal tanah adalah tertakluk kepada PBN masing-masing.
3. Penyahharaan merujuk kepada kerja pengembalian keadaan tanah kepada keadaan asal yang perlu dilaksanakan setelah tamat tempoh perkhidmatan ladang tersebut.

9.1.1 Prosedur Dan Dokumentasi Permohonan Kebenaran Merancang

Permohonan pemajuan ladang solar perlu diproses secara **Kebenaran Merancang Penuh** dan tertakluk kepada prosedur lazim sebagaimana Manual OSC 3.0 Plus Online yang berkuatkuasa.

Bagi pembangunan ladang solar atas tanah berskala kecil (sebagaimana **Jadual 1**), Pihak Berkuasa Perancang Tempatan (PBPT) boleh memberi kelonggaran untuk terus membuat permohonan Pelan Bangunan/ Permit Kecil dan tertakluk kepada pertimbangan yang sewajarnya berlandaskan aspek perundangan sedia ada dan berkuatkuasa.

9.1.2 Fi Kebenaran Merancang

Fi Kebenaran Merancang adalah berdasarkan Jadual Ketiga, Kaedah-Kaedah Kawalan Perancangan (Am) (Pindaan) (Pahang) 2022 Negeri Pahang iaitu fi Industri Solar - Ladang Solar (atas tanah dan atas permukaan air) iaitu dengan penetapan kadar sebanyak **RM 1,000.00 per ekar**. Bagi struktur solar yang diintegrasikan dengan bangunan, kadar fi adalah **RM 60 per 100 meter persegi** (RM60/100mp). Namun begitu, kadar fi yang ditetapkan boleh diubah dan tertakluk kepada ketetapan Pihak Berkuasa Negeri (PBN) dari semasa ke semasa.

9.2 Pelan Penyahtaraan

Penyahtaraan merujuk kepada kerja pengembalian keadaan tanah kepada keadaan asal yang perlu dilaksanakan setelah tamat tempoh perkhidmatan ladang tersebut.

Antara proses penyahtaraan adalah melibatkan kerja-kerja mengeluarkan (*unplugging*) ladang solar dari Grid Nasional, menanggalkan semua struktur daripada tapak pembangunan dan pembersihan akses sementara di tapak.

Pelan penyahtaraan perlu disediakan oleh pemaju semasa mengemukakan permohonan Kebenaran Merancang (KM).

Kerja-kerja penyahtaraan merangkumi aktiviti-aktiviti berikut:

- a. Mengeluarkan semua komponen, perkakasan dan struktur fizikal dalam tapak termasuk kabel talian penghantaran elektrik;
- b. Melupuskan panel-panel PV mengikut tatacara dan peraturan bahan buangan terjadual sedia ada; dan
- c. Menjalankan kerja penstabilan tanah atau tanaman semula (*re-vegetation*) kepada keadaan semulajadi.

Tapak ladang solar yang tidak beroperasi melebihi satu (1) tahun tanpa pemakluman dan persetujuan Pihak Berkuasa Tempatan (PBT) akan dikategorikan sebagai projek terbengkalai (*abandoned project*).

PBT mempunyai hak untuk memasuki mana-mana tapak ladang untuk menjalankan proses penyahtaraan sekiranya penggerak projek gagal untuk melaksanakannya dalam tempoh yang telah ditetapkan.

9.3 Penambahbaikan Rancangan Pemajuan

Bagi tapak-tapak pembangunan yang telah dikenalpasti oleh PBPT untuk dibangunkan sebagai ladang solar, Jadual Kelas Kegunaan Tanah rancangan pemajuan (khususnya Rancangan Tempatan) hendaklah dikemaskini sebagai “Aktiviti Yang Dibenarkan” untuk pembangunan ladang solar semasa pengubahan atau penggantian Rancangan Tempatan yang akan datang.

10.0 PENUTUP

Pembangunan ladang solar yang terancang dapat membantu kepada proses penjanaan sumber tenaga boleh baharu (TBB) yang cekap dan berdaya saing. Ia merupakan alternatif terbaik kepada kaedah penghasilan sumber tenaga secara hijau (*green practices*), selaras dengan usaha kerajaan untuk mengurangkan faktor peningkatan perubahan iklim (*climate change*).

GPP ini telah menggariskan keperluan-keperluan asas berhubung pembangunan solar, memberi contoh amalan terbaik pelaksanaannya di dalam dan luar negara, serta keperluan dan piawaian perancangan pembangunan solar bagi tujuan kawalan pembangunan.

Penyediaan GPP ini diharap dapat membantu negara mencapai sasaran 20% kapasiti bagi tenaga boleh baharu menjelang tahun 2025 selaras dengan Pelan Halatuju Peralihan Tenaga Boleh Diperbaharui 2035. Kecekapan penggunaan tenaga ini juga menyokong Matlamat Pembangunan Mampan (SDGs) dan Agenda Perbandaran Baharu (NUA) yang menggariskan agenda pembangunan mampan dan pemuliharaan alam sekitar.

GPP ini diharap dapat menjadi panduan kepada semua PBT, agensi teknikal dan pemaju yang terlibat untuk merancang, mereka bentuk, mengawal dan seterusnya melaksanakan pembangunan ladang solar di Negeri Pahang.

Sebarang pertanyaan, sila hubungi:

PLANMalaysia@Pahang
(Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Negeri Pahang)

Tingkat 4, Kompleks Tun Razak
Bandar Indera Mahkota
25200 Kuantan, Pahang Darul Makmur
Tel : 09-5721181
Faks : 09-5732001
E-mel : jpbd@pahang.gov.my
Laman Web : www.jpbd.pahang.gov.my




PLANMalaysia@Pahang

(Jabatan Perancangan Bandar Dan Desa Negeri Pahang)

Perancangan Melangkaui Kelaziman
Planning : Beyond Conventional

 <https://jpbdd.pahang.gov.my>

 PLANMalaysia Pahang

 planmalaysia_pahang